



Türkiye’de Matematik Eğitimi Alanındaki Matematiksel Modelleme Araştırmalarının İçerik Analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması

Serdar Aztekin ¹, Zehra Taşpınar Şener ²

Öz

Son yıllarda Türkiye’de matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalar artarak devam etmektedir. Bu çalışmaların içerik analizinin hem sonraki araştırmalara yol gösterici olacağı hem de bu çalışmalardan daha iyi yararlanmayı sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun için Türkiye’de yapılan matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi yapılarak sistematik özet bilgiler sunulmuş, daha sonra meta sentez (tematik içerik analizi) yöntemi ile çalışmalar eleştirel bir bakış açısıyla yorumlanmıştır. Sonuçta Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarının yeterli düzeyde bir kapsam ve çeşitliliğe ulaşmadığı, çoğunun durum çalışması yönteminin kullanıldığı nitel araştırmalar olduğu bulunmuştur. Türkiye’deki matematiksel modelleme çalışmalarında matematiksel modelleme bir araç olarak ele alınmakta ve ağırlıklı olarak pedagojik hedefler gözetilmektedir. Bu çalışmalarda modellemenin çoğunlukla etkinliklerle, eğitimsel veya bağlamsal bir yaklaşımla uygulandığı bulunmuştur. Araştırmacılar, matematiksel modelleme çalışmalarından daha çok yararlanılabilmesi için daha fazla deneysel araştırma gerçekleştirilmesini, ortaokul ve lise öğrencileri ile yapılan araştırmaların sayısının arttırılmasını ve araştırmalarda matematiksel modellemenin nasıl uygulandığının detaylı olarak açıklanmasını önermişlerdir.

Anahtar Kelimeler

Matematiksel modelleme
Modelleme yaklaşımları
Matematik eğitimi
İçerik analizi
Meta sentez

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 21.10.2014
Kabul Tarihi: 19.03.2015
Elektronik Yayın Tarihi: 04.05.2015

DOI: 10.15390/EB.2015.4125

Giriş

Matematik öğretiminin genel olarak kabul gören önemli amaçlarından biri günlük hayatında matematiği kullanabilme yeteneğini ve yeterliğini kazanmış bireylerin yetiştirilmesidir (Kaiser, 2005). Bu bağlamda son yıllarda farklı öğrenci düzeylerinde matematiksel modellemeye odaklanan çok sayıda araştırma yapılmıştır (English ve Watters, 2004; Kaiser, 2006; Mousoulides, Sriraman, ve Christou, 2007; Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Okullarda yapılacak matematiksel modelleme çalışmalarının daha iyi matematik okuryazarı olmayı sağlayacağı ve modellemenin, öğrencilerin daha anlamlı bir şekilde gerçek hayatla ilişkilendirerek öğrenmelerinde etkin bir rol oynayacağı düşüncesi bu araştırmaları motive eden temel düşünce olmuştur (Erbaş vd., 2014).

¹ Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Türkiye, saztekin@gazi.edu.tr

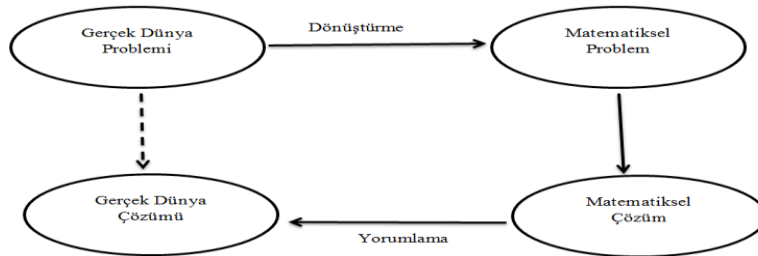
² Yıldız Teknik Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Türkiye, zehrataspınar@gmail.com

Matematikselsel modelleme kavramı özellikle PISA gibi uluslararası tarama araştırmalarının matematik çerçevesini oluşturan köőe taşlarından biridir (OECD, 2013). PISA’da sık sık vurgulanan matematik okuryazarlığı kavramı ile matematikselsel modelleme ortak bileőenlere sahiptir. “Çeşitli bağlamlarda bireyin formüle etme, matematiği kullanma ve yorumlama kapasitesi” Şeklinde ifade edilen matematik okuryazarlığı kavramı aynı zamanda modelleme sũreçlerini öne çıkarmaktadır. Ayrıca International Commission on Mathematical Instruction (ICMI) ve the International Community of Teachers of Mathematical Modelling and Applications (ICTMA) tarafından düzenlenen kongrelerde modellemeyle ilgili sunulan çalışmalar eğitim literatũründe matematikselsel modellemenin yerinin ayrı bir alan olarak daha da benimsenmesini sağlamıştır (Blum,2002).

Son on yılda Tũrkiye’deki matematik eğitimi araştırmalarında matematikselsel modellemeyle ilgili bir farkındalığın oluştuğu ve bu alanda yapılan çalışmaların artarak devam ettiği görũlmektedir. Bu durum farklı ũlkelerde olduğu gibi (MoE Singapore, 2007; CCSS, 2014) Tũrkiye’deki matematik öğretim programlarına da yansımıştır. Talim Terbiye Kurulu’nun 2013 yılında yayımladığı Matematik Dersi Öğretim Programı’nda; matematikselsel modelleme “hayatın her alanındaki problemlerin doğasındaki ilişkileri daha kolay görebilmemizi, matematik terimleriyle ifade edebilmemizi, sınıflandırabilmemizi, genelledebilmemizi ve sonuç çıkarabilmemizi sağlayan dinamik bir yöntem” olarak tanımlanmış ve matematikselsel modelleme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamlarının oluşturulmasının, programın yaklaşımının hayata geçirilmesinde oldukça önemli olduğu vurgulanmıştır (MEB, 2013). Her ne kadar okullarda matematikselsel modellemeye daha fazla yer verilmesi gerektiği sık sık vurgulansa da (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989; 2000; Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı [TTKB], 2011, 2013) alan yazında modellemenin anlamı ve kullanımına yönelik ortak bir anlayıştan söz etmek mümkün değildir. Mühendislik, uygulamalı matematik gibi birçok alanda yaygın bir terim olarak kullanılan matematikselsel modelleme, matematik eğitimi alan yazını içinde bile çalışmanın devamında bahsedileceği üzere farklı amaç ve yaklaşımlarla ele alınabilmektedir (Kaiser, Blomhoj ve Sriraman, 2006; Niss, Blum ve Galbraith, 2007;Akt. Erbaş vd., 2014).

Matematikselsel Modelleme

Farklı bilim dallarında da kullanılan modelleme yaygın olarak gerçek hayattan bir objenin veya bir durumun prototipini oluşturma anlamında kullanılan sũreci ifade eden bir terimdir (Erbaş vd, 2014). Model, sũrecin sonundaki ũrũnũ ifade ederken modelleme bir durumun fizikselsel, sembolik ya da soyut modelini oluşturma sũrecini ifade etmektedir (Sriraman, 2006). Alan yazında genel olarak matematikselsel modelleme, gerçek hayat durumlarının matematikselsel temsillerle ifade edilmesi sũreci Şeklinde tanımlanmaktadır (Blum, 2002; Gravemeijer, 2002; Barbosa, 2003; Blum ve Borromeo Ferri 2009). Çok daha karmaşık döngũsel modellerle gösterilebilen (Borromeo Ferri, 2006) matematikselsel modelleme sũrecinin basit bir modeli aşağıdaki Şekilde verilmiştir.



Őekil 1: Matematikselsel Modelleme Sũrecinin Gösterimi (Cheng, 2001)

Matematikselsel modelleme, çocukları; sembolik olarak tanımlanmış sözel problemlerden anlam çıkarılmasını ifade eden temel problem çömeden, matematikselsel biçimde yorumlama ve tanımlama ihtiyaçı duyulan otantik durumlara götürmektedir (Lesh, 2001). Gerçek hayat durumlarının söz konusu olduğu matematikselsel modelleme problemlerinin ũst düzey bilişsel sũreçler içermesi, sözel problemlere göre yaratıcılığı daha fazla desteklemesi gibi özellikler, matematikselsel modelleme

uygulamalarını geleneksel sözel problemlerden ayırmaktadır (Mousoulides vd.,2007). Daha açık uçlu ve uygulamalı problemlerin çözümünü içeren matematiksel modelleme ve geleneksel problem çözme süreçlerinin karşılaştırıldığı birçok çalışma yapılmıştır. (Blumve Niss, 1991; Verschaffel, 1999; Mousoulides, Sriraman ve Christou, 2007; Lesh ve Zawojewski, 2007).

Matematiksel Modelleme Yaklaşımları

Matematik eğitimi alan yazınında öğretimde matematiksel modelleme kullanımına yönelik ortak bir yaklaşımdan söz etmek mümkün değildir. Ayrıca matematiksel modelleme ile ilgili araştırmalarda ele alınan farklı yaklaşımları ayrıntılı ve sistematik bir şekilde değerlendiren bilimsel çalışmalar da yeterli düzeyde değildir (Erbaş vd., 2014). Buna yönelik dikkat çekici çalışmalardan biri Kaiser ve Sriraman'ın (2006) ICMI ve ICTMA tarafından yürütülen etkinliklerde sunulan matematik eğitimi çalışmalarına dayanarak daha çok öznel bir yaklaşımla yaptıkları değerlendirmedir. Bu değerlendirmede matematiksel modelleme çalışmalarına yön veren yaklaşımların aralarındaki fark kesin sınırlarla ayrılmaya da geçmiş yaklaşımları bir araya getiren daha kapsamlı bir sınıflandırma yapılmıştır. Kaiser ve Sriraman (2006), inceledikleri araştırmalarda dikkate alınan modelleme yaklaşımlarını 6 başlık altında sınıflandırmıştır: (i) gerçekçi veya uygulamalı modelleme, (ii) bağlamsal modelleme, (iii) eğitimsel modelleme, (iv) sosyo-kritik modelleme, (v) epistemolojik veya teorik modelleme ve (vi) bilişsel modelleme. Bu yaklaşımlar literatürde şu şekilde açıklanmaktadır (Kaiser ve Sriraman, 2006; Erbaş vd.,2014):

i) Gerçekçi veya uygulamalı modelleme yaklaşımı, gerçek hayatın anlaşılması adına modelleme yeterliliklerinin geliştirilmesini, gerçek hayat problemlerinin çözümünü vurgulamaktadır. Bu yaklaşımda Pollak'ın pragmatik yaklaşımı dikkate alınmıştır. Mühendislikte karşılaşılan gerçek hayat problemleriyle başa çıkmak için yapılan modellemeler bu yaklaşıma örnek olarak verilebilir. Bu yaklaşımda ele alınan araştırmalardan biri Kaiser ve Schwarz'ın (2006), 16-18 yaş grubu öğrencileri ve öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmasıdır. Kaiser ve Schwarz, öğrencileri endüstride çalışan matematikçilerin önerdiği otantik gerçek hayat problemleri ile karşılaştırmışlardır. Öğretmen adaylarının rehberliğinde oluşturulan gruplar belirli bir modelleme örneği üzerinde bağımsız olarak çalışmış, bu modelleme örneği ilk derslerinde kendilerine bir uygulamalı matematikçi tarafından verilmiştir. Otantik bir gerçek hayat durumunu içeren örneklerden biri şu şekildedir:

Berlin Hava Yolları

Berlin Hava Yolları biletlerini çoğunlukla internet üzerinden rezervasyon sistemi aracılığı ile satmaktadır. Her bir uçuş için fiyatlar farklı olmakla beraber sık sık değişmektedir. Sistemdeki fiyatları inceleyerek Berlin Hava Yolları'nın internetteki fiyatlarını nasıl belirlediğine dair ya da geliştirdiğiniz bir fiyat sistemi ile ilgili bir açıklama yazınız.

(Kaiser ve Schwarz'ın(2006) çalışmasından derlenmiştir)

ii) Bağlamsal modelleme yaklaşımı Amerikan okullarındaki sözel problemlerin çözümüne yönelik tartışmalar ve bu bağlamdaki psikolojik deneyimlerin sonucunda ortaya çıkmıştır. Öğrenciler matematiksel kavramları kullanabilecekleri gerçek hayat durumları ile karşılaştırılarak anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine çalışılır. Matematiksel modellemenin öğrencilerin problem çözmelerine yardımcı olması beklenir. Bu yaklaşıma örnek olarak verilen çalışmalardan biri Doerr'in (2006) dört öğretmen ve öğrencileri ile gerçekleştirdiği durum çalışmasıdır. Çalışma öğretmenlerin, öğrencilerin üstel fonksiyonlarla ilgili anlayışlarını ne derece yorumlayabildiklerine ve sınıf ortamında öğrencilerin sorularına nasıl cevap verdiklerine odaklanmıştır. Üstel büyüme bağlamında problem çözme tecrübelerine ve öğrencilerine modelleme yaptıran öğretmenlerin deneyimlerine yer verilen çalışmada matematiksel modelleme etkinliği olarak aşağıdaki "Kuruş Problemi (The Pennies Problem)" kullanılmıştır:

Kuruş Problemi

Bir dama tahtasında 8x8 kare vardır. Bir dama tahtasının ilk karesine 1 Kr, ikinci karesine 2 Kr, üçüncü karesine 4 Kr, dördüncü karesine 8 Kr yerleştirir ve bu şekilde devam ederseniz dama tahtasının son karesine kaç Kr yerleştirmeniz gerekir? Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Kare sayısı	Kuruş Miktarı
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Hesap makinesinde bulduğunuz değerleri girerek bir grafik çiziniz. Sayılar arasında nasıl bir örüntü buldunuz. Kare sayısına bağlı olarak kuruş miktarını veren bir fonksiyon yazınız. Fonksiyonun tanım ve görüntü kümelerini bulunuz. 64. karedeki kuruşların değerini TL cinsinden ifade ediniz.

Doerr'in (2006) çalışmasından derlenmiştir.

iii) Eğitimsel modelleme, öğrenme süreçlerinin oluşturulmasını ve geliştirilmesini ifade eden öğretici modelleme ve bir kavramın sunumunu ve geliştirilmesini içeren kavramsal modelleme olarak iki kısımda ele alınmaktadır. Pedagojik ve konu odaklı hedefler söz konusudur. Problem çözme ve modelleme becerilerinin geliştirilmesini hedefleyen gerçekçi modelleme yaklaşımı ile öğrencilere anlamlı gerçek hayat durumlarının verildiği bağlamsal modelleme yaklaşımının özelliklerini taşıyan karma bir yaklaşım olduğu ifade edilmektedir (Erbaş vd., 2014). Matematiksel modelleme çalışmalarının büyük bir çoğunluğunu bu yaklaşım içerisinde ele almak mümkündür. Fakat birkaç örnek vermek gerekirse Maaß (2006) ve Michelsen'in (2006) çalışmalarından bahsedilebilir. Maaß modelleme yeterliliklerini tanımladığı deneysel çalışmasında modelleme uygulamalarının matematik sınıflarına entegrasyonuna odaklanmıştır. Diğer çalışmada ise Michelsen, fonksiyon kavramını bir modelleme yaklaşımı çerçevesinde ele almıştır. Matematik ve fen alanlarındaki pedagojik ve didaktik problemlerin tartışılmasından yola çıkarak bir disiplinler arası öğretim tasarımı hazırlamıştır. Bu çerçevede açılan iki kurstan elde edilen dönütler ile disiplinler arası bir kurs geliştirilmiştir.

iv) Sosyo-kritik modelleme yaklaşımında öğrencilerin matematiği kullanarak yaşadıkları kültür ve toplumu eleştirel bir bakışla anlamaya çalışmaları vurgulanmaktadır. Bu açıdan modelleme etkinlikleri ile matematiğin sosyo-kültürel boyutlarına odaklanılmaktadır. Sosyo-kritik modelleme yaklaşımı için bir çerçeve çizmeye çalışan Barbosa (2006) bu yaklaşımda kullanılan modelleme etkinliklerinde iki temel özelliğin olması gerektiğini savunmuştur. Bu özelliklerden ilki etkinliğin öğrenciler için bir problem olması (alıştırma değil), ikincisi ise etkinliğin pür matematikten değil de günlük hayattan ya da diğer bilim dallarından elde edilmesidir. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirmesini vurgulayan Barbosa'nın çalışmasında ele aldığı etkinliklerden biri aşağıdaki gazete haberinin tartışılmasıdır. Öğrencilerden bu habere göre yapılanların uygunluğunu tartışmaları istenir.

Hükümet tarafından verilen fasulye ve mısır tohumlarının dağıtımı dün öğleden sonra başlamıştır. 25 tonu fasulye, 12,5 tonu mısır olmak üzere toplam 37,5 ton tohum dağıtılacaktır. Bundan sübvansede edilen yaklaşık 8000 çiftçi yararlanacaktır. Belediye başkanına göre her bir çiftçi 3 kg fasulye ve 2 kg mısır alacaktır.
(Barbosa'nın 2006 çalışmasından derlenmiştir)

v) Epistemolojik veya teorik modelleme yaklaşımı, matematiksel kavramlar arasındaki ilişkilerin veya bir teorinin incelenmesini ve geliştirilmesini ön planda tutan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşıma göre hazırlanan modelleme etkinliklerinde gerçekçi bağlam ikinci plandadır. Örneğin bu yaklaşımda ele alınan Garcia vd. (2006) tarafından yapılan çalışmada matematiksel modelleme süreçleri didaktik bilimindeki antropolojik teoriye göre matematiksel pratikolojiler ile yeniden formüle edilmiştir. Ortaöğretimde fonksiyonel ilişkilerle ilgili bir modelleme süreci bu çerçevede analiz edilmiştir.

vi) Son olarak, bilişsel modelleme yaklaşımında modelleme sürecinde öğrencilerin yaşadıkları bilişsel süreçlerin analizine ve matematiksel düşünme sürecinin geliştirilmesine odaklanılmaktadır. Bu yaklaşımda matematiksel modelleme bilişsel psikoloji bağlamında ele alınmaktadır. Bilişsel yaklaşım çerçevesinde modelleme sürecine odaklanan modelleme araştırmalarına Borromeo Ferri'nin (2006) çalışması örnek olarak verilebilir. Belirttikleri aşamalarda farklılıklara göre literatürdeki modelleme döngülerinin tartışıldığı çalışmada özellikle bilişsel psikolojik açıdan ele alınan modelleme döngüsü vurgulanmıştır.

Kaiser (1995), farklı kaynaklarda yer alan matematiksel modelleme çalışmalarını amaçlarına göre 4 ayrı kategoride ele almıştır. Bunlar a) öğrencilerin gerçek hayat durumlarını daha iyi anlamasına yönelik pedagojik hedefler gözetilen çalışmalar, b) matematiğe ve öğretime yönelik olumlu tutumun gelişmesi ve motivasyonun artırılmasına yönelik psikolojik hedefler gözetilen çalışmalar, c) öğrenme sürecinin şekillendirilmesi ve yeni matematiksel kavramların ve metodların sunumuna yönelik konuyla ilgili hedefler gözetilen çalışmalar ve d) bir bilim olarak matematiğin tarihi gelişiminden kesitler sunan, gerçek hayatta matematik biliminin rolünü irdelemeye yönelik bilimsel hedefler gözetilen çalışmalardır.

Alan yazında matematiksel modelleme yaklaşımları ile ilgili en genel ayırım modellemenin öğretimde kullanım amacına yönelik olarak yapılan sınıflandırmadır (Erbaş vd., 2014). Bu bağlamda matematik öğretiminin amacı ve matematiği öğretmek için kullanılan bir yöntem (araç) olarak iki farklı yaklaşımdan söz edilebilir. İlkinde öğrencilerin matematiksel bilgi ve modellerini gerçek hayat uygulamalarında kullanabilmesine, matematiksel modelleme beceri ve stratejilerinin öğretime odaklanılırken ikincisinde matematiksel modelleme sürecini öğrencilerin kendi matematiksel bilgi ve modellerini geliştirmeleri için kullanmalarına odaklanılmaktadır. Modellemeyi matematik öğretiminin amacı olarak ele alan yaklaşımlarda matematik derslerinin dışında modelleme teknik ve becerilerinin gelişimine yönelik derslerin olması gerektiği vurgulanırken diğer yaklaşımda matematik programlarının içine matematiksel modelleme çalışmalarının yerleştirilmesi önerilmektedir. Julie (2002) bu iki yaklaşımı "içerik olarak modelleme" ve "araç olarak modelleme" şeklinde adlandırmıştır.

Matematiksel modelleme alan yazınında, teorik bir yaklaşım olarak ortaya çıkan ve çalışmaların şekillenmesinde etkili olan birçok farklı yaklaşım vardır. Örneğin Model ve Modelleme Perspektifi ve Freudenthal'in Gerçekçi Matematik Eğitiminin ortaya koyduğu modelleme yaklaşımı modellemenin bir araç olarak kullanıldığı çalışmaların içinde ayrıca ele alınabilir. Matematik eğitimi alanına özgü bu öğretim teorilerinin ikisi de yapılandırmacılık ve sosyo-kültürel teorilere dayanmaktadır (Freudenthal, 1991; Lesh ve Doerr, 2003). Öğrenmeyi, öğretmeyi ve problem çözmeyi açıklayan kapsamlı bir teorik yaklaşım olan Model ve Modelleme Perspektifi'nde modelleme problemleri için "model-oluşturma" (model-eliciting) etkinlikleri ifadesi kullanılmaktadır (Erbaş vd., 2014). Belirli prensipler çerçevesinde oluşturulan bu etkinliklerde gerçek hayat durumları ile karşılaştırılan öğrencilerden model oluşturmaları ve matematiksel kavramları sezgisel olarak ortaya çıkarmaları beklenir. Gerçekçi matematik eğitiminde ise öğrencilerin gerçek hayat problemlerini inceleyerek oluşturdukları kendi formel olmayan bağlama özel modellerinin (model of) geliştirilerek olabildiğince formel ve soyut modellere (model for) dönüşmesi amaçlanmaktadır. Bu iki model (model of ve model for) arasında gerçekleşen modelleme süreci ve formel modele ulaşma hedefi bu teorideki "ortaya çıkan modelleme" yaklaşımını yansıtmaktadır (Doorman ve Gravemeijer, 2009).

Matematiksel modelleme yaklaşımlarına yönelik yukarıdaki sınıflandırmalar farklı ülkelere ait modelleme çalışmalarının genelini yansıtmaktadır. Bu çalışmalar içerisinde her ne kadar bir meta-sentez çalışması olarak belirtilmese de, ICMI ve ICTMA tarafından yürütülen etkinliklerde sunulan matematiksel modelleme çalışmalarının bir tematik analizini yapmasından dolayı meta-sentez olarak adlandırılabilir tek çalışma Kaiser ve Sriraman'ın (2006) çalışmasıdır. Bunun dışında literatürde konuyu bütünsel bir bakış açısıyla, tema ve şablonlar oluşturarak ulaşabildikleri matematiksel modelleme çalışmalarının tamamını eleştirel bir bakış açısıyla sentezleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat literatürde matematiksel modelleme ile ilgili çalışmalardan örnek vererek temel kavramların ve farklı yaklaşımların tartışıldığı teorik çalışmalarla karşılaşmak mümkündür (Kaiser, 1995; Erbaş vd., 2014; Dünder, Gökkurt ve Soylu, 2012). Konuyla ilgili farklı boyutların incelendiği bu çalışmalar aynı zamanda bu meta-sentez çalışmasında kullanılan temalar için bir temel oluşturmuştur.

Literatürde Türkiye'de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarına odaklanan başka bir meta-sentez çalışmasına rastlanmamıştır. Türkiye'de sayısı artarak devam eden matematiksel modelleme çalışmalarının bütüncül bir bakış açısıyla yapılan analizinin bu çalışmalardan daha iyi yararlanmayı sağlayacağı, bundan sonraki araştırmalara yol gösterici olacağı ve diğer ülkelerde yapılan matematiksel modelleme çalışmalarıyla ilgili yapılabilecek benzer analizler için örnek olacağı düşünülmektedir. Matematik öğretiminde anlamlı öğrenmenin sağlanacağı ve öğrencilerin matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesine yardımcı olacağı düşüncesiyle programlarda matematiksel modellemeye özellikle yer verilmektedir. Bu çerçevede matematiksel modellemeyle ilgili araştırmalarda ele alınan yaklaşım ve yönelimlerin derinlemesine araştırılarak sistematik bir şekilde özetlendiği bu çalışma program geliştiriciler için yararlı olacaktır. Öte yandan, bütün dünyada sınıf ortamında ve öğretim süreçlerinde matematiksel modellemenin kullanımı istenen düzeyde değildir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili temel kavramlar, yaklaşımlar ve kullanım şekilleri hakkında bilgilendirilmeleri pratikte matematiksel modellemenin daha fazla yaygınlaşmasını sağlayabilir. Sonuç olarak matematiksel modelleme çalışmaları ile ilgili böyle bir çalışmanın araştırmacılar yanında program geliştiricilere ve öğretmenlere yararlı olacağı düşünülmektedir.

Literatürün bu alanda yeterli düzeyde olmaması (Kaiser, Blomhøj, ve Sriraman, 2006), Türkiye'de bu alanda bir gelişim sürecinin yaşanması bu alanla ilgili yapılan çalışmaların betimsel analizini ve araştırmaya yönelik ihtiyaçların belirlenmesini önemli kılmaktadır. Türkiye'de yapılan modelleme araştırmalarının yeterince farklı sınıf düzeylerinde gerçekleştirilerek çeşitlendirilmesi, daha nitelikli ve kapsamlı çalışmaların yapılması dolaylı olarak okullardaki öğretim süreçlerinin gelişmesine katkı sağlayacaktır. Çalışmaların yıllara göre dağılımı, matematiksel modellemenin en fazla kullanıldığı örneklem grubu ve kullanılan yöntemler hakkında araştırmacıların bilgilendirilmesi bu çalışmanın amaçları arasındadır.

Bu çalışmanın amacı genel olarak, Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modellemeye ilişkin araştırmaların mevcut durumunun betimsel analiz ve meta sentez yoluyla ortaya konmasıdır. Bu çerçevede matematiksel modellemeye ilişkin temel kavramlar ve yaklaşımlardan yola çıkarak mevcut araştırmaların betimsel özellikleri, bu araştırmalardaki yaklaşım ve yönelimler sistematik bir şekilde analiz edilmiştir. Türkiye'deki matematiksel modelleme çalışmalarındaki yaklaşımları belirlemek üzere araştırmacılar tarafından ayrıca oluşturulan tematik sınıflandırmalar bu çalışmanın yöntem bölümünde açıklanmıştır. Çalışmada belirtilen amaç çerçevesinde aşağıdaki sorulara yanıtlar aranmıştır.

- Türkiye'de yapılan matematiksel modelleme çalışmaları yıl, örneklem düzeyi ve metodoloji gibi özelliklere göre nasıl dağılmaktadır?
- Türkiye'deki çalışmalarda matematiksel modelleme hangi şekilde ve hangi hedeflerle kullanılmıştır?
- Türkiye'deki çalışmalarda yaygın olarak hangi modelleme yaklaşımları tercih edilmiştir?

Yöntem

Bu çalışmada, iki içerik analizi yöntemi bir arada kullanılmıştır. Genel olarak, birbirine benzeyen veriler belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilmiş ve sistematik bir şekilde düzenlenerek yorumlanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2005; 228). Öncelikli olarak Türkiye’de yapılan matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi yapılarak sistematik özet bilgiler sunulmuş, daha sonra meta sentez (tematik içerik analizi) yöntemi ile çalışmalar eleştirel bir bakış açısıyla yorumlanmıştır.

Verilerin Analizi

Matematiksel modelleme çalışmalarının betimsel içerik analizi yapıldıktan sonra çalışmaların derinlemesine yorumlanması ve sentez yapılması amacıyla (Çalık ve Sözbilir, 2014) tematik analize (meta sentez) başvurulmuştur. İncelenen çalışmaların tamamına yakını nitel veya nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı karma araştırma olduğu için çalışmaların tematik analize uygun olduğu görülmüştür. Araştırmacılar, alan yazındaki sınıflandırmalardan yararlanarak dört ana tema ve bu temalara bağlı alt temalar belirlemiştirler. Bu temalar “hedef”, “kullanım şekli” ve literatürde geçen 2 farklı yaklaşım türü olan “genel kullanım” ve “modelleme yaklaşımı” temalarıdır.

Araştırmacılar tarafından Türkiye’deki matematiksel modelleme çalışmalarının amaçları dikkate alınarak “hedef” teması oluşturulmuş, alan yazında kullanılan sınıflandırmalardan da yararlanılarak bu tema dört başlık altında ele alınmıştır. Kaiser’in (1995) alanyazında geçen sınıflandırmasında matematiksel modelleme çalışmalarının hedefleri ‘pedagojik’, ‘psikolojik’, ‘konuyla ilgili’ ve ‘bilimsel’ olmak üzere dört kategoride ele alınmaktadır. Bu sınıflandırmada bir konunun ya da kavramın daha iyi öğretilmesini içeren çalışmalar, ‘konu ile ilgili hedefler’ kategorisinde incelenmiştir. Pedagoji, bir konunun daha iyi öğretilmesi veya konunun öğretimi ve öğrenimi sırasında yaşanan problemleri de içine alan daha genel bir kavram olduğu için yazarlar, Kaiser’den farklı olarak öğrenme, öğretme ve anlamaya yönelik hedefleri olan bütün çalışmaları “pedagojik” kategorisinde ele almıştır. Kaiser’in (1995) de ayrı bir kategori olarak ele aldığı psikolojik hedefler güden çalışmalar “duyuşsal” kategorisi ile ifade edilmektedir. Pedagojik ve duyuşsal hedeflerden çok matematiksel modelleme sürecinin anlaşılmasına odaklanan ve bu süreçteki bilişsel basamakların analizini hedefleyen çalışmalar “süreç” kategorisi altında gruplanmıştır. Son olarak süreçten çok alandaki teorilerin açıklanmasına ve geliştirilmesine yönelik hedefleri olan çalışmalar “teorik” kategorisi ile ifade edilmiştir.

Çalışmalarda matematiksel modellemenin etkinlik veya problemler ile uygulandığı, nadiren de öğrencilere verilen görevlerin etkinlik veya problem olması dikkate alınmadan teknoloji ile gerçekleştirilen modellemenin incelendiği gözlenmiştir. Modellemenin ne ile veya hangi ortamda kullanıldığına göre farklılaşan bu çalışmalar, ‘kullanım şekli’ temasına göre sınıflandırılmıştır. Bu tema, çalışmalarda matematiksel modellemenin öğretim sürecinin hangi bileşenleri ile uygulandığını veya hangi içerik ile sunulduğunu ifade etmektedir.

“Genel kullanım” ve “modelleme yaklaşımı” temaları alan yazında açıklanan temalardır. Bunlardan “genel kullanım” teması ile çalışmaların matematiksel modellemenin kullanım amacına göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. “Modelleme yaklaşımı” teması ile ise incelenen modelleme çalışmalarının Kaiser ve Sriraman (2006) tarafından belirlenen modelleme yaklaşımlarından hangisine girdiğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada Kaiser ve Sriraman’dan (2006) farklı olarak “epistemolojik yaklaşım” daha geniş ele alınmış, her türlü teorik inceleme bu yaklaşıma dâhil edilmiştir. Çalışmaların kodlama sürecinde elde edilen bilgiler ışığında temaların revize edilmesiyle oluşturulan ana şablonun son şekli Tablo.1 de verilmiştir. Oluşturulan ana şablonun amacı Türkiye’deki matematiksel modelleme çalışmalarının eleştirel bir bakış açısıyla sentezlenmesi ve yorumlanmasıdır (Çalık ve Sözbilir, 2014). Çalışmalar bu şablona göre incelenerek benzerlik ve farklılıklar karşılaştırmalı olarak ortaya konmuştur.

Tablo 1. Belirlenen Temalar ve Kısa Açıklamaları

Temalar	Alt Temalar	Açıklama
1.Hedef	a)Pedagojik	Öğrenme, öğretme ve anlamaya yönelik hedefleri olan
	b)Duyuşsal	Güdü ve matematiğe karşı tutum gibi duyuşsal özellikleri dikkate alan
	c)Süreç	Modelleme sürecinin anlaşılmasına odaklanan
	d)Teorik	Alandaki teorilerin açıklanmasına ve geliştirilmesine odaklanan
2.Kullanım Şekli	a)Etkinlik	Model oluşturma etkinlikleri ile
	b)Problem	Modelleme problemleri ile
	c)Teknoloji	Matematik yazılımı kullanarak
3.Genel Kullanım	a)Amaç	Modellemeyi matematik öğretiminin amacı olarak ele alan, matematiksel modellemenin öğretime odaklananlar
	b) Araç	Modellemeyi matematiği öğretmek için kullanılan bir yöntem olarak ele alan, modellemeyi öğrencilerin bilgi ve modellerini geliştirmek için kullanmaya odaklananlar
4.Modelleme Yaklaşımı	a)Gerçekçi	Gerçekçi veya uygulamalı modelleme yaklaşımı, gerçek hayatın anlaşılması adına modelleme yeterliliklerinin geliştirilmesi, gerçek hayat problemlerinin çözümü
	b)Bağlamsal	Konu ile ilgili ve psikolojik hedefler güdülmesi, sözel problemlerin çözümüne ve anlamlı öğrenmeye odaklanılması
	c)Eğitimsel	Öğrenme süreçlerinin oluşturulmasını ve geliştirilmesi, öğretici modelleme, bir kavramın sunumunu ve geliştirilmesi
	d)Epistemolojik	Alan ile ilgili teorik incelemeler
	e)Bilişsel	Modelleme sürecinde öğrencilerin yaşadıkları bilişsel süreçlerin analizi, matematiksel düşünme sürecinin geliştirilmesine odaklanılması

Verilerin Toplanması

Bu çalışma, matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme konusuna odaklanan, Türkiye’de 2004-2014 yılları arasında yayımlanmış araştırmaların analizinden oluşmaktadır. Bu çalışmada örneklem büyüklüğüne bir sınırlama getirilmemiş, belirlenen ölçütlere uygun olan tüm nitelikli çalışmalar örnekleme alınmıştır. Öncelikle Türkiye adresli ERIC, SSCI, SCI veya AHCI indeksli dergiler (Eğitim ve Bilim, Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education), daha sonra ULAKBİM ve ASOS veri tabanlarında indekslenen ilgili dergiler taranmıştır. Bunların dışında Google gelişmiş arama motorundan ve YÖK ulusal tez merkezinden ‘modelleme eğitimi’, ‘matematiksel modelleme’, ‘model oluşturma etkinliği’, ‘modelleme etkinliği’, ‘mathematical modeling’, ‘model eliciting activities’ anahtar kelimeleri ile taramalar yapılmıştır. Aynı yazarın hem tezine hem de bu tezinden elde ettiği makaleye ulaşılmış ise tez çalışması, eğer YÖK veri tabanından tezin tam metnine ulaşılamıyor ise makalesi çalışma kapsamına dâhil edilmiştir. Çalışmaların kodlanması ve değerlendirilmesi sırasında veri toplama aracı olarak aşağıdaki form kullanılmıştır.

Tablo 2: Veri Toplama Aracı Olarak Kullanılan Form

A. ARAŞTIRMANIN KÜNYESİ			
ADI			
Yazarlar:		DERGİ TÜRÜ	
Yayın Türü:		Yayın Yılı:	
B. KONUSU			
C. AMACI			
D. SONUÇ			
E. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ :			
Nitel		Nicel	Karma
Eylem Araştırması ()		DeneySEL Desen ()	
Fenomenoloji ()		Tarama Yöntemi ()	
Durum Çalışması ()			
Kuram Oluşturma ()			
Diğer ()			
F. ÖRNEKLEM		G. GENEL KULLANIM	H. MODELLEME YAKLAŞIMI
ÖRNEKLEM TÜRÜ	ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜĞÜ	Amaç ()	Gerçekçi ()
İlköğretim (1-5)()		Araç ()	Bağlamsal ()
İlköğretim (6-8) ()			Eğitimsel ()
Ortaöğretim (9-12) ()			Epistemolojik ()
Lisans ()			Bilişsel ()
Öğretmen ()			
Lisansüstü ()			
I. HEDEF		İ. KULLANIM ŞEKLİ	
Pedagojik () Duyuşsal () Süreç () Teorik ()		Etkinlik () Problem () Teknoloji ()	

Bazı çalışmalar (3 adet) modellemeyi sadece somut nesnelerin kullanımı olarak tanımlayan ve bu çalışmanın giriş kısmında açıklanan matematiksel modelleme kavramı ile ilişkilendirilemeyen çalışmalar oldukları için araştırma kapsamından çıkarılmıştır. Ayrıca bu çalışmada sempozyum, kongre vb. bilimsel etkinliklerde sunulan bildiriye yer verilmemiştir. Bunun nedeni ise, araştırmacıların temalarda belirlenen matematiksel modelleme yaklaşımlarını belirlemede zorlanmasıdır. Çalışma kapsamına dâhil edilen araştırmaların belirlenmesinde dikkate alınan ölçütler aşağıda verilmiştir.

- Çalışmanın matematik eğitimi alanında ve matematiksel modelleme ile ilgili olması.
- Makalelerin hakemli bir dergide yayınlanmış olması.
- Çalışmaların 2004-2014 yıllarında yayınlanmış olması.
- Taramanın haziran-ağustos 2014 tarihleri arasında yapılması.
- Çalışmaların Türkiye’de yapılmış olması.
- Çalışmada takip edilen araştırma süreçlerinin açıkça belirtilmiş olması.

Veri toplama sürecinin sonunda toplam 37 adet çalışmanın belirtilen ölçütler kapsamında araştırmaya dâhil edilmesine karar verilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen araştırmalar ve betimsel özellikleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Çalışmaya Dahil Edilen Araştırmalar

Çalışmalar	YÖNTEMLER								Örneklem Öğrenim Düzeyi	YAYIN YILI			
	Eylem Araştırması	Fenomenoloji	Durum Çalışması	Karma Yöntem	DeneySEL Yöntem	Tarama Modeli	Kuram Oluşturma	Teorik İnceleme		Diğer	2007-2008	2009-2010	2011-2012
Akgün vd. [1]	x								Öğretmen				x
Aydın [2]		x							Öğretmen	x			
Bal, Doğanay [3]	x								Lisans				x
Beyazıt vd. [4]			x						Öğretmen			x	
Çiltaş [5]				x					Lisans			x	
Çiltaş [6]					x				Lisans			x	
Dede, Güzel [7]			x						Öğretmen				x
Dede, Güzel [8]								x	Öğretmen				x
Dede, Yılmaz [9]			x						Lisans				x
Dişbudak [10]				x					İlköğretim				x
Doruk [11]			x						İlköğretim			x	
Doruk [12]			x						İlköğretim			x	
Doruk [13]				x					İlköğretim		x		
Durmuş [14]						x			Lisans			x	
Dündar vd. [15]								x	Teorik			x	
Eraslan [16]								x	Lisans			x	
Eraslan [17]			x						Lisans			x	
Erbaş vd. [18]								x	Teorik				x
Güder [19]								x	Öğretmen				x
Güzel, Uğurel [20]			x						Lisans		x		
Hıdıroğlu, Güzel [21]								x	Lisans				x
Hıdıroğlu, Güzel [22]								x	Teorik				x
Kaf [23]					x				İlköğretim	x			
Kal [24]				x					İlköğretim				x
Karalı [25]			x						Lisans				x
Kertil [26]			x						Lisans	x			
Keskin [27]			x						Lisans	x			
Olkun vd. [28]					x				İlköğretim		x		
Özaltun vd. [29]			x						Lisans				x
Özdemir, Üzel [30]								x	Lisans		x		
Sağırılı [31]				x					Lise		x		
Sandalcı [32]				x					İlköğretim				x
Tuna vd. [33]						x			Lisans				x
Türker vd. [34]								x	Lisans		x		
Ural, Ülper [35]				x					Lisans				x
Ünveren [36]				x					Lisans		x		
Zeytun [37]			x						Lisans				x

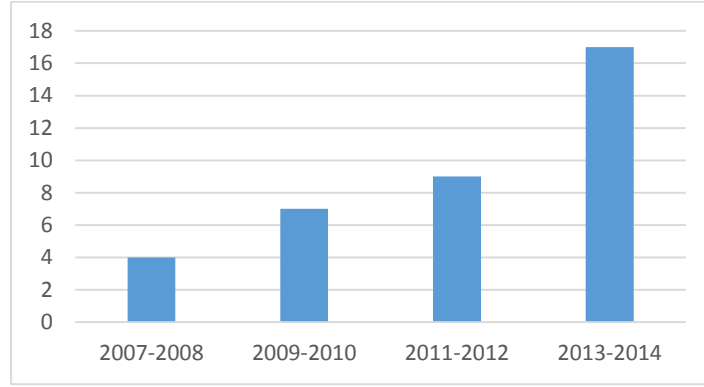
Çalışmanın Geçerlik ve Güvenirliği

Çalışmanın geçerliği için içsel homojenlik ve dışsal heterojenlik ölçütleri dikkate alınarak kategorileri oluşturan temaların kendi aralarında tutarlılığı değerlendirilmiştir. Yöntem bölümünde veri toplama ve analizi sırasında takip edilen işlemler ayrıntılı olarak açıklanmış, yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular sunulurken yorumlama yoluna gidilmiştir. İlgili dokümanlar olası teyide yönelik muhafaza edilmek üzere kayıt altına alınmıştır. Çalışmanın güvenirliliği için ise temalar kuramsal yapı dikkate alınarak oluşturulmuş, çalışmanın başında veri analizinde elde edilen çözümlerlerin olduğu gibi verilmesine dikkat edilmiştir. Ayrıca dış güvenirliliği için benzer çalışma yapacak araştırmacılara incelenen durum ve kullanılan yöntemlerle ilgili detaylı bilgi verilmiştir. Çalışmaların oluşturulan kategorilere uygunluğu iki uzman tarafından değerlendirilmiş ve iki uzmanın değerlendirmesi arasında %96,7 uyum bulunmuştur.

Bulgular

Betimsel Analiz Sonucu Elde Edilen Bulgular:

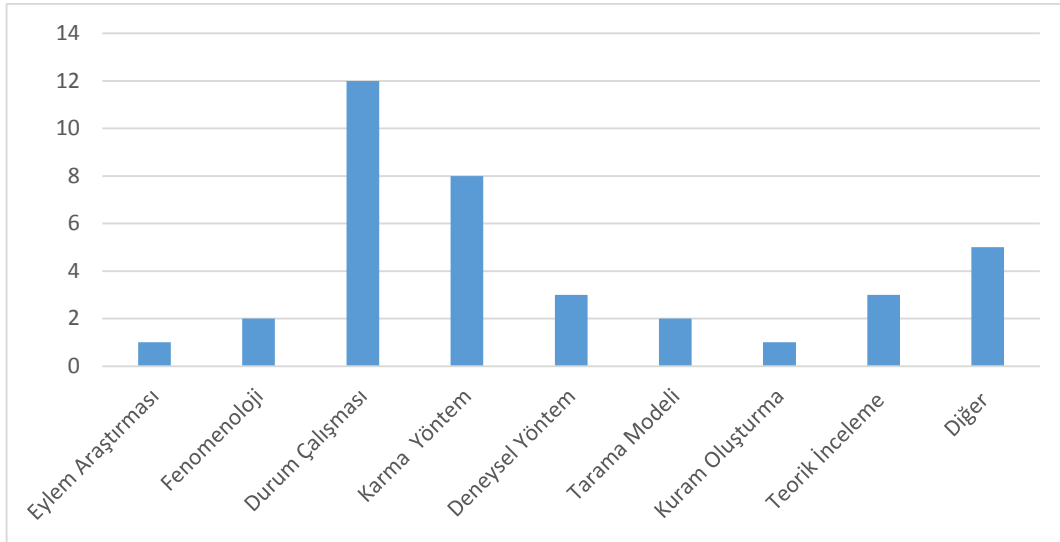
Bu bölümde “Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmaları yıl, örneklem düzeyi ve metodoloji gibi özelliklere göre nasıl dağılmaktadır?” sorusuna cevap aranacaktır. Çalışmaya 2004-2014 yılları arasında yayımlanan araştırmalar dâhil edildiğinde Türkiye’de yapılan ilk araştırmanın 2007 yılında yapıldığı görülmüştür. Son yıllardaki matematiksel modelleme ile ilgili çalışmaların yıllara göre dağılımı Grafik 1’de verilmiştir.



Grafik 1. Çalışmaların Yıllara Göre Dağılımı

Çalışmaların örneklemi incelendiğinde, 37 çalışmanın 19’unun eğitim fakültelerinin matematik bölümlerinde öğrenim gören lisans öğrencileri ile yapıldığı görülmektedir (Tablo 3). Bu sayı çalışmaların yarısından fazladır. Çalışmaya bildiri dışındaki hemen hemen Türkiye’deki bütün matematiksel modelleme çalışmalarının dâhil olduğu göz önüne alınırsa örneklemini ilköğretim ve lise öğrencileri olan 9 çalışmanın çok az olduğu söylenebilir. Bunlardan sadece biri lise öğrencileri ile yapılmıştır. Geriye kalan 3 teorik inceleme dışındaki 6 çalışmanın örneklemini öğretmenlerdir.

Araştırmalar metodolojilerine göre incelendiğinde çoğunun nitel araştırma olduğu görülmektedir (Grafik 2). Bu nitel çalışmaların yaklaşık yarısı durum çalışmasıdır. Kertil [26] durum çalışmasının avantajının araştırmacıya özel bir duruma yoğunlaşarak derinlemesine araştırma yapma, nicel ve nitel araştırma yöntem ve metotlarını birlikte kullanma fırsatı vermesi olduğunu belirtmiştir. Karma yöntemin kullanıldığı çalışmalar incelendiğinde genellikle deneysel yöntemin esas alındığı, örneklem grubunun görüşleri alınarak çalışmaların nitel yönden desteklendiği görülmüştür. Ayrıca sadece deneysel yöntemin kullanıldığı (3 adet) çalışmalara da rastlanmıştır. Diğer çalışmaların fenomenoloji (2adet), eylem araştırması (1 adet) gibi çeşitli nitel araştırma yöntemlerini kullandıkları görülmektedir. Ayrıca alanın epistemolojisinin anlaşılması adına yapılan teorik incelemelerin (theoretical study) de yaygınlaştığı görülmektedir.



Grafik2. Çalışmaların Metodolojilerine Göre Dağılımı

Genel olarak durum çalışması yöntemi kullanan tüm araştırmaların ortak noktası, örneklem grubunun matematiksel modelleme süreci ile etkileşimini derinlemesine analiz etmek olmuştur. Araştırmalar, bu süreçte, bazı bilgi ve beceriler ([11], [12], [26], [27]), kullanılan gösterim şekilleri [29], yeterlikler [9], karşılaşılan güçlük ve engelleri ([26], [17], [34]) belirlemişlerdir. İlgili araştırmaların genel olarak gerçek dünya problemlerine matematiksel model kurma ya da kurulan matematiksel modellerin gerçek dünyaya uyarlanması aşamalarında problem yaşandığını tespit etmeleri dikkat çekicidir. Bununla birlikte, model, modelleme ve matematiksel modellemeye yönelik düşünce ve görüşler ([4], [25]) belirlenmiştir. Farklı yöntemler kullanılarak yapılan, hedeflenen örneklemin matematiksel modelleme hakkında görüşlerinin belirlendiği çalışmalar da mevcuttur. Bu çalışmalarda, matematiksel modelleme uygulaması sırasında ya da sonrasında örneklem grubundan alınan ortak görüşler toplanmıştır. Bu çalışmaların üçü öğretmenlerle, ([1], [4], [19]), beşi öğretmen adaylarıyla ([16], [30], [34], [25], [37]), biri ise ortaöğretim öğrencileriyle [31] yapılmıştır.

Araştırmaların sonucunda nitel yöntemlerle analiz edilen görüşler genel olarak incelendiğinde (Tablo 4) matematiksel modellemenin dersin daha iyi anlaşılmasını, kalıcı öğrenmeyi, matematiksel kavramların görselleştirilmesini ve derse ilgi ve motivasyonun artmasını sağlayacağı ([1], [19]), olumsuz olarak ise matematiksel modellemenin zaman aldığı, matematiksel modellere ulaşmada ve bu modelleri sınıf ortamında kullanmada güçlük çekilebileceği ifade edilmiş, modellemenin ilkokuldan üniversiteye tüm programlarda yer alması gerektiği belirtilmiştir ([1], [19], [34]). Modellemenin en çok kullanılabileceği konuların; kesirler, sayma pulları, özdeşlikler, cebir karoları konuları olduğu ortak görüş olmuştur ([1], [4], [19]). Model oluşturma etkinliği ile çalışılan araştırmalarda örneklem grubunun bazı duyuşsal faydalar (merak arttırıcı, zevkli eğlenceli) ile beraber günlük hayattaki problemlere çözüm bulma, üst düzey düşünme, farklı boyutlardan bakabilme, kendini ifade etme, empati kurma, sosyalleşme, yeni bir düşünce ortaya koyma gibi faydalarının olabileceği ifade edilmiştir ([16], [25], [30], [34]). Model oluşturma etkinliğinin uygulanması sırasında yaşanan zorluk ve kaygıların; belirsizlik, bakış açısına göre yön değiştiren üst düzey düşünme gerektirmesi, uygulama esnasında yarış içine girilmesi ve zamanın yetmemesi olduğu belirtilmiştir ([16], [25], [30], [37]). Pedagojik açıdan bakıldığında ise uygulama esnasında grup çalışmasının ve tartışma ortamının olması gerektiği, ayrıca öğretmenin rehber, destekleyici, sınıfa hâkim, aktif ve etkili iletişim özelliklerinin olması gerektiği ifade edilmiştir ([31], [16], [30]).

Tablo 4. Nitel Yöntemlerle Analiz Edilen Görüşler

Matematiksel Modellemeye Yönelik Olumlu Görüşler	Dersin daha iyi anlaşılması ve kalıcı öğrenme[1] Derse olan ilginin artması [1], [19]
Matematiksel Modellemeye Yönelik Olumsuz Görüşler	Zaman alıcı olması [1] Matematiksel modellere ulaşmanın ve bu modelleri sınıf ortamında kullanımının güç olması [1]
Öğretim programına yönelik görüşler	Öğretim programında daha fazla değinilmesi gerektiği [1], [34], [19]
Matematiksel modellemenin en çok kullanıldığı konular	Kesirler, sayma pulları, özdeşlikler, cebir karoları [1], [4], [19]
Model Oluşturma Etkinliğinin (MOE) Faydaları	Grup çalışmasının ve tartışma ortamının pozitif etkilerinin olacağı [16], [30] İlginç, eğlenceli, ilgi çekici, merak arttırıcı [30] Günlük hayattaki problemlere çözüm bulmayı sağlaması [30], [34] Kendini ifade etme, empati kurma, sosyalleşme[16] Yeni bir düşünce ortaya koyma [16],[25]
MOE'nin sınıfta uygulanması esnasında yaşanan zorluklar	Belirsizlik olması ve bakış açısına göre yön değiştirmesinden kaynaklanan zorluk [16], [25] Deneyim eksiklikleri, zaman sıkıntısı [37] Yarış içerisine girmek, strese girmek [30]
MOE uygulama sırasında öğretmenin rolü	Destekleyici, düşünce açığa çıkarıcı, rehber, iletişim gücü yüksek, sabırlı ve aktif olmalı [31]

Meta Sentez Sonucu Elde Edilen Bulgular:

Bu bölümde “Türkiye’deki çalışmalarda matematiksel modelleme hangi şekilde ve hangi hedeflerle kullanılmıştır?” ve “Çalışmalarda yaygın olarak hangi modelleme yaklaşımları tercih edilmiştir?” sorularına cevap aranacaktır.

“Hedef” ve “Kullanım Şekli” Temaları:

Çalışmaya dahil edilen araştırmalar hedeflerine göre yöntem kısmında açıklanan “pedagojik”, “duyuşsal”, “süreç” ve “teorik” alt temaları çerçevesinde değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmedeki esas amaç çalışmaların hedefleri ile bu çalışmalardaki modellemeye bakış açısını ayırmaktır. Örneğin araştırmada modellemeye yaklaşımı bilişsel olmasına karşın modellemeyle ilgili teorilerin açıklanmasını hedefleyen “teorik” çalışmalarla karşılaşılmıştır. Çalışmaların bu temalara göre dağılımı Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Çalışmaların Modelleme Hedeflerine Göre Dağılımı

Tema	Alt Tema	Örnek Çalışmalar	FREKANS (YÜZDE)
Hedef	Pedagojik	(Çiltaş, 2011)	20 (% 49)
	Duyuşsal	(Ünveren, 2010)	9 (% 22)
	Süreç	(Hidroğlu ve Güzel, 2013)	9 (% 22)
	Teorik	(Erbaş vd., 2014)	3 (% 7)

Tablo 5’e göre Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmalarının yaklaşık yarısında herhangi bir matematiksel kavramın daha iyi anlaşılmasına, öğrencilerin bilgi, beceri ve akademik performansının artırılmasına yönelik pedagojik hedefler güdülmüştür. Bu çalışmalarda genel olarak öğretim süreçlerinde modelleme etkinlikleri ya da modelleme problemleri kullanılmış, anlamlı öğrenmeye vurgu yapılmıştır. Bu çalışmalarda bir önceki bölümde değinildiği gibi genellikle modelleme çalışmasının öğretim süreçlerine olumlu etkilerinin olduğu görülmüştür. Benzer durum modellemenin öğrencilerin tutumlarına etkisini belirlemeye yönelik olarak yapılan “duyuşsal”

hedefleri olan çalışmalar için de geçerlidir. Az sayıdaki “teorik” araştırma dışındaki “duyuşsal” ve “süreç” kategorilerindeki çalışmaların aynı oranda olduğu görülmektedir. Gerçek dünya ile matematik arasındaki her iki yönde gerçekleşen çevirim sürecini ifade eden (Blum ve Borromeo Ferri, 2009) matematiksel modelleme sürecinin anlaşılmasına yönelik alan yazında birçok çalışma olmasına karşın sürece yönelik ortak bir açıklamadan bahsetmek mümkün değildir. Sonuç olarak sürecin anlaşılmasına yönelik çalışmaların gelecekte de devam edeceği düşünülmektedir. Az sayıda da olsa (4 adet) birden fazla kategoriye giren, örneğin hem pedagojik hem de duyuşsal hedefi olan [10] çalışmalar da vardır. Bu çalışmaların az olması birden fazla hedefi olan modelleme çalışmalarının zorluğundan kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmaların “kullanım şekli” temasına göre dağılımı Tablo 6’da verilmiştir. Bu tema matematiksel modellemenin çalışmalarda öğretim süreçlerinin hangi bileşenleri ile kullanıldığını ifade etmektedir.

Tablo 6. Çalışmaların Modellemenin Kullanım Şekline Göre Dağılımı

Tema	Alt Tema	Örnek Çalışmalar	FREKANS (YÜZDE)
Kullanım Şekli	Etkinlik	(Doruk, 2012)	23 (% 71)
	Problem	(Kertil, 2008)	8 (% 24)
	Teknoloji	(Aydın, 2008)	2 (% 6)

Tablo 6’ya göre matematiksel modelleme çalışmalarının büyük bir bölümü etkinliklerle yapılmıştır. Son yıllarda yaygın olarak kullanılan, yapılandırmacılık ve sosyo-kültürel teorilere dayanan model ve modelleme perspektifi gibi öğretim yaklaşımlarının etkisi, yeni öğretim programlarında vurgulanan etkinlik tabanlı çalışmalar bu durumu ortaya çıkarmış olabilir. Aslında belirli tasarım ilkeleri ile oluşturulan problem durumları olan model oluşturma etkinlikleriyle öğrencilere otantik ve amaca uygun gerçek hayat durumlarının daha etkili sunulabildiği de düşünülebilir. Sonuç olarak Türkiye’de modelleme çalışmaları daha çok etkinlikler kullanılarak yaygınlaşmıştır. Bunun dışında çalışmaların dörtte bire yakını problemler kullanılarak gerçekleştirilmiş ve az sayıda (2) çalışmada dijital ortamlar kullanılmıştır. Teknoloji kullanımına yönelik bir çok projenin gerçekleştirildiği (Akgün vd., 2011) Türkiye’de matematik yazılımlarından yararlandığı matematiksel modelleme çalışmalarına öncelik verilmemesi dikkat çekicidir.

“Genel Kullanım” ve “Modelleme Yaklaşımı” Temaları:

Bu bölümde Türkiye’deki çalışmalar alan yazında genel olarak kabul gören yaklaşımlara göre değerlendirilecektir. Çalışmaya dâhil edilen araştırmalarda matematiksel modellemenin kullanım amacını ifade eden “genel kullanım” temasına göre dağılımı Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Çalışmaların Modellemenin Kullanım Amacına Göre Dağılımı

Tema	Alt Tema	Örnek Çalışmalar	FREKANS (YÜZDE)
Genel Kullanım	Amaç	(Özer Keskin, 2008)	12 (% 32)
	Araç	(Sandalcı, 2013)	25 (% 68)

Genel olarak bakıldığında matematiksel modellemeyi matematiği öğretmek için kullanılan bir yöntem olarak ele alan çalışmalar çoğunluktadır. Modellemenin “amaç” olduğu çalışmalar ise, modellemenin “araç” olarak ele alındığı çalışmaların yaklaşık yarısı kadardır. Modelleme beceri ve stratejilerinin öğretiminin, matematiksel modellemenin öğretimde kullanımını arttırabileceği düşünülürse öğrencilerin matematiksel modelleme becerilerinin geliştirilmesini ve öğretimini amaçlayan daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Araştırmada çalışmalar Kaiser ve Sriraman’ın (2006) ortaya koyduğu modelleme yaklaşımlarına göre de değerlendirilmiştir. Her ne kadar bu yaklaşımları birbirinden kesin çizgilerle ayırmak mümkün olmasa da çalışmaları birbirinden bağımsız olarak analiz eden araştırmacıların

sadece bir çalışmada farklı sonuç elde ettikleri görülmüştür. Bu durum da araştırmacılara göre eğitimsel yaklaşımın, gerçekçi ve bağlamsal yaklaşımın bir çeşit karması olarak düşünülebileceğinden (Erbaş vd., 2014) kaynaklanmıştır. Bu değerlendirme ile amaç Türkiye’deki mevcut çalışmaların alan yazına göre seyrini belirlemektir. Çalışmaların “modelleme yaklaşımı” temasına göre dağılımı Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Çalışmaların Modelleme Yaklaşımına Göre Dağılımı

Tema	Alt Tema	Örnek Çalışmalar	FREKANS (YÜZDE)
Modelleme Yaklaşımı	Gerçekçi	(Doruk,2010)	6 (% 15)
	Bağlamsal	(Dişbudak,2014)	11 (% 28)
	Eğitimsel	(Olkun ve vd., 2009)	13 (% 33)
	Bilişsel	(Tekin Dede ve Yılmaz, 2013)	7 (% 20)
	Epistemolojik	(Dündar vd, 2012)	2 (% 5)

Tablo 8’e göre matematiksel modelleme çalışmalarında en fazla eğitimsel ve bağlamsal yaklaşım ile karşılaşılmaktadır. Buna göre çalışmaların yaklaşık olarak üçte ikisinde matematiksel modelleme; genel olarak matematiksel bir kavramın anlaşılması ([10],[36],[1],[23]), öğretim süreçlerinin geliştirilmesi ([28], [4], [11], [12]) veya anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesine yönelik gerçek hayat durumları ([10], [8], [36], [20]) çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bu iki alt temadaki çalışmaların çoğunda (15 adet) Model ve Modelleme Perspektifi yaklaşımı çerçevesinde model oluşturma etkinliklerinden yararlanılmıştır. Araştırmacıların karşılaştığı en önemli problem bu çalışmaların çoğunda model oluşturma etkinliklerinin nasıl uygulandığının yeterince açıklanmamasıdır.

Çalışmaların beşte biri, modelleme sürecine odaklanılarak bilişsel yaklaşım çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Modelleme sürecinde meydana gelen zihinsel süreçlerin analiz edildiği bu çalışmalarda genellikle öğrencilerin modelleme süreci sırasında karşılaştığı zorluklar ele alınmıştır. Bunun dışında, öğrencilerin gerçek hayat problemleri ile başa çıkmak için modellemeden nasıl yararlanabileceğini araştıran, öğrencilerin günlük yaşamda matematiği kullanma becerisini modelleme çalışmalarının ne kadar etkilediğini belirlemeye çalışan modelleme araştırmaları genele göre çok az değildir. Bu çalışmalar “gerçekçi” modelleme yaklaşımı alt temasında ele alınmıştır. Araştırmacılar, mühendislik veya uygulamalı matematik gibi diğer alanlardaki matematiksel modelleme çalışmaları dikkate alındığında bu sayının çok daha fazla olduğunu düşünmektedirler. Araştırmacılar epistemolojik yaklaşım alt temasında modelleme ile ilişkilendirilen teorileri inceleyen ve karşılaştıran çalışmaları ele almışlardır. Bu çerçevede değerlendirilebilecek sadece 2 çalışma ile karşılaşılmıştır ([15], [18]).

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Türkiye’de yapılan matematiksel modelleme çalışmaları incelendiğinde hızla artan araştırma sayısına rağmen yeterli düzeyde bir kapsam ve çeşitliliğe ulaşamadığı görülmektedir. Çoğu nitel olan matematiksel modelleme araştırmalarının büyük bir kısmının bir durum çalışması ya da karma yöntem araştırmaları olduğu bulunmuştur. Bunların dışında çok az sayıda fenomenoloji ve kuram oluşturma gibi yöntemler kullanılmıştır. Nitel analiz yöntemleri kullanarak daha çok betimsel analiz şeklinde, belirli bir araştırma modeli çerçevesinde yürütülmeleyen araştırmalarla da karşılaşmıştır (5adet). Bu durum Karadağ’ın (2010) çalışmasında elde ettiği bulgularla paralellik göstermektedir. Karadağ, Türkiye’de yapılan doktora tezlerini incelediği çalışmasında, bir kısım çalışmanın model tasarlanmadan yapıldığı veya çalışmanın herhangi bir bölümünde tasarlanan modelin açıklanmasına gerek duyulmadığı sonucuna varmıştır. Oysaki Karadağ’a göre bilimsel araştırmalarda bir araştırma modeline uyulması araştırmanın yönlendirilmesi bakımından zorunludur (Türkdoğan, 2003 akt. Karadağ, 2010).

Matematiği gerçek hayatta kullanma süreç ve becerilerinin anlamlı bir şekilde gelişebilmesi için, matematiksel modelleme çalışmalarının ilkökul yıllarından itibaren başlaması gerektiği ileri sürülmektedir (Jones, Langrall, Thornton, ve Nisbet, 2002 akt: English ve Watters, 2004). Bu iddia bizi her öğrenim düzeyinde çalışma yapmaya davet etmektedir. Oysaki matematiksel modelleme çalışmalarının çoğunun öğretmen adayları ile gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu durum araştırmacıların uygulama sahası olan okullardan yeterince yararlanamadığının bir göstergesi olarak düşünülebilir. Araştırmacılar bürokratik işlemlerden dolayı ortaokul ve liselerde çalışma yapmaktansa öğretmen adayları ile çalışma yapmayı tercih ediyor olabilir. Öte yandan hem araştırmacıların hem de öğretmenlerin küçük yaş grupları ile nitelikli matematiksel modelleme çalışmaları gerçekleştirmekte zorlandıkları da düşünülebilir. Nitekim küçük yaş gruplarıyla yapılan çalışmaların daha üst düzeyde matematik pedagojik içerik bilgisi gerektirdiği söylenebilir. Kaiser ve Sriraman (2006) tarafından ortaya konan epistemolojik yaklaşım alt teması, matematiksel modellemenin matematiksel kavramların karşılaştırılması için kullanıldığı hatta bir durumdan oluşturulan modellerle matematiksel bir teorinin gelişimini sağlayan (Revuz, 1971) çalışmaları dikkate almaktadır. Fakat araştırmacılar Türkiye’deki matematik eğitimi araştırmalarında bu anlamda bir çalışmaya rastlayamamışlardır. Benzer durum toplumda matematiksel modellemenin rolünü ön plana çıkaran sosyo-kritik yaklaşım için de geçerlidir. Türkiye’deki matematiksel modelleme çalışmalarında öğretim süreçlerinin geliştirilmesi, anlamlı öğrenmenin sağlanması ve bir konunun daha iyi kavratılması gibi noktalara çoğunlukla değinilmektedir. Çalışmaların çoğu eğitimsel ve bağlamsal modelleme yaklaşımı çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Bununla beraber Türkiye’deki matematiksel modelleme çalışmalarında matematiksel modelleme bir araç olarak ele alınmakta ve ağırlıklı olarak pedagojik hedefler gözetilmektedir. Öte yandan okullarda yapılan çalışmaların oldukça sınırlı olması matematik öğretiminin başlıca hedef kitlesi olan ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik gerçekleştirilmemesi çalışmaların hedeflerinin gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Yani okullarda farklı öğrenci düzeylerinde yapılması gereken çalışmalar daha çok üniversite öğrencileri ile yapılmaktadır. Buna göre, ortaokul ve lise matematik programlarında vurgulanan matematiksel modelleme çalışmalarının Türkiye’deki alanyazın tarafından yeterince beslenmesinin mümkün olmayacağı düşünülmektedir.

Matematiksel modelleme çalışmalarının genel olarak etkinliklerle gerçekleştirildiği görülmüştür. Etkinlik, bir görevin (taskın) belirli bir pedagojik yaklaşımla hayata geçirilmesi olarak ifade edilmektedir. (Özmentar, Bozkurt, Demir, Bingölbali, ve Açıl, 2010). Bu durumda önemli olan, etkinliğin nasıl yürütüldüğü, öğretmenin etkinlikle ne kadar ilgili olduğudur. Bunun için, etkinliğin niteliği ile birlikte, uygulama şekli de önemli hale gelmektedir. Etkinliğe yönelik yapılan araştırmalarda, uygulamanın nasıl yapıldığının da özellikle vurgulanması önerilmektedir. Özellikle model ve modelleme perspektifi yaklaşımının öne sürdüğü ve modelleme yaklaşımlarından bağlamsal yaklaşım çerçevesinde ele alınan model oluşturma etkinliklerinin tasarım ilkelerine daha fazla vurgu yapılması yanlıştır uygulamaların önünü alabilir.

Türkiye’de yapılan az sayıdaki deneysel çalışmada matematiksel modelleme çalışmaları ile yürütölen öğretim süreçlerinin genel olarak akademik başarıyı ve matematiğin günlük yaşamda kullanımını olumlu yönde etkilediği görölmektedir. Fakat bu çalışmaların sayısının az olmasından ve bu çalışmalarda matematiksel modelleme ile öğretimin nasıl gerçekleştirildiği yeterince detaylı bir şekilde açıklanmamasından dolayı matematiksel modellemenin etkisinin daha sistematik bir şekilde değerlendirilmesi mümkün olmamaktadır. Özellikle matematiksel modelleme ile öğretimin hangi şekillerde ve şartlarda daha etkili olacağına dair çalışmaların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Türkiye’de matematiksel modelleme esnasında zihinsel süreçlerin belirlenmesine, ya da hedeflenen örneklemin belirlenen zihinsel süreçlerin ne kadarını tamamlayabildiğine dair 10 çalışmaya rastlanmıştır. Genellikle modelleme sürecine odaklanan bu çalışmalar “amaç” ve “bilişsel” modelleme yaklaşımı çerçevesinde yürütölmüştür. Bu çalışmalardaki önemli problemlerden biri genellikle öğretmen adayları ile yapılmış olması ve çeşitlendirilememesidir. Yani çalışmalarda genellikle lisans düzeyindeki öğrencilerin modelleme süreçleri ile karşılaşılmaktadır. Bu durum Türkiye’deki matematiksel modelleme çalışmalarının etkisini azaltmaktadır. Okul ve üniversite işbirliğinin yeterince sağlanamaması sorununun politika yapıcılar tarafından da dikkate alınması gerektiği düşünölmektedir. Eğitim kurumlarının üniversiteler ve araştırma merkezlerine daha açık bir politika izlemesi ve araştırmacıları ihtiyaç duyulan eğitim araştırmaları için bizzat teşvik etmesinin çalışmaların genel profilini olumlu yönde etkileyecektir.

Matematiksel modelleme ile ilgili nitel çalışmalar arasında, sadece doküman incelemesi yöntemi ile yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çeşitli müfredatlar içinde genel amaç olarak tanımlanan matematiksel modelleme, doküman incelemesi yöntemi kullanılarak ders kitapları ve diğer öğretim materyallerinde incelenebilir. Son olarak, matematik eğitimi yazılımlarının kullanıldığı öğretim süreçlerinde matematiksel modelleme çalışmalarından yararlanmanın dijital öğretim materyallerinin içeriğinin de zenginleştirilmesi adına yararlı olacağı düşünölmektedir.

Kaynakça

- Akgün, E., Yılmaz, E. O. ve Seferoğlu, S. S. (2011) *Vizyon 2023 Strateji Belgesi ve Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) Projesi: Karşılaştırmalı Bir İnceleme*. Akademik Bilişim 2011, 2-4 Şubat 2011, İnönü Üniversitesi Malatya
- Barbosa, J. C. (2003). What is mathematical modelling? Lamon, W. A. Parder K. Houston (Eds.), *Mathematical modelling: a way of life* (pp. 227-234). Chicester: Ellis Horwood.
- Blum, W. ve Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1),45-58.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education-Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1-2), 49-171.
- Blum, W. ve Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modeling, applications, and links to other subjects-State, trends and issues in mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 22(1), 37-68.
- Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblattfür Didaktikder Mathematik*, 38(2), 86-95.
- Çalık, M. ve Sözbilir, M., (2014). İçerik Analizinin Parametreleri, *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 33-38.
- CCSSI (2014). Common Core State Standards for Mathematics. 10 Temmuz 2014 tarihinde erişildi. <http://www.corestandards.org/Math/>
- Cheng, A. K. (2001). Teaching Mathematical Modelling in Singapore Schools. *The Mathematics Educator*, 6(1).
- Doerr, H. M. (2006). Teachers' ways of listening and responding to students' emerging mathematical models. *Zentralblattfür Didaktik der Mathematik*, 38(3), 255-268.
- Doorman, L. M. ve Gravemeijer, K. (2009). Emerging modeling: Discrete graphs to support the understanding of change and velocity. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, 38(3), 302-310.
- Dündar, S., Gokkurt, B. ve Soylu, Y. (2012). Mathematical Modelling at a Glance: A Theoretical Study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3465-3470.
- English, L. D. ve Watters, J. (2004). *Mathematical modelling with young children*. 28th Conference of the International Groupforthe Psychology of Mathematics Education, 2, 335-342.
- Erbaş A., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C. ve Baş, S. (2014). Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri [EducationalSciences: Theory&Practice]*, 14(4), 1-21.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. ChinaLectures, Kluwer Academic
- García, F. J., Gascón, J., Ruiz Higuera, L. ve Bosch, M. (2006). Mathematical modelling as a tool for the connection of school mathematics. *Zentralblattfür Didaktik derMathematik*, 38(3), 226-246.
- Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From model to modeling. In K. Gravemeijer, R. Lehrer, B. Oers ve L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education* (pp. 7-22). Dordrecht, The Netherlands: KluwerAcademicPublish
- Julie, C. (2002). Making relevance in mathematics teacher education. In I. Vakalis, D. Hughes Hallett, D. Quinney ve C. Kourouniotis (Compilers). *Proceedings of 2nd International Conference on the Teaching of Mathematics*. New York: Wiley
- Kaiser, G. ve Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblattfür Didaktik der Mathematik*, 38(2), 196-208.
- Kaiser, G. (1995). Realitätsbezüge im Mathematikunterricht - Ein Überblicküberdie aktuelleund historische Diskussion. In G. Graumann et al. (Eds.), *Materialien füreinerealitätsbezogenen Mathematik un terricht* (pp. 66-84). BadSalzdetfurth: Franzbecker.

- Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school-Examples and experiences. *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festband für Werner Blum*, 99-108.
- Kaiser, G. (2006). Mathematical modelling at schools - How to promote modelling competencies. To appear in C.P. Haines, P. Galbraith, W. ve Blum, S. Khan (eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics*. Chichester: Horwood Publishing.
- Kaiser, G. ve Sriraman, B. (2006). A global survey of international perspectives on modelling in mathematics education. *ZDM - The International Journal on Mathematics Education*, 38(3), 302-310.
- Kaiser, G., Blomhøj, M. ve Sriraman, B. (2006). Towards a didactical theory for mathematical modelling. *ZDM- The International Journal on Mathematics Education*, 38(2), 82- 85.
- Karadağ, E. (2010). Eğitim Bilimleri Doktora Tezlerinde Kullanılan Araştırma Modelleri: Nitelik Düzeyleri ve Analitik Hata Tipleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Yönetimi*, 16(1), 49-71.
- Lesh, R. (2001) Beyond constructivism! A new paradigm for identifying mathematical abilities that are most needed for success beyond school in a technology Based age of information. In M. Mitchelmore (Ed.) *Technology in mathematics learning and teaching: Cognitive considerations: A special issue of the mathematics education research journal*. Australia Mathematics Education Research Group. Melbourne Australia.
- Lesh, R. ve Doerr, H. M. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lesh, R. ve Zawojewski, J. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. Lester (Ed.), *The handbook of research on mathematics teaching and learning* (2nd ed., pp. 763-804). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics; Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 113-142.
- MEB (2013). *Ortaokul Ve İmam Hatip Ortaokulu Matematik Uygulamaları Dersi (5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara.
- Michelsen, C. (2006). Functions: a modelling tool in mathematics and science. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(3), 269-280.
- Mousoulides, N., Sriraman, B. ve Christou, C. (2007). From problem solving to modeling- the emergence of models and modelling perspectives. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 12(1), 23-47.
- National Council of Teachers of Mathematics. (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.
- OECD (2013), *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, OECD Publishing. doi: 10.1787/9789264190511-en
- Özmantar, M. F., Bozkurt, A., Demir, S., Bingölbali, E. ve Açı, E. (2010). Sınıf öğretmenlerinin etkinlik kavramına ilişkin algıları. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 379-398
- Revuz, A. (1971). The position of geometry in mathematical education. *Educational Studies in Mathematics*, 4, 48-52.
- Singapore Ministry of Education. (2007). Primary mathematics syllabuses. Ministry of Education, Curriculum Planning and Development Division. 10 Temmuz 2014 tarihinde erişildi. <http://www.moe.gov.sg/education/syllabuses/sciences/files/maths-primary-2007.pdf>

- Sriraman, B. (2006). Conceptualizing the model-eliciting perspective of mathematical problem solving. In M. Bosch (Ed.), *Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 4)* (pp. 1686-1695). SantFeliu de Guíxols, Spain: FUNDEMI IQS, Universitat Ramon Llull.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2011). *Ortaöğretim matematik (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) dersi öğretim programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.
- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. (2013). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Verschaffel, L. (1999). Realistic mathematical modelling and problem solving in the upper elementary school: Analysis and improvement. *Teaching and learning thinking skills* (pp. 215-240). Swets&Zeitlinger Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Yıldırım, A. ve Şimşek. H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınları.

Ek 1. Çalışmada Analiz Edilen Yayınlar

- [1] Akgün, L., Çıltas, A., Deniz, D., Çiftçi, Z., & Işık, A. (2013). İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modelleme İle İlgili Farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2013(12).
- [2] Aydın, H. (2008). İngiltere’de öğrenim gören öğrencilerin ve öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımına yönelik fenomenografik bir çalışma. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi üniversitesi eğitim bilimleri enstitüsü.
- [3] Bal, A. P., & Doğanay, A. (2014). Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Matematiksel Modelleme Sürecini Anlamalarını Geliştirmeye Yönelik Bir Eylem Araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri • Educational Sciences: Theory & Practice* • 14(4) • 1363-1384
- [4] Bayazit, İ., Aksoy, Y., & Kınap, M. (2011). Öğretmenlerin Matematiksel Modelleri Anlama Ve Model Oluşturma Yeterlilikleri. *Nwsa: Education Sciences*, 6(4), 2495-2516
- [5] Çıltas, A. (2011). Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi. Yayınlanmamış Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- [6] Ciltas, A. (2012). The Effect of the Mathematical Modelling Method on the Level of Creative Thinking. *The New Educational Review*, 30(4), 103-114.
- [7] Dede, A. T., & Güzel, E. B. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçlerinin incelenmesi: Obezite problemi. *İlköğretim Online*, 12(4).
- [8] Dede, A.T., & Güzel, E. B. (2013). Matematik Öğretmenlerinin Model Oluşturma Etkinliği Tasarım Süreçleri ve Etkinliklere Yönelik Görüşleri (Mathematics Teachers’ Views Concerning Model Eliciting Activities,...)..... doi number: 10.14686/201312032. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 300-322.
- [9] Dede, A. T., & Yılmaz, S. (2013). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Yeterliliklerinin İncelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*; 4(2):185-206
- [10] Dişbudak K. (2014). Model Oluşturma Etkinliklerinin 6.Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Ve Matematiğe Karşı Tutumlarına Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- [11] Doruk, B. K. İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri. *MatDer Matematik Eğitim Dergisi*. Cilt 1(1) 1-12
- [12] Doruk, B. K. (2012). Değerler Eğitimi İçin Kullanışlı Bir Araç Olarak Matematiksel Modelleme Etkinlikleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri • Educational Sciences: Theory & Practice* - 12 (2) [Ek Özel Sayı/Supplementary Special Issue] • Bahar/Spring • 1653-1672
- [13] Doruk, B. K. (2010). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi Yayınlanmamış Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- [14] Durmuş, S. (2011). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Sahip Olduğu Değerler ve Modelleme Düzeylerine İlişkin Bir İnceleme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri • Educational Sciences: Theory & Practice* - 11(2) • Bahar/Spring • 1055-1071
- [15] Dunder, S., Gokkurt, B., & Soylu, Y. (2012). Mathematical Modelling at a Glance: A Theoretical Study. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 46, 3465-3470.
- [16] Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Online*, 10(1).
- [17] Eraslan, A. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerinde Düşünme Süreçleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri • Educational Sciences: Theory & Practice* - 12(4) • Güz/Autumn • 2953-2970

- [18] Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., & Baş, S. (2014). Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri • Educational Sciences: Theory & Practice. 14(4). 1607-1627
- [19] Güder, Y. (2013). Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modellemeye İlişkin Görüşleri. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- [20] Bukova Güzel, E., & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 69-90.
- [21] Hıdıroğlu, Ç. N., & Güzel, E. B. (2013). Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modellemede Modelin Doğrulanmasındaki Yaklaşımların ve Düşünme Süreçlerinin Kavramsallaştırılması. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri • Educational Sciences: Theory & Practice - 13(4) • 2487-2508
- [22] Hıdıroğlu, Ç. N., & Güzel, E. B. (2013). Matematiksel Modelleme Sürecini Açıklayan Farklı Yaklaşımlar (Different Approaches Clarifying Mathematical).... doi number: 10.14686/201312022. *Arşiv*, 2(1), 127-145. Bartın Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, Cilt 2, Sayı 1, s. 127 - 145, Yaz 2013
- [23] KafY. (2007). Matematikte Model Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Erişilerine Etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*
- [24] Kal F.M. (2013). Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin İlköğretim 6.Sınıf Öğrencilerinin Matematik Problemi Çözme Tutumlarına Etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*
- [25] Karalı, D. (2013). 1.İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Hakkındaki Görüşlerinin Ortaya Çıkarılması. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.*
- [26] Kertil, M. (2008). Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi. *Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.*
- [27] Keskin, Ö. Ö. (2008). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. *Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Ankara.*
- [28] Olkun, S., Şahin, Ö., Akkurt, Z., Dikkartın, F. T., & Gülbağcı, H. (2009). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim ve Bilim*, 34(151), 65-73.
- [29] Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç. N., Kula, S., & Güzel, E. B. (2013). Matematik Öğretmeni Adaylarının Modelleme Sürecinde Kullandıkları Gösterim Şekilleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education* 06/2013; 4(2):66-88.
- [30] Özdemir, E., & Üzel, D. (2012). Student Opinions On Teaching Based On Mathematical Modelling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 55, 1207-1214.
- [31] Sağırılı, M. Ö., Kırmacı, U., & Bulut, S. (2010). Türev Konusunda Uygulanan Matematiksel Modelleme Yönteminin Ortaöğretim Öğrencilerinin Akademik Başarılarına Ve Öz-Düzenleme Becerilerine Etkisi. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 3(2), 221-247.
- [32] Sandalcı, Y (2013). Matematiksel Modelleme İle Cebir Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına Ve Matematiği Günlük Yaşamla İlişkilendirmelerine Etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.*
- [33] Tuna A., Biber, A. Ç., & Yurt N., (2013). Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Becerileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33(1).

- [34] Türker, B., Sağlam, Y., & Umay, A. (2010). Preservice teachers' performances at mathematical modeling process and views on mathematical modeling. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4622-4628.
- [35] Ural, A., & Ülper, H. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme ile okuduğunu anlama becerileri arasındaki ilişkinin değerlendirilmesi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 6(2).
- [36] Ünveren E. (2010). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının İspata Yönelik Tutumlarının Matematiksel Modelleme Sürecinde İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- [37] Zeytun, A. Ş. (2013). *An Investigation Of Prospective Teachers' mathematical Modelling Processes And Their Views About Factors Affecting These Processes*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi.