T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ

MATEMATİKSEL MODELLEMEYE DAYALI ÖĞRETİMİN MATEMATİKSEL YILMAZLIK ALGISI VE MODELLEME BECERİSİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEYMA ATAHAN

BALIKESİR, MAYIS - 2019

T.C.

BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK ALANLAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ

MATEMATİKSEL MODELLEMEYE DAYALI ÖĞRETİMİN MATEMATİKSEL YILMAZLIK ALGISI VE MODELLEME BECERİSİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞEYMA ATAHAN

Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Gözde AKYÜZ (Tez Danışmanı)

Prof. Dr. Hülya GÜR

Dr. Öğr. Üyesi Umut Birkan ÖZKAN

BALIKESİR, MAYIS - 2019

KABUL VE ONAY SAYFASI

Şeyma ATAHAN tarafından hazırlanan "**MATEMATİKSEL MODELLEMEYE DAYALI ÖĞRETİMİN MATEMATİKSEL YILMAZLIK ALGISI VE MODELLEME BECERİSİNE ETKİSİ**" adlı tez çalışmasının savunma sınavı 27.05.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	İmza
Danışman Doç.Dr.Gözde AKYÜZ	
Üye Prof. Dr. Hülya GÜR	
Üye Dr. Öğr. Üyesi Umut Birkan ÖZKAN	

Jüri üyeleri tarafından kabul edilmiş olan bu tez Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca onanmıştır.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Prof. Dr. Necati ÖZDEMİR ....

ÖZET

MATEMATİKSEL MODELLEMEYE DAYALI ÖĞRETİMİN MATEMATİKSEL YILMAZLIK ALGISI VE MODELLEME BECERİSİNE ETKİSİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ŞEYMA ATAHAN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ.DR. GÖZDE AKYÜZ)

BALIKESİR, MAYIS,2019

Çalışmada matematiksel modellemeye dayalı öğretimin, öğretmen adaylarının matematiksel yılmazlık algıları ile matematiksel modelleme becerisine etkisi incelenmiştir. Seminer ve örnek etkinlik uygulamalarından oluşan 12 saatlik matematiksel modellemeye dayalı öğretim uygulamasını içeren çalışma, Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi Matematik Öğretmenliği bölümüne devam eden 8 tane öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak Matematiksel Yılmazlık Ölçeği ve birbirine paralel formda iki ayrı Matematiksel Modelleme Beceri Testi, ön test ve son test şeklinde uygulanmıştır. Öğretmen adaylarının, modelleme becerileri ve matematiksel yılmazlık algılarındaki değişimleri incelenmiştir.

Çalışmadan elde edilen nicel veriler ise SPSS 21.0 paket programı kullanılarak Wilcoxon İşaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda matematiksel yılmazlık algısı ön-test ve son-test bulguları arasından son-test lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Aynı şekilde uygulanan matematiksel başarı testlerinden elde edilen veriler puanlama anahtarları yardımıyla kodlayıcılar aracılığıyla analiz edilmiş ve uygulama öncesi ve sonrasında modelleme beceri testlerinde, uygulanan ikinci test lehine anlamlı farklılıklar gerçekleşmiştir. Matematiksel modellemeye dayalı öğretim uygulamalarının artması, matematiksel modelleme becerilerini ve matematiksel yılmazlık algılarını olumlu etkilemiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Matematiksel yılmazlık, matematiksel modelleme, öğretmen adayları.

ABSTRACT

THE EFFECT OF TEACHING BASED ON MATHEMATICAL MODELLING ON MATHEMATICAL RESILIENCY PERCEPTION AND MODELING SKILLS
MSC THESIS
ŞEYMA ATAHAN
BALIKESIR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
SECONDARY SCIENCE AND MATHEMATİCS EDUCATION
MATHEMATICS EDUCATION
(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR GOZDE AKYUZ)

BALIKESİR, MAY 2019

In this study, the effect of teaching based on mathematical modeling on mathematical resilience perceptions and mathematical modeling skills of pre-service teachers is examined. The study, which consisted of 12-hour-teaching based on mathematical modeling, including seminar and sample activity applications, was conducted with 8 pre-service teachers studying at the Department of Mathematics Teaching in Necatibey Faculty of Education, Balıkesir University. As a data collection tool, Mathematical Resilience Scale and two separated Mathematical Modeling Skill Tests in parallel form were applied as pre-test and post-test. The changes of pre-service teachers' modeling skills and mathematical resilience perceptions were examined.

The quantitative data obtained from the study were analyzed by using SPSS 21.0 package program with Wilcoxon signed rank test. As a result of the analysis, a significant difference was found between mathematical resilience perception pre-test and post-test findings on behalf of post-test. Likewise, the data obtained from mathematical achievement tests were analyzed by coders with the help of scoring keys. Significant differences were observed on behalf of the second test before and after the application. The increasing number of mathematical modeling based teaching practices positively affected mathematical modeling skills and mathematical resilience perceptions.

KEYWORDS: Mathematical resilience, mathematical modeling, pre-service.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

TABLO LİSTESİ

Sayfa

ÖNSÖZ

Araştırmanın gerçekleştirilmesinde ufkumu genişletmeme yardımcı olan, tezimi titizlikle okuyan, danışmanlığının yanında bir araştırmacı olarak da iyi yetişmem için gayret gösteren. Hiçbir zaman sorularımı cevapsız bırakmayarak gelişmemi destekleyen ve bu yolda beni yüreklendiren, yönlendiren değerli hocam Doç. Dr. Gözde AKYÜZ'e,

Yaşamım boyunca varlığı ile bana güven veren ve ihtiyaç duyduğum her an yanımda olan sevgili babam Osman ATAHAN ve annem Gülser ATAHAN' a, abim Ayhan ATAHAN ve eşi Derya ATAHAN'a ve eğitim hayatım boyunca daima desteğini esirgemeyen halam İffet ŞEVİK ve eşi Sait ŞEVİK bana inandıkları ve güç verdikleri için teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca çevirilerimde ve çalışmamda daima yardımcı olan değerli arkadaşım Bilgesu BABACAN'a ve beni daima destekleyen ve yüreklendiren arkadaşım Buşra Dicle ÖZKAN'a, son olarak bugüne gelmemde payları bulunan tüm öğretmenlerime teşekkürü borç bilirim.

Şeyma ATAHAN

1. GİRİŞ

Günümüzde, öğretimin kalıcı olması amacıyla öğretim programlarının düzenlenmesine ihtiyaç olduğu kaçınılmaz bir gerçektir. Bu aşamada yeniden tasarlanması gereken eğitim ve öğretim programları, öğrencilerin ihtiyaçlarına yönelik olmalıdır. Öğrencilerin gereksinimlerini belirlerken öncelikle öğrencilerin tüm bilgilerini kullanabilmeleri düşünülmelidir. Bu bağlamda öğrencilere bilimsel, yaratıcı, matematiksel düşünme ve eleştirel düşünme gibi ileri düzey düşünme becerileri kazandırmak, eğitimcilerin başlıca görevlerindendir. Bu becerileri merkeze almış öğretim programları ile istenen üst düzey özelliklere sahip bireyler yetiştirilebilir.

21. yüzyılda bilim ve teknolojide gerçekleşen gelişmeler, toplumun eğitim programlarından beklentilerini de değiştirmiştir. Günümüzde düşünmeyi kavrayan ve yaratıcılığı öğrenen bireylerin yetiştirilmesi çağın getirdiği bir gereklilik haline gelmiştir. Düşünmeyi kavramış, yaratıcı düşünebilen, problemlere etkili çözümler bulabilen, öğrendiği şeyleri günlük hayata aktarabilen bireylerin yetiştirilmesinde matematik oldukça önemli hale gelmektedir (Yıldırım, 2011).

Ülkemizde değişim hızlanarak devam etmektedir. Bu değişimler ile birlikte öğretim programları da etkilenmektedir. Günümüzde, birçok alanda önemli gelişmelerin çoğu, doğada var olan bazı karmaşık sistemlerin modellenmesi ile gerçekleşmektedir.

Matematiksel modelleme, son zamanlarda önem verilen alanlardan biri haline gelmiştir. 2005 yılından bu yana yürürlüğe konulan matematik öğretim programlarında da yeni değişikliklere uygun düzenlemeler yapılmıştır. Programın bakış açısı ve bu bakış açısına doğrultusunda ortaya çıkan öğretmenin ve öğrencinin farklılaşan görevleri, öğrenme ortamındaki değişiklikler, matematiksel kazanımların değerlendirilmesi için tekniklerin zenginleşmesi bunlardan sadece birkaçıdır. İlköğretim ve lise programı incelendiğinde önemli noktalardan biri de özellikle ilköğretim programında matematiksel modellemeye kapsamlı bir şekilde yer verilmiş olmasıdır. Bu bağlamda çalışmada ele alınan matematiksel modelleme çağımızın gerektirdiği özelliklere sahip öğrenci becerilerinden biri haline gelmektedir (MEB, 2005).

Öğrencilerin çoğu matematik yapma konusunda önyargılı düşüncelere sahiptir. Ancak bir öğrencinin aklında ne olduğunu bilmek, zihinsel bir süreç olması dolayısıyla mümkün olmamaktadır. Fakat bir problem çözüm sürecinde model geliştirerek zihinsel sürecini yazılı olarak kâğıda aktaran bir öğrencinin, sahip olduğu matematiksel bilgi ve bu bilginin gelişimi ile ilgili birçok sonuç ortaya çıkabilir (Özturan Sağırlı, Kırmacı ve Bulut, 2010).

Yeni yaklaşımlarla hazırlanan matematik programlarında da yapılan yukarıdaki vurgular ile matematiksel modelleme becerisinin öneminin yanı sıra matematiğe verilen değerin öneminin kavranmasının, bireylerin problem çözme becerilerini geliştirmesinin ve bu becerilerin gerçek hayat problemlerinde uygulanmasının altı çizilmektedir (MEB, 2005).

Tüm bunların yanı sıra, matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ve karşılaştıkları zorlukları ortaya konduğu çalışmalar da matematiksel modelleme konusunda çalışma yapılması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Ural, 2014).

Urhan ve Dost (2016), öğretmenler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi yapılarak kodlanmış ve modelleme etkinliklerinin matematik öğretiminde kullanılmasına engel olan faktörlerden birinin öğretmenin modelleme etkinlikleri konusundaki eksikliği olduğu ortaya konmuştur. Bu noktada verilen modelleme eğitimi ile modelleme becerilerinin olumlu yönde etkileneceği ve dolayısıyla yılmazlık algısının olumlu etkilendiğini gösteren çalışma, literatür için önem kazanmaktadır.

Çağımızın gerektirdiği özelliklerden biri olan matematiksel modelleme becerisine sahip bir öğrencinin öncelikle matematiğin değerini anlamış ve karşılaştığı veya karşılaşacağı herhangi bir zorlukta pes etmeyen bir kişiliğe sahip olması gerekmektedir. Bu noktada tüm bu özellikler Türkiye'de çok fazla çalışılmamış ve gün geçtikçe önemli hale geleceği düşünülen "matematiksel yılmazlık" (mathematical resilience) becerisini işaret etmektedir (Johnston-Wilder, S., ve Lee, C., 2010).

Öğrencilerin matematiğe yönelik duyuşsal algıları da matematiksel başarıları üzerinde etkilidir. Duyuşsal bir süreç olan matematiğe yönelik olumlu tutum besleme, matematiği yapılabileceğine inanma ve matematiksel bilginin geliştirilebilir olduğu algısı, çalışmada yerini bulan matematiksel yılmazlık algısı ile doğrudan bağlantılıdır.

Matematiksel yılmazlık terimi, genel anlamda öğrencinin zorluk karşısında çabalamaya devam etmeye ve tartışmaya, yansıtmaya ve araştırma yapmaya istekliliği olarak tanımlanmaktadır. Günümüzde sınırlı sayıda çalışma yapılmış olan matematiksel yılmazlık algısı terimi, öğrencilerin matematiğe yaklaşımları düşünülürse oldukça önemli hale gelmektedir (Johnston-Wilder, S., ve Lee, C., 2010).

Yeni bir yaklaşım olan matematiksel modelleme; basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve doğrulama adımlarından oluşan döngüsel bir süreçtir. Bu döngüsel süreci başarılı bir şekilde yürütebilmek için programda da bahsedildiği üzere matematiğin önemini ve ilişkileri içeren yapısını anlayan, entelektüel merakını geliştirebilecek öğrenciler yetiştirilmelidir. Bu bağlamda çalışmanın amacı, matematiksel modellemeye dayalı eğitimin öğrencilerin matematiksel modelleme becerileri ve matematiksel yılmazlık algıları üzerine etkisini araştırarak, matematik başarısında hem duyuşsal hem de bilişsel süreçlerin ne boyutta etkili olduğunu ortaya koymaktır (Borromeo Ferri, 2014).

Modellemeye dayalı matematik öğretiminde öğretmenlerin sahip olması gereken dört temel yeterlilik vardır. Bunlar sırasıyla teorik boyut, modelleme etkinliği boyutu, öğretim boyutu ve tanı boyutudur. Teorik boyut matematiksel modelleme süreci ve kapsamı ile ilgili teorik bilgileri kapsar. Modelleme etkinliği boyutu ise çoklu çözüm yaklaşımlarını bilme ve bunları süreç açısından analiz edebilmeyi içerir. Öğretim boyutu, dersi planlama, yürütme, müdahale ve destekler hakkında düşünme ile şekillenir. Son olarak tanı boyutu ise modelleme sürecinin basamaklarında yapılanları ve öğrenci güçlük ve hatalarını belirleme ve değerlendirmeyi kapsar (Borromeo Ferri, 2014). İşte tam da bu aşamada matematiksel yılmazlık algısı yüksek bir öğrenci ile yılmazlık algısı düşük bir öğrencinin modelleme sürecindeki başarısı arasında fark olması kaçınılmazdır. Öğretmenlerin güçlük karşısında yılmazlık gösteren bir öğrenci ile yürüttükleri bir modelleme süreci aksine nazaran başarıyla sonlanır (Johnston-Wilder, S., ve Lee, C., 2010).

Son zamanlarda oldukça ön plana çıkmış olan matematiksel modelleme becerisi ile literatürde örnek çalışmaya rastlanılmamış olan matematiksel yılmazlık algısı üzerine olan bu çalışmada, modellemeye dayalı öğretim ile modelleme becerisi ve yılmazlık algısındaki değişim incelenmiştir. Bu bakımdan çalışmanın literatüre katkısı oldukça fazladır.

1.1 Araştırmanın Amacı

Yeni eğitimsel yaklaşım ile matematiksel modelleme uygulamaları; eğitim için umut vaat eden uygulamalardır ve ülkemizde matematik eğitiminin gelişimi için önemli önerilere sahip olabilir. Öğrenciler 'modelleme' aracılığıyla gerçek yaşam problemlerini tanımlar, yorumlar ve değerlendirir. Duyuşsal anlamda güçlü, matematiğin değerini anlayan, matematiksel bilgilerin geliştirilebileceğini idrak etmiş ve matematikte herkesin zorluk çekebileceğini ancak bu durumun atlatabileceğini bilen öğrenciler matematik yapma sürecinde daha başarılı olmaktadırlar. Yapılan çalışmanın amacı, matematiksel modellemeye dayalı öğretimin öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerileri ve matematiksel yılmazlık algıları üzerine etkisini incelemektir.

1.2 Araştırmanın Önemi

Problemler zor ya da sonucu belirsiz, çözümü bir araştırma veya tartışma gerektiren sorulardır. Kişi çözümü bulma konusunda hazırlıksız fakat isteklidir (Van De Walle, 1994). Bu noktada problem denildiğinde günümüzde geliştirilen matematik programlarının da yönünü çevirmiş olduğu rutin olmayan problem durumları önem kazanmaktadır.

Rutin olmayan problemlerin çözümleri işlem becerilerinin ötesinde, verileri organize etme, sınıflandırma, ilişkileri görme gibi becerilere sahip olmayı ve bir takım aktiviteleri arka arkaya yapmayı gerektirir (Souviney,1989). Bu problemler ya gerçek hayatta karşılaşılmış ya da karşılaşılabilecek bir durumun ifadesidirler. Bundan ötürü bunlara gerçek hayat problemleri de denir.

Çağın gerektirdiği gelişimlere ayak uydurabilmek adına bu tarz gerçek hayat problemleriyle baş edebilmek için bireylerin hem matematiksel modelleme becerisine sahip olması hem de bahsedilen modelleme süreçlerinde aynı isteklilikle, pes etmeden devam edebilmesi için matematiksel yılmazlık becerisine sahip olması önemlidir.

Literatür incelendiğinde ise öğrenci ve öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin yetersizliğinden bahseden çalışmalara rastlanmıştır (Korkmaz, 2005; Ural, 2014; Urhan ve Dost, 2016). Matematiksel modellemeye yönelik öğretimin gerekliliği söz konusu çalışmalarla desteklenmektedir. Ancak matematiksel modellemeye yönelik eğitimle beraber süreçte gerekli olduğu düşünülen matematiksel yılmazlık algısı da oldukça önem kazanmaktadır. Yılmazlık algısı durağan değildir, ancak arttırılabilir veya azaltılabilirdir (Hutauruk ve Priatna, 2017). Bu bağlamda yapılan öğretim ile matematiksel yılmazlık algısının değişebileceği ortaya konmuştur.

Matematik başarısının, matematiksel yılmazlık algısı ve matematiksel modelleme becerisi ile ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Araştırma, matematik öğrenmede önemli bir yeri olduğu belirtilen matematiksel modelleme beceri düzeyinin ve matematiksel yılmazlık algı düzeyinin, izlenen öğretim yöntemiyle geliştirilebileceğini ortaya koyma yönünden matematik öğretimine katkı sağlamıştır. Diğer bir yönden ise literatürde çok az yer bulmuş olan matematiksel yılmazlık kavramı ile ilgili bir çalışma olduğundan yol gösterici niteliğe sahiptir.

1.3 Araştırma Problemi

Araştırmanın problemi matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme beceri düzeyleri ile matematiksel yılmazlık algı düzeylerini ortaya çıkarılması suretiyle uygulamaların öncesinde ve sonrasında matematiksel modelleme beceri düzeyleri ve matematiksel yılmazlık algı düzeylerinin değişimi olup olmadığının incelenmesidir.

1.4 Araştırma Soruları

Araştırma, iki sorudan oluşmaktadır. Araştırılacak sorular aşağıda belirtilmiştir:

S_1: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri düzeyleri değişmiş midir?

S_2: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık algı düzeyleri değişmiş midir?

Araştırma sorularını derinlemesine inceleyebilmek için S_1 ve S_2 için alt sorular S_{11}, S_{12}, S_{13}, S_{14}, S_{15}, S_{21}, S_{22} ve S_{23} oluşturulmuştur. Sorulara ait alt sorular şunlardır:

S_{11}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi basitleştirme alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

S_{12}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi matematikselleştirme alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

S_{13}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi dönüştürme alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

S_{14}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi yorumlama alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

S_{15}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi geçerlik alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

S_{21}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık değer alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

S_{22}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık mücadele alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

S_{23}: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık gelişim alt faktörü düzeyleri nasıl değişmiştir?

Yukarıda belirtilen araştırma soruları ve ilgili alt sorular ve hipotezler aşağıda verilmiştir.

$H_0^{(1)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.

$H_0^{(2)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık algı düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.

$H_0^{(11)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi basitleştirme alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(12)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi matematikselleştirme alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(13)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi transformasyon alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(14)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi yorumlama alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(15)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi geçerlik alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur.

$H_0^{(21)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık değer alt faktörü düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.

$H_0^{(22)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık mücadele alt faktörü düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.

$H_0^{(23)}$: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık gelişim alt faktörü düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.

1.5 Sayıltılar

Bu araştırmanın veri toplama sürecinde öğrenciler arasında iletişim olmaması için tüm önlemler alındığından öğrencilerin veri toplama araçlarına verdikleri cevapları bağımsızca ve tarafsızca verdikleri varsayılmıştır.

Araştırmacı veri toplamak amacıyla veri toplama araçlarını elden dağıtmış ve cevap verirken öğrencileri izlemiştir. Bundan dolayı araştırmaya katılan tüm öğrencilerin, verilen sorulara gerçek düşüncelerini gösterecek şekilde cevap verdikleri kabul edilmiştir.

1.6 Sınırlılıklar

Araştırma Balıkesir ilinden seçilen Balıkesir Üniversitesi Matematik Öğretmenliği bölümünde öğrenim görmekte olan 8 tane 3. sınıf öğrencisi ile sınırlı örneklemde gerçekleştirilmiştir. Araştırmada toplanan veriler 2019 yılının Şubat ve Mart ayında toplanmıştır ve kullanılan veri toplama araçları ile sınırlıdır.

1.7 Tanımlar

Matematiksel Modelleme: Matematiksel modelleme süreci; gerçek yaşam problemi, problemin zihinsel gösterimi, gerçek model ve matematiksel model, matematiksel sonuçlar ve dolayısıyla gerçek sonuçlar şeklinde sıralanmıştır. Bu aşamalar arasındaki geçiş ise; görevi anlama ve basitleştirme, matematiksel analiz ile matematikselleştirme, yorumlama ve geçerliliğini kontrol etme şeklinde olan döngüsel bir süreçtir (Borromeo Ferri, 2006).

Matematiksel Yılmazlık Algısı: Öğrencilerin çabalarının karşılığı olarak matematiğe güvenle yaklaşmaya, zorluk karşısında çabalamaya, devam etmeye ve tartışmaya, yansıtmaya ve araştırma yapmaya istekliliği olarak tanımlanmaktadır (Johnston-Wilder ve Lee, 2010).

2. LİTERATÜR VE BAZI ÖN BİLGİLER

Yapılan araştırmada matematiksel modelleme ve yılmazlık algısının önemini, bu becerilerin verilen matematiksel modellemeye dayalı öğretimin önemini vurgulamak amaçlanmıştır. Öncelikli olarak matematik öğretmeni adaylarının mevcut matematiksel modelleme yeterlikleri tespit edilmiş ve matematiksel yılmazlık düzeyleri belirlenmiştir. Uygulanan etkinliklerin başında ve sonunda öğretmen adaylarının modelleme becerileri ve matematiksel yılmazlık algılarında değişme olup olmadığı incelenmiştir. Aşağıda verilen literatürle, çalışmanın teorik zemini, matematiksel modelleme becerisi kavramı ve matematiksel yılmazlık algısı kavramı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2.1 Matematiksel Modelleme

Modelleme, hangi ayrıntının ne şekilde yorumlanıp işleneceğini belirlendiği, çoklu aşamalardan oluşan karmaşık bir süreçtir. Bu yüzden model, belirli modelleme becerisi ile birlikte süreç sonunda meydana gelmektedir. Farklı alanlarda da işe koşulan modelleme genel olarak gerçek yaşamdan bir durumun örneğini oluşturmada kullanılan süreci ifade eder.

Alan yazınında matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerinin matematiksel temsillerle ifadesi süreci şeklinde ifade edilmiştir (Blum ve Borromeo Ferri, 2009). Bu bağlamda "model" matematiksel işlem basamakları sonunda ortaya çıkan ürün, "modelleme" ise bir gerçek yaşam probleminin işlem basamakları sonucunda matematiksel olarak farklı gösterimler ile modelini oluşturma sürecidir.

Haines ve Crouch (2001)'a göre matematiksel modelleme, gerçek yaşam durumlarının soyutlanmak suretiyle matematiksel terminolojiyle aktarıldığı, çözüldüğü ve sonra da yapılan çözümün test edildiği döngüsel bir süreçtir.

2005 yılında yapılan değişiklikler sonucunda MEB'in ilköğretim programında modelleme, programının temel öğelerinden biri olmuştur. Son zamanlarda Türkiye'deki matematikte, matematiksel modelleme ile ilgili bir bilinç oluştuğu ve yapılan çalışmaların artış gösterdiği görülmektedir. Bu durum Türkiye'deki matematik öğretim programlarına da yansımıştır. Matematiksel modellemenin matematikteki yeri ve önemi matematik eğitimcileri ve National Council of Teachers of Mathematics tarafından vurgulanmaktadır. Hazırlanan raporda, okullarda matematiksel modelleme etkinliklerine daha fazla yer verilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur (NCTM, 2000).

Matematiksel modelleme üzerinde çalışmaya yönlendiren asıl sebep, öğrencilerin gerçek hayat problemleri gibi karmaşık problem durumlarıyla karşılaştıklarında mevcut matematiksel bilgilerinin, düşünme becerilerinin ve bilgileri arasında ilişki kurarak akıl yürütme süreçlerinin; problemin çözümü açısından yetersiz kalacağı kaygısıdır.

Son zamanlarda matematiksel modelleme yalnızca matematik alanında değil, aynı zamanda teknoloji, mühendislik, mimarlık gibi birçok değişik alanda kullanılmaktadır. Yeni dönemde yaşanan değişimlere ayak uydurabilmek adına yaratıcı bakış açısına sahip ve matematiksel modelleme becerisi gelişmiş öğrencilere ihtiyaç duyulmaktadır. Matematiksel modellemenin bu şekilde değişik alanlarda da kullanılması, bu kavramın önemini arttırmaktadır.

Bugüne kadar ve halen uygulanmakta olan matematik eğitiminde bireyler, rutin ve ilgili prosedürü izleyerek çözecekleri problemlerle karşılaşırlar (Deniz, 2014). Bu, bireylerin matematiği gerçek yaşam problemleri ile birlikte ele almalarında zorlanmalarına neden olur.

Matematiksel modelleme becerisini ölçmeye yönelik problem durumlarının en önemli yanı önceden belirtilen bir cevabı veya bir çözüm yolu olmamasıdır. Geleneksel yöntemlerle çözülen ve tek bir cevabı olan soruların aksine rutin olmayan problemlerle karşılaşan her öğrenci mantık çerçevesinde kendi özgün çözümünü sunarak sonuca ulaşma yolunda yaratıcı bir şekilde hareket edebilir. Bir problem durumuyla uğraşan birey bu probleme bir model oluşturma sürecinde olası yöntemler kullanarak sonuca ulaşabilmektedir. Matematiksel modelleme yaparken öğrenci birden fazla veriyi ele alarak birçok çözüm yolu düşünmelidir. Bu süreçte matematiksel bir model ortaya koyarken de öğrenenler matematikten yararlanır ve modeli yaşamda kullanırlar. Matematiksel modelleme yaparken problemde verilenler ve istenenler arasında sadece bir çözümün olmaması, matematiksel modelleme ile problem çözme süreci arasındaki en önemli farklılıktır. Bir diğer önemli farklılık ise matematiksel modellemede matematik aracılığıyla genellenebilir ürün ortaya çıkmasıdır.

Süregelen problem çözme sürecinde cevaba bakılırken, matematiksel modelleme ile yapılandırılmış bir derste problemin çözülme süreci daha çok önem taşımaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Bu şekilde uygulanan bir ders planı, sınıf ortamında uygulanan geleneksel problem durumlarına alternatif etkinlikler sunmaktadır.

Matematiksel modelleme ile çözülen problem durumlarında bireyler, içinde nasıl çözüleceği ile ilgili bulabildikleri ve tek bir çözümü olan problemlerden farklı olarak, çoklu çözümü olan ve başka durumlara yorumlanabilen problem durumlarıyla karşılaşmaktadır. Daha önce gerçek hayatta karşılaştığı bir problem durumunu, matematik bilgisini ve matematiksel model becerisini kullanmak suretiyle çözmeye çalışmaktadır. Öğrenci bu süreçte matematiğin nerede nasıl kullanıldığı ile ilgili fikir sahibi olur ve matematiğin yararlarını görürler.

Matematiksel modelleme süresince gerçekleşen döngülerde, öğrenci problem durumu ile ilgili birçok yorum yapabilmekte, değişik düşünme yolları üreterek bunlar arasında en uygunu hangisi ise onu seçebilmektedir. Bu sayede öğrenci, verilen problem durumu ile ilgili kendi çözüm yolunu bulup, bu çözüm yolunu gerektiği gibi şekillendirip, geçerliliğini test edip, geçerli değilse yeniden test ederek matematiksel düşünme sürecinin içinde bizzat bulunurlar. Tüm bunlardan dolayı matematiksel modellemenin ilkokuldan üniversiteye, bütün aşamalarda kullanılması gerektiği düşünülmektedir (Kertil, 2008).

Öğrenciler modelleme süresince düşüncelerini oluşturma ve ifade etme şansı bulurlar. Bu durumda öğrencilerin yaratıcılıkları gelişir (Blum, 2002; Blum ve Ferri, 2009). Geleneksel problem çözmekten farklı olan matematiksel modelleme sürecinde birey, öz eleştiri yapmayı, çevreden gelen fikirleri ölçmeyi ve uygun bir matematiksel dil ile iletişim kurarak sosyalleşmeyi öğrenmektedir. Bu açıdan bakıldığında modelleme aktiviteleri grup çalışması şeklinde planlandığında;

öğrencilerin iletişim becerilerinin ve takım çalışmalarına uyumlarının gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Doruk, 2010).

Matematiksel modellemenin bu tür yararlarının sağlanmasında en büyük rol, verilen problem durumlarının niteliğindedir. Bireylerin matematiksel modelleme sürecinde süreçten uzaklaşmadan, uygun matematiksel modelleri bulmasını sağlamak kimi sınıflarda mümkün olmamaktadır. Bundan dolayı modeli ortaya çıkarma ve modelleme süresince problemler, öğrencilerin zihinsel süreçleri deneyimleyerek öğrenmeleri çok daha anlamlı hale gelmelerini sağlamakta oldukça önemlidir. Sunulan problem durumları öğrencilerin dikkatini çeken, gerçek hayat durumu içeren ve öğrenci seviyesine uygun olmalıdır. Uygun bir şekilde yapılandırılmış matematiksel modelleme etkinliği öğrencilerin, ilgili problem durumuna uygun temsilleri ve kavramları kullanarak özgün matematiksel modellerini oluşturmalarına, etrafındakilerle konu ile ilgili tartışarak problem durumuna yönelik fikirlerini ortaya koymalarına yardımcı olur. Böylece öğrencilerin matematiksel düşünme süreçleri gözlemlenebilmektedir (Doruk ve Umay, 2011).

Matematiksel modelleme kullanılan derslerde, farklılaşan sınıf ortamı ve öğretmen sorumluluklarıyla uyuşan bir süreç meydana gelmektedir. Matematiksel modelleme aktiviteleri ile eğitim verilen sınıflarda öğrenciler, çevresindeki gerçek durumlar hakkında geçerli çözümler aramak suretiyle karar verme yetisini geliştirmek ve çözümü değerlendirmek amacıyla en az üç kişilik gruplara ayrılmaktadır (Biembengut ve Hein, 2010). Yapılandırmacı eğitim verilen sınıf ortamlarındaki durum değerlendirmeleri, öğrencilerin çözümlerini tartışmalarına da destek olmaktadır. Böylelikle modelleme, öğrencilere çözümlerindeki noksanlıkları veya değişik çözüm yollarını etrafındakiler yardımıyla öğrenip, farklı bakış açıları oluşturmalarına yardımcı olur ve sosyal olarak iletişime geçme ve matematiksel dili kullanma becerileri de kazandırır. Ülkemizde düzenlenen öğretim programında yer alan matematiksel modelleme, bireylerin matematiği günlük hayatlarında kullanmalarını sağlayan önemli bir beceridir.

Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrencileri günlük hayat problem durumlarına matematiksel, sistemli ve yaratıcı yanıtlar bulmaya zorlaması ve öğrencilerin matematiği hayatlarına aktarabilmeleri açısından oldukça önemlidir (Figueras ve diğerleri, 2008). Öğrenciler okulda karşılaştıkları matematik bilgilerini günlük hayatlarına transfer edemediklerinde, bazen derslere karşı olumsuz tutum geliştirmiş bir şekilde tepki vermektedir (Kaiser ve Sriraman, 2006).

Lesh ve Doerr (2003), matematiksel anlamda başarısı düşük öğrencilerin günlük hayat problemlerini yorumlarken akıl yürüttükleri ve kendilerini ifade ettiklerini; fakat bu becerilerini sınıf ortamında aktaramadıklarını belirtmektedirler. Öğrencilerin sınıf içinde ve dışında deneyimledikleri bu farklılığın giderilmesi, matematik başarılarının artması için gereklidir. Matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili yapılan araştırmalar, matematik başarısı düşük öğrencilerin modelleme etkinliklerindeki becerilerinin olumlu yönde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır (English, 2006). Çünkü modelleme etkinliklerinin amaçlarından birkaçı, bu yetenekleri olan öğrencilerin becerilerini keşfetmek, tanımak ve değer vermektir. Bu bağlamda öğrencilerin matematiği gerçek yaşamla ilişkilendirdiklerinde anlamlı öğrenmelerini sağlayan matematiksel modelleme sürecinin öğrencilerde başarıyı olumlu yönde etkileyeceği çıkarılabilir.

Modelleme süreci, gerçek hayat durumlarını yorumlarken çabaladıkları ve bu anlamda bireysel olarak geliştikleri döngüsel süreçtir (Lesh ve Doerr, 2003). Söz konusu döngüsel süreçte tanımlama, matematiğe aktarma, model oluşturma, modelin gerçek hayatla ilişkisini kurma ve yorumlama, son olarak da problem bağlamına uygun olup olmadığını test etmeyi içerir. Süreçte öğrenci modelleme becerisini geliştirmekle beraber, gerçek hayat problemlerini yapılandırma, matematikleştirme, çözümü yorumlama ve oluşan modellerle farklı problemleri çözme stratejilerini geliştirir. Öğrenciler bu becerilerle daha sonrasında karşılaştıkları bir problem durumunu analiz eder, doğru bir çözüm yolu ile çözüme ulaşıp çözümün doğruluğunu yorumlayabilir hale gelir (Figueras ve diğerleri, 2008).

Matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerinin modelleme yapılarak sonuca ulaştırılması bakımından, bireylerin matematiğin değerini fark etmelerinde büyük öneme sahiptir (MEB, 2005). Çünkü bireyler matematiksel terimlerin ve öğrendikleri bilgilerin günlük yaşamda ne işe yaradığının farkına matematiksel modelleme sayesinde varır.

Matematiksel modelleme süreci gerçek hayat problemleri içerdiği için matematikte düşük başarıya sahip olduğu algısına kapılmış bir öğrencinin matematiksel düşünebildiğini gözler önüne serer. Matematiğin sadece rutin problemler çözmek olmadığını, yaratıcı düşünmeyi gerektiren günlük hayat problemlerini çözmek için de kullanıldığını gören öğrenciler, matematiğin önemini anlayıp matematiğe değer vermeye başlayacaklar. Bu noktada matematiksel modelleme sürecinde matematiğin gücünü anlayan, matematiksel bilgilerin geliştirilebilir olduğunu fark eden, matematik yaparken herkesin hata yapabileceği algısına sahip ve bu bağlamda yılmazlık algısı geliştirmiş öğrenciler yetiştirmek eğitim programının genel kazanımlarından biri olmalıdır.

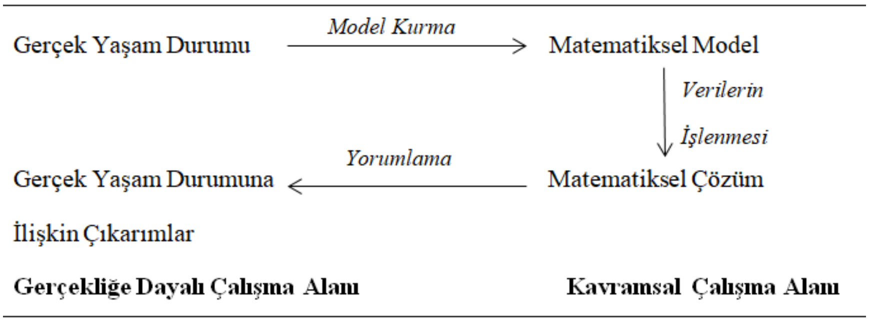
2.1.1 Matematiksel Modelleme ile İlgili Teorik Çerçeve ve Araştırmalar

Bu bölümde; matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalara ve sonuçlarına yer verilmiştir. Matematik eğitimi çalışmalarında matematiksel model ve modelleme çalışmaları artarak ilgi görmektedir. Ülkemizde de yeni olan matematiksel modelleme kavramı üzerine araştırmalar mevcuttur.

Kaiser ve Sriraman (2006) ise matematiksel modelleme yaklaşımlarını şu şekilde sınıflandırmıştır: (i) gerçekçi ve uygulama tabanlı modelleme: modelleme yeterliliklerinin uygulamalar yoluyla geliştirilmesini temel alır.; (ii) bağlamsal modelleme: problem çözmeyi temel alır.; (iii) eğitimsel modelleme: öğrenme sürecini düzenlemeye önem verir.; (iv) sosyo-kritik modelleme: sosyal çevreye eleştirel bakış açısı geliştirmeyi hedefler.; (v) teorik modelleme: teorik ve felsefi bir bakış açısını temel alır.; (vi) bilişsel modelleme: bilişsel süreci temel alır.

Matematiksel modelleme ile ilgili oldukça olumlu fikirler içeren bu sınıflandırmalar matematiksel modellemenin teorik olarak daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmaktadır. Literatürde matematiksel modelleme sürecine ilişkin çeşitli çalışmalar yer almaktadır. Bunlardan en yaygın olanları şu şekildedir:

Matematiksel modelleme süreci ile ilgili Almanya'daki çalışmalarda etkileri görülen Müller ve Witmann (1984)'ın modelleme süreci üç temel basamaktan oluşur. Bu üç basamak (i) model kurma, (ii) modeldeki verileri işleme ve (iii) yorumlamadır. Bu çalışmada modelleme sürecinin döngüselliği vurgulanmıştır. Ancak doğrudan döngüsellikten ve basamaklar arası etkileşimden bahsedilmemiştir.



Şekil 2.1: Modelleme süreci (Müller ve Wittmann, 1984).

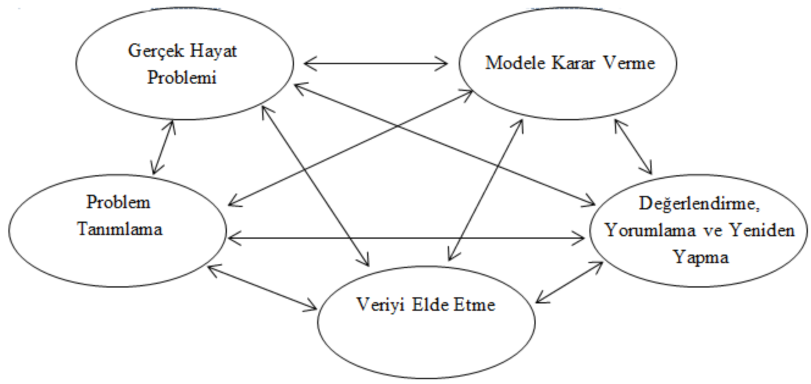
Mason (1988) matematiksel modellemeyi doğrusal olmayan geçişleri olan karmaşık bir süreç olarak açıklar. Modelleme sürecini açıklarken gerçek dünya ile matematiksel dünya arasındaki ilişkinin açıklandığını ifade eder. Farklı olarak basamaklar arası sürekli geçişlerin söz konusu olabileceğini göstermiş ve böylece süreç modelinde döngüselliği vurgulamıştır. Bu döngüsel süreç;

1. Gerçek Yaşam
2. Matematiksel Modeli Tanımlamak
3. Modeli Formülize Etmek
4. Modeli Çözmek
5. Çözümü Yorumlama
6. Modeli Doğrulamak
7. Modeli Kullanmak

şeklinde birbirleriyle bağlantılı dinamik basamaklardan oluşmaktadır.

Berry ve Houston (1995) , matematiksel modelleme sürecinin ilk aşamasını, gerçek yaşam problemini anlamak olarak ifade etmiştir. Bu aşamada gerçek hayat problem tanımlanır ve analiz edilir. Daha sonraki aşamada, problemi çözmek için gerekli olan değişkenler seçilir. Bu aşamadan sonra matematiksel model bulunup, varsayımlar ışığında denklem, grafik gibi matematiksel işlemler yapılarak gerçek hayat durumunu temsil eden model formülize edilir. Matematiksel analiz sonuçlarının değerlendirilmesi sonucunda çözüm özgün kelimelerle ifade edilir. Modelin geçerliliği için ihtiyaç duyulan verilere belirlenir. Sonraki aşamada ise model başka problemler için genelleştirilir ve uygun veriler ile modelin uygunluğu test edilir. Model ve sonuçları ile ilgili eleştiriler yapılır. Model, varsayımların temelinden beslenir, varsayımlarda oluşan bir geliştirme modelin geliştirilmesi için önemlidir. Varsayımlar ile yeni modeller bulunur. Çözüm, yorum ve onay süreçleri tekrar edilip kontrol edilir. Son aşamada ise, problem ve bu problemin çözümünü gösteren bir rapor hazırlanıp sunulur.

Doerr (1997) matematiksel modelleme basamaklarını doğrusal bir sıra takip etmeksizin her birini birbiriyle sıkı bir ilişki içinde olduğunu ifade eder. Doerr süreç modelinde diğerlerinden farklı bir yaklaşım sergiler. Özellikle döngüselliğe dikkat çekerek süreç modelinde her bir basamaktan diğerine geçişlerin olacağını açıklar.



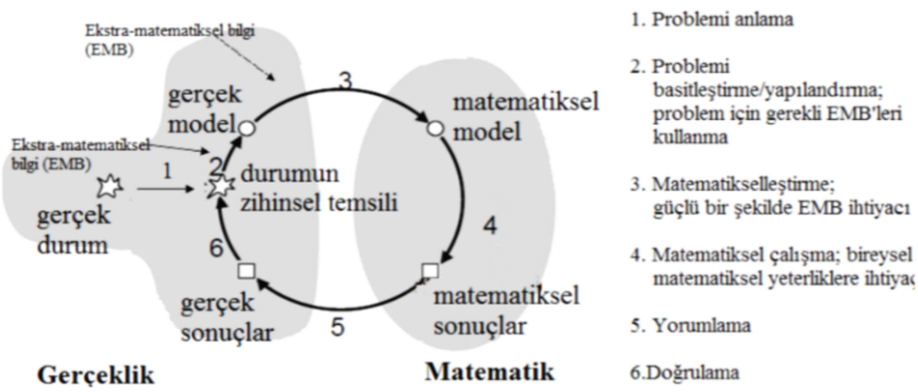
Şekil 2.2: Modelleme süreci (Doerr, 1997).

Lesh ve Doerr (2003)' a göre modelleme, 4 aşamalı dinamik bir yapıya sahiptir. Bunlar; (a)Tanımlama: Dünyayla modeller arasında ilişki kurmaktır. Bu adımda, gerçek yaşama ait bir problemi tanımlanır ve ifade edilir. (b) Manipüle Etme: Çözüm ile ilgili tahminlerde bulunmaktır. Bu adımda, problemin matematiksel temsilleri ve bu temsiller arasındaki ilişkiler oluşturulur. Değişkenler tanımlanır, eşitlikler yazılır. (c) Dönüştürme: Sonuçları gerçek yaşam ile ilişkilendirmedir. Bu aşamada, probleme çözümler bulmak amacıyla model analizi yapılır. (d) Doğrulama: Çözümün gerçek yaşamdaki geçerliliğini kontrol etmektir. Bu adımda problem durumu için oluşturulan modelin doğruluğu ve geçerliği hakkında düşünülür.

Blomhoj ve Jensen, ilk olarak 2003 yılında modelleme sürecini doğrusal bir biçimde açıklarken 2006 yılında süreci döngüsel olarak ifade etmişlerdir. Bu süreç şu aşamaları içerir: (1) Durumun Formülleştirilmesi: Gerçek hayat durumunu temsil eden modelin oluşturulması ve çözüm için gerekli özelliklerin tanımlanmasıdır. (2) Sistematikselleştirme: Durumun matematiksel gösterimi için ilişkilerin belirlenmesidir. (3) Matematikselleştirme: Sistemdeki ilişkilerin tutarlı gerekçeler doğrultusunda ifade edilmesidir. (4) Matematiksel Analiz**:** Çözüm elde etmek için matematiksel yöntemler kullanılmasıdır. (5) Yorumlama**:** Gerçek hayat problem durumu göz önüne alınarak elde edilen matematiksel sonuçların yorumlanmasıdır. (6) Doğrulama: Deneyimler ışığında modelin doğruluğunun değerlendirilmesidir.

Blum (1991)' a göre modelleme, gerçek hayat durumuyla başlar. Öncelikle problem model elde edebilmek amacıyla sadeleştirilir. Sonra bu model matematikleştirilir ve matematiksel sonuçlar çıkarılır. Bu sonuçlar gerçek yaşam problemi açısından yorumlanır ve sonuçların yeterliği ve geçerliği kontrol edilir. Tatmin olunmayan bir durum varsa eğer modelleme süreci tekrarlanır.

Borromeo Ferri (2006) modellemeyi; gerçek yaşam durum, durumun zihinsel ifadesi, gerçek modeller ve akabinde matematiksel modeller, matematiksel sonuçlar ve bunlara bağlı olarak gerçek sonuçlar şeklinde aşamalandırılmış ve bu aşamalar arasındaki bağlantılı geçiş sürecini ise; problemi anlama, basitleştirme, matematikleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulama olarak ifade etmiştir.

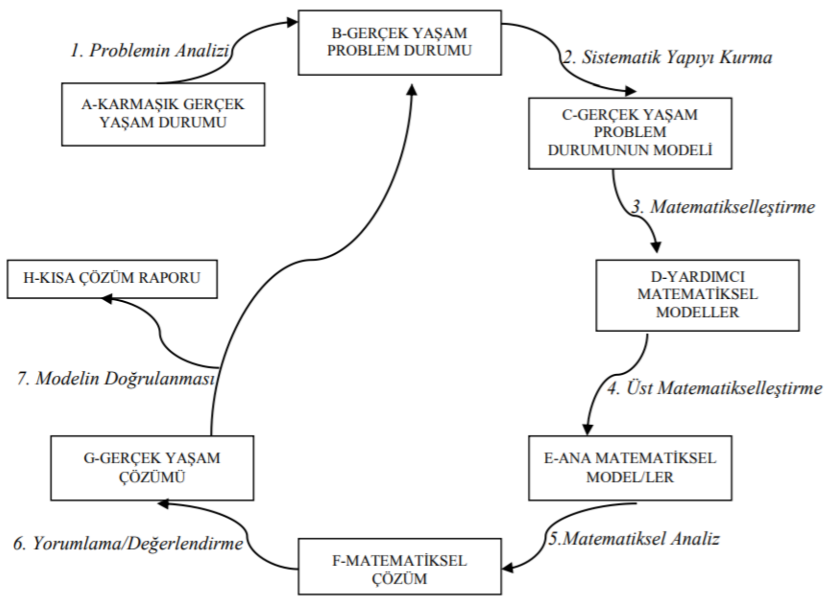


Şekil 2.3: Bilişsel perspektif altında matematiksel modelleme döngüsü (Borromeo Ferri, 2006).

Maaβ'a (2006) göre modelleme süreci (i) Gerçek problem, (ii) Gerçek model, (iii) Matematiksel model, (iv) Matematiksel Çözüm ve (v) Yorumlanan çözüm aşamalarından oluşmaktadır. Bu belirtilen aşamalar arasında geçiş süreçlerinde öğrencilerden beklenen bazı bilişsel davranışlar vardır. Bunlar sadeleştirme, matematikselleştirme, matematiksel çalışma, yorumlama ve doğrulamadır.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2015) modelleme sürecini şu şekilde açıklar:

(1) Öğrenciler gerçek yaşam problemiyle karşılaştıklarında bu problemi kendi cümleleriyle ifade eder, problemi sadeleştirmeye çalışırlar, basit varsayımlarda bulunurlar ve stratejik etkenleri yüzeysel olarak belirtirler. Böylece problemi analiz etmiş olurlar.
(2) Çözümde kullanacakları matematiksel kavramları saptayıp gerçekçi varsayımlarda bulunurlar ve matematiksel dünyaya geçiş sağlarlar.
(3) Matematikselleştirme basamağında problemin çözümü için değişkenler dikkate alınarak yardımcı matematiksel modeller oluşturulur.
(4) Gerekli ana modele ulaşabilmek için yardımcı modeller ilişkilendirilir ve üst matematikselleştirme gerçekleştirilmiş olur.
(5) Matematiksel analiz için modeller yardımıyla ilgili hesaplamalar ile matematiksel sonuca ulaşılır.
(6) Yorumlama/değerlendirme basamağında matematiksel dünya ile gerçek yaşam arasındaki ilişki yorumlanıp değerlendirilir.
(7) Son basamak olan modelin doğrulanmasında ise matematiksel modeller ve çözümün geçerliliği irdelenir.



Şekil 2.4: Matematiksel modelleme sürecinin temel yapısı (Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2015).

Tüm bu modelleme basamaklarının yanı sıra seçilen modelleme sorularının niteliği de oldukça önemlidir. Bu noktada bir matematiksel modelleme sorusunun hangi özelliklere sahip olması gerektiği ile ilgili literatür taraması yapıldığında karşımıza Bukova Güzel (2016)' in çalışması çıkmaktadır. Buna göre modelleme etkinliği tasarlama sürecinde seçilen soruların özellikleri şu şekilde sıralanabilir :

1. Açık ve anlaşılır olmalı.
2. Mümkün oldukça açık uçlu seçilmeli.
3. Gerçek yaşamda anlamlandırılmalı.
4. Gerçek verilerden oluşmalı.
5. Gerektiğinde resim, video vb. içermeli.
6. Farklı çözüm sürecini desteklemeli.
7. Bireysel veya işbirliğini ortaya çıkarıcı yapıda olmalı.
8. Öğrencinin dikkatini çekmeli.
9. Öğrencilerin bilgi ve deneyimlerine uygun olmalı.

Olkun, Şahin, Gülbağcı, Akkurt ve Dikkartın (2009) yaptıkları çalışmada, ilkokul öğrencilerinin rutin olmayan sözel bir problemi çözerken modelleme ve genelleme süreçlerini ele almıştır. 7 farklı ilkokulda toplam 278 öğrenci ile yürütülen çalışmada öğrencilere rutin olmayan problem sorulmuş ve başarı düzeyleri tespit edilmiştir. Daha sonra benzer problemleri içeren modellemeye yönelik bir çalışma kâğıdı verilmiştir. Son olarak ilk problemle aynı zorluk düzeyinde başka bir soru sorulmuştur. Bulgular bu tip bir soruda öğrencilerin başarı seviyelerinin oldukça düşük olduğunu göstermiştir.

Korkmaz (2010), ilköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarına matematiksel modellemeyi tanıtmak, uygulamanın başında ve sonunda görüşlerinin ve tutumlarını, matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla bir tez çalışması gerçekleştirmiştir. Bu kapsamlı çalışma Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliğinden 37 ve Sınıf Öğretmenliğinden 33 öğretmen adayı ile sürdürülmüştür. Çalışma sonunda öğretmen adaylarının modelleme ile ilgili görüşlerinde ve matematik dersine karşı tutumlarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir. .

Akgün (2013) yılında matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili yeterliklerini belirlemek için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma, Erzurum ilinde görev yapan, 11 matematik öğretmeni ile yapılmıştır. Araştırmada öğretmenler ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ve bu görüşmelerin akabinde 4 öğretmen ile sınıf içi gözlem verileri elde edilmiştir. Görüşme yapılan ve sınıf içinde gözlemlenen öğretmenlerin matematiksel modellemeyle ilgili gerekli bilgiye sahip olmadıkları, matematiksel model ve modelleme gibi kavramları karıştırdıkları ve matematiksel modellemeyi dersleri boyunca yeterince kullanmadıkları ortaya çıkmıştır.

Bir diğer çalışma olan Tuna, Biber ve Yurt (2013)'un çalışmasında ise matematik öğretmeni adaylarının kesirler ile ilgili gerçek yaşam problemlerinin çözümündeki modelleme becerileri incelenmiştir. Çalışma, Türkiye'deki bir üniversitenin matematik öğretmenliği bölümünden öğretmen adayları ile yapılmıştır. Öğretmen adaylarının modelleme becerilerini belirleyebilmek için kesirlerle ilgili gerçek yaşam problemlerini içeren beş adet soru hazırlanmış ve adaylardan bu soruları modelleme yaparak çözmeleri istenmiştir. Araştırmanın sonucunda adayların kalan verildiğinde bütünü bulma problemlerini modellemede yeterli olmadıkları gözlemlenmiştir.

Mercan ve Işık (2013), matematik öğretmenlerinin modelleme hakkındaki düşüncelerinin araştırılması amacıyla üç farklı okulda çalışan 6 tane matematik öğretmeninin katılımı ile araştırma gerçekleştirmişlerdir. Araştırmanın sonucunda matematik öğretmenlerinin modelleme ile ilgili genel bir bilgi sahibi oldukları; fakat verilen durumlardan hangilerinin model olarak ifade edilebileceği ile ilgili bilgilerinde noksanlıklar olduğu görülmüştür.

Tekin Dede ve Yılmaz (2013) İzmir ilindeki bir üniversitesinin son sınıfında öğrenim görmekte olan 19 adet matematik öğretmeni adayı ile çalışmışlardır. Matematik öğretmeni adaylarının modelleme ile ilgili yeterliliklerini tespit etmişlerdir. Çalışmadan sonucunda elde edilen veriler ışığında adayların tüm çalıştıkları fakat gerçek yaşamda matematiksel sonuçları yorumlamaya ilişkin yetersiz kaldıkları belirlenmiştir.

Bilen ve Çiltaş (2015)'ın ortaokul matematik dersi 5.sınıf programının öğretmen görüşlerine göre matematiksel modelleme açısından incelenen çalışmaları, Erzurum ilindeki 58 adet matematik öğretmeni katılımı ile yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda matematik öğretmenleri, matematiksel modellemenin öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını, dersteki aktif katılımlarını ve kavramsal öğrenmelerinin sağlanmasını olumlu etkilediğini vurgulamışlardır.

Eraslan (2012)'ın yaptığı çalışmada model oluşturma aktiviteleri kullanarak matematik öğretmeni adaylarının modelleme süreçlerini gözlemlemeyi ve bu süreçte ortaya çıkan zorlukları belirleyerek nedenlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışma bir üniversitenin matematik öğretmenliği bölümü son sınıf öğrencilerinden "Matematik Öğretiminde Modelleme" dersini gören 45 öğrenci ile yapılmıştır. Sonuçta öğretmen adaylarının modelleme aktiviteleri üzerinde başarılı bir şekilde çalışabildiklerini ve bunlar yardımıyla var olan matematiksel algılarını geliştirebileceklerini göstermiştir.

Çavuş, Doğan, Gürbüz ve Şahin(2017), Türkiye'deki ders kitaplarında modellemeye verilen yer ve modelleme kavramının matematiksel modellemeyi ne kadar karşıladığı ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Doküman incelemesinden yararlanılarak 2017 yılında kullanılan bütün ortaokul matematik ders kitaplarındaki model ve modelleme kavramları bulunmuştur. İnceleme sonucunda modelleme kavramından görselleştirme ve somutlaştırma ile aynı kavrammışçasına ifade edildiği görülmüştür. Programda modelleme ile ilgili yapılan vurgu dikkate alınırsa, bu kavramla alakalı algının değişmesi için modelleme algılayışının revize edilmesi önerilmiştir.

Urhan ve Dost (2016), öğretmenler ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler içerik analizi yapılarak kodlanmış ve modelleme etkinliklerinin matematik öğretiminde kullanılmasına engel olan faktörlerden birinin öğretmenin modelleme etkinlikleri konusundaki eksikliği olduğu ortaya konmuştur.

Ural (2014), matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ve karşılaştıkları zorlukları incelediği araştırmasında, öğrencilere teorik ve deneysel modellemeye yönelik iki problem durumu verilmiştir. Verilerin analizinde betimsel analiz yapılmıştır. Öğrencilerin modelleme becerileri, Berry ve Houston (1995) tarafından ortaya konan matematiksel modelleme süreci temel alınarak “Problemi Anlama”, “Değişkenleri Seçme”, “Matematiksel Modeli oluşturma ve Yorumlama” açısından incelenmiştir. Göze çarpan bulgular bakımından; öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun verilen gerçek yaşam problemi anlamada, matematiksel olarak ifade etmede, matematiksel bir model üretmede, modeli yorumlamada, aritmetik yerine cebiri kullanmada, sahip oldukları birtakım matematiksel bilgileri gerçek yaşam probleminin çözümü sürecine transfer etmede önemli ölçüde başarılı olamadıkları belirlenmiştir.

Yıldırım ve Işık’ın 2013 yılında yaptığı çalışmada, matematiksel modelleme aktiviteleriyle düzenledikleri öğretim uygulamasının ortaokul 5.sınıf öğrencilerinin matematikte ki akademik başarılarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma, Erzurum ili Palandöken ilçesinde bulunan bir ortaokulda 55 tane 5.sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Yapılan beceri testi ön-test, son-test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda, matematiksel modelleme aktiviteleri ile yapılandırılmış öğretimin, aksi bir öğretime göre matematiksel başarıyı artırmada oldukça etkili olduğu görülmüştür

Doruk ve Umay (2011), yaptıkları çalışmada matematiksel modelleme aktivitelerinin, öğrencilerin matematik dersinde edindikleri bilgileri günlük hayata transfer edebilme becerilerinin gelişimini araştırmıştır. Sözü geçen çalışma bir devlet okulundaki, 116 tane 6. ve 7. Sınıf öğrenci ile yürütülmüştür. Ön-test ve son-test çalışması yapılan çalışmada matematiksel modelleme aktiviteleri kullanılan grupların, matematiği gerçek hayata aktarabilme düzeylerinin, bu aktivitelerin kullanılmadığı gruplardan yüksek olduğunu göstermiştir.

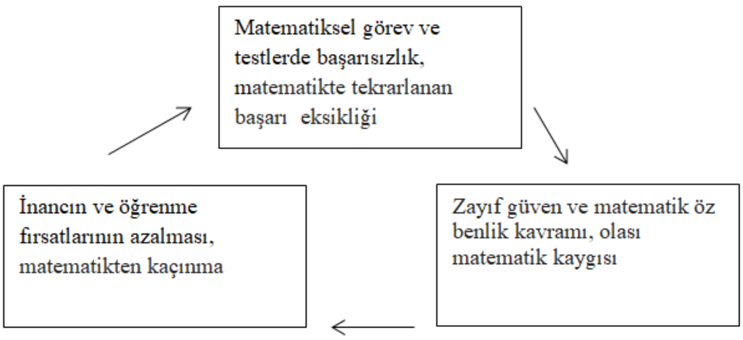
Özturan Sağırlı, Kırmacı ve Bulut (2010) lise öğrencilerinin okuldaki başarısına matematiksel modelleme ile yapılandırılmış öğretimi yapılan türev konusunun etkisinin değerlendirilmesi amacıyla çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada iki tane beceri testi geliştirmiştir. Bu testleri Doğu Anadolu Bölgesinin bir ilinde yer alan Fen Lisesi’nde toplam 37 tane 12. sınıf öğrencisine ön-test ve son-test olarak uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, matematiksel modelleme ile öğrenim gören öğrencilerin matematik başarısının arttığı ortaya çıkmıştır.

Yine Çiltaş ve Işık (2012) matematik öğretmeni adaylarının Analiz-III dersindeki başarılarını, matematiksel modelleme ve geleneksel yöntem yaklaşımları açısından incelemişlerdir. Atatürk Üniversitesi Matematik Öğretmenliğinde öğrenim gören 75 tane 3.sınıf öğretmen adayının katılımı ile yapılan çalışma sonucunda, matematiksel modellemenin öğretmen adaylarının akademik başarılarını olumlu etkilediği ortaya konmuştur.

Yapılan çalışmalar incelendikten sonra matematiksel modelleme konusunda oldukça fazla çalışma yapıldığı görülmüş ve yapılan tüm çalışmalarda modelleme becerisinin çağın gerektirdiği bir beceri olduğu ortaya konmuştur. Gerçek yaşam durumuyla karşılaşan bir öğrencinin karşılaştığı duruma çözüm üretme süreci ve bu süreci yönetme beceri kazanması için matematiksel modelleme becerisi oldukça önemli hale gelmiştir. Bu noktada verilen modelleme eğitimi ile modelleme becerilerinin olumlu yönde etkileneceği ve dolayısıyla yılmazlık algısının olumlu etkilendiğini gösteren çalışma, literatür için önem kazanmaktadır.

2.2 Matematiksel Yılmazlık

Ernest (1991), bir öğrencinin öz yeterliliğinin sınavlardaki başarısı üzerindeki etkisini araştırmış ve düşük benlik kavramının, kendini beğenmeyen bir kehanet haline geldiğini gösteren bir başarısızlık döngüsü geliştirmiştir. Bu başarısızlık döngüsü, Şekil 2.5' te aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Başarısızlık döngüsü (Ernest, 1991).

Bu döngü, OECD (2016) tarafından açıklanan kavramsal harita ile benzerlikler taşımasına rağmen, tekrarlanan başarısızlığın etkilerine atıfta bulunur. Matematiksel öz benlik kavramı düşük olan öğrenciler sıklıkla başarısızlıkla nasıl başa çıkacaklarını ve daha önce tartışıldığı gibi kaçınma stratejilerini nasıl kullandıklarını bilmemektedirler. Maslow (1987)'un ihtiyaçlar hiyerarşisi teorisi, bir öğrencinin özgüvenine yönelik tehditleri (algılanan ya da gerçek) önlemek için elinden geleni yapmasını önerir. Bir öğrenci bu başarısızlık döngüsüne girdiğinde, kaçması zorlaşabilir. Bu başarısızlık döngüsüyle mücadele etmek için matematik için hedefler ortaya konmuştur. Eğitim programının, içerik temel alınarak oluşturulmasından ziyade matematikle ilgili bir dizi daha üst düzey beceri ve özellikleri destekleyen bir yapıya sahip olması gerekir. Söz konusu beceri ve özellikler: (1) Matematiksel güven, (2) Problem kurma ve çözme yoluyla matematiksel yaratıcılık, (3) Matematik yoluyla sosyal güçlendirme, (4) Matematiğin takdir edilmesidir (Ernest, 1991).

Yapılan çalışmadan da görüleceği üzere günümüz şartlarında öğrencilerin zorluklar karşısında pes etmeme, yaşanılan problemlere yaratıcı çözümler üretme sürecinde yılmadan hareket etme becerisi edinmesi gerektiği açıktır. Bu noktada yılmazlık terimi karşımıza çıkmaktadır. Yılmazlık, zor yaşam koşullarının karşında başarılı bir şekilde normale dönebilme yeteneğidir (Masten, 2001). Yılmazlık kavramı; Latince "resiliens" (yılmaz/sağlam) kökünden türemiştir ve bir maddenin esnekliğini ve kendine kolayca geri dönebilmesini ifade etmektedir. Türkçe' ye "Resilience" kelimesinin çevrisi araştırmacılar tarafından farklı yapılmıştır. Resilience kelimesini, bazı araştırmacılar "yılmazlık" (Gürgan, 2006; Yılmaz ve Sipahioğlu, 2012) ve bazıları "psikolojik sağlamlık" (Önder ve Gülay, 2008; Karaırmak ve Çetinkaya, 2016), bazıları ise " kendini toparlama gücü" (Terzi, 2006) olarak kullanmıştır. Bu çalışmada ise resilience kelimesinin karşılığı "yılmazlık" olarak kullanılacaktır.

Literatürde yılmazlıkla ilgili pek çok tanımlama yapılmıştır. Masten (2001)'e göre yılmazlık, "zor yaşam koşullarına rağmen başarılı bir şekilde normal haline dönebilme yeteneği" olarak tanımlanmıştır.

Öğülmüş (2001)'e göre yılmazlık, "olumsuzluklara rağmen başarmayı sağlayan kişisel nitelikleri içeren bir kavram" olarak tanımlanmıştır. Rutter (2006)'a göre yılmazlık, "stres ya da zorluk içeren bir durumun üstesinden gelmek ya da çevresel risklere karşı direnç göstermek amacıyla kullanılan, ciddi riskler içeren yaşantıların ve bu yaşantılara rağmen elde edilen olumlu psikolojik sonuçların birleşimiyle ilgilenen etkileşimli bir kavram" olarak ifade edilmiştir.

Yılmazlık, bireylerin kaçınılmaz zor koşullara karşı çıkma ve olumlu tepki verme ve bu zor koşullardan kişisel gelişim için bir fırsat olarak yararlanma kapasitesidir. Yılmazlığı artıran yedi alan vardır, bunlar; (1) Duygu düzenleme, (2) dürtü kontrolü, (3) İyimserlik, (4) Nedensel analiz, (5) Empati, (6) Kendini Verme ve (7) İletişime geçme. Öğrenme bağlamında, yılmazlık, öğrencinin problemlerle başa çıkma kabiliyeti ve atlatılamayacak görünen öğrenme engellerinin iyi bir sonuca ulaşabileceği inancı kavramıdır (Gondall ve Johnston-Wilder, 2015). Yılmazlık, öğrencilerin öğrenme sürecinde bazı problemlerle karşılaştıklarında başa çıkma, üstesinden gelme ve güçlenme yeteneğidir. Yılmazlık algısı durağan değildir, ancak arttırılabilir veya azaltılabilir. Yılmazlık, bir öğrencinin herhangi bir engel ile karşı karşıya geldiğinde verdiği mücadele olarak tanımlanabilir (Hutauruk ve Priatna, 2017). Yılmazlık algısı, öğrencilerin kendilerini olumsuz yönde etkileyebilecek zor durumlarla başa çıkmalarını sağlayan bir beceridir.

Bu tanımlar ışığında toplum açısından çözülmesi zor olduğu düşünülen matematik problemlerini çözerken de sahip olunması gereken bir beceri olan yılmazlık algısı oldukça önemli hale gelmektedir. Çalışmada bu beceriden "matematiksel yılmazlık algısı" olarak bahsedilecektir. Bu bağlamda yapılan çalışmalar incelendiğinde matematiksel yılmazlık algısı olan öğrencilerin matematikte daha başarılı oldukları ortaya çıkmaktadır.

Matematiksel yılmazlık terimi, bazı öğrencilerin çabalarının başarılı bir sonuç vererek matematiğe güvenle yaklaşma, zorluk karşısında çabalamaya devam etmeye ve tartışmaya, yansıtmaya ve araştırma yapmaya istekliliği olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel yılmazlık algısı, öğrenenin matematiğin sağlayabileceği engellerin üstesinden gelmesini sağlar.

Johnston-Wilder ve Lee (2010) yaptıkları çalışma doğrultusunda tüm öğrenme sürecinin yılmazlık algısı gerektirdiğini, ancak matematik öğrenmek için gerekli olan yılmazlığın, sıklıkla kullanılan öğretim yaklaşımı, matematiğin doğası ve matematiksel yetenekle ilgili yaygın inançlar gibi çeşitli faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıktığını söylemektedir. Öğrenciler öğrenme sürecinde başarısızlık ve zorluklar yaşayabilir ancak matematiksel yılmazlık algısına sahip öğrenciler için olumsuz etkiler azaltılabilir hatta ortadan kaldırılabilir.

Matematik öğrenme sürecinde, ulaşılacak matematik becerisini geliştirme çabasında çeşitli zorluklar vardır. Öğrenciler matematiği inceleme ve uzmanlaşma sürecinde güçlük çekmektedir; çünkü matematik, öğrencilerin mantıksal, sistematik ve yansıtıcı, özenli, titiz ve ciddi bir çaba göstermesini gerektiren bir derstir (Johnston-Wilder ve Lee, 2010).

Öğrencileri; sadece sınavları geçmek yerine matematiksel düşünme ve matematiksel olarak işlev görme konusunda eğitmek istiyorsak, matematiksel yılmazlık algısı önemlidir. Matematiksel olarak yılmaz öğrenciler, bir sınav sorusunun kendilerinden ne istediğine karar vermek için ihtiyaç duyacakları becerilere sahip olacaklar, bununla beraber okulun ötesinde gerçek hayatta matematiksel olarak çalışabilmek için gerekli becerileri kazanmış ve gerektiğinde matematiksel gelişimlerini sürdürmeye istekli olacaklardır. Matematiksel yılmazlığın gelişimi ayrıca öğrencilerin matematik öğrenmeye yönelik yansıtıcı ve düşünceli bir duruş kazanmalarını sağlar. Yılmaz öğrenciler, eğer çok düşünürlerse, başkalarıyla konuşurlarsa, matematiksel fikirleri tartışırlar ve edindikleri bilgiyi yansıtırlarsa, görünüşte zor olan fikir ve problemlerle başa çıkabileceklerini bilirler (Johnston-Wilder ve Lee, 2010).

Birçok kişi, kaygı gösterdiği noktaya kadar matematiksel öğrenmede yer almakta zorlanır veya en azından matematiksel akıl yürütmeyi gerektirebilecek herhangi bir faaliyette bulunmaktan kaçınır (Johnston-Wilder ve Lee, 2010).

Ekenel (2005) yaptığı çalışmada bireylerin sonuca ulaşamadıkları sorularla karşılaştıklarında gerildiklerini, agresifleştiklerini belirtmiş ancak bu tarz problemlerde yılmadıklarını ve bununla baş edebilmek için çaba harcadıklarını belirtmişlerdir. Bundan dolayı katılımcıların duyuşsal stratejileri kullanabildikleri sonucuna varılabilir. Bireyler; beynin kapasitesinin gelişebileceğine inanır, matematiğin değerini anlar ve matematikte zorlukla karşılaşınca çevresinden destek alır. Bu araştırmadaki katılımcıların belirledikleri amaç uğruna planlı bir çalışma yöntemine sahip bireylerden oluştuğu söylenebilir. Ayrıca araştırmanın katılımcıların çevresindeki olanakları, kendi öğrenme stillerine uygun şekilde değerlendirebilen ve matematiğe nasıl çalışacaklarını bilen bağımsız bireyler olduğu söylenebilir. Katılımcıların anlayamadıkları noktaları öğrenebileceklerine inanmaları, onları öğrenmede ısrarcı olmaya yönlendirmektedir.

Matematiksel yılmazlık algısı değer, mücadele, gelişim ve yılmazlık olmak üzere dört ilişkili faktör içerir. Bu faktörler şu şekilde açıklanmaktadır:

2.2.1 Değer (Value)

Matematiksel yılmazlık faktörü olarak belirtilen değer faktörü, öğrencilerin matematik derslerini mevcut veya gelecekteki hedeflerine ulaşma konusunda ne kadar değerli bulduklarını, bunun içsel ve dışsal motivasyonla ve kendi kendini düzenleme rolüyle ilgili olduğunu belirtir (Kooken ve diğerleri, 2013). Öğrencilerin matematikte başarılı olması için matematiği değerli olarak algılamaları gerekir (Deci, Vallerand, Pelletere ve Ryan, 1991). Öğrenci dünyadaki matematiğin değerini algıladıkça, çalışma motivasyonu da artar. Üniversite öğrencileri ile yapılan çalışmada değer faktörünün öğrencilerin gelecekteki meslek seçimleri üzerinde etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu seçimler, içsel veya dışsal motivasyona dayalı görevleri gerçekleştirmek için değer duygusuyla motive edilir.

İçsel motivasyon bir şeyi yapma arzusunu ifade eder, çünkü bireye memnuniyet ve zevk verir. Dışsal motivasyon da içsel motivasyon gibi bir şeyi yapma arzusunu ifade eder, çünkü dışsal motivasyon bir sonuca ulaşmak için bir araçtır. Her ne kadar içsel motivasyonun öğrenmeyi kolaylaştırdığı kabul edilse de, dışsal motivasyonun da öğrenci başarısını arttırmadaki gücü göz ardı edilemez. Dışsal motivasyonun mutlaka ayrılmaya ve ilgisizliğe yol açması gerekmez; bunun yerine, öğrenci sonun son derece değerli olduğunu anladığı zaman, dışsal motivasyon, bireyin davranışını gerçek bir hedef kadar sürükleyebilir (Ryan ve Deci, 2000).

Öğrencilerin içsel ya da dışsal motivasyonla ilgili çıktıları araştırıp araştırmadığı, öğrencinin sınıfa ve seviyeye verdiği değer, kalıcılık seviyesini yükseltir (Kooken ve diğerleri, 2013). Teorinin değer faktörünü destekleyen son bir bileşeni olarak, öğrencilerin istedikleri akademik hedeflere ulaşmak için çabaları, becerileri ve yetenekleri doğrultusunda kendilerini yönetebilmelerini yansıtan öz düzenlemeli öğrenmenin rolünü göz önünde bulundurmak önemlidir (Zimmerman, 2008).

2.2.2 Mücadele (Struggle)

Mücadele faktörü, öğrencinin matematiğin öğrenmesi zor bir disiplin olduğundan dolayı öğrenme sürecinde zorlukların üstesinden gelinmesini gerekeceği inancına sahip olmayı ifade eder. Matematikle mücadele deneyimi olağandışı değildir; bazı matematikçiler bile hata yapar ve matematik problemlerini öğrenme ve çözme konusunda mücadele ederler. Bu bağlamda öğrencilerin bu durumu anlamalarını ve mücadele ederlerse başarabileceklerini göstermek, eğitimcilerin yönlendirmesi aracılığıyla gerçekleşecektir.

Mücadele, matematik derslerinde, özellikle de diğerlerine göre, zorluk algısına ilişkin öğrenci algısını ve hoşgörüyü ifade eder. Mücadele, bireylerin kendi düşüncelerini, motivasyonlarını ve eylemlerini değerlendirmelerini ve kontrol etmelerini destekleyen sosyal öğrenme kuramı ile ilgilidir (Bandura, 1989). Sosyal öğrenme genellikle bir grubun kolektif deneyimleri ve kültürü aracılığıyla gerçekleştirilir. Bandura (2000), grubun motivasyonel yatırımı yüksek olduğunda, başarısızlıklar karşısında yılmama gücünün güçlendiğini ve dolayısıyla performansı artırdığını tespit etmiştir.

Öğrencilerin matematik çalışmalarına katılmaya devam edebilmeleri için uygun derecede zorlanmaları gerekir. Ancak, meydan okundukları zaman, meydan okumayı bir şeylerin yanlış olduğuna dair bir gösterge olarak yorumlamamaları önemlidir. Bir öğrenci, mücadelenin matematik çalışmasının doğasında olduğuna inandığında, yeteneğini sınırlamak yerine, matematiksel içeriğe meydan okuma nedenini belirler ve mücadele eder. Matematikte mücadelenin akran grupları, tüm matematik öğrencileri ve hatta matematik uzmanları için ortak olduğunu anlayan öğrenciler, başarısızlıklar karşısında daha fazla toleransa ve daha güçlü kalma gücüne sahip olacaklar (Johnston-Wilder ve Lee, 2010).

2.2.3 Gelişim (Growth)

Matematiksel yılmazlık algısının gelişim faktörü, matematik bilgisi seviyesinin geliştirilebilir ve şekillendirilebilir bir özellik olduğu inancını ifade eder. Yeager ve Dweck (2012) 'de bildirildiği gibi örtük zeka teorisi, ya artımsal teori ya da varlık teorisi modeli sunmaktadır. Artımsal teori alt boyutunda olan öğrenciler, eğer çalışırlarsa daha fazlasını öğrenebileceklerine inanırlar. Varlık teorisi alt boyutunda yer alan öğrenciler, akıl seviyelerinin statik olduğuna ve bu sabit yetenek seviyesini geliştirmede sınırlı olduklarına inanırlar. Son araştırmalarda, artımsal teoride, bir öğrencinin hayatında sık karşılaşılan zorlukların üstesinden gelmeye yardımcı olan belirli bir "zihniyete" duyulan ihtiyaca daha fazla vurgu yapılmıştır.

Akademik ve sosyal ortamlardaki yılmazlık çalışmalarında, ustalık hedefi yönelimi ile eşleştirilen artımsal teori, öğrencinin sosyal ve akademik zorluklara olumlu cevap verebilme yeteneğinde önemli farklılıklar yaratmıştır (Yeager ve Dweck, 2012). Araştırmalar ayrıca, bir öğrencinin zeka teorisinin şekillenebilir olduğunu, zaman içindeki akademik performansı öngördüğünü ve gelişim faktörünün başarısını geliştirdiğini göstermiştir (Blackwell, Trzesniewski ve Dweck, 2007; Yeager ve Dweck, 2012).

2.2.4 Yılmazlık (Resilience)

Dördüncü varsayımsal faktör olan yılmazlığın temeli, sıkıntının matematik öğrenme süreciyle ilgili olduğuna ve ciddi bir olumsuzluğa olumlu tepki olarak tanımlanan psikolojik yılmazlığa ilişkin literatüre dayanmaktadır. Yılmazlık, varoluş için ortak olan zorluklara uygun bir cevaptır. Matematikte öğrenme sürecinde öğrenciler büyük stres yaşayabilirler. Literatürde oldukça çok çalışılan matematik kaygısına zıt olarak (Hembree, 1990; Richardson ve Suinn, 1972), matematiksel yılmazlık, olumsuz uyaranları deneyimleyen, kaygıyı büyütmek yerine, en iyi şekilde işlev göstererek yanıt verenlere özgü nitelikleri dikkate alır. Matematiksel yılmazlık, olumsuz deneyimlere rağmen matematiği incelemeye olumlu bir cevabı öngördüğünü öne süren bir dizi tutum olarak tanımlanmıştır.

2.2.5 Matematiksel Yılmazlık ile İlgili Teorik Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde; matematiksel yılmazlıkla ilgili yapılmış araştırmalara ve sonuçlarına yer verilmiştir. Matematik eğitimi araştırmalarında matematiksel yılmazlık çalışmaları çok fazla olamamakla beraber gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Ülkemizde de oldukça yeni olan matematiksel yılmazlık kavramı üzerine yapılmış araştırmalar şunlardır:

Hernandez-Martinez ve Williams (2013), yılmazlık tanımının zaman içinde değiştiğinden bahsetmiştir. Yılmazlığın, yoksulluk gibi dışsal faktörleri içeren tanımlamasından önce, öğrencinin bireysel özelliklerine bağlı tanımlaması önemlidir. Yılmazlık, sosyo-kültürel bağlamlar ile gelişmekte olan bireyler arasındaki dinamik bir etkileşim sürecidir (Hernandez-Martinez ve Williams, 2013). Matematiksel yılmazlığı Johnston-Wilder ve arkadaşları (2013) 'matematiğe karşı olumlu bir duruş' olarak tanımlamıştır. Matematiksel olarak yılmaz olmak, matematikten kaçınmak yerine, matematiğe olumlu yaklaşmak, matematiğe yönelik korku ve olumsuz düşünceleri merak ve farkındalığa dayanan düşüncelerle değiştirmek, notasyon ve etiketleme kullanarak düşünce ve duyguları yansıtmaktır. Yılmazlığın deneyim yoluyla öğrenilebileceğine inanmaktadır. Her konuda öğrenme için yılmazlığa ihtiyaç duyulsa da, diğer derslerde yılmazlık algısını gösterebilen ancak matematik öğrenirken aynı yılmazlığı gösteremeyen öğrencilerle vardır (Johnston-Wilder ve arkadaşları, 2013).

Johnston-Wilder ve arkadaşları, öğrencilerin matematikte yılmazlık davranışını göstermediğini, çünkü bu davranışların matematik için işe yaramayacağını ya da kullanmaktan vazgeçtiklerini düşündüklerini keşfetmişlerdir.

Yapılan çalışmalar ışığında tanımı genişleten Johnston-Wilder ve arkadaşları (2013), matematiksel yılmazlığı; matematiğin değerini anlama, akranlarından, yetişkinlerden, öğretmenlerden, internetten vb. yardım alarak matematikte nasıl ilerleyeceğini anlama olarak tanımlamışlardır.

Matematiksel yılmazlık algısına sahip öğrenciler, başarısızlıkla karşılaştıklarında pes etmemektedirler ve bu başarısızlıkla başa çıkma konusunda birçok farklı stratejileri vardır (Dweck, 2000). Aynı zamanda matematiksel yılmazlık algısı geliştirmiş öğrenciler, matematiksel öğrenme anlayışlarını ifade etmek için gerekli dil becerisini de geliştirecektir.

Şekil 2.6: The growth zone model(büyüme bölgesi modeli (Johnston-Wilder ve ark., 2013).

Johnston-Wilder ve ark.'nın 2013'te oluşturdukları diyagramda 3 bölge tanımlamışlardır. Bunlar; Comfort Zone (Güvenli Bölge), Growth Zone (Büyüme Bölgesi) ve Anxiety Zone (Kaygı Bölgesi)'dur. Diyagramın ortasındaki Güvenli Bölge olarak da bilinen Comfort Zone, öğrencilerin öğretmenlerinden veya akranlarından gereken en az destekle görevleri ve etkinlikleri bağımsız olarak gerçekleştirebilecekleri alanı temsil eder. Bu bölge genellikle tekrarlayan görevler oluşturmak için güvendir. Güvenli Bölge içinde genelde küçük yeni öğrenmeler gerçekleşir.

Büyüme Bölgesi, yeni bir öğrenmenin gerçekleştiği bölgedir. Bahsedilen yeni öğrenme yeni bir konu, yeni bir yaklaşım veya yeni bir sınıf kültürüne adapte olma ile ilgili olabilir. Bu bölgede, öğrencilerin bazı rehberlik hizmetine ve desteğe ihtiyaçları olabilir. Johnston-Wilder ve arkadaşları (2013), öğrencilerin hafif kaygının üzerine çıkmalarından kaçınmaları için, öğrenme ortamında işbirliği, güven, cesaret ve inanç kavramlarının olmasını önermektedir. Büyüme Bölgesi'ne girmek için, öğrencilerin görev veya matematik tarafından motive edilmeleri ve uygun şekilde desteklenmiş hissetmeleri gerekir. Öğrencinin mantıklı çalışmaya, hata yapmaya ve gerektiğinde destek almaya teşvik edilmesi gerekir, aksi halde hafif matematiksel kaygı belirtilerinin bazılarını göstermeye başlayabilirler.

Müdahalelerin planlanmasında, öğrencilerin yeterince desteklenmelerine ve Büyüme Bölgesine girmeye teşvik edilmelerine şans verilmesi esastır. Onları bu bölgeye çok fazla itmekten kaçınmaya özen gösterilmelidir, çünkü Kaygı Bölgesine girerlerse gelecekteki ilerlemeyi sınırlandırarak öğrenmeye olan güven ve isteklilik büyük ölçüde düşebilir.

Mwangi ve diğerleri tarafından 2015 yılında yapılan bir çalışmada okul başarısı ile yılmazlık arasında pozitif düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Çalışmanın verileri matematiksel yılmazlığın önemini desteklemektedir. Araştırmada katılımcıların içsel ve dışsal olarak motive oldukları ortaya çıkmıştır.

Fry, Ketteridge ve Marshall (2015) çalışmalarında, başarı merkezli öğrencilerin öğrenmeleri süresince genel veya detaylı bakış açılarını kullanabildiklerini ve bu bakış açılarından hangisini tercih ettiklerini ayırmanın oldukça zor olduğunu belirtmişlerdir. Bireyin öğreneceği konu ile arasındaki ilişki seçtiği öğrenme yaklaşımını belirleyen önemli unsurlardandır. Çalışmalarında bireylerin matematik çalışırken mutlu oldukları, matematiğin keyifli ve yararlı bir disiplin olduğunu düşündükleri ortaya çıkmıştır. Bireylerin öğrenirken ezberlemek yerine anlamaya çalışmanın gerekliliği belirtilmiştir.

Genel olarak çalışmalar da incelendiğinde matematiksel yılmazlık, öğrencilerin matematik ile ilgili konuları öğrenirken karşılarına çıkan zorluklara rağmen öğrenmeye devam etmeye yönelik tutumunu belirtir. Araştırmalarda elde edilen veriler göz önüne alındığında matematikte başarılı olan öğrencilerin matematiksel yılmazlık algısına sahip olduğu söylenebilir.

3. YÖNTEM

Bu bölümde kullanılan yöntem ve çalışmada veri toplamak için kullanılan ölçme araçları ile ilgili tüm bilgiler verilmiştir.

3.1 Araştırmanın Modeli

Verilen modelleme eğitiminin matematiksel modelleme becerisi ve matematiksel yılmazlık algısına etkisinin ortaya konması amaçlanan bu çalışmada tek grup ön test-son test deseni kullanılmıştır. Adı geçen desende ölçme aracı çalışmanın başında ve sonunda aynı gruba uygulanarak, grup ve ölçümün niteliğine ait bilgiler elde edilmeye çalışılır (Büyüköztürk, 2016).

Tablo 3.1: Araştırmanın simgesel görünümü.

Grup	Öntest	İşlem	Sontest
G	O_1	X	O_2
	Matematiksel Beceri Testi-1 (Bağımlı Değişken) Matematiksel Yılmazlık Ölçeği (Bağımlı Değişken)	Modelleme semineri ve Örnek Uygulama süreci (Müdahale)	Matematiksel Beceri Testi-2 (Bağımlı Değişken) Matematiksel Yılmazlık Ölçeği (Bağımlı Değişken)

Çalışma grubundaki öğretmen adaylarına, ön-test ve son-test olacak şekilde Matematiksel Modelleme Beceri testleri ve Matematiksel Yılmazlık Ölçeği verilmiştir. Ayrıca ön-test uygulamalarından sonra 12 saatlik matematiksel modelleme semineri verilmiş ve örnek uygulamalar yaptırılmıştır. 12 saatlik seminerin ilk iki saati sunum için ayrılmış olup takip eden bir saatte ise ikişer kişilik gruplarla örnek matematiksel modelleme uygulamaları yaptırılmıştır. Kalan dokuz saat ise haftalık üçer saat olmak üzere örnek matematiksel modelleme uygulamalarıyla tamamlanmıştır. Çalışmada nicel verilerin yanı sıra, açık uçlu soruların bulunduğu modelleme beceri testleri ile de nitel yorumlara ulaşılabilmiştir.

Böylece sayılar ve rakamların ötesinde bir veri sunma ve nicel verileri daha ayrıntılı açıklama fırsatı elde edilmiştir.

3.2 Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları, matematiksel yılmazlık ölçeği ve matematiksel modelleme beceri testleri ile ilgili bilgiler bu bölümde detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.2.1 Matematiksel Yılmazlık Ölçeği

Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında matematiksel yılmazlık algılarındaki değişimi belirlemek amacıyla Matematiksel Yılmazlık Ölçeği (Ek-A) uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan Matematiksel Yılmazlık Ölçeği Kooken, Welsh, Mccoach, Johnson-Wilder ve Lee (2016) tarafından oluşturulmuş olup, bu ölçek öğrencilerin matematiksel yılmazlık algılarına ilişkin tutumlarını, ilişkili üç faktörü kullanarak ölçer: Değer, Mücadele ve Gelişim. Matematiksel Yılmazlık Ölçeği, faktör analizi kullanılarak geliştirilmiş ve doğrulanmıştır. Yapılan ölçek geliştirme çalışması Gürefe ve Akçakın (2018) tarafından İngilizce dilinden Türkçe diline uyarlanmıştır.

Bu ölçek, değer, mücadele, gelişim ve yılmazlık boyutlarını içeren 19 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin ve faktörlerin güvenilirliği, Cronbach'ın Alpha güvenilirlik katsayısı kullanılarak değerlendirilmiştir. Güvenirlik değeri, değer faktörü, mücadele faktörü, gelişim faktörü ve tüm ölçek için sırasıyla .92, .80, .76 ve .87 olarak bulunmuştur.

İlgili Matematiksel yılmazlık ölçeği ile ilgili Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi'nde okuyan Matematik Öğretmenliği bölümü 4.sınıf 32 kişilik öğretmen aday grubu ile bir pilot çalışma yapılmıştır. Yapılan pilot çalışma sonucunda ölçeğin güvenilirliği, Cronbach'ın Alpha güvenilirlik katsayısı kullanılarak değerlendirilmiştir. Güvenirlik değeri, .79 olarak bulunmuştur.

3.2.2 Matematiksel Modelleme Beceri Testleri

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ölçmek amacıyla üçer sorudan oluşan iki adet beceri testi hazırlanmıştır. Test soruları daha önceden uygulaması yapılmış modelleme soruları içinden (Bukova Güzel, 2016) ve iki testte var olan sorular, birbirlerine paralel olacak şekilde uzman görüşü alınarak seçilmiştir (Ek-B, Ek-C).

Matematiksel modelleme beceri testi-1 için seçilen sorular antik tiyatro problemi, tiyatro problemi ve kargo probleminden oluşmaktadır. Matematiksel modelleme beceri testi-2 için seçilen sorular birinci beceri testindeki problemlere paralel olacak şekilde uzman görüşü alınarak saman balyası problemi, akaryakıt istasyonu problemi ve atlet probleminden oluşmaktadır. Seçilen bu sorular daha öncesinde uygulaması yapılmış modelleme sorularıdır.

3.2.3 Modelleme Performansı Değerlendirme Anahtarı

Katılımcıların matematiksel modelleme ile ilgili beceri düzeylerini tespit etmek için iki beceri testinin kodlayıcılar tarafından puanlandırılması amacıyla kullanılan puanlama anahtarıdır (Ek-D). Öğretmen adaylarının cevapladıkları beceri testlerinin kâğıtları bu değerlendirme anahtarına göre puanlanmıştır (Korkmaz, 2010).

Genel izlenimle puanlamada, kodlayıcı, cevapların tamamını okur ve onun kendisinde bıraktığı genel izlenime göre, onu en iyiden en kötüye bir kaç kategoriden oluşan puanlama sistemine göre puanlar. Bu puanlama şekli, öğrencinin cevabına neden tam puan verilmediğini açıklamaz. Puanlama standartları belli değildir. Bu standartlar öğretmenden öğretmene hatta aynı öğretmende farklı zamanlarda değişiklikler gösterir ve bu şekilde elde edilen puanların güvenirliği düşüktür.

Ölçme aracının yapısı ve puanlama şekli, puanlamanın hatasız yapılıp yapılmamasını etkiler. Kısa cevap gerektiren veya uzun cevap gerektiren açık uçlu testlerde olduğu gibi, bir cevabın doğru olup olmadığını belirlemek kodlayıcının takdirine kalırsa, puanlama yöntemi sübjektiftir. Bu durumlarda puanlama güvenirliği tam olmaz. Bu anahtarla puanlanabilen seçmeli testlerde olduğu gibi, kodlayıcının görevi, seçilen cevabın anahtara uygun olup olmadığını belirlemekten ibaret ise, puanlama yöntemi objektiftir (Tekindal, 1996). Böylelikle güvenirlik pozitif yönde yönelim gösterir. Bu nedenle öğretmen adaylarının oluşturdukları grupların etkinlik kâğıtları bu anahtara göre puanlanmıştır.

Kodlayıcılar puanlamalarını, matematiksel modelleme sürecinin her bir aşamasına puanlama anahtarında belirtilen düzeylere göre ayrı puan vererek tamamlamışlardır.

3.3 Verilerin Toplanması

Çalışmada çalışma grubu seçimi ve veri toplama araçlarının uygulanmasına ilişkin bilgiler bu kısımda açıklanmıştır.

3.3.1 Çalışma Grubu

Matematiksel Yılmazlık Ölçeği ve Matematiksel modelleme beceri testleri için çalışma grubunun hangi yöntem ile seçildiğine ilişkin bilgiler aşağıda açıklanmıştır.

Çalışma grubu örneklem olarak, amaçlı örneklemdir. Patton (1987)'a göre, kapsamlı bilgilerden oluşan durumların derinlemesine incelenmesine olanak vermesi açısından amaçlı örneklem önemlidir.

Çalışma grubunu 2018-2019 Eğitim-Öğretim yılı Balıkesir Üniversitesi Matematik Öğretmenliğinde öğrenim gören 3.sınıf öğrencilerinden 8 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubu seçiminde sınıflardaki öğrencilerden herhangi bir eleme yapılmamış ve sınıftaki tüm öğrenciler çalışma kapsamına dâhil edilmiştir.

3.3.2 Uygulama Süreci

Araştırmayla ilgili etkinlik ve ölçme materyalleri ile veri toplama, Şubat-Mart 2019 tarihlerinde Balıkesir Üniversitesi üçüncü sınıfta bulunan matematik öğretmeni adaylarıyla 4 hafta süresince yapılmıştır. Uygulama çalışma takvimi Tablo 3,2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Çalışma takvimi.

Haftalar	**Müdahale**
1.hafta	Modelleme Beceri Testi Ön Uygulama-Yılmazlık Ölçeği Ön uygulama-Modelleme Semineri(Sunum)
2.hafta	Örnek Modelleme Uygulamaları
3.hafta	Örnek Modelleme Uygulamaları
4.hafta	Örnek Modelleme Uygulamaları-Modelleme Beceri Testi Son Uygulama -Yılmazlık Ölçeği Son uygulama

Modelleme Beceri Testi Ön Uygulaması: Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili algılarını, matematiksel modellemeye bakış açılarını, matematiksel modelleme becerilerini ölçmek adına 3 sorudan oluşan modelleme beceri testi verilmiştir. Bu sebeplerden dolayı uygulanan modelleme beceri testi iki kodlayıcı tarafından matematiksel modelleme değerlendirme formu kullanılarak puanlandırılarak öğretmen adaylarının ön bilgileri ölçülmüştür.

Matematiksel Yılmazlık Ölçeği Uygulanması: Öğretmen adaylarının matematiksel yılmazlık algılarını incelemek amacıyla matematiksel yılmazlık ölçeği uygulanmıştır.

Matematiksel Modelleme Eğitimi: Bu eğitim matematiksel modelleme semineri ve örnek modelleme uygulamalarından oluşmaktadır. Toplamda 12 saati kapsayan matematiksel modelleme semineri, bilgilendirme amacıyla yapılan sunum ve örnek uygulamaları içeren bir uygulamadır. Bu uygulamanın 3 saatlik bölümünü matematiksel modelleme sunumu ve örnek uygulama oluşturmaktadır. Öğretmen adaylarına matematiksel modelleme ile ilgili uygulamalı bir sunum ve bilgilendirme yapılmıştır. Yapılan sunumda matematiksel modellemenin ne olduğunun, neden önemli olduğunun ve günlük hayatta nerelerde karşımıza çıktığının üzerine durulmuştur. Ayrıca sunumda bir modelleme çalışması birlikte yapılmış ve modelleme süreciyle alakalı olarak sınıf içi tartışmalar yapılmıştır.

Örnek Modelleme Uygulamaları: Örnek uygulamalar her biri 30 dakikalık süre tanınarak 7 oturumda uygulanmıştır. Etkinlik sınıfta iki kişilik grup çalışması şeklinde uygulanmıştır. Örnek modelleme problemleri uygulamalarında toplam 4 grup ile çalışılmıştır.

Modelleme Beceri Testi Son Uygulama: Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili algılarında, matematiksel modellemeye bakış açılarında ve matematiksel modelleme becerilerindeki değişimi incelemek amacıyla ilk uygulanan beceri testindeki sorulara paralel sorular içeren ve 3 sorudan oluşan başka bir modelleme beceri testi verilmiştir. Uygulanan modelleme beceri testi iki kodlayıcı tarafından matematiksel modelleme değerlendirme formu kullanılarak puanlandırılarak öğretmen adaylarının son durumdaki bilgileri de ölçülmüştür.

Matematiksel Yılmazlık Ölçeği Son uygulama: Öğretmen adaylarının matematiksel yılmazlık konusundaki algılarındaki değişimi incelemek amacıyla matematiksel yılmazlık ölçeği ikinci kez uygulanmıştır.

3.4 Verilerin Analizi

Verilerin analizinde betimsel ve yordamalı istatistik kullanılmıştır. Ölçeğin ve beceri testlerinin analizi SPSS 21.0 ile nicel analiz yapılmıştır. Ayrıca matematiksel modelleme beceri testlerindeki açık uçlu sorular, modelleme performansı değerlendirme anahtarı kullanılarak, kodlayıcılar tarafından analiz edilmiş ve nitel verilere ulaşılmıştır. Literatür taraması yapıldığında küçük grup araştırmalarında nicel araştırma yöntemlerinin kullandığı görülmüştür.

Küçük grup çalışmalarının analizi, konvansiyonel analiz ve yorumlama, aşamalar boyunca çizilen ve tablo halinde verilmiş verilerin görsel olarak incelenmesine dayanır. Görsel analiz, nicel yöntemleri ve araştırmacılar tarafından verilerdeki kalıplarla ilgili kararları içerir. Bu tür analizler birkaç avantaja sahiptir: 1) sezgisel ve ekonomiktir, 2) performans modelinde değişikliklerle ilgili sürekli bilgi sağlar ve 3) katılımcı düzeyinde uygulamalara ve tepkilere odaklanır. (Graham, Karmarkar ve Ottenbacher, 2012).

Küçük grup çalışmaları yeni olmamakla beraber eğitim ve davranış bilimlerinde köklüdür ve klinik literatürde giderek daha fazla yer almaktadır. (Graham, Karmarkar ve Ottenbacher, 2012).

Bloom ve ark.nın ders kitabı klinik uygulamaları değerlendirmek ve bilgilendirmek için küçük-N tasarımlarını kullanmak için mükemmel bir kaynaktır. (Bloom, Fischer ve Orme,2009). Bu metin, istatistiksel ve görsel analiz gibi birçok analiz yöntemini ele almaktadır. Tek denek, tek durum ve tek sistem tasarımları dâhil olmak üzere küçük grup metodolojisini tanımlamak için birkaç farklı terim kullanılmaktadır. Terminolojiden bağımsız olarak, tasarım çerçevesi temelde aynıdır: 1) zaman içinde tek bir kişiyi veya küçük bir grup kişiyi incelemek, 2) sonucun tekrarlanan ölçümü ve 3) sıralı uygulama ve müdahale geri çekilmesi.

Yapılan analiz sürecinin nasıl yapıldığı aşağıda detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

3.4.1 Matematiksel Yılmazlık Ölçeğindeki Maddelerin Ortalama Değerlerinin Hesaplanması

Ölçekte yer alan maddeler ortalama değerlerini hesaplamak amacıyla puanlanmıştır. Ölçekte pozitif ve negatif maddeler vardır. Ölçekteki pozitif maddelerin değerlendirilmesi şu şekilde yapılmıştır: Kesinlikle katılmıyorum: 1, Katılmıyorum : 2, Kısmen Katılmıyorum: 3, Kararsızım: 4, Kısmen Katılıyorum: 5, Katılıyorum: 6, Kesinlikle katılıyorum: 7

Negatif maddeler, olumsuz olarak yanıtlanan maddeler pozitif gibi düşünülmüş ve puanlama pozitif maddelerin tersi yönünde yapılmıştır. Negatif madde, literatürdeki görüşün aksinin savunulduğu maddelerdir. Her bir maddenin toplam puan değeri hesaplandıktan sonra kişi sayısına bölünmek suretiyle ortalama değere ulaşılmıştır.

Hipotez Testleri: Öğretmen adaylarının Matematiksel Yılmazlık düzeylerinin, seminer ve etkinliklerin uygulanmasıyla bir değişikliğe uğrayıp uğramadıklarını test etmek amacıyla SPSS 21.0, Non-parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

3.4.2 Beceri Testlerinin Analizi

Öğretmen adaylarının modelleme beceri testlerinin analizi için Modelleme Performansını Değerlendirme Puanlama Anahtarı kullanılarak her bir öğretmen adayının başarı puanı bulunmuştur. Ancak performans puanını iki kodlayıcı belirlemiş olup, kodlayıcıların puanlamaları karşılaştırılmıştır. Birinci kodlayıcı araştırmacının kendisi ve ikinci kodlayıcı ise matematik alanında uzman kişidir. Sonrasında puan ortalamalarına bakılarak testlerin değerlendirilmesi için Non-parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi kullanılmıştır.

Kodlayıcıların buldukları puanlar arasında karşılaştırma yapılmadan önce iki kodlayıcı da, cevap kâğıtlarını değerlendirme anahtarına göre değerlendirmiştir. Kodlayıcılar puanlamalarını, puanlama anahtarında belirtilen düzeyler doğrultusunda ayrı ayrı puanlayarak tamamlamışlardır. Her iki beceri testi için de kodlayıcılar arasındaki korelasyon sonuçları şu şekildedir: Matematiksel modelleme beceri testi-1'e ilişkin kodlayıcılar arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki (korelasyon) vardır (r=0,97). Matematiksel modelleme beceri testi-2'ye ilişkin kodlayıcılar arasında pozitif yönlü kuvvetli bir ilişki (korelasyon) vardır (r=0,83).

Uygulanan birinci beceri testi ile ikinci beceri testi için yapılan analizler doğrultusunda kodlayıcıların puanları arasında anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. Kodlayıcıların verileri için pozitif yönlü bir korelasyon elde edilmiştir.

4. BULGULAR VE YORUMLAR

4.1 Bulgular ve Yorumlar-1 (Betimlemeli İstatistik)

Çalışma, matematiksel modelleme bakış açısını tanımlama, öğretmen adaylarına matematiksel modellemeyi yorumlamaya yönelten deneyimler edinme, matematiksel sistemleri günlük yaşama adapte edebilme, matematik öğrenmede ve eğitiminde bu yaklaşımın önemini, matematiksel modelleme sürecinde yılmazlık algısının önemini ve matematiksel modelleme yapabilme becerisinin matematiksel yılmazlık algısına etkisini sunma amacıyla için yapılmıştır.

Araştırmanın bu bölümünde araştırma sorularını (S1, S2) incelemek amacıyla yapılmış Matematiksel Yılmazlık Ölçeği, Matematiksel Beceri testleri, etkinliklerde bulunan bulgular sunularak tartışılmıştır.

4.1.1 Matematiksel Yılmazlık Ölçeği

Öğretmen adaylarının matematiksel yılmazlık ile ilgili algı ve düzeylerindeki değişim, uygulama öncesinde verilen ölçekte bulunan 19 maddeden ve 3 adet alt faktörden oluşan 7'li likert tipi bir ölçekle ölçülmüştür. Ölçek, toplam puanların yanı sıra 3 alt faktör olan değer, mücadele ve gelişim faktörleri ele alınarak da analiz edilmiştir.

Yapılan analiz sonucu ön-ölçek ve son-ölçek olarak verilen matematiksel yılmazlık ölçeklerinden alınan toplam puanlar hesaplanmıştır. Bununla birlikte matematiksel yılmazlığın alt faktörleri olarak tanımlanan değer, mücadele ve gelişim faktörleri de ayrı ayrı analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda uygulanan yılmazlık ölçeklerine ait betimsel veriler aşağıda tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1: Matematiksel yılmazlık betimsel istatistik bulguları.

Puan	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	S.S.
Matematiksel Yılmazlık Ön-test Puanları	8	99,00	122,00	106,0000	7,96421
Matematiksel Yılmazlık Son-test Puanları	8	94,00	109,00	101,1250	5,08324
Toplam	8				

Matematiksel yılmazlık ön-test uygulaması sonucunda minimum 99, maksimum 122 olmak üzere ortalamaları 106 puan olan bir sonuç elde edilmiştir. Bu puanlara ait standart sapma değeri ise 7,96 olarak bulunmuştur.

Matematiksel yılmazlık son-test uygulaması sonucunda minimum 94, maksimum 109 olmak üzere ortalamaları 101 puan olan bir sonuç elde edilmiştir. Bu puanlara ait standart sapma değeri ise 5,08 olarak bulunmuştur.

Matematiksel yılmazlık kavramının alt faktörlerine ait betimsel bulgular ise şu şekildedir: Matematiksel Yılmazlık değer, mücadele ve gelişim alt faktörleri ön-test ile son-test toplam puanları analiz edildiğinde elde edilen bulgular aşağıda verilen tablo 4.2'de mevcuttur.

Tablo 4.2: Matematiksel yılmazlık alt faktörleri betimsel istatistik bulguları.

Puan	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	S.S.
Değer alt faktörü ön-test	8	45,00	56,00	51,7500	3,69362
Değer alt faktörü son-test	8	46,00	56,00	52,0000	3,58569
Mücadele alt faktörü ön-test	8	34,00	40,00	37,8750	2,10017
Mücadele alt faktörü son-test	8	33,00	42,00	37,7500	2,96407
Gelişim alt faktörü ön-test	8	5,00	32,00	16,3750	8,26244
Gelişim alt faktörü son-test	8	5,00	14,00	10,8750	2,85044
Toplam	8				

Matematiksel yılmazlık testinin alt faktörlerine ait puanlara bakılacak olursa eğer, değer alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 45 ve 56 ve standart sapması 3,7'dir. Ortalama puan ise 51,7'dir. Değer alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 46 ve 56 ve standart sapması 3,5'tir.Ortalama puan ise 52'dir.

Mücadele alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 34 ve 40 ve standart sapması 2,1'dir. Ortalama puan ise 37,8'dir. Mücadele alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 33 ve 42 ve standart sapması 2,9'dur.Ortalama puan ise 37,7'dir.

Gelişim alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 5 ve 32 ve standart sapması 8,2'dir. Ortalama puan ise 16,3'tür. Gelişim alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 5 ve 14 ve standart sapması 2,8'dir. Ortalama puan ise 10,8'dir.

4.1.2 Matematiksel Modelleme Beceri testi

Aşağıdaki tablolarda öğretmen adaylarının beceri testleri ile ilgili modelleme performanslarının uygulamalar öncesinde ve sonrasında sonuçlar bulunup toplam puanları hesaplanarak sunulmuştur.

Ön-test olarak uygulanan Matematiksel Modelleme Beceri testi-1 için birinci kodlayıcı tarafından elde edilmiş performans puanları tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: Matematik öğretmeni adaylarının birinci matematiksel modelleme beceri testi ile ilgili performans sonuçları (birinci kodlayıcı).

	Basitleştirme	**Matematikselleş tirme**	**Tranformasyon**	**Yorumlama**	**Genelleme**	**Toplam**
Ö1	9,00	8,00	9,00	9,00	7,00	42,00
Ö2	8,00	8,00	8,00	8,00	7,00	39,00
Ö3	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	24,00
Ö4	11,00	9,00	11,00	10,00	9,00	50,00
Ö5	9,00	8,00	8,00	7,00	7,00	39,00
Ö6	6,00	6,00	4,00	5,00	4,00	25,00
Ö7	8,00	5,00	6,00	8,00	7,00	34,00
Ö8	6,00	5,00	5,00	7,00	5,00	28,00

Kodlayıcılar tarafından pozitif korelasyonla yapılan analizler sonucunda birinci kodlayıcının matematiksel modelleme beceri testi-1'e dair ulaştığı sonuçlar verilmiştir.

Son-test olarak uygulanan Matematiksel Modelleme Beceri testi-2 için birinci kodlayıcı tarafından elde edilmiş performans puanları Tablo4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4: Matematik öğretmeni adaylarının ikinci matematiksel modelleme beceri testi ile ilgili performans sonuçları (birinci kodlayıcı).

	Basitleştirme	**Matematikselleştirme**	**Tranformasyon**	**Yorumlama**	**Genelleme**	**Toplam**
Ö1	12,00	12,00	12,00	12,00	11,00	59,00
Ö2	12,00	12,00	12,00	12,00	10,00	58,00
Ö3	12,00	12,00	12,00	12,00	9,00	57,00
Ö4	12,00	12,00	12,00	12,00	11,00	59,00
Ö5	12,00	12,00	12,00	12,00	11,00	59,00
Ö6	12,00	12,00	12,00	12,00	10,00	58,00
Ö7	12,00	12,00	12,00	12,00	9,00	57,00
Ö8	12,00	12,00	12,00	12,00	10,00	58,00

Kodlayıcılar tarafından pozitif korelasyonla yapılan analizler sonucunda birinci kodlayıcının matematiksel modelleme beceri testi-2'ye dair ulaştığı sonuçlar verilmiştir.

Yapılan beceri testleri sonucunda elde edilmiş matematiksel modelleme değerlendirme anahtarlarından elde edilen bulgulara ait betimsel istatistik sonuçları tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5: Matematiksel modelleme beceri testleri betimsel istatistik bulguları.

Puan	**N**	**Minimum**	**Maksimum**	**Ortalama**	**S.S.**
Matematiksel Modelleme Beceri testi-1 Puanları	8	24,00	50,00	35,1250	9,07803
Matematiksel Modelleme Beceri testi-2 Puanları	8	57,00	59,00	58,1250	,83452
Toplam	8				

Matematiksel modelleme beceri testi-1 ön-test uygulaması sonucunda minimum 24, maksimum 50 olmak üzere ortalamaları 35,1 puan olan bir sonuç elde edilmiştir. Bu puanlara ait standart sapma değeri ise 9,07 olarak bulunmuştur.

Matematiksel modelleme beceri testi-2 son-test uygulaması sonucunda minimum 57, maksimum 59 olmak üzere ortalamaları 58,1 puan olan bir sonuç elde edilmiştir. Bu puanlara ait standart sapma değeri ise 0,83 olarak bulunmuştur.

Matematiksel modelleme kavramının alt faktörlerine ait ön-test ve son-test sonrası elde edilen betimsel bulgular ise şu şekildedir:

Tablo 4.6: Matematiksel modelleme beceri testleri alt faktörleri betimsel istatistik bulguları.

Puan	N	Minimum	Maksimum	Ortalama	S.S.
Basitleştirme Ön-test	8	5,00	11,00	7,7500	1,98206
Basitleştirme Son-test	8	12,00	12,00	12,0000	,00000
Matematikselleştirme Ön-test	8	5,00	9,00	6,7500	1,66905
Matematikselleştirme Son-test	8	12,00	12,00	12,0000	,00000
Dönüştürme Ön-test	8	4,00	11,00	6,8750	2,53194
Dönüştürme Son-test	8	12,00	12,00	12,0000	,00000
Yorumlama Ön-test	8	5,00	10,00	7,3750	1,76777
Yorumlama Son-test	8	12,00	12,00	12,0000	,00000
Geçerlilik Ön-test	8	4,00	9,00	6,3750	1,59799
Geçerlilik Son-test	8	9,00	11,00	10,1250	,83452
Toplam	8				

Matematiksel modelleme testinin alt faktörlerine ait puanlara bakılacak olursa eğer, basitleştirme alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 5 ve 11 ve standart sapması 1,98'dir. Ortalama puan ise 7,7'dir. Basitleştirme alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 12 ve 12 ve standart sapması 0'dır. Ortalama puan ise 12'dir.

Matematikselleştirme alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 5 ve 9 ve standart sapması 1,6'dir. Ortalama puan ise 6,7'dir. Matematikselleştirme alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 12 ve 12 ve standart sapması 0'dır.Ortalama puan ise 12'dir.

Dönüştürme alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 4 ve 11 ve standart sapması 2,5'tir. Ortalama puan ise 6,8'dir. Dönüştürme alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 12 ve 12 ve standart sapması 0'dır. Ortalama puan ise 12'dir.

Yorumlama alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 5 ve 10 ve standart sapması 1,7'dir. Ortalama puan ise 7,3'tür. Yorumlama alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 12 ve 12 ve standart sapması 0'dır. Ortalama puan ise 12'dir.

Geçerlilik alt faktörüne ait ön-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 4 ve 9 ve standart sapması 1,59'dur. Ortalama puan ise 6,3'tür. Geçerlilik alt faktörüne ait son-test minimum ve maksimum puanları sırasıyla 9 ve 11 ve standart sapması 0,8'dir. Ortalama puan ise 10,1'dir.

4.2 Bulgular ve Yorumlar-2 (Yordamalı İstatistik)

Bu bölümde, araştırma sorularını incelemek amacıyla uygulanan Matematiksel Yılmazlık Ölçeği, Matematik Beceri testleri ve bu testlerin analizinin yapılmasında kullanılan Matematiksel Modelleme Performans Puanlama anahtarı ile elde edilen yordamalı istatistikle ilgili bulgu ve yorumlara yer verilmiştir.

Araştırma soruları şöyledir:

S1: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri düzeyleri nasıl değişmiştir?

S2: Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık algı düzeyleri nasıl değişmiştir?

4.2.1 Matematiksel Yılmazlık Ölçeği

Uygulamanın öğretmen adaylarının matematiksel yılmazlık algı düzeylerine etkisi SPSS 21.0' da Non-parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi kullanılmıştır. Verilen tablolarda, örneklem gruplarına ait madde grubunun ön-ölçek, son-ölçek puan ortalamaları, standart sapmaları ve ön-ölçek ile son-ölçek arasındaki farkın anlamlılığı verilmiştir. Tablo 4.7, Matematik öğretmeni adaylarının ön-ölçek ile son-ölçek maddelerinden elde edilen bulgular verilmiştir.

Tablo 4.7: Matematiksel yılmazlık ölçeğinin yordamalı istatistik bulguları.

Puan		N	S.O.	Toplam Sıralar	z	p
Matematiksel Yılmazlık Son-test Puanı – Matematiksel Yılmazlık Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	8	4,50	36,00	-2.527	,012
	Pozitif Sıralar	0	,00	,00		
	Eşit	0				
	Toplam	8				

Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel yılmazlık algı düzeyleri arasında, uygulama öncesi ve sonrası istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür (.012<.050). Bununla birlikte, matematiksel yılmazlık düzeyleri ile ilgili elde edilen veriler incelendiğinde, puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık son-ölçek lehine gerçekleşmiştir. Dolayısıyla $H_0^{(2)}$:'Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık algı düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.' hipotezi reddedilir.

Tablo 4.8: Matematiksel yılmazlık ölçeğinin alt faktörlerine ait yordamalı istatistik bulguları.

Puan		N	S.O.	Toplam Sıralar	z	p
Değer alt faktörü Son-test Puanı – Değer alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	2	3,25	6,50	-,271	,786
	Pozitif Sıralar	3	2,83	8,50		
	Eşit	3				
	Toplam	8				
Mücadele alt faktörü Son-test Puanı – Mücadele alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	3	4,00	12,00	-,345	,730
	Pozitif Sıralar	4	4,00	16,00		
	Eşit	1				
	Toplam	8				
Gelişim alt faktörü Son-test Puanı – Gelişim alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	6	4,42	26,50	-2,117	,034
	Pozitif Sıralar	1	1,50	1,50		
	Eşit	1				
	Toplam	8				

Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel yılmazlık algı düzeyleri değer alt faktörleri arasında, uygulama öncesi ve sonrası istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmemiştir. Dolayısıyla $H_0^{(21)}$:'Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık değer alt faktörü düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.' hipotezi reddedilemez.

Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel yılmazlık algı düzeyleri mücadele alt faktörleri arasında, uygulama öncesi ve sonrası istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmemiştir. Dolayısıyla $H_0^{(22)}$:'Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık mücadele alt faktörü düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.' hipotezi reddedilemez.

Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel yılmazlık algıları gelişim alt faktörü düzeyleri arasında, uygulama öncesi ve sonrası istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür (.034<.050). Bununla birlikte, matematiksel yılmazlık düzeyleri ile ilgili elde edilen veriler incelendiğinde, puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık son-ölçek lehine gerçekleşmiştir. Dolayısıyla $H_0^{(23)}$: 'Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel yılmazlık gelişim alt faktörü düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.' hipotezi reddedilir.

4.2.2 Matematiksel Modelleme Beceri testi

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili yeterlikleri, verilen iki adet beceri testi ile değerlendirilmiştir. Matematik öğretmeni adaylarının ilgili matematiksel modelleme becerileri puanlarının değerlendirilmesi Non-parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi kullanılarak incelenmiştir.

Tablo 4.9: Matematiksel modelleme beceri testleri yordamalı istatistik bulguları.

Puan		N	S.O.	Toplam Sıralar	z	p
Matematiksel Modelleme Son-test Puanı – Matematiksel Modelleme Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	0	,00	,00	-2.524	,012
	Pozitif Sıralar	8	4,50	36,00		
	Eşit	0				
	Toplam	8				

Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerisi düzeyleri ile ilgili olarak uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında beceri düzeyleri arasında, istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür (.012<.050). Bununla birlikte, matematiksel modelleme beceri düzeyleri ile ilgili elde edilen veriler incelendiğinde, puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık ikinci beceri testi lehine gerçekleşmiştir. Dolayısıyla $H_0^{(1)}$:‘ Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri düzeylerinde bir değişiklik görülmemiştir.’ hipotezi reddedilir.

Tablo 4.10: Matematiksel modelleme beceri testleri alt faktörlerine ait yordamalı istatistik bulguları.

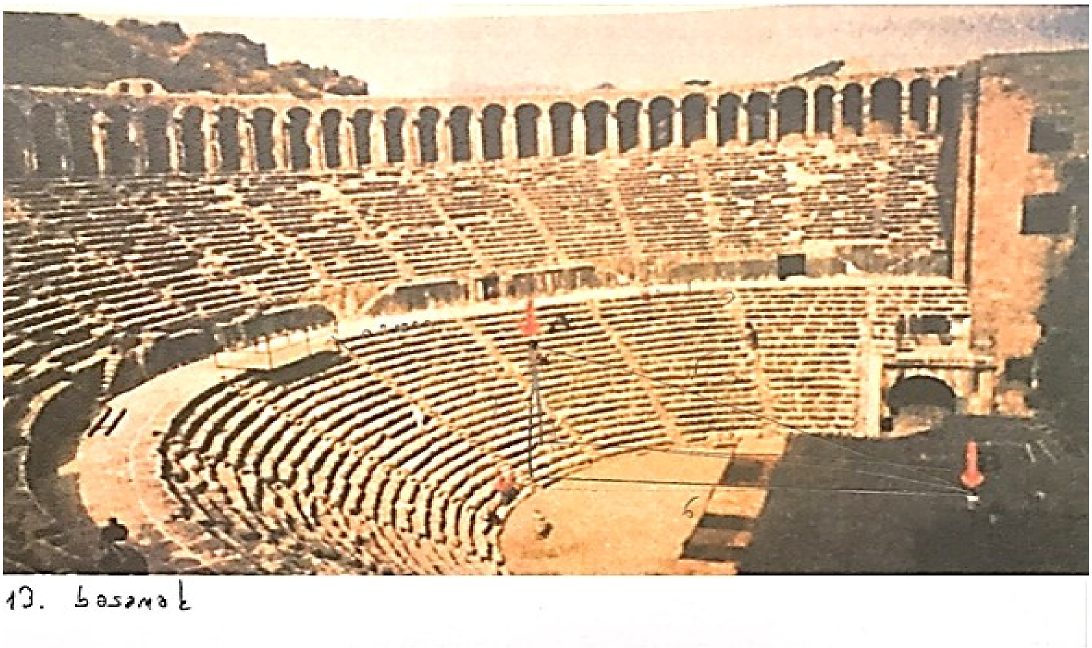
Puan		N	S.O.	Toplam Sıralar	z	p
Basitleştirme alt faktörü Son-test Puanı – Basitleştirme alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	0	,00	,00	-2,529822	,011
	Pozitif Sıralar	8	4,50	36,00		
	Eşit	0				
	Toplam	8				
Matematikselleştirme alt faktörü Son-test Puanı – Matematikselleştirme alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	0	,00	,00	-2,545584	,011
	Pozitif Sıralar	8	4,50	36,00		
	Eşit	0				
	Toplam	8				
Dönüştürme alt faktörü Son-test Puanı – Dönüştürme alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	0	,00	,00	-2,526705	,012
	Pozitif Sıralar	8	4,50	36,00		
	Eşit	0				
	Toplam	8				
Yorumlama alt faktörü Son-test Puanı – Yorumlama alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	0	,00	,00	-2,529822	,011
	Pozitif Sıralar	8	4,50	36,00		
	Eşit	0				
	Toplam	8				
Geçerlilik alt faktörü Son-test Puanı – Geçerlilik alt faktörü Ön-test Puanı	Negatif Sıralar	0	,00	,00	-2,536092	,011
	Pozitif Sıralar	8	4,50	36,00		
	Eşit	0				
	Toplam	8				

Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme alt faktör düzeyleri ile ilgili olarak uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark görülmüştür. Bu alt faktörlerdeki farklılık her biri için yapılan

Non-parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş sıralar testi analizi ile $p<.05$ düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bununla birlikte, matematiksel modelleme alt faktörleri beceri düzeyleri ile ilgili elde edilen veriler incelendiğinde, puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık ikinci beceri testi alt faktör bulguları lehine gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi basitleştirme alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur hipotezi reddedilmiştir. Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi matematikselleştirme alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur hipotezi reddedilmiştir. Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi dönüştürme alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur hipotezi reddedilmiştir. Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi yorumlama alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur hipotezi reddedilmiştir. Ve son olarak da matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme uygulamaları sonucunda matematiksel modelleme beceri testi geçerlik alt faktörü düzeylerinde anlamlı bir fark yoktur." hipotezleri reddedilir.

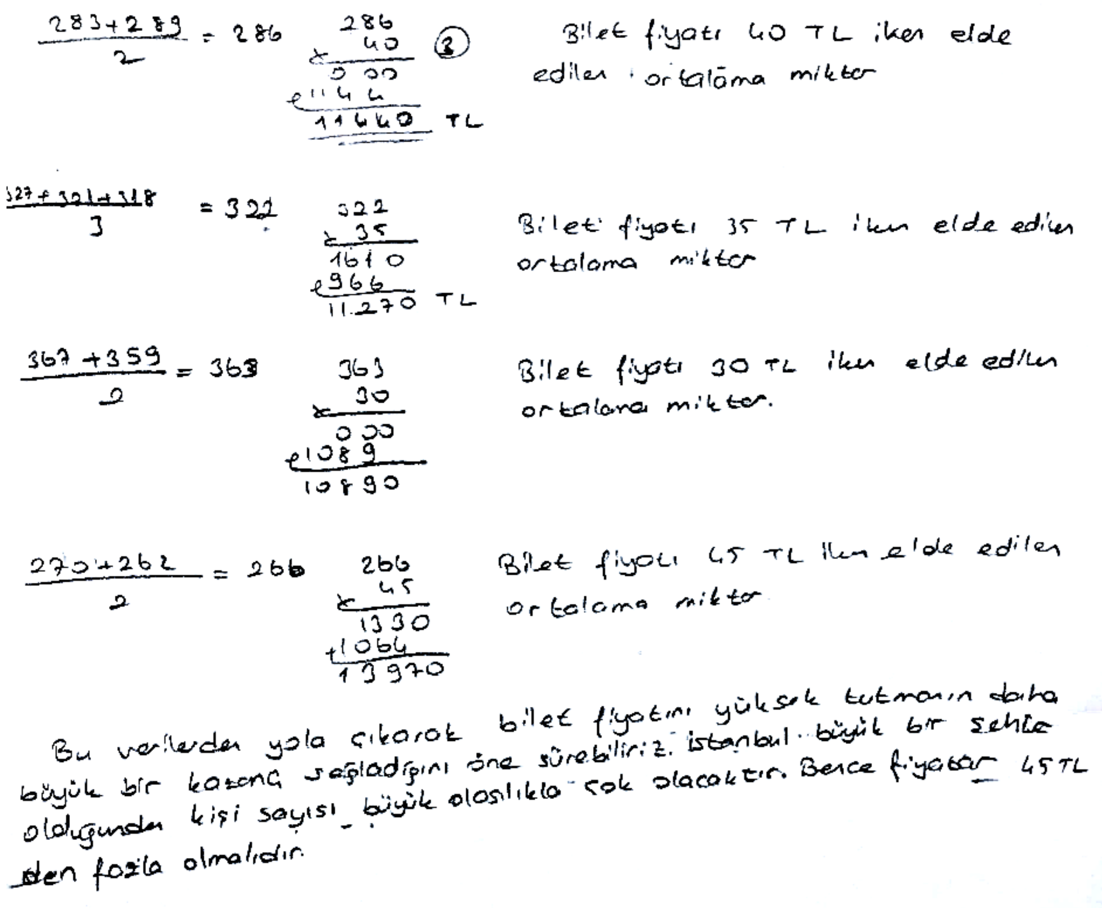
4.2.3 Uygulama Öncesi Matematiksel Modelleme Beceri testi-1 Öğrenci Örnek Çözümleri

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme başarı ön-test ve son-testlerine verdikleri cevapları ve bununla beraber meydana gelen değişiklikleri incelemek amacıyla öğretmen adaylarının cevapları incelenmiş ve değerlendirilmiştir. İlgili soru çözümleri şu şekildedir:



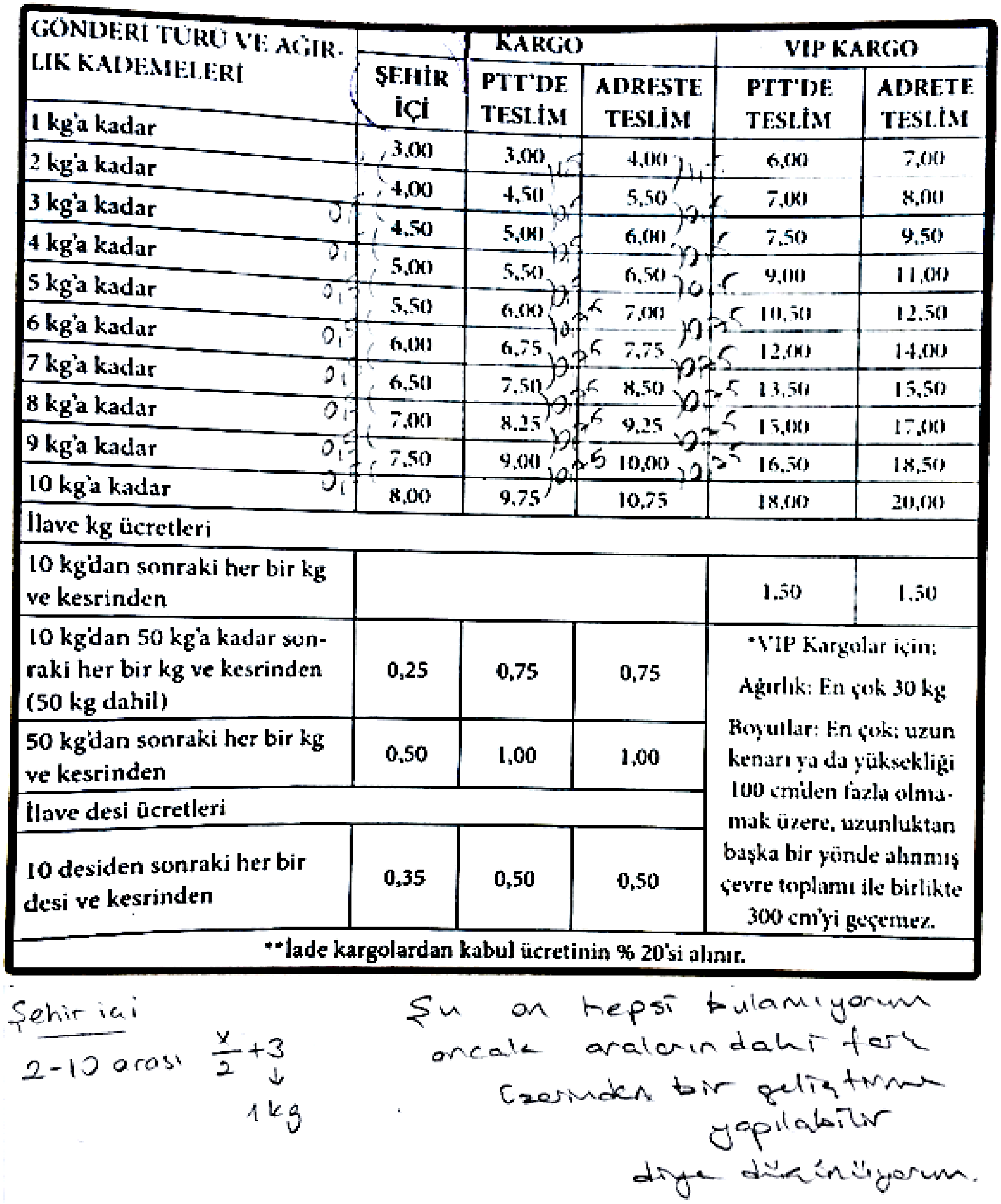
Şekil 4.1: Ö6 isimli katılımcının antik tiyatro problemi çözümü.

Ö6 isimli katılımcının modelleme beceri testi-1'in ilk sorusu olan Antik Tiyatro sorusuna vermiş olduğu cevap yukarıda verilmiştir. Verilen cevap modelleme basamakları açısından incelendiğinde basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve geçerlik basamakları için gerekli düşünme süreçlerinin ifadesi görülmemiştir. Ancak ele alınan problemi daha iyi anlama sonucuna götürecek daha basit bir matematiksel temsilini oluşturma amacıyla resmin üzerine bir üçgen çizerek, belirtmemiş olsa da zihinsel olarak matematikselleştirme basamağının gereklerini az da olsa yerine getirmeye çabaladığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.2: Ö8 isimli katılımcının tiyatro problemi çözümü.

Ö8 isimli katılımcının modelleme beceri testi-1'in ikinci sorusu olan Tiyatro Problemine vermiş olduğu cevap yukarıda verilmiştir. Verilen cevap modelleme basamakları açısından incelendiğinde basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve geçerlik basamakları için gerekli düşünme süreçlerinin ifadesi kısmi bir şekilde görülmüştür. Basitleştirme basamağında gerçek dünya problemini anladığını az da olsa göstermiştir ve problemle ilgili temel bileşenleri doğru bir şekilde ele alarak matematikselleştirme basamağına geçiş yapabilmiştir. Matematiksel olarak işlemler yapabilmiş ve problemin matematiksel formu için bir çözüm ortaya koyabilmiştir. Yorumlama basamağı adına ise bir şekilde de olsa ortaya konan çözümü yorumlama çabası içindedir. Ancak doğru olmayan bir çıkarımda bulunmamasına ve incelenen problemle basitleştirilmiş formu arasındaki bağlantıyı açıkça kurmamasına rağmen, problemin basitleştirilmiş hali için gerekçeli bir çözüm geliştirme çabası göstermiştir.



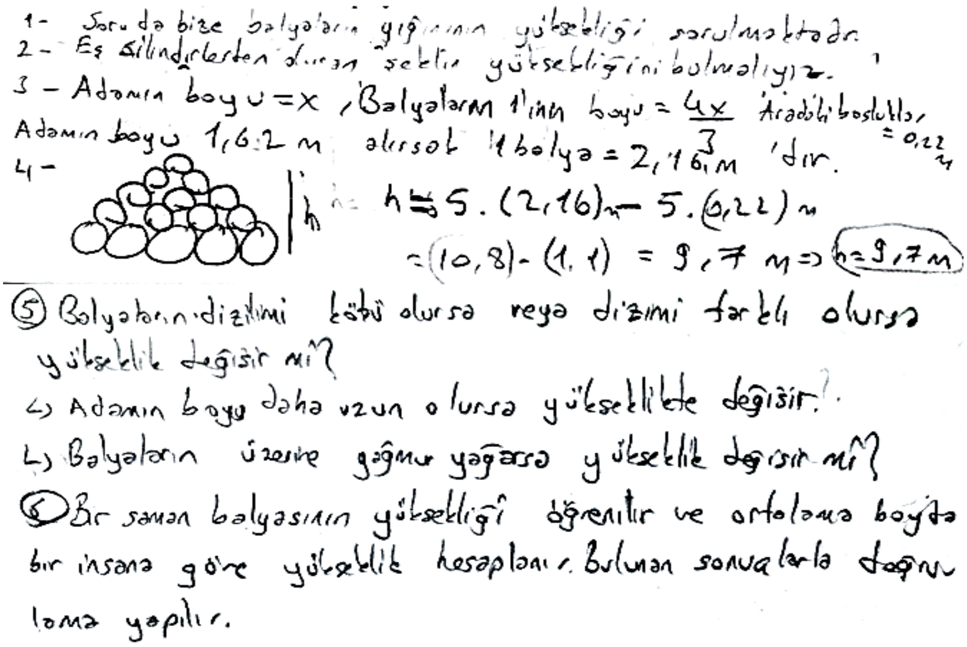
GÖNDERİ TÜRÜ VE AĞIRLIK KADEMELERİ	KARGO			VIP KARGO	
	ŞEHİR İÇİ	PTT'DE TESLİM	ADRESTE TESLİM	PTT'DE TESLİM	ADRETE TESLİM
1 kg'a kadar	3,00	3,00	4,00	6,00	7,00
2 kg'a kadar	4,00	4,50	5,50	7,00	8,00
3 kg'a kadar	4,50	5,00	6,00	7,50	9,50
4 kg'a kadar	5,00	5,50	6,50	9,00	11,00
5 kg'a kadar	5,50	6,00	7,00	10,50	12,50
6 kg'a kadar	6,00	6,75	7,75	12,00	14,00
7 kg'a kadar	6,50	7,50	8,50	13,50	15,50
8 kg'a kadar	7,00	8,25	9,25	15,00	17,00
9 kg'a kadar	7,50	9,00	10,00	16,50	18,50
10 kg'a kadar	8,00	9,75	10,75	18,00	20,00
İlave kg ücretleri					
10 kg'dan sonraki her bir kg ve kesrinden				1,50	1,50
10 kg'dan 50 kg'a kadar sonraki her bir kg ve kesrinden (50 kg dahil)	0,25	0,75	0,75	*VIP Kargolar için: Ağırlık: En çok 30 kg Boyutlar: En çok: uzun kenarı ya da yüksekliği 100 cm'den fazla olmamak üzere, uzunluktan başka bir yönde alınmış çevre toplamı ile birlikte 300 cm'yi geçemez.	
50 kg'dan sonraki her bir kg ve kesrinden	0,50	1,00	1,00		
İlave desi ücretleri					
10 desiden sonraki her bir desi ve kesrinden	0,35	0,50	0,50		
**İade kargolardan kabul ücretinin % 20'si alınır.					

Şekil 4.3: Ö7 isimli katılımcının kargo problemi çözümü.

Ö7 isimli katılımcının modelleme beceri testi-1'in üçüncü sorusu olan Kargo Problemine vermiş olduğu cevap yukarıda verilmiştir. Verilen cevap modelleme basamakları açısından incelendiğinde basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve geçerlik basamakları için gerekli düşünme süreçlerinin ifadeleri görülememiştir.

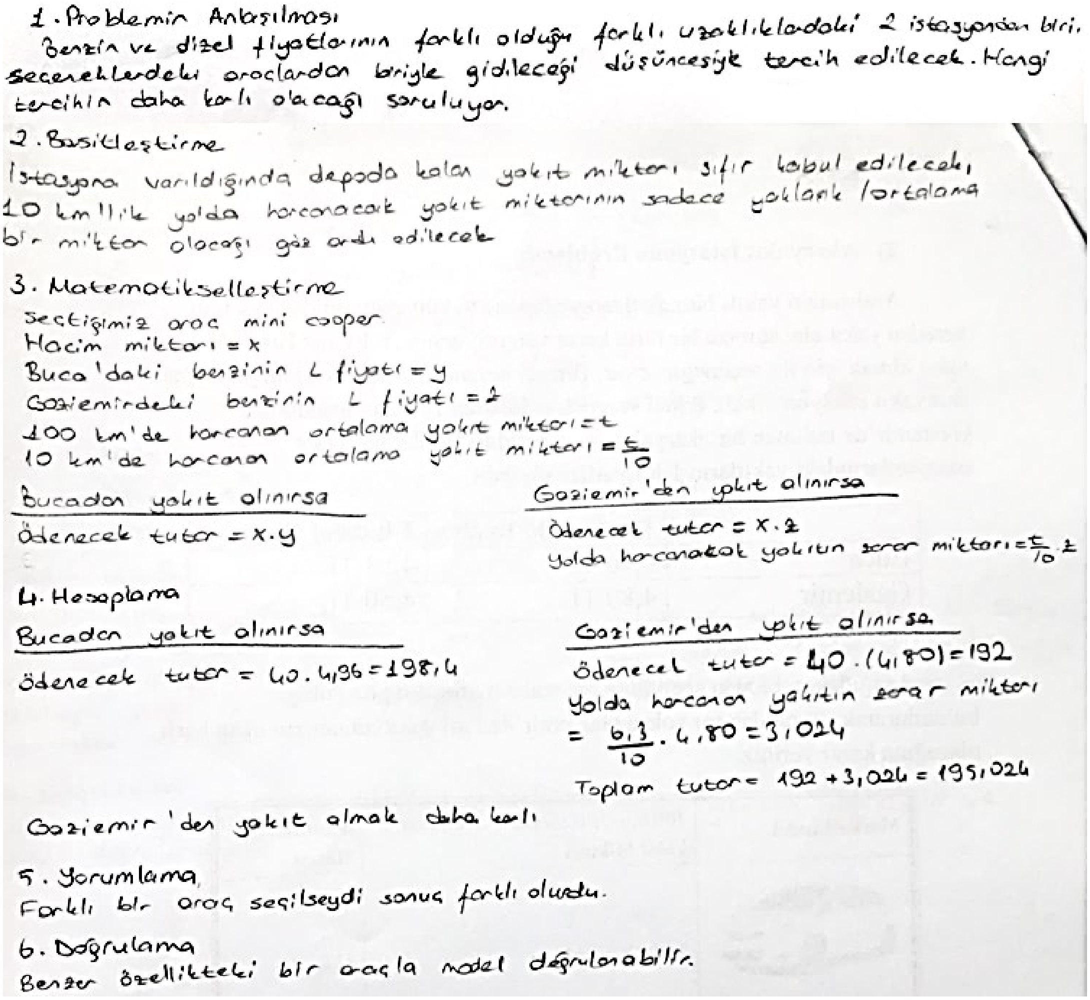
4.2.4 Uygulama Sonrası Matematiksel Modelleme Beceri testi-2 Öğrenci Örnek Çözümleri

Öğretmen adaylarının matematiksel modelleme başarı ön-test ve son-testlerine verdikleri cevapları ve bununla beraber meydana gelen değişiklikleri incelemek amacıyla öğretmen adaylarının cevapları incelenmiş ve değerlendirilmiştir. İlgili soru çözümleri şu şekildedir:


1- Soruda bize balyaların yığınının yüksekliği sorulmaktadır.
2- Eş silindirlerden oluşan şeklin yüksekliğini bulmalıyız.
3 - Adamın boyu = x, Balyaların 1'inin boyu = $\frac{4x}{3}$ Aradaki boşluklar = 0,22
Adamın boyu 1,62 m alırsak 1 balya = 2,16 m 'dir.
4- $h = 5.(2,16)m - 5.(0,22)m$
$= (10,8) - (1,1) = 9,7\ m \Rightarrow \boxed{h = 9,7\ m}$
5 Balyaların dizilimi kötü olursa veya dizimi farklı olursa yükseklik değişir mi?
↳ Adamın boyu daha uzun olursa yükseklikte değişir.
↳ Balyaların üzerine yağmur yağarsa yükseklik değişir mi?
6 Bir saman balyasının yüksekliği öğrenilir ve ortalama boyda bir insana göre yükseklik hesaplanır. Bulunan sonuçlarla doğrulama yapılır.

Şekil 4.4: Ö6 isimli katılımcının saman balyası problemi çözümü.

Ö6 isimli katılımcının modelleme beceri testi-2'nin birinci sorusu olan Saman Balyası Problemine vermiş olduğu cevap yukarıda verilmiştir. Verilen cevap modelleme basamakları açısından incelendiğinde basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve geçerlik basamakları için gerekli düşünme süreçlerinin ifadesi açık bir şekilde görülmüştür. Basitleştirme basamağında gerçek dünya problemini anladığını göstermiştir ve problemle ilgili temel bileşenleri doğru bir şekilde ele alarak matematikselleştirme basamağına geçiş yapabilmiştir. Matematiksel olarak geçerli bir şekilde modelle işlemler yapabilmiş ve problemin matematiksel formu için bir çözüm ortaya koyabilmiştir. Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında çözümü yorumlayabilmiştir. Problemin basitleştirilmiş formu için gerekçeli bir çözüm sunabilmiş, ele alınan problemle kazanılan bir iç kavrayış üzerinde yansıtabilmiştir.



1. Problemin Anlaşılması
Benzin ve dizel fiyatlarının farklı olduğu farklı uzaklıklardaki 2 istasyondan biri, seçeceklerdeki araçlardan biriyle gidileceği düşüncesiyle tercih edilecek. Hangi tercihin daha karlı olacağı soruluyor.

2. Basitleştirme
İstasyona varıldığında depoda kalan yakıt miktarı sıfır kabul edilecek, 10 km'lik yolda harcanacak yakıt miktarının sadece yaklaşık /ortalama bir miktar olacağı göz ardı edilecek.

3. Matematikselleştirme
Seçtiğimiz araç mini cooper.
Hacim miktarı = x
Buca'daki benzinin L fiyatı = y
Gaziemirdeki benzinin L fiyatı = z
100 km'de harcanan ortalama yakıt miktarı = t
10 km'de harcanan ortalama yakıt miktarı = $\frac{t}{10}$

Bucadan yakıt alınırsa
Ödenecek tutar = x.y

Gaziemir'den yakıt alınırsa
Ödenecek tutar = x.z
Yolda harcanacak yakıtın parası miktarı = $\frac{t}{10}$.z

4. Hesaplama
Bucadan yakıt alınırsa
Ödenecek tutar = 40 . 4,96 = 198,4

Gaziemir'den yakıt alınırsa
Ödenecek tutar = 40 . (4,80) = 192
Yolda harcanan yakıtın para miktarı = $\frac{6,3}{10}$. 4,80 = 3,024
Toplam tutar = 192 + 3,024 = 195,024

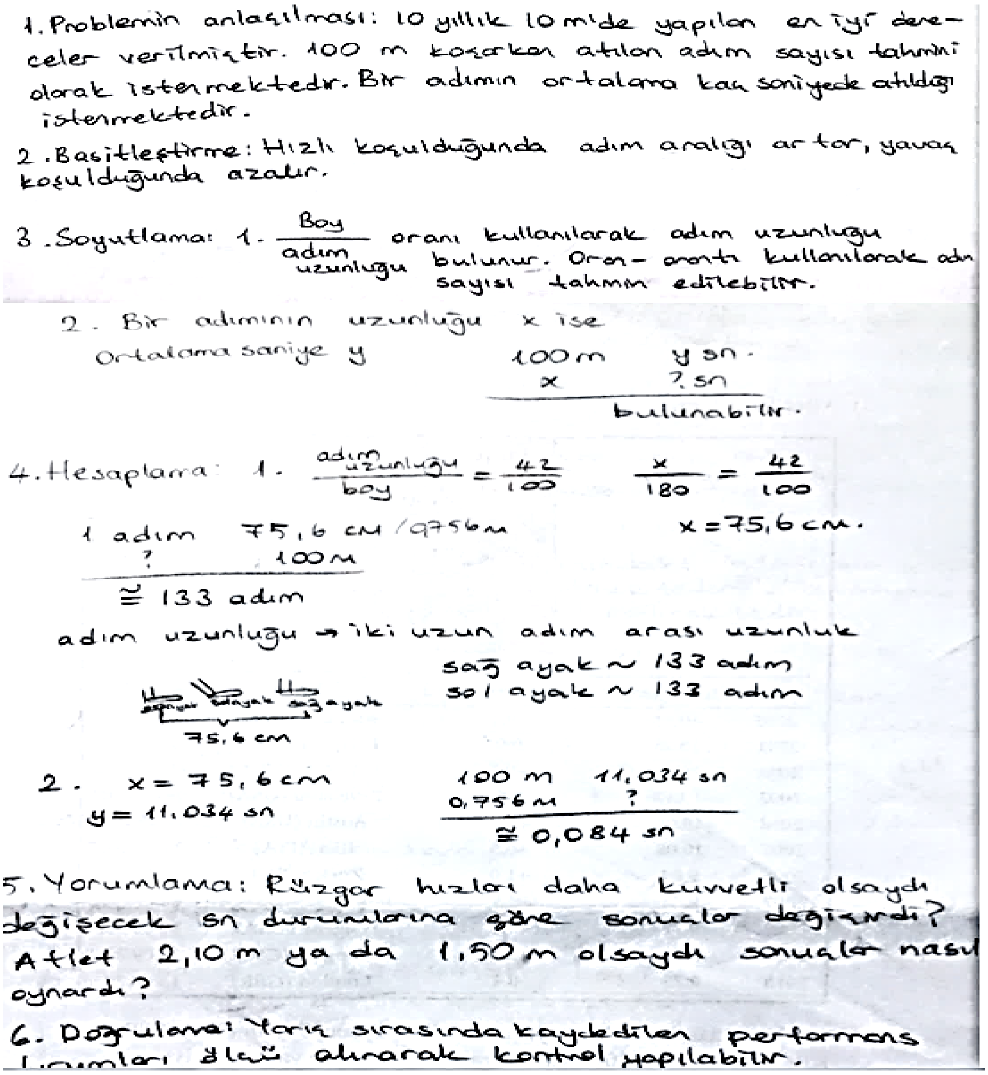
Gaziemir'den yakıt almak daha karlı

5. Yorumlama,
Farklı bir araç seçilseydi sonuç farklı olurdu.

6. Doğrulama
Benzer özellikteki bir araçla model doğrulanabilir.

Şekil 4.5: Ö8 isimli katılımcının akaryakıt istasyonu problemi çözümü.

Ö8 isimli katılımcının modelleme beceri testi-2'nin ikinci sorusu olan Akaryakıt İstasyonu problemine vermiş olduğu cevap yukarıda verilmiştir. Verilen cevap modelleme basamakları açısından incelendiğinde basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve geçerlik basamakları için gerekli düşünme süreçlerinin ifadesi oldukça açık bir şekilde görülmüştür. Basitleştirme basamağında gerçek dünya problemini anladığını detaylı bir şekilde göstermiştir ve problemle ilgili temel bileşenleri doğru bir şekilde ele alarak matematikselleştirme basamağına geçiş yapabilmiştir. Matematiksel olarak geçerli bir şekilde işlemler yapabilmiş ve bir çözüm ortaya koyabilmiştir. Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında çözümü yorumlayabilmiştir. Problemin çözümünü sunabilmiş, ele alınan problemle kazanılan bir iç kavrayış üzerinde yansıtabilmiştir.



1. Problemin anlaşılması: 10 yıllık 10 m'de yapılan en iyi dereceler verilmiştir. 100 m koşarken atılan adım sayısı tahmini olarak istenmektedir. Bir adımın ortalama kaç saniyede atıldığı istenmektedir.

2. Basitleştirme: Hızlı koşulduğunda adım aralığı artar, yavaş koşulduğunda azalır.

3. Soyutlama: 1. $\frac{\text{Boy}}{\text{adım uzunluğu}}$ oranı kullanılarak adım uzunluğu bulunur. Oran-orantı kullanılarak adım sayısı tahmin edilebilir.

2. Bir adımın uzunluğu x ise
Ortalama saniye y   100 m — y sn.
x — ? sn
bulunabilir.

4. Hesaplama: 1. $\frac{\text{adım uzunluğu}}{\text{boy}} = \frac{42}{100}$ $\frac{x}{180} = \frac{42}{100}$

1 adım 75,6 cm / 0,756 m   x = 75,6 cm.
? — 100 m
≅ 133 adım

adım uzunluğu → iki uzun adım arası uzunluk
sağ ayak ~ 133 adım
sol ayak ~ 133 adım
75,6 cm

2. x = 75,6 cm   100 m — 11,034 sn
y = 11,034 sn   0,756 m — ?
≅ 0,084 sn

5. Yorumlama: Rüzgar hızları daha kuvvetli olsaydı değişecek sn durumlarına göre sonuçlar değişirdi? Atlet 2,10 m ya da 1,50 m olsaydı sonuçlar nasıl oynardı?

6. Doğrulama: Yarış sırasında kaydedilen performans kayıtları ölçü alınarak kontrol yapılabilir.

Şekil 4.6: Ö7 isimli katılımcının atlet problemi çözümü.

Ö7 isimli katılımcının modelleme beceri testi-2'nin üçüncü sorusu olan Atlet problemine vermiş olduğu cevap yukarıda verilmiştir. Verilen cevap modelleme basamakları açısından incelendiğinde basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve geçerlik basamakları için gerekli düşünme süreçlerinin ifadesi açık bir şekilde görülmüştür. Basitleştirme basamağında gerçek dünya problemini anladığını göstermiştir ve problemle ilgili temel bileşenleri doğru bir şekilde ele alarak matematikselleştirme basamağına geçiş yapabilmiştir. Matematiksel olarak geçerli bir şekilde modelle işlemler yapabilmiş ve problemin matematiksel formu için bir çözüm ortaya koyabilmiştir. Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında çözümü yorumlayabilmiştir. Sonuç olarak ise araştırmayla ortaya konan ek sorularla ilgili genişletmeler sunabilmiştir.

5. TARTIŞMA

5.1 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Beceri Düzeyleri

Birinci araştırma sorusuna cevap olarak uygulama sonrası öğretmen adayları modelleme becerisi uygulama öncesine göre farklılık göstermektedir. Tablo 4.3'teki matematik öğretmeni adaylarının birinci matematiksel modelleme beceri testi ile ilgili performans sonuçlarına bakıldığında her bir adayın toplam puanı görülmektedir. Bununla birlikte tablo 4.4'teki ikinci matematiksel modelleme beceri testi ile ilgili performans sonuçlarında her bir adayın toplam puanındaki artış fark edilmektedir.

Matematiksel modelleme beceri testlerinden elde edilen puan ortalamaları Non-parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi kullanılarak incelenmiş ve tablo 4.9'daki sonuçlar elde edilmiştir. Bu aşamada öğretmen adaylarına verilen on iki saatlik matematiksel modelleme seminerinin bu sonuca katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Diğer bir taraftan matematiksel modellemenin basitleştirme, matematikselleştirme, dönüştürme, yorumlama ve geçerlilik (Borromeo Ferri, 2006) basamaklarından herhangi birini belirtmeksizin birinci beceri testini cevaplayan öğretmen adaylarının ikinci matematiksel modelleme beceri testindeki problemleri bu basamakları belirtme gayretinde olarak cevaplandırdıkları görülmüştür. Yine bu açıdan bakıldığında verilen seminerin öğretmen adaylarının modelleme becerilerine etkisi olduğu düşünülmektedir.

Lesh ve Doerr (2003), matematiksel anlamda başarısı düşük öğrencilerin günlük hayat problemlerini yorumlarken akıl yürüttükleri ve kendilerini ifade ettiklerini; fakat bu becerilerini sınıf ortamında aktaramadıklarını belirtmektedirler. Öğrencilerin sınıf içinde ve dışında deneyimledikleri bu farklılığın giderilmesi, matematik başarılarının artması için gereklidir.

Matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili yapılan araştırmalar, matematik başarısı düşük öğrencilerin modelleme etkinliklerindeki becerilerinin olumlu yönde farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır (English, 2006). Bu bağlamda uygulama öncesinde ve sonrasında elde edilen beceri testi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür.

Eraslan (2012) model oluşturma aktiviteleri kullanarak matematik öğretmeni adaylarının modelleme süreçlerini gözlemlemeyi ve bu süreçte ortaya çıkan zorlukları belirleyerek nedenlerini belirlemeyi amaçlamış ve sonuçta öğretmen adaylarının modelleme aktiviteleri üzerinde başarılı bir şekilde çalışabildiklerini ve bunlar yardımıyla var olan matematiksel algılarını geliştirebileceklerini göstermiştir.

Süregelen problem çözme sürecinde cevaba bakılırken, matematiksel modelleme ile yapılandırılmış bir derste problemin çözülme süreci daha çok önem taşımaktadır (Lesh ve Doerr, 2003). Bu şekilde uygulanan bir ders planı, sınıf ortamında uygulanan geleneksel problem durumlarına alternatif etkinlikler sunmaktadır.

Ural (2014), matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerini ve karşılaştıkları zorlukları incelediği araştırmasında öğrencilerin büyük bir çoğunluğunun verilen gerçek yaşam problemi anlamada, matematiksel olarak ifade etmede, matematiksel bir model üretmede, modeli yorumlamada, sahip oldukları birtakım matematiksel bilgileri gerçek yaşam probleminin çözümü sürecine transfer etmede önemli ölçüde başarılı olamadıkları belirlenmiştir.

Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili yeterliklerini belirlemek için yapılan çalışmada, öğretmenlerin matematiksel modellemeyle ilgili gerekli bilgiye sahip olmadıkları, matematiksel model ve modelleme gibi kavramları karıştırdıkları ve matematiksel modellemeyi dersleri boyunca yeterince kullanmadıkları ortaya çıkmıştır (Akgün, 2013).

Bugüne kadar ve halen uygulanmakta olan matematik eğitiminde bireyler, rutin ve ilgili prosedürü izleyerek çözecekleri problemlerle karşılaşırlar (Deniz, 2014). Bu, bireylerin matematiği gerçek yaşam problemleri ile birlikte ele almalarında zorlanmalarına neden olur. Bu noktada matematik eğitiminde kullanılan problem türlerinin rutin olmayan günlük hayat problemleri olması ile matematiğe olan bakış açısı ve modelleme becerisinin olumlu yönde gelişeceği ortaya konmuştur.

Gelinen son noktada matematiksel modelleme becerisi gerek öğretmenler, gerek öğretmen adayları gerekse de öğrenciler için gerekli bir beceri haline gelmiştir. Çağın gerektirdiği becerilerden biri olan modelleme becerisi eğer uygun öğretim yapılırsa geliştirilebilmektedir.

Akgün (2013) görüşme yaptığı ve sınıf içinde gözlemlediği öğretmenlerin matematiksel modellemeyle ilgili gerekli bilgiye sahip olmadıkları, matematiksel model ve modelleme gibi kavramları karıştırdıkları ve matematiksel modellemeyi dersleri boyunca yeterince kullanmadıklarını ortaya koymuştur. Çalışmanın sonucu doğrultusunda bu gibi eksiklikler yeterli çaba ve etkinliklerle telafi edilebilir ve modelleme becerisi geliştirilebilir.

Literatüre bakıldığında öğretmen adaylarının verilen öğretim sonucu modelleme becerilerinin değişimini inceleyen çalışmalara rastlanmıştır. Bu bağlamda da incelendiğinde araştırmada uygulanan seminer ile sağlanan öğretmen adayları modelleme beceri düzeyleri değişikliği, bu şekilde verilecek bir modelleme eğitimi ile matematik eğitiminde olumlu yönde farklılıklar yaratacaktır. Bu açıdan çalışmanın literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir.

5.2 Öğretmen Adaylarının Matematiksel Yılmazlık Algısı

İkinci araştırma sorusuna cevap olarak uygulama sonrası öğretmen adayları matematiksel yılmazlık algısı uygulama öncesine göre farklılık göstermektedir. Matematiksel yılmazlık ölçeklerinden elde edilen puan ortalamaları Non-parametrik Wilcoxon İşaretlenmiş Sıralar Testi kullanılarak incelenmiş ve tablo 4.7'deki sonuçlar elde edilmiştir. Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel yılmazlık düzeylerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p<.012$). Sonuç olarak öğretmen adaylarının, uygulanan matematiksel modelleme beceri testleri açısından matematiksel yılmazlık algılarının pozitif yönde farklılaştığı görülmüştür.

Öğretmen adaylarının, matematiksel yılmazlık ölçeğinin alt faktörlerine ait bulgular tablo 4.8'de verilmiştir. Verilen tabloda değer alt faktörü açısından öğretmen adaylarının ön-test ve son-test toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Öğretmen adaylarının, matematiksel yılmazlık ölçeğinin ön-test ve son-testindeki değer alt faktörü açısından verdikleri cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmamasının nedeni, bu çalışma grubunun matematik öğretmenliği üçüncü sınıf öğrencileri olması olarak düşünülmektedir. Çünkü meslek olarak matematik öğretmenliği seçmiş bir birey, matematiğin değerinin, hayattaki öneminin, faydasının ve gerekliliğinin farkındadır. Böylece adayların, değer alt faktörüne ait maddelere vermiş oldukları cevaplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir.

Yine tablo 4.8'de verilen mücadele alt faktörü açısından öğretmen adaylarının ön-test ve son-test toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Öğretmen adaylarının, matematiksel yılmazlık ölçeğinin ön-test ve son-testindeki mücadele alt faktörü açısından verdikleri cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmamasının nedeni, değer alt faktörü için düşünülen neden ile aynıdır. Bu çalışma grubunun matematik öğretmenliği üçüncü sınıf öğrencileri olması ve matematik öğretmenliğini meslek olarak matematik seçmiş olmaları matematiğin doğasının mücadelelerle dolu olduğunu ve birçok matematikçinin matematik yapma sürecinde zorluklarla karşılaştığını ancak pes etmediklerini bildiklerini göstermektedir. Bu nedenle adayların, mücadele alt faktörüne ait maddelere vermiş oldukları cevaplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir.

Yine tablo 4.8'de verilen gelişim alt faktörü açısından öğretmen adaylarının ön-test ve son-test toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p<.034$). Öğretmen adaylarının, matematiksel yılmazlık ölçeğinin ön-test ve son-testindeki gelişim alt faktörü açısından verdikleri cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmasının nedeni, verilen on iki saatlik seminer olarak düşünülmektedir.

Yapılan sunumda her öğrencinin matematik yapabileceği, matematik yeteneğinin doğuştan gelmediği, sadece akıllı insanların değil herkesin matematikte başarılı olabileceği ve matematikte başarısız olan birinin başarılı olabilmesi için yapılabilecek çok fazla şey olduğu üzerinde durulmuştur. Bu nedenle öğrencilerin seminer öncesi matematiksel yılmazlık gelişim alt faktörü maddelerini verdikleri cevaplar ile seminer sonrası gelişim alt faktörünün maddelerine verdikleri cevaplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Irmak ve Hüseyin (2015) yaptığı çalışmada yılmazlık ölçeği kullanmış ve öğretmenlerin yılmazlık düzeylerini okul türüne göre incelenmiştir. Verilerin analizinde okul türü değişkenine göre araştırıcı olma alt boyutunda istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde gruplar arası farklılık olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Her ne kadar yılmazlık algısı ile ilgili literatürde farklı alanlarda çalışmalara rastlanmış olsa da matematik yaparken ortaya çıkan yılmazlık algısı ile ilgili çalışmaların az olduğu görülmüştür.

Öğrencileri; sadece sınavları geçmek yerine matematiksel düşünme ve matematiksel olarak işlev görme konusunda eğitmek istiyorsak, matematiksel yılmazlık algısı önemlidir (Johnston-Wilder ve Lee,2010).

Yılmazlığın deneyim yoluyla öğrenilebileceğine inanılmaktadır. Her konuda öğrenme için yılmazlığa ihtiyaç duyulsa da, diğer derslerde yılmazlık algısını gösterebilen ancak matematik öğrenirken aynı yılmazlığı gösteremeyen öğrencilerle vardır (Johnston-Wilder ve arkadaşları, 2013). Bu açıdan bakıldığında karşımıza "Matematiksel Yılmazlık" terimi çıkmaktadır.

Ülkemizde oldukça az çalışma yapılmış olan bu terimle ilgili literatüre katkı sağlayacak bir çalışma olan bu çalışma ile matematiksel yılmazlık algısının kısa bir sürede de olsa geliştirilebildiği görülmüştür.

Bu araştırma sonucunda yılmazlık algısının ortama göre değişiklik gösterebildiği ortaya konmuştur. Ancak literatüre bakıldığında matematiksel yılmazlık ile ilgili sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu açıdan çalışmanın önemli bir yeri olduğu düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1 Sonuçlar

Yapılan çalışmada, ilgili literatür doğrultusunda yapılan çalışmanın kendine özgü sonuçları olmuştur. Bu sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Matematiksel modelleme etkinlikleriyle ilgili olarak matematik öğretmen adayları etkinliklerde problemde verilen bilgileri düzenleme konusunda zorlandıkları görülmüştür. Etkinliklerle uğraşma sırasında öğretmen adayları problemde verilen bilgilerin problemin çözümü için yeterli olmadığını dile getirmişlerdir. Öğretmen adayları modelleme ve matematiksel modelleme ile ilgili bilgi eksikliklerine bağlı olarak ilk beceri testinde puan ortalaması açısından düşük bir başarı sergilemişlerdir. Ancak verilen seminer sonucunda matematiksel modelleme ile ilgili öğretmen adaylarının bilgilenmeleri sonucunda uygulanan ikinci beceri testinde puan ortalamaları artmıştır.

Yine öğretmen adayları, Matematiksel modelleme ile ilgili, etkinliklerde yer alan problemlerin son aşamalarında başarılı olamamış ve problemi bir yere kadar getirip devamını getirmede zorluk yaşamışlardır. Ö7 adlı öğretmen adayının ön-beceri testinde, 'Şuan hepsini bulamıyorum ancak aralarındaki fark üzerinden bir geliştirme yapılabilir diye düşünüyorum' şeklinde görüş belirtmesi matematiksel modelleme sürecini tamamlayamadığını göstermektedir.

Genel olarak bakıldığında ise çalışmanın matematik eğitimi için özel bir öneme sahip olan birkaç yönü vardır. Her şeyden önce öğretmen adayları 12 saatlik matematiksel modelleme semineri ve modelleme problemleri çalışmasına başarılı bir şekilde katıldı. Geleneksel bir şekilde problemi çözmek yerine problemleri modelleme, öğrencilerin matematik anlayışının çeşitli yönlerde gelişmesine imkân sağlar. Bu nedenle matematiksel model oluşturma becerisinin, matematik öğretimine olumlu katkılar sağlayacağı görülmektedir.

Modelleme süreciyle birlikte, öğrencilerin problemlere uygun bir şekilde özgün matematiksel fikirler üretme ve geliştirme olanakları olmaktadır. Bu noktada, modelleme, öğrenenlerin daha fazla şey öğrenmeleri adına merakı besleyen ve cesaretlendiren bir öğrenme sürecidir.

Matematiksel modelleme açısından yeterliliğe sahip öğretmen adaylarının akademik başarılarının olumlu etkilendiği, matematiksel modelleme ile öğrenim gören öğrencilerin matematik başarısının arttığı ve matematiksel modelleme aktiviteleri ile yapılandırılmış öğretimin, aksi bir öğretime göre matematiksel başarıyı artırmada oldukça etkili olduğu ortaya konmuştur (Özturan Sağırlı, Kırmacı ve Bulut, 2010; Çiltaş ve Işık, 2012; Yıldırım ve Işık,2013).

Örneklem sayısının az olması, beceri testlerine verilen cevapların detaylı bir şekilde analiz edilebilmesi, araştırma açısından oldukça faydalı olmuştur. Her bir öğretmen adayı, seminer öncesi modelleme basamaklarından habersizken, seminer sonrasında uygulanan beceri testinde bu basamakları çok açık bir şekilde ifade etmişlerdir. Bu da öğretmen adaylarında hizmet içi eğitimin önemini gözler önüne sermektedir.

Çalışmanın diğer bir önemli yönü ise günümüzde çok fazla çalışılmamış bir kavram olan matematiksel yılmazlık adına literatüre katkıda bulunacak olmasıdır. Yılmazlık ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde kişisel karakter özelliği olarak ‘yılmaz’ olan bir bireyin hayatta başarılı olması ile ilgili birçok çalışma vardır. Ancak bu yılmazlık kavramının matematiksel başarıdaki yerini araştıran sınırlı sayıda araştırmacı mevcuttur.

Çalışmada verilen seminer sonucu öğretmen adaylarının matematiksel yılmazlık ile ilgili ön-test ve son-test bulguları arasındaki anlamlı farklılık, verilen seminerle fikirlerine pozitif bir yön verilebildiğini düşündürmüştür. Öncesinde hali hazırda matematiğin değerini anlamış olan ve matematikte herkesin zorlanabileceğini ifade eden öğretmen adayları açısından matematiksel yılmazlığın, değer ve mücadele alt faktörleri açısından bir farklılık görülmemiştir ancak herkesin matematiği yapabileceği inancı son-test bulguları ile ortaya çıkmıştır. Bu da matematiksel modelleme ile ilgili bilgilenmelerinin, matematik program hedefinin ‘herkes matematiği yapabilir.’ çerçevesinde olduğunu algılamalarının bir sonucudur.

Matematiksel yılmazlık teriminin alt faktörleri olan değer, mücadele ve gelişim açısından bir analiz yapıldığında, çalışma grubunun zaten matematiğin değerini anlamış ve yer yer matematikte zorlanmış öğretmen adayları olmasından kaynaklı, değer ve mücadele faktörleri adına anlamlı farklılık görülmemiştir. Ancak uygulanan seminerin daha kapsamlı hale getirilmesi ve bu halinin uygulanması ile matematiğe karşı olumsuz tutum besleyen veya matematiksel olarak yılmazlık algısı düşük bir bireyin, seminer sonunda değer ve mücadele faktörlerinde de istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görüleceği düşünülmektedir.

Son olarak ise çalışmada, öğrencilere uygun bir şekilde matematiksel modelleme süreci ile ilgili bilgilendirme yapılırsa, modelleme sürecinde öğrenciler bilgilendirme öncesine kıyasla çok daha iyi bir başarı elde edeceği ve böylece de matematiğe karşı yılmazlık(değer, mücadele ve gelişim) inancı olumlu yönde etkileneceği, aksi takdirde öğrencilerin güçlükler yaşayabileceği sonucuna varılmıştır.

6.2 Öneriler

Çalışmanın sonuçlarına dayanarak aşağıdaki belirtilenleri gerçekleştirmek için şu öneriler sunulmuştur:

1) Öğrenme ortamları modellemeye uygun şekilde biçimlendirilebilir. Hizmet öncesi veya hizmet içi öğretmenlerin eğitiminde matematiksel modelleme ile ilgili bilgilendirme ve örnek çalışmalar yapılabilir. Bu örnek çalışmalarda karmaşık problem durumları ele alınarak, öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerisi açısından deneyimlenmesi sağlanır.
2) Çalışma lisans düzeyindeki öğrencilerle yapılmış olsa bile, hizmet içi eğitim seminerleriyle matematiksel modellemenin nasıl kullanılacağı hakkında bilgilendirme çalışmaları yapılabilir.
3) İletişim becerilerinin de geliştirilmesi gereklidir. Matematiksel bilginin sözel, tablo, grafik gibi formlarda ele alınması da matematiksel iletişim becerisinin gelişmesine katkıda bulunacaktır. Bu anlamda modelleme temelli etkinlikler uygundur.

4) Eğitim fakültelerinde matematiksel modellemenin matematik eğitiminde nasıl kullanılacağını konu alan seçmeli derslere yer verilebilir. Özel öğretim yöntemleri dersinin kapsamı, matematiksel modellemeyi de içine alacak şekilde genişletilebilir.
5) Yeni bir eğitimsel yaklaşım olan modelleme; öğretim, öğrenme ve araştırma için ümit verici uygulamalardır. Türkiye' de yeni ulusal matematik programının yenilemesi ve gelişimi için önemli önerilere sahiptir.
6) Matematiksel açıdan yılmazlık algısının ne olduğu, önemi ve nasıl etkili bir şekilde kullanılacağı ile ilgili tüm öğretmenler hizmet içi eğitim ile bilgilendirilebilir ve ayrıca tüm hizmet öncesi öğretmen adayları eğitim derslerinde bu kavramı ele alarak önemini anlayabilir.
7) Eğitim fakültelerinde matematiksel yılmazlığın matematik eğitiminde nasıl kullanılacağı ve yılmazlığın ne olduğu ile ilgili kazanımlara eğitim derslerinde yer verilebilir. Özel öğretim yöntemleri dersinin kapsamı, matematiksel modellemeyi de içine alacak şekilde genişletilebilir.
8) Yeni bir kavram olan matematiksel yılmazlık açısından bilinç oluşturmak adına okul öncesinden başlayan bir uygulama yapılabilir.

7. KAYNAKÇA

Akgün, L. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adiyaman University Journal of Social Sciences,* 12 (1).

Bandura, A. (2000). Self-efficacy: The foundation of agency. In W. J. Perrig ve A. Grob (Eds.), *Control of human behavior, mental processes, and consciousness: Essays in honor of the 60th birthday of August Flammer*,17-33. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Berry, J. , ve Haouston, K. (1995). *Mathematical modelling*. Bistrol: J. W. Arrowsmith Ltd.

Bilen N. , ve Çiltaş A. (2015) Ortaokul matematik dersi beşinci sınıf öğretim programı'nın öğretmen görüşlerine göre matematiksel model ve modelleme açısından incelemesi. *e – Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi, 2* (2), 40-54.

Blackwell, L., Trzesniewski, K., ve Dweck, C. (2007). Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention. *Child Development*, 78, 246-263.

Blomhøj, M. ve Jensen, T. H. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and Its Applications, 22*(3), 123-139.

Bloom, M.; Fischer, J. ve Orme, JG. (2009). Evaluating Practice: Guidelines for the Accountable Professional. 6th Edition. Boston: Allyn and Bacon; 2009.

Blum, W. (1991). *Applications and modelling in mathematics teaching – a review of arguments and instructional aspects*. M. Niss, W. Blum, ve I. Huntley (Edt.), Teaching of mathematical modelling and applications (s.10-29). New York: Ellis Horwood.

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and Modelling in Mathematics Education- Discussion Document. *Educational Studies in Mathematics, 51*(1/2), 149-171.

Blum, W., ve Ferri, B. R. (2009). Can modelling be taught and learnt? some answers from empirical research, *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1* (1), 45-58.

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 86-95.

Bukova Güzel E. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Araştırmacılar, Eğitimciler ve Öğrenciler İçin*. Ankara: Pegem.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2018). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (25.Baskı). Ankara: Pegem Akademi

Çavuş, E. Z., Doğan, M. F., Gürbüz, R., ve Şahin, S. (2017). The reflections of mathematical modeling in teaching tools: Textbook Analysis. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 7* (1), 61-86.

Crouch, R., ve Haines, C. (2004). Mathematical modelling: Transitions between the real world and mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology , 35*(2), 197-206.

Çiltaş, A. ve Işık, A. (2012). Matematiksel modelleme yönteminin akademik başarıya etkisi. *Çağdaş Eğitim Dergisi Akademik, 2*, 57-67.

Deci, E., Vallerand, R., Pelletier, L., ve Ryan, R. (1991). Motivation and education: the self-determination perspective. *Educational Psychologist, 26* (3), 325-346.

Dewey, J. (1998). *How we think: A restatement of the relation of reflective thinking to the educative process*. Boston: Houghton Mifflin.

Doerr, H. M. (1997). Experiment, Simulation And Analysis: An Integrated Instructional Approach To The Concept Of Force. *International Journal Of Science Education, 19*, 265- 282.

Doruk, B. K., ve Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Eğitim Dergisi,* 41, 124-135.

Dweck, C. S. (2000). Self-Theories: Their Role in Motivation, Personality, and Development. Psychology Press.

Ekenel, E. (2005). *Matematik dersi başarısı ile bilişötesi öğrenme stratejileri ve sınav kaygısının ilişkisi*. Yüksek lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

Eraslan, A. (2012). Prospective elementary mathematics teachers' thought processes on a model eliciting activity. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 12* (4), 2964-2968.

Ernest. P. (1991). *The philosopy of mathematics education.* London: The Farmer Press.

Figueras, O., Cortina, J. L., Alatorre, S., Rojano, T., Sepulveda, A., Mousoulides, N. G., ve English, L. D. (2008). *Modeling with data in Cypriot and Australian primary classrooms*. International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME).

Goodall, J., ve Johnston-Wilder, S. (2015). Overcoming mathematical helplessness and developing mathematical resilience in parents: an illustrative case study. *Creative Education*, *6* (5). https://doi.org/10.4236/ce.2015.65052

Graham, J. E., Karmarkar, A. M., ve Ottenbacher, K. J. (2012). Small sample research designs for evidence-based rehabilitation: issues and methods. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *93*(8), 111–116. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.12.017

Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modelling. In K. Gravemeijer, R. Lesrer, B. Oers, ve L. Verschaffel (Eds.), *Symbolizing, modeling* *and tool use in mathematics education*, 7-22. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gürefe, N. ve Akçakın, V. (2018). The Turkish adaptation of the Mathematical Resilience Scale: Validity and reliability study. *Journal of Education and Training Studies*, *6*(4), 38-47. doi: 10.11114/jets.v6i4.2992

Gürgan, U. (2006). Resiliency scale (rs): scale development, reliability and validity study. *Ankara Universitesi Egitim Bilimleri Fakultesi Dergisi*, *39*, 001-030.

Hembree, R. (1990). The nature, effects, and relief of mathematics anxiety. *Journal for Research in Mathematics Education, 21*(1), 33-46. http://dx.doi.org/10.2307/749455 .

Henry, G. T. (2010). Comparison group designs. Joseph S. Wholey, Harry P. Hatry, Kathryn E. Newcomer (Edt.) *Handbook of practical program evaluation*. San Francisco: Jossey-Bass.

Hernandez-Martinez P., ve Williams J. (2013). Against the odds: resilience in mathematics students in transition. *British Educational Research Journa,l 39* (1), 45-59.

Hıdıroğlu Ç. N., ve Bukova Güzel E. (2015). Metacognitive structures occuring in mathematical modelling within a technology enhanced environment. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 6* (2), 179-208.

Hutauruk A. J.B., ve Priatna N. (2017). Mathematical resilience of mathematics education students. *IOP Conference Series: Journal of Physics: Conference Series, 895*, 012067. doi :10.1088/1742-6596/895/1/012067

In Fry, H., In Ketteridge, S., ve In Marshall, S. (2015). *A handbook for teaching and learning in higher education: Enhancing academic practice*.

Irmak, M., ve Izgar H. (2015). Matematik öğretmenlerinin yılmazlık düzeyleri üzerine bir inceleme. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,10*(2).

Johnston-Wilder, S., ve Lee, C. (2010). Mathematical Resilience. *Mathematics Teaching, 218,* 38-41.

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.

Karaırmak, Ö., ve Siviş Çetinkaya, R. (2016). Benlik saygısının ve denetim odağının psikolojik sağlamlık üzerine etkisi: duyguların aracı rolü. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi, 4* (35).

Kooken, J., Welsh, M. E., Mccoach, D. B., Johnson-Wilder, S., ve Lee, C. (2013). *Measuring mathematical resilience: an application of the construct of resilience to the study of mathematics*.

Kooken, J., Welsh, M. E., Mccoach, D. B., Johnson-Wilder, S., ve Lee, C. (2016). Development and Validation of the Mathematical Resilience Scale, *Measurement and Evaluation in Counseling and Development, 49*(3), 217-242, doi: 10.1177/0748175615596782

Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri* (Yayınlanmamış doktora tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir.

Lesh, R. A., ve Doerr, H. (2003). Foundations of model and modelling perspectives on mathematic teaching and learning. In R. A. Lesh ve H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Amodels and modelling perspectives on mathematics teaching, learning and problem solving* , 3-33. Mahwah, NJ: Lawrance Erlbauum.

Maaß, K. (2006). What are modelling competencies? *The International Journal on Mathematics Education, 38*(2), 113-142.

Maslow, A. H. (1970). *Motivation and personality*. New York: Harper ve Row.

Mason, J. (1988). Modelling: What do we really want pupils to learn? In D. Pimm (Ed.), *Mathematics, teachers and children*, 201-215. London: Hodder and Stoughouton.

Masten, A. (2001). *Ordinary Magic: Resilience Process in Development. American Psychologist, 56*, 227-228. http://dx.doi.org/10.1037/0003-066X.56.3.227

Mercan E., ve Işık A. (2013). Ortaokul matematik öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi 23* (4), 1835-1850.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2005). Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı. Ankara: MEB Basımevi.

Müller, G., ve Wittmann, E. (1984). *Der Mathematikunterricht in der Primarstufe*. Braunschweig: Vieweg.

National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Olkun, S., Şahin, O., Gülbağcı, H., Akkurt, Z., ve Dikkartin, F. T. (2009). Modelleme yoluyla problem çözme ve genelleme: İlköğretim öğrencileriyle bir çalışma. *Eğitim Ve Bilim, 34* (151), 65-73.

Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], (2003). *The PISA 2003 assessment framework: Mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills*. Paris: Author.

Öğülmüş, S. (2001). *Kişiler arası sorun çözme becerileri ve eğitimi.* Ankara: Nobel Yayıncılık.

Önder, A., ve Gülay, H. (2008). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin psikolojik sağlamlığının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23.

Özturan Sağırlı M., Kırmacı U., ve Bulut S.(2010). Türev konusunda uygulanan matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarılarına ve öz düzenleme becerilerine etkisi. *Erzurum Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 3* (2), 221-247.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods. Second edition*. OECD Report April 2016.

Richardson, F. C., ve Suinn, R. M. (1972). The Mathematics Anxiety Rating Scale: Psychometric data. *Journal of Counseling Psychology, 19*(6), 551-554. http://dx.doi.org/10.1037/h0033456 .

Rutter, M. (2006), Implications of resilience concepts for scientific understanding. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1094, 1-12. doi:10.1196/annals.1376.002

Ryan, R. M., ve Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist, 55*(1), 68-78.

Souviney,Randall J.(1989), Learning to Teach Mathematichs, Merril Publishing Company, 66.

Tekin Dede A., ve Yılmaz S. (2013), İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının modelleme yeterliliklerinin incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education 4* (3), 185-206.

Tekindal, S. (1996), Klasik yazılı sınavla ve çok sorulu testle elde edilen ölçümlerin güvenirlik ve geçerliği.

Terzi, Ş. (2006). Kendini toparlama ölçeğinin uyarlanması: geçerlik ve güvenirlik çalışmaları. *Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi, 3* (26), 77-86.

Tuna A., Biber A. Ç., ve Yurt N. (2013). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi 33* (1), 129-146.

Ural, A. (2014), Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 110-141.

Van De Walle, John A.(1994), Elementary School Mathematics, Virginia Commenralth Universitl, Longman.

Yeager, D. S., ve Dweck, C. S. (2012). Mindsets that Promote Resilience: When Students Believe That Personal Characteristics Can Be Developed. *Educational Psychologist*, 47, 302-314.

Yıldırım, C. (2011). Matematiksel düşünme (7. Basım). Remzi Kitabevi, Ankara.

Yıldırım Z., ve Işık A. (2013). Matematiksel modelleme etkinliklerinin 5.sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 23* (2), 581-600.

Yılmaz, H., ve Sipahioğlu, Ö. (2012). Farklı risk gruplarındaki ergenlerin psikolojik sağlamlıklarının incelenmesi. *İlköğretim Online, 11* (4), 927-944.

Zimmerman, B. J. (2008). Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects. *American Educational Research Journal, 45*(1), 166-183.

EKLER

8. EKLER

EK-A: Matematiksel Yılmazlık Ölçeği

Ad-Soyad:	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kısmen katılmıyorum	Kararsızım	Kısmen Katılıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle katılıyorum
1. Matematik geleceğim için gereklidir.							
2. Matematik, çalışma hayatımda bana faydalı olacaktır.							
3. Matematik dersleri, çalışmaya karar verdiğim konu her ne olursa olsun bana çok yardımcı olur.							
4. Matematiği bilmek hedeflerime ulaşmada oldukça katkı sağlar.							
5. Sağlam bir matematik bilgisine sahip olmak çalışma alanımdaki daha karmaşık konuları anlamamda bana yardımcı olur.							
6. Matematiksel düşünmek benimle ilgili önemli şeylerde bana yardım edebilir.							
7. Matematik olmadan hayatta başarılı olmak zor olurdu.							
8. Matematik, herhangi bir kariyerde başarılı olmak için gereken iyi düşünme becerilerini geliştirir.							
9. Matematik yaparken, herkes zaman zaman hatalar yapar.							
10. Zorlanmak, matematik çalışmalarının normal bir parçasıdır.							
11. Akran grubumdaki insanlar bazen matematikte zorlanır.							
12. Matematikte iyi olan insanlar zor bir matematik sınavında başarısız olabilir.							
13. Bir insanın matematikte zorlanması/çaba göstermesi onun yanlış bir şey yaptığı anlamına gelmez.							
14. Hata yapmak matematikte iyi olmak için gereklidir.							
15. Eğer birisi matematikte iyi değilse, bu durumu değiştirmek için yapılabilecek hiçbir şey yoktur.							
16. İnsanlar matematikte ya iyidir ya da iyi değildir.							
17. Herkesin matematik yeteneği doğuştan gelir.							
18. Bazı insanlar matematiği öğrenemezler.							
19. Sadece akıllı insanlar matematiği yapabilir.							

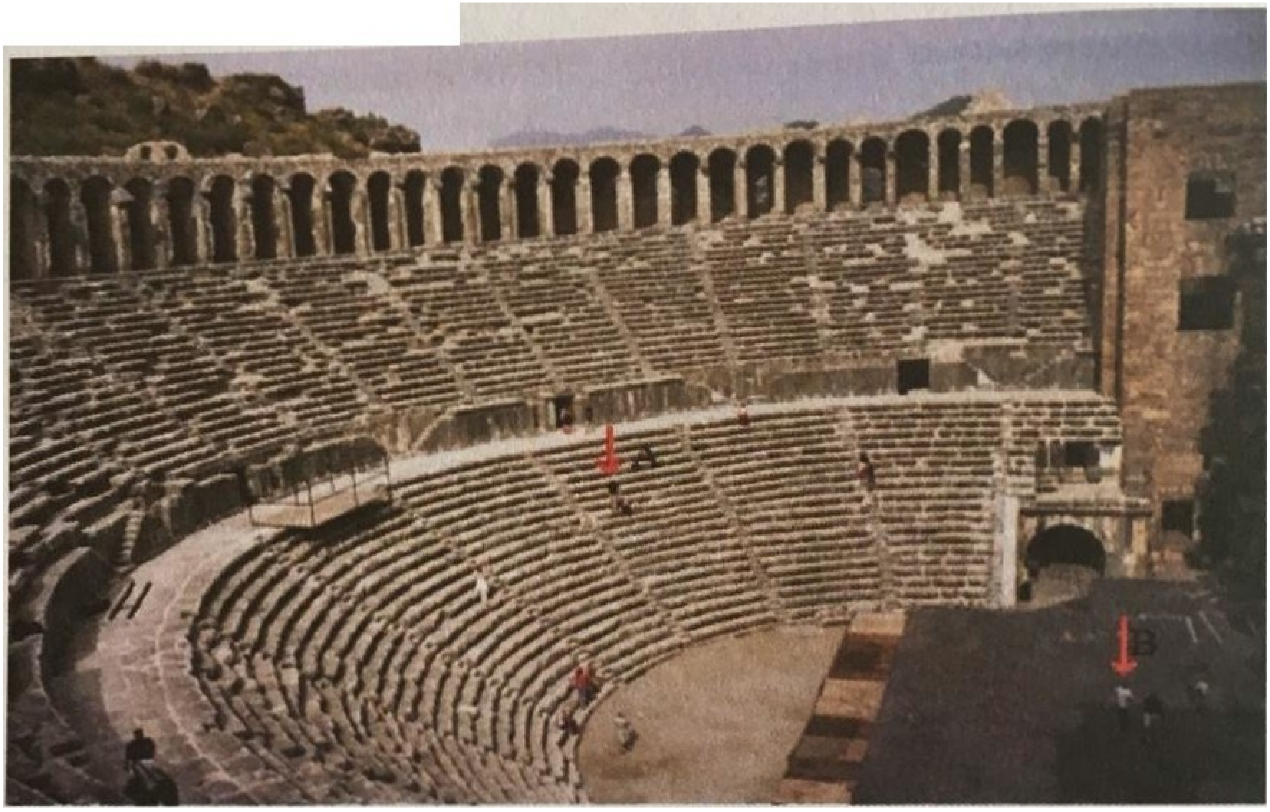
* Gürefe,N., Akçakın,V.(2018) “The Turkish Adaptation of the Mathematical Resilience Scale: Validity and Reliability Study

EK-B: Beceri testi-1

Matematiksel Modelleme Beceri testi-1

Öğrenci Adı:

1) **<u>AntikTiyatro Problemi:</u>**



Bir turist kafilesi, Antalya'ya yaptıkları gezide Aspendos Antik Tiyatrosu'na gitmişlerdir. Bu gezi esnasında çekildikleri bir fotoğrafı yukarıda görüyorsunuz.

- İşaretli insanlar arasındaki gerçek uzaklığın ne olabileceğini bulunuz.
- Antik tiyatronun gerçek yüksekliğinin ne olabileceğini bulunuz.
- B kişisinin yeri sabit olmak üzere A kişisinin basamaklardaki değişimine göre bu iki kişi arasındaki uzaklığı ifade edebileceğiniz bir matematiksel model oluşturunuz.

2) Tiyatro Problemi:

Türkiye'de 15 yıllık bir tiyatro geçmişi olan Karakter Tiyatro Grubu "Cimrinin Çocukları" isimli tiyatro oyunuyla Türkiye'de 2019-2020 yılı Şubat ayından itibaren ve 1 ay sürecek bir turneye çıkacaklardır. Yaklaşık 2 saat süren "Cimrinin Çocukları" isimli tiyatro için gidilmesi planlanan 15 il ve turne programı aşağıdaki tablodaki gibidir:

	TARiH	YER
1	22 Şubat	İzmir
2	24 Şubat	Aydın
3	26 Şubat	Muğla
4	28 Şubat	Denizli
5	2 Mart	Antalya
6	4 Mart	Mersin
7	6 Mart	Adana
8	8 Mart	Diyarbakır
9	10 Mart	Kayseri
10	12 Mart	Konya
11	14 Mart	Ankara
12	16 Mart	Eskişehir
13	18 Mart	Bursa
14	20 Mart	Çanakkale
15	22 Mart	İstanbul

Tiyatro ekibinin turnesi 22 Şubat 2019 tarihinde İzmir'de başlamıştır ve 22 Mart 2019 tarihinde İstanbul gösterisiyle son bulacaktır. Turne kapsamında tiyatro ekibi dün Çanakkale'de gerçekleştirdikleri oyundan çıkmıştır; İstanbul'a doğru ilerlemektedir. Turne ekibinin ilgili illerdeki konaklama, yemek vb. ihtiyaçlarına göre gider durumlarını dengelemek için her ildeki tiyatro bileti fiyatlarında değişikliğe gidilmiştir. Her ilde önceden satılan bilet fiyatı belirlenerek bilet sayısına göre olabildiğince büyük bir tiyatro salonu hazırlanmıştır fakat turne ekibi fark etmiştir ki bilet fiyatlarını bazı illerde biraz arttırmalarına rağmen bilet fiyatı daha az olan yerlerden daha az kazanç elde etmişlerdir. Çünkü bilet fiyatındaki değişiklikler gelen izleyici sayısını etkilemiştir. Bu doğrultuda turne kapsamında gidilen illerdeki bilet fiyatı ve biletli sayısı aşağıda verilmiştir.

Bilet Fiyatı ve Tiyaroya Gelen Biletli Kişi Sayısı

Yer	Bilet Fiyatı (1 kişi için-TL-tek fiyat)	Tiyatroya Gelen Biletli Sayısı
İzmir	40	289
Aydın	32	345
Muğla	30	367
Denizli	35	321
Antalya	35	318
Mersin	28	344
Adana	35	327
Diyarbakır	25	420
Kayseri	30	359
Konya	34	323
Ankara	45	270
Eskişehir	40	283
Bursa	45	262
Çanakkale	36	311
İstanbul	?	?

Bunun yanında turne kapsamında tiyatro ekibi her bir ilde yaklaşık olarak ortalama 5000 TL'lik bir gider yapmıştır. Bu veriler ışığında İstanbul ile turnesini sonlandıracak ekibin İstanbul'daki gösteride en iyi kazancı elde etmeleri için bilet fiyatını kaç TL olarak belirlemeleri gerekmektedir? Siz turneyi düzenleyen ekibin başında olsaydınız belirlenmesi gereken bilet fiyatını nasıl bulurdunuz? Çözümü matematiksel modellerle destekleyerek ve gerekçelendirerek anlatınız.

3) <u>Kargo Problemi:</u>

GÖNDERİ TÜRÜ VE AĞIRLIK KADEMELERİ	KARGO			VIP KARGO	
	ŞEHİR İÇİ	PTT'DE TESLİM	ADRESTE TESLİM	PTT'DE TESLİM	ADRETE TESLİM
1 kg'a kadar	3,00	3,00	4,00	6,00	7,00
2 kg'a kadar	4,00	4,50	5,50	7,00	8,00
3 kg'a kadar	4,50	5,00	6,00	7,50	9,50
4 kg'a kadar	5,00	5,50	6,50	9,00	11,00
5 kg'a kadar	5,50	6,00	7,00	10,50	12,50
6 kg'a kadar	6,00	6,75	7,75	12,00	14,00
7 kg'a kadar	6,50	7,50	8,50	13,50	15,50
8 kg'a kadar	7,00	8,25	9,25	15,00	17,00
9 kg'a kadar	7,50	9,00	10,00	16,50	18,50
10 kg'a kadar	8,00	9,75	10,75	18,00	20,00
İlave kg ücretleri					
10 kg'dan sonraki her bir kg ve kesrinden				1,50	1,50
10 kg'dan 50 kg'a kadar sonraki her bir kg ve kesrinden (50 kg dahil)	0,25	0,75	0,75	*VIP Kargolar için; Ağırlık: En çok 30 kg Boyutlar: En çok; uzun kenarı ya da yüksekliği 100 cm'den fazla olmamak üzere, uzunluktan başka bir yönde alınmış çevre toplamı ile birlikte 300 cm'yi geçemez.	
50 kg'dan sonraki her bir kg ve kesrinden	0,50	1,00	1,00		
İlave desi ücretleri					
10 desiden sonraki her bir desi ve kesrinden	0,35	0,50	0,50		
**İade kargolardan kabul ücretinin % 20'si alınır.					

Yukarıda PTT'nin yurt içi kargo ücretleri verilmiştir. Gönderilecek kargonun yurt içinde bir yere olduğu dikkate alınarak, olabilecek her durumu temsil edebilecek bir maliyet fonksiyonu belirleyiniz. (Her durum için bulamadıysanız bile belli durumlar için bir maliyet fonksiyonu kurmaya çalışınız ve çözümünüzü ayrıntılı bir şekilde ifade ediniz.

EK-C: Beceri testi-2

Matematiksel Modelleme Beceri testi-2

Öğrenci Adı:

1) Saman Balyası Problemi:

Şekilde en alt sırada 5 saman balyası bulunmaktadır. Bir üst sıraya geçildiğinde ise her defasında bir saman balyası eksilmektedir yani alttan üste doğru 5, 4, 3, 2 ve 1 tane saman balyası sıralanmaktadır. Buna göre tüm yığının yüksekliğini yaklaşık olarak hesaplayınız.

2) <u>Akaryakıt İstasyonu Problemi:</u>

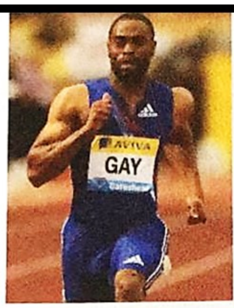
Arabanızın yakıtı bitmek üzere ve deponuzu tamamen doldurmak için nereden yakıt alacağınıza bir türlü karar veremiyorsunuz. Eviniz Buca'da ve yakıt almak için iki seçeneğiniz var. Birinci seçenek hemen evinizin yanındaki akaryakıt istasyonu iken, ikinci seçenek evinizden 10 km uzaklıktaki Gaziemir'de bulunan bir akaryakıt istasyonudur. Bu iki akaryakıt istasyonlarındaki yakıtların 1 lt fiyatları şöyledir:

	1 lt benzin fiyatı	1 lt dizel fiyatı
Buca	4,96 TL	4,53 TL
Gaziemir	4,80 TL	4,50 TL

Aşağıdaki tablodan seçtiğiniz bir araba markasını göz önünde bulundurarak, Buca'dan mı yoksa Gaziemir'den mi yakıt almanızın daha karlı olacağına karar veriniz.

Marka/Model	100 km.de Harcanan Ortalama Yakıt Miktarı	Yakıt Deposu Hacmi
 Toyota Yaris	5,5 lt (Benzin)	42 lt
 Hyundai i20	4,9 lt (Benzin)	45 lt
 Mini Cooper	6,3 lt (Benzin)	40 lt
 Citroen C-Elysee	4,3 lt (Dizel)	50 lt

3) Atlet Problemi:



Yıl	Derece (sn)	Rüzgar hızı (m/sn)	Yer	Tarih
2000	10.56	+0.3	Amherst (USA)	28.07.2000
2001	10.28	0.0	Lafayette (USA)	09.05.2001
2002	10.27	+0.7	Palo Alto (USA)	21.06.2002
2003	10.17	0.0	Levelland (USA)	09.05.2003
2004	10.06	+1.7	Austin (USA)	11.06.2004
2005	10.08	+0.5	Rieti (ITA)	28.08.2005
2006	9.84	+1.0	Zurich (SUI)	18.08.2006
2007	9.84	-0.5	Indianapolis (USA)	22.06.2007
2008	9.77	+1.6	Eugene (USA)	28.06.2008
2009	9.69	+2.0	Shanghai (CHN)	20.09.2009
2010	9.78	-0.4	London (GBR)	13.08.2010

Yukarıdaki tabloda dünyaca ünlü atlet Tyson Gay'in (Boy:1.80m, Kilo: 75 kg) 2000-2010 yılları arasında 100 m'de yaptığı en iyi dereceleri verilmiştir. Buna göre;

1. Atletin 100 metreyi koşarken attığı adın sayısını tahmin ediniz.

2. Atlet bir adımını ortalama kaç saniyede atmaktadır?

EK-D: Modelleme Performansı Puanlama Anahtarı

Modelleme Performansını Ölçmeye Yönelik Puanlama Anahtarı

Basitleştirme:

Öğrenci,

Düzey 1: Öğrenci, gerçek yaşam problemini anladığına dair bir işaret göstermemektedir ve durumun basitleştirilmiş versiyonunu anladığına dair bir görüş oluşturmada başarısız olmuştur.

Düzey 2: Bir veya birden fazla temel bileşenin etkisini dikkate almada başarısız olmasına rağmen, az da olsa gerçek dünya problemini anlama emaresi göstermektedir.

Düzey 3: Gerçek dünya problemini anladığını göstermekte ve problemle ilgili bütün temel bileşenleri doğru bir şekilde ele alabilmektedir.

Düzey 4: Problem durumunun derinlemesine ve kapsamlı bir şekilde anladığını gösteren özelliklerin tümüne göndermede bulunabilmektedir.

Matematikselleştirme:

Düzey 1: Problemin basitleştirilmiş matematiksel temsilini oluşturmada başarısızdır.

Düzey 2: Problemin basitleştirilmiş matematiksel temsilini oluşturabilmekte, fakat bu temsil ele alınan problemin daha iyi anladığı sonucuna götürmemektedir.

Düzey 3: Ele alınan problemi daha iyi anlama sonucuna götürecek daha basit bir matematiksel temsilini oluşturmuştur.

Düzey 4: Ele alınan problemin anahtar bileşenleri arasındaki ilişkileri kapsamlı bir şekilde anlama sonucuna götürecek olan bir matematiksel temsil oluşturmuştur.

Transformasyon (Dönüştürme):

Düzey 1: Modeli doğru bir şekilde kullanmada ve problemin matematikselleştirilmiş versiyonunu (formunu) çözmede başarısız olmuştur.

Düzey 2: Problemin matematiksel formu için bir çözüm geliştirmede (keşfetmede) başarısız olmasına rağmen, seçtiği modelle matematiksel olarak geçerli bir şekilde işlemler yapabilmektedir.

Düzey 3: Matematiksel olarak geçerli bir şekilde modelle işlemler yapabilmekte ve problemin matematiksel formu için bir çözüm ortaya koyabilmektedir.

Düzey 4: Problemin matematiksel formunu çözmek için bir model kullanabilmekte ve çözümü genişletmekte ve genelleyebilmektedir.

Yorumlama:

Düzey 1: Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında model yardımıyla ortaya konan çözümü yorumlamada başarısız olmaktadır.

Düzey 2: Yorumu (bir şekilde) yanlış olmasına rağmen problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında model yardımıyla ortaya konan çözümü yorumlama çabası içindedir.

Düzey 3: Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında çözümü yorumlayabilmektedir.

Düzey 4: Problemin basitleştirilmiş formu dikkate alındığında model yardımıyla ortaya konan çözümü yorumlayabilmekte, çözümün niçin anlamlı olduğunu açıklayabilecek bir gerekçe sunabilmekte ve olası farklı çözüm yollarını bulma gayreti içindedir.

Geçerlilik:

Düzey 1: Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya koyduğu çözümün aynı zamanda ilk problem durumu için de çözüm olduğunu gerekçelendirmede başarısız olmaktadır.

Düzey 2: Doğru olmayan bir çıkarımda bulunmamasına ve incelenen problemle basitleştirilmiş formu arasındaki bağlantıyı açıkça kurmamasına rağmen, problemin basitleştirilmiş hali için gerekçeli bir çözüm geliştirme çabası göstermektedir.

Düzey 3: Problemin basitleştirilmiş formu için ortaya koyduğu çözümün aynı zamanda ele alınan problemin de çözümü olduğunu gösterebilmektedir.

Düzey 4: Problemin basitleştirilmiş formu için gerekçeli bir çözüm sunabilmekte, ele alınan problemle kazanılan bir iç kavrayış üzerinde tefekkür edebilmekte (yansıtabilmekte), araştırmayla ortaya konan ek sorularla ilgili genişletmeler sunabilmektedir.

Yukarıda belirtilen tanımlanmış düzeyleri bir spektrum olarak var sayıp öğrencilerinizin performanslarını belirtilen alanlarda puanlayınız.

GERÇEK YAŞAM PROBLEM DURUMUNU BASİTLEŞTİRME

1………… 2……….. 3……………. 4…………

PROBLEMİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ FORMUNU MATEMATİKSELLEŞTİRME

1………… 2………… 3……….. 4……….

PROBLEMİN MATEMATİKSELLEŞTİRİLMİŞ FORMU İÇİN GELİŞTİRİLEN ÇÖZÜM İÇİN TRANSFORMASYON(DÖNÜŞÜM) KULLANMA

1………. 2……….. 3…………. 4…………

PROBLEMİN BASİTLEŞTİRİLMİŞ FORMU DİKKATE ALINDIĞINDA PROBLEMİN MATEMATİKSELLEŞTİRİLMİŞ HALİ İÇİN GELİŞTİRİLMİŞ ÇÖZÜMÜ YORUMLAYABİLME

1……….. 2………… 3………… 4………….

ÇÖZÜMÜN İLK PROBLEM DURUMU İÇİN ÇÖZÜM OLDUĞUNU GEREKÇELENDİRME

1……….. 2……….. 3…………. 4…………