

# İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye İlişkin Yeterliklerinin İncelenmesi<sup>1</sup>

**Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Çakmak-Gürel**  
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi-Türkiye  
zcakmak@erzincan.edu.tr

**Prof. Dr. Ahmet Işık**  
Kırıkkale Üniveristesi-Türkiye  
isikahmet@kku.edu.tr

## Özet:

Bu araştırmada bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan matematiksel modellemeye öğrenme ortamına katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin yeterliklerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini, tasarlanan öğrenme ortamına katılan 35 ve katılmayan 32 olmak üzere toplamda 67 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Öğrenme ortamı bütüncül yaklaşıma göre oluşturulmuş ve öğretmen adayları 12 hafta boyunca söz konusu öğrenme ortamına katılmışlardır. Veriler, matematiksel modelleme ile ilgili 12 adet soru içeren çoktan seçmeli çok cevaplı test yardımıyla toplanmıştır. Birinci alt probleme ilişkin verilerin analizinde betimsel analiz kullanılırken, ikinci alt problemde tek yönlü MANOVA kullanılmıştır. Yapılan veri analizinde, öğrenme ortamına katılan öğretmen adayları ile katılmayan öğretmen adayları arasında basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme ve yorumlama yeterlikleri açısından anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, tasarlanan öğrenme ortamının öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermektedir. Ayrıca oluşturulan öğrenme ortamının yorumlama yeterliğini desteklediği görülse de etki düzeyinin diğer yeterliklere göre düşük olduğu belirlenmiştir. Bu bulgulardan hareketle matematiksel modellemeye öğrenme ortamlarının tasarlanması modelleme yeterliklerinin gelişimi açısından önemli olup; tasarlanan öğrenme ortamının da geliştirilerek yorumlama yeterliğinin de önemli ölçüde öğretmen adaylarına kazandırılması önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Matematiksel modelleme, modelleme yeterliliği, bütüncül yaklaşım



**E-Uluslararası Eğitim  
Araştırmaları Dergisi,**  
Cilt: 9, Sayı: 3, 2018, ss.85-103

**DOI: 10.19160/ijer.477651**

Gönderim : 01.10.2018  
Kabul : 26.11.2018

## Önerilen Atıf

Çakmak Gürel, Z. & Işık, A. (2016). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye İlişkin Yeterliklerinin İncelenmesi, E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi, Cilt: 9, Sayı: 3, 2018, ss. 85-103, DOI: 10.19160/ijer.477651

<sup>1</sup> Bu makale, 6th International Conference on Education (IC-ED-2017) isimli kongrede sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

## GİRİŞ

Matematiksel modellemenin matematik dersi öğretim programlarında yer almaya başlaması 1980'li yıllara dayanmaktadır (Blomhøj & Kjeldsen, 2006). Öğretim programlarında yer alması ile beraber, matematik eğitiminde kullanımı ile ilgili çalışmalar da artış göstermiş ve matematiksel modellemenin eğitimdeki önemi anlaşılmıştır (Blomhøj & Kjeldsen, 2006; Lingefjärd, 2006). Matematik eğitimi alanındaki literatür incelendiğinde matematiksel model ve matematiksel modelleme şeklinde iki önemli kavram ile karşılaşmaktadır. Matematiksel model, gerçek dünyanın matematiksel bir temsili (Greefrath & Vorhölter, 2016) iken; matematiksel modelleme, model oluşturma süreci olup, gerçek ile matematik dünyası arasında çift yönlü bir dönüşüm süreci (Blum ve Borromeo Ferri, 2009) şeklinde tanımlanmaktadır. Bu sürecin önemli bileşenlerinden biri ise matematiksel modelleme yeterlikleridir. Ulusal ve uluslararası öğretim programlarındaki modelleme konusundaki ilgi, matematiksel modelleme yeterliği kavramına yönelmiş durumdadır (Maaß, 2006). Matematiksel modelleme yeterliği, yapılandırma, matematikselleştirme, yorumlama ve problem çözme yeteneğine ek olarak matematiksel modelle çalışma, modeli doğrulama, sonuçlarını değerlendirme, onları eleştirel bir şekilde analiz etme ve modelleme sürecini öz-düzenleme olarak tanımlanmaktadır (Blum, 2002). Bu tanımdan hareketle üç boyuttan söz edilmektedir. Bunlar; bilişsel, metabilşsel ve duyuşsal yeterliklerdir (Maaß, 2006). Bilişsel yeterlikler, modelleme süreci sırasında gerçekleşen tüm bilişsel aktiviteleri kapsamaktadır. Bunlar anlama, yapılandırma, basitleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulamadır. Bilişsel yeterlikleri destekleyen metabilşsel yeterlikler, modelleme sürecini planlama ve izleme becerileri, duyuşsal yeterlikler ise öğrencilerin matematik hakkındaki inanışları, problemlerin doğası ve gerçek hayat problemi çözmede matematiğin değeri ile ilgili yeterliklerdir (Biccard & Wessels, 2011). Bu çalışmada, araştırmacının amacına uygun olarak modelleme sürecinde bilişsel yeterlikler konu alınmıştır.

Alan yazında çeşitli bilişsel modelleme yeterliklerinden söz edilmektedir (Haines, Crouch ve Davis, 2001; Galbraith ve Stillman, 2006; Maaß, 2006). Genel olarak modelleme yeterlikleri, basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme/ matematiksel çalışma ve yorumlama şeklinde özetlenebilir. Bu modelleme yeterliklerine bağlı olarak oluşturulan modelleme alt yeterlikleri ise, verilenleri belirleme ve sadeleştirme, hedefi belirginleştirme, matematiksel durumları oluşturma, değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme, matematiksel ifadeleri formülleştirme, bir matematiksel model seçme, grafik gösterimlerini yorumlama, gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme şeklinde ifade edilebilir (Houston, 2007). İlk dört alt yeterlik basitleştirme/yapılandırma yeterliği ile ilgili iken; diğer iki alt yeterlik matematikselleştirme/matematiksel çalışma ve son iki alt yeterlik de yorumlama yeterliğini oluşturmaktadır.

Houston (2007) tarafından ifade edilen matematiksel modelleme alt-yeterliklerinin ortaya çıkarılmasına yönelik çalışmalar, ilk olarak Haines, Crouch, Davis, Izard, Houston, Neill gibi araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Haines, Crouch ve Davis, 2001; Lingefjärd, 2004). Bu araştırmacılar tarafından çoktan seçmeli çok cevaplı olarak hazırlanan modelleme testinin geçerlik ve güvenilirlik çalışmaları da tamamlanmıştır. Testin Türkçeye çevrili ise Kertil (2008) tarafından yapılmıştır. Yurt dışında ve yurt içinde birçok araştırmacı tarafından (Ör: Frejd & Ärlebäck, 2011; Fu & Xie, 2013; Kaiser, 2007; Kertil, 2008) bu test kullanılarak, öğrencilerin modelleme yeterliklerinin seviyesi ortaya konulmuştur.

Frejd ve Ärlebäck'in (2011) yaptığı çalışmada 381 12. sınıf öğrencisine Haines ve diğerleri tarafından geliştirilen ölçek uygulanmış ve öğrencilerin matematiksel modelleme yeterliklerinin seviyesi belirlenmiştir. Bir durum tespiti niteliğinde olan çalışmada yedi adet alt yeterlik dikkate alınmıştır. Araştırmacının sonuçlarında matematiksel ifadeleri formülleştirme ve değişken,

parametre ve sabitleri belirlemede yeterli düzeyde performans gösterdikleri tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra öğrencilerin en düşük performanslarının ise gerçek dünya problemi ile ilgili tahminleri sadeleştirme, gerçek modelin hedeflerini belirginleştirme ve bir matematiksel model seçme alt yeterlikleri konusunda olduğu belirlenmiştir. Durum çalışması niteliğinde olan bu araştırmanın yanı sıra literatürde deneysel çalışmalara da rastlanmaktadır. Grünwald (2012), Brand (2014) ve Kaiser ve Brand (2015) tarafından ERMO (Acquirement of modelling competencies) projesi kapsamında yaptıkları çalışmalar incelendiğinde dokuzuncu sınıf öğrencilerine modelleme etkinlikleri düzenlenmiş ve öğrencilerin modelleme yeterliklerindeki değişime bakılmıştır. Bu üç çalışmada da öğrencilerin modelleme yeterliklerinin ön ve son test sonuçlarına göre anlamlı bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Benzer şekilde, Kertil (2008) tarafından öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesinin amaçlandığı çalışmada, öğretmen adaylarına üç hafta boyunca matematiksel modelleme ile ilgili etkinlikler düzenlenmiştir. Öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrası modelleme yeterliklerinin seviyesi, Haines ve diğerleri tarafından geliştirilen modelleme testi ile belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda öğretmen adaylarının son test puan ortalamalarının ön teste nazaran artış gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının hem ön testte hem de son testte hedefi belirginleştirme alt yeterliğinde zorluk yaşadıkları belirlenmiştir. Modelleme yeterlikleri arasındaki en önemli artışın ise matematiksel ifadeleri formüleleştirme ve bir matematiksel model seçme alt yeterlikleri bağlamında olduğu dikkat çekmektedir. Buda öğretmen adaylarının en fazla matematikselleştirme/matematiksel çalışma yeterliği bağlamında ilerlediklerini göstermektedir. Huang (2011) de 58 mühendislik fakültesi öğrencisi ile matematiksel modelleme etkinlikleri gerçekleştirmiş ve modelleme yeterliklerinin artışlarını gözlemlemiştir. Öğrencilerin başlangıçta durumu anlama ve yorumlama, modele uygun parametreleri ve değişkenleri belirleme ve grafik gösterimlerini yorumlama konusunda zorluklar yaşadıklarını tespit etmiştir. Matematiksel modelleme uygulamalarından sonra ise öğrencilerin modelleme yeterliklerinde artış gözlemlenmiş, fakat yine de öğrencilerin modelleme yeterliklerinin istenilen düzeyde olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan çalışmalar öğrencilerin modelleme yeterliklerinin seviyesinin istenilen düzeyde olmadığını göstermektedir (Biccard & Wessels, 2011; Frejd & Årlebäck, 2011; Kertil, 2008). Bu nedenle öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirebilmek için çeşitli öğrenme ortamları tasarlanmaktadır. Literatür incelendiğinde bütüncül ve kısmi yaklaşıma göre öğrenme ortamlarının tasarlandığı görülmektedir (Blomhøj & Jensen, 2003; Grünwald, 2012). Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamında, modelleme yeterlikleri eş zamanlı olarak işe koşullarken; kısmi yaklaşımda öğrenme ortamı, farklı zamanlarda belirli yeterliklerin geliştirilmesine odaklı olarak düzenlenmektedir (Grünwald, 2012; Güç & Baki, 2016). Her iki yaklaşımında modelleme sürecindeki gelişimi sağlama adına önemli olduğu alan yazın tarafından ifade edilmektedir (Brand, 2014; Kaiser ve Brand, 2015). Fakat söz konusu araştırmaların sonuçlarından hareketle bütüncül yaklaşımın kısmi yaklaşıma göre daha iyi sonuçlar verdiği (Brand, 2014) dikkate alınarak bu çalışmada bütüncül yaklaşım temel alınmıştır. Özel olarak bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme ortamının hangi modelleme yeterliklerini ve alt yeterliklerini daha çok desteklediğini belirlemek önem arz etmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalara bakıldığında genel olarak öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası modelleme yeterliklerinin araştırıldığı görülmektedir. Bu çalışmada ise öğretmen adaylarının matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel yeterlikleri, öğrenme ortamına katılma ve katılmama durumu arasındaki farklılık temel alınarak incelenmiştir.

Böylece araştırmada bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin yeterliklerinin (basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme/matematiksel çalışma ve yorumlama) incelenmesi amaçlanmıştır. Söz konusu amaca ilişkin alt problemler aşağıdaki gibidir;

1. Matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme alt yeterlikleri ne düzeydedir?
2. Matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarının basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme/matematiksel çalışma ve yorumlama yeterlikleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

## YÖNTEM

### Araştırma modeli:

Araştırmada nicel araştırma yöntemlerinden deneysel desen kullanılmıştır. Deneysel desenler arasından ise son test kontrol gruplu seçkisiz desen seçilmiştir. Bu desen, uygulama öncesi bağımlı değişkene ait ölçümler elde etmek amacıyla ön testin yapılmayıp kontrol ve deney grubuna sadece son testin yapılması şeklinde açıklanmaktadır (Büyüköztürk, vd. 2013). Araştırmanın deseni Tablo 1’ de sunulmuştur.

**Tablo 1**

Araştırma deseninin gösterimi		
Grup	İşlem	Son test
Öğrenme ortamına katılanlar (35 öğretmen adayı)	Matematiksel modelleme etkinlikleri	Matematiksel modelleme testi
Öğrenme ortamına katılmayanlar (32 öğretmen adayı)	İşlem yok	Matematiksel modelleme testi

Söz konusu matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına, öğretmen adayları araştırmacı tarafından herhangi bir ölçüt dikkate alınmadan rastgele atanmıştır. İki gruptaki öğretmen adaylarının sayılarının farklı olmasının nedeni ise, modelleme testini gönüllü olarak cevaplayan öğretmen adaylarından oluşmasıdır.

### Çalışma Grubu:

Araştırmanın örneklemini, 2016-2017 öğretim yılının güz yarısında Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programında öğrenim gören dördüncü sınıf öğretmen adayları oluşturmaktadır. Çalışma, matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adayları ile yürütülmüştür. Öğrenme ortamına katılan 35 öğretmen adayı matematiksel modelleme dersine; öğrenme ortamına katılmayan 32 öğretmen adayı ise bu dersin muadili olan bilgisayar destekli matematik öğretimi dersine katılmıştır. Söz konusu dersler seçmeli olduğundan öğretmen adayları gruplara rastgele atanmıştır. Modelleme dersini alan ve almayan öğretmen adayları daha önce matematiksel modelleme ile ilgili herhangi bir eğitim almamışlardır.

### Veri Toplama Araçları:

Bu çalışmada, Crouch, Davis, Fitzharris, Haines, Izard, Houston ve Neill gibi araştırmacılar tarafından geliştirilen çoktan seçmeli çok cevaplı matematiksel modelleme testi (Lingefjärd, 2004) kullanılmıştır. Bu testin Türkçeye çevirisi Kertil (2008) tarafından yapılmış ve testin geçerliği-güvenirliliği sağlanmış; bu çalışmanın örneklemine ait Cronbach Alpha katsayısı ise veri analizi bölümünde verilmiştir. Bu çalışmada, ön test yapılmadığı için Kertil’de (2008) son test olarak verilen modelleme testi-2 kullanılmış olup; testte 12 adet modelleme problemi yer almaktadır. Söz konusu modelleme testinin tamamı, Kertil (2008) de yer almaktadır. Bu makalede ise örnek modelleme problemleri verilmiştir. Testte sekiz adet modelleme alt yeterliğine yer verilmiştir.

Problem için uygun varsayımlarda ve tahminlerde bulunmayı ifade eden verilenleri belirleme ve sadeleştirme alt yeterliğine ait örnek problem Şekil 1’de verilmiştir.

**2) Ařađıdaki verilen durum(problem) üzerinde dūřününüz.**

Trafik akışının yoğun olduğu düz ve tek yönlü bir yolda yayaların karşıdan karşıya geçmesi yayalar için çok zor olduğundan bir yaya geçidi dūřünölmektedir.

*Bir yaya geçidine ihtiyaç olup olmadığını belirleyecek olan basit bir matematiksel model için aşağıdaki varsayımlardan hangisi en az öneme sahiptir?*

- A) Yaya geçidinin kullanıcıların düğmeye basmasıyla kontrol edilecek olması
- B) Trafik yoğunluğu sabittir.
- C) Trafikteki araçların hızı sabittir ve hız limitine eşittir.
- D) Yayalar sabit bir süratle karşıdan karşıya geçmektedir.
- E) Yayalar bu geçidi kullanmak için çok uzun bir mesafe yürütmek zorunda kalmayacaklardır.

Şekil 1. Verilenleri belirleme ve sadeleştirme alt yeterliğine ait modelleme problemi

Hedefi belirginleştirme alt yeterliği bir adet problemden oluşmakta olup, örnek modelleme problemi Şekil 2’de verilmiştir.

**4) Ařađıdaki verilen durum üzerinde dūřününüz.**

“Çocuk arabası tekerleği için en uygun format nedir?”

*Aşağıdaki ayırt edici sorulardan hangisi çocuk açasından sürüşün en az sarsıntısız olmasını sağlamaya yöneliktir?*

- A) Araba 3 tekerlekli mi yoksa 4 tekerlekli midir?
- B) Ön tekerlek ile arka tekerlek arasındaki mesafe nedir?
- C) Çocuğun oturduğu kısımda yumuşak koruyucu yastık var mı?
- D) Çocuk kaç yaşındadır?
- E) Kaldırımın asfalt mı yoksa döşeme parke midir?

Şekil 2. Hedefi belirginleştirme alt yeterliğine ait modelleme problemi

Verilen bir modelleme durumunu, matematiksel bir probleme dönüştürmek anlamına gelen matematiksel durumları oluşturma alt yeterliği iki adet problemden oluşmaktadır. Yine değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme alt yeterliği bir adet problemden oluşmakta olup modelleme durumunu matematiksel probleme dönüştürürken önemli olan değişkenleri, sabitleri belirlemek ve onları isimlendirmek olarak açağlanmaktadır. Örnek problem Şekil 3’te verilmiştir.

**10) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.**

Üniversite acil durumlarda tahliye süresini belirlemek için düzenli aralıklarla yangın tatbikatı yaptırmaktadır. Bir laboratuvarın (öğrencilerin tek sıra halinde boşalttıkları varsayımı ile) tahliye edilme süresi üzerinde düşününüz.

*Aşağıdaki seçeneklerden hangisi bu durumun matematiksel modellemesinde göz önünde bulundurulması gereken parametreleri, değişkenleri ve sabitleri içermektedir?*

- A) Alarm çaldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen öğrenci sayısı; tahliye zamanının öğleden önce ya da sonra olması
- B) Tahliye edilecek toplam öğrenci sayısı; alarm çaldıktan sonra geçen süre; t sürede tahliye edilen öğrenci sayısı
- C) t sürede tahliye edilen öğrenci sayısı; tahliyenin öğleden önce ya da sonra olması; laboratuvar kapılarının genişliği
- D) bütün öğrencileri tahliye etmek için gereken süre; binayı boşaltırken öğrenciler arasındaki mesafe; laboratuvar kapılarının genişliği
- E) öğrencilerin laboratuvarı boşaltma hızı; binanın dışına ilk öğrenci çıkıncaya kadar geçen süre; taşınan çanta ve kitap miktarları

Şekil 3. Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme alt yeterliğine ait modelleme problemi

Tüm bu alt yeterlikler yapılandırma ve basitleştirme yeterliği ile ilgili olup, bu bağlamda değerlendirilmişlerdir.

Matematiksel durumu matematiksel bir probleme dönüştürdükten sonra, bu problemi çözmek için formül, grafik, tablo gibi çeşitli matematiksel temsiller kullanma anlamına gelen matematiksel ifadeleri formülleştirme alt yeterliği iki sorudan oluşmakta olup, örnek problem Şekil 4'te verilmiştir.

**12) Aşağıdaki verilen durum üzerinde düşününüz.**

Bir süper marketin satış kasasında iki adet kuyruk bulunmaktadır. Birinci kuyruksa her birinde  $n_1$  tane ürün olan  $m_1$  müşteri, ikinci kuyruksa ise her birinde  $n_2$  ürün olan  $m_2$  müşteri beklemektedir. Her bir ürünü kasadan geçirmek t saniye ve her bir müşteri için ürünler kasadan geçtikten sonra ödeme yapmaya kadar geçen süre p saniyedir. Müşteriler hangi kuyruğa geçmelerinin en iyi seçim olacağını bilmek istemektedirler.

*Aşağıdaki seçeneklerden hangisinde birinci kuyruğum çok beklemek istemeyen bir müşteri için daha uygun olduğunu vermektedir?*

- A)  $m_1(p+n_1t) = m_2(p+n_2t)$
- B)  $m_1(p+n_1t) < m_2(p+n_2t)$
- C)  $m_2(p+n_2t) \leq m_1(p+n_1t)$
- D)  $m_2(p+n_2t) < m_1(p+n_1t)$
- E)  $m_1(p+n_1t) \leq m_2(p+n_2t)$

Şekil 4. Matematiksel ifadeleri formülleştirme alt yeterliğine ait modelleme problemi

Verilen bir matematiksel problem için uygun modeli seçme anlamına gelen bir matematiksel model seçme alt yeterliği iki adet problemden oluşmakta olup, Şekil 5'te örnek problem verilmiştir.

6) Aşağıdaki seçeneklerden hangisi uzun bir binanın tepesinden bırakılan bir cismin düştüğü mesafeyi zamana(t) bağlı olarak ifade eden en yakın matematiksel ifadedir?

- A.  $e^{5t} - 1$     B.  $(1-5t)^2$     C.  $5t$     D.  $5t^2$     E.  $\frac{1}{1+e^{5t}}$

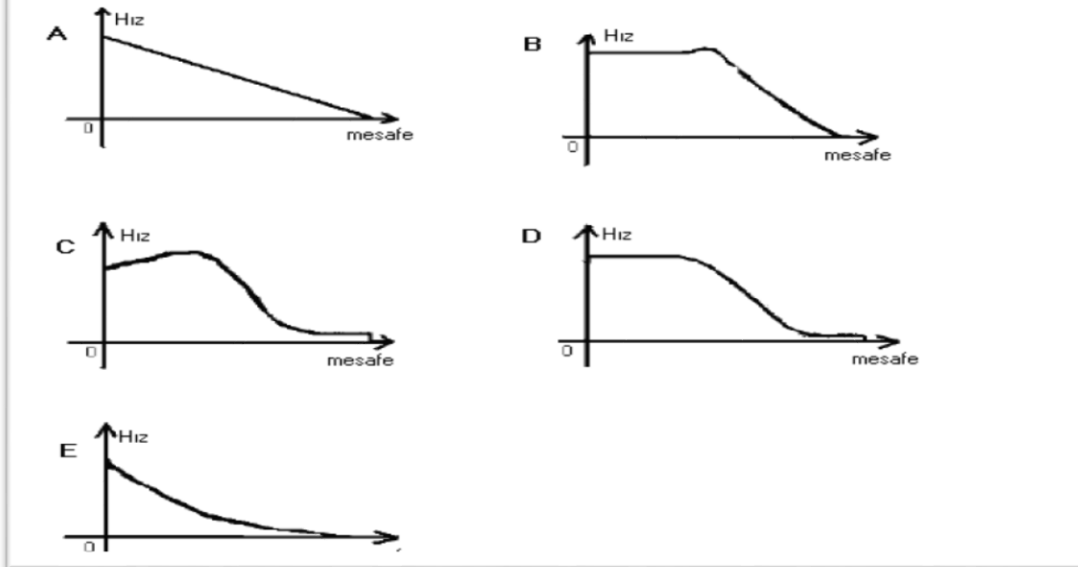
şekil 5. Bir matematiksel model seçme alt yeterliğine ait modelleme problemi

Böylece dört sorudan oluşan söz konusu iki alt yeterlik matematikselleştirme yeterliği ile ilgili olup, bu bağlamda değerlendirilmişlerdir.

Yorumlama yeterliği bağlamında değerlendirilen grafik gösterimlerini yorumlama ve gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme şeklindeki alt yeterlikler birer adet sorudan oluşmakta olup, bu alt yeterliklerine ait örnek problemler şekil 6 ve şekil 7’de verilmiştir.

8) Bir uçak çok yoğun bir havaalanına iniş yapmak için havada bekletilmektedir. Uçak belirli bir yükseklikte sabit bir hızla daireler çizerek uçmaktadır. Uygun bir vakitte uçağın iniş yapıp (tekerlekler üzerinde) terminale kadar gidip körtüğe yanaşması talimatı verilmiştir.

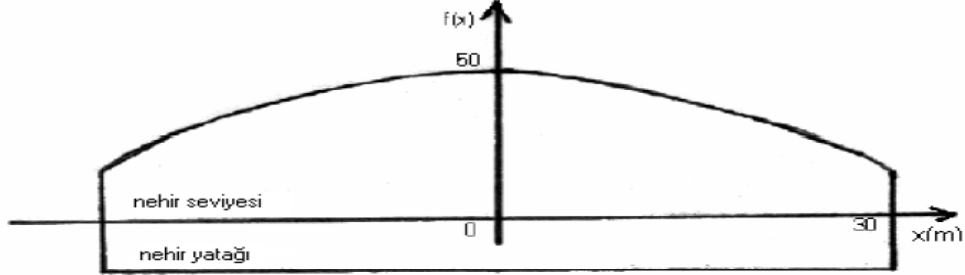
Aşağıdaki grafiklerden hangisi uçağın daireler çizerek umasından terminale yanaşmasına kadar geçen süreçte, uçağın aldığı yola bağlı olarak hız değişimini en iyi gösterir?



şekil 6. Grafik gösterimlerini yorumlama alt yeterliğine ait modelleme problemi

11) Büyük ve geniş bir nehir üzerinde kurulu olan köprü nedeniyle, nehirde taşınacak nesnelere için büyüklük ve yükseklik sınırlaması getirilmiştir.

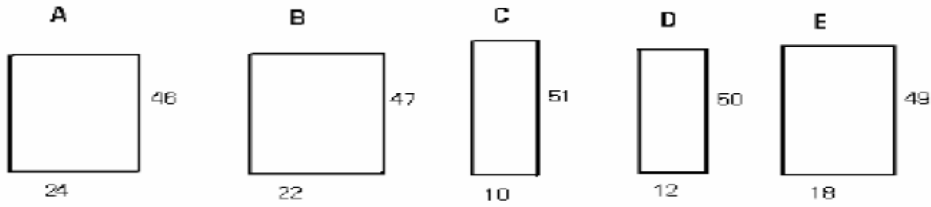
Aşağıda gösterilen simetrik şekilde nehrin genişliği 60m ve köprütün nehir seviyesinden yüksekliği  $f(x)$  fonksiyonuyla modellenmiş ve bu fonksiyonun aldığı bazı değerler aşağıda tabloda verilmiştir.



x	4	5	6	7	8	9	10	11	12
f(x)	49.29	48.89	48.40	47.82	47.16	46.40	45.56	44.62	43.60

Aşağıdaki şekli ve boyutları verilen nesnelere hangisi köprüün altından geçebilir?

(Not: Taşıma esnasında cismin tabanının nehir seviyesinden 2m aşağıda olduğunu varsayınız?)



Şekil 7. Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme alt yeterliğine ait modelleme problemi

Böylece bu çalışmada sekiz adet alt yeterlik üç adet modelleme yeterliği ile ilişkilendirilmiş olup, Tablo 2' de ait oldukları problemler ile beraber sunulmuştur.

Tablo 2:

Matematikselleştirme yeterlikleri ve ait oldukları problemler

Modelleme Yeterlikleri	Modelleme Alt Yeterlikleri	Problemler
Yapılandırma/ Basitleştirme	1. Verilenleri belirleme ve sadeleştirme	1. ve 2. soru
	2. Hedefi belirginleştirme	4.soru
	3. Matematiksel durumları oluşturma	5. ve 7. soru
	4. Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme	10. soru
Matematikselleştirme	5. Matematiksel ifadeleri formüleleştirme	9. ve 12. soru
	6. Bir matematiksel model seçme	3. ve 6. soru
Yorumlama	7. Grafik gösterimlerini yorumlama	8. soru
	8. Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	11. soru

Tablo 2'de sunulduğu üzere dört alt yeterlik yapılandırma/basitleştirme, iki alt yeterlik matematikselleştirme/matematiksel çalışma ve iki alt yeterlik de yorumlama yeterliği kapsamında değerlendirilmiştir.

### Veri Toplama Süreci:

Araştırmanın veri toplama sürecinde, bütüncül yaklaşım temel alınarak matematiksel modellemeyi öğrenme ortamı tasarlanmıştır. Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan öğrenme



ortamında tüm modelleme sürecini kapsayan matematiksel modelleme problemleri seçilmekte ve tüm modelleme alt yeterlikleri eş zamanlı olarak geliştirilmeye çalışılmaktadır (Blomhøj & Jensen, 2003; Güç, 2015). Örneğin bu yaklaşımda, verilenleri belirleme ve sadeleştirme, değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme, matematiksel ifadeleri formüleleştirme, gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme alt yeterliklerinin tamamını işe koşan bir modelleme problemi verilerek, öğretmen adaylarının tüm alt yeterlikleri eş zamanlı olarak geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu bağlamda araştırmada matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarına literatürden seçilen bütüncül yaklaşıma uygun modelleme problemleri (Büyük ayak problemi, süpürgelik problemi, Hindistan'ın nüfusu problemi, ...) verilmiştir. Bu süreç 12 hafta boyunca üç saatlik uygulamalar ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenme ortamına katılan öğretmen adayları kendi aralarında gruplar oluşturmuş ve her bir modelleme problemi ile grup halinde çalışmışlardır. Grup çalışmalarının ardından elde ettikleri matematiksel modelleri tüm gruplara sunmuşlardır. Araştırmacı sürecin başlangıcında model, matematiksel model ve matematiksel modelleme süreci hakkında üç saatlik bir bilgi vermiş ve öğretmen adaylarına grup çalışmaları esnasında rehberlik etmiştir. Öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adayları ise bu süreçte matematiksel modelleme konusunda herhangi bir eğitim almamıştır.

Uygulamanın ardından öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarına matematiksel modelleme testi uygulanmıştır. Bu test öğretmen adaylarına verilerek bireysel olarak cevaplamaları istenmiştir. Testin uygulanması sürecinde öğretmen adaylarının birbirleri ile etkileşime geçmemeleri sağlanmış ve uygulama yaklaşık 40 dakika sürmüştür.

#### **Verilerin Analizi:**

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme testine verdikleri cevaplar, doğru ise 2, kısmen doğru ise 1, yanlış veya boş ise 0 olarak kodlanmıştır. Böylece öğretmen adaylarının testten alacakları en yüksek puan 24 iken en düşük puan 0'dır. Birinci alt probleme ilişkin veri analizinde modelleme testinde yer alan modelleme alt yeterliklerinin ortalama puanları hesaplanmıştır. İkinci alt probleme ilişkin veri analizinde ise çok değişkenli varyans analizi olan tek yönlü MANOVA kullanılmıştır.

Birinci alt probleme ilişkin veri analizinde modelleme testinde yer alan modelleme alt yeterliklerinin ortalama puanları hesaplanmıştır. Ortalama puanlar hesaplanırken bazı alt yeterliklerin iki sorudan veya tek sorudan oluşma durumu dikkate alınarak yapılmıştır. Örneğin verilenleri belirleme ve sadeleştirme alt yeterliği birinci ve ikinci sorudan oluşmaktadır. Bu bağlamda öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının birinci ve ikinci soruya ilişkin puanları toplanarak ortalaması alınmıştır ( $73/2=36,5$ ). Ardından öğrenme ortamına katılan kişi sayısına bölünerek ortalama puan hesaplanmıştır ( $36,5/35=1,04$ ). Benzer şekilde öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarının birinci ve ikinci soruya ilişkin puanlar toplanarak ortalaması alınmıştır ( $40/2=20$ ). Ardından öğrenme ortamına katılmayan kişi sayısına bölünerek ortalama puan hesaplanmıştır ( $20/32=0,63$ ). Diğer taraftan değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme alt yeterliği sadece onuncu sorudan oluşmaktadır. Bu bağlamda öğretmen adaylarının 10. soruya ilişkin puanları toplanarak kişi sayısına bölünmüştür (Öğrenme ortamına katılanların puan ortalaması,  $69/35=1,97$ ; öğrenme ortamına katılmayanların puan ortalaması,  $42/32=1,31$ ). Böylece tüm alt yeterliklere ait puan ortalamaları hesaplanarak tablo ve grafiklerle sunulmuştur.

İkinci alt probleme ilişkin veri analizinde ise öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin öğrenme ortamına katılma durumuna göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla çok değişkenli varyans analizi olan tek yönlü MANOVA kullanılmıştır. Veri analizinde bağımlı değişkenin birden fazla olduğu durumlarda tek yönlü MANOVA kullanılmaktadır. Böylece bağımlı değişken olarak ele alınan matematiksel modelleme yeterlikleri, basitleştirme ve yapılandırma, matematikselleştirme ve yorumlama şeklinde üç alt boyuttan oluşmaktadır. Bağımsız değişken olarak ise öğretmen adaylarının öğrenme ortamına katılma durumları temel alınmıştır. Öncelikle bu analizin yapılabilmesi için çeşitli varsayımların karşılanması gerekmektedir.

Bunlar; tek ve çok değişkenli normallik, bağımlı değişkenler arasındaki doğrusal ilişki, varyans ve kovaryans matrislerinin homojenliğidir.

Verilerin analizinde çok yönlü varyans analizinin kullanılabilmesi için öncelikle her bir birimde en az 20 katılımcının olması önerilmektedir (Tabachnick & Fidell, 2007). Bu çalışmada öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının sayısı 30'un üstünde olduğu için söz konusu varsayım karşılanmaktadır. Ayrıca yapılan analizde kayıp değerlerin ve uç değerlerin olmadığı tespit edilmiştir. Nitekim normallik varsayımlarını test etmek için kullanılan yöntemlerde uç değerlerin olmadığını göstermektedir. Ölçümün güvenilirliğini test etmek amacıyla testin ikiye bölünmesi yöntemi kullanılmış ve test maddelerine verilen cevaplar üç farklı şekilde kodlandığı (0-1-2 puan) için Cronbach Alpha katsayısına bakılmıştır. Bu katsayı .695 olarak tespit edilmiş olup, örneklemden elde edilen ölçümün güvenilir olduğunu göstermektedir (Kalaycı, 2010). Tüm bunlardan hareketle tek yönlü MANOVA'nın varsayımların test edilmesi için uygun bir veri olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen verilerin tek ve çok değişkenli normallik varsayımını karşılayıp karşılamadığı MANOVA'nın varsayımlarından biridir. Tek değişkenli normallik varsayımı verilerin basıklık ve çarpıklık değerlerinin elde edilen standart hataya bölünmesi ile test edilmiş ve tüm değerler -1.233 ile 0.655 arasında bulunmuştur. Tüm değerlerin -1.96 ile 1.96 arasında olması verilerin normal dağıldığını göstermektedir. Ayrıca Q-Q grafiği sonuçları da gözlenen veri setinin beklenen normal dağılıma yakın olduğunu ortaya koymaktadır. Tüm bunlar verideki her bir hücrenin normal dağıldığını göstermektedir (Taşpınar, 2017). Çok değişkenli normallik varsayımı için ise Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmıştır (Pallant, 2015). Bağımsız değişken sayısı 2 olduğu için kritik değer 13.82 alınmıştır (Tabachnick ve Fidell, 2013). Çalışmanın verilerinden Mahalanobis uzaklıklarının 0.02 ile 8.20 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tüm değerlerin 13.82'den küçük bulunması, verilerin çok değişkenli normallik varsayımını da sağladığını göstermektedir (Pallant, 2015).

Bağımlı değişkenler arasındaki doğrusal ilişkinin .90'dan küçük olması MANOVA'nın varsayımlarından biridir (Taşpınar, 2017). Bu varsayımın karşılanıp karşılanmadığını test etmek amacıyla bağımlı değişkenler arasındaki korelasyona bakılmış ve tüm değerlerin .50'den küçük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bağımlı değişkenler arasında yüksek bir korelasyon olmadığını ve birbirlerinden bağımsız olduklarını ortaya koyduğundan bu varsayımın karşılandığını göstermektedir.

Varyans-kovaryans matrisinin homojenliği MANOVA'nın varsayımlarından biri olup, bu doğrultuda Box's M testinin verileri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının öğrenme ortamına katılma durumu bağımsız değişkeni ile basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme ve yorumlama şeklindeki bağımlı değişkenlerine göre yapılan Box's M testi anlamlılık değeri sonucu 0.05' in üzerinde bulunmuştur [Box's M=11.983, p=.077>.05]. Ayrıca varyansların homojenliğine Levene testi ile de karar verilmektedir (Taşpınar, 2017). Levene testi sonuçlarına bakıldığında ise; basitleştirme/yapılandırma bağımlı değişkeni için  $F_{1-65}=.311$ ,  $p=0.579>0.05$ , matematikselleştirme bağımlı değişkeni için  $F_{1-65}=1.425$ ,  $p=0.237>0.05$  ve yorumlama bağımlı değişkeni için,  $F_{1-65}=0.43$ ,  $p=0.837>0.05$  olduğu tespit edilmiştir. Bu durum MANOVA'nın söz konusu varsayımının da karşılandığını göstermektedir. Böylece araştırmanın ikinci alt problemi için tek yönlü MANOVA yapılmasına karar verilmiştir.

## BULGULAR

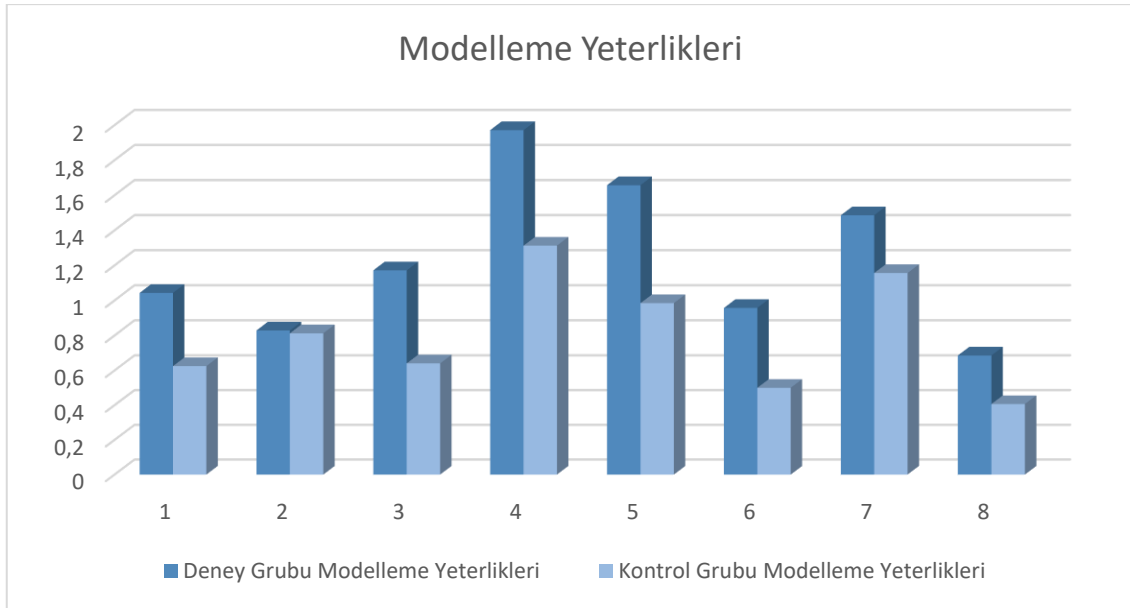
*"Matematikselleştirmeyi öğrenme ortamına katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematikselleştirme alt yeterlikleri ne düzeydedir?"* şeklindeki birinci alt probleme ait bulgular Tablo 3'te sunulmuştur.

**Tablo 3:**

*Öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme alt yeterliklerinin puan ortalamaları*

Modelleme Yeterlikleri	Modelleme Alt Yeterlikleri	Öğrenme Ortamına Katılanların Puan Ortalaması (2 puan üzerinden)	Öğrenme Ortamına Katılmayanların Puan Ortalaması (2 puan üzerinden)
Basitleştirme / Yapılandırma	1. Verilenleri belirleme ve sadeleştirme	1,04	0,63
	2. Hedefi belirginleştirme	0,83	0,81
	3. Matematiksel durumları oluşturma	1,17	0,64
	4. Değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme	1,97	1,31
Matematiksel eşirme	5. Matematiksel ifadeleri formüleştirme	1,66	0,98
	6. Bir matematiksel model seçme	0,96	0,50
Yorumlama	7. Grafik gösterimlerini yorumlama	1,48	1,15
	8. Gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme	0,68	0,41
	Toplam	9,79	6,63

Tablo 3' te sunulduğu üzere, öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri toplam puan ortalamaları 9.79 iken katılmayan öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri toplam puan ortalamaları 6.63' tür. Öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının en düşük alt yeterlikleri sırasıyla; gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme (Şekil 7), hedefi belirginleştirme (Şekil 2) ve bir matematiksel model seçmedir (Şekil 5). En yüksek alt yeterlikleri ise sırasıyla; değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme (Şekil 3), matematiksel ifadeleri formüleştirme (Şekil 4) ve grafik gösterimlerini yorumlamadır (Şekil 6). Öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarının en düşük alt yeterlikleri sırasıyla; gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme, bir matematiksel model seçme ve verilenleri belirleme ve sadeleştirmedir (Şekil 1). En yüksek alt yeterlikleri ise sırasıyla; değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme, grafik gösterimlerini yorumlama ve matematiksel ifadeleri formüleştirmedir. Öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının modelleme alt yeterlikleri puan ortalamalarının karşılaştırması Şekil 8' de verilmiştir.



Şekil 8. Öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının modelleme alt yeterlikleri puan ortalamaları

Şekil 8’ de görüldüğü üzere, tüm modelleme alt yeterliklerinde öğrenme ortamına katılan öğretmen adayları öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarına göre daha iyi performans sergiledikleri belirlenmiştir. Her iki grupta değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme alt yeterliğinde en iyi performansı gösterdikleri görülmektedir. Ayrıca her iki grubunda en alt düzey performansının gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme alt yeterliği olduğu belirlenmiştir. İki grup arasındaki en büyük farkın ise matematiksel ifadeleri formülleştireme alt yeterliğinde olduğu, en düşük farkın ise hedefi belirginleştirme alt yeterliğinde olduğu tespit edilmiştir.

“Matematiksel modelleme ile ilgili tasarlanan öğrenme ortamına katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarının basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme/matematiksel çalışma ve yorumlama yeterlikleri arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklindeki ikinci alt probleme ait bulgular Tablo 4’te sunulmuştur.

**Tablo 4:**

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin, öğrenme ortamına katılma durumuna göre MANOVA sonuçları

Modelleme Yeterlikleri	Modelleme ortamına	N	X	Ss	sd	F	p	Etki büyüklüğü
Basitleştirme/ Yapılandırma	Katılan	35	7.23	.42	1-65	18.10	.000	.218
	Katılmayan	32	4.66	.44				
Matematikselleştirme	Katılan	35	5.23	.30	1-65	27.86	.000	.300
	Katılmayan	32	2.97	.31				
Yorumlama	Katılan	35	2.17	.20	1-65	4.34	.041	.063
	Katılmayan	32	1.56	.21				

Matematiksel modelleme yeterliklerinden, basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme ve yorumlama alt yeterlik puanları üzerinde yapılan MANOVA sonuçları, matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ortaya konulmuştur (Wilks’ Lambda= 0.601,  $F_{(3-63)}= 13.946$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=0.399$ ). Etki büyüklüğünün 0.399 olması öğrenme ortamına katılma durumunun modelleme yeterlikleri üzerinde etkili bir değişken olduğunu göstermektedir.

Tablo 4'te sunulduğu üzere, matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan öğretmen adayları ile katılmayan öğretmen adayları arasında basitleştirme/yapılandırma yeterliği kapsamında anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $F_{(1-65)}= 18.10, p<.001, \eta^2=0.218$ ). Bu durum öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının basitleştirme/yapılandırma yeterliğine ilişkin puanlardan elde edilen varyansların yaklaşık %22'sini açıkladığını göstermektedir. Yine öğretmen adaylarının matematikselleştirme yeterliği puan ortalamaları arasında da anlamlı farklılık belirlenmiştir ( $F_{(1-65)}= 27.86, p<.001, \eta^2=0.300$ ). Öğretmen adaylarının öğrenme ortamına katılma durumunun, matematikselleştirme yeterliğine ilişkin puanlardan elde edilen varyansların %30'unu açıkladığını göstermektedir. Yorumlama yeterliği puan ortalamaları açısından bakıldığında ise, yine anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $F_{(1-65)}= 4.34, p<.05, \eta^2=0.063$ ). Öğretmen adaylarının öğrenme ortamına katılma durumunun, yorumlama yeterliği üzerinde oldukça düşük düzeyde bir etkiye sahip olduğu (%6) ortaya çıkmıştır.

Bütüncül yaklaşıma göre tasarlanan matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan veya katılmayan öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri karşılaştırıldığında; söz konusu öğrenme ortamı, en fazla öğretmen adaylarının matematikselleştirme yeterliği üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. İkinci olarak basitleştirme/yapılandırma yeterliği üzerinde yüksek bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Öğrenme ortamına katılma durumu öğretmen adaylarının yorumlama yeterliği üzerinde ise anlamlı bir farklılık oluşturmasına karşın, bu yeterliğe etkisinin oldukça düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir.

## **SONUÇ, TARTIşMA ve ÖNERİLER**

Bütüncül yaklaşıma göre matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan ve katılmayan ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin yeterliklerinin incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Birinci alt probleme ilişkin bulgulardan hareketle tasarlanan öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının, öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarına göre tüm modelleme alt yeterliklerinde daha iyi bir performans sergiledikleri belirlenmiştir. Öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının en düşük alt yeterlikleri sırasıyla; *gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme, hedefi belirginleştirme ve bir matematiksel model seçmedir*. En yüksek alt yeterlikleri ise sırasıyla; *değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme, matematiksel ifadeleri formülleştirme ve grafik gösterimlerini yorumlamadır*. Öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarının en düşük alt yeterlikleri sırasıyla; *gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme, bir matematiksel model seçme ve verilenleri belirleme ve sadeleştirmedir*. En yüksek alt yeterlikleri ise sırasıyla; *değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme, gösterimlerini yorumlama ve matematiksel ifadeleri formülleştirmedir*. Her iki grupta *değişkenleri, parametreleri ve sabitleri belirleme* alt yeterliğinde en iyi performans gösterdikleri görülmektedir. Yine her iki grubunda en alt düzey performansının *gerçek hayat durumu ile karşılaştırarak kontrol etme* alt yeterliği olduğu belirlenmiştir. İki grup arasındaki en büyük farkın ise *matematiksel ifadeleri formülleştirme* alt yeterliğinde olduğu, en düşük farkın ise *hedefi belirginleştirme* alt yeterliğinde olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Frejd ve Årlebäck'in (2011) durum çalışması niteliğinde yaptığı çalışmada öğrencilerin *değişken, parametre ve sabitlerini belirlemede* yeterli düzeyde performans gösterdikleri tespit edilmiştir. En düşük performanslarının ise *gerçek modelin hedeflerini belirginleştirme* alt yeterliği konusunda olduğu belirlenmiştir. Yine benzer şekilde Kertil (2008) de öğretmen adaylarının hem ön testte hem de son testte *hedefi belirginleştirme* alt yeterliğinde zorluk yaşadıkları belirlenmiştir.

İkinci alt probleme ilişkin bulgulara göre tasarlanan öğrenme ortamına katılan ve katılmayan öğretmen adaylarının modelleme yeterlikleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu ortaya konulmuştur. Basitleşme/yapılandırma, matematikselleştirme ve yorumlama yeterlikleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise; öğrenme ortamına katılan öğretmen adaylarının tüm yeterliklerdeki

puan ortalamaları öğrenme ortamına katılmayan öğretmen adaylarının puan ortalamalarına göre anlamlı bir farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda öğrenme ortamına katılma durumu öğretmen adaylarının basitleştirme/yapılandırma, matematikselleştirme ve yorumlama yeterlik puanlarını arttırdığı belirlenmiştir. Grünwald (2012), Brand (2014) ve Kaiser ve Brand (2015) tarafından da öğrenme ortamına katılan öğrencilerin ön ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu ve öğrenme ortamına katılan öğrencilerin modelleme yeterliklerinde artış gözlemlendiği belirlenmiştir. Bu durum yapılan çalışmaların sonuçları ile bu çalışmanın sonuçlarının benzerlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Çalışmada elde edilen diğer bir sonuç ise öğretmen adaylarının öğrenme ortamına katılma durumunun en fazla matematikselleştirme yeterliğini ve ikinci olarak da basitleştirme/yapılandırma yeterliğini etkilediği tespit edilmiştir. En düşük etkinin ise yorumlama yeterliğinde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Bu alanda yapılan çalışmalara bakıldığında; Kertil (2008) tarafından da tasarlanan öğrenme ortamının, öğretmen adaylarının matematikselleştirme yeterliğinde en fazla artışa sebep olduğu belirlenmiştir. Brand (2014) tarafından da özellikle basitleştirme ve matematikselleştirme alt yeterliğinde bütüncül yaklaşıma göre eğitim alan grubun kısmi yaklaşıma göre eğitim alan gruptan anlamlı bir şekilde daha başarılı oldukları tespit edilmiştir. En fazla problem yaşanan yeterliğin ise yorumlama yeterliği olduğu çeşitli çalışmalar tarafından da (Biccard & Wessels, 2011; Bukova Güzel, 2011; Çiltaş, 2011; Gatabi & Abdolahpour, 2013; Ji, 2012; Türker vd., 2010) belirlenmiştir. Grünwald'ın (2013) yaptığı çalışmada ise bu çalışmanın aksine gerçek hayat bağlamında çözümleri yorumlama yeterliğinde ön ve son test puanları arasında bir farklılık belirlenmemiştir. Bu çalışmada öğrenme ortamına katılma durumu yorumlama yeterliğinde düşük bir etkiye sahip olsa da yine de anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir. Yorumlama yeterliğinin düşük bir etkiye sahip olmasının nedenlerinden biri, oluşturulan öğrenme ortamından kaynaklandığı söylenebilir. Yorumlama yeterliğinin geliştirilmesi için kısmi yaklaşıma dayalı öğrenme ortamlarının oluşturulması, öğrencilerin sadece yorumlama yeterliğine odaklanmalarını sağlayacağından önemli görülmektedir (Dede, 2017). Biccard & Wessels (2011) ise yorumlama yeterliğinin gelişimi için sadece öğrenme ortamına katılmanın yeterli olmadığını ve öğretmenin desteğinin gerekli olduğunu ifade etmektedir.

Tüm bu sonuçlardan ve alan yazın taramasından hareketle matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılan öğrencilerin modelleme yeterliklerinin olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenme ortamına katılma durumu en fazla matematikselleştirme yeterliğini ve ikinci olarak da basitleştirme/yapılandırma yeterliğini etkilediği tespit edilmiştir. En düşük etkinin ise yorumlama yeterliğinde ortaya çıktığı belirlenmiştir. Basitleştirme ve matematikselleştirme yeterliklerinin geliştirilmesi adına bütüncül yaklaşıma uygun benzer öğrenme ortamlarının tasarlanması ve uygulanması önerilmektedir. Özel olarak yorumlama yeterliğinin daha fazla geliştirilmesi için kısmi yaklaşım temel alınan öğrenme ortamları tasarlanabilir veya bütüncül yaklaşım ile tasarlanan öğrenme ortamlarında yorumlama yeterliğine öğretmen müdahaleleri ve rehberliği ile destek verilmesi önerilebilir.

## KAYNAKÇA

- Biccard, P., & Wessels D. C. J. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 375-383). New York: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-0910-2\_37
- Blomhøj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 22(3), 123-139. doi: 10.1093/teamat/22.3.123
- Blomhøj, M., & Kjeldsen, T. H. (2006). Teaching mathematical modelling through project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38(2), 163-177. doi: 10.1007/BF02655887.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education - Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 149-171. doi: 10.1023/A:1022435827400
- Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(1) 45-58.

- Brand, S. (2014). Effects of a holistic versus an atomistic modelling approach on students' mathematical modelling competencies. In C. Nicol, P. Liljedahl, S. Oesterle, & D. Allan (Eds.), *Proceedings of the joint meeting of PME 38 and PME-NA 36, Vol. 2* (pp. 185-191). Vancouver, Canada: PME.
- 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. doi: 10.1093/teamat/hrq015.
- Büyükoztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (15. baskı). Ankara: Pegem.
- Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretimini ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 301126)
- Dede, A. T. (2017). Modelleme yeterlikleri ile sınıf düzeyi ve matematik başarısı arasındaki ilişkilerin incelenmesi. *İlköğretim Online*, 16(3), 1201-1219. doi: 10.17051/ilkonline.2017.330251
- Frejd, P., & Ärlebäck, J. B. (2011). First results from a study investigating Swedish upper secondary students' mathematical modelling competencies. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 407-416). Springer: New York.
- Fu, J., & Xie, J. (2013). Comparison of mathematical modelling skills of secondary and tertiary students. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Eds.), *Teaching mathematical modelling: connecting to research and practice. international perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 165-173). New York: Springer. doi: 10.1007/978-94-007-6540-5\_14.
- Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*. 38(2), 143-162. doi: 10.1007/BF02655886.
- Gatabi, A. R., & Abdolohpour, K. (2013). Investigating students' modeling competency through grade, gender, and location. In B. Ubuz, C. Haser & M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the 8th congress of the european society for research in mathematics education CERME 8* (pp. 1070-1077). Turkey: Middle East Technical University.
- Greerath, G., & Vorhölter, K. (2016). Teaching and learning mathematical modelling: approaches and developments from German speaking countries. *ICME-13 Topical Surveys*, 1-42, Switzerland: Springer International Publishing. doi: 10.1007/978-3-319-45004-9\_1.
- Grünwald, S. (2012, July). *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*. Paper presented at the meeting of the 12. International Congress on Mathematical Education. Korea: Seoul.
- Grünwald, S. (2013). The development of modelling competencies by year 9 students: Effects of a modelling project. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum & J. P. Brown (Eds.), *Teaching mathematical modelling: connecting to research and practice: International perspectives on the teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 185-194). New York: Springer.
- Güç, F. A. (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin değerlendirilmesi* (Doktora tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 381105)
- Güç, F. A., & Baki, A. (2016). Matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının sınıflandırılması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 621-645.
- Haines C. R., Crouch, R. & Davis, J. (2001). Understanding Students' Modelling Skills. In J. Matos, W. Blum, K. Houston & S. Carreira (Eds.), *Modelling and mathematics education, ICTMA 9: Applications in science and technology* (pp. 366-380). Chichester: Horwood Publishing.
- Houston, K. (2007). Assessing the "phases" of mathematical modelling. In W. Blum, P.L. Galbraith, H. W. Henn & M. Niss (Eds.), *Modeling and applications in mathematics education (ICMI 14)* (pp. 249-256). New York: Springer.
- Huang, C. H. (2011). Assessing the modelling competencies of engineering students. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 9(3), 172-177.
- Ji, X. (2012, July). *A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence*. Paper presented at the meeting of the 12. International Congress on Mathematical Education. Korea: Seoul.
- Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling (ICTMA 12): Education, engineering and economics* (pp. 110-119). Chichester: Horwood.

- Kaiser, G., & Brand, S. (2015). Modelling competencies: Past development and further perspectives. In G. A. Stillman, W. Blum & M. S. Biembengut (Eds.), *Mathematical modelling in education research and practice* (pp. 129–149). Cham: Springer International Publishing.
- Kalaycı, Ş. (2010). *SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri* (5. bs.). Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi'nden edinilmiştir. (Tez No. 221516)
- Lingefjård, T. (2004). *Assessing engineering student's modeling skills*. Retrieved from [http://www.cdio.org/files/document/file/assess\\_model\\_skls.pdf](http://www.cdio.org/files/document/file/assess_model_skls.pdf)
- Lingefjård, T. (2006). Faces of mathematical modelling. *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, 38(2), 96 - 112. doi: 10.1007/BF02655884
- Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic*, 38(2), 113-142. doi: 10.1007/BF02655885
- Pallant, J. (2015). *SPSS survival manual a step by step guide to data analysis using IBM SPSS (6. Ed.)*. USA: Open University Press.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L.S. (2007). *Using multivariate statistics (5. Ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Tabachnick, B. G. & Fidell, L.S. (2013). *Using multivariate statistics (6. Ed.)*. Boston: Pearson Education.
- Taşpınar, M. (2017). *Sosyal bilimlerde SPSS uygulamalı nicel veri analizi (1. Bs)*. Ankara: Pegem Akademi
- 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, 4622–4628. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.740.



## Investigation of the Competences of Pre-Service Secondary School Mathematics Teachers Related to the Mathematical Modelling

**Dr.Zeynep akmak-Gürel (Academician)**  
Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi-Türkiye  
zcakmak@erzincan.edu.tr

**Prof. Dr. Ahmet Işık**  
Kırıkkale Üniversitesi-Türkiye  
isikahmet@kku.edu.tr

### Abstract

In this research, it was aimed to investigate the mathematical modelling competences of the pre-service secondary school mathematics teachers who included and not included in the mathematical modelling designed according to the holistic approach in the learning environment. Among the quantitative research methods, the experimental pattern was employed in the research. The sampling of the research consisted of totally 67 pre-service teachers-35 of whom included and 32 not included in the learning environment. The learning environment was created considering the holistic approach and the pre-service teachers attended to this learning environment throughout 12 weeks. Data, were collected with multiple-answer multiple choice test including 12 mathematical modelling questions. The descriptive analysis was used in the analysis of data related to the first sub-problem; on the other hand, the one-way MANOVA was used for the second sub-problem. In the data analysis, meaningful differences were found between the pre-service teacher included in the learning environment and those not included in terms of the competences of simplifying/structuring, mathematizing and interpretation. This case demonstrates that the designed learning environment has positive effect on the mathematical modelling competences of the pre-service teachers. In addition, although the created learning environment was realized to support the interpretation competence, its effect level was determined to be low compared with the other competences. Considering these results, the designing mathematical modelling learning environments are significant in terms of the development of the modelling competences; in addition, it is recommended that the pre-service teachers should substantially gain the interpretation competence by developing the designed learning environment.

**Keywords:** Mathematical modelling, modelling competence, holistic approach



**E-International Journal  
of Educational Research,  
Vol: 9, No: 3, 2018, pp.85- 103**

**DOI: 10.19160/ijer.477651**

**Received: 01.10.2018  
Accepted: 26.11.2018**

### Suggested Citation:

akmak Gürel, Z. & Işık, A. (2016). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modellemeye İlişkin Yeterliklerinin İncelenmesi, E-International Journal of Educational Research, Vol: 9, No: 3, 2018, pp.85- 103, DOI: 10.19160/ijer.477651

## EXTENDED ABSTRACT

**Problem:** *In this research, it was aimed to investigate the mathematical modelling competences of the pre-service secondary school mathematics teachers who included and not included in the mathematical modelling designed according to the holistic approach in the learning environment. Following sub-problems were tried to be answered related to the aim of the research: "What are the mathematical modelling sub-competence levels of the pre-service secondary school mathematics teachers who included and not included in the mathematical modelling to the learning environment?" and "Is there a meaningful difference between the mathematical modelling competences of the pre-service secondary school mathematics teachers who included and not included in the mathematical modelling to the learning environment?"*

**Method:** *Among the quantitative research methods, the experimental design was employed in the study. The unstructured design with final test control group, in which the pre-test is not done and only the last test is done for the control and test group (Büyüköztürk, et al., 2013), was used among the experimental patterns. The sampling of the research consisted of the pre-service teachers, who were in the fourth class of the Department of Secondary School Mathematics in fall term of 2016-2017 educational year. 35 of the participants, who had gotten the mathematical modelling course, were evaluated as experimental group; 32 of them, who did not have the course, as control group. The pre-service teachers, who had and did not have the modelling course, had not had any education related to the mathematical modelling or had not encountered the modelling problems before. The modelling problems suitable for the holistic approach were directed to the pre-service teachers who were included in the mathematical modelling learning environment. This process was carried out for 12 weeks with 3 hours of practices. The pre-service teachers were grouped randomly and worked in groups in solving each modelling problem. The control group that did not participated in the learning environment did not get any education related to the mathematical modelling in this process. As the data collection tool, the mathematical modelling test (Lingefjård, 2004), which was developed by the researchers as Crouch, Davis, Fitzharris, Haines, Izard, Houston and Neill, was applied. Kertil (2008) translated the test into Turkish and its reliability/validity was provided. Thus, the data were collected from all of the pre-service teachers with a multiple-answer multiple choice test including 12 mathematical modelling questions. The answers of the pre-service teachers were coded as 2 if it is correct; 1 partly correct; 0 incorrect or not answered. In the data analysis related to the first sub-problem, the average modelling sub-competences scores stated in the modelling test were calculated. In the data analysis related to the second sub-problem, one-way MANOVA, which is the multivariate variance analysis, was used.*

**Findings:** *Considering the findings related to the first sub-problem, it was determined that the pre-service teachers participated in the designed learning environment demonstrated better performance in all the modelling sub-competences compared with those, who did not participate in the learning environment. It was determined that both of the two groups demonstrated the best performance in the sub-competence of assigning variables, parameters, and constants; on the other hand, demonstrated the lowest performance in the competence of checking by comparing with real life situation. It was found that the biggest difference between the two groups was emerged in the sub-competence of formulating mathematical statements; the lowest difference in the sub-competence of clarifying the goal. According to the findings related to the second sub-problem, meaningful difference was encountered between the modelling competences of the pre-service teachers included and not included in the designed learning environment (Wilks' Lambda= 0.601,  $F(3-63)= 13.946$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=0.399$ ). That the effect size was 0.399, demonstrated that the case that the pre-service teachers were included in the learning environment was effective variable on their modelling competences. As the competences of the simplifying/structuring, mathematizing and interpretation were evaluated separately, a meaningful difference was determined between the whole competence score averages of the pre-service teachers who participated in the learning*

*environment and those who did not participate in the learning environment. In this case, it was determined that the participation to the learning environment increased the of simplifying/structuring, mathematizing and interpretation competence scores of the pre-service teachers. Another result reached in the study was that the pre-service teachers participating to the learning environment affected their mathematizing competence most and the simplifying/structuring competence next. It was also determined that the lowest effect was emerged on the interpretation competence.*

**Discussion:** *In general, the case that participation to the learning environment designed related to the modelling increases the modelling competences of the students is supported by the literature (Brand, 2014; Gr̈unewald, 2012; Kaiser & Brand, 2015). With this study, like the results of the study conducted by Kertil (2008) and Brand (2014), it was determined that the designed learning environments increase the mathematizing competence most. The result that the most difficulties are encountered in the competence of interpretation are also supported by various studies (Biccard & Wessels, 2011; Bukova G̈uzel, 2011; iltaş, 2011; Ji, 2012; Gatabi & Abdolahpour, 2013). Biccard & Wessels (2011) refer that to develop the interpretation competences of students, only participation in the learning environment not enough and teacher support is necessary.*

**Conclusion:** *It was found that the modelling competences of the students- participated in the mathematical modelling learning environment- were affected positively. It was determined that participation in the learning environment had the greatest effect on mathematizing competence and secondly on simplifying/structuring competences. It was also observed that the lowest effect emerged in the interpretation competence. To develop the simplifying/structuring and mathematizing competences, designing and applying similar learning environments suitable for the holistic approach is recommended. Specifically, it can be recommended that more learning environments based on the atomic approach can be designed to develop the interpretation competence or the interpretation competence can be supported by teacher attendance and guidance in the learning environments designed with the holistic approach.*