



Araştırma Makalesi • Research Article

Special Issue on *International Conference on Science, Technology, Engineering, Mathematics and Educational Sciences, STEMES'18, 3-5 May 2018, Muş, Turkey*

Fen Bilgisi Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerilerinin İncelenmesi

Examination of the Mathematical Modelling Skills of Pre-service Science Teachers

Demet Deniz ^{a,*}, Bekir Yıldırım ^b

^a Dr. Öğr. Üyesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, 49250, Muş/Türkiye.
ORCID: 0000-0001-9310-5482

^b Dr. Öğr. Üyesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, 49250, Muş/Türkiye.
ORCID: 0000-0002-5374-4025

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 25 Mayıs 2018

Düzeltilme tarihi: 5 Eylül 2018

Kabul tarihi: 25 Eylül 2018

Anahtar Kelimeler:

Matematiksel Modelleme

Disiplinler Arası Yaklaşım

Fen Bilgisi Öğretmen Adayları

ÖZ

Bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerini çözme becerilerinin modelleme süreci bağlamında incelenmesidir. Bu amaçla nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Çalışma 20 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürütülmüştür ve katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Verilerin toplanması Erbaş vd.'nin (2016) düzenledikleri "Atlamak ya da atlamamak!" ve "Süt ineklerinin dengeli beslenmesi?" etkinlikleri ile gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Analizler sonucunda, öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin tüm basamaklarında zorlandıkları tespit edilmiştir. Matematiksel modellemenin istenilen düzeyde uygulanması için matematiğin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi ve diğer disiplinlerdeki öğretmenlerle de işbirliğinin yapılması gerekmektedir. Bu yüzden, matematiksel modelleme etkinliklerine sadece matematik derslerinde değil, matematikle ilişkili diğer derslerde de yer verilmesi sağlanabilir ve disiplinler arası çalışmalar ilkokuldan başlamak üzere yapılabilir.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 25 May 2018

Received in revised form 2 September 2018

Accepted 25 September 2018

Keywords:

Mathematical Modelling

Interdisciplinary Approach

Pre-Service Science Teachers

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the solving skills for the mathematical modelling activities of the pre-service science teachers in terms of modelling process. Case study among the qualitative research methods has been applied for this purpose. The study has been carried out with 20 pre-service science teachers, and the purposive sampling has been implemented in determining the participants. "To jump or not to jump" and "Balanced nutrition of dairy cattle" activities developed by Erbaş et al. (2016) have been used as the data collection instrument. The obtained data have been analyzed through the descriptive analysis method. As a result of the analysis, it has been determined that the pre-service teachers have had difficulty in all the steps of mathematical modelling. It is necessary to relate mathematics to other disciplines and to cooperate with the teachers in other disciplines so that mathematical modelling is applied at the desired level. Therefore, mathematical modelling activities can be included not only in mathematics courses but also in other courses related to mathematics, and the interdisciplinary studies can be conducted by starting from the primary school.

1. Giriş

Teknoloji ve bilimde meydana gelen gelişmeler yaşamımızı doğrudan etkilediği gibi eğitimi doğrudan etkilemiştir ve bu gelişmeler neticesinde teknoloji ve bilime önem veren yeni yaklaşımlar üzerinde durulmaya başlanmıştır (Yıldırım,

2016). Ancak yapılan sayısız araştırmalara göre okulların, okulun ötesinde başarı için gerekli olan anlayış ve becerilere yeterince dikkat etmediği endişesi göze çarpmaktadır (English, 2008). Oysaki okullarda verilen öğretimin amacı, öğretime otantik ve disiplinler arası kompleksleri dahil

* Sorumlu yazar/Corresponding author.
e-posta: d.deniz@alparslan.edu.tr

ederek öğrencileri, teknolojiye, doğa bilimlerine ve bilimsel düşünmeye yönelik motivasyonlarını arttırmaktır (Michelsen, 2006). Böyle bir durumda matematiksel modelleme, problemler, bağlamlar ve diğer alanlardaki verilerden yararlanarak disiplinler arası öğrenme için ideal bir araç sağlamaktadır (English, 2008). Çünkü matematiksel modelleme günlük yaşamda karşılaşılan problemlerin matematik yardımıyla çözüldüğü, açıklandığı ve yorumlandığı bir süreçtir (Bukova Güzel, 2016). Okullarda istenilen başarının sağlanmasında karşılaşılan en önemli zorluklardan birisi öğrencilerin matematiksel fikirlerin yaratıcı ve esnek olarak kullanılabilirlikleri, gerçek ve özgün sorunları çözebildikleri disiplinler arası bir bağlamda nasıl desteklendikleridir (English, 2008). Dolayısıyla öğrencilerin matematiği günlük hayatla ilişkilendirerek ve anlamlı öğrenmelerini sağlamak amacıyla matematiksel modellemenin tüm sınıf düzeylerinde kullanılması ön plana çıkmaktadır (Erbaş vd., 2016). Literatür incelendiğinde birbirinden farklı modelleme süreçlerinin yer aldığı görülmektedir. Örneğin; Mrayyan (2016) modelleme adımlarını; problemi tanıma, matematiksel model oluşturma, modeli çözmeye, modeli uygulayarak geçerliliğini doğrulama, sonuçları yorumlama ve en iyi durumu belirleme şeklinde belirtirken, Erbaş vd. (2014) modelleme sürecini gerçek hayat problemini tanımlama ve sadeleştirme, matematiksel model oluşturma, modeli dönüştürme, geliştirme ve çözmeye, modeli yorumlama ve modeli doğrulama ve kullanma şeklindeki lineer olmayan ve tekrarlı döngüler olarak ele almıştır. Özer Keskin'e (2008) göre ise, modelleme sürecinde gerçek hayat problemi anlaşılır, problemin çözülmesi için gerekli olan değişkenler belirlenir, matematiksel model oluşturulur, problemin çözümüne ulaşıldıktan sonra model yorumlanarak doğruluğu test edilir ve elde edilen çözüm gerçek hayata yorumlanır. Geleneksel problem çözmenin aksine, matematiksel modellemede, otantik gerçek hayat bağlamı vardır, öğrencilere hazır öğretilmiş formülleri kullanmaları yerine gerçek hayat durumlarının matematiksel tariflerini yapma fırsatı sunulur (Erbaş, vd., 2016).

İyi bir modelleme sürecinde disiplinlerarası çalışma ön plandadır (Heilio, 2011). Şu anda bilimsel araştırmalar disiplinler yaklaşımlardansa disiplinlerarası çalışmaya eğilim göstermektedir (Michelsen, 2006). Öyleki birçok ülke özellikle teknolojiye doğrudan etkilemesinden dolayı disiplinler arası yaklaşım üzerinde durmaktadırlar (Banks & Barlex, 2014). Bugün birçok ülke farklı disiplinleri bir araya getiren ve disiplinler arası çalışmaya imkan veren eğitim yaklaşımları üzerinde durmaktadırlar. Bu yaklaşımlardan biri de STEM eğitimi yaklaşımıdır. STEM eğitimi fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının entegre bir şekilde verildiği eğitim yaklaşımıdır. Bu yaklaşımda disiplinler birbiriyle yakından ilişkilidir. Örneğin; Fen bilimleri ve matematik bilgisi tecrübe ile birleşerek mühendislik disiplinin oluştururken fen bilimleri, matematik ve mühendislik ise teknolojiyi oluşturmaktadır. Diğer bir deyişle fen bilimleri ve matematik bilgisi bir ürünün oluşturulmasında önemlidir (Yıldırım & Türk, 2018). Bu ürünün ortaya çıkmasında ise fen bilimleri eğitiminin yanında matematiksel bilgi ve bu bilgiye bağlı olarak oluşturulan matematiksel modellemeye yer verilmelidir. Bu sebepten fen bilimleri eğitiminin içinde modele dayalı bir yaklaşım yer almaktadır. Fen bilimlerinde modeller ile çalışmak, matematiksel nesnelerin farklı kullanımları ve

anlamalarını ortaya çıkararak, matematik ve ekstra matematiksel bilgi arasında bağlantı kurmak anlamına gelmektedir (Guerrero-Ortiz ve Mena-Lorca, 2017). Ancak öğrencilerin matematikte öğrendikleri kavramları, fikirleri ve prosedürleri fende yeni ve beklenmedik bir duruma aktarmaları zordur (Michelsen, 2006). Bu açıdan bakıldığında modelleme becerilerinin geliştirilmesinin tercih edilmediği müfredat fen bilimleri ve matematik öğretimi arasındaki uçurumu arttırmaktadır (Guerrero-Ortiz ve Mena-Lorca, 2017). Çünkü bu dersler arasındaki geleneksel sınır, modern bilimin disiplinler arası çalışmasını yansıtmamaktadır ve geleneksel konu odaklı müfredatın bir alternatifini olarak matematik ve fen derslerinin entegre edildiği yenilikçi bir müfredatının geliştirilmesi önerilmektedir (Michelsen, 2006). Bu disiplinlerin öğretimi arasındaki uçurumu kapatmada ise fen bilgisi derslerinde matematiksel modellemeye yer verilmesi önemli bir katkı sağlayacaktır. Çünkü modele dayalı bir yaklaşım, disiplinler arası deneyimler için zengin fırsatlar sunmakta ve böylelikle çok disiplinli öğrenmeler geliştirilmekte, genişletilmekte ve model oluşturma gözden geçirilmesini, uyarlanmasını ve uygulanmasını sağlamaktadır (English, 2008). Bu açıdan bakıldığında sadece matematik öğretmenlerinin değil diğer disiplinlerdeki öğretmenlerin de matematiksel modelleme becerisine sahip olması ve farkındalık kazanmaları önemlidir. Dolayısıyla mesleğe başlamadan önce öğretmen adaylarının matematiksel modelleme deneyimleri kazanmaları gerekir. Yapılan bu çalışmanın, fen bilgisi öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri incelenerek matematiksel modellemenin disiplinler arası uygulanmasına ışık tutması beklenmektedir. Bu beklenti doğrultusunda bu çalışmanın amacı fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerini çözmeye becerilerinin modelleme süreci bağlamında incelenmesidir.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada, fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerini çözmeye becerilerini incelemek amacı ile nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması araştırmacının zaman içerisinde sınırlandırılmış bir veya birkaç durumun çoklu kaynakları içeren veri toplama araçları ile derinlemesine incelediği, bütüncül bir yaklaşımla araştırıldığı, durumların ve duruma bağlı temaların tanımlandığı bir desendir (Creswell, 2013; Şimşek ve Yıldırım, 2008).

2.2. Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Muş Alparslan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği 3. sınıfa devam eden 20 öğretmen adayı oluşturmuştur. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemi kullanılıp gönüllülük esas alınmıştır. Bu tür örneklemede zaman, para, yer ve konum gibi koşulların yanı sıra konunun uygulanabilirliği ve cevaplanabilirliği de önemlidir (Merriam, 2013). Öğretmen adayları beşer kişilik 4 grup halinde çalışmışlardır ve bu gruplar G1, G2, G3, G4 şeklinde kodlanmıştır.

2.3. Veri Toplama Aracı

Veri toplama aracı olarak Erbaş vd.'nin (2016) düzenledikleri "Atlamak ya da atlamamak!" ve "Süt ineklerinin dengeli beslenmesi" etkinlikleri sunulmuştur ve öğretmen adaylarının bu etkinliklere yönelik çözüm kâğıtları incelenmiştir. Bu etkinliklerin seçilmesinin nedeni ilk etkinliğin serbest düşme konusuyla ilgili olması, ikinci etkinliğin ise karışım problemleri ile ilgili olmasıdır.

Atlamak ve atlamamak etkinliği aşağıdaki gibidir:

Yeşilçam'ın eğlenceli tarih filmlerini bilirsiniz. Bu filmlerde kahramanımız aşağıda saklanan atını ıslıkla çağırıp atının üstünde bir kaleden atlayarak binmekte ve düşmanlarından uzaklaşmaktadır. Bu atlayış mükemmel bir zamanlamayla yapılmalıdır, yoksa atlayan kişinin yere çakılma olasılığı yüksektir. Birçok filmde buna benzer tehlikeli sahneleri dublörler yerine getirir. Benzer bir sahne için bir filmin yönetmeni siz matematikçilerden yardım istiyor. Senaryo gereği bir dublör binanın çatısından atlayıp aşağıdan hızla geçmekte olan iki atla çekilen faytonun üzerine düşecektir. Faytonun tavanı yeteri kadar sağlam olduğundan dublörü taşıyacağı biliniyor. Ancak bunların yaralanmaması için atlayışın zamanlaması önemlidir. Yönetmen için bazı önemli detayları belirlemeniz gerekiyor. Örneğin bina ne kadar yüksek olmalı? Atlar faytonu hangi hızda çekmelidir? Faytonun tavanının şekli nasıl ve büyüklüğü ne kadar olmalıdır? Dublörün esenliği açısından bu sorulara vereceğiniz yanıtların mümkün olduğu kadar gerçekçi olması gerekiyor. Örneğin dublör tam olarak ne zaman aşağı atlamalıdır?

1. Sizde dublörün atlaması hesaplanmakta kullanacağınız fonksiyon ne olmalıdır? Bulacağınız fonksiyonu neden gerçekçi sonuçlar vereceğini açıklayınız.

2. Dublörün atlamasından sonra faytona ulaşması ne kadar zaman alacak?

3. Eğer fayton hızının sabit ve 20 km/sa olduğunu varsayarsak bu bilgi size dublörü ne zaman atlaması gerektiğini hesaplarken nasıl yardımcı olur?

4. Faytonun tavanının merkezi yolda belli bir hizaya (noktaya) gelinceye kadar aşağı atlamalıdır. Dublörün yere çakılmaması için bu hıza neresi olmalı? Cevabınız açıklayıp matematiksel olarak destekleyin.

5. Bu hızla ile atlanan binanın yüksekliği arasındaki ilişki nedir? Değişik yükseklikteki binalar (örn., üç değişik yükseklik için) için bu noktaları belirleyin.

Süt ineklerinin dengeli beslenmesi etkinliği ise aşağıdaki gibidir:

Süt sığırcılığı işletmelerinde süt üretim maliyetinin büyük bir kısmını yan giderleri oluşturmaktadır. Bu nedenle, kârlı bir süt işletmeciliği için ucuz ve kaliteli yem temini önemlidir. Yetiştiricilerin ineklerin sindirim sistemlerini bilmeleri ve buna göre yapmaları gereklidir. Hayvanların günlük besin madde ihtiyaçları ve kullanılacak yem maddeleri de yetiştiriciler tarafından bilinmelidir. Süt sığırcılığı yapılan bir çiftlikte öğütülmüş mısır ve soya fasulyesi karıştırılarak yapılan özel yemden günlük en az 1200 kilogram kullanılmaktadır. Tablo 1 'de yemi yaparken kullanılan mısır ve soya fasulyesinin birleşimindeki besin öğeleri ve bunların maliyetleri gösterilmektedir.

Tablo 1. Yem Yapılırken Kullanılan Mısır ve Soya Fasulyesinin Birleşimindeki Besin Öğeleri ve Bunların Maliyetleri

	Besin öğesi (%)		Maliyeti (TL/kg)
	Protein	Lif	
Mısır	%12	%5	1
Soya Fasulyesi	%50	%12	2

Çiftlikteki hayvanların günlük besin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi ve süt verimliliği için kullanılan yemdeki protein oranının en az %25, lif oranının da en az %8 olması önerilmektedir. Yem giderlerini en aza indirmek isteyen çiftlik sahibine, yemi yaparken ne kadar mısır ve ne kadar soya fasulyesi kullanması gerektiği konusunda ne tavsiye edersiniz? Çözümünüz çiftlik sahibinin anlayabileceği açıklıkla ve ikna edici olmalıdır.

Uygulama sürecinde etkinlikleri önce yaklaşık beşer dakika bireysel olarak çözmeye çalışan grup elemanları, daha sonra grupla birlikte yaklaşık 15 dakika çalışmıştır. Öğretmen adayları, elde ettikleri sonuçları önce kendi içlerinde tartıştı ve sonrasında ortak bir karar alarak buldukları sonucu tahtada paylaşarak diğer arkadaşlarının da görüşlerini almışlardır ve çözümlere ilişkin kâğıtlarını en son aşamada araştırmacılara teslim etmişlerdir.

2.4. Verilerin Analizi

Öğretmen adaylarının çözümleri modelleme adımları dikkate alınarak betimsel analiz yöntemi ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde matematiksel modelleme basamakları Maaß'ın (2004) modelleme yeterlilikleri için bahsettiği problemi anlama, değişkenleri seçme, matematiksel model oluşturma, matematiksel modeli çözme, matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama ve çözümü doğrulama şeklinde altı basamak olarak ele alınmıştır. Öğretmen adaylarının problemlerle ilgili davranışlarının matematiksel modelleme basamaklarına uygunluğu Hıdıroğlu vd.'nin (2014) Berry ve Houston'a (1995) dayandırılarak derledikleri dereceli puanlama anahtarı dikkate alınmıştır. Tablo 2'de verilen *hiç yaklaşım sergilememe*, *bir ölçüde uygun yaklaşım sergileme* ve *uygun yaklaşım sergileme* şeklindeki dereceli puanlama anahtarı dikkate alınarak "Evet", "Hayır" ve "Kısmen" şeklinde belirlenip açıklamalarda bulunulmuştur.

Tablo 2. Matematiksel Modelleme Sürecine İlişkin Dereceli Puanlama Anahtarı

Basamaklar	Hayır	Kısmen	Evet
Problemi anlama	Hiç anlamama veya yanlış anlama.	Kısmen anlama fakat anlamlandırmada bazı hataları barındırma.	Problemi tam olarak anlamlandırma, verilen ve istenenleri belirleme.
Değişkenleri belirleme	Gerekli olan ve olmayan değişkenleri belirlememe, varsayımlarda bulunmama.	Model için gerekli ve olmayan değişkenleri kısmen belirleme, yeterli varsayımlarda bulunmama.	Model için gerekli olan ve olmayan değişkenleri belirleme, gerçekçi varsayımlarda bulunma.
Matematiksel model oluşturma	Matematiksel model/leri oluşturmama ya da yanlış oluşturma.	Matematiksel model/leri oluşturma ancak bunları ilişkilendirme.	Matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma,

			bunları ilişkilendirme
Matematiksel modeli çözme	Modeli yanlış çözmeye ya da herhangi bir yaklaşım sergilememe.	Modeli kısmen çözmeye, bazı hatalar içerme ya da sonuca ulaşmama.	Modeli tam olarak çözmeye, matematiksel hatalar içermeme.
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkarmama ya da yanlış sonuçlar çıkarma.	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkarma ancak yeterli bir şekilde yorumlayamama.	Çözümünden matematiksel sonuçlar çıkarma, bunları yorumlama ve gerçek yaşama uyarlama.
Çözümü doğrulama	Model/leri doğrulama ya da yanlış doğrulama.	Model/leri kısmen doğrulama.	Model/ler-in doğruluğunu test etme ve farklı durumlar için uygunluğunu gösterme.

Veriler analiz edilirken iki araştırmacı önce ayrı ayrı her iki problem için öğretmen adaylarının çözümlerinin modelleme basamaklarına uygunluğunu dereceli puanlama anahtarına göre kodlamış, daha sonra bir araya gelerek farklılıkları tartışıp bunlar üzerinde uzlaşarak veri analizinin son hali oluşturmuşlardır.

3. Bulgu ve Yorumlar

Bu bölümde öğretmen adaylarının kendilerine sorulan sorulara verdikleri cevaplara ilişkin bulgulara yer almaktadır.

“Atlamak ya da atlamamak” problemine ilişkin öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplara ilişkin bilgiler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. “Atlamak Ya Da Atlamamak” Problemine İlişkin Beceriler

Modelleme Basamakları	Evet	Hayır	Kısmen
Problemi anlama	G1, G2, G4		G3
Değişkenleri seçme			G1, G2, G3, G4
Matematiksel model oluşturma			G1, G2, G3, G4
Matematiksel modeli çözme		G2, G3	G1, G4
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama			G1, G2, G3, G4
Çözümü doğrulama		G1, G2, G4	G3

Tablo 3’e bakıldığında bütün grupların değişkenleri kısmen seçtiği, matematiksel modeli kısmen oluşturduğu ancak matematiksel modeli çözmede iki grubun kısmen başarılı olduğu ikisinin ise matematiksel modeli çözemediği görülmektedir. Grupların hepsinin matematiksel sonuçları gerçek hayat durumlarına kısmen yorum yapabildikleri görülürken, gruplardan sadece birinin çözümlerini doğruladıkları, diğerlerinin ise çözümlerini doğrulamak için herhangi bir çaba göstermemişlerdir. Fen bilgisi öğretmen

adaylarının sadece bir grubunun problemi kısmen anladığı görülmektedir.

Aşağıda problemi anlayan, değişkenleri kısmen seçen, matematiksel modeli kısmen oluşturan, çözümü kısmen yapabilen, matematiksel sonuçları gerçek durumlarda kısmen yorumlayabilen ve çözümü doğrulamayan G1’e ait bir çözüme yer verilmiştir:

Şekil 1. G1’in “Atlamak ya da Atlamamak” Problemine İlişkin Çözümü

1) Fizikteki formüllerden, at^2 ve h hareketi dolaşmaktadır. Aynı fiziksel ölçümler bir ölçüye göre. Kesin ve net sonuçlar elde edebilmemiz için bu hesaplamalar yapılmalıdır.

$$h = \frac{1}{2}gt^2 \quad \text{ve} \quad x = vt$$

2) Hızın sıfırını elde edebilmek için,

$$h = \frac{1}{2}gt^2, \quad \frac{2h}{g} = t^2, \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

3) Fayla 1 sn’de aldığı zamanda diğerinde atlaması 2 sn olmalı ve bu değeri bu şekilde olmalıdır.

4) Bu şekilde gördüğümüz gibi farklı yükseklikte farklı ölçümler yapılması gerekir. I numaralı yükseklik ölçüsün yere alınmasını engeller.

5) Bina yüksekliği ile faylanın yere olan uzaklığı doğru orantılıdır. Yükseklik artarsa faylanın hızındaki yükseklikte ona göre aynı hızda olmalı gerekir.

Yukarıda görüldüğü gibi bu etkinlikte G1’in serbest düşme problemini anladığı görülmektedir. Bu çözümünde G1 serbest düşme formülünü oluştururken sadece h ’ı (h : belli bir andaki yerden yükseklik) ele almış ancak h_0 ’ı (h_0 : belli bir andaki atlama noktasına olan uzaklık) ele almamıştır yani değişkenleri kısmen doğru seçmiştir. G1 h_0 ’ı hesaba katmadığı için bu etkinlikte yer alan 2. soruda matematiksel modeli eksik oluşturmuştur. 3. soruda oluşturduğu modeli kullanmadan bir çözüm bulmaya çalışmıştır ancak yine de doğru bir yaklaşım sergileyememiştir. 4. ve 5. sorularda G1 sonuçları gerçek durumlarda yorumlamaya çalışmıştır ancak gerçek hayata yorumlama kısmında herhangi bir modeli kullanmamış, sadece mantık yürütmüştür ve bu mantığı neye dayanarak yürüttüğünü belirtmemiştir. Dolayısıyla yapmış olduğu yorum kısmen doğrudur. G1’in yapmış olduğu çözüm incelendiğinde yapmış olduğu çözümü doğrulamak için herhangi bir yaklaşımının olmadığı görülmektedir.

Aşağıda problemi kısmen anlayan, değişkenleri kısmen seçen, matematiksel modeli kısmen oluşturan ancak çözümü yapamayan ve matematiksel sonuçları gerçek durumlarda kısmen yorumlayan ve çözümü kısmen doğrulamaya çalışan G3’e ait bir çözüme yer verilmiştir:

Şekil 2. G3'ün "Atlamak ya da Atlamamak" Problemine İlişkin Çözümü

Dışarıya yeni atlayacak kişi arabanın bağlı hareketini hesaplamalıdır.
Gösteren - Gözlenen = Bağlı hareket.

C-2. Döbler bu zaman aralığını Serbest düşme ile düşme yeni faktora göre süresini hesaplar.

$\frac{1}{2} g t^2 = \text{Serbest düşme (v)}$ bu formülle zaman verilir.
NOT: Hız 20 km/s alınmıştır.

$20 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$
 $t = 2 \text{ sn}$ yere ulaşır.

C-3 2 saniye önce atlanmıştır.

C-4
Fayton 20 km/s ile önce atlanacak olan yoldan geçmektedir. 2 saniye aralığında olduğu yol hesaplanır.
 $x = vt$ formülü ile 2 saniyede geçeceği yol hesaplanır.
 $x = 2 \cdot 20 = 40 \text{ m}$ yeni atlayacak kişi faytonun atlanarak bilgeden 40 metre geçişinde bulunduğu aralığa atlanacaktır.

C-5 $h = \frac{1}{2} g t^2$ $= \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 20$
 $h = 10 \text{ m}$ olduğunda kişi taktirinde faytonu tutturamaz ve yere atılır. Sıralı.

$15 = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot t^2$ $= \sqrt{3} = t$ olur ve zaman aralığı uyarıdır.
 $t = 1,73 \text{ sn}$ için (1,2 sn) yere daha erken düşer ve faytonun altında kalır.

Hızın Grapfiği
Hızın Serisi

Yukarıda görüldüğü gibi G3 arabasının bağlı hareketini düşündüğü için problemi kısmen anlamıştır. Serbest düşme formülünü oluştururken h_0 'ı ele almamıştır yani değişkenleri kısmen doğru seçmiştir. Ayrıca yine h_0 'ı hesaba katmadığı için 2. soruda matematiksel modeli eksik oluşturmuştur. Oluşturulan model eksik olduğu için de 3. soruda çözümü doğru yapamamıştır. 4. Soruda sonuçları gerçek durumlarda yorumlamaya çalışmıştır ancak önceki sonuçları hatalı olduğu için gerçek hayata yorumlama basamağına kısmen uygun bir çözüm yapıldığını söyleyebiliriz. 5. Soruda ise kendince ele aldığı $h=10$ yüksekliği için atlama durumunu değerlendirmesi de yine çözümü doğrulama basamağında kısmen doğru bir yaklaşım sergilendiğini göstermektedir.

Öğretmen adaylarının bu etkinliğe yönelik çözümleri incelendiğinde modelleme basamaklarını takip edemedikleri görülmektedir. Bunun en temel nedeni modelleme basamaklarından ilk basamaklar olan değişken seçme ve model oluşturma basamaklarındaki eksikliklerdir.

"Süt ineklerinin dengeli beslenmesi" problemine ilişkin öğretmen adaylarının vermiş oldukları cevaplara ilişkin bilgiler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. "Süt İneklerinin Dengeli Beslenmesi" Problemine İlişkin Beceriler

Modelleme Basamakları	Evet	Hayır	Kısmen
Problemi anlama		G1, G2, G3, G4	
Değişkenleri seçme		G1, G2, G3, G4	
Matematiksel model oluşturma		G1, G2, G3, G4	
Matematiksel modeli çözme		G1, G2, G3, G4	
Matematiksel sonuçları gerçek durumlarda yorumlama		G1, G2, G3, G4	
Çözümü doğrulama		G1, G2, G3, G4	

Tablo 4'e bakıldığında Fen bilgisi öğretmeni adaylarının hiçbirinin matematiksel modelleme basamaklarında başarılı olmadıkları görülmektedir. Bunun en temel nedeni öğretmen adaylarının problemi anlayamamalarıdır. Çünkü öğretmen adaylarının çözüm kâğıtları incelendiğinde problemle ilgili verileri kullanırken problemde çözüme götürecek bir çözüm yolu kullanmadıkları görülmüştür. Dolayısıyla modelleme basamaklarında değişkenleri belirleyememişler, doğru bir matematiksel model oluşturamamışlar ve diğer basamakları da doğru bir şekilde tamamlayamamışlardır. Yani modellemenin ilk basamaklarındaki yetersizlikler diğer basamakları da olumsuz etkilemiştir.

Şekil 3. G1'in "Süt İneklerinin Dengeli Beslenmesi" Problemine İlişkin Çözümü

	Protein	Lif
Mısır / 700	84	35
Soya fasulyesi / 500	250	60
	334	95

200 334 Protein değeri: %27 ise
100 ? → 27 %25 içerisinde.

200 95 Lif değeri: %7 ise
100 ? → 7 %8 altındadır

Maliyet: $700 \times 1 = 700 \text{ TL}$
 $500 \times 2 = 1000 \text{ TL}$
1700 TL

Örneğin G1'in çözümüne bakıldığında öğretmen adaylarının problemi anlayamadıkları, günlük yem miktarını belirlerken herhangi bir değişken seçmeyip mısır ve soya fasulyesi miktarını belirlerken rastgele bir miktar belirleyip bunun üzerinde orantı kurmuşlardır. Ancak problemdeki verileri kullanarak bir matematiksel ilişki kuramamış ve doğru bir matematiksel model oluşturamamıştır. Dolayısıyla yaptığı çözüm de yanlıştır ve modellemenin diğer basamakları da takip edilmemiştir.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerini çözme süreci olduğu için sadece matematiksel işlemler ve kavramları değil diğer disiplinlerle ilişki olan problemleri de içermektedir. Dolayısıyla öğretmen eğitiminde farklı disiplinlerin ilişkilendirilmesi, öğretmen adaylarına matematiksel modelleme ile ilgili bir temel oluşturacaktır (Başkan Takaoğlu ve Alev, 2015). Bu açıdan bakıldığında bu çalışmanın amacı, fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini incelemektir. Bu amaçla fen bilgisi öğretmeni adaylarına iki adet matematiksel modelleme problemi sorulmuştur. Öğretmen adaylarının bu problemlerdeki modelleme becerileri incelendiğinde ilk etkinlikte (Atlamak ya da Atlamamak probleminde) adayların çoğunun problemi doğru anladığı ancak bütün grupların değişkenleri kısmen seçtiği, matematiksel modeli

kısmen oluşturduğu ve matematiksel sonuçları gerçek hayat durumlarına kısmen yorumladıkları görülmüştür. Ancak grupların yarısının matematiksel modeli çözmede kısmen başarılı oldukları görülürken diğer yarısının ise matematiksel modeli hiç çözemedikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu bulgulara Başkan Takaoğlu ve Alev (2015) çalışmalarındaki problemi tanıma ve şekil çizme aşamalarından oluşan gerçek dünya problemi aşamasını tamamlayan fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel modeli çözmede daha başarılı oldukları sonucu ile farklılık göstermektedir. Bununla ilgili olarak, ilk etkinlikte öğretmen adaylarından problemi anlayan grupların matematiksel modeli hiç çözemedikleri ya da kısmen çözebildikleri tespit edilmiştir. Bunun yanında ilk etkinlikte öğretmen adaylarının matematiksel modeli çözmede daha az başarılı olmalarına rağmen matematiksel sonuçları gerçek hayat durumlarına yorumlamada daha başarılı oldukları tespit edilmiştir ki bu sonuç Başkan Takaoğlu ve Alev (2015) çalışmalarındaki bu aşamalarla ilişkin sonuçlarla paralellik göstermektedir. İlk etkinlikte gruplardan sadece birinin çözümlerini kısmen doğrulamaya çalıştıkları ancak öteki grupların çözümlerini herhangi bir doğrulama yapmadıkları görülmüştür. İkinci etkinlik (Süt İneklerinin Dengeli Beslenmesi) probleminde ise tüm grupların modellemenin hiçbir basamağını tespit etmedikleri görülmüştür.

Fen Bilgisi Öğretmen adaylarının ilk etkinlikte ikinci etkinliğe göre modelleme adımlarını daha çok takip ettikleri tespit edilmiştir. Bunun nedeni atlama etkinliğinde sorunun fizikle ilişkisinin daha açık olması, süt inekleri probleminde ise çözüm yolunun ve problemin karışımıyla ilişkisinin açık bir şekilde belli olmamasıdır denilebilir. Değişkenleri seçme basamağı ile ilgili olarak da yine bu çalışmada her iki etkinlikte değişkenlerin tamamen doğru seçilmediği görülmüştür ve bu sonuç Başkan Takaoğlu ve Alev (2015) çalışmalarındaki fen bilgisi öğretmeni adaylarının gerekli değişkenleri belirleyebildikleri sonucu ile farklılık göstermektedir. Çözümü doğrulama aşamasına bakıldığında ise grupların büyük bir kısmının her iki etkinlik için de yetersiz kaldıkları tespit edilmiştir. Yapılan birçok çalışmada da doğrulama basamağının es geçildiği ya da çözümün yetersiz doğrulandığı tespit edilmiştir (Duran, Doruk ve Kaplan, 2016; Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula ve Bukova Güzel, 2014). Genel olarak bakıldığında Spandaw (2011) de bu sonuçlarla paralel olarak fen ve matematik öğretmeni adaylarının problemin anlaşılması, ilgili değişkenlerin seçilmesi, matematiksel model oluşturma ve modelin çözülmesi basamaklarında zorlandıklarını tespit etmiştir.

Matematiksel modelleme problemlerinde gerçek yaşamdan alınmış, karmaşık bir durum söz konusudur ve bu problemlerde anahtar kelimeler ve hazır kalıplar yoktur (Doruk, 2010; Herget ve Torres-Skoumal, 2007; Kertil, 2008). Bu açıdan bakıldığında fen bilgisi öğretmeni adaylarının Süt İneklerinin Dengeli Beslenmesi probleminde alışlagelmiş fen bilgisi ya da matematik problemi içermediğinden dolayı oldukça zorlandıkları tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, Spandaw'ın (2011) fen ve matematik öğretmeni adaylarının modelleme döngüsünün her adımında öğrencilere zorlandıkları sonucu ile paralellik göstermektedir. Ayrıca alan yazını incelendiğinde, fen bilgisi öğretmeni adayları ile yapılan bu matematiksel modelleme çalışması ilk olma özelliği de göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar, fen bilgisi öğretmeni adayları ile

yapılacak olan bundan sonraki çalışmalara temel oluşturacak nitelikte olacağı söylenebilir.

Elde edilen sonuçlardan hareketle, matematiksel modellemenin istenilen düzeyde uygulanabilmesi için matematiğin diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi ve diğer disiplinlerdeki öğretmenlerle de işbirliğinin yapılması gereklidir. Dolayısıyla öğretmen eğitiminin öğretmenlik mesleği üzerindeki etkisinin önemi düşünüldüğünde yükseköğretimin farklı bölümlerdeki öğretmen adayları hatta mühendislik öğrencileriyle disiplinler arası çalışmalar düzenlenebilir. Matematiksel modelleme etkinliklerine sadece matematik derslerinde değil, matematikle ilişkili diğer derslerde de yer verilmesi sağlanabilir ve disiplinler arası çalışmalar ilkokuldan başlamak üzere yapılabilir. Ayrıca modelleme, öğrencilerin çok çeşitli matematik ve fen kavramlarını anlamalarını sağladığı için (Romberg, Carpenter ve Kwako, 2005) sadece fen bilgisi öğretmeni adayları ile değil fen bilgisi öğretmenleri ve fen bilgisi dersini alan öğrencilerle de daha fazla araştırma yapılabilir.

Kaynakça

- Banks, F., & Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: How teachers and schools can meet the challenge*. London: Routledge.
- Başkan Takaoğlu, Z., & Alev, N. (2015). Fen bilgisi öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin gelişimi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 122-160.
- Bukova Güzel, E. (Ed.) (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için*. Ankara: Pegem Akademi.
- Creswell, J. W. (2013). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni*. (M. Bütün, & S. B. Demir, Çev.) Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi*. Doktora Tezi. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Duran, M., Doruk, M., & Kaplan, A. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: kaplumbağa paradoksu örneği. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 5(4), 55-71.
- English, Lyn D. (2008). Mathematical modeling: linking mathematics, science and arts in the primary curriculum. In: *2nd International Symposium on Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences (MACAS2)*, 29 - 31 May 2007, Odense, Denmark.
- Erbas, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Erbas, K. A., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Aydoğan Yenmez, A., Şen Zeytin, A. vd. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları*. Ankara: Türkiye Bilimler Akademisi.
- Guerrero-Ortiz, C., & Mena-Lorca, J. (2017). Modelling task design: science teachers' view. In: *Mathematical*

- Modelling and Applications*, (pp. 389-398). Springer, Cham.
- Heilio, M. (2011). Modelling and the educational challenge in industrial mathematics. In *Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling*, (pp. 479-488). Springer, Dordrecht.
- Herget, W., & Torres-Skoumal, M. (2007). Picture (in) perfect mathematics!. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Hennand M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14 th ICMI Study* (pp. 379-386). New York: Springer.
- Hidroğlu, Ç.N., Tekin Dede, A., Kula, S., & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin kuyruklu yıldız problemi'ne ilişkin çözüm yaklaşımlarının matematiksel modelleme süreci çerçevesinde incelenmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1, 1-17.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma. Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*. (Çev. Editörü: Selahattin Turan). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Michelsen, C. (2006). Functions: a modelling tool in mathematics and science. *ZDM*, 38(3), 269-280.
- Mrayyan, S. (2016). How to develop teachers' mathematics modelling teaching skills. *Journal of Education and Practice*, 7(12), 119-123.
- Özer Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma*. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Romberg, T. A., Carpenter, T. P., & Kwako, J. (2005). Standards-based reform and teaching for understanding. In: T. A. Romberg, T. P. Carpenter, & F. Dremock (Eds.), *Understanding mathematics and science matters*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Spandaw, J. (2011). Practical knowledge of research mathematicians, scientists, and engineers about the teaching of modelling. In *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 679-688). Springer, Dordrecht.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B., (2016). *7. Sınıf fen bilimleri dersine entegre edilmiş fen teknoloji mühendislik matematik (STEM) uygulamaları ve tam öğrenmenin etkilerinin incelenmesi*. Doktora Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Pre-service primary school teachers' views about STEM education: an applied study. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 195-213.