



Prospective Elementary Mathematics Teachers' Perceptions on Model Eliciting Activities and their Effects on Mathematics Learning

Ali ERASLAN*

ABSTRACT. As part of a larger body of research designed to explore the modeling processes of prospective mathematics teachers, this study aims to investigate the perceptions of prospective elementary mathematics teachers on model eliciting activities and their effects on mathematics learning. After activities completed, two focus groups of three have been interviewed and videotaped. The transcription of conversation of each group was examined and qualitatively analyzed for the common themes. Findings indicated that prospective mathematics teachers' perceptions toward working through a model eliciting activity are as follows: (1) ambiguity of model eliciting activities, (2) positive effects on mathematical learning, (3) their usability in any age and grade-level, and (4) ways to effectively use them

Key Words: model eliciting activities, prospective mathematics teachers, mathematics learning

SUMMARY

Purpose and Significance: The purpose of this study is to investigate the perceptions of prospective elementary mathematics teachers on model eliciting activities and their effects on mathematics learning. In today's world, it is not enough for users of mathematics to have memorized procedures and rules that they subsequently apply to similar problem situations. Preparing students for their futures beyond school asks them to learn to hypothesize, construct models, explain and analyze relationships, and communicate their developing understanding of mathematical concepts and conceptual systems. In this processes, teachers play an important role in facilitating and interpreting the types of experiences that support students in using mathematical conceptual systems and model and modeling perspectives.

Methods: Six prospective mathematics teachers were selected among 45 seniors taking the course of *Modeling in Teaching Mathematics* in an elementary education program at a major university in the Black Sea region of Turkey. Right after the model eliciting activity (see appendix: the Team Ranking Problem) completed, these prospective teachers who were in two focus groups of three were separately interviewed and videotaped. The transcription of conversation of each focus group was examined and qualitatively analyzed for the common themes.

Results: Findings indicated that prospective mathematics teachers' perceptions toward working through a model eliciting activity are as follows: (1) ambiguity of model eliciting activities, (2) positive effects on mathematical learning, (3) their usability in any age and grade-level, and (4) ways to effectively use them

Discussion and Suggestions: Prospective mathematics teachers struggled themselves with the ambiguity of modeling eliciting activities and defined these activities as multi-faced logic problems required high level thinking. This is because over a long period of time they were taught in a way that they got used to memorize procedures and formulas and then apply them to the similar problem situations without knowing why. Under these circumstances, they hardly develop mathematical modeling competencies presented in complex, real-life problem situations.

* Assist. Prof. Dr. Ali ERASLAN, Ondokuzmayis University, aderaslan@omu.edu.tr.

Therefore, we need to use model eliciting activities in the mathematics classrooms in order to provide opportunities for students to describe, explain, interpret, construct and communicate relationships, test their hypothesis, and verify their solutions. Prospective teachers also identified benefits to using model eliciting activities with any age and grade-level in terms of supporting students' mathematical development, allowing them create new ideas, interpreting and revising them, looking from different perspectives, and supporting their vocational interest. On the other hand, they also mentioned some constraints in using model eliciting activities, particularly first three grades of elementary school education since they think that students in that grades are not able to easily write down what they are thinking. Lastly, as opposed to working individual, they say they would prefer to work in small groups or whole class brainstorming because the knowledge and experiences of the group are potentially broader and more accurate than those of the individuals.

İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri ve Bunların Matematik Öğrenimine Etkisi Hakkındaki Görüşleri

Ali ERASLAN*

ÖZ. Model oluşturma süreçlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan daha büyük bir çalışmanın bir parçası olarak bu araştırma ilköğretim öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkında görüşlerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Etkinliklerin hemen ardından küçük odak gruplarıyla video yardımıyla görüşmeler yapılmış ve bu görüşmelerin yazılı dökümü nitel araştırma teknikleri kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre öğretmen adayları: (a) model oluşturma etkinliklerinin belirsizliğini, (b) matematik öğrenimine pozitif katkılarını, (c) ilköğretim ve diğer seviyelerde kullanılabilirliğini ve (d) etkili şekilde kullanılma biçimlerini ifade ederek hem yararlılıklarını hem de sınırlılıkları ve zorluklarını ortaya koymuşlardır.

Anahtar Sözcükler: model oluşturma etkinlikleri, matematik öğretmen adayları, matematik öğrenimi

GİRİŞ

Son yıllarda matematik eğitimi araştırmalarında matematiksel model ve modelleme çalışmaları artan bir biçimde ilgi görmektedir (Blum & Ferri, 2009). Bunun en önemli nedenlerinden biri TIMSS, PISA gibi uluslararası karşılaştırmalı çalışmalarının sonuçlarına paralel olarak bir çok ülkede araştırmacıların okullarında yetişen öğrencilerin okul dışındaki hayatlarında ve ilerideki mesleki yaşamlarında karşılaştıkları gerçek hayat problemlerini çözme noktasında ne kadar hazırlıklı olduklarını sorgulamaya başlamalarıdır (Mousoulides, 2007; English, 2006). Bilgi ve teknolojinin hızla yenilenerek geliştiği günümüzde bireylerin geleceği, bilgiye ulaşma, bilgiyi kullanma ve üretme becerilerine bağlı bulunmaktadır (MEB, 2005). Bu becerilerin kazanılması ve hayat boyu sürdürülmesi temel bilgi ve işlemlerin ezberlenmesiyle değil, teknoloji ile barışık, disiplinlerarası ilişkiler kurabilen, model oluşturma becerilerine sahip, problem çözebilen bireylerin yetiştirilmesiyle mümkündür (Lesh & Zawojewsky, 2007; Thomas & Hart, 2010). Bu yüzden yeni ilköğretim matematik programı vizyonunu yaşamında matematiği gerektiği şekilde kullanabilen, gerçek yaşam durumlarıyla matematik arasındaki ilişkiyi kurabilen, karşılaştığı

* Yrd. Doç.Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, aeraslan@omu.edu.tr.

problemlere farklı çözüm yolları üretebilen, analitik düşünceye sahip, akıl yürütme ve ilişkilendirme gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmek olarak yeniden düzenlemiştir (MEB, 2005). Bu noktada yetenekleri öğrencilerimize kazandıracak olan öğretmenlerin günlük derslerinde matematiksel modellemeleri başarılı bir biçimde kullanabilmeleri için sahip olmaları gereken bilgi ve becerilerin yanında onların bu tür etkinliklerin kullanımı hakkında anlayış ve eğilimleri uygulamadaki başarı ve motivasyonlarını etkileyen en önemli faktörlerden birini oluşturmaktadır (Thomas & Hart, 2010).

Ülkemizde de oldukça yeni olan model ve modelleme konusunda sınırlı sayıda araştırma vardır. Bunlar arasında Keskin (2008) çalışmasında ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. sınıf öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüş ve yetenekleri hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla matematiksel modelleme görüş anketi ve beceri testleri uygulamıştır. Uygulamanın başı ve sonu arasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme beceri testinde daha başarılı ve modelleme hakkındaki görüşlerinde ilk duruma göre bir gelişme olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka çalışmada Aydın (2008) İngiltere’de öğrenim gören öğretmen ve öğrencilerin derslerinde hareketli nesne modellemesi kullanımı hakkında görüşlerine başvuran nitel bir çalışma yapmış ve sonucunda öğretmenlerin derslerinde kullandıkları teknoloji ve hareketli nesne modellemelerini günlük hayata yeteri kadar aktaramadıklarını ortaya koymuştur. Diğer bir çalışmada ise ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin matematiksel modelleme sürecinde nasıl ortaya çıktığı nitel olarak araştırılmıştır (Kertil, 2008). Çalışmanın sonuçları öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri sürecinde problem çözme becerilerinin yeteri kadar iyi olmadığını ve modelleme etkinliklerine çok yabancı olduklarını göstermiştir. Son olarak Güzel ve Uğurel (2010) ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının Analiz-I dersindeki akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. Araştırmanın sonunda öğretmen adaylarının akademik başarılarının matematiksel modelleme yaklaşımlarını bir ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Yapılan bu çalışmalardan birinde İngiltere de görev yapan öğretmenler diğerlerinde ise ortaöğretim matematik öğretmenliğinde öğrenim gören öğrencilerin anket veya mülakat yoluyla görüşlerine başvururken modellemeyi hareketli nesne veya problem çözmeyle ilişkilendirmişlerdir. Fakat bunlardan hiçbiri modellemeye Lesh ve Zawojewsky (2007)’nin tanımladığı *model ve modelleme* bakış açısından yaklaşmamış ve model oluşturma etkinlikleri hakkında ilköğretim matematik öğretmenlerinin görüş ve değerlendirmelerine başvurulmamıştır. Bu yüzden bu çalışmada amaç ilköğretim matematik öğretmen adaylarının Lesh ve Zawojewsky’ nin çalışmalarında kullanılan model oluşturma etkinliklerinin matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüş ve değerlendirmelerini ortaya koymaktır. Bu amaca yönelik araştırma sorusu “*Model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkileri hakkında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının görüşleri nelerdir?*” şeklinde düzenlenmiştir.

Kuramsal Çerçeve

Son yirmi yılda içinde yaşadığımız dünyada matematiksel düşünme ve anlama ve bunların uygulamaları daha karmaşık ve çok bileşenli bir yapıya dönüşmüştür. Buna bağlı olarak problem çözmenin doğası da büyük ölçüde değişme göstermiştir (Lesh & Zawojewsky, 2007). Bu yüzden matematiksel kavram ve kavram sistemlerini anlamak ve anlatmak; hipotezleri test etmek; ilişkileri analiz etmek, açıklamak ve yeniden inşa etmeyi öğrenmek öğrenciler için kritik öneme sahip bir durum haline gelmiştir (Thomas & Hart, 2010). Günümüzde sadece matematiksel işlem süreçlerini ezberlemek ve bunu benzer problem durumlarına uygulamak yeterli değildir. Öğrencileri okulun ötesinde geleceklerine hazırlamak için onların matematiksel düşünce ve yeni kavram oluşturma gelişimini sağlayan karmaşık problem durumlarıyla karşılaşmalarını ve bu konuda deneyim sahibi olmalarını sağlamak gerekmektedir (Lesh & Zawojewsky, 2007). Öğrencilerin aktif olarak katıldığı gerçek yaşam durumlarını temsil eden karmaşık problemlerin çözümünde matematiksel model ve modelleme perspektifinden faydalanılabilir (Sriraman &

Lesh, 2006). Çünkü model ve modelleme süreci karmaşık sistemleri matematiksel olarak anlamlı hale getirebilmek için bir yaklaşım ortaya koymaktadır (Lesh & Doerr, 2003; English, 2006). Modeller öğrencilerin bir durumu matematiksel olarak tanımlamak, açıklamak, yorumlamak ve temsil etmek için geliştirdikleri kavramsal sistemlerdir (Lesh & Doerr, 2003). Öğretmenler bu süreçte yani öğrencilerin matematiksel yapıları ve kavramsal sistemleri belirlemesi ve kullanımına yönelik deneyimlerin elde edilmesi ve yorumlanmasında önemli rol oynayabilir.

Model Oluşturma Etkinliği

Model oluşturma etkinlikleri (model eliciting activities), sonunda bir rakam ya da bir kelime ile yanıtı bulunan geleneksel problemler olmayıp, rutin olmayan-karmaşık gerçek dünya durumlarını ifade eden, kişilerden bu durumu matematiksel olarak yorumlamasını ve bu durumdan yararlanacak bireylerin karar vermesine yardım etmek amacıyla süreci veya yöntemi matematiksel olarak betimlemesi ve formüle etmesini gerektiren, olası farklı çözümler içeren problem durumlarıdır (Mousoulides, 2007; Lesh & Zawojewsky, 2007). Lesh ve arkadaşları (2000) bir model oluşturma etkinliğinin sahip olması gereken altı özelliği şu şekilde açıklamışlardır: (1) *model oluşturma prensibi*: etkinlik model oluşumuna izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu model elemanlar, bu elemanlar arasındaki ilişkiler ve işlemler ile bu ilişkileri düzenleyen desen ve kurallardan oluşmalıdır, (2) *gerçeklik prensibi*: etkinlik gerçek veya gerçeğe yakın verilere dayanan, anlamlı ve bireylerin günlük yaşamlarıyla ilgili olmalıdır, (3) *öz-değerlendirme prensibi*: bireyler kendi kendini değerlendirebilmeli veya çözümlerinin kullanılabilirliğini ölçebilmelidir, (4) *model dokümantasyon prensibi*: bireyler kendi düşünme süreçlerini (varsayımlar, amaçlar ve çözüm yolları) çözümleri içinde gösterebilmelidir, (5) *model genelleme prensibi*: ortaya konulan çözümler genellenebilir veya benzer başka durumlara kolayca adapte edilebilir olmalıdır ve (6) *etkili prototip prensibi*: üretilen model mümkün olduğunca basit fakat matematiksel olarak da bir o kadar önemli olmalıdır.

YÖNTEM

Model oluşturma süreçlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan daha büyük bir çalışmanın bir parçası olan bu araştırma, model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkileri hakkında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının görüş ve değerlendirmelerini tespit etmek amacıyla yapılmış nitel bir çalışmadır.

Katılımcılar

Bu araştırma 2009-2010 eğitim-öğretim yılında, Karadeniz bölgesinde bulunan bir üniversitenin, ilköğretim matematik öğretmenliği son sınıf öğrencilerinden güz döneminde *Matematik Öğretiminde Modelleme* dersini alan 45 kişi arasından seçilen altı öğrenciyi kapsamaktadır. Bu ders çalışmayı yapan araştırmacı tarafından verilmiş olup ders boyunca model, modelleme, matematiksel modelleme, modelleme etkinliklerinin geleneksel problem çözme durumlarından farkı, modelleme pedagojisi, süreçleri, yeterlilikleri ve ölçme-değerlendirme kavramları öğrencilere tanıtılarak tartışmaları sağlanmıştır. Ayrıca öğrenciler modelleme gerektiren dört farklı matematiksel problem etkinliği üzerinde önce bireysel daha sonra grup olarak çalışmışlardır. Bu süreçte öğrenciler verilen gerçek yaşam durumunu matematiksel bir probleme indirgeyip bunun üzerinde kendi matematiksel bilgilerini kullanarak elde ettikleri çözümleri gerçek yaşam durumuyla karşılaştırarak yorumlamaya ve doğrulamaya çalışmışlardır. Dönemin sonunda öğretmen adaylarının verilen modelleme sorularına verdikleri cevaplar ışığında altı öğrenci üçerli iki grup oluşturmak üzere seçilmişlerdir. Birinci grup (G1) bir erkek iki kız öğrenciden oluşurken ikinci grup (G2) iki erkek bir kız öğrenciden oluşmuştur. Gruplar oluşturulmasında amaçlı örnekleme yöntemi içinde yer alan ölçüt örnekleme tekniği kullanılmıştır yani öğrenciler araştırmacı tarafından önceden belirlenmiş belli ölçütler

kullanılarak seçilmişlerdir (Yıldırım & Şimşek, 2005). Bu çalışmada öğrencilerin seçiminde model oluşturma etkinliklerinde en başarılı olmalarının yanında daha önce birbiri ile çalışmış, konuşkan, düşüncelerini rahatlıkla ifade eden özgüveni yüksek öğrencilerden oluşmasına dikkat edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmacı tarafından dönemin sonunda bir sınıf ortamında gruplara verilen model oluşturma etkinliğinin (Ek-1: Takım Sıralama Problemi) hemen ardından her bir gruba ayrı ayrı model ve modellemenin matematik öğrenimine etkisi konusunda yarı-yapılandırılmış odak grup görüşmesi yapılmıştır. Burada amaç, bireysel görüşmelerde akla gelmeyecek bazı konular grup görüşmelerinde diğer bireylerin açıklamaları çerçevesinde akla gelebilmekte ve ek yorumlara neden olabilmektedir yani grup dinamikleri sorulara verilen yanıtların kapsam ve derinliğini etkileyen önemli bir unsur oluşturmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2005). Diğer taraftan bazıları grupta sürece davet edilmeyi bekleyebilir veya görüş, düşünce ve duygularını kısa cümlelerle ifade etmeyi tercih edebilir ki bu noktada süreci yöneten kişiye büyük görev düşmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2005). Yaklaşık 35-40 dakika süren her bir görüşme videoya kaydedilmiş daha sonra çözümlenmesi yapılarak nitel olarak analiz edilmiştir. Görüşmede gruplara yönlendirici olmayan şu açık uçlu sorular sorulmuştur: (a) Çalıştığınız model oluşturma etkinliği hakkında ne düşünüyorsunuz? Diğer problemlerden farkı nedir? (b) Bu tip modelleme etkinliklerinin matematik öğrenimine bir katkısı olduğunu düşünüyor musunuz? (c) Bu tip modelleme etkinliklerini ilerde kendi öğrencilerinize (ilköğretim) uygulamak ister misiniz? Eğer isterseniz, uygulamayı ne şekilde ve hangi sıklıkla yapmayı düşünürsünüz? (d) Bu tip modelleme etkinlikleri başka sınıf seviyelerde örneğin okul öncesi, ortaöğretim, veya yükseköğretim seviyesinde uygulanabilir mi? Açık uçlu sorular bir taraftan araştırmacıya araştırmak istediği konuyla ilgili esnek bir yaklaşım olanağı sağlarken bir taraftan da incelenen konuyla ilgili önemli değişkenlerin gözden kaçmasını önler (Yıldırım & Şimşek, 2005). Ayrıca, görüşmeden önce öğrencilere yapılan çalışma hakkında bilgi verilmiş, gerçek isimlerinin gizli tutulacağı belirtilmiş ve matematik eğitiminde yeni bir bakış açısı getiren model ve modellemenin onların görüşleri doğrultusunda geliştirilip düzenleneceği belirtilerek ortaya koyacakları görüşlerin önemi vurgulanmıştır.

Verilerin Çözümlemesi

Araştırmacı tarafından öncelikle odak gruplar G1, G2 ve her bir gruba ait üyeler ise U1, U2 ve U3 şeklinde isimlendirilmiştir. Daha sonra grup çalışmalarında yer alan öğrenci görüşlerinin yazılı dökümü alınmış ve bu açıklamalar betimsel analiz yöntemiyle çözümlenmiştir. Analiz sürecinde araştırma sorusu ve buna bağlı görüşme soruları kapsamında her bir gruba ait açıklamalar olumlu ve olumsuz görüşlerin tespiti amacıyla incelenmiş, sonra bunlar kendi arasında kategori ve alt kategorilere ayrılmış ve sürekli diğer grupla karşılaştırılarak ortak temaların oluşturulması yoluna gidilmiştir (Miles & Huberman, 1994; Yıldırım & Şimşek, 2005). Örneğin, farklı öğrenciler tarafından kullanılan üst düzey düşünme gerektiren, çok fazla bilinmeyen olduğu, birden fazla durum içeren, bakış açısına göre yön değiştiren, farklı yönlere çekilebilen ve mantık sorusu gibi ifadeler model oluşturma etkinliklerinin doğasıyla ilişkilendirilerek kodlanmış diğer taraftan grafik üzerinde sayılar olsaydı, eşit sayıda maç yaptıkları şeklinde ifade olsaydı, galibiyet ve mağlubiyet değerleri hakkında bilgi yok gibi ifadeler ise etkinliklerde takip edilmek istenen işlem basamakları ya da sürece dair ip uçlarıyla ilişkilendirilerek kodlanmış ve sonunda her ikisi birden *model oluşturma etkinliklerinin belirsizliği* ortak teması altında toplanmıştır. Yapılan çalışmanın güvenilirliğini arttırmak için tespit edilen kategoriler ve ortak temalar nitel araştırma alanında bir çok ulusal ve uluslararası çalışması olan ve modelleme konusunda oldukça deneyimi bulunan araştırmacının dışında aynı üniversitede görev yapan eğitim doktorasına sahip nitel araştırma konusunda deneyimli iki çalışma arkadaşı

tarafından ayrı ayrı incelenmiş, daha sonra bir araya gelinerek saptanan ortak temalar arasında ortaya çıkan anlaşmazlıklar giderilmiş ve bu şekilde oluşturulan kodlama ve kategoriler üzerinde tam bir mutabakat sağlanmıştır (Lincoln & Guba, 1985; Yıldırım & Şimşek, 2005).

BULGULAR

Araştırmaya katılan grupların model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkileriyle ilgili olarak ortak görüş ve değerlendirmeleri aşağıda Tablo 1’de özetlenmiştir. Araştırma sorusu çerçevesinde elde edilen sonuçlar dört ana tema altında katılımcılardan doğrudan alıntılar kullanılarak açıklanmıştır.

Tablo 1. *Grupların model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkileriyle ilgili olarak ortak görüş ve değerlendirmeleri*

-
1. Model Oluşturma Etkinliklerinin Belirsizliği
 2. Model Oluşturma Etkinliklerinin Matematik Öğrenimine Pozitif Katkıları
 3. Model Oluşturma Etkinliklerinin İlköğretim ve Diğer Seviyelerde Kullanılabilirliği
 4. Model Oluşturma Etkinliklerinin Etkili Şekilde Kullanılma Biçimleri
-

1. Model Oluşturma Etkinliklerinin Belirsizliği

Araştırmaya katılan grup üyeleri üzerinde çalıştıkları model oluşturma etkinliklerini ‘*bayağı bir üst düzey düşünme*’ gerektiren, ‘*çok fazla bilinmeyen*’ olduğu, ‘*birden fazla durum*’ içeren, ‘*bakış açısına göre yön değiştiren*’ ve ‘*farklı yönlere çekilebilen*’ ‘*mantık*’ sorusu şeklinde tanımlamışlardır. Etkinlik üzerinde çalışırken takip etmeleri gereken işlem basamakları veya sürece dair ip uçları içeren sayısal veya sözel ifadeleri aradıklarını, ‘*grafik üzerinde sayılar olsaydı*’, ‘*eşit sayıda maç yaptıkları şeklinde bir ifade olsaydı*’, ‘*galibiyet, mağlubiyet değerleri hakkında bir bilgimiz yok*’ gibi açıklamalarla dile getirilmiştir. Bunlarla ilgili grup üyelerinin ortak görüşünü yansıtan bir kaç örnek aşağıda sunulmuştur:

Bence çok fazla bilinmeyen var ve biz bilinmeyenler üzerinde varsayımlarla gidiyoruz. Hani bize burada grafik üzerinde sayılar olsaydı veyahut tamamen işte toplam eşit sayıda maç yaptıklar şeklinde bir ifade olsaydı belki işimiz daha kolay olurdu ama burada işte eşit sayıda maç yaptılar bunu biz kabul ediyoruz. Daha sonra şu aralıkları biz kabul ediyoruz. Puanlarken yine biz veriyoruz. Bu sefer biraz karışıyor yani.(G2-U3)

Bilinmeyi çok. Yani mesela kaç eşit sayıda maç yaptığı hakkında bilgiye sahip değiliz. Ya da galibiyet, mağlubiyet, beraberliklerin değerleri hakkında bir bilgimiz yok. Bunu kendimiz çıkartmamız gerekiyor. Sadece görsel olarak kendimiz bilinmeyenlerden bir şeyler oluşturmaya çalıştık...Bulduğumuzu zannettik, en son aşamaya geldiğimizi zannettik hatta. Ondan sonra her şey baştan iptal oldu, sil baştan.(G2-U2)

Ben bunu diyeceğim burada oran yapıp galibiyetlerin mağlubiyetlere oranladığımız zaman durum farklı çıktı hiçbir şart aramadan eldeki verileri kullandığımızda farklı çıktı beraberliği için içine kattığımızda belki o daha farklı bir durum çıkacak yani çok farklı yönlere çekilebiliyor.(G1-U2)

Mantık sorusu ya bunlar bir nevi mantık sorusu...bir kere diğer problemlerden kesinlikle farklı çünkü bayağı bir üst düzey düşünme becerisi gerektiriyor. Bu şu demek yani...attığımız adımı, bulunduğumuz yeri ve daha sonra yapacağımız işlemi aynı anda düşünmemiz gerekiyor.(G2-U1)

Burada şey var birden fazla durum. Bizim bakış açımıza göre yön değiştirebiliyor soruda bir kesinlik yok yani.(G1-U3)

Yukarıdaki açıklamalar aday öğretmenlerin model oluşturma etkinliği içinde geleneksel matematik problemlerinde var olan ve nasıl hareket edecekleri noktasında yol gösteren ip uçlarını bulamadıkları gibi ilerleyebilmek için her adımda yeni bir 'varsayımda' veya 'kabulde' bulunmak zorunda kaldıklarını göstermektedir. Diğer taraftan, Yu & Chang (2009) ve Thomas & Hart (2010)' in da belirttiği gibi etkinliklerin sayısal veriler üzerinde yapılan işlemlerden ziyade varsayımlardan hareketle genellemelere giden analitik bir düşünme gerektirmesi öğretmen adaylarını rahatsız etmiş, zorlamış ve bu durum kendilerinde belirsizliğe neden olmuştur. Öğretmen adayları bu rahatsızlıklarını 'soruda bir kesinlik yok yani', 'biraz karışıyor yani', 'kendimiz çıkartmamız gerekiyor', 'bilinmeyenlerden bir şeyler oluşturmaya çalıştık' ve 'her şey baştan iptal oldu' gibi sözlerle dile getirmeye çalışmışlardır.

2. Model Oluşturma Etkinliklerinin Matematik Öğrenimine Pozitif Katkıları

Odak gruplarda yer alan öğretmen adayları model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel düşünme gelişimine katkısının yanında sağladığı diğer kazanımlarından da söz etmişlerdir. Bu katkı ve kazanımları 'yorum getirme', 'yeni bir düşünce ortaya koyma', 'farklı boyutlardan bakabilme', 'farklı şekilde düşünme', 'kendini ifade etme', 'empati kurma', 'sosyalleşme' ve 'mesleki eğilimlere yönelme' şeklinde dile getirmişlerdir. Bununla ilgili ortak görüşleri yansıtan bir kaç öğretmen adayının ifadeleri aşağıda sunulmuştur.

Yani bunları matematik için yaptırmak bir yana, matematik öğrensinler, matematikleri gelişsin diye yaptırmak bir yana hem ben kendim bu tür soruları çok seviyorum hem de bunların çok faydalı olduğunu düşünüyorum...bunlar sadece bulunduğu yeri düşündürecek sorular değil, öncesini ve sonrasını da akılda tutulması gereken problemler oldukları için hani orda hem öğrencilerin işten zevk almasını sağlar hem de onların farklı bakış açılarına sahip olmasını sağlar.(G2-U1)

Öğrenciye kendini ifade edebilme becerisi kazandırıyoruz biz zaten onun en azından şu ortamda bulunup sosyalleşmesine katkı sağlıyoruz. Ders anlamında ben neyi katıyorum öğrenciye sonuçta matematiğin en temelinde de çok farklı boyutlardan bakabilmek yatmıyor mu? Onun için ben öğrenciye bir probleme bakarken çok farklı boyutlardan bakarak o problemi çözebilmesini sağlıyorum. Kazandırıyorum.(G1-U1)

Günlük hayatla ilişkilendirdik...bu şekilde olursa öğrenci hiç olmazsa günlük hayatta karşılaştığı zaman bunu kullanabilecek. Bunu kullandığı zaman da bu gibi şeylere merakı artacak ilgisi artacak matematiği sevmiş olacak.(G1-U2)

Bence o konuda bir mesleki eğilimlere yönelecek belki de ne bileyim matematiği kullandığı zaman o problemin dışında kendi herhangi bir probleminde de farklı şekillerde düşünmeyi karşısındakine karşı empati kurmayı öğrenecektir derim. Empati kurarak düşünmeyi. Yani sadece matematik olarak düşünmemeliyiz bence...bir probleme

baktığında tek bir çözümü olmadığını...çok farklı boyutlardan bakabilmeyi kazandırır. (G1-U1)

Hem karşıdakinin ne düşündüğünü öğrenir hem de karşı taraftakinin düşünmesini sağlar...bu gibi sorularda ne oldu mecbur ona bakıp tablo üzerinden grafik üzerinden bir şekilde yorum getirmem istendi bu da o şekilde öğrenciden yorum yapması ortaya yeni bir ürün koyması olduğu için yeni bir düşünce ortaya koyuyor yani öğrenciler için faydalı.(G2-U3)

Yapılan açıklamalar gösteriyor ki öğretmen adayları günlük yaşamda karşılaşılan problemleri konu edinen model oluşturma etkinliklerinin öğrenciler için matematiğin günlük hayatta kullanımının görülmesini sağlayarak onlarda merak duygusunu arttıracaklarını (Thomas & Hart, 2010), farklı meslek alanlarına yönlendirebileceğini ve buna bağlı olarak da matematiğe olan tutumlarının pozitif yönde etkileceğini ifade etmektedirler. Ayrıca etkinliğin bir tek çözümünün olmaması öğrencilerin grup içerisinde daha çok etkileşmesini, farklı boyutlardan bakıp düşünmelerini, yorumlamalarını ve sonucunda farklı bir çok fikrin veya ürünün ortaya çıkmasına neden olacağını dile getirilmektedirler (Thomas & Hart, 2010).

3. Model Oluşturma Etkinliklerinin İlköğretim ve Diğer Seviyelerde Kullanılabilirliği

Model oluşturma etkinliklerinin ilköğretim ve diğer seviyelerde kullanımı noktasında öğretmen adaylarının birbirinden farklı düşünmektedirler. Bazıları model oluşturma etkinliklerini *'nasıl düşündüklerini anlamak'*, *'kavram yanlışlarını ortaya çıkarmak'* için kullanabileceğini ve okul öncesinden üniversiteye kadar bir *'sınır kesinlikle olmamalı'* derken, diğerleri *'net bir cevabının'* olmamasını öne sürerek kullanılmasına karşı çıkmakta veya *'bir, iki, üçte de hani orda da bir sıkıntı olur yazı anlamında'*, *'matematiği sevmeyen öğrenci için eğlenceli gelmeyebilir'* diyerek belli sınırlamaların gerektiğini ifade etmektedirler. Konuyla ilgili görüşleri yansıtan bir kaç öğretmen adayının ifadeleri şu şekildedir.

Eğer matematiği sevmeyen öğrenciler varsa sınıfta ve siz bu problemi ya da bu tarz mantık gerektiren, düşünme gerektiren şeyleri öğrencilere matematik problemi diye sunarsanız o zaman onların daha fazla soğumasına sebep olmuş olursunuz. Çocuklara eğlenceli gelmeyebilir bu iş.... Problemi sunmak araç olmalı, amaç bu problem sayesinde kime sunulduysa o kişi değişik düşünme tarzları, düşünme becerileri kazandırmak olmalı. Yani bu nedenle de bir sınırı kesinlikle olmamalı bence...Yani hani ne okulöncesi, [ne] üçle sınırlandırılmalı ne üniversite bitti bunlar bitmeli. Hocam niye dersiniz ya bunlar aslında bütün derslerin hepsini içeren problemler...bütün derslere fayda sağlayacak şeyler.(G2-U1)

Sormamalıyız çünkü ...bu soruya öncelikle benim net bir cevabım olması lazım....bir öğretmen olarak bir şeyi ölçüyorsun ama yani sen buna kendin bir cevap verememişken...kendi kafanda sonuçlandırdığın gerçekten bildiğin doğru bildiğin bir sorunun yanıtı olmalı.(G1-U1)

En başta sevmeyen öğrenci için çok sıkıcı olur bence. Bir de bulamıyorsa, hani bulması zaten mümkün değil onun için çok sıkıcı olur...Aslında böyle her ünite de böyle konuyla alakalı bir şeyler yapılabilir. Zaten ayda bir ünite falan oluyor herhalde. Her ünite de yapılabilir ama dediğim gibi sınıfa bağlı biraz daSınıfın seviyesi iyi değilse onun da seviyesi düşürülebilir, problemin de.(G2-U2)

Her derste olabilir ve her düzeyde olabilir... Bir, iki, üçte de hani orda da bi sıkıntı olur yazı anlamında ilk iki sınıfta özellikle. Orda da sözel ifadelerle olabilir ama üçten sonra bu rahatlıkla sınıfın düzeyine göre uygulanabilir.(G2-U3)

Hani yapmaları açısından değil de onların da nasıl düşündüklerini anlamak açısından sorabilirim illa bir not olarak değil de merak ederim öğrenciler nasıl bakıyorlar.... ölçüyorum hani ne kadar nerde öğrenciler nasıl düşünüyorlar...orda belki ben öğrencilerin kavram yanılığını çıkartacağım.(G1-U3)

Yukarıdaki açıklamalar gösteriyor ki model oluşturma etkinliklerinin sınıf seviyesine uygun olmak kaydıyla okul öncesinden üniversite seviyesine kadar her seviyede kullanılmasının faydalı olacağını çünkü etkinliğin bir 'araç' olduğunu amacın öğrencilerde farklı 'düşünme becerileri kazandırmak' olduğunu ifade ederken diğer taraftan özellikle matematiğe karşı önyargısı olan öğrencileri negatif yönde etkileyebileceğini (Thomas & Hart, 2010) ve ilköğretimin ilk yıllarında bu tip etkinliklerin yazıdan ziyade sözlü olarak yanıtlanacak şekilde düzenlenmesi gerektiğini dile getirmektedirler.

4. Model Oluşturma Etkinliklerinin Etkili Şekilde Kullanılma Biçimleri

Öğretmen adayları model oluşturma etkinliklerini "bireysellikten" ziyade "bütün sınıf" la beraber "beyin fırtınası" şeklinde veya küçük "grup çalışması" şeklinde yapılmasını zira etkinliklerin 'üst düzey düşünme gerektirdiği' için kişinin belli bir noktadan sonra 'bir şeyler üretmediği', "dondüğünü" ifade etmektedirler. Etkinliğin uygulanmasının 'ev ödevi' şeklinde değil de 'sınıf ortamında "hep birlikte düşünelim", "sonuca nasıl ulaşacağız" veya "kim daha farklı çözüm yolu önerecek" şeklinde sonuçtan ziyade sürece odaklanılması gerektiğini vurgulamaktadırlar. Bunla ilgili ortak görüşleri yansıtan bir kaç öğretmen adayının ifadeleri şu şekildedir.

Dersimizi işliyoruz, baktık hani ortam değişikliği yaratmak istiyoruz. Bu ya da buna benzer şeyleri öğrencilere yani "Bir matematik problemidir." gibisinden çözümler şeklinde değil de "Hep birlikte şunu düşünelim" tarzında göstererek onlar için eğlenceli hale getirmek iyi olur diye düşünüyorum...Bütün sınıf, beyin fırtınası gibi bütün sınıf. Ama bireyselliğe kesinlikle karşıyım. Ya çünkü şöyle bir şey var: Bu tarz sorular az önce dediğim gibi üst düzey düşünme gerektirdiği için bir yere kadar düşünüyorsunuz, öyle bir şey oluyor ki bir yerde düşünceleriniz donuyor. Artık değişik şeyler üretmiyorsunuz. Ama karşısında bir kişi ya da iki kişi olursa bir etkileşim gelir oradan düşünceleri anında yön değiştirir. Bakmışsınız değişik fikirler ortaya çıkar.(G2-U1)

Sonuca ulaşmaktan ziyade sonuca nasıl ulaşacağız?...Sınıfa bu tam anlamıyla belirtilmediği zaman çocuklar sonuca ulaşmak için uğraşacağı için orda bir sıkıntı olur ve herkes direk yani nokta vuruşu yapıyım muhabbetine kayabilir... O grupları da dengeli bir şekilde dağıtırsak, biz kendimiz yaparsak herkes etkin bir şekilde katılır ve başlarken de şöyle diyebiliriz: "Kim daha farklı çözüm yolu önerecek?" diyebiliriz. O zaman sonuçtan çok gidiş yoluna dikkat ederler.(G2-U3)

Ya önemli olan bir ders saati içinde neler düşünebiliriz? Ya az düşünür ya da çok düşünür o çok önemli değil napabiliyor o esnada? Bunu eve verip bir hafta süre vermenin çok bir anlamı yok.(G2-U2)

Ha bunu sınıfta uygulandığı zaman o anda sıcaklığı sıcaklığına kontrol etme veyahut sonuçların doğru olma ihtimali daha fazla. Eve gittiğin zaman bunun bir hafta süresi

varsa bu kalıyor sonra son akşama ya çocuklar bir araya geliyor ya da diyor ki sen yap biz bunu birlikte şey yapalım...Orda[grupta] iki kişi olduğu zaman ya da üç kişi karşı taraftaki her zaman soru soracağı için o da ona göre bir düşünce geliştirecek. Belki tek başına olsa, başladı ve yanlış yani yaptığı yol yanlış, gittiği yol yanlış. Ama ona kimse demedi "sen bunu yanlış yapıyorsun" ya da "burada bir eksiklik var, bunu gözden kaçırmışsın". O öyle devam edecek.(G1-U2)

Yukarıdaki açıklamalar öğretmen adaylarının model oluşturma etkinliklerini belli süre vererek okul dışı etkinliği şeklinde değil de sınıf içerisinde öğrencilerin nasıl düşündüklerini anlamak ve 'sıcaklığı sıcaklığın' değerlendirip dönüt verebileceği bir ortamı tercih ettiklerini göstermektedir. Küçük öğrenme grupları içinde öğrencilerin birbirlerinin fikirlerinden yararlanabileceğini, eksikliklerini ve hatalarını anında görüp değerlendirebileceğini ve bir kişinin tek başına yaşayabileceği tıkanıklıkların kolayca aşılabileceğini düşünmektedirler (Thomas & Hart, 2010).

TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkileri hakkında ilköğretim matematik öğretmen adaylarının görüş ve değerlendirmelerini ortaya koymaktır. Elde edilen sonuçlar göstermiştir ki öğretmen adayları bu etkinlikleri içinde bir çok varsayımın olduğu, üst düzey düşünme gerektiren, farklı bakış açılarında farklı sonuçlara ulaştıran çok yönlü mantık soruları şeklinde tanımlamışlardır. Bu durumun daha önce bildikleri matematik problemlerinden farklı bir durum oluşturduğunu özellikle başlangıçta ne yapacakları nasıl başlayacakları noktasında bir belirsizlik yarattığını ifade etmişlerdir. Blomhoj & Kjeldsen (2006), Yu & Chang (2009) ve Thomas & Hart (2010)'in belirttiği gibi model oluşturma etkinlikleri öğrencilere alışık olduklarının dışında yeni bir takım eylemlerde bulunmasını gerektirdiğinden bu durum onlarda bazı güçlük ve rahatsızlıklar oluşturabilmektedir. Öğrencilerin matematik derslerinde çok uzun süre sadece öğretmenlerini dinleyip onların kendilerinden yapmalarını istedikleri şeyleri yerine getirmeleri öğrencilerin kendi başına düşünce üretme yeteneklerini geliştirmesine engel olabilmektedir (Yu & Chang, 2009). Öğrenciler çoğu zaman bu derslerde neden ve nereden geldiğini bilmeksizin formülleri ezberleyip sayıları yerine yazarak hesaplamalar yapmayı öğrenmektedirler. Bu yüzden öğretim yöntemlerini öğrencilerin daha çok düşünme, açıklama getirme ve yorumlama yeteneklerini geliştirmesine olanak tanıyacak şekilde yeniden gözden geçirmeliyiz. Öğrencilerin açıklama yapma, manipüle etme, tahminde bulunma ve doğruluğunu sağlama gibi üst düzey düşünmelerine olanak tanıyan model oluşturma etkinlikleri bize bu konuda yardım edebilir. Model oluşturma etkinlikleri yardımıyla öğrenciler gerçek hayat problemlerini tanımlamaya, açıklamaya, yorumlamaya, varsayımlara dayalı olarak farklı çözüm yolları üretme veya ürün tasarlama yetenekleri kazandırılabilir ve geliştirilebilir (Lesh & Doerr, 2003). O halde cevaplanması gereken soru öğretmenlerimiz matematik derslerinde model oluşturma etkinliklerini ne şekilde uygulamalıdır? Öğretmenlerimizin rolü klasik problem çözmedeki rollerinin tersine yani problemde verilenlerin belirlenmesi, problemde ulaşmaya çalıştığımız amacın tespit edilmesi ve verilenlerden amaca götürecek prosedürün bulunmasında öğrenciye yardımcı olmak yerine gruplara problem üzerinde çok yönlü düşünmelerini, problem durumunu açıklayıp yorumlamalarını, hipotezler geliştirip test etmelerini, elde ettikleri çözüm veya modelleri yeniden gözden geçirip fazlalıklardan arındırarak düzenleme yapmalarını sağlayacak fırsatlar yaratmak olmalıdır (Zawojewski, Lesh & English, 2003). Öğretmenlerin bu konuda kendilerini daha rahat ve yeterli hissetmeleri için daha uzun sürelerle, farklı durum ve içeriklerde model oluşturma etkinliklerinde bulunmalarının sağlanması gerekmektedir.

Çalışmanın bir başka sonucu da öğretmen adayları model oluşturma etkinliklerin sınıf içinde belli sınırlar dahilinde planlandığında öğrencilere her seviyede uygulanabileceğini ve

bunların öğrencilerin matematiksel gelişimine katkıda bulunabileceğini öne sürmektedirler. Bu sınırları özellikle etkinliklerin bireysel uygulanmasından ziyade küçük öğrenme grupları şeklinde veya tahtaya yazılarak tüm sınıfın üzerinde beyin fırtınası şeklinde beraberce tartışılması istenmektedir. Zawojewski, Lesh & English (2003)'e göre potansiyel olarak bir grubun yapılacak bir etkinlik üzerine getireceği bilgi ve deneyim grubu oluşturan her bir üyeninkinden daha büyük, daha doğru ve daha kesindir. Ayrıca grubun oluşturduğu toplam enerji uyarıcı ve teşvik edici yönüyle grubun her üyesinin sahip olduğu potansiyelin üzerinde bir performans göstermesine de yardımcı olabilmektedir (Watson & Chick, 2001). Arkadaş etkileşiminin ilgiyi ve motivasyonu artırma potansiyeli oluşacak matematiksel gücün artmasına ve bireysel tıkanıklıkların ortadan kaldırılmasına katkıda bulunabilmektedir (Zawojewski, Lesh & English, 2003). Öğretmen adaylarının dile getirdiği diğer sınırlamalar ise küçük grupların farklı öğrenme seviyelerinden öğrencilerden oluşturulması, etkinliğin birden fazla çözümünün olduğunu bu yüzden sonucun değil farklı düşünme yollarının ortaya konmasının öneminin vurgulanması ve ilköğretimin ilk yıllarında etkinliklerin daha çok sözlü olarak yanıtlanmasına imkan tanıyacak şekilde düzenlenmesi olarak dile getirilmiştir. Benzer şekilde literatür grupların farklı öğrenme seviyelerinden ve üç kişiden eğer gerekiyorsa dört kişiden oluşmasını önermiş zira daha büyük sayıda oluşturulan gruplarda zamanla grup içerisinde yeni gruplar oluştuğu görülmüştür (Zawojewski, Lesh & English, 2003).

Bu çalışmanın sonuçları bir üniversitenin ilköğretim matematik öğretmenliği son sınıfında öğrenim gören üçerli iki grupta yer alan toplam altı öğrencinin görüşleri ve çalışmada kullanılan model oluşturma etkinliği ile sınırlıdır. Model oluşturma etkinlikleri üzerine yapılacak yeni araştırmaların yarı-yapılandırılmış bire bir görüşmeler yoluyla okul öncesi, ilköğretim, ortaöğretim ve yükseköğretim öğrencilerini kapsayacak şekilde genişletilmesi, bunların model oluşturma süreçlerinin incelenmesi, modelleme ile ilgili bilgilerinin zaman içinde nasıl gelişip değiştiğinin belirlenmesi, modellemenin matematiğe karşı olan görüş ve düşüncelerin değişimindeki etkisinin incelenmesi, modelleme süreçlerinin hangi uygulamalarının müfredatta yer alması gerektiğinin incelenmesi, modellemenin uygulanmasını güçleştiren faktörlerin belirlenmesi ve modellemenin süreç olarak değerlendirilmesinde olası karşılaşılabilecek zorlukların ortaya çıkarılması bu konuda çok kısıtlı olan ulusal literatürün derinleşip zenginleşmesine katkıda bulunacaktır.

KAYNAKÇA

- Aydın, H. (2008). *İngiltere’de öğrenim gören öğrencilerin ve öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımına yönelik fenomenografik bir çalışma*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi üniversitesi eğitim bilimleri enstitüsü
- Blomhoj, M., & Kjeldsen, T. (2006). Teaching mathematical modeling through project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38 (2), 163-177.
- Blum, W., & Ferri, R.B. (2009). Mathematical modeling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modeling and Applications*, 1(1), 45-58.
- Carmona, G., & Greenstein, S. (2010). Investigating the Relationship Between the Problem and the Solver: Who Decides What Math Gets Used? In R. Lesh et al. (Eds.), *Modeling students’ mathematical modeling competencies* (pp. 245-254). New York, NY: Springer Science & Business Media.
- English, L.D. (2006). Mathematical modeling in the primary school: Children’s construction of a consumer guide. *Educational Studies in Mathematics*, 63(3), 303-323.
- Güzel, E. B., & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 69-90

- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Keskin, Ö. Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Lesh, R.A., & Doerr, H. (2003). Foundations of model and modeling perspectives on mathematic teaching and learning. In R.A. Lesh and H. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: A models and modeling perspectives on mathematics teaching, learning, and problem solving*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R.A., & Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning: A Project of the national council of teachers of mathematics*. Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., & Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A. Kelly & R. Lesh (Eds.), *Handbook of research in mathematics and science education* (pp. 113–149). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum and Associates.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Newbury Park, CA: Sage.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2005). *İlköğretim 1–5. sınıf programları tanıtım el kitabı*. Ankara: MEB
- Miles, M. B., & Huberman, M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Thousand Oaks CA: Sage.
- Mousoulides, N. (2007). *A Modeling Perspective in the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving*. Unpublished Doctoral Dissertation. University of Cyprus.
- Sriraman, B., & Lesh, R. (2006). Beyond Traditional conceptions of modeling. *Zentralblatt fuer Didaktik der Mathematik*, 38(3), 247-254.
- Thomas, K., & Hart, J. (2010). Pre-service teacher perceptions of model eliciting activities. In R. Lesh et al. (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 531-539). New York, NY: Springer Science & Business Media.
- Watson, J.M., & Chick, H. L. (2001). Factors Influencing the Outcomes of Collaborative Mathematical Problem Solving: An Introduction. *Mathematical Thinking and Learning*, 3, (2 & 3), 125 – 173.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık,
- Yu, S., & Chang, C. (2009). What Did Taiwan Mathematics Teachers Think of Model-Eliciting Activities And Modeling? *14. International Conference on the Teaching of Mathematical Modeling and Applications, ICTMA-14*, University of Hamburg, Hamburg.
- Zawojewski, J.S., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modeling perspective on the role of small group learning activities. In R.Lesh and H.M. Doerr (Eds.), *Beyond Constructivism: Models and Modeling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning, and Teaching* (pp. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

EK-1: TAKIM SIRALAMA PROBLEMİ (Carmona & Greenstein, 2010).

