

6. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN BİLİŞSEL MODELLEME YETERLİKLERİ NASIL GELİŞTİRİLEBİLİR?

HOW CAN THE 6TH GRADE STUDENTS' MODELLING COMPETENCIES BE DEVELOPED?

Ayşe TEKİN DEDE

Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi, Buca-İZMİR

aaysetekinn@gmail.com

Doç. Dr. Süha YILMAZ

Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi, Buca-İZMİR

suha.yilmaz@deu.edu.tr

ÖZET

Araştırmada 6. Sınıf öğrencilerinin Matematik Uygulamaları dersinde bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlamak hedeflenmekte ve bu doğrultuda araştırmanın amacı söz konusu gelişimi sağlayacak bir uygulama önerisi sunmaktır. Bilişsel modelleme yeterlikleri, modelleme döngüsünün basamaklarına paralel olarak problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterlikleridir. Öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlamak amaçlandığından çalışma katılımcı eylem araştırması deseninde yürütülmüş ve sürecin başından sonuna kadar öğretmen ile araştırmacı birlikte çalışmıştır. İlk eylem planlarında öğrencilerin modelleme uygulamalarına alışmaları sağlanırken, daha sonraki uygulamalarda belirlenen sıkıntılar doğrultusunda belirli bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimi üzerinde çalışılmıştır. Öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterlikleri bağlamında hedeflenen gelişimi kolaylıkla sağladıkları görülmüştür. Bunun yanı sıra özellikle yorumlama ve doğrulama yeterlikleri bağlamında öğrencilerin gelişim göstermesi için bu yeterlikler üzerinde çalışmalara daha fazla odaklanılmıştır. On iki eylem planı uygulamasının ardından öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinde açık bir gelişim sağladıkları belirlendikten sonra uygulamanın sonlandırılmasına karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: matematiksel modelleme, bilişsel modelleme yeterlikleri, matematik uygulamaları dersi, katılımcı eylem araştırması.

ABSTRACT

It is aimed the development of 6th grade students' cognitive modelling competencies in Mathematics Application course and in this direction the purpose of this research is to present an implementation suggestion to enable the so-called development. The cognitive modelling competencies are understanding the problem, simplifying, mathematizing, working mathematically, interpreting and validating in parallel with the stages of modelling cycle. The study is conducted as a participatory action research study and the teacher and the researcher work collaboratively throughout the process. While the students were enabled to get accustomed to modelling applications in the first implementations, then it was worked on the development of certain cognitive modelling competencies in accordance with the identifies problems in the next implementations. It was seen the students developed their competencies of understanding the problem, simplifying, mathematizing and working mathematically effectually. Besides it was focused on the development of especially the interpreting and validating competencies to enable the development of those. After the implementation of twelve action plans, it was identified the students developed their cognitive modelling competencies explicitly and then it was decided to complete the study.

Key Words: mathematical modelling, cognitive modelling competencies, mathematics application course, participatory action research.

GİRİŞ

Matematiksel modelleme, en genel anlamıyla problemlere çözümler bulmak için gerçek yaşam problemlerini matematiksel terimlerle sunma süreci (Cheng, 2001) olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel modellemeye ilişkin her çalışmanın ana vurgusu modellemenin matematik derslerinde kullanılması gerektiği üzerinedir (Borromeo Ferri, 2013). Blum (2011) matematiksel modellemenin matematik öğretiminde kullanılması halinde, öğrencilerin gerçek dünyayı daha iyi anlayacaklarını, konuları daha iyi öğreneceklerini ve çeşitli matematiksel yeterlikleri geliştirebileceklerini ifade etmektedir. Öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilmesi, geleneksel öğretim programının ve sınıflarda yaygın kullanılan açıklama-örnekleme-alıştırma sırasını takip eden kalıplaşmış öğretim sürecinin yerine öğrenme etkinliklerinin daha zengin dağıldığı bir öğretimi gerektirmektedir (Antoinus, Haines, Jensen, Niss, Burkhardt, 2007). Modellemeyi içeren öğretimde, konuların okul

dışındaki gerçek yaşam durumlarında kullanılabilir olduğunu göstermek önem taşımaktadır (Kaiser, Schwarz & Tiedemann, 2010; Lesh, Young & Fennwald, 2010). Dolayısıyla matematik derslerinde modellemeye yer verildiğinde, öğrencilerin matematiği daha iyi anlayıp öğrenecekleri ve kendi yaşamlarında matematiği kullanarak dünyayı daha iyi anlamlandıracakları ifade edilmektedir (Maaß & Mischo, 2011).

NCTM'nin 'Okul Matematiği İçin Prensipler ve Standartlar' kitabında (2000), okul öncesinden lise son sınıfa kadar olan öğretim programlarında öğrencilerin sayısal ilişkileri göstermek ve anlamak için problem çözümlerinde matematiksel modeller kullanmalarının gerekliliği vurgulanmaktadır. 1980lerin sonuna doğru farklı ülkelerde matematiksel modellemenin önemi anlaşılmış ve modellemeye öğretim programlarında kapsamlı bir şekilde yer vermeye başlanmıştır (Blomhøj & Kjeldsen, 2006; Lingefjärd, 2006). Almanya, Amerika, Avustralya, İngiltere, İsveç ve daha pek çok ülkede ilköğretimden başlayıp ortaöğretimin sonuna kadar matematiksel modelleme öğretim programlarında yer almaktadır (Blum, 2002; National Council of Teacher of Mathematics [NCTM], 1989, 2001; Niss, 1989; Skolverket, 2006'dan akt. Lingefjärd, 2006; Galbraith, Stillman, Brown & Edwards, 2007; The New German Educational Standards and Curricula akt. Maaß, 2006). Ülkemizde matematik derslerinin öğretim programları incelendiğinde, matematiksel modellemeye ne kadar yer ayrıldığı açıkça görülebilmektedir. Ortaöğretim matematik dersi öğretim programında (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013a) matematiksel modellemeye ayrıntılı bir yer verilmesine karşılık, ortaokul matematik dersi öğretim programında ise (MEB, 2013b) modellemeye ilişkin yalnızca "... öğrencilerin modelleme yaparak problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme gibi becerilerinin geliştirilmesine yönelik ortamlar hazırlanmalıdır (s.I)." ifadesine yer verilip ayrıntılı açıklama yapılmamaktadır. Ancak ortaokullarda 2012'de yürürlüğe giren Matematik Uygulamaları dersinin öğretim programı incelendiğinde (MEB, 2012a), "Bu dersin içeriği günlük hayattan matematiğin uygulanacağı gerçek ve kurmaca problemler, diğer bilim alanlarından matematiksel problemler veya soyut matematiksel oyunlar ve problemlerden oluşacaktır." biçiminde dersin içeriğine ilişkin bilgi verildiği görülmektedir. Bu ifade göz önünde bulundurularak dersin kitapları (MEB, 2012b; 2012c) incelendiğinde, öğrencilerin dersi seçmeleri durumunda gerçek yaşamlarında karşılaşılabilecekleri problem durumlarına çözümler üretmeleri gerektiği görülmektedir. Dolayısıyla açıkça belirtilmese de Matematik Uygulamaları dersinde modelleme yaklaşımının benimsendiği görülmekte ve bu sebeple dersin modelleme uygulamalarını gerçekleştirmek için uygun bir ders olduğu düşünülmektedir.

Kaiser (1995) ve Blum (1996) matematiksel modelleme uygulamalarının belirli bir yaş veya seviyeye odaklanmadığını, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlayacak biçimde ilkokuldan lisenin sonuna kadar her seviyede kullanılabileceğini ifade etmişlerdir (akt. Borromeo Ferri, 2013). Uluslar arası çalışmalar incelendiğinde (Biccard, 2010; Biccard & Wessels, 2011; Blomhøj & Jensen, 2003; Grünwald, 2012; Hagen & Borromeo Ferri, 2012; Henning & Keune, 2007; Ji, 2012; Kaiser, 2007; Ludwig & Reit, 2012; Ludwig & Xu, 2010; Maaß, 2006; Maaß & Mischo, 2011; vom Hofe, Jordan, Hafner, Stölting, Blum, & Pekrun, 2009; Sekerak, 2010) öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlayacak çok sayıda çalışma olduğu görülmektedir. Söz konusu çalışmalarda modelleme uygulamaları sayesinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişim gösterdiği görülmektedir. Ulusal çalışmalarda matematiksel modellemenin farklı öğrenci seviyelerinde uygulamaları ile ilgili çalışmaların artış gösterdiği görülmekle birlikte (Bukova Güzel, 2011; Bukova Güzel & Uğurel, 2009; Doruk, 2010; Doruk, 2011; Durmuş, 2011; Eraslan, 2011; Eraslan, 2012; Hıdıroğlu, Tekin Dede, Kula, & Bukova Güzel, 2014; Kertil, 2008; Serin, 2011; Tekin Dede & Yılmaz, 2013), özellikle öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimine ilişkin herhangi bir çalışmanın olmadığı dikkat çekmektedir.

Matematik derslerinde modellemeye yer verildiği takdirde, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştiği (Blum, 2011) ve bu gelişimi sağlamak için de uzun süreli uygulamalar yapılması gerektiği (Biccard & Wessels, 2011) vurgulanmaktadır. Matematik Uygulamaları dersinin modelleme uygulamalarını gerçekleştirmek için uygun bir ders olarak görülmesi ve uzun süreli uygulamaların yapılmasına olanak sağlaması sebebiyle, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığındaki doktora tez

çalışmasında 6. Sınıf öğrencilerinin Matematik Uygulamaları dersindeki bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlayacak bir eylem araştırmasının uygulaması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ise doktora tez çalışmasının bir kısmı olarak tasarlanan ve uygulanan eylem araştırmasının tanıtılması amaçlanmıştır. Çalışma ile uluslar arası literatüre bir Türkiye örneği sunmanın yanı sıra, ulusal literatüre de modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlayacak bir uygulama önerisi sunulacağı düşünülmektedir.

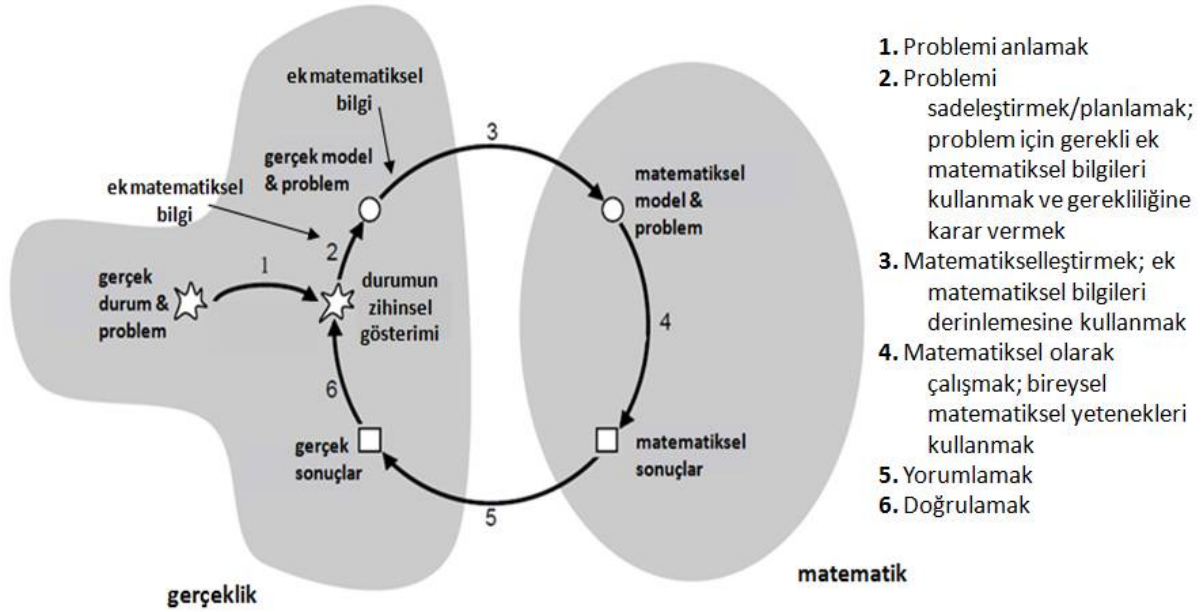
Kuramsal Çerçeve

Öğrencilerin modelleme yapabilmeleri için modelleme yeterliklerini kullanmaları gerekmekte (Tekin Dede & Yılmaz, 2013) ve öğretimin temel amaçlarından birinin de modelleme yeterliklerinin gelişiminin sağlanması (Blum, 2011) olduğu ifade edilmektedir. Bu bağlamda modelleme yeterliğini açıklamadan önce yeterliğin ne anlama geldiğinin üzerinde durulması gerektiği düşünülmektedir. Yeterlik uygun yetenek ve becerilerin toplamı, bir problemin çözümü için öğrenenin istekli olması ve çözüme yönelik duyarlı davranma olarak tanımlanmaktadır (Henning & Keune, 2007). Bunun yanı sıra, yeterlik bir kişinin verilen bir durumun zorluklarını karşılayacak bir şekilde davranması için anlayışlı bir şekilde hazır oluşunu (Jorgensen, 1999'dan akt. Blomhoj & Jensen, 2003) kapsamaktadır. Modelleme yeterlikleri, modelleme sürecini amaca yönelik ve uygun bir şekilde tamamlama beceri ve yetenekleri olarak tanımlanmakta ve bu süreçte bireyin istekli olması gerektiği de ifade edilmektedir (Maaß, 2006; Kaiser & Maaß, 2007). Maaß ve Gurlitt, (2011) ise modelleme yeterliklerini süreci bağımsız bir şekilde yürütme becerisi olarak tanımlamaktadırlar. Söz konusu tanımlamalar incelendiğinde modelleme yeterliklerinin modelleme süreci ile ilişkilendirildiği görülmektedir. Maaß (2006) modelleme sürecini en genel hatlarıyla şöyle tanımlamaktadır:

Bir gerçek yaşam problemi modellenirken, gerçeklik ve matematik arasında geçişler yaşanmaktadır. Modelleme süreci gerçek yaşam problemi ile başlamaktadır. Bu problemin sadeleştirilmesi, yapılandırılması ve idealleştirilmesi yoluyla gerçek model elde edilmektedir. Gerçek modelin matematikselleştirilmesi matematiksel modele götürmektedir. Matematiksel işlemler yapılarak, matematiksel bir çözüm elde edilmektedir. Bu çözüm ilk olarak yorumlanmalı ardından doğrulanmalıdır (Blum 1996, p.18). Eğer çözüm ya da seçilen çözüm yöntemi gerçeklikle uyum sağlamıyorsa, belirli basamaklar ya da belki de tüm modelleme sürecinin yeniden tekrarlanması gerekmektedir.

Literatürdeki bazı çalışmalar (Blum & Kaiser, 1997'den akt. Maaß, 2006; Blomhoj & Kjeldsen, 2006) incelendiğinde ise araştırmacıların modelleme sürecine yükledikleri anlamlar doğrultusunda modelleme yeterliklerini farklı biçimlerde açıkladıkları görülmektedir. Modelleme yeterliklerinin modelleme süreci ile ilişkili olduğuna dair fikir birliğine varılmasına rağmen, sürecin basamaklarının modelleme yeterliklerini betimlemesi için yeterli olmadıkları da ifade edilmektedir (Maaß, 2006). Bunun yanı sıra çalışmalarda planlama, kontrol etme, doğrulama, yön bulma duygusu ile çalışma ve gerçek yaşam problemleri oluşturma gibi üst bilişsel modelleme yeterliklerinden (Maaß, 2006; Blum, 2011; Kaiser, 2007), inançlar, motivasyonlar gibi duyuşsal modelleme yeterliklerinden (Biccard & Wessels, 2011; Maaß, 2006) ve grup içinde çalışma, tartışma, matematiksel iletişim kurma gibi sosyal yeterliklerden (Kaiser, 2007; Kaiser, Schwarz, & Tiedemann, 2010) bahsedildiği de görülmektedir. Modelleme sürecinin basamaklarında ilerleyiş bilişsel beceriler gerektirdiğinden (Borromeo Ferri, 2010), modelleme sürecinin basamaklarına paralel olarak bilişsel modelleme yeterliklerinden söz etmek uygun olmaktadır.

Söz konusu çalışmada öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişiminin sağlanması amaçlandığından Borromeo Ferri'nin (2006) Bilişsel Perspektif Altında Modelleme Döngüsü çerçevesi (bkz. Şekil 1) kuramsal çerçeve olarak seçilmiş ve bu bağlamda bilişsel modelleme yeterlikleri sırasıyla problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterlikleri olarak ele alınmıştır.



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

Borromeo Ferri (2006; 2013) modelleme uygulamaları süresince öğrencilere yardımcı olunmasının ve uygulanan problemlerin sınıfta tartışılmasının sağlanması sebebiyle, öğretmenin bu süreçte önemli bir role sahip olduğunu ifade etmektedir. Bu sebeple öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişiminin sadece öğrenciye değil, büyük ölçüde öğretmene de bağlı olduğu açıktır. Dolayısıyla 6. Sınıf öğrencilerinin bilişsel modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlayabilmek amacıyla yürütülen bu çalışmada matematik öğretmeni ile sürecin başından sonuna kadar işbirliği içinde çalışılmıştır.

YÖNTEM

Kapsamlı bir doktora tez çalışmasının bir parçasının sunulduğu bu çalışmada eylem araştırması deseninden yararlanılmıştır. Çalışmada öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişiminin nasıl sağlanacağı sorusu ön plana çıkmaktadır. Eylem araştırmalarının öncelikli amaçlarından birinin "Nasıl?" sorularına yanıtlar aramak olması (Brown & Jones, 2001) sebebiyle, eylem araştırması deseninin bu çalışmaya uygun olduğu görülebilmektedir. Eylem araştırması; eylemlerin ve öğretimin kalitesini artırmak ve anlamak için gerçek okul ve sınıflarda araştırma yapma süreci (Hensen, 1996; Schmuck, 1997) olarak tanımlanmaktadır. Eylem araştırması, uygulayıcıların (örn. öğretmenler, müdür) kurumlarında yaşadıkları ortak bir problem veya konuya ilişkin, ortak çalışmaya dayalı, eleştirel ve kendi kendini eleştirebilen bir araştırmadır (Zuber-Skerritt, 2001). Uygulayıcılar problemi sahiplenmekte, sorumluluk hissetmekte ve ekip çalışması yoluyla problemi çözmeye ilişkin sorumluluk taşımaktadırlar (Zuber-Skerritt, 2001). Literatürdeki tanımlamalar ve uygulama örnekleri göz önünde bulundurulduğunda, eylem araştırmalarının genellikle uygulayıcının kendisi tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Fakat bu çalışmada araştırmacı ile öğretmenin birlikte çalışması sağlanmış olduğundan, çalışma özel olarak katılımcı eylem araştırması olarak yürütülmüştür. Katılımcı eylem araştırması, çalışmanın gerçekleştirileceği organizasyon veya topluluk içindeki insanların profesyonel bir araştırmacı eşliğinde, araştırma sürecinin ilk planlanma aşamasından son olarak bulguların raporlaştırılmasına kadar aktif olarak katılım gösterdikleri araştırmalar olarak tanımlanmaktadır (Whyte, Greenwood & Lazes, 1991).

Katılımcılar

Uygulamanın gerçekleştirildiği matematik öğretmeni modelleme uygulamalarını derslerinde aktif bir şekilde kullanmak ve Matematik Uygulamaları dersinin içeriğine bu uygulamaları entegre etmeye gönüllü olan 12 yıllık bir matematik öğretmenidir. Dolayısıyla çalışmanın katılımcıları da İzmir ilindeki bir devlet ortaokulunda Matematik Uygulamaları dersini seçmiş olan 23 6. Sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Uygulamalar başlamadan önce öğretmen ile gerçekleştirilen görüşmede, öğrencilerin hiçbirinin modelleme uygulamalarında daha önce çalışmamış oldukları ve Matematik Uygulamaları dersini tamamen kendilerinin ilgileri ya da velilerinin istekleri doğrultusunda seçmiş oldukları belirlenmiştir. Dolayısıyla çalışmanın katılımcılarının herhangi bir başarı grubuna ait olmadığı yani matematik dersinde farklı başarı seviyelerine sahip öğrenciler olduğu söylenebilir.

Veri Toplama Araçları

Çalışmalarda birden fazla veri toplama aracının kullanımının araştırmanın güvenilirliği ve geçerliğini büyük ölçüde artırdığı belirtilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008; Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2010). Söz konusu tez çalışmasında; öğrencilerin modelleme uygulamaları üzerinde çalışırken alınan video kayıtlarının transkriptleri, eylem planları çerçevesinde uygulamaları gerçekleştirilen farklı modelleme problemlerinin çözüm kağıtları, bazı uygulamalara ilişkin öğrenciler tarafından tutulan öğrenme günlükleri, uygulama öncesi ve sonrasında öğretmen ile gerçekleştirilen görüşmelerin transkriptleri ve araştırmacının uygulama sürecinde aldığı gözlem notları veri toplama araçları olarak kullanılmaktadır. Özel olarak bu çalışmada örnek olarak sunulan eylem planı uygulamalarının veri toplama araçları ise, öğrencilerin modelleme problemi üzerinde çalışırken alınan video kayıtlarının transkriptleri, öğrencilerin çözüm kağıtları ve araştırmacının gözlem notlarından derlenmiştir.

Verilerin Analizi

Çalışmada öğrencilerin modelleme problemi üzerinde çalışırken alınan video kayıtları her bir eylem planının uygulamasının ardından birebir transkript edilmiştir. Söz konusu transkriptlerin analizi betimsel analiz aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Verilerin betimsel analizi gerçekleştirilirken Yıldırım ve Şimşek'in (2008, s. 224) belirttiği üzere dört aşamadan geçilmiştir. İlk olarak kuramsal çerçeveye dayalı olarak verilerin hangi temalar altında sunulacağına karar verilmiştir. Bu bağlamda bir önceki eylem planında belirlenen sıkıntılar doğrultusunda amaç, uygulama sürecinin işleyişi ve uygulama sonunda gerçekleştirilen değerlendirmeler sonucunda belirlenen sıkıntılar olmak üzere üç tema paralelinde analizler gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde araştırmacı gözlem notlarının betimsel analizinden de yararlanılmıştır. İkinci aşamada belirlenen temalar doğrultusunda öğrencilerin video kayıt transkriptleri incelenmiş ve yorumlanmıştır. Üçüncü aşamada veriler belirlenen temalara göre tanımlanmış ve son olarak tanımlanan bulgular açıklanarak anlamlandırılmıştır.

İşlem Basamakları

Literatürdeki eylem araştırması tanımlamaları incelendiğinde, eylem araştırması sürecinin döngüsel bir yapıda olduğu görülmektedir (Elliott, 1991; Kemmis & McTaggart, 1982; McNiff, 1988; Schmuck, 2006). Bu döngüsel araştırma türünde, ilk olarak problem belirlenmekte, problemin çözümüne yönelik eylem planı geliştirilmekte, bu planın uygulanmasıyla veriler toplanmakta ve elde edilen veriler değerlendirilerek, eylem planının ne ölçüde başarıya ulaştığı ortaya çıkarılmaktadır. Ardından yeni ihtiyaçlar ortaya konmakta ve bunlara uygun yeni eylem planları geliştirilerek aynı döngüden geçilmektedir (Altrichter, Posch, & Someckh, 1993; Elliott, 1991; Hendricks, 2006; Johnson, 2005; Kemmis & McTaggart, 1982; McNiff, 1988; Mills, 2003; Sagor, 2000; Schmuck, 2006). Söz konusu

döngü katılımcı eylem araştırması için de geçerli olduğundan bu çalışmada benzer süreçlerden geçilmiştir.

Çalışmada uygulamalar her hafta pazartesi günü saat 11:40'tan itibaren iki ders saatlik Matematik Uygulamaları dersinde gerçekleştirilmiştir. Hemen hemen her uygulamanın sonrasında Perşembe günleri saat 10:30'da uygulama öğretmeni ile araştırmacı bir Değerlendirme-Planlama Toplantısı gerçekleştirilmiştir. Söz konusu toplantı için araştırmacı Perşembe gününe kadar uygulama sürecinin video kayıtlarını çözümlemiş ve süreci genel hatlarıyla değerlendirmiştir. Toplantıda uygulama sürecinin değerlendirme notları ile araştırmacı gözlem notları bir araya getirilmiş ve araştırmacı ile öğretmen bir önceki uygulamanın değerlendirmesini yaparak bir sonraki uygulama için eylem planının ayrıntılarına karar vermişlerdir. Perşembe gününden pazartesiye kadar olan süreçte de gerçekleştirilecek uygulamanın doküman ve materyalleri hazırlanmıştır. Burada açıklanan süreç tatiller ve özel durumlar dışında her hafta gerçekleştirilmiştir.

Uygulamalara başlamadan önce matematik öğretmeni matematiksel modelleme, modelleme problemleri, sınıf içi modelleme uygulamaları, modelleme yeterlikleri ve eylem araştırması süreci hakkında bilgilendirilmiş ve literatürden seçilen bazı modelleme problemlerini çözerek uygulamalara ısındırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca verilen problemler için gelebilecek olası öğrenci çözümleri üzerinde tartışmalar da gerçekleştirilmiştir. Ardından araştırmacı literatürdeki farklı modelleme problemlerinin bir dökümünü yapmış ve eylem araştırması süresince uygulanabilecek modelleme problemlerinin uyarlamaları gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlayacak biçimde nasıl bir uygulama planı izlenmesi gerektiği araştırılmış ve bu araştırmalar doğrultusunda öğretmen ile bir taslak plan geliştirilmiştir. Uygulama süresince Değerlendirme-Planlama Toplantılarında bir önceki eylem planı uygulamasının sonuçları değerlendirilince ortaya çıkan problemler ve sıkıntılar belirlenmiş ve bir sonraki eylem planının içeriğine karar verilmiştir. Dolayısıyla çalışmanın başlangıcında geliştirilen taslak plan her toplantıda revize edilmiştir. Eylem planı uygulamaları ile söz konusu Değerlendirme-Planlama toplantılarının zamanlarına ilişkin takvim Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Uygulama Takvimi

Uygulama Tarihi	Ders	Uygulama İçeriği
21.10.2013	1. Ders	Elmalı Turta Problemi'nin uygulaması ve grupların oluşturulması
24.10.2014		1. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
04.11.2013	2. Ders	
11.11.2013	3. Ders	1. EYLEM PLANI
18.11.2013	4. Ders	
28.11.2013		2. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
02.12.2013	5. Ders	2. EYLEM PLANI
05.12.2013		3. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
09.12.2013	6. Ders	3. EYLEM PLANI
12.12.2013		4. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
16.12.2013	7. Ders	4. EYLEM PLANI
19.12.2013		5. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
06.01.2014	8. Ders	5. EYLEM PLANI
09.01.2014		6. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
13.01.2014	9. Ders	6. EYLEM PLANI
20.01.2014	10. Ders	7. EYLEM PLANI
23.01.2014		7. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
24.02.2014	11. Ders	8. EYLEM PLANI
27.02.2014		8. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
03.03.2014	12. Ders	9. EYLEM PLANI
13.03.2014		9. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
17.03.2014	13. Ders	
24.03.2014	14. Ders	10. EYLEM PLANI
27.03.2014		10. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
14.04.2014	15. Ders	
21.04.2014	16. Ders	11. EYLEM PLANI

25.04.2014		11. Değerlendirme – Planlama Toplantısı
05.05.2014	17. Ders	12. EYLEM PLANI

Tablo 1’de görülebileceği gibi çalışma toplam 12 eylem planını içermekte ve tüm eylem planlarının uygulanması için toplam 17 ders yürütülmüştür.

BULGULAR

Eylem planlarının uygulamasına başlanmadan önce öğrencilerin çalışma gruplarını oluşturabilmek için Elmalı Turta problemi (Schukajlow, Leiss, Pekrun, Blum, Müller ve Messner, 2012) uygulaması gerçekleştirilmiş (Ders 1) ve Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (Tekin Dede & Bukova Güzel, 2014) kullanılarak yapılan değerlendirme sonucunda öğrencilerin 25 puan üzerinden aldıkları puanlar belirlenmiştir. Bu puanlar doğrultusunda kendi içlerinde heterojen yapıda olmasına dikkat edilerek üç tane beş kişilik, iki tane de dört kişilik çalışma grubu oluşturulmuştur. Maaß’ın (2006) da ifade ettiği üzere, öğrencilerin grup içinde çalışmalarının da modelleme yeterliklerinin gelişimine katkı sağlaması sebebiyle çalışma grupları ile çalışma yürütülmüştür. Bunun yanı sıra, öğrencilerin daha önce modelleme uygulamaları üzerinde çalışmamış olmaları sebebiyle modellemede farklı yeterlik düzeylerine sahip öğrencilerin aynı grup içinde çalışmaları sağlanarak, öğrencilerin etkileşimli bir şekilde zengin çözüm yaklaşımları sergilemeleri ve modelleme yeterliklerini geliştirmeleri amaçlanmıştır. Öğrencilerin aldıkları puanlar ve kendi isimlerini verdikleri çalışma grupları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğrencilerin Elmalı Turta Probleminden Aldıkları Puanlar Doğrultusunda Oluşturulan Çalışma Grupları

BLACK LIONS		FİKİRMATİK		MAVİ TAKIM		ODTÜ		ZEK KÜPLERİ	
Ender	15	Eyşan	10	Asil	15	Yaren	19	Ahmet	16
Emre	3	Turgut	5	Pırlı	3	Erdem	6	Batıkan	8
Mehmet	3	Faruk	3	Nur	2	Egehan	4	Yasin	5
Ege Can	2	Seda	2	İlker	2	Kayra	2	Didem	3
Batuhan	1			Özer	0			Ege	0

1. Eylem Planı (Ders 2, 3, 4): Daha önce modelleme uygulamaları hakkında bilgi sahibi olmayan öğrencileri, bu uygulamalara alıştırmak amacıyla üç hafta boyunca sırasıyla Hırsızlık Problemi, Otoyol Problemi ve Halı Kaplama Problemi uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Bu uygulamalar gerçekleştirilirken öğrencilerin modelleme sürecine aşina olmalarını sağlamak amacıyla, “Problemi çözmek için hangi bilgilere ihtiyacınız var?”, “Problemi çözmek için gereken işlemleri yazınız ve problemi çözünüz.”, “Bulduğunuz sonuç mantıklı mıdır? Yanıtınız evet ise neden mantıklı olduğunu yazınız. Yanıtınız hayır ise sonucu mantıklı bir hale getiriniz.” Ve “Yaptıklarımızı kontrol ediniz. Sizce yaptığınız çözüm doğru mu? Evet ise nedenini açıklayınız. Hayır ise çözümünüzü düzeltiniz.” Sorularını yanıtlamaları istenmiştir. Bu sayede öğrenciler Hırsızlık Probleminde fazla miktarda veri bulunduğu bunları kullanarak matematiksel modeller oluşturmayı, Otoyol Probleminde hiçbir veri olmadığı için şikayetçi olmalarına rağmen yönlendirmeler üzerine gerçek yaşam deneyimlerinden yararlanmayı ve Halı Kaplama Probleminde ise çözüm geliştirirken problemde verilen resmi kullanabilmeyi öğrenmişlerdir. Hep kapalı uçlu problem örnekleri üzerinde çalışan öğrenciler, bu üç uygulama sonucunda varsayım oluşturarak problemleri sadeleştirmeye ve en önemlisi de problemde yöneltilen sorular sayesinde elde ettikleri çözümleri gerçek yaşam bağlamında yorumlamaya ve doğrulamaya çalışmışlardır. Uygulama ardından öğretmen ile gerçekleştirilen toplantıda bir sonraki eylem planında öğrencilerin daha aktif bir şekilde kendi oluşturdukları varsayımları kullanarak modelleme problemleri üzerinde çalışmalarına karar verilmiştir.

2. *Eylem Planı (Ders 5)*: Öğrencilerin problemi anlama, sadeleştirme, matematikselleştirme ve matematiksel olarak çalışma yeterlikleri bağlamında çalışmalarının hedeflendiği dersin birinci ve ikinci yarısında iki farklı uygulama gerçekleştirilmiştir. İlk ders saatinde uygulanan Apartman Problemi (Maaß & Mischo, 2011) ile öğrencilerin verilen bir listeden problemi çözmek için gerekli olduğunu düşündükleri varsayımları seçmeleri ve bunları kullanarak çözüme ulaşmaları istenmiştir. İkinci derste ise Sultan Kösen Problemi (Blum & Borromeo Ferri, 2009'dan uyarlanmıştır.) uygulanarak öğrencilerin problemi çözmek için kendi varsayımlarını oluşturmaları istenmiştir. İlk problemin çözümünde herhangi bir sıkıntı yaşamayan öğrenciler ikinci problemin çözümünde kendi vücut ölçülerinden yola çıkarak problemi sadeleştirmeye çalışmışlar ve kendi varsayımlarına dayalı matematiksel modeller oluşturarak çözüme ulaşmışlardır. Bu uygulama ardından gerçekleştirilen toplantıda öğrencilerin söz konusu yeterliklerde ilerleme kaydetseler de istenen düzeye ulaşmadıkları sonucuna ulaşılmış ve bir sonraki eylem planında tüm modelleme yeterlikleri bağlamında çalışılmasına karar verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimine ilişkin daha fazla bilgi sahibi olmak amacıyla öğrenme günlükleri tutmalarına karar verilmiştir.

3. *Eylem Planı (Ders 6)*: Bu derste Adım Probleminin (Hıdıroğlu, Tekin, & Bukova Güzel, 2011) uygulanmasına karar verilmiştir. Bu problem ile öğrencilerin kendi ölçümlerinden yararlanarak varsayımlar oluşturmaları ve bu varsayımlara dayalı olarak bir insanın adımları arasındaki mesafe ile boy uzunluğu arasındaki matematiksel ilişkiyi ortaya çıkarmaları istenmiştir. Öğrenciler problemi çözdükten sonra nasıl çözdüklerini sınıf arkadaşlarına anlatmışlar ve birbirlerinin çözüm yaklaşımlarını tartışmışlardır. Bu uygulamada öğrencilerin varsayım oluşturmada gerçek yaşama uygunluğu çok fazla göz önünde bulundurmadıkları ve bu durumun da oluşturdukları modele ve çözüme olumsuz olarak yansıdığı belirlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin matematiksel işlemleri gerçekleştirirken çok özensiz davrandıkları ve acele etmeleri sebebiyle sürekli işlem hataları yaptıkları görülmüştür. Belirlenen bu sorunlar doğrultusunda öğretmen ile gerçekleştirilen toplantıda bir sonraki eylem planında öğrencilerin özellikle daha dikkatli işlemler yapmalarını sağlamak amacıyla matematiksel olarak çalışma ve yorumlama yeterlikleri kapsamında çalışmalarına karar verilmiştir. Buna ek olarak sonraki eylem planlarında ise öğrencilerin varsayım oluştururken nelere dikkat etmeleri gerektiği ve oluşturdukları varsayımları nasıl kullanabilecekleri üzerine açıklamalar yapılması kararlaştırılmıştır.

4. *Eylem Planı (Ders 7)*: Bu uygulamada öğrencilerin daha dikkatli işlem yapmalarını ve elde ettikleri çözümleri gerçek yaşamda anlamlı bir şekilde yorumlamalarını sağlamak amacıyla Matematik Uygulamaları ders kitabından modelleme problemi olmayan Bakkal Çırağı Problemi (MEB, 2012a) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler problemde bakkal ile çırağı arasında geçen diyaloga dayalı olarak üç farklı seçenek için kimin daha karlı olacağına karar vermeye çalışmışlardır. Çözüm sürecinde öğrenciler matematiksel işlemlerde hata yapmamaya dikkat etmişler ve elde edilen sonuçları yorumlayarak hangi seçeneğin kim için daha uygun olacağını bulmuşlardır. Uygulamanın ardından gerçekleştirilen toplantıda öğrencilerin söz konusu yeterliklerde gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmış ve bir sonraki eylem planında tüm modelleme yeterlikleri bağlamında çalışmayı gerektiren bir uygulamanın gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

5. *Eylem Planı (Ders 8)*: Öğrenciler Akaryakıt İstasyonu Problemi (Blum & Borromeo Ferri, 2009'den uyarlanmıştır.) üzerinde çalışmışlar ve iki farklı şehirdeki istasyonlardaki akaryakıt fiyatları doğrultusunda verilen dört farklı marka ve modeldeki araçtan birini seçerek yapılacak harcama miktarını hesaplamışlardır. Yapılan hesaplamalar sonucunda hangi şehirden yakıt alınmasının daha mantıklı olacağına karar vermeye çalışmışlardır. Bu süreçte öğrencilerin daha zengin yorumlama yaklaşımları sergiledikleri görülmüştür. Problemin çözümünün ardından öğrenciler öğrenme günlükleri tutmuşlardır. Uygulama sonrasında gerçekleştirilen toplantıda, bir sonraki eylem planı çerçevesinde Akaryakıt İstasyonu Probleminin çözümünün gerçekleştirilmesine ve buna paralel olarak öğrencilerin kendi çözümlerini değerlendirmelerine karar verilmiştir. Hemen akabinde yedinci eylem planında tekrar öğrencilerin tüm modelleme yeterlikleri bağlamında çalışmaları kararlaştırılmış ve bu sayede çözümlerin tartışılmasının bir sonraki uygulamaya olumlu etkileri olacağı düşünülmüştür.

6. *Eylem Planı (Ders 9)*: Uygulama öğretmeni bir önceki eylem planı çerçevesinde çözülen problemin çözümünü tahtada gerçekleştirmiş ve özellikle farklı yorumlama yaklaşımlarında bulunarak öğrencileri de kendi çözümlerinde yorumlama yapmaya teşvik etmeye çalışmıştır. Ardından bir önceki uygulamanın çözüm kağıtları öğrencilere geri dağıtılmış ve öğrenciler kendi çözümlerini tekrar gözden geçirmişlerdir. Bu uygulamanın ardından herhangi bir toplantı gerçekleştirilmemiş çünkü bir sonraki eylem planının içeriğine bir önceki toplantıda karar verilmişti.

7. *Eylem Planı (Ders 10)*: Tüm modelleme yeterlikleri bağlamında çalışmalarına karar verilen bu eylem planı uygulamasında öğrenciler Okulda Zaman Problemini (Maaß & Mischo, 2011) çözmüşlerdir. Bir önceki eylem planı uygulamasında problemin çözümlerinin tartışılmasının olumlu etkisinin olduğu görülmesi sebebiyle, bu eylem planından itibaren dersin sonunda bir süre ayrılıp öğrencilerin kendi çözümlerini sınıfa sunmaları sağlanmıştır. Bu sunumlarda etkin bir tartışma ortamı sağlanmış ve öğrenciler kendi yaptıkları hataların farkına varabilmişlerdir. Öğrencilerin sunum yapacak olmaları sebebiyle, çözümlerini baştan sona değerlendirdikleri ve önceki uygulamalara göre daha etkin doğrulama yaklaşımları sergiledikleri gözlenmiştir. Sunumların ardından öğrenciler bireysel olarak öğrenme günlükleri tutmuşlardır. Uygulamanın ardından öğretmenle bir araya gelinerek, öğrenme günlüklerinin kaldırılmasına karar verilmiştir. Çünkü öğrencilerin sunum yapacak olmaları sebebiyle öğrenme günlüklerine yeteri kadar zaman ayırmada sıkıntı yaşadıkları anlaşılmıştır. Ayrıca son zamanlarda öğrencilerin öğrenme günlüklerini yazarken daha üstünkörü davrandıkları gözlenmiştir. Bir sonraki eylem planında öğrencilerin tüm modelleme yeterlikleri bağlamında çalışmalarına, bu süreçte öğretmenin modelleme sürecini sözel olarak öğrencilerine tanıtmasına ve çözümlerini gerçekleştirirken bu süreci dikkate almalarına karar verilmiştir.

8. *Eylem Planı (Ders 11)*: Uygulamanın başında öğretmen modelleme sürecine ilişkin bir açıklama yapmıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin problemi anladıklarından emin olduktan sonra, gerçek yaşama uygun olarak kendi varsayımlarını oluşturmaları, oluşturulan varsayımlara göre çözümlerini yaptıktan sonra, elde ettikleri sonuçların gerçek yaşamda anlamlı olup olmayacağına dikkat etmeleri ve süreci baştan sona kontrol edip belirledikleri hataları mutlaka düzeltmeleri gerektiğini ifade etmiştir. Bunun üzerine öğrenciler araştırmacılar tarafından geliştirilen Futbol Sahası Problemini çözmüşlerdir. Sunum yapacakları için doğrulama yaklaşımında bulunmuşlar ve önceki uygulamalarla kıyaslandığında elde ettikleri çözümlerin gerçek yaşamda anlamlı olup olmadığını daha fazla sorgulamışlardır. Öğretmen ile gerçekleştirilen toplantıda diğer modelleme yeterliklerinde beklenene yakın gelişim göstermiş olsalar da yorumlama ve doğrulama da henüz yetersiz kaldıkları belirlenmiştir. Buna bağlı olarak bir sonraki eylem planında özellikle yorumlama ve doğrulama yeterlikleri üzerinde durulmasına karar verilmiştir. Bunun için de öğrencilerin verilen problemi çözmelerinin yanı sıra, o problem için geliştirilen farklı çözümleri görmeleri ve onları değerlendirmeleri kararlaştırılmıştır.

9. *Eylem Planı (Ders 12)*: Söz konusu uygulama kapsamında öğrenciler verilen bir modelleme problemini çözmüşler ve bu problem için öğretmen ve araştırmacı tarafından geliştirilen dört çözümü değerlendirmişlerdir. Bu uygulamada öğrenciler öncelikle Saman Balyası Problemi (Borromeo Ferri, 2007) için geliştirilen çözümleri değerlendirmişler ve ardından bu çözümlerden farklı olarak kendi çözümlerini oluşturmuşlardır. Bu yaklaşımda öğrencilerin ne kadar dikkat etseler de verilen dört çözümün etkisinde kalarak kendi çözümlerini geliştirdikleri gözlenmiştir. Buna rağmen daha önceki uygulamalarda kendi çözümlerinde yaptıkları hataları keşfetmişler ve dolayısıyla verilen çözümleri değerlendirmelerinin eylem planının amacına katkı sağladığı düşünülmüştür. Uygulamanın ardından öğretmenle bir araya gelinerek, modelleme süreci bilgisinin modelleme yeterliliklerinin gelişimi üzerinde etkisi olduğunun (Kaiser, Schwarz, Tiedemann, 2010) ifade edilmesi sebebiyle tahtaya modelleme sürecinin basamaklarının yazılmasına ve buna bağlı olarak da tüm modelleme yeterlikleri bağlamında çalışılmasına karar verilmiştir.

10. *Eylem Planı (Ders 13, 14)*: Öğretmen tahtaya modelleme sürecinin basamaklarını yazmış ve öğrencilerin bu basamaklara paralel olarak çalışmalarını gerektiğini ifade ettikten sonra 13. Derste Fatura Problemi (Borromeo Ferri, 2013'ten uyarlanmıştır.) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Diğer

uygulamalardan farklı olarak bu derste problem çözüm sürecinin uzun sürmesi sebebiyle çözümlerin sunumu gerçekleştirilememiştir. 14. Derste de öğretmen modelleme sürecinin basamaklarını tahtaya yazarak bir önceki dersle benzer açıklamaları yapmış ve araştırmacılar tarafından geliştirilen Atatürk Rölyefi Problemi çözülmüştür. Uygulamanın ardından araştırmacı ile öğretmen bir araya gelmiş ve yaptıkları değerlendirme sonucunda öğrencilerin diğer yeterliklerde gelişim göstermiş oldukları belirlenmiş olsa dahi hala yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde istenilen gelişimi sağlamadıkları görülmüştür. Bu bağlamda bir sonraki uygulamada öğrencilerin söz konusu yeterliklerinin gelişimini sağlayacak biçimde bir planlama yapılmış ve önce bir modelleme problemini çözmelerine ve ardından grupların birbirlerinin çözümlerini değerlendirmelerine karar verilmiştir.

11. Eylem Planı (Ders 15, 16): Eylem planının amacı doğrultusunda araştırmacılar tarafından geliştirilen Saha Sulama Probleminin çözümü gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın başında öğretmen öğrencilere bir sonraki derste başka bir grubun çözümünü değerlendireceklerini ve hem bu değerlendirmeden hem de öğretmen ve araştırmacının değerlendirilmesinden alınan puan çerçevesinde kazanan grubun ödül alacağını duyurmuştur. Bu duyuru sayesinde öğrencilerin önceki uygulamalarla kıyaslandığında daha fazla motive oldukları ve çözümleri üzerinde daha ciddi bir şekilde çalıştıkları gözlenmiştir. Sonraki derste yapılacak olan değerlendirmeyi standartlaştırmak için, öğretmen tahtaya modelleme yeterlikleriyle paralel olacak biçimde değerlendirme kriterleri yazmış ve tüm değerlendirmelerin bu kriterler çerçevesinde yapılacağını belirtmiştir. Bu sayede öğrenciler çözümlerinde geliştirilen bu kriterleri sağlamaya çalışırken dolaylı yoldan modelleme yeterlikleri bağlamında çalışmışlardır. Bir önceki derste çözümlerini tamamlayan öğrenciler 16. Derste önce çözümlerini sınıfa sunmuşlar, ardından çözüm kağıtları karışık bir şekilde gruplara dağıtılmıştır. Her grup kriterler çerçevesinde verilen çözüm kağıtlarını değerlendirmiş ve bu değerlendirmeleri yaparken grupların sunumlarını da göz önünde bulundurmışlardır. Söz konusu değerlendirmeleri gerçekleştirmeleri öğrencilerin elde edilen çözümleri daha fazla sorgulayarak gerçek yaşamda ne anlama geldiklerini yorumlamalarına sebep olmuştur. Başka çözümleri görünce özellikle kendi yaptıkları hataları fark etmişler ve sonraki uygulamalarda doğrulamaya daha fazla dikkat etmeleri gerektiğine karar vermişlerdir. Öğretmenle gerçekleştirilen görüşmede öğrencilerin yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde öncekilere göre daha fazla gelişme gösterdikleri belirlenmiş ve bunun üzerine bir sonraki uygulamada tekrar bu yeterlikler üzerinde durulması gerektiğine karar verilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin verilen modelleme problemi için iki farklı çözüm geliştirmeleri ve bu çözümleri birbiriyle karşılaştırarak aktif bir doğrulama sürecinden geçmeleri hedeflenmiştir.

12. Eylem Planı (Ders 17): Bu uygulamada öğrenciler Antik Tiyatro Problemini (Tekin, Hıdıroğlu, & Bukova Güzel, 2010) çözmüşler ve iki farklı yöntemle elde ettikleri çözümleri karşılaştırmışlardır. Bu sayede öğrenciler birbirine yakın sonuçlar bulmaları gerektiğini bildikleri için elde ettikleri farklı çözümleri doğruladıkları ve hata belirledikleri taktirde düzeltmeye önem verdikleri görülmüştür. Uygulamanın ardından gerçekleştirilen toplantıda, öğrencilerin diğer yeterliklerin yanı sıra yorumlama ve doğrulamada istenen seviyelere ulaştıkları görülmüş ve bu sebeple eylem araştırmasının sonlandırılmasına karar verilmiştir.

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Veri analizlerinin devam ettiği doktora tez çalışmasının bir kısmını oluşturan bu çalışmada, eylem araştırması süresince öğrencilerin bilişsel modelleme yeterliklerinde gelişim gösterdikleri açık bir şekilde görülmektedir. Uluslar arası literatürde de ifade edildiği üzere (Biccard & Wessels, 2011) bunun en önemli sebeplerinden birinin uzun süreli modelleme uygulamaları sayesinde öğrencilerin her eylem planında daha zengin yaklaşımlar sergilemeleri olarak düşünülmektedir. Bunun yanı sıra eylem araştırmasının yapısı gereği uygulamalar ardından özel olarak belirlenen sorunlara odaklanılması ve bu sorunların çözümüne yönelik planlar geliştirilmesinin de öğrencilerin modelleme yeterliklerindeki gelişimlerine katkısı göz ardı edilememektedir. Özellikle uygulamanın eylem planları geliştirilirken, eylem araştırmasının yapısı gereği öğretmenin süreçte aktif olması ve araştırmacı ile birlikte kararlar alması sayesinde çalışmanın amacına ulaşıldığı düşünülmektedir.

Çalışmanın başından sonuna kadar öğrencilerin modelleme yeterlikleri göz önünde bulundurulduğunda, daha önce hiç modelleme uygulamaları üzerinde çalışmamış olan öğrencilerin problemlerin açık uçlu yapısını olumsuz olarak eleştirdikleri ve buna bağlı olarak problemde verilen sayısal değerleri kullanarak problemin bağlamından bağımsız olarak işlem yapma eğiliminde oldukları gözlenmiştir. Çalışmadan elde edilen bu sonuç, Blum ve Borromeo Ferri'nin (2009) çalışmaları ile paralellik göstermektedir. Geliştirilen eylem planlarının içeriği ve öğretmenin yönlendirmeleri sayesinde öğrenciler problemin içeriği doğrultusunda gerçek yaşam deneyimlerini kullanarak sadeleştirmeler yapabilmişler ve varsayım oluşturmada yeterliğe ulaşmışlardır. Varsayım oluşturmada yaşanan sıkıntıların üstesinden gelinmekle birlikte öğrenciler varsayımları doğrultusunda doğru matematiksel modeller oluşturmada ve bu modelleri çözmede sıkıntı yaşamamışlardır. Tüm bunların yanında süreç baştan sona doğru ele alındığında öğrencilerin en çok elde ettikleri çözümleri gerçek yaşam bağlamında yorumlamada ve varsayımlarını, modellerinin ve çözümlerini doğrulamada sıkıntı yaşadıkları belirlenmiştir. Literatürdeki çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, benzer biçimde öğrencilerin en çok yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde sıkıntı yaşadıkları vurgulanmaktadır (Blum, 2011; Ji, 2012; Maaß, 2006; Sekerak, 2010). Özellikle öğrencilerden doğrulama yapmaları istendiğinde Maaß (2006) ve Borromeo Ferri (2006)'nin bulgularına paralel olarak, öğrencilerin yalnızca işlem hatalarını kontrol etme eğiliminde oldukları anlaşılmıştır. Bu sıkıntının önüne geçebilmek amacıyla doğrulamanın hangi aşamaları içermesi gerektiği açıklanmış ve bununla birlikte özellikle öğrencilerin çözümlerini sınıf arkadaşlarına sunmaları sağlanmıştır. Bu doğrultuda öğrenciler çözüm sürecinin tümünü doğrulamaya ve hata belirledikleri takdirde varsayımlarını, modellerinin ve çözümlerini eksiksiz bir şekilde düzeltmeye çalışmışlardır.

Maaß (2006) ve Kaiser, Schwarz ve Tiedemann'ın (2010) çalışmalarında vurgulandığı üzere, modelleme döngüsünün basamaklarını bilmenin modelleme yeterliliklerinin gelişimi üzerinde olumlu etkisi olmaktadır. Öğrencilerin daha önce hiçbir modelleme problemini çözmemiş olmaları sebebiyle çalışmanın başlangıcında modelleme sürecine ilişkin bilgi vermektense kaçınılmıştır. Fakat uygulama süresince öğrencilerin problemde eksik veriler olduğunda kendi varsayımlarını oluşturmaları gerektiğini bilincini kazanmaları ve aktif bir şekilde modelleme uygulamalarında çalışmaları sebebiyle, çalışmanın ilerleyen aşamalarında kendilerine önce sürecin basamakları paralelinde nasıl çözümler yapmaları gerektiği hissettirilmiştir. Ardından derste sürecin basamaklarının ifade edilmesi ve bu basamaklara göre çözüm geliştirmeleri sağlanmış ve hatta bazı uygulamalarda bu basamaklar paralelinde değerlendirmeler gerçekleştirileceği ifade edilmiştir. Tüm bunlar sonucunda öğrencilerin literatüre paralel olarak daha etkin bir şekilde modelleme yeterliklerini kullandıkları görülmüştür.

Çalışmanın katılımcı eylem araştırması deseninde gerçekleştirilmiş olmasının, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin gelişimine olumlu bir katkı sağladığı açıkça görülmektedir. Uygulama öğretmenin bu konuda istekli olması ve konu ile ilgili olarak gerekli deneyime sahip olmaması sebebiyle çalışmanın katılımcı yapısı ön plana çıkmaktadır. Bu sayede öğretmenin sınıf ortamını ve öğrencileri iyi tanınması, uygulanacak modelleme problemlerinin öğrencilerin dikkatini çekip çekmeyeceğine ilişkin görüşleri ve genel anlamda öğretmenlik deneyimi ile, araştırmacının modelleme ile ilgili akademik bilgisi ve farklı çalışmalardaki modelleme uygulamalarına ilişkin deneyimleri ile konunun uzmanlarından aldığı akademik görüşler birleştirilerek en uygun eylem planları geliştirilmiştir.

KAYNAKLAR

- Altrichter, H., Posch, P. ve Someckh, B. (1993). *Teachers Investigate their Work: An introduction to the methods of action research*. London: Routledge.
- Antonius, S., Haines, C., Jensen, T. H., Niss, M., & Burkhardt, H. (2007). Classroom activities and the teacher. In: W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn, & M. Niss, (Eds): *Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York: Springer, 295-308.
- Biccard, P., & Wessels, D. (2011). Development of Affective Modelling Competencies in Primary School Learners. *Pythagoras*, 32(1), 9 pages. Doi: 10.4102/pythagoras.v32i1.20.
- Biccard, P. (2010). *An investigation into the development of mathematical modelling competencies of Grade 7 learners*. Unpublished Masters Dissertation, Stellenbosch University.

- Blomhøj, M. & Højgaard Jensen, T. (2007). What's all the fuss about competences? Experiences with using a competence perspective on mathematics education to develop the teaching of mathematical modelling. In: W. Blum (red.): *Modelling and applications in mathematics education*, pp. 45-56. The 14th ICMI-study 14. New York: Springer-Verlag.
- Blomhøj, M. & Kjeldsen, T. N., (2006). Teaching mathematical modelling through 60project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 163-177.
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical Modelling: Can It Be Taught And Learnt?. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1 (1), 45-58.
- 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 Teaching and Learning of Mathematical Modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling* (pp. 15-30). New York: Springer.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and Empirical Differentiations of Phases in the Modelling Process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38 (2), 86-95.
- Borromeo Ferri, R. (2007). Personal Experiences and Extra-Mathematical Knowledge as an Influence Factor on Modelling Routes of Pupils. In: Pitta-Pantazi, D; Philippou, G. (Eds.), *CERME 5 – Proceedings of the Fifth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2080-2089). Larnaca, Zypern.
- Borromeo Ferri, R. (2010). On the Influence of Mathematical Thinking Styles on Learners' Modeling Behaviour. *Journal für Mathematik-Didaktik*. 31(1), 99-118.
- Borromeo Ferri, R. (2013). Mathematical Modelling in European Education. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*. 4, 18-24.
- Brown, T. Ve Jones, L. (2001). *Action Research and Postmodernism: Congruence and Critique*. Philadelphia: Open University Press.
- Bukova Güzel, E. (2011). An examination of pre-service mathematics teachers' approaches to construct and solve mathematical modeling problems. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 30(1), 19-36.
- Bukova-Güzel, E., ve Uğurel, I. (2009). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki, *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 29(1), 69-90.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2010). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Cheng, A. K. (2001). Teaching Mathematical Modelling in Singapore Schools. *The Mathematics Educator*, 6 (1), 62-74.
- Doruk, B. K. (2010). *Matematiği Günlük Yaşama Transfer Etmede Matematiksel Modellemenin Etkisi*. Yayımlanmış doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Doruk, B. K. (2011). İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri. *MatDer Matematik Eğitimi Dergisi*, 1, 1-12.
- Durmuş, S. (2011). An Investigation Related to the Modelling Levels and Values of Elementary School Prospective Mathematics Teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 11(2), 1065-1071.
- Elliott, J. (1991) *Action Research for Educational Change*, Open University Press: Milton Keynes.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri ve Bunların Matematik Öğrenimine Etkisi Hakkındaki Görüşleri. *İlköğretim Online*, 10 (1), 364-377.
- Eraslan, A. (2012). Prospective Elementary Mathematics Teachers' Thought Processes on a Model Eliciting Activity. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 12(4), 2953-2968.
- Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., & Edwards, I. (2007). Facilitating middle secondary modelling competencies. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan, (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA12): Education, engineering and economics* (pp. 130-140). Chichester, UK: Horwood Press.
- Grünwald, S. (2012). Acquirement of Modelling Competencies – First Results of an Empirical Comparison of the Effectiveness of a Holistic Respectively an Atomistic Approach to the Development of (Metacognitive) Modelling Competencies of Students. *12th International Congress on Mathematical Education*, 8 July-15 July 2012, COEX, Seoul, Korea.
- Hagena, M., & Borromeo Ferri, R. (2012). How Do Measurement Sense and Modelling Competency Influence Each Other? An Intervention Study About German Middle Class Students Dealing With Length and Weight. *12th International Congress on Mathematical Education*, 8 July-15 July 2012, COEX, Seoul, Korea.
- Hendricks, C. (2006). *Improving Schools through Action Research: A Comprehensive Guide for Educators*. Boston: Pearson. Allyn and Bacon.
- Henning, H., & Keune, M. (2007). Levels of Modelling Competencies. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education The 14th ICMI Study* (pp. 225-232). New York: Springer.
- Hensen, K. T. (1996). Teachers As Researchers. In J. Skula (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education*. (pp. 53-66). New York: Macmillan.
- Hidroğlu, Ç. N., Tekin Dede, A., Kula, S. & Bukova Güzel, E. (2014). Öğrencilerin Kuyruklu Yıldız Problemi'ne İlişkin Çözüm Yaklaşımlarının Matematiksel Modelleme Süreci Çerçevesinde İncelenmesi. *E-Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-17.
- Hidroğlu, Ç. N., Tekin, A. & Bukova Güzel, E. (2011). Öğrencilerin Modellemede Bireysel ve Birlikte Çalışarak Ortaya Koydukları Yaklaşımlar ve Düşünme Süreçleri. *LX. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, İzmir, 23-25 Eylül 2011.

- Ji, X. (2012). A Quasi-Experimental Study of High School Students' Mathematics Modelling Competence. *12th International Congress on Mathematical Education*, 8 July-15 July 2012, COEX, Seoul, Korea.
- Johnson, A. (2005). *A Short Guide to Action Research*. İkinci Basım. USA: Pearson Education, Inc.
- Kaiser, G. & Maaß, K. (2007). Modelling in Lower Secondary Mathematics Classroom – Problems and Opportunities. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (pp 99-108). Springer: New York.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12): Education, engineering and economics: proceedings from the twelfth International Conference on the Teaching of Mathematical Modelling and Applications* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.
- Kaiser, G., Schwarz, B. & Tiedemann, S. (2010). Future Teachers' Professional Knowledge on Modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 433-444). New York: Springer.
- Kemmis & McTaggart, 1982
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi*. Yayınlanmış yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lesh, R., Young, R., & Fennewald, T. (2010). Modeling in K-16 Mathematics Classrooms – and Beyond. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines, & A. Hurford (Eds.), *Modeling Students' Mathematical Modeling Competencies* (pp. 275 – 283). New York: Springer.
- Lingefjärd, T (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38 (2), 96-112.
- Ludwig, M., & Reit, X. R. (2012). A Cross-Section Study about Modelling Task Solutions. 12th International Congress on Mathematical Education, 8 July-15 July 2012, COEX, Seoul, Korea.
- Ludwig, M., & Xu, B. (2010). A Comparative Study of Modelling Competencies Among Chinese and German Students. *Journal für Mathematik-Didaktik*. 31(1), 77-97.
- Maaß, K., & Mischo, C. (2011). Implementing Modelling into Day-to-Day Teaching Practice-The Project STRATUM and its Framework. *Journal Für Mathematik-Didaktik*. 32(1), 103-131.
- Maaß, K. (2006). What are Modelling Competencies? *ZDM*. 38 (2), 113-142.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2012a). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2012b). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları I. Dönem Öğretmenler İçin Öğretim Materyali*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2012c). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları II. Dönem Öğretmenler İçin Öğretim Materyali*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013a). *Ortaöğretim Matematik Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2013b). *Ortaokul Matematik Dersi (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.
- Sagor, R. (2000). *Guiding School Improvement with Action Research*. Virginia, USA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Saracaloğlu, A. S., Serin, O., & Bozkurt, N. (2002). Öğretmen Adaylarının Fen Bilimlerine Yönelik Tutumları İle Başarıları Arasındaki İlişki. *Ege Eğitim Dergisi*, 1(2).
- Schmuck, R. A. (2006). Some aspects of classroom social climate. *Psychology in the Schools*, 3(1), 59-65.
- Schumuck, R. A. (1997). *Practical Action Research for Change*. Arlington Heights, IL: IRI/Skylight.
- Schukajlow, S., Leiss, D., Pekrun, R., Blum, W., Müller, M. & Messner, R. (2012). Teaching Methods for Modelling Problems and Students' Task-Specific Enjoyment, Value, Interest and Self-Efficacy Expectations. *Educational Studies in Mathematics*, 79, 215-237.
- Sekerak, J. (2010). Phases of Mathematical Modelling and Competence of High School Students. *The Teaching of Mathematics*, 13 (2), 105-112.
- Serin, O., (2001). Lisans ve Lisansüstü Düzeydeki Fen Grubu Öğrencilerinin Problem Çözme Becerileri, Fene ve Bilgisayara Yönelik Tutumları ile Başarıları Arasındaki İlişki. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Tekin Dede, A. & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterliliklerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*. 4(3), 185-206.
- Tekin, A., Hidroğlu, Ç. N., & Bukova Güzel, E. (2010). Öğrencilerin Modellemede Bireysel ve Birlikte Çalışarak Ortaya Koydukları Yaklaşımlar ve Düşünme Süreçleri, 9. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 23 – 25 Eylül 2010, İZMİR: Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Vom Hofe, R., Jordan, A., Hafner, T., Stölting, P., Blum, W., & Pekrun, R. (2009). On the Development of Mathematical Modelling Competencies the PALMA Longitudinal Study. In M. Blomhoj, & S. Carreira. (Eds.), *Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics Proceedings from Topic Study Group 21 at the 11th International Congress on Mathematical Education in Monterrey, Mexico, July 6-13, 2008* (pp. 47-60). Roskilde: Roskilde University.
- Whyte, W.F. Greenwood, D.J. & Lazes, P. (1991) Participatory Action Research: through practice to science in social research. In W.F., Whyte (Ed.) *Participatory Action Research*. Newbury Park: Sage Publications.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Zuber-Skerritt, O. (2001). Action Learning and Action Research: Paradigm, Praxis and Programs. In Sankara, S., Dick, B., & Passfield, R. (Eds.), *Effective Change Management through Action Research and Action Learning: Concepts, Perspectives, Processes and Applications* (pp. 1-20). Southern Cross University Press, Lismore, Australia.

Extended Abstract

Modelling competencies are defined as skills and abilities to complete modelling process in a goal-oriented and appropriate way, and it is expressed that willingness of students should be required in this process (Maaß, 2006). Cognitive modelling competencies are the competencies of understanding the problem, simplifying, mathematizing, working mathematically, interpreting and validating. These cognitive modelling competencies are in parallel with the stages of the modelling cycle and so the theoretical framework of this study is Borromeo Ferri's (2006) *Modelling Cycle under a Cognitive Perspective*. It is emphasized that the modelling competencies of students can be developed by means of mathematical modelling implementations (Blum, 2011) and to provide this development, long term implementations should be done (Biccard & Wessels, 2011). In this context, the purpose of this study is to provide the development of cognitive modelling competencies of 6th grade students (age 12) and 17-week implementations were performed to achieve this purpose.

This study is conducted with using a participatory action research model because the development of students' modelling competencies is aimed and the researcher and the teacher work together. In this research, firstly the problem situation was determined, action plans regarding the solution of this problem were improved; data were collected by applying this plan and then to what extent the action plan accomplished was revealed by analysing the data. After, the new requirements about the problem were produced and the same cycle was gone through by developing new action plans. The process ended when the expectations were reached.

Before the implementation process, the teacher was informed about mathematical modelling, modelling problems, in-class applications and how to conduct an action research. During the data collection process, the researcher and the teacher evaluated the students' works after each lesson and developed the next week's action plan. While developing action plans, in what condition the students' cognitive modelling competencies were discussed in the previous lesson and the objectives of the next lesson were identified.

Before starting the implementation of the action plans, the students solved a given modelling problem and their solutions were scored by using a rubric (Tekin Dede & Bukova Güzel, 2014). The heterogeneous working groups were formed through their scores. In the first action plan implementation (2nd, 3rd and 4th lessons), it was enabled that the students get accustomed to the modelling applications and in this context three different modelling problems were solved in each lessons. The purpose of the second action plan (5th lesson) was to focus on the understanding the problem, simplifying, mathematizing and working mathematically competencies. It was worked on the producing assumptions appropriate to the problem. Within the scope of third action plan (6th lesson), the students worked in the context of whole modelling competencies and solved a given modelling problem. After this implementation, it was identified the students had difficulties in constructing models and calculating the models. Accordingly, the students solved a problem in the context of mathematizing and working mathematically competencies in the next action plan (7th lesson). It was seen they developed their so-called competencies after the implementation and it was decided to work in the context of whole modelling competencies in the fifth action plan (8th lesson). The students displayed more effective interpreting approaches in this implementation in comparison to the previous ones. It was decided to enable the students to present their solutions to their friends after the solution process and to realize more effective discussing environment since the sixth action plan (9th lesson). In the seventh action plan (10th lesson) the students solved a given modelling problem in the context of whole modelling competencies according as the previous plan. Because the students presented their solutions to the class in this implementation, it was observed they interpreted their results in the real

life more watchfully and displayed more effective validating approaches. The teacher informed their students concerning the stages of the modelling process and they solved a given problem in the context of whole modelling competencies in the eighth action plan (11th lesson). In the end of this implementation, despite they developed their other modelling competencies close to expectations, they could not reach the desired development in the interpreting and validating competencies. In this direction, they evaluated different solutions for a modelling problem constructed by the teacher and researcher and solved this problem in different way from the given solutions to enable to work on interpreting and validating competencies in the next action plan implementation (12th lesson). The teacher asked students to solve the given modelling problem by considering the stages of modelling process written on the board in the tenth action plan (13th and 14th lessons). To that end, they solved the problem and through the results of this implementation, it was decided to focus on interpreting and validating competencies in the next implementation. In the first lesson of the eleventh action plan (15th lesson), the students were asked to solve a modelling problem in the context of whole modelling competencies and take into consideration the criteria written on the board according to the stages of the modelling process in their solution process. In the second lesson (16th lesson), each group evaluated other group's solution by considering these criteria. It was understood they developed their interpreting and validating competencies according to the previous action plans in the end of this implementation. In the twelfth action plan (17th lesson), the students solved the modelling problem in a two different way and so it was enabled to reach the more meaningful and valid solutions in the real life by comparing their two different solutions. By means of this implementation, it was seen the students reached the desired development on modelling competencies and decided to end the research.

In the study in which the data analyses were continued, it was understood that the students' cognitive modelling competencies were developed in the Mathematics Applications course. First they had difficulties about constructing assumptions in the context of simplifying competency and then they troubled in interpreting and validating their solutions in the real life throughout the study. By means of developed action plans, it was determined the so-called difficulties could be overcome by the students.