ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORTAÖĞRETİM FEN VE MATEMATİK
ALANLARI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

TÜREV KONUSUNDA MATEMATİKSEL MODELLEME YÖNTEMİNİN ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARI VE ÖZ-DÜZENLEME BECERİLERİNE ETKİSİ

(The Effects of Mathematical Modelling Method on Derivative Topic on Secondary Education Students' Academic Achievements And Self-Regulation Skills)

Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI

DOKTORA TEZİ

TEZ YÖNETİCİSİ
Doç. Dr. S. Uğur KIRMACI

TEZ ORTAK YÖNETİCİSİ
Doç. Dr. Safure BULUT

ERZURUM-2010

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEZ KABUL TUTANAĞI

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Doç. Dr. Uğur S. KIRMACI danışmanlığı ve Doç. Dr. Safure BULUT' un Ortak-Danışmanlığında Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI tarafından hazırlanan bu çalışma 12 /11 /2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Ahmet IŞIK İmza: ……………………

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Safure BULUT İmza: ……………………

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Uğur S. KIRMACI İmza: ……………………

Jüri Üyesi : Y. Doç. Dr. Mehmet BEKDEMİR İmza: ……………………

Jüri Üyesi : Y. Doç. Dr. A. Cihan KONYALIOĞLU İmza: ……………………

Jüri Üyesi : Y. Doç. Dr. Muzaffer OKUR İmza: ……………………

Jüri Üyesi : Y. Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN İmza: ……………………

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir. …… / …….. / ………..

Prof. Dr. H.Ahmet KIRKKILIÇ
Enstitü Müdürü

ÖZET

Doktora Tezi

TÜREV KONUSUNDA MATEMATİKSEL MODELLEME YÖNTEMİNİN ORTAÖĞRETİM ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARI VE ÖZ-DÜZENLEME BECERİLERİNE ETKİSİ

Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI

Atatürk Üniversitesi
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. S. Uğur KIRMACI
Ortak Danışman: Doç. Dr. Safure BULUT

Bu çalışmada "Matematiksel modelleme yönteminin on ikinci sınıf öğrencilerinin türev konusundaki genel türev başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisi nedir" ve "on ikinci sınıf öğrencilerinin türev konusunun işlenişinde kullanılan matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili duygu ve düşünceleri nedir" biçiminde iki araştırma problemi bulunmaktadır. Birinci problemi araştırmak için yarı-deneysel yöntem ikinci problemi araştırmak için ise fenemoloji yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın birinci probleminin araştırma grubunu Doğu Anadolu Bölgesinin orta ölçekli bir ilinde yer alan bir fen lisesinin 12. sınıfında öğrenim görmekte olan 37 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmanın ikinci probleminin araştırma grubunu ise deney grubundan 4 bayan ve 6 erkek olmak üzere 10 öğrenci oluşturmuştur. Bu araştırmada türev dersi deney grubunda matematiksel modelleme yöntemiyle yürütülürken kontrol grubunda geleneksel yöntemle yürütülmüştür.

Nicel veriler uygulama öncesi ve sonrasında Genel Türev Testi (GTT), Türev Konusundaki Matematiksel Modelleme Performansı testi (TKMMPT) ve Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeğinin (ÖMSÖ) uygulanmasından elde edilmiştir. Nitel veriler yapılandırılmış görüşmelerle elde edilmiştir. Araştırmada Çalışmanın hipotezlerinin analizinde Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Nitel verilere ise içerik analizi uygulanmıştır.

Araştırmanın deney ve kontrol grupları TKMMPT ve GTT puanlarına göre karşılaştırıldığında deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubununkinden yüksek olduğu; bu iki grubun ÖMSÖ'ni oluşturan bileşenlerine ait sıra ortalamalarının birine oldukça yakın değerler olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak, öğrencilerin matematiksel modelleme yönteminde kullanılan problemlerinin sıra dışı olduğunu ve daha fazla yorum gerektirdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca, matematiksel modelleme yönteminin matematiği daha somut olarak günlük hayatlarında görebilmelerine, düşünme ve yorum güçlerini geliştirmelerine ve ezbercilikten kurtulmalarına katkıda bulunduğu görüşüne sahip öğrenciler bulunmaktadır.

2010, 160 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Matematiksel modelleme, Türev, Öz-Düzenleme Becerisi, Ortaöğretim

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

THE EFFECTS OF MATHEMATICAL MODELLING METHOD ON DERIVATIVE TOPIC ON SECONDARY EDUCATION STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENTS AND SELF-REGULATION SKILLS

Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI

Atatürk University
Graduate School of Education Sciences
Department of Secondary Science and Mathematics Education

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. S. Uğur KIRMACI
Co-Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Safure BULUT

This study's two main research problems are as follows: " What are the effects of mathematical modeling method on 12th grade students' achievement in derivative, their mathematical modeling performance on derivative topic, their self-regulation skills?; "What are the students' opinions on mathematical modeling method?". For the first main problem of this study, quasi-experimental method and for the second main problem of the study, phenomenology method were used.

This study's research group of the first main problem of the study consisted of 37 students enrolled to a science high school in a medium-sized city from East Anatolian Region. The research group of the second main problem consisted of 10 students – 4 female and 6 male students in the experimental group. In the present study the experimental group was instructed with mathematical modeling method; and the control group was instructed with traditional teaching method.

The quantitative data were obtained from the following measuring instruments which were administered before and after the treatment: General Derivative Test (GDT), Mathematical Modeling Performance on Derivative Topic Test (MMPDTT) and Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). The qualitative data were obtained from the structured interview. The hypotheses of the study were tested with Mann-Whitney U Test. The content analysis was used for the qualitative data

The results revealed that when the experimental group and the control group were compared with respect to MMPDTT and GDT scores the experimental group's mean rank was higher than the control groups' mean rank; the groups of mean ranks of the components of MSLQ scores were quite close to each other. In addition, the students stated that the problems in mathematical modeling method were uncommon and required more interpretation. They also stated that the mathematical modeling method contributed to be aware of mathematics in their daily life, to improve their thinking and interpretation skills, and to make them no to memorize.

2010, 160 Pages

Keywords: Mathematical modeling, Derivative, Self-regulation skill, Secondary education

TEŞEKKÜR

Öncelikle çalışmamın her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen kendime örnek aldığım sayın hocalarım Sayın Prof. Dr. Ahmet IŞIK, Sayın Doç. Dr. Uğur KIRMACI ve Sayın Doç. Dr. Safure BULUT’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırmamın gerçekleşmesinde yardım ve desteklerini esirgemeyen Atatürk Üniversitesi İlköğretim-Ortaöğretim Bölümü ve Erzincan Üniversitesi İlköğretim Bölümü Matematik Ana Bilim Dalı yönetici ve personeline özellikle Sayın Yrd. Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN, Yrd. Doç. Dr. Muzaffer OKUR, Yrd. Doç. Dr. Mehmet BEKDEMİR’e teşekkürlerim sonsuzdur.

Araştırmamın her aşamasında fikirleri ve desteğiyle bana güç veren meslektaşım ve dostum Sayın Nihan AKTAŞ’a yine sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca araştırmamın ve doktora öğrenimimin her aşamasında desteklerini benden esirgemeyen eşim Ufuk SAĞIRLI, annem Mahinur ÖZTURAN, babam Turan ÖZTURAN ve kız kardeşim Merve ÖZTURAN’a teşekkür ederim.

Araştırmanın yürütüldüğü okulda çalışmaya katılan öğrencilere, ders öğretmenine ve TÜBİTAK’a teşekkürler.

Meryem ÖZTURAN SAĞIRLI
Aralık 2010

İÇİNDEKİLER

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

GTT	Genel Türev Testi
ICME	Matematik Eğitiminde Uluslararası Kongre
LYS	Lisans Yerleştirme Sınavı
ÖMSÖ	Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği
NCTM	Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
PISA	Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Projesi
SS	Standart Sapma
TKMMPT	Türev Konusundaki Matematiksel Modelleme Performans Testi
$\overline{X}$	Aritmetik Ortalama
YGS	Yüksek Öğretime Geçiş Sınavı
YM	Yapılandırılmış Mülakatlar
MMY	Matematiksel Modelleme Yöntemi
GY	Geleneksel Yöntem
μ	… yöntemi ile ders işleyen evrendeki öğrencilerin… ilgili ortalaması

ŞEKİLLER DİZİNİ

ÇİZELGELER DİZİNİ

1. GİRİŞ

Hızla değişen ve küreselleşen dünya eğitim programlarının ve okulların yapısındaki değişiklikleri de zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda okullar bireyleri hayata hazırlama misyonundan sıyrılıp hayatın kendisi olma misyonunu devralmış (Büyükkaragöz ve Çivi 1999); eğitim programları ise küresel ortamın gereği olan değişim ve gelişimi vizyon edinerek, yeniliği ve kaliteyi kendi kurum yapılarına yansıtan hedefler belirlemiştir. İlköğretim ve ortaöğretim kurumları ders öğretim programları da bu vizyondan etkilenmiş, öğrencileri bilgi hamalı olmaktan kurtarıp, bilgi okuryazarı haline getiren amaçlara doğru yönelmişlerdir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından geliştirilen matematik dersi öğretim programları da bu değişimi benimsemiş, 2005 yılında yenilenen ortaöğretim matematik dersi öğretim programının amaçlarını; Matematiksel düşünce sistemini öğretmek, temel matematiksel becerileri (problem çözme, akıl yürütme, ilişkilendirme, genelleme, iletişim kurma, duyuşsal ve psikomotor gelişim) ve bu becerilere dayalı yetenekleri, gerçek hayat problemlerine uygulamalarını sağlama faaliyetleri oluşturmuştur (MEB 2005). Ayrıca bu amaçları gerçekleştirmek için programın öğelerine bu hedefleri geçerli kılacak öğrenme-öğretme ortamları gerekli yönerge ve plan örnekleri ile eklenmiş ve düzenlenmiştir.

Öğrenciler de matematik kalitesini yükseltmek için belirlenen çeşitli amaçlardan bazıları da öğrencilerin matematiksel kavramlara sahip olması, matematikte kendine güven duyması, matematiğe karşı olumlu tutuma sahip olması ve problem çözme becerilerini kazanmasıdır (Baydar ve Bulut 2002). Problem çözmenin öğretim programlarında nasıl kullanılabileceğine dair farklı yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımları Baki (2006) şu şekilde açıklamıştır: Literatürde en çok kullanılan problem çözme yaklaşımı Polya'nın tanımladığı aşamalar olmasına rağmen, diğer bir yaklaşım da problem çözme etkinliğini matematiksel öğrenmeye yardımcı olmasının yanında matematik yapmak için kullanmaktır. Bu yaklaşımda öğretim, konuyu içeren bir problem durumuyla başlar ve somut durumlardan yararlanılarak geliştirilen matematiksel teknikler problemlerin çözümünde kullanılır ve soyutlamalar yapılır.

İkinci yaklaşımda yararlanabileceğimiz yöntemlerden biri olarak matematiksel modellemeyi örnek olarak verebiliriz. Çünkü matematiksel modelleme, problemlerin matematiksel olarak çözümü için bir metot sağlar (Berry and Houston 1995). Başka bir ifadeyle ise matematiksel modelleme, matematiği ve matematiğin bir ürün ve süreç olarak nasıl kullanıldığına dair örnekler sunan aynı zamanda da diğer birçok disiplini bir araya getiren disiplinler arası bir iletişimdir (Lingefjard 2007). Daha da açık bir şekilde ifade edersek gerçeği matematiksel bir dil ile "taklit etmeye" yardım eden bu işlem ve düşünme biçimine matematiksel modelleme denir (Aydın 2010).

Matematik eğitimi alan öğrenciler başta olmak üzere fen ve mühendislik öğrencilerinin sık sordukları sorulardan biri "Bu matematik ne işe yarar?" sorusudur (Özalp 2006). Öğrencilerin bu soruyu sormaları aslında oldukça normaldir. Çünkü matematik genellikle gerçek hayattan ayrı ve sadece okullarda yapılan bir etkinlik olarak görülür ancak matematik aslında, gerçek dünya olaylarına, problemlerine modelleme yoluyla çözüm üreten sistematik bir düşünce yolu (Niss 1988), gerçek hayat problemlerine çözüm aramadaki en etkin araçlardan biridir (Özalp 2006). Öğrencilere matematiğin gerçek hayattaki rolünü göstermek için matematiksel modelleme ve uygulamaları ile öğrenme ve öğretme, dünyanın çoğu yerinde birçok araştırmacı tarafından takip edilmektedir (Kaiser et al. 2006).

Ortaöğretim matematik öğretim programında yer alan "Türev ve Türevin Uygulamaları" ünitesi, günlük hayatla olan bağlantısı sayesinde matematiksel modelleme yapabilme ve bu yöntemi sınıflarda uygulayabilme açısından oldukça önemli bir konumdadır. Türev, başta matematik olmak üzere fizik, kimya, biyoloji, ekonomi, sosyoloji ve birçok mühendislik dalında sıkça kullanılan bir konudur (Yılmaz 2009). Ayrıca ortaöğretim matematik dersi öğretim programında da türev konusunda matematiksel modellemeye imkân verecek kazanımlara yer verilmiştir. Örneğin, Türev kavramını fiziksel ve geometrik uygulamalar yardımıyla açıklar, türevin tanımını kullanarak bir fonksiyonun bir noktadaki türevini bulur (MEB 2005). Ayrıca öğretim programında bol miktarda bu şekildeki etkinlik örnekleri sunulmuştur. Örneğin, “Bir öğrencinin y adet kavramı x saatte öğrenmesi $y = 50\sqrt{x}$, $0 \leq x \leq 9$ fonksiyonu ile modellenmektedir. 1 ve 9 saat sonraki öğrenme hızları buldurulur. Öğrenme hızının zamana göre değişimi yorumlatılır” (MEB 2005). Türev konusu, geometrik açıdan bir eğrinin eğimi olarak, fiziksel açıdan anlık değişim oranı olarak ifade edilebilen ve faiz oranlarındaki dalgalanmalardan okyanuslarda ölen balık ve hareket eden gaz molekülleri oranlarına kadar her şeyi sunmak için kullanılabilme özelliği sayesinde diğer bilimlerde de uygulamaları olan bir konudur (Hughes-Hallett et al. 1992; Barnett et al. 2005).

Matematik eğitiminde türev ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları, hem lise hem de üniversite seviyesinde öğrencilerin türev kavramını anlamada ve anlamlandırmada güçlük çektiklerini ve bazı kavram yanılgılarına sahip olduklarını göstermiştir (Amit and Vinner 1990; Doğan vd. 2002; Orton 1983; Ubuz 1996 2001). Ancak yapılan çalışmalar genellikle türevin anlaşılmasını zorlaştıran epistemolojik, psikolojik ve didaktik engelleri tespit etmekle sınırlı kalmış bu güçlüklerin giderilmesine yönelik uygulamalara literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmada türev kavramının gerçek hayat problemleriyle olan yakın ilişkisi ve dolayısıyla matematiksel modellemeye izin verecek nitelikte bir yapıya sahip olması nedeniyle, hem konunun daha iyi anlaşılmasını sağlamak ve bu sayede de öğrencilerin akademik başarısını yükseltmek amaçlanmıştır.

Matematiksel modelleme üzerinde yapılan çalışmalara bakıldığı zaman ise matematiksel modelleme sayesinde öğrenciler kavram algılarını yeniden gözden geçirip, düzenleyebilmişler (Ottesen 2001; Lingefjard 2005) ayrıca matematikte bu dersi alan öğrenciler matematiksel modelleme beceri testinde daha başarılı olmuşlardır (Keskin 2008). Ancak bu çalışmalar türev kavramından ziyade daha çok analiz gibi derslerin etkisini inceleyen araştırmalar ya da matematiksel modelleme üstüne gerçekleştirdikleri derslerin öğrencilerin modelleme becerilerindeki etkisine bakmışlardır.

Matematiksel modelleme sürecinde öğrenciler sıklıkla gerçek hayattan bir problem çözme durumu ile karşılaşma, problemin çözümünü arama, problemi çözme ve sonucu gerçek hayata yorumlama şeklinde gerçekleşen devirli aşamalarla karşı karşıya gelirler. Bu aşamaları gerçekleştiriyorken öğrencilerden beklenen bu sürecin öğrenme sorumluluğunu zihinsel, davranışsal ve motivasyonel olarak üstlenmeleri, aynı zamanda iyi bir öz-düzenleyici olmalarıdır. Öz-düzenleyici öğreniciler hedefi analiz etme ve tanımlama, stratejiyi planlama, stratejiyi uygulama, stratejinin sonuçlarını izleme ve stratejiyi uygun hale getirme basamaklarını uygulayabilen öğrencilerdir (Derry and Murphy 1986). Birçok araştırmacı tarafından öz-düzenleme başarı ve akademik performansın en önemli etmenlerinden birisi olarak düşünülmüştür (Zimmerman 1986; Pintrich 2000). Ayrıca yapılan bir çalışmada da öz-düzenleme stratejileri ve motivasyonel inançların matematik başarısına ilişkin toplam varyansın %30'unu açıkladığı sonucuna ulaşmışlardır (Üredi ve Üredi 2005). Bu çalışmada da matematiksel modelleme yönteminin on ikinci sınıf öğrencilerinin türev türevin uygulamaları ünitesindeki genel türev başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisini araştırmak ve öğrencilerin matematiksel modelleme yöntemi hakkında duygu ve düşüncelerini belirlemek amaçlanmıştır.

1.1. Model ve Modelleme

Model ve modelleme terimleri ortak terimlermiş gibi görünseler de farklı kavramlardır. Model, modelleme sonucunda ortaya çıkan ürünü ifade ederken modelleme bir süreci ifade eder. Model fiziksel hayata ait gerçekliklerin bir takım anlamlı sembollerle ifade edilmesi, karmaşık olanın basite indirgenmesidir. Modeller günlük yaşamımızda gerçeği yansıtmanın imkânsız ya da o an için gerçeğe ulaşımın sınırlı olduğu durumlarda karşımıza çıkabilir. Örneğin bir mimar, inşa edeceği bir yapıyı modelleyerek satmak istediği yapının özelliklerini örneklendirebilir. Modacılar sergilemek istedikleri kıyafetlerini modellere giydirerek diğer kişilerin kıyafetin nasıl durduğu konusunda bilgi sahibi olmalarını sağlayabilirler. Çocuklar gerçeğin (araba, kamyon, tren… vb.) modelleriyle oyuncaklarında buluşabilirler. Modellerin günlük yaşamımıza tezahür ediş şekline daha birçok örnek verilebilir fakat tüm verilecek örneklerin taşıyacağı iki ortak nokta olacaktır: Bunlardan birincisi modellerin gerçekle tanışabilmek veya gerçek hakkında düşünebilmek için oluşturulduğu, ikincisi ise modellerin bazı şeylerin daha çok veya daha az basitleştirilmiş veya idealleştirilmiş şekli olmasıdır (Lingefjärd 2007).

Öğrenme-öğretme ortamlarında kullanılan modeller ise daha çok bilimsel modeller olarak adlandırabileceğimiz modellerden oluşmaktadır. Bilimsel modeller, bilimsel süreç becerileri kapsamında açıklanabilen modeller olup karmaşık bir nesnenin ya da sürecin basitleştirilmiş bir resmi ya da benzetmesi aynı zamanda da hem bilimsel araştırmaların arzu edilen ürünleri hem de gelecekteki araştırmalar için bir rehber niteliğindedir (Günbatar ve Sarı 2005). Örneğin fen bilimleri literatüründe modelleme; mevcut kaynaklardan hareketle bilinmeyen bir hedefi açık ve anlaşılır hale getirmek için yapılan işlemler bütünü olarak tanımlanırken modelleme sonucunda ortaya çıkan ürün ise model olarak nitelendirilmektedir (Harrison 2001). Van Driel and Verloop (1999), bilimsel modellerin ortak özelliklerini şu şekilde belirtmiştir:

- Bir model, her zaman modelin temsil ettiği hedef veya hedeflerle ilişkilidir. Hedef bir sistem, bir nesne, bir olgu veya bir süreç olabilir.

- Bir model, doğrudan gözlenemeyen veya ölçülemeyen bir hedef hakkında bilgi elde etmek için kullanılan bir araştırma aracıdır. Bu nedenle ölçeklendirme modelleri ki bu modeller bir nesnenin başka bir ölçekteki kopyasıdır (ev, köprü maketleri gibi), bilimsel model olarak kabul edilmez.

- Bir model temsil ettiği hedef ile doğrudan etkileşmez. Bu nedenle bir fotoğraf veya spektrum bir model olarak nitelendirilmez.

- Bir model hedefe uygun benzetmelere dayanır ve bu nedenle araştırmacıların modellenen hedef kavramla ilgili çalışmaları süresince test edilebilir hipotezler üretebilmelerine imkân verir. Bu hipotezlerin test edilmesi hedef hakkında yeni bilgiler ortaya çıkarır.

- Bir model her zaman hedeften belirgin ayrıntılarla farklılık gösterir. Genel olarak bir model olabildiğince basite indirgenir. Yapılacak araştırmanın özel amaçlarına bağlı olarak hedefin bazı ayrıntıları kasıtlı olarak model dışında bırakılabilir.

- Bir model oluşturulurken, hedef ile model arasındaki benzerlik ve farklılıklar, araştırmacılara modelin temsil ettikleriyle ilgili tahminler yapabilme imkânı sağlayabilmelidir. Oluşturulacak modelin bu boyutu araştırma soruları ile yönlendirilir.

- Bir model karşılıklı olarak birbirini etkileyen süreçler sonucunda geliştirilir ve hedefle ilgili yeni çalışmalar ortaya çıktıkça modellerde revizyona gidilebilir.

Bilimsel modeller arasındaki farkları vurgulamamıza olanak sağlayan çalışmalarda modellerle ilgili olarak; bilimsel olan/bilimsel olmayan modeller, görünüş bakımından modeller (somut-soyut modeller), işlevleri bakımından modeller (tanımlayıcı-açıklayıcı-betimleyici modeller) biçiminde çeşitli sınıflandırmalarla karşılaşmak mümkündür (Güneş vd. 2004). Harrison and Treagust (2001) on başlıkta topladığı modellerin isimlerini ve içeriklerini şu şekilde açıklamıştır:

- Ölçeklendirme modelleri: Hayvanların, bitkilerin, arabaların ve binaların ölçeklendirilmiş modelleri; renkleri, dış şekilleri ve yapısal özellikleri tanımlamakta kullanılır. Ölçeklendirme modelleri ayrıntılı bir şekilde dış görünüşü yansıtmasına rağmen nadiren içyapıyı, işlevleri ve kullanımı yansıtır. Ölçeklendirme modelleri genellikle oyuncaktır veya oyuncak gibidir. Bu nedenle, model ile hedef arasındaki paylaşılmayan farklılıkların saklı kalmasına yol açabilir.

- Pedagojik analojik modeller: Bunların analojik olarak isimlendirilmesinin nedeni, modelin bilgiyi hedefle paylaşmasından ileri gelir. Pedagojik olarak isimlendirilmesinin nedeni ise, atom ve molekül gibi gözlenemeyen varlıkları öğrenciler için ulaşılabilir yapmak üzere öğretmenler tarafından açıklayıcı olarak geliştirilmelerinden kaynaklanmaktadır. Analojinin yapısına bir veya birden fazla özellik hükmeder, örnek olarak molekül modellerindeki top ve çubuk temsili verilebilir. Çünkü analojik modeller hedefle analoji arasındaki uyumu kesin özellikler için tek tek yansıtırlar. Analojik özellikler kavramsal niteliklere dikkat çekmek için genellikle aşırı basitleştirilmiş veya genişletilmiştir.

- Simgesel veya sembolik modeller: Kimyasal formüller veya eşitlikler sembolik modellerle anlamlı hale getirilmiştir. Formüller ve eşitlikler bu şekilde kimya diline yerleşmiştir. Örnek olarak CO_2 (karbon dioksit) gösterimi verilebilir.

- Matematiksel modeller: Fiziksel özellikler ve süreçler, kavramsal ilişkileri ortaya çıkaran matematiksel eşitliklerle ve grafiklerle temsil edilebilir. Örnek olarak, Newton'un ikinci hareket kanununun temsili olan $F=m.a$ eşitliği verilebilir.

- Teorik modeller: Elektromanyetik alan çizgileri ve fotonlar teorik modellerdir, çünkü bu modeller iyi yapılandırılmış ve insanlar tarafından oluşturulan teorik temellerle tanımlanmıştır. Kinetik teorinin gaz basıncını açıklaması, ısı ve basınç bu kategoriye girer.

- Haritalar, diyagramlar ve tablolar: Bu modeller öğrenciler tarafından kolaylıkla canlandırılabilen yolları, örnekleri ve ilişkileri temsil eder. Bu modellere örnek olarak periyodik tablo, soy ağaçları, hava durumunu gösteren haritalar, devre şemaları, kan dolaşım sistemi ve beslenme zinciri gösterimleri verilebilir.

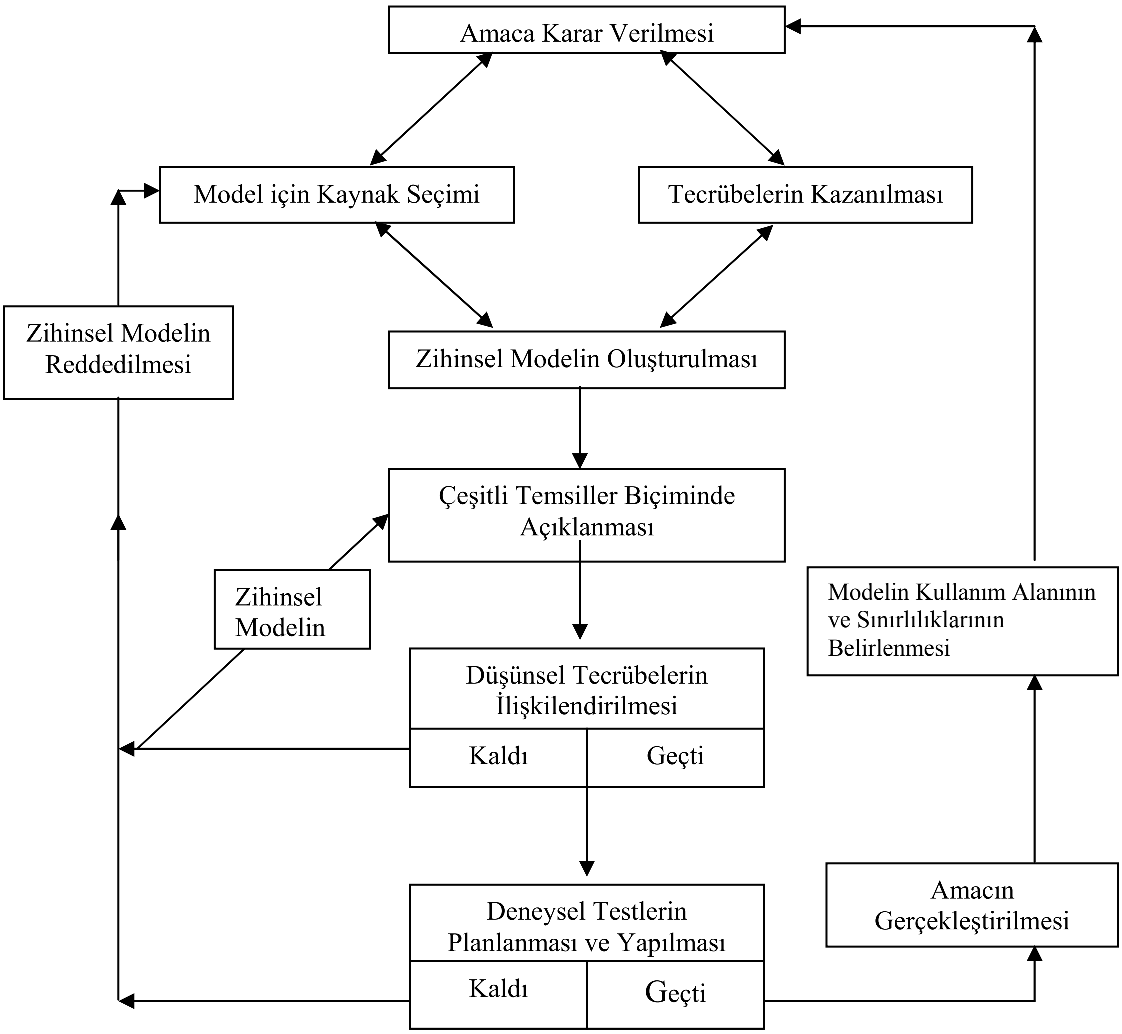
- Kavram-süreç modelleri: Birçok fen kavramı nesneden ziyade süreçten ibarettir. Örnek olarak kimyasal denge veya asit-baz reaksiyon modelleri verilebilir.

- Simülasyonlar: Simülasyonlar küresel ısınma, uçuşlar, nükleer reaksiyonlar, trafik kazaları gibi karmaşık süreçleri temsil etmede kullanılır.

• Zihinsel modeller: Zihinsel modeller özel bir çeşit zihinsel temsildir ve bireyler tarafından bilişsel işlemler sonucunda üretilir. Öğrenciler tarafından üretilen ve kullanılan zihinsel modeller tamamlanmamıştır ve kararlı değildir, değişebilir.

• Senteze dayalı modeller: Senteze dayalı modelleri, öğrencilerin kendi sezgisel modelleri ile öğretmenlerin sunduğu modellerin bir karışımı sonucunda, öğrencilerin alternatif kavramlarının gelişimlerine ait sentezler oluşturmaktadır.

Modelleme terimini kısaca bilimsel düşünme ve çalışma olarak tanımlayan Justi ve Gilbert (2002), öğretmenlerin sınıflarda modelleme aktivitelerini gerçekleştirmelerindeki sürece rehberlik etmesi için Şekil 1.1.'deki çerçeveyi geliştirmişlerdir.



Şekil 1.1. Modelleme işleminin modellenmesi (Justi and Gilbert 2002)

Güneş vd. (2004) Şekil 1.1'deki süreçte iki temel öğe olarak kaynak ve hedefin olduğunu, kaynağın şu ana kadar elde edilmiş olan mevcut bilgilerin tümünü içinde barındırdığını, hedefin ise, kaynaktan hareketle ulaşılacak olan başka bir deyişle elde edilmek istenen bilgiler olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu süreçte kaynaktan yararlanılarak hedef ile ilgili tahminlerin ortaya konulabileceğini ve bunların doğruluğu test edilebileceğini aksi durumda eldeki bilgilerin yeniden değerlendirileceğini de ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada da bilimsel modellerden biri olan matematiksel modeller kullanılmıştır. Ancak hiçbir zaman unutmamak gerekir ki hiçbir model bir hedefi yüzde yüz temsil etmez. Edebilirse zaten bu durumda model hedefin kendisi olur, modele ihtiyaç kalmaz.

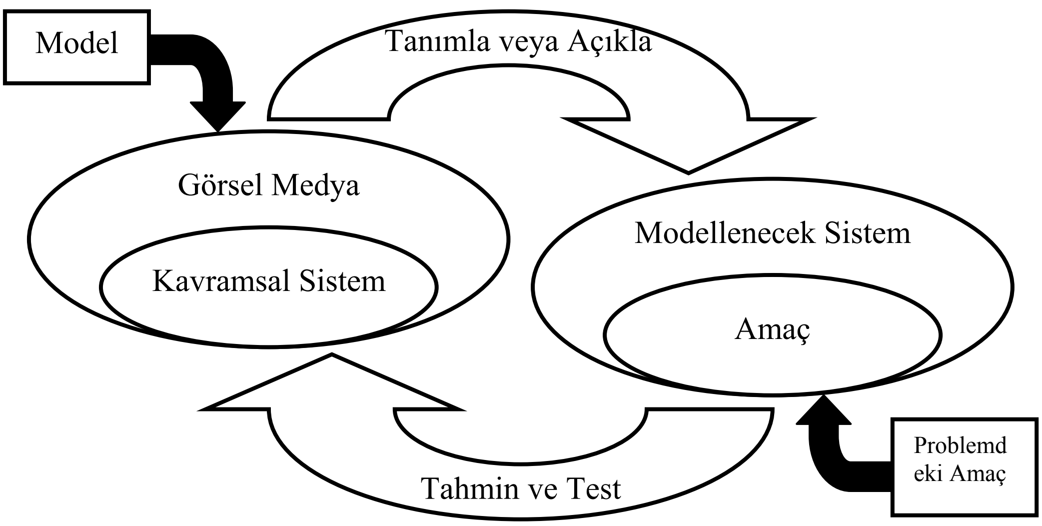
1.2. Matematiksel Modelleme

Model ve modelleme kavramlarının tanımlarını yaparken kullanmış olduğumuz ifadeler, matematiksel model ve matematiksel modelleme kavramlarında yapacağımız tanımlara paralellik göstermektedir. Matematiksel model, verilen bir durumun önemli özelliklerini yansıtan formül, eşitlik, grafik, tablo gibi bir matematiksel form iken; matematiksel model geliştirmek için tanımlanan süreç ise matematiksel modelleme olarak tanımlanır (The Consortium for Foundation Mathematics 2008).

Matematiksel Modelleme, gerçek dünyadaki bir durumun bir matematiksel probleme dönüşümünün matematiksel bir model kullanımı sayesinde başarılması; daha özetle, matematiksel modelleme; matematiksel semboller, ilişkiler ve fonksiyonlardan uygun olanların seçilip kullanılması sayesinde gerçek durumların temel özelliklerinin basitleştirilmiş bir şekilde sunulmasıdır (Voskoglou 2006).

Berry and Houston (1995), matematiksel model ve matematiksel modellemeyi aşağıdaki şekilde tanımlamıştır:

- Matematiksel modelleme, matematiksel problem çözme için bir metot oluşturur.
- Bir matematiksel model, verilen bir durum veya problemle ilgili iki veya daha fazla değişken arasında ilişkinin matematiksel bir sunumudur.
- Matematiksel modeller bulma, derslerde öğrencilerin geliştireceğini ümit ettiğimiz bir beceridir.



Şekil 1.2. Bir modelleme devri (Lesh and Lehrer 2003)

Şekil 1.2'de gösterildiği gibi matematiksel modeller bazı özel amaçların sunulduğu ve bazı görsel medyanın (yazılı semboller, bilgisayar tabanlı grafikler, kağıt tabanlı diyagramlar veya grafikler, deneyim tabanlı metaforlar veya konuşma dili gibi) kullanıldığı kavramsal sistemlerdir; başka bir deyişle matematiksel modeller amaçlı tanımlamalar veya açıklamalardır (Lesh and Lehrer 2003). Bu şekle göre de matematiksel modelleme,

- Amaçları,
- Kavramsal sistemleri vurgulamayı,
- Kavramsal sistemin sunulduğu medyayı

içerir.

Matematik eğitimi araştırmalarında, matematiksel modelleme ve uygulamaları üzerindeki araştırmalar Kaiser and Sriraman (2006) tarafından altı bakış açısı altında toplanmıştır. Bu bakış açılarını Çizelge 1.1'de sunmuşlardır.

Bakış Açısı	Ana Yaklaşım	Araştırmacı
Gerçekçi	Gerçek bir içerikte uygulamalı problem çözme olarak modelleme.	Pollak
Bağlamsal	Problem çözme olarak modelleme, model seçme aktivitesi.	Lesh ve Doerr
Eğitimsel	Bir amaç, bir anlam olarak modelleme. Modelleme yeteneği.	Niss, Blun ve Galbraith
Epistemolojik	Gerçekçi matematik eğitimi, matematiksel çalışmanın incelenmesi için model.	Mette Andresen
Bilişsel	Modellemenin içerdiği zorluklar ve öğrenme süreçleri.	Boromeo Ferri
Sosyo-eleştirel	Modellemenin formatlanan gücü, yansımalar, eleştiriler.	Skovsmose

Çizelge 1.1. Modelleme ve uygulamaları araştırmaları üzerindeki altı bakış açısı

Kaiser and Sriraman (2006) bu bakış açılarını şu şekilde açıklamışlardır: Gerçekçi bakış açısına göre, matematiksel modelleme bilimsel ve teknolojik disiplinlerde yaygın bir şekilde kullanılır, matematiksel modellemeyi uygulamalı problem çözme olarak kabul eder ve modelleme için gerçek yaşam kriterlerini zorunlu tutar. Bağlamsal bakış açısı, günlük yaşam durumlarındaki matematiksel problem çözmenin eğitimsel önemine dikkat çeker ve anlamlı problem durumlarından yola çıkılarak model seçme aktivitelerine başlanır. Bu bakış açısında öğrencilerin kendi modelleme çalışmalarını oluşturması için öğretimde özerk durumlara vurgulamalar yapılır. Aynı zamanda modellemedeki öğrenme zorlukları, problem çözme psikolojisi beraberinde anlaşılmaya çalışılır. Eğitimsel bakış açısı, matematik öğretiminin matematiksel modellemeyle bütünleşmesi üzerine odaklanır. Bir matematiksel modelin, matematiksel modelleme sürecinin ve matematiksel modelleme yeteneğinin ne olduğu üzerinde durur. Bilişsel bakış açısında ana amaç, öğrencilerin matematiksel modelleme aktivitelerinde hangi bilişsel fonksiyonlarının yer aldığını anlayabilmek ve onları analiz edebilmektir. Epistemolojik bakış açısı, matematiksel modellemeyi gerçekçi matematik eğitimi temellerinde bir insan aktivitesi olarak öğrencilerin matematik yapacakları alan olarak düşünür. Sosyo-eleştirel bakış açısı ise matematik eğitimini özellikle de matematiksel modelleme ve uygulamalarının öğretimini, bağımsız vatandaşlar olarak öğrencileri geliştirebilmek için bir araç olarak görür.

Matematiksel modeller, model ve modelleme konusunda sunulmuş olan diğer model kategorilerden oldukça farklıdır. Çünkü matematiksel modeller tanımladıkları sistemin fiziksel, biyolojik, estetik özelliklerinden ziyade yapısal özellikleri üzerinde odaklanırlar. Matematiksel modellerin amaçları, tanımladıkları sistemleri yapılandırmak, tanımlamak veya açıklamaktır.

Berry and Houstan (1995)'e göre dört çeşit matematiksel modellemeden söz edebiliriz:

1. Deneysel Modelleme: Eldeki verilerle grafik ya da bir eşitlik elde edilerek yapılan modellemeye deneysel modelleme denir.

2. Teorik Modelleme: Matematiksel modelin formüle edilmesinde, veriden daha çok teoriye dayanan farklı problem çözme sürecine teorik modelleme denir.

3. Boyutsal Analiz Modelleme (Dimensiol Analysis Modelling): ‘Boyut’olarak adlandırılan fiziğin temel özelliği kullanılarak, değişkenlerin etkili olarak gruplandırılmasını içeren modellemeye boyutsal analiz modelleme denir.

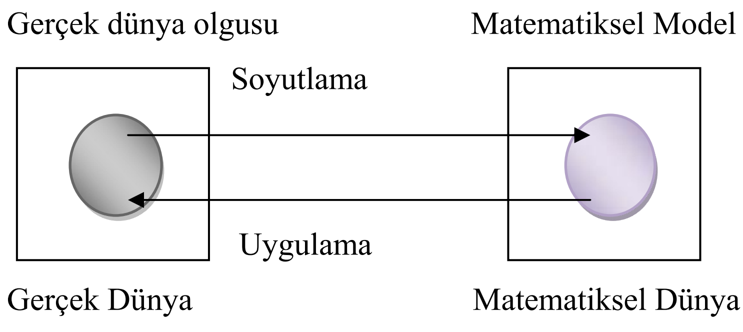
4. Simülasyon Modelleme (Simulating Modelling): Genellikle matematiksel modellerin formüle edilmesinde cebir kullanılır. Bazı durumlarda verileri elde etmek ve modelleme yapmak kolay değildir. Uygun verilerle, genellikle bilgisayar kullanılarak olasılıkları simule etmeye simulasyon modelleme denir.

Hickman (1986) modelleme aktivitelerinin amaçlarını ve hedeflerini tanımlamaya yardımcı olması açısından matamatiksel modelleme aktivitelerini asıl (true), didaktik (didactical) ve pragmatik (pragmatic) olmak üzere üç kısımda sunmuştur. Hickman (1986) bu kısımları şu şekilde açıklamıştır: Asıl matematiksel modeller, bizlerin deneyimlerinin karmaşıklığını sunmaya yardım eden kavramsal sistemler ya da kavramların bir sunumudur. Newton’un yerçekimi modeli ve Maxwell‘ in elektro manyetizma modeli birer tam matematiksel modellere örnektir. Pragmatik modeller ise “2050 yılında Türkiye’nin nüfusu kaç olacak? , Salgın hastalıktan kaç kişi etkilenecek?” şeklindeki, tam modellerde olduğu gibi gerçeklerle ilgili olan fakat nadiren temel kavramların araştırılmasına neden olan modellerdir. Pragmatik modellerin önemi, geçerliliği zorlanacak sorulara mantıklı cevaplar bulmada yatar. Bu modellerle birlikte bugünün toplumunda hem arzu edilen hem de gerekli olan üçüncü çeşit matematiksel modeller, didaktik modellerdir. Didaktik modeller, öğretim amaçlarına hizmet eden ve modelleme sürecini örneklendirmek için geliştirilebilen matematiksel modellerdir.

Model geliştirme, modellenecek sistemin sahip olduğu kuralları, örnekleri, işlemleri, ilişkileri, amaçları matematikleştirme, boyutlaştırma, sistemleştirme ve organize etmeyi içerir (Lesh and Harel 2003). Başarılı bir model geliştirmek modelleme devirlerinin başarılı bir şekilde kullanılmasını gerektirir. Prensipte her matematiksel modelin arkasında bir modelleme süreci vardır. Dolayısıyla herkes içsel veya dışsal olarak bir gerçek yaşam durumu ve matematik arasında bir ilişki kurma sayesinde matematiksel model yapmıştır; diğer bir deyişle herkes bir matematiksel model kullanabilmek ve yaratabilmek için bir modelleme süreci yaratmıştır (Kaiser et al. **2006).**

Keskin (2008)'e göre matematiksel modelleme sürecinde gerçek hayattan bir problem alınır. Birinci aşamada problem anlaşılır, tanımlanır ve uygun veriler toplanarak analiz edilir. İkinci aşamada problemin çözümü için gerekli değişkenler belirlenir. Üçüncü aşamada bu değişkenler yardımıyla matematiksel model oluşturulur daha sonra bu model matematiksel işlemler yardımıyla bir matematiksel problem haline dönüştürülür. Bir matematik problemi olarak formüle edilir. Bazı varsayımlarla birlikte bir matematiksel model oluşturulur matematiksel problem çözülür. Bu çözüm yorumlanarak doğruluğu test edilir. Teste uygunluğu test edildikten sonra çözüm gerçek hayata yorumlanır.

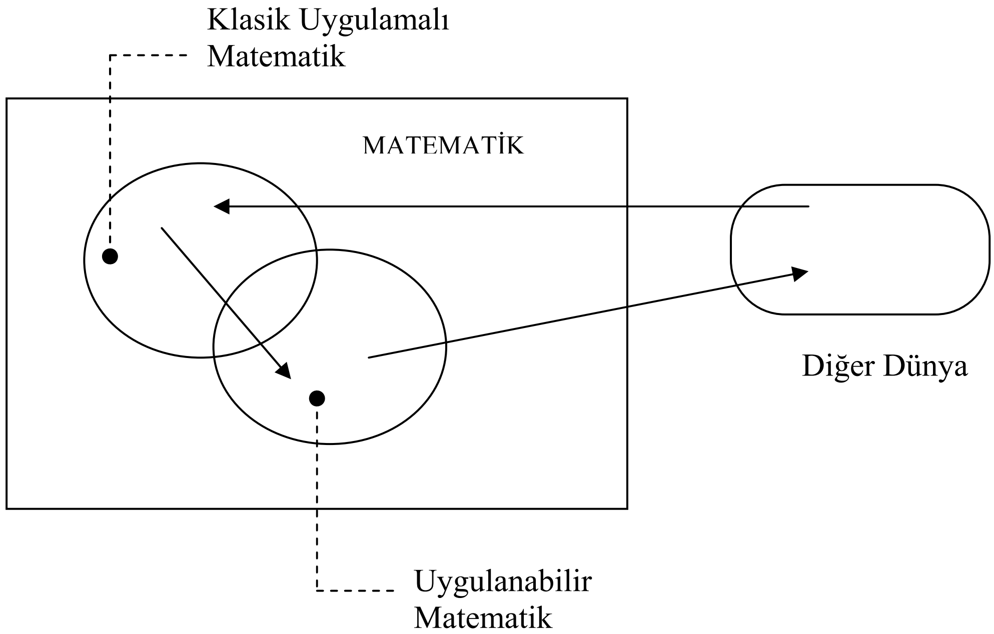
King (1992), matematiksel dünya ve gerçek dünya arasındaki ilişkiyi aşağıdaki şekilde açıklamıştır.



Şekil 1.3. Model oluşturma

King (1992) Şekil 1.3'te gerçekleşen süreci şu şekilde anlatmıştır: Anlamayı arzu ettiğimiz bir gerçek dünya parçasını ele alalım. Bu parça yukarıdaki şekilde gerçek dünya dikdörtgeninde taranmış bölge olarak gösterilmiştir. Bu parça bir golf topunun, ya da daha genel olarak havaya fırlatılmış bir cismin hareketine ilişkin bir problem olabilir. Taranmış alan bilimsel olarak anlamak istediğimiz gerçek dünya problemini göstermektedir. Bu olgu hakkında geçmiş gözlemlerimizle uyumlu sonuç veren ve hata yapmamışsak gelecekteki durumu da gösterecek olan bir teori geliştirmek istiyoruz. Bu olgu hakkındaki düşüncelerimizi kontrol etmek için önce onun için sembolik bir benzetme geliştirmemiz gerekir. Bu yolda ilk adım, araştırılan gerçek dünya parçası için matematiksel bir model inşa etmektir. Bu adım gerçek dünya olgusunun matematiksel dünyadaki soyut bir kopyasını yapmamızı gerektirir. Konuyu etkileyen faktörler ayrıldıktan sonra matematiksel model oluşturulabilir. Verilen problem için oluşturulan matematiksel model yukarıdaki şekilde matematiksel dünya dikdörtgeninde taranmış bölgeyle gösterilmiştir. Matematiksel modeli meydana getirme süreci yukarıdaki şekilde görülen soyutlama olarak adlandırılmış okla gösterilmiştir. Model oluşturmada kullanılabilen matematik türlerine uygulanabilir matematik diyeceğiz. Matematiksel model meydana geldikten sonra bizi ilgilendiren olgunun kendisi değil soyut kopyasıdır. Bu modeli ele alıp, mantık yasaları ve matematik kuralları kullanarak, onun sahip olabileceği başka özellikler çıkarırız. Başka bir deyişle matematiksel semboller üzerinde çalışarak model hakkında daha önce bilmediğimiz olgular bulmaya çalışırız. Matematik burada son bulur. Bundan sonraki adım yeni matematiksel gerçekleri, gerçek dünya olgularına uygulama adımıdır.

Voskoglou (2006), modelleme sürecini tanımlayan ilk kişilerden biri olan Pollack (1979)'ın matematik ve gerçek dünya arasındaki ilişkiyi "Modelleme Devri" olarak bilinen aşağıdaki Şekil 1.4 ile anlattığını belirtmiştir.



Şekil 1.4. Modelleme devri (Voskoglou 2006)

Voskoglou (2006), Pollack (1979)'ın şemasının en önemli özelliğinin; günlük yaşamdaki insan aktivitelerini, diğer bilimlerin hepsini içeren diğer dünya ve matematik evreni arasındaki döngüyü oklar aracılığıyla sunması; başka bir deyişle matematiksel modelleme olarak adlandırdığımız kavramın özünü anlatması olduğunu belirtmiştir. Başlangıçta bir gerçek durum veya bir gerçek problemden yola çıkarak şemanın diğer kısımlarına ilerlerken uygun bir matematik kullanır veya geliştiririz, sonra diğer dünyaya giderek matematiksel sonuçları yorumlarız. Eğer sonuçlar memnun etmezse tekrar döngünün başına gideriz.

Pollack Şekil 1.4'ü ICME–3 (1976)'te sunduğundan beri matematiksel modellemenin süreçleri araştırmacılar tarafından ayrıntılı olarak analiz edilmeye devam etmiştir.

Voskoglou (2006) aslında var olan bütün fikirlerin aşağıda S1 ile başlayıp S5 ile biten beş ana safhayı içerdiğini belirtmiştir:

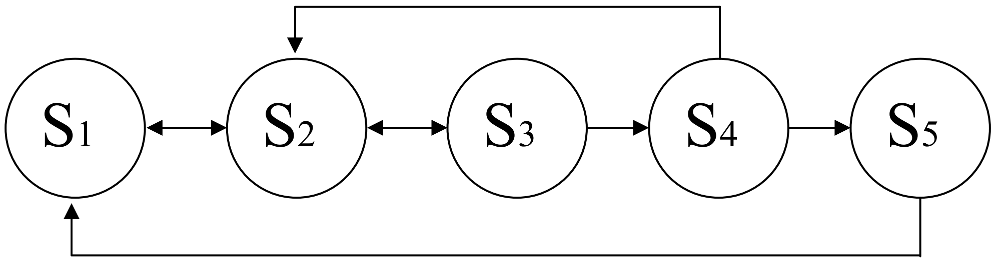
S1: Problemi anlama: Gerçek sistemin gereksinimlerinin ve sınırlamalarının farkına varma ve ifade etmeyi anlama.

S2: Matematikleştirme: Matematiksel uygulamalar için hazırlanacak ve modeli inşa edilecek bir şekilde gerçek durumu formülize etmek.

S3: Modelin Çözümü: Uygun matematiksel işlemlerle başarılır.

S4: Modelin kontrolü: Modelin çözümünden önce var olan şartlar altında gerçek sistemin davranışı model sayesinde yeniden üretilerek başarılır.

S5: Yorum: Bizim problemimize cevap verebilmek için gerçek sisteme modelin uygulamalarının ve son matematiksel sonuçların yorumu.



Şekil 1.5. Matematiksel modelleme süreci'nin akış diyagramı (Voskoglou, 2006)

Voskoglou (2006) matematiksel modellemedeki akış diyagram sürecinin sınıflara nasıl yansıtılacağını şöyle anlatmıştır: Öğretmen öğrencilere çözmesi için bir problem verir. Matematiksel modellemeyi kullanacak olan bir problem çözücü başlangıçtaki S1 aşamasından başlayarak sırasıyla S2 ve S3'ü izler. Bu aşamadan itibaren eğer elde edilen matematiksel ilişki modelin analitik bir çözümüne izin vermiyorsa çözücünün S2' ye dönmesi gerekir, daha sonra S3' e geçerek sürece devam edebilir. Problemin çözümünden sonra modelle birlikte çözücünün modelin geçerliliğini kontrol edebilmesi için gerçek sisteme dönmesi gerekir (S4). Eğer model sistemin performansı için güvenli bir tahmin vermiyorsa çözücünün modeli doğrulatmak için S4'ten S2'ye dönmesi gerekir. Burada çözücü sıra ile yine S3'ü ve S4'ü tekrar etmelidir. Modelin geçerliliği sağlandıktan sonra çözücü S5 aşamasına geçebilir. Bu aşamada ise son matematiksel sonuçlar ve uygulamalar gerçek sistemle sonuçlandırılarak yorumlar yapar. Çözücü problemin sorularına cevap verir. Modelleme süreci S5 aşaması ile tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencilere çözmeleri için yeni bir problem verir ve süreç tekrar S1' den başlar.

Kaiser et al. **(2006) ise modelleme devirlerinin kullanımının analitik bir araç olarak aşağıda belirtilen altı amaca hizmet ettiğini belirtmiştir.**

1. **Özel matematiksel modelleme süreçlerini analiz etme.**
2. **Matematiksel modelleme yeteneğindeki anahtar noktaları tanıma.**
3. **Öğrencilerin modelleme çalışmalarını analiz etme.**
4. **Öğrencilerin modelleme çalışmalarını ve ilgili üst-bilişlerini desteklemede bir araç olma.**
5. **Modelleme dersleri ve projeleri planlamak için didaktik bir araç olma.**
6. **Matematik öğretiminde bir müfredat elemanını analiz etme ve tanımlamanın bir yolu olma.**

Modelleme sürecinin tüm yönleri,

- Öğrencilere, matematiğin farklı konu alanlarındaki problemleri anlamaya, formüle etmeye ve uygulamaya nasıl katkıda bulunabileceğine ilişkin bir deneyim kazandırır.
- Öğrenciler, doğadaki basit ilişkileri tanımlayarak modelleri uygulayabilir modellerin potansiyellerinin ve sınırlılıklarının farkına varabilirler.
- Öğrenciler, var olan modellerin gerçekleri hakkında yorum yapabilir ve tartışabilirler.
- Öğrenciler, modelleme ve problem çözme ile ilişkili matematiğin teorik ve pratik yanları arasında hareket edebilirler (**Blomhøj and Kjeldsen 2006**).

Matematiksel modelleme, matematiğin bir ders olmanın ötesinde günlük yaşamımızda nasıl tezahür ettiğini görme imkânı öğrencilere sunduğundan ve öğrencilerin matematikteki başarısını arttırma potansiyeline sahip olduğundan matematik öğretiminin dinamik bir aracı olarak karşımıza çıkmaktadır (Matos 1998). PISA'da matematik eğitiminin bir amacı olarak öğrencilerin günlük ve gelecek yaşamlarında matematiği kullanma kapasitelerini geliştirmeyi vurgulamıştır. Matematiksel modelleme, okullardaki matematik derslerinde ağırlığını arttırırken şu soruları da beraberinde getirmiştir: Modelleme yeteneği diye bir yetenek var mıdır? Modelleme yeteneği diye bir kavram varsa bu yetenek nasıl tanımlanır ve hangi öğelerden oluşur? Bu ve bu tip soruların daha birçoğunun cevabını Maab (2005) yaptığı çalışmada açıklamış ve modelleme yeteneğini, modelleme problemlerinin becerilerini ve bu becerileri kullanabilme olarak tanımlamıştır. Bu çalışmanın sonucuna göre modelleme yetenekleri şunlardır:

- Modelleme sürecinin her bir adımını yürütmeyle ilgili olan alt-yetenekler.

1. Gerçek problemi anlama ve gerçeklik tabanında bir model oluşturma yeteneği
2. Gerçek modelden bir matematiksel model oluşturma yeteneği.
3. Bu matematiksel modelin beraberinde getirdiği matematiksel soruları çözme yeteneği.
4. Ulaşılan matematiksel sonuçları gerçek durumlara yorumlama yeteneği.
5. Çözümün geçerliliğini söyleme yeteneği.

- Üst-bilişsel modelleme yetenekleri.
- Gerçek dünya problemini anlama ve bir çözüm yöntemi mantığıyla çalışma yeteneği.
- Modelleme süreciyle ilgili tartışma ve bu tartışmayı kaydetme yeteneği.
- Gerçek dünya probleminin çözümüne matematiğin sunmuş olduğu ihtimalleri görme ve bu ihtimallerle ilgilenme yeteneği.

Kaiser (2005) ise modelleme yeteneği (modelling compotence) ile modelleme becerisi (modelling ability) arasındaki farka dikkat çekmiş ve modelleme yeteneğinin geliştirilmesi üzerinde durmuştur. Ona göre modelleme yeteneği, modelleme becerisinin aksine sadece bir beceri değil aynı zamanda matematiksel model sayesinde gerçeklikten alınan matematiksel yönler ile problemler hakkında çalışmaya istekliliktir.

Bu çalışmada matematiksel modelleme Keskin (2008)'in tanımladığı süreçlere göre ele alınmıştır.

1.2.1. Matematiksel modellemenin öğretim programlarına girişi

Yirminci yüzyılın ortalarından itibaren matematik öğretiminin amaçları giderek günlük yaşamın ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik amaçlara yönelmiştir (MEB 2005). Matematik öğretiminin amaçlarındaki bu yeni talepler, matematik derslerinin yapılandırılmasına da etki etmiştir. Okullardaki matematik derslerinin çerçevelerini sadece uygulamalı matematik yeterlikleri ile donatmak yetersiz olarak görülmüş bunun yerine,

- Günlük yaşamında, çevresinde ve diğer bilimlerde matematiğin varlığını anlayan öğrenciler

- Günlük yaşamından, çevresinden ve diğer bilimlerden problemleri içeren gerçek matematik problemlerini çözmelerini sağlayan yeterlikler kazanan öğrenciler

yetiştirmek hedeflenmiştir (Kaiser and Schwarz 2006). PISA çalışmaları da matematik eğitiminin amacını, öğrencilerin günlük ve gelecek yaşamlarında matematiği kullanma kapasitelerini geliştirmek olarak vurgulamıştır (OECD 2001). Bu da, öğrencilerin günlük yaşamdaki, çevrelerindeki ve bilimlerdeki matematiğin varlığını anlamaları gerektiğini ortaya koymaktadır. Türkiye'de de matematik eğitiminin amaçlarındaki yenilikler yeni Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programının vizyonuna yansımıştır. Programın vizyonunu özetle; günlük hayatında matematiği kullanabilen, problem çözebilen, çözümlerini ve düşüncelerini paylaşabilen, ekip çalışması yapabilen, matematikte öz güven duyabilen ve matematiğe yönelik olumlu tutuma sahip bireylerin yetiştirilmesi oluşturmuştur (MEB 2005).

Matematik dersi öğretim programlarının matematiksel modelleme ile tanışması da yeni bir şey değildir. Eski çağlardan günümüze kadar gerçek hayat problemlerini çözmek için matematiği kullanan tüm insanlar (Euclid (M.Ö. 230-275), Archimedes (M.Ö. 212-287), Galileo (1564-1642), Newton (1642-1727)), matematiksel modelleme metot ve fikirlerini kullanmışlardır. 1988' den itibaren de modelleme matematik dersi öğretim programının önemli parçalarından biri olmuştur (**Blomhøj and Kjeldsen, 2006).** Bilgi teknolojilerinin kullanımıyla birlikte matematiksel modelleme ve uygulamaları ile tanışma, özellikle ilköğretim ikinci kademeden itibaren matematik öğretimi uygulamalarındaki son gelişmelerin popüler yanını teşkil etmiştir. Lingefjärd (2006)'da, Skolverket (2006)'in matematikçilerin, matematik eğitimcilerinin, karar alıcıların ve politikacıların "matematiksel modellemenin öğretim programının önemli bir kısmını oluşturduğu" konusunda hem fikir olduğunu söylemiştir. Ayrıca Niss (1989) matematiksel modelleme ve uygulamalarının neden matematik dersi öğretim programının bir parçası olması gerektiğini, aşağıda sunulan beş özellik açısından açıklamıştır.

1. Öğreniciler arasında yaratıcı ve problem çözme davranışlarını, aktivitelerini ve yeteneklerini beslemek.
2. Matematik dışındaki alanlarda da matematiğin kullanımı sayesinde öğrencilerde eleştirel bir potansiyel geliştirmek, üretmek ve nitelemek.
3. Bireyler ve vatandaşlar olarak öğrencileri şu anda ve gelecek meslek hayatlarında konuların öğretiminde modelleme ve uygulamalarını yapabilecek pratik kazandırmak.
4. Matematiğin dünyadaki rolünü ve onun özelliklerini göz önüne alarak dengeli ve görsel bir matematik resmi oluşturmak.
5. Öğrencilerin matematiksel kavramları, metotları, sonuçları ve konuları anlamasına ve kazanmasına yardımcı olabilmek.

Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB 2005), Matematik Eğitiminde Temel Öğeler başlığı altında matematiksel modellemeye yer verilmiş ayrıca, programın temel öğeleri konusunda da matematiksel model kurabilme becerisine ve öz düzenleme yeterliklerine ayrı ayrı değinilmiştir. Bu programa göre matematiksel modelleme şu şekilde açıklanmıştır (MEB 2005):

Matematiksel Modelleme gerçek hayat problemlerinin matematiksel terimlerle çözümünü bulmayı temsil eden bir yöntemdir. Matematiksel modelleme; aslında gerçek hayat problemlerinin sadeleştirilmesi, soyutlanması ya da bir matematiksel forma dönüştürülmesidir. Matematik öğretimindeki modelleme etkinlikleri; kavramların doğrulanmasında, tanımlanmasında, genelleştirilmesindeki zorlukların ve stratejilerin gözlem ve analizinde, öğrenme ve iletişim kurma becerileri kazanma sürecinde etkin rol oynamaktadır. Gerçek hayat problemlerinin matematiksel modelleri kavramsallaştırıldığı zaman, problemin karmaşıklığının sadeleştiğini ve anlamlandırmanın kolaylaştırıldığını görürüz. Böylece matematiksel modeller, öğrenme sürecinde bilişsel yapıların oluşmasını kolaylaştırıp, öğrencilerin gerekli matematiksel bilgi ve becerilerini gerçek hayat problemlerine uygulayabilme davranışını kazanmalarını hızlandırır.

Geleneksel eğitim yapılan okullarda, öğretmenlerden öğrencilerine öğrenme materyali sağlamaları, öğrencilerini motive etmeleri ve öğrenme sürecinin sorumluluğunu almaları beklenir (Zimmerman 2005). Aslında öğrenciler kendi öğrenme sorumluluklarını alabilir ve kendi öğrenmelerini düzenleyebilirler. Bu noktada öğretmenlere düşen görev, matematik öğretiminde öğrencilerine iş birlikli öğrenme, keşfetme yöntemi ile öğrenme, proje tabanlı öğrenme, problem çözme yöntemi ile öğrenme vb. farklı öğretim metotlarını kullanmalarıdır. Matematiksel modelleme sahip olduğu özellikler açısından hem öğrenme yöntemi hem de öğrenme materyali olarak matematik öğretiminde kullanılabilir.

1.3. Problem ve Problem Çözme

Matematiksel modelleme, problem çözmenin özel bir formu olarak çok adımlı ve devirli bir süreç olarak tanımlanabilir (Blum et al. 2002). Bu ifadenin anlam kazanabilmesi

“Problem Çözme Nedir?” ve daha da önemlisi “Problem Nedir” sorularını cevaplamamızı gerektirmektedir. Çünkü “problem” ifadesi modelleme sürecinin başından sonuna kadar her aşamada karşımıza çıkmaktadır. Problem, en basit anlamıyla ilk karşılaşıldığı anda çözümü kişide hemen belirmeyen karmaşık durum ifadeleridir. Problem çözme ise problemin üstesinden gelme sürecidir (Baykul 2005). Lester (1983) ise bir durumun problem olabilmesi için aşağıdaki özellikleri taşıması gerektiğni belirtmiştir;

1. Bireylerin veya grupların bir çözüm bulmak istedikleri veya ihtiyaç duydukları durumlarla karşı karşıya gelmeleri.
2. Çözümü tamamıyla tanımlayan veya garantileyen hali hazırda ulaşılabilen bir prosedürün olmaması durumu.
3. Bireylerin veya grupların bir çözüm bulma veya çözüm bulmaya teşebbüs etme durumları.

Lester (1983)’in bu tanımları çerçevesinde problem çözme de, bir problem üzerinde çalışırken kişilerin dâhil olduğu aktiviteler olarak tanımlanabilir.

Altun (2005) problem sözcüğünün oldukça geniş anlamlara sahip olduğunu, problemin illa da matematikle ilgisi olmasının şart olmadığını belirtmiş ve problem kavramının anlaşılmasını kolaylaştırmak için aşağıdaki etkinlik örneğini vermiştir:

Etkinlik: Problem Kavramı Grup =2-3 kişi İşlemler: *Aşağıdaki üç sorunun okunması 1. Bir çiftlikte bulunan 40 inekten birincisi 1kg, ikincisi 2 kg, üçüncüsü 3 kg, … ,kırkıncısı 40 kg süt vermektedir. İnekleri 5 kardeş arasında öyle bir paylaştırınız ki her kardeşe düşen inek sayısı ve süt miktarı aynı olsun. 2. %35 indirimle 13.65 liraya satılan bir malın, indirimsiz fiyatı kaç liradır? 3. 52 sayısının 5 katının 13 eksiği kaç eder? *Yukarıdaki üç sorudan, hangisinin sonucunu merak ediyorsunuz? Bunlardan yalnız birine problem demek zorunda kalırsanız bu hangisi olur?

Altun (2005) bu etkinlikte yer alan sorulardan birincisinin gerçek bir problem, ikincisinin bir dört işlem problemi, üçüncüsünün ise bir problem değil alıştırma olduğunu belirtmiştir. Baykul (2005)'a göre ise alıştırmalar genel olarak problem durumları olarak kabul edilmezler çünkü bu tür sorular öğrencilerin hemen cevap verebilecekleri türden sorulardır.

Gerek ülkemizde gerekse dünyada matematik eğitimcilerinin üzerinde hemfikir olduğu görüş, problem çözmenin okul matematiğinin merkezinde olması görüşüdür (Demirel 2007 ve Hacısalihoğlu 2004). Peki, matematiksel problem çözme nedir? Literatürde birbiriyle çelişen farklı matematiksel problem çözme ve matematiksel problem tanımları yer almaktadır. Bu tanımlar aşağıda belirtilmiştir.

Matematiksel problem çözme, kişinin problemin yarattığı gerilimden kurtuluncaya kadar durum hakkında yeni bilgiler elde etme ve matematiksel bilgisini kullanarak problem durumuna uygun bir mantığı aramak için gerçekleştirmiş olduğu düşünme sürecidir (Lester and Kehle 2003). Matematikte problem çözme; basit sözel problemleri ve rutin olmayan problemleri çözmeyi, matematiği gerçek durumlara uygulamayı ve yeni alanların oluşmasına neden olabilecek yorumları yapmayı ve test etmeyi içermektedir (Silver et al. 1980). NCTM'e göre matematik kavramları ve becerileri problem çözme ortamında öğrenilebilir; ayrıca üst düzey düşünme becerisi ve düşünmenin gelişimi de problem çözme deneyimleri ile mümkün olabilmektedir.

Gül ve Kandemir (2006), matematiksel problem çözmenin Kienel (1977) tarafından beş kategoride incelendiğini belirtmiş, bu kategorileri aşağıdaki şekilde açıklamıştır:

1. tip problemler bir kural, algoritma veya bir işlem uygulanarak çözülebilir. 1.tip problemlerde kural, algoritma veya işlem açıkça ifade edilir. 2. tip problemlerde kural, algoritma veya işlem, problemi çözen tarafından bilinir ama açıkça ifade edilmez. 3. tip problemler; kurallar, algoritmalar veya işlemler, problemi çözen tarafından bilinen kuralların, algoritmaların veya işlemlerin birleştirilmesi yoluyla oluşur. 1. ve 3. tip problemler bir kural, algoritma veya bir işlem uygulanarak çözülebilir. 4. tip problemlere sözel olarak "günlük hayatta karşılaşılan" problemler adı verilir. 4. tip problemlerde öncelikle matematiksel içerik çözümlenmelidir ve daha sonra 4. tip problemler 1. veya 3. tip bir problemi elde etmek için matematiksel bir probleme dönüştürülmelidir. 5. tip problemler tüm problemleri birlikte içerir. 5. Tip problemlerin çözümünü elde etmek için sadece kurallar, algoritmalar ve işlemlerin bilgisi yeterli değildir. Aynı zamanda olgular bilgisi ile verilenlerin özelliklerine de ihtiyaç vardır. "Açık uçlu" problemler veya "meydan okuyucu" problemler" 5. tip problemlere örnektir. Bu tür problemleri çözmek için, yeni bir fikre ve "bilişsel atlayışa" (cognitive jump) ihtiyaç vardır.

Altun (2000) ise matematik öğretimindeki amaçlarını esas alarak problemlerin rutin (dört işlem) ve rutin olmayan (gerçek) problemler olarak ikiye ayrılabileceğini ifade etmiş, bu problemleri şöyle açıklamış ve örneklendirmiştir: Rutin problemler, matematik ders kitaplarında çokça yer alan ve dört işlem problemleri olarak bilinen problemlerdir. (Ör: Ali 212 sayfalık bir kitabın birinci gün 30, ikinci gün 42 sayfasını okudu. Üçüncü gün kitabın yarısına geldiğine göre üçüncü gün kaç sayfa okumuştur?). 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. Bu problemler ya gerçek hayatta karşılaşılmış ya da karşılaşılabilecek bir durumun ifadesidir. Bundan ötürü bunlara gerçek hayat problemleri de denir (Ör: Bir adam bir oyundan bir tilki, bir ördek ve bir çuval mısır kazanıyor. Bunlarla birlikte bir nehrin bir kıyısından öbür kıyısına geçmek zorunda fakat bir kayık var ve çok küçük. Adamla birlikte bu kayık ancak birini alabiliyor. Mısırı geçirse tilki ördeği yiyebilir, tilkiyi geçirse ördek mısırı. Hiçbir zayiat olmadan bunları karşıya nasıl geçirebilir?).

Problem çözme üzerinde yapılan tanımlar yıllar içerisinde oldukça çok ve farklı tanımı da bir araya getirmiştir. Bu tanımlar bugün okul matematiğinde hala ısrarla sürdürülen bilgi-süreci tabanlı tanımlardan Lesh and Doerr (1998)'in başarılı problem yorumları ortaya çıkarabilmek için başlangıçta yetersiz olan kavramsal modellerini öğrencilerin yeniden tanımlayarak, dönüştürerek, genişletmek zorunda oldukları rutin olmayan problemleri tanımlamaya kadar değişiklik gösterir. Bu iki bakış açısı arasındaki farklılık; bilgi-süreci tabanlı bakış açısında problem çözme, açıkça belirlenmiş verilenler ile açıkça belirlenmiş olan amaçlar arasındaki güçlü yordamı araştırma olarak tanımlanırken; model seçme aktivitelerindeki bakış açısına göre ise problem çözme, sabit bir bilgi süreçli yorumu veya yordamı kullanmaktan ziyade öğrencinin kendi yorumları üzerinde işlem yaparak ilerlemesidir (Zawojewski and Lesh 2002).

Problem çözme üzerinde yapılan farklı tanımların doğurmuş olduğu farklı bakış açıları, farklı problem çözme stratejilerini de gündeme getirmiştir. Literatürde en çok karşılaşılan problem çözme stratejisi, Polya (1945)'nın problem çözme adımlarından aşağıdaki şekilde sunmuştur.

1. Problemin anlaşılması;
2. Problemde verilenler ve istenen (ya da istenenler) arasında matematiksel ilişkilerin kurulması, çözüm için gerekli matematik cümlesinin yazılması, başvurulacak işlemlerin belirlenmesi;
3. İşlemlerin yapılması;

4. Sonucun doğru olup olmadığının kontrol edilmesi

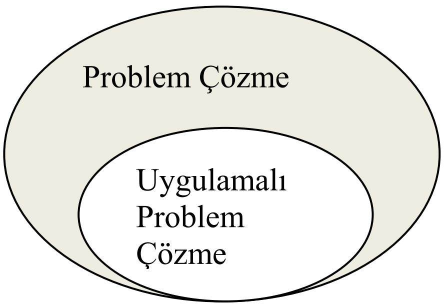
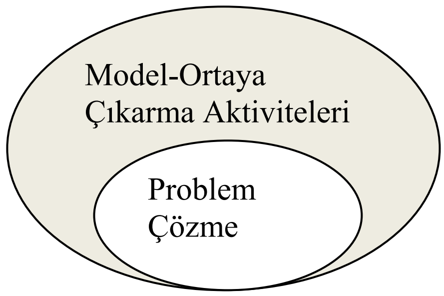
Koç ve Bulut (2002)'un belirttiği gibi yapılan uluslararası birçok çalışma, öğrencilerin matematiksel problem çözme performansının Polya'nın stratejilerini kullanarak arttığını göstermiştir. Öğrencilerin okul matematiğinde sıklıkla karşılaşmış oldukları bir şekil çiz, benzer bir problem düşün, verilenleri ve istenenleri belirle şeklindeki geleneksel problem çözme stratejileri de Polya'nın problem çözme adımlarından alınarak oluşturulmuştur (Zawojewski and Lesh 2002).

1.3.1. Problem çözme ve matematiksel modelleme arasındaki fark nedir?

Berry and Houstan (1995) matematiksel modellemeyi, matematiksel problem çözmeyi sağlayan metotlardan biri olarak düşünmüşlerdir. Problem çözme ve matematiksel modelleme tanımları dikkate alındığında matematiksel modellemeye problem çözmenin bir formu diyebiliriz. Ancak matematiksel modelleme çoğunlukla yukarıda bahsedilen gerçek yaşam durumlarında (günlük yaşam problemlerinde) ortaya çıkar. Çünkü her matematiksel modelleme, gerçek bir yaşam problemi (veya durumu) ile başlar. Ancak matematiksel modelleme de öğrencilerin takip etmesi gereken keskin stratejiler yoktur. Model-oluşturma problemlerinde ise bu strateji ve yöntemler öğrencilere nadiren bilinçli olarak verilir; öğrencilerden bu stratejilere kendilerinin ulaşması sağlanır.

NCTM'de (1999) matematiksel modellemenin bütün problem çözme tanımlarındaki özellikleri içermesine rağmen, problem çözmeden oldukça farklı olduğunu belirtilmiş, matematiksel modelleme durumunda olayların problemler gibi yorumlanması, önemli faktörlerin seçilerek ilişkilerin tanımlanması, bu ilişkilerin matematiksel olarak yorumlanması ve yorumların analizi yapılarak olay hakkında çözüme gidilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Lesh and Doerr (2002) "problem çözme aktiviteleri" yerine "model ortaya çıkarma aktiviteleri" terimini kullanmayı uygun görmüştür. Çünkü onlara göre model ortaya çıkarma aktiviteleri, özelleşmiş sorulara verilen kısa cevapların ötesinde çok daha fazla bir anlam ifade eden, matematiksel olarak önemli sistemleri kontrol etmek, öngörüde bulunmak, tanımlamak, açıklamak, yapılandırmak için şekillendirilebilen, değiştirilebilen, ustalıkla yönetilebilen ve yeniden kullanılabilen kavramsal araçlardır (modeller gibi). Lesh and Doerr (2002), geleneksel ve modelleme bakış açısında problem çözmeyi Şekil 1.6 ile ifade etmiştir.

Geleneksel Bakış Açısı Uygulamalı problem çözme geleneksel problem çözmenin özel bir durumu olarak uygulanır.	**Modelleme Bakış Açısı** Geleneksel problem çözme model-ortaya çıkarma aktivitelerinin özel bir durumu olarak uygulanır.
 	
Gerçek yaşam problemlerini çözmeyi öğrenmenin üç adım içerdiği kabul edilir: 1. İçerik dışı durumlardaki ön gerekli fikirleri ve yetenekleri öğrenme. 2. Problem çözme sürecindeki sıradan bağımsız genel içeriği öğrenme. 3. Eğer zaman izin verirse ek bilginin de gerekli olduğu gerçek yaşam durumlarında öncü fikirleri, becerileri ve sırayı öğrenme.	Anlamlı problemler çözmek, mantıklı çözüm adımları düşünülmeden önce anlamlı yorumların oluşması gerektiği problemleri çözmekten daha kolay kabul edilir. Anlama bütün durumların veya hiçbir durumun olması düşüncesi değildir. Gerçek yaşam problemlerini çözmek için gerekli olan yetenekler, süreçler, yapılar, fikirler geliştirme en çok gelişimin orta seviyesindedir.

Şekil 1.6. Geleneksel ve modelleme bakış açısına göre problem çözme
(Lesh and Doerr 2002)

Bu şekle göre geleneksel bakış açısında gerçek yaşam problemlerini çözme, açık olmayan (gözlenemeyen) bir yolda verilenlerden amacı elde etme süreci olarak karakterize edilirken modelleme bakış açısında gerçek yaşam problemlerinin en önemli yönü verilenleri, amaçları, muhtemel çözüm yollarını yorumlamak için kullanışlı yollar geliştirmek olarak tarif edilir (Lesh and Doerr 2002).

Lesh (2005)'e göre modelleme devirlerinin her biri gerçek yaşam durumları ya da gerçek yaşam problemleri ile başlar. Peki, gerçek yaşam durumları neden bu kadar önemlidir? Bu soruya verilecek ilk cevap, model ve modelleme bakış açılarının, öğrencilerin matematiksel yeteneklerine okulun dışında da anlam kazandırılması gerektiğini düşünmeleridir. Sadece okul sınırlarında değil yaşamın her alanında matematiği aktif hale getirmek amaçlanmaktadır. Yaşamış olduğumuz teknoloji tabanlı bilgi çağında sıradan insanların bile günlük yaşamları sürekli değişen, dinamik, kompleks sistemlerin etkisini taşırken özellikle matematik ve teknolojinin yoğun olarak kullanıldığı mühendislik, mimarlık gibi tasarım bilimleri, ekonomi ve iş yönetimi gibi sosyal bilimler, bio-teknoloji ve nano-teknoloji gibi yaşam bilimlerinde de bu etki inanılmaz bir boyuta ulaşmaktadır. Özetle insanlar eskiden olduğundan çok daha fazla bir şekilde günlük yaşamda durumlarla/problemlerle karşı karşıya kalmaktadır.

İnsanın günlük hayatında ne zaman ne tür güçlüklerle karşılaşacağı veya ne tür ihtiyaçlarının doğacağı önceden bilinemediği için toplumdaki her bireyin gerçek yaşam problemlerini öğrenmesi ve çözebilmesi ihtiyaçlarını gidermesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Mayer (1982)'ın belirttiği gibi çağdaş eğitimin amaçlarından biri de "kendi kendine güçlüklerin üstesinden gelebilen insanı yetiştirmek" tir. Bu amaçları gerçekleştirmede gerekli zihinsel beceriler (etkili akıl yürütme, eleştirel düşünme, problem çözme) söz konusu olduğunda matematik dersi diğer derslerden çok daha fazla yer tutar (Özsoy 2005). Bu noktada matematik bilgisinin hem gerçek hayatla hem de diğer derslerde öğrenilenler ile ilişkilendirilmesine önem verilmeli; okullarda matematiğin günlük hayattaki kullanımını açık biçimde öğrencilerin görmelerine yardımcı olacak örnekler seçilmelidir (Yılmaz 2009).

Öğrencilerin rutin olmayan problemleri (gerçek yaşam problemlerini) çözmeyi öğrenebilmesinde analiz dersleri de ayrı bir öneme sahiptir; birçok ülkede analiz, öğrencilerin üniversiteye giriş yapabilmeleri ve özellikle fen, matematik ve mühendislik gibi yüksek matematik bilgi ve becerisi gerektiren bölümlerde okuyabilmeleri için bir "altın anahtar" konumundadır (Bingölbali 2008). Analiz derslerinin gerçek yaşam problemlerini öğrenmedeki rolü bu alandaki araştırma konularından birini oluşturmuştur (Selden et al. 1999; Kapur 2005). Ancak yapılan çalışmalar bir bütün olarak analiz dersleriyle (limit, süreklilik, türev, integral), yüksek öğretimle sınırlı kalmış ve bu çalışmalar çoğunlukla bir veya birden çok dönem alınan analiz derslerinin gerçek yaşam problemleri çözmedeki etkisini araştırmayı hedef almıştır. Bu çalışmanın hareket noktasını analiz derslerinin en önemli iki kavramından biri olan türev kavramı (Berresford and Rockett 2004) ve ortaöğretimde bu dersi alacak olan öğrenciler oluşturmuştur.

1.4. Öz-Düzenlemeyi Öğrenme

Son zamanlarda yapılan bilimsel çalışmalar öğrenciyi fiziksel ve zihinsel olarak aktif hale getirecek ve öğrencilere kendi öğrenmelerinin sorumluluğunu yükleyecek yapılandırmacı yaklaşımlar üzerine yoğunlaşmıştır (Kadıoğlu vd. 2006). Bireyler kendi öğrenmesini nasıl yöneteceğini, kendisini nasıl güdüleyeceğini bilmeli, geriye dönerek kendi performansını düzeltmeli ve geliştirmelidir (Koç 2007). Başka bir ifade ile bireyler kendi kendine öğrenebilen bağımsız öğreniciler kısacası öz-düzenleyici öğreniciler olmalıdırlar.

Öz-düzenleyici öğreniciler; belli bir öğrenme durumunu doğru olarak tanıma, öğrenebilmesi için en uygun öğrenme stratejisini seçme, stratejinin ne derece etkili olduğunu inceleme ve öğrenmeyi gerçekleştirene kadar güdülenmiş olarak yeterli çabayı gösterme işlem basamaklarını etkili olarak uygulayabilen öğrenicilerdir (Arrends, 1979). Derry ve Murphy (1986)'ye göre öz düzenleyici öğreniciler hedefi

analiz etme ve tanımlama, stratejiyi planlama, stratejiyi uygulama, stratejinin sonuçlarını izleme ve stratejiyi uygun hale getirme halinde beş basamaklı olan ve aynı zamanda da yukarıdaki dört basamağı içine alan yaklaşımı benimseyen öğrenicilerdir. Dolayısıyla öz-düzenleyici öğreniciler, öz-düzenleme kavramının öneminin bilincinde olup bu kavramın özelliklerini uygulayan öğrenicilerdir.
Zimmerman ve Martinez-Pons (1988) öz-düzenleyici öğrencilerin,

- Bir kazanım süreci boyunca çeşitli safhalarda çeşitli stratejileri planladıklarını, organize ettiklerini, yönlendirebildiklerini ve değerlendiklerini,
- Kendilerini öz-yeterli, özerk ve içsel olarak motive olmuş olarak algıladıklarını,
- Akademik olarak öncü olduklarını,

belirtmişlerdir.

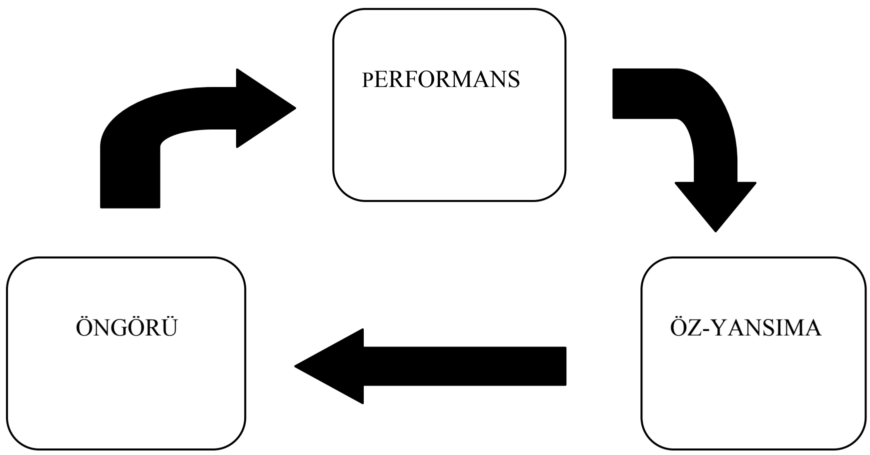
Öz-düzenleyici öğrencilerin sahip olduğu öz- düzenleme; bireyin kendi davranışlarını gözleyip, kendi ölçütleriyle karşılaştırarak yargıda bulunması ve gerekiyorsa davranışlarını ölçütlerine uygun hale getirmesi, diğer bir deyişle bireyin kendi davranışlarını etkilemesi, yönlendirmesi, kontrol etmesidir (Senemoğlu 2005). Bu tanımdan hareketle öz-düzenlemeyi öğrenmeyi (self-regulated learning), özü/kendini bilme, kendinin farkında olma olarak açıklayabiliriz. Çünkü kendini tanıyan, nasıl ve ne öğrendiğini gözden geçiren kişi, kendi öğrenmesini üstlenme ve kişisel anlamlarını oluşturabilme şansı bulur (Köksal 2007). Öz-düzenlemeyi öğrenen bireyler, koydukları ya da belirledikleri amaçları göz önünde bulundurarak ve sahip oldukları yetenekleri, kabiliyetleri, dezavantajları ve sınırlıkların farkında olarak kendilerini sürekli olarak izlerler ve gösterdikleri gelişimleri daima kontrol ederler (Alcı ve Altun 2007).

Başarı ve akademik performansın en önemli etmenlerinden birisi olduğu düşünülen öz-düzenleme, pek çok kuramsal bakış açısı tarafından tanımlanmış ve modellendirilmiştir.

Örneğin Zimmerman (1986) öz-düzenlemeyi öğrenmeyi, "öğrencilerin biliş, üst-biliş ve motivasyonlarını aktif olarak düzenleyebilmeleri ve bu çeşitli düzenleme süreçleri sayesinde amaçlarına ulaşmaları ve çok daha iyi performans ortaya koyabilmeleri" olarak tanımlarken. Pintrich (2000) öz-düzenlemeyi, "öğrencilerin kendi öğrenme hedeflerini belirledikleri, bilişlerini, motivasyonlarını ve davranışlarını düzenlemeye çalıştıkları, hedefleri ve çevrelerindeki bağlamsal özellikler tarafından yönlendirilip sınırlandırıldıkları, aktif ve yapıcı bir süreç" olarak yine, Zimmerman (2001) ise "kişinin öğrenme sürecinde meta bilişsel, motivasyonel ve davranışsal olarak aktif olma dereceleriyle ilgili bir kavram" olarak tanımlanmıştır.

Öz-düzenlemeyi öğrenme, sınıf içerisindeki öğrenci akademik performansının ve başarısının önemli bir parçasıdır. Akademik öz düzenleme çalışmaları, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerinin nasıl yöneticisi olacağını açıklaması bakımından son yıllarda büyük dikkat çekmiştir. Akademik öz-düzenleme zekâ gibi bir zihinsel yetenek veya okuma becerisi gibi bir akademik yetenek değildir; akademik öz-düzenleme daha çok kişinin kendi kendini idare edebilme sürecidir ki, bu süreç sayesinde öğreniciler zihinsel becerilerini akademik yeteneğe çevirebilirler (Zimmerman 1998).

Öz-düzenleme teorisi bakış açısında öğrenme Şekil 1.7'de gösterildiği gibi, ön-düşünme (forethought), performans/irade kontrolü (performance/ volitional control) ve öz-yansıma (self-reflection) şeklindeki üç devirli safhadan oluşan açık uçlu bir süreç olarak tanımlanır (Zimmerman 1998).



Şekil 1.7. Akademik öğrenmenin devirli safhaları (Zimmerman 1998)

Bu üç aşamadan öngörü aşaması, gerçek performanstan önce vardır ve amaçlar ve modelleme gibi olaylar için ortam oluşturan süreçlerle ilgilidir; performans kontrol aşaması, öğrenme stratejilerinin kullanımı, geribildirim ve sosyal karşılaştırma gibi öğrenme boyunca meydana gelen dikkati ve faaliyeti etkileyen süreçleri içerir; performanstan sonra meydana gelen öz-yansıma aşaması boyunca öğreniciler gerekli stratejileri kullanarak, amaçlarını değerlendirerek fikirlerinin yeterliği hakkında yargıda bulunurlar.

Zimmerman and Shunk (2007) ise öz-düzenlemenin gelişiminin sosyal bilişsel modelini formüle etmişlerdir (Çizelge 1.2.). Bu model gelişimin gözlemsel (observational), benzemeye çalışma (emulative), öz-kontrollü (self-controlled) ve öz-düzenleyici (self-regulated) olmak üzere sosyal kaynaklarla başlayan ve ardından kendi kaynaklarına dönen dört seviyede olduğunu kabul eder. Buradaki ilk iki seviye sosyal faktörlere daha çok bağlıyken, son iki seviye daha çok öğrenici tarafından etkilenmeye bağlıdır (Zimmerman and Schunk 2007).

Çizelge 1.2. Öz-düzenleme gelişiminin sosyal bilişsel modeli

Aşama	**Temel Özelliği**
Gözlem	Model öğretimden yeteneğin kazanımı
Benzemeye Çalışma	Sosyal rehberlik ve geribildirimle yeteneğin ortaya konması
Öz-Kontrol	Yeteneğin içselleştirilmesi ve bağımsız biçimde ortaya konması
Öz-Düzenleme	Kişisel ve çevresel şartların değişimine yeteneğin adaptasyonu

Schunk (2001), bu dört safhayı ve içeriklerini aşağıdaki şekilde açıklamıştır: Öğrenmeye yeni başlayanlar sosyal modellerden, öğretimden, görev yapılandırılmasından ve teşvik edilme sayesinde beceri ve stratejileri iyi kazanabilirler. Gözlemsel seviyede öğrenciler stratejilerin ana hatlarını öğrenirler ama yeteneğin gelişebilmesi için başlangıçta geribildirimle beraber uygulamalar gerekir.

Benzemeye çalışma seviyesi, öğrenicinin performansı modelin genel formuna yaklaştığı zaman elde edilir. Öğrenici modelin hareketlerini tam olarak kopyalayamasa da modelin genel formuna artık erişmiştir. İlk iki seviyedeki temel farklılık gözlemsel öğrenmede sadece gözlemsel seviyede bir kazanım söz konusuyken benzemeye çalışma seviyesinde aynı zamanda bir performans da söz konusudur.

Beceri öğrenmenin bu ilk iki kaynağı başlangıçta sosyal kaynaklıdır çünkü gözlemsel ve benzemeye çalışarak öğrenme için modele ihtiyaç duyulur. Öğrenilen beceri veya stratejinin içselleştirilmesi başlamıştır; fakat bu süreç öz-kontrol ve öz-düzenlemenin devreye girmesiyle artacaktır.

Öz-kontrol seviyesi, öğrenicinin ilgili görevde performansını sergiliyorken bağımsız bir şekilde yetenek veya stratejiyi kullanma kapasitesidir. Bu safha boyunca yetenek veya strateji içselleştirilir.

Öz-düzenleyici seviye ise kişisel ve çevresel şartların değiştiği durumlarda bile öğrenicinin yetenek ve stratejilerini duruma sistematik olarak adapte etmesine izin veren bir seviyedir. Bu seviyede öğreniciler yetenek ve stratejilerinin kullanımına başlayabilirler, durumun özelliklerini baz alarak düzeltmeler, ayarlamalar yapabilirler ve kişisel amaçları, öz-yeterlikleri sayesinde motivasyonlarını sürdürebilirler.

Öğrencilerin öz-düzenlemeyle ilgili özelliklerinin gelişimi Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programında (2005) de önemli bir yer tutmakta olup öz düzenlemede, gerekli yeterliğe sahip olunması için aşağıdakiler hedeflenmiştir:

- Matematikle ilgili konularda kendini motive etme,
- Matematik dersi için hedefler belirleyerek bunlara ulaşmak için kendini yönlendirme,
- Matematik dersinde istenenleri zamanında ve düzenli olarak yapma,
- Matematikle ilgili çalışmalarda kendi kendini sorgulama,
- Matematik dersinde ihtiyacı olduğunda ailesinden, arkadaşlarından ve öğretmeninden yardım isteme,
- Matematik dersine verimli bir şekilde çalışma,
- Matematik sınavlarında heyecanlı ve panik hâlde olmama,
- Matematik dersinde bireyler arası ilişkilerde saygının, değer vermenin, onurun, hoşgörünün, yardımlaşmanın, paylaşmanın, dürüstlüğün ve sevginin önemini bilme ve uygulama,
- Matematik dersinde yapılan çalışmalarda temiz ve düzenli olma,
- Matematik dersinde kendine veya başkalarına ait malzemeleri kullanırken özen gösterme.

Öğrencilerde öz-düzenlemenin geliştirilebilmesi için çocukların kendi kendilerini planlamalarına, izlemelerine, kendilerine dönüt vermelerine ve kendilerini düzeltmelerine olanak veren öğrenme- öğretme ortamları düzenlenmelidir (Senemoğlu 2005). Mousoulides et al. (2004)'ne göre de modelleme aktiviteleri özerk içerikleriyle beraber öğrencilere iç motivasyon sağlayan ve öğrencileri öz düzenlemeye terfi ettiren çok yönlü yorumlar ve yaklaşımlar benimsenmesine sebep olur. Öz-düzenleme bilişsel stratejiler, meta-bilişsel öz-düzenleme stratejileri ve kaynakları yönetim stratejileri olmak üzere üç ana stratejiye sahiptir (Pintrich and DeGroot 1990). Öz-düzenlemenin tüm ana stratejileri matematiksel modelleme aktivitelerindeki süreçlerde karşımıza çıkar. Örneğin problemi anlamak, açıklayabilmek bilişsel stratejiler boyutunda açıklanırken, probleme çözüm bulabilmek, çözümü uygulayabilmek meta-bilişsel stratejiler boyutunda, grup çalışmasıyla çalışma, gerektiğinde arkadaşından yardım alma, zamanı düzenleme gibi aktiviteler ise kaynakları yönetim stratejileri boyutunda karşımıza çıkacaktır. Dolayısıyla matematiksel modelleme derslerinin öğrencilerin iyi bir öz-düzenleyici olmalarında önemli bir role sahip olması beklenir. Bu çalışmada bu noktanın belirginleştirilmesi açısından oldukça önemlidir.

Matematiksel modelleme sürecinde öğrenciler genelde küçük gruplar halinde çalıştığından öğrenciler fikirlerini akranlarıyla paylaşarak düşünce dünyalarını geliştirebilirler. Grup çalışmalarında öğrenciler yaptıkları çalışmalarla ilgili düşüncelerini, zihinlerinde oluşturdukları yeni kavramları, ilişkileri, genellemeleri akranlarıyla tartışma ve bilgilerini yeniden oluşturma fırsatı bulabilmektedir. Grup çalışmalarında beraber problem çözmek, başarmak ve öğrenmek öğrencilere mutluluk verir. Üstelik grup çalışmalarında öğrencilerin kendi aralarında yardımlaşma çabalarının teşvik edilmesi öğrencilerin matematiğe karşı olumlu tutum sergilemelerini ve kendi matematiksel yetenekleri hakkında öz güven kazanmalarını sağlamaktadır (Baki 2006).

1.5. Bu Araştırmaya Ait Bazı Önemli Tanımlar

Alanyazın incelendiğinde bazı terimlerin farklı tanımları bulunmaktadır. Bu bölümde bu çalışmada kabul edilen tanımlara yer verilecektir.

Gerçek hayat problemi: uygulamalar olarak adlandırılabilir. Matematiksel modellemeler ya da daha genel olarak gerçek hatala ilişkili olabilecek matematiğin her parçasına ait problemlere gerçek hayat problemi denir (Blum and Niss 1989).

Matematiksel model: bir gerçek modelin, verisi kavramları, ilişkileri, durumları ve varsayımları matematiğe dönüştürülür. Bir gerçek modelin matematik yardımıyla oluşturulan modeline bir matematiksel model denir (Blum and Niss 1989).

Matematiksel modelleme: Gerçek hayat problemlerinin üstesinden gelme sürecidir. Matematiksel modelleme sürecinde gerçek hayattan bir problem alınır. Birinci aşamada problem anlaşılır, tanımlanır ve uygun veriler toplanarak analiz edilir. İkinci aşamada problemin çözümü için gerekli değişkenler belirlenir. Üçüncü aşamada bu değişkenler yardımıyla matematiksel model oluşturulur daha sonra bu model matematiksel işlemler yardımıyla bir matematiksel problem haline dönüştürülür. Bir matematik problemi olarak formüle edilir. Bazı varsayımlarla birlikte bir matematiksel model oluşturulur matematiksel problem çözülür. Bu çözüm yorumlanarak doğruluğu test edilir. Teste uygunluğu test edildikten sonra çözüm gerçek hayata yorumlanır (Keskin 2008).

Matematiksel modelleme yöntemi: Gerçek hayat problemlerinin matematiksel problemlerle çözümünü bulmayı temsil eden bir yöntemdir (MEB 2005). Bu yöntem belirlenmiş konulardaki her kazanımı gerçek hayat problemlerinden yola çıkarak ve matematiksel modelleme sürecini uygulayarak çözüme ulaşmayı hedefler.

Öz–düzenleme: Bireyin kendi davranışlarını gözleyip, kendi ölçütleriyle karşılaştırarak yargıda bulunması ve gerekiyorsa davranışlarını ölçütlerine uygun hale getirmesidir. Diğer bir deyişle, öz düzenleme, bireyin kendi davranışlarını etkilemesi, yönlendirmesi, kontrol etmesidir (Senemoğlu 2005). Pintrinch et al. (1991)'e göre öz-düzenleme öğrenme stratejileri ve motivasyonel inançlar olmaküzere iki bileşene sahiptir. Öğrenme stratejileri kendi arasında tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, metabilişsel öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama olmak üzere dokuz alt boyuttan, motivasyonel inançlar ise hedef yönelimi, amaca odaklanama, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı olmak üzere altı alt boyuttan oluşur. Bu bileşenlerden oluşan ve Pintrich et al. (1990) tarafından geliştirilen öğrenmede motive edici strarejiler ölçeği (ÖMSÖ)'nin alt boyutlarını yine Pintrinch et al. (1991) şu şekilde açıklamışlardır:

Tekrarlama (Rehearsal): Tekrarlama stratejileri öğrenilen şeylerin isimlendirilmesini içerir. Çalışan hafızadaki bilgiyi aktive etmenin en iyi yoludur. Bu stratejiler dikkat ve kodlama süreci için önemlidir, fakat öğrencilerin önceki bilgisiyle yeni bilgisini bütünleştirmeye yardım etmez.

Ayrıntılandırma (Elaboration): Ayrıntılandırma stratejileri, uzun süreli bellekte bilgi depolamak için oldukça önemlidir. Bu stratejiler özetleme, analoglar yaratma, üretici notlar alma gibi stratejileri içerir.

Örgütleme (Organization): Örgütleme stratejileri uygun bilgiyi seçme ve bilgiler arasında irtibat kurma açısından önemlidir. Metnin ana fikrini seçme ve kümeleme, örgütleme stratejilerinin en iyi örnekleridir.

Bilişüstü öz-düzenleme (Metacognitive self-regulation): Metabiliş, bilişin bilgisi, bilişin kontrolü ve biliş hakkında farkındalıktır. ÖMSÖ'de planlama ve öz-düzenleme yönleri vurgulanmıştır. Bu yönlerde ise planlama, izleme ve düzenleme olmak üzere üç önemli süreç vardır. Planlama aktiviteleri eski bilginin ilgili yönlerini aktifleştirmeye yardım eder. Amaç oluşturma ve görev analizleri, planlama aktiviteleri örnekleridir. İkinci aktivite olan izleme ise öğrencilerin materyali anlamasına ve dikkatin yardımı ile de onu eski bilgiyle bütünleştirmesine yardım eder. Son aktivite olan düzenleme ise öğrencilerin bir görev üzerindeki davranışını kontrol etmesine ve performansını geliştirmesine yardım eder.

Eleştirel düşünme (Critical thinking): Kritik düşünme öğrencilerin problemleri çözebilme ve karara varabilmek için yeni bilgiye önceki bilgilerinin uygulamasını yapmalarıdır.

Yardım arama (Help seeking): Yardım arama, öğrencilerin öğretmenlerinden veya arkadaşlarından destek almaları demektir. Onların yardımı öğrencileri pozitif olarak etkileyebilir.

Arkadaştan öğrenme (Peer learning): Arkadaştan öğrenme, arkadaşlarla irtibata geçmedir. Arkadaştan öğrenme, öğrencilerin bazen kendi kendilerine başaramayacakları şeyleri arkadaşları sayesinde başarmalarına yardım etmesi açısından önemlidir.

Zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi (Time and study environment regulation): Zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çalışma çevresinin ve çalışma zamanının düzenlenmesidir. Plan yapma ve şekillendirme, zaman yönetiminde önemlidir. Öğrencilerin gerçekçi amaçlar oluşturması ve çalışma zamanlarını etkili olarak kullanmaları gerekir.

Çaba Düzenleme (Effort regulation): Çaba düzenleme, öğrencilerin ortamda zorluklar olsa dahi amaçlarını gerçekleştirene kadar çabalarını kontrol etme yetenekleridir.

Hedef yönelimi (Intrinsic goal orientation): Hedef yönelimi, öğrencilerin bir öğrenme göreviyle veya dersle ilgilenmelerinin sebepleri, amaçları, uyumlarıyla ilgilidir. Diğer bir deyişle merakları, öğrenmek istemeleri gibi hangi sebeplerden dolayı derse katılmalarıyla ilgilidir. Hedef yönelimi içsel etkenlerle ilgilidir.

Amaca odaklanma (Extrinsic goal orientation): Amaca odaklanma, öğrencilerin bir görev üzerindeki not, hediye, rekabet, değerlendirilme gibi sebeplerden ne için çalıştığını ifade eder. Amaca odaklanma dışsal etkenlerle ilgilidir.

Görev değeri (Task value): Görev değeri, öğrencilerin görev ne kadar önemli, görevle ne kadar ilgililer ve görevin ne kadar kullanışlı olduğu gibi görev hakkında görüşleridir.

Öz-yeterlik (Self-efficacy): Öz-yeterlik öğrencilerin bir görevi ne kadar iyi yaptıkları ya da yapacakları hakkındaki görüşleridir.

Sınav kaygısı (Text anxiety): Sınav kaygısı, bilişsel ve duygusal olmak üzere iki bileşenden oluşur. Bilişsel bileşen öğrencilerin negatif düşüncelerine atıfta bulunurken, duygusal bileşen kaygının psikolojik ve duyuşsal noktalarıyla ilgilenir.

Öğrenme inanışlarının kontrolü (Control of learning beliefs): Öğrenme inanışlarının kontrolü, öğrencilerin pozitif sonuçlara ulaşmaları hakkındaki inanışlarıdır

Genel türev başarısı: Türev ve türevin uygulamaları ünitesiyle ilgili Ek 3'te verilen genel türev testinde öğrencilerin verdikleri cevapların puanı genel türev başarısı olarak alınmıştır.

Türev konusundaki matematiksel modelleme performansı: Türev ve türevin uygulamaları ünitesiyle ilgili Ek 4'te verilen türev konusundaki matematiksel modelleme performansı testinde öğrencilerin verdikleri cevapların puanı öğrencilerin türev konusunda gösterdikleri matematiksel modelleme performansı olarak alınmıştır.

Deney grubu: Çalışmada matematiksel modelleme yönteminin uygulandığı sınıf, deney grubunu oluşturmaktadır.

Kontrol grubu: Çalışmada geleneksel yöntemin uygulandığı sınıf, kontrol grubunu oluşturmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu kısımda öncelikle türev ile ilgili ülkemizde ve dünyada yapılan çalışmalara yer verilmiştir.

Ülkemizde ve dünyada türev konusu değişik boyutlarıyla birçok araştırmanın konusu olmuş ve bu çalışmalar çoğunlukla türev kavramının öğrenme sürecinde meydana gelen kavram yanılgıları ve öğrenme güçlükleri olmuştur. Cornu (1991)'nun bakış açısına göre, türev kavramını epistemolojik yönden zor kılan nedenlerin anlaşılması bu kavramın hem tarihsel gelişim süreci hem de kendisini oluşturan öğrenme zorluklarına neden olabilecek kavramların ayrı ayrı incelenmesini zorunlu kılmaktadır. Bingölbali (2008) türev kavramının epistemolojik olarak zor bir kavram olması ve bu yüzden öğrencilerin türev tanımı ile ilgili ciddi kavramsal zorluklara ve güçlüklere sahip olmasından ötürü türev kavramını sırasıyla türev-teğet ve eğim, türev-değişim oranı ve türev-limit ilişkileriyle alakalı olarak üç boyutta incelemiştir.

Amit ve Vinner (1990) bir öğrencinin teğet doğrusunun eğimini kullanarak teğet noktasındaki türevin eğimini bulma işlemini detaylı analize tabi tuttuklarında bu çalışmaya katılan öğrencinin türevle teğet doğrıları arasındaki ilişkiyi biliyor olmasına rağmen çok ciddi bir kavram yanılgısına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Öğrenci türev kavramını türev bir grafiğe belirli bir noktada çizilen teğetin eğimi olarak tanımlamasına karşın, teğet doğrusunun teğet noktasındaki denklemini sanki o noktadaki türevmiş gibi kullanmış ve görmüştür.

Ubuz (1996, 2001), İngiltere'deki mühendislik fakültesi birinci sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada öğrencilerin türev ile ilgili yaygın olarak gösterdikleri kavram yanılgılarını a) bir noktadaki türevin fonksiyonunu verir b) teğet denklemi türev fonksiyonudur c) bir noktadaki türev denklemidir d) bir noktadaki türev teğet denkleminin o noktada aldığı değerdir şeklinde sıralamıştır.

Orton (1983) yılında 16-18 yaş arasında 60 ve 18-22 yaş arasında 50 öğrenciyle klinik mülakat yoluyla yaptığı çalışmada öğrencilerin en fazla zorlandıkları sorulardan bazılarının "limit olarak türev" fikrinin kullanılması gereken sorular olduğu görülmüştür. Orton öğrencilerin türev kavramındaki limit fikrinin ne anlama geldiği ve ne işe yaradığı konusunda bilgi ve anlam eksikliklerine sahip olduklarını ortaya koymuştur.

Orton (1983) ayrıca türev ve değişim oranı kavramı arasındaki ilişki üzerinde de durmuş, değişim oranı kavramını grafiksel formlarda (düz doğrular veya eğri halinde) öğrencilere sunduğunda, öğrencilerin bu kavramla işlem yapma konusunda güçlük çektiklerini ortaya koymuştur. Çalışmaya katılan öğrencilerin özellikle bir eğri/fonksiyon üzerinde bir noktadaki değişim oranı fikrini anlamakta güçlük çektiklerini ve aynı zamanda eğri üzerindeki her noktanın farklı bir değişim oranına sebep olacağını da anlamakta zorlandıklarını göstermiştir. Türkiye'de de Bingölbali ve Akkoç matematik bölümü birinci sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada öğrencilerin benzer şekilde türev ve değişim oranı arasındaki ilişkiyi kurma konusunda zorluk çektiklerini görmüşlerdir. Hauger (2000)'de Amerikalı öğrencilerin anlık değişim oranını anlamlandırmakta ve türev olarak yorumlamadaki zorluklarına değinmiş ve bu zorlukların aşılması için nümerik yöntemin kullanılmasını tavsiye etmiştir.

Doğan vd. (2002) tarafından yapılan bir araştırmada ise öğrencilerin lisede okudukları; özel fonksiyonlar, fonksiyonlarda limit ve fonksiyonlarda türev ve uygulamaları konularında ne kadar hazır geldiklerini tespit etmek amaçlanmıştır. Araştırmada veriler önceki yıllarda ÖYS'de sorulan sorular içerisinden; araştırma konuları ile ilgili 18 sorudan oluşan çoktan seçmeli bir test ile toplanmış, test Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Eğitimi Anabilim Dalına kayıt yaptıran 189 öğrenciye uygulanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin; fonksiyonlarda limit konusunda %19, fonksiyonlarda türev ve uygulamaları konusunda %6 oranında doğru cevap verebildikleri, doğru cevap sayılarının ortalamasının 2,2 olduğu, öğrencilerin % 24,86

sının ise (47 öğrenci) hiçbir soruya doğru cevap veremediği, genelde sorular boş bırakıldığı tespit edilmiştir.
Kula vd. türevin geometrik anlamını yorumlamaya yönelik hazırlamış oldukları etkinliği kullanarak matematik öğretmen adaylarının konu ile ilgili bilgisini belirlemeye çalışmışlardır. Yanal yüzey alanı sabit koninin farklı yükseklikleri için, hacim-yükseklik grafiğini çizip yorumlayarak en büyük hacmi belirlemeye yönelik etkinlik, maksimum ve minimum problemlerinin uygulamalarını içermiştir. Uygulama sırasında öğrencilerin çalışmaları videoya alınmış ve katılımlı gözlem metoduyla dört ayrı grupta gözlem raporları tutulmuştur. Çalışmanın sonuçları, türevin grafiksel temsilinin öğrenciler tarafından yorumlanamadığını aynı zamanda grafiksel ve sembolik temsiller arasındaki bağlantının kurulamadığını göstermiştir.

Türevle ilgili olarak gerek ülkemizde gerek dünyada yapılan bu çalışmaları özetlersek öğrencilerin epistemolojik, psikolojik veya pedegojik boyutta bazı anlama zorlukları yaşamakta olduğunu ve bazı kavram yanılgılarına sahip olduğunu söyleyebiliriz.

Bu kısımda ise matematiksel modellerin ve matematiksel modellemenin matematik derslerinde kullanımı ile ilgili olan araştırmalara yer verilmiştir.

Roorda et al. (2005), türev kavramı açısından, öğrencilerin matematiksel modelleme ve uygulamalarına transfer becerilerinin nasıl ölçüleceği sorusuyla ilgilenmişlerdir. Bunun için araştırmacılar öncelikle öğrencilerin türev kavramını anlamasını analiz etmek için Zandieh (2000) tarafından geliştirilen çoklu sunum çerçevesini adapte etmişlerdir. Bu çerçeve, çoklu sunumlar ve konu süreci tabakaları olmak üzere iki ana bileşene sahiptir. Çoklu sunumlar; sembolik (farklı çarpımların limiti gibi), grafiksel (teğet doğrusunun eğimi gibi), sözel (anlık değişim oranı gibi), paradigmatik ve diğer olmak üzere beş kısımdan oluşurken, konu süreci tabakaları; oran, limit, fonksiyon gibi tanımlardan oluşmuştur. Bu çerçevenin matematiksel modelleme açısından önemli olan noktası öğrencinin hızın türevle yapılması gerektiğini anlaması, fiziksel bir modelde matematiksel bilgisini kullanması ve modelleme süreci devirlerindeki yeteneğini gösterebilmesidir. Araştırmacılar daha sonra onuncu sınıfta öğrenim görmekte olan on bir öğrenciye türev konusuyla ilgili bir test vermiştir. Bu test, araştırmacılara, öğrencilerin güç kuralını kullanıp kullanamadıklarını, aynı eğime sahip iki eğrinin noktalarını hesaplayıp hesaplayamadıkları gibi öğrencilerin bilgi ve becerileri hakkında bir fikir vermiştir. Birkaç hafta sonra on tane öğrenciyle yapılmıştır ve videoya alınmıştır. Üç öğrenci göreve dayalı görüşmeler boyunca yalnız çalışmıştır. Diğer altı öğrenci ise üçlü iki çift oluşturmuştur. Bu görüşmeler boyunca bir fizik problemi, bir ekonomi problemi ve bazı daha genel olan uygulama problemleri kullanılmıştır. Araştırmacılar özellikle iki öğrencinin performansı üzerine odaklanmışlardır. Bu iki öğrenci görevler boyunca beraber çalışmışlar fakat aynı matematik müfredatını takip etmelerine rağmen problemleri çözmek için farklı metotlar kullanmışlardır. Öğrencilerden biri sürekli olarak daha önce öğrenmiş olduğu kuralları kullanmaya çabalarken diğer öğrenci ise verilen durumu anlamaya uğraşmış, bazen verilen durumu yansıtan grafiğe bakarak tahmini cevaplar vermeye çalışmış, bir problemi çözdüğü zaman ise matematiksel model ve verilen durum arasında bağlantı kurmaya çalışmıştır. Görüşmelerin analizi yapıldığında bu çerçeve ile ilgili bazı problemler ortaya çıkmıştır. Sonuçlar göstermiştir ki öğrencilerin türevi anlamasının önemli bir kısmı bu çerçeveyle sunulamayabilir. Ayrıca matematiksel model ile gerçek dünya arasındaki ve matematiksel model ile sunumlar arasındaki geçişlerin görselleştirilmesi gerekir.

Analizin öğretimi için matematiksel modellemenin kullanımı üzerine bir başka çalışma da Jiang et al. (2005) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma 2003 yılında başlayan ve iki yıl süren bir projenin bir boyutudur. Çin'de her yıl yaklaşık beş milyon öğrenci lise ve üniversitelere başlamakta, bu öğrencilerin çoğu da en az bir veya iki dönem analiz dersi almak zorunda kalmakta ve yine bu öğrencilerin çoğu niçin analiz derslerinde bu kadar zaman harcadığını ve bu dersin gelecekte kariyerlerinde niçin bu kadar önemli olduğunu bilmemekte ve dolayısıyla eksik motivasyonla çalışmaktadırlar. Araştırmacılar projede bu nedenleri göz önünde bulundurarak "matematiksel modellemeyle işbirliği halinde olan matematik dersleri" başlıklı projeye başlama kararı almışlardır. Analiz, Lineer Cebir ve İstatistik ve Olasılık şeklindeki üç ana matematik dersine, gerçek dünya problemlerinden alınan ve bütün matematiksel modelleme süreçlerinin açıklamasını da içeren, ayrıca bu derslerin öğretimi için de etkili olarak kullanılabilen ve uygulanabilen, matematiksel modelleme üzerinde kullanışlı modüller yazma ve tasarlama etkinlikleri entegre edilmiştir. En önemlisi de bu modüllerin kullanımı öğretmenlerin düzenli öğretim faaliyetlerini aksatmamış bunun yanında da matematik çalışan öğrencilerin ilgisini arttırmıştır. Araştırmacılar matematiksel modelleme modülleri yazmadaki temel prensipleri,

- Problemlerin gerçek hayat problemi olması,
- Kolay anlaşılabilir olması,
- Çok çeşitli öğrencinin ihtiyacına hitab etmesi,
- Matematiksel modelleme sürecinin hepsini ihtiva edecek şekilde olması, öğretmenlerin derslerinde bu modülleri kullanmaya istekli olması için de öğretmenler tarafından ilgi çekici nitelikte olması ve
- Öğretmenlerin düzenli bir şekilde yürüyen öğretim faaliyetlerini aksatmayacak nitelikte olması

şeklinde belirlemişlerdir. Projenin örneklenen bu çalışmasında bir modül örneği olarak öğrencilere “niçin kutu Coca Cola şişeleri sadece belirli bir şekilde piyasaya sunulur?” sorusu sorulmuştur. Bu soru geometrik bir ekstramum problemi, türevin uygulamalarının gerçek hayata bir uygulaması olarak öğrencilere sorulmuş ve çözüm beklenmiştir. Araştırmacılar bu ve bu çeşit matematiksel modüllerin kullanımı ile matematiğin günlük hayattaki kullanımı ve gerekliliğine dair öğrencilere deneyim kazandırıldıklarını ifade etmişlerdir.

Lingefjard (2005), modellemenin niçin kullanışlı, değerli, ilginç ve matematikte daha güçlü becerilere yol açtığı sorusuyla ilgilenmiş ve gerçek dünyadan alınan problemlerin, öğrencilerin bir probleme yaklaşımında herhangi bir farklılık yaratıp yaratmadığıyla ilgilenmiştir. Lingefjard’ın araştırma grubu, Gothenburg üniversitesinde eğitim fakültesinde öğrenim gören iki bayan ve sekiz erkek matematik ve fizik öğretmenliği öğrencilerinden oluşmuştur. Bu öğrencilere gerçek dünya olaylarını örneklendirmek için matematiksel modellemeyle ilgili dersler verilmiş ve bir seminerde de Catwalk problemi sunulmuştur. Yürümekten başlayan daha sonra da koşmaya dönecek şekilde özel bir yol izleyen kedinin hareketinin nasıl tanımlanacağıyla ilgili olan bu problem, öğrencilere 24 adet fotoğraf yardımıyla gösterilmiş ve öğrencilerden bu problemin cevabını yazmaları istenmiştir. Bu çalışmada araştırmacılar, matematiksel modelleme derslerinde yazma aktiviteleriyle çalışmanın öğrencilere kazandırdığı deneyimin, öğrencilere matematiği daha iyi anlamak için yardım ettiği sonucuna ulaşmışlardır.

Keskin (2008) ise öğretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki bilgi, beceri ve görüşlerini incelemek istemiş ve bu amaçla bir devlet üniversitesinin ortaöğretim matematik öğretmenliği 3. Sınıf öğretmen adaylarından 21 kişi ile matematiksel modelleme üzerine bir yıl boyunca ders yapmıştır. Çalışmada durum analizi kullanılmış ve uygulama öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ile ilgili görüşleri ve yetenekleri hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla ön ve son matematiksel modelleme görüş anketleri ile ön ve son matematiksel modelleme beceri testleri uygulanmıştır. Ayrıca 5 öğrenci ile de ön ve son görüşmeler yapılmıştır. Ön ve son matematiksel modelleme beceri testinde Berry ve Houstan (1995)' dan alınma 3 soru, ön matematiksel modelleme görüş anketinde 10 soru, son matematiksel modelleme görüş anketinde ise 8 soru yer almıştır. Araştırmacı bu problemlere cevap verebilmek için hem nicel hem de nitel veri analizi yapmıştır. Araştırma sonunda öğretmen adaylarının son matematiksel modelleme görüş anketi ve görüşmelere verdikleri yanıtlarında ilk duruma göre gelişme olduğu sonucuna ve son matematiksel modelleme beceri testinde genel olarak ön matematiksel modelleme beceri testinden daha başarılı oldukları sonucuna varılmıştır.

Gross (1981) matematikçilerin eğitiminde matematiksel modellemenin önemine dikkat çekmiştir. Bu amaçla 2586 şirketle irtibata geçilmiş, matematikçilerle ve matematikçi işverenlerle birçok mülakat gerçekleştirilmiş, 1099 matematikçiye de anketler uygulanmıştır. Araştırmanın ana sonuçlarından biri, matematikçilerin büyük çoğunluğunun matematiksel modellerle çalışmasıdır. Dolayısıyla üniversite eğitimi öğrencileri sadece belli bir iş için matematiksel teknikler sağlamalı aynı zamanda bir problem çözücü olarak hazırlanmalıdır. Matematik eğitimi genelleştirilmeli, kapsam alanı değişmelidir. Araştırmacılar, bu amaçları gerçekleştirmek için üniversite eğitiminde uygulanabilecek aşağıdaki önerileri sunmuşlardır:

1. Matematiksel modelleme dersleri verilmeli, matematiksel modellemenin teorik temelleri sunulmalı ve disiplinler arası yönler de dikkate alınarak öğrenciler somut modeller geliştirebilmeli ve hesaplayabilmelidir.
2. Matematik tarihi dersleri ve endüstride çalışan matematikçiler tarafından da verilen derslerin uygulamaya konulması sayesinde öğrenciler ve personel arasında uygulamalı matematiğin öneminin daha iyi anlaşılması sağlanmalıdır.
3. Matematikçilerin istihdam edildiği sektörler seçilerek bu yerlere turlar düzenlenmelidir.
4. Üniversitede çalışan hocaların matematikçilerin çalışma şatları ve tipleri hakkında gerçek ve doğrudan bir izlenim elde etmesi için bu tip şirketlerde bir müddet de olsa çalışması gerekmektedir.
5. Bilgisayarlar, endüstride matematiğin uygulamaları için gerekli bir araçtır. Bu yüzden öğrenciler, onların çalışmaları boyunca lazım olabilecek bilgisayar bilgilerini kazanmalıdırlar.

Ottesen (2001), “matematik, modelleme için ne yapabilir?” sorusunun sorulmamasını bu soru yerine onun tersi olan “Modelleme, matematik için ne yapabilir?” sorusunun sorulması gerektiğini vurgulamış ve bu soruya cevap aramıştır. Araştırmacı kendi üniversitesinde, Temel Analiz, modelleme ve simülasyon adı altında bir dönemlik ders açmıştır. Bu dersin öğrencilerini, birinci ilgi alanı matematik ve fizik olmayan öğrenciler oluşturmuştur. Derslerde gerçek veriler kullanılarak çok sayıda gerçek yaşam problemi ve çok sayıda proje gerçekleştirilmiştir. Gerçek yaşam problemlerinin çoğunu da modelleme sürecindeki matematikleştirme safhası ile ilgili olan ve bir matematiksel sistemin analizi ile sonuçlanabilen problemler oluşturmuştur. Dönem sonunda öğrencilerin öğrendiklerinin matematikte ve matematiğin dışında da nasıl kullanabileceklerine dair düşünceler geliştirmiştir. Bazı öğrenciler modellemede zorluklarla karşılaşsalar bile bu zorlukları bilinçli bir şekilde indirgeyerek çalışmalarına devam edebilmişlerdir. Diğer bir deyişle bu öğrenciler modelleme sayesinde bazı zorlukların üstesinden gelebilmişler, motive olmuşlar, aynı zamanda da farklı bakış açıları kazanmışlardır. Bir kavramı öğrendiği düşünülen bazı öğrenciler ise modellemeye dayalı örnekler sayesinde kavram algılarını yeniden gözden geçirip, düzenlemişlerdir. Araştırmacı bu çalışma sonucunda, matematiksel modellemenin matematiği anlamada bir kestirme yol olmadığını aksine daha derin anlamaları başarmada öğrenciler için oldukça verimli bir yol olduğunu söylemiştir.

Güneş vd. (2004), eğitim fakültelerindeki fizik, kimya, biyoloji, fen bilgisi ve matematik öğretim elemanlarının, hem fen bilimlerinde, hem de fen bilimleri eğitiminde önemli bir yere sahip olan modellerin ne olduğu, fendeki rolleri, niçin ve nasıl kullanıldıkları hususlarındaki görüşlerini tespit etmeye yönelik bir çalışma yapmışlar ve bu amaçla katılımcılara 30'u Likert tipi, biri açık uçlu olmak üzere 31 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Açık uçlu soruya verilen cevaplarda model örneklerinin sınırlı kalması, fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modellemenin doğası ile ilgili olarak bilgi eksikliklerinin olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Ikeda et al. (2005) tarafından yapılan çalışmada matematiksel modelleme uygulaması yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra öğrencilerin "matematiksel model nedir? Matematiksel model yapmak zor mudur, kolay mıdır?" sorularına cevap vermesi istenmiştir. Bu çalışmaya katılan öğrencilerin hepsi uygulamanın hem öncesinde hem de sonrasında matematiksel model yapmanın zor olduğunu söylemişlerdir. Ancak bazı öğrenciler matematiksel model yapmanın neden zor olduğunu uygulamadan sonra daha iyi ifade etmişlerdir. Öğrencilerden biri uygulamadan önce "Matematiksel model yapmanın zor olduğunu düşünüyorum. Çünkü gerçek dünya durumlarını sayılarla nasıl ifade edilebileceğini hayal edemiyorum. Ayrıca gerçek dünya problemlerini matematiksel probleme dönüştürerek formüle edip edemeyeceğimizi bilmiyorum" şeklinde cevap verirken uygulama sonrasında "Matematiksel model yapmanın zor olduğunu düşünüyorum. Çünkü gerçek dünya durumlarında gerekli olan temel şeyleri anlamamız gerekir. Dahası orada herhangi bir içsel varsayımda bulunup bulunmadığımızı da dikkate almamız gerekir. Biz cevabın tamamıyla doğru olduğunu düşünsek bile problemin formülize edilmesinde bazı şeyler ihmal edildiği için yanlışlıklar olabilir" şeklinde cevabını ifade etmiştir. Bu çalışmada öğrencilere "Matematiği kullanarak hiç gerçek dünya problemi çözdünüz mü? Eğer çözdüyseniz ne çeşit süreçler gereklidir?" sorusu da yöneltilmiştir. Öğrencilerin uygulamadan önce ve sonra cevaplarında dikkate değer değişmeler olduğu gözlenmiştir.

Doyle (2006), matematiksel modelleme problemlerinde iyi bir okur-yazar olmaya dikkat çekmiştir. Bu amaçla metine dayalı iki matematiksel modelleme problemi alan ve üst seviye yapılanması sayesinde metinleri yapısal olarak organize ettiği düşünülen 4 öğrencinin yıllık gelişimi takip edilmiştir. Bu çalışmadaki üst seviye yapılanması, bir metni kavramak ve hatırlamak için metni dört temel plana (1. listeleme, 2. ilişki belirleme, 3. problem ve çözümü, 4. sebep ve sonuç) göre organize etmeye yarayan örgütsel bir araçtır. Üst seviye yapılanması öğretimi öncesinde öğrenciler, bir modelleme problemini anlamak ve sonuçlarını bildirmek için verileri kullanmıştır. Daha sonra bu öğrencilere üst seviye yapılanması öğretilmiştir. Üst seviye yapılanmasını öğrenme, öğrencilerin kavramları idrak etmesine, iletişimine, matematiksel modelleri ve fikirlerini kanıtlamak ve açıklamak için matematiksel bilgilerini kullanmalarına yardım etmiştir.

Matematiksel modellemeyi okul ve üniversite arasında bir köprü olarak kabul eden Kaiser ve Schwarz (2006), "Okullarda Matematiksel Modelleme" adı altında bir proje geliştirmişler ve 2001 yılından 2004 yılına kadar her yıl bir dönem olmak üzere üç modelleme dersi yürütmüşlerdir. Bu projeye Hamburg'daki 10 okuldan 180 öğrenci ve 32 öğretmen adayı katılmıştır. 16 ve 18 yaş arasındaki öğrenci gruplarına bir öğretmen adayı danışmanlık etmiş ve her bir grup bağımsız olarak bir modelleme örneği üzerinde düzenli olarak derslerde çalışmıştır. İkinci ve üçüncü projenin başında ve sonunda 138 öğrenci ve 22 öğretmen adayıyla, matematiğin öğretimi ve matematik hakkındaki inanışları, matematiğin günlük yaşamda ve diğer bilimlerdeki uygulamaları, çalıştıkları modelleme örneklerinin değerlendirilmesi hakkındaki 11 sorudan oluşan yapılandırılmamış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonunda, öğrencilerin çoğu derslerden ve derslerin sonuçlarından memnuniyetini belirtmiştir. Bu konuda bir öğrenci "Bu proje, dersleri daha çeşitli ve ilginç yaptı" şeklinde diğer öğrenci ise "Gerçekle ilgili örnekler gösterildi, dersler daha esnek hale geldi ve takım çalışmasına özendirildi" şeklinde yorumlar yapmışlardır. Öğretmen adayları ise bu projeyi öğrencilere göre çok daha pozitif bir şekilde değerlendirmişlerdir. Bir öğretmen adayı bu konu hakkındaki görüşünü "Kendi öğretim deneyimlerim genişledi ve okul uygulamalarında modellemenin nasıl yapılacağını öğrendim" şeklinde paylaşmıştır. Ayrıca bu proje sayesinde öğrenciler ve öğretmen adayları MATLAB gibi bilgisayar programlarının kullanımına da ilgi duymaya başlamışlardır.

Matematiksel modellemenin öğretiminde eski ve yeni teknolojinin rolünü tartışan bir araştırma Isoda and Matsuzaki (1999) tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmada matematiksel modellemenin öğretimi için LEGO'yu çeviren mekanizma kolu kullanılmış ve modelin yapımında yeni teknolojinin rolü tartışılmıştır. Matematiksel modelleme sürecinde grafiksel işlem yapan hesap makinesi yeni teknolojinin bir parçası olarak, LEGO ise eski teknolojinin bir parçası olarak öğrencilere yardım etmiştir. Modelin mekanizmayla senkronizasyonu her iki teknolojinin kullanımıyla da desteklenmiştir. Çalışma sonucunda gerçek dünya aktivitesinin mekanik yapıyı bilmeden önce ve sonra fark ettiği ve modelli matematiksel aktivitelerin mekanizmanın kısımlarını ve modelin parametrelerini senkronize etmeden önce ve sonra fark ettiği sonucuna varılmıştır.

Proje çalışmaları sayesinde matematiksel modellemeyi öğretmeyi amaçlayan bir başka çalışma da Blomhoj and Kjeldsen (2006) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar bu çalışmada Danimarka liselerinde görev yapan matematik öğretmenleri için yürütülen ve geliştirilen matematiksel modelleme çalışmalarının analizlerini sunmuşlardır. Dersler öncelikle 3 gün süren ve katılımcılara matematiksel modelleme ve problem uyumlu proje çalışmaları (öğrenci gruplarının uzun bir zaman dilimine bir problem üzerinde birlikte çalışması olarak araştırmacılar tarafından tanımlanmıştır) hakkında bilgi vermeyi amaçlayan seminerlerle başlamıştır. Seminerler boyunca öğretmenler, ikili ve üçerli gruplar halinde matematiksel modelleme üzerinde proje geliştirmeye çalışmışlardır. Araştırma boyunca katılımcılara 1, 2 ve 3 gün süren üç seminer düzenlenmiştir. Aynı okulda çalışan iki öğretmenle planlanan ve dizayn edilen astım ilacı projesi 10. sınıf öğrencileriyle, aynı okulda çalışan diğer öğretmenlerle planlanan ve dizayn edilen yüzme havuzu projesi ise 11. sınıf öğrencileriyle yürütülmüştür. Öğretmenlerin yürüttükleri projeler hakkında sundukları raporlardan araştırmacılar tarafından derlenen sonuçlar, matematiksel modellemenin öğretimindeki zorlukları

1. Bütünsel bakış açısından veya alt yeterliklerin toplamı olarak matematiksel modelleme yeteneğinin anlama.
2. Matematiksel modellemeyi öğrencilerin matematik öğrenmesini desteklemek veya öğrencileri motive etmek için bir anlam olarak ya da başlı başına bir eğitimsel amaç olarak görme.
3. Kişilerin kendinden kaynaklanan öğretim sorunları.

şeklindeki üç başlıkta toplamıştır.

Lingefjard (2007) da öğretmen eğitiminde matematiksel modellemeye dikkat çeken araştırmacılardandır. Lingefjard, İsviçredeki 26 farklı kampüsteki matematik, matematik eğitimi, eğitim ve yönetim bölümünün öğretim üyelerinin her birine bir e-mail göndererek aşağıdaki soruları yöneltmiştir.

- Siz veya sizin bölümünüz öğretmen adayları için matematiksel modellemeyle ilgili bir ders veya dersler düzenledi mi?
- Eğer cevabınız evet ise gelecekteki matematik öğretmenlerinin modern teknolojinin de yardımıyla matematiksel modelleri öğretebilmesi için gerekli matematik ve matematik eğitimi nasıl olmalıdır?

- Eğer cevabınız hayır ise sizin veya bölümünüzün öğretmen adayları için matematiksel modellemeyi öğretmemesinin temel nedeni nedir?

Araştırmacı için aldığı 200 cevap bir hayal kırıklığı yaratmış; çünkü bu soruya sadece 4 üniversite evet diye cevap vermiştir. İki üniversite ise matematiksel modelleme dersleri vermeyi planladıklarını söylemiş, kalan 20 üniversite ise matematiksel modellemeyle ilgili hiçbir ders vermediklerini belirtmiştir. Daha sonra araştırmacı bu üniversitelerin web sitelerinde bu konuyu tartışmaya açmıştır. Araştırmaya katılanlar öncelikle müfredatın oldukça yoğun olduğunun öğrencilerin öncelikli olarak alması gereken derslerin lineer cebir, analiz, geometri gibi dersler olduğunu söylemişlerdir. Bu konudaki başka sonuç, fakülte öğretim üyeleri arasında matematiksel modellemeye duyulan bilgi eksikliği olmuştur. Araştırmaya katılanlar matematiksel modellemenin disiplinler arası bir konu olduğunun, gerçek matematik olmadığını düşündüklerini söylemişlerdir. Diğer bir sonuç ise matematiksel modellemenin sıklıkla teknolojiye başvurması bu durumun ise çoğu matematikçi tarafından fuzzy (bulanık mantık) matematik olarak düşünüldüğünü ortaya çıkarmıştır.

Matematiksel modelleme ile ilgili yapılan çalışmalar ve projeler özetlenirse, matematiksel modellemenin daha çok yükseköğretim düzeyinde Analiz, Lineer Cebir gibi bazı derslerin öğretiminde kullanıldığı, öğrencilere matematiğin gerçek hayatta kullanımına dair örnekler sunulduğu ve öğrencilerin derse karşı ilgisini arttırdığı söylenebilir. Bunun dışında yapılan çalışmalar, çalışma hayatında matematikçilerin çoğunun matematiksel modellerle çalıştığını tespit etmiş, üniversite eğitiminde matematiksel modellemeye yer verilmesi gerektiğini belirtmiş ve bu konuda önerilerde bulunmuştur. Ayrıca bazı çalışmalarda öğrencilerin matematiksel modelleme yapabilme sürecindeki zorluklarını tespit etmiş bazıları öğrencilerin matematiksel modelleme sayesinde daha derin kavram algılarına sahip olduklarını belirtmiştir. Matematiksel modellemenin yapılmasında teknolojiyi kullanan çalışmalara da rastlanmıştır.

Bu kısımda son olarak matematiksel model ve modelleme çalışmalarının öz-düzenleme becerileri üzerindeki direk etkisini inceleyen araştırmalar literatürde var olmadığından öz-düzenlemeyle dolaylı olarak bağlantılı olan çalışmalara yer verilecektir. Modelleme yetenekleri öğrencilerin bilişsel ve meta-bilişsel açıdan öz-düzenleyici olmalarıyla ilgili olduğundan öncelikle modelleme yetenekleri hakkındaki çalışmalar incelenmiştir.

Kaiser (2000) modelleme yeteneğinin geliştirilmesi için "Okullarda Matematiksel Modelleme" adı altında bir projeye katılmış ve bu proje kapsamında 16-18 yaş arasındaki çocuklara bir dönemlik matematik dersleri boyunca matematiksel modelleme hakkında dersler verilmiştir. Öğrenciler başlangıçta bir kez olmak üzere birinci modelleme ünitesinin sonunda ve ikinci modelleme ünitesinin sonunda olmak üzere toplam üç kere modelleme süresinin bütün safhalarındaki yetenekleri ölçmek amacıyla Haines, Crouch, Davis (2001) tarafından geliştirilen teste tabi tutulmuşlardır. Bu test aşağıdaki yeterliklere yoğunlaşıyordu.

1. Gerçek dünya problemi ile ilgili basit varsayımlarda bulunabilme.
2. Gerçek modelin amacını açıklama.
3. Doğru bir problem ifadesi formüle etme.
4. Modeli ve durumu sağlam bir şekilde anlayarak modeldeki değişkenleri, parametreleri, yapıları atama.
5. Matematiksel ifadeleri formüle etme.
6. Bir model seçme.
7. Grafik sunumları kullanma.
8. Gerçek duruma geri dönerek çözümü gerçek dünya içeriğine yorumlama.

Öğrencilerin başlangıçta 8.3 olmak üzere ölçülen test puanı birinci testin sonunda 9.6'ya ulaşmış ikinci testin sonunda ise 9.0'a inmiştirr. Yeteneklerin gelişimi noktasındaki en büyük farklılık ise yukarıda yazılan yeteneklerde yer alan 2. ve 6. maddede gerçekleşmiştir.

Lingefjärd and Holmquist (2005)'e göre matematiksel modellemeyi değerlendirmek, öğretmekten çok daha zor bir iştir. Araştırmacılar matematiksel modellemede öğrencilerin beceri, yetenek ve tutumlarını değerlendirmek ve izlemek için, lise öğrencilerinden oluşan bir gruba sırasıyla arkadaş-arkadaş değerlendirmesi, ev ödevleri ve bir matematiksel modelleme anketi kullanmıştır. Bulgular, arkadaş-arkadaş değerlendirmesinin, ev ödevlerinin değerlendirilmesi için nitel derecelendirme kriterleri geliştirmede ve matematiksel modellemenin değerlendirilmesinde kullanışlı bir yol olduğunu göstermiştir. Ayrıca tutumların, matematiksel yazmanın ve değerlendirme stratejilerinin, öğrencilerin matematiksel modelleme beceri ve yeteneklerinin gelişimi üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu bu araştırmanın diğer önemli sonucudur.

Modelleme yetenekleri üzerinde diğer bir çalışma da Caron and Belair (2005) tarafından yapılmıştır. Caron and Belair modelleme sürecinde ortaya çıkan yeterlikler ile öğrencilerin eğitimsel potansiyelleri arasında bir ilişki olup olmadığını araştırmıştır. Bu amaçla öğrencilere onların eğitimsel geçmişlerini kapsayan (matematik ve matematikle ilgili disiplinlerde almış oldukları dersleri, önceki çalışmaları) ve matematik, uygulamaları, modelleme ve teknolojiyle ilgili bir anket uygulanmış ayrıca katılımcıların çalışma deneyimleri, karmaşık projelerle ilgili deneyimleri, okuma tercihleri de projenin farklı kısımlarındaki ilgilerini ve zorluklarını belirtmesi açısından not alınmıştır. Bu çalışmadaki modelleme sürecinin aşamaları; problemi tanımlama ve durumu yapılandırma, problemi matematikleştirme, matematik yapma ve gerçek duruma geri dönme şeklinde tanımlanmış olup çalışma sonucunda her bir modelleme süreci aşamasının yürütülmesinde öğrencilerin eğitimsel geçmişlerinin öğrenciler arasında önemli bir fark meydana getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Matematiksel modelleme derslerinin öğrencilerin öz-düzenleme becerilerine etkisiyle ilgili olduğu düşünülen çalışmalar yukarıda da görüldüğü üzere modelleme yeteneği ve becerisiyle ilgili olan çalışmalardır. Çalışmalar çoğunlukla modelleme yetenek ve becerilerinin farklı olgular olduğu üzerinde durmuş, matematiksel modelleme sürecinin her aşamasıyla ilgili olan becerileri açıklamış ve öğrencilerin eğitimsel geçmişlerinin, tutumların, matematiksel yazmanın ve değerlendirme startejilerinin matematiksel modelleme beceri ve yeteneklerinde önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ancak yapılan araştırmalar, bu çalışmadaki araştırılacak olan öz-düzenleme becerileri hakkında bir fikir vermemektedir. Böyle bir çalışmaya da literatürde rastlanamamıştır.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın amacına, araştırma problem cümlesi ve hipotezlere, araştırmanın yöntemine, örneklemine, uygulamaya, verilerin toplanmasına, veri toplama araçlarına, verilerin analizine, sayıtlılara ve sınırlılıklara yer verilmiştir.

3.1. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı, matematiksel modelleme yönteminin on ikinci sınıf öğrencilerinin türev konusundaki başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına, öz-düzenleme becerilerine etkisini araştırmak ve öğrencilerin matematiksel modelleme yöntemi hakkındaki duygu ve düşüncelerini belirlemektir.

3.2. Araştırma Problem Cümlesi ve Hipotezler

Bu çalışmada iki ana araştırma problemi bulunmaktadır.

Birinci ana araştırma problemi; "Matematiksel modelleme yönteminin on ikinci sınıf öğrencilerinin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki başarılarına, matematiksel modelleme performanslarına ve öz-düzenleme becerilerine etkisi nedir?" şeklindedir.

İkinci ana araştırma problemi ise "on ikinci sınıf öğrencilerinin türev ve türevin uygulamaları ünitesinin işlenişinde kullanılan matematiksel modelleme yöntemi ile ilgili duygu ve düşünceleri nedir?" biçimindedir.

Birinci ana problemi incelemek üzere alt problemleri belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla şu şekilde ifade edilmişlerdir:

1. Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin genel türev testi ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin genel türev testi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

2. Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme performans ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

3. Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin "türev ve türevin uygulamaları" ünitesindeki öğrenme stratejileri (tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, metabilişsel öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin öğrenme stratejileri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?

4. Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin "türev ve türevin uygulamaları" ünitesindeki motivasyonel inançları (hedef yönelimi, amaca odaklanama, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin motivasyonel inançları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

Birinci ana problemin alt problemlerine ait sıfır (null) hipotezleri aşağıda verilmiştir. Bu hipotezler 0.05 anlamlılık düzeyinde test edileceklerdir. Bu alt problem ait hipotezler aşağıda verilmiştir:

$H_0$1.1: Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin genel türev testi ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin genel türev testi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. ($H_0$1.1: $\mu_{MMY} = \mu_{GY};$ $H_1$1.1: $\mu_{MMY} \neq \mu_{GY}$)

$H_0$1.2: Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. ($H_0$1.2: $\mu_{MMY} = \mu_{GY};$ $H_1$1.2: $\mu_{MMY} \neq \mu_{GY}$)

H_0 1.3: Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki öğrenme stratejileri (tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, metabilişsel öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin öğrenme stratejileri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur. ($H_0 1.3$: $\mu_{MMY} = \mu_{GY}$; $H_1 1.3$: $\mu_{MMY} \neq \mu_{GY}$)

$H_0$1.4: Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki motivasyonel inançları (hedef yönelimi, amaca odaklanama, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin motivasyonel inançları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur. ($H_0 1.4$: $\mu_{MMY} = \mu_{GY}$; $H_1 1.4$: $\mu_{MMY} \neq \mu_{GY}$)

3.3. Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmanın birinci problemini karşılamak üzere nicel araştırma desenlerinden yarı deneysel ön test-son test kontrol gruplu deney deseni (quasi-experimental design) kullanılmıştır. McMillan and Schumacher (2006), bu deseni şu şekilde açıklamışlardır: Her zaman bireylerin deney ve kontrol gruplarına rastgele atanmaları mümkün olmadığından, hazır grupların kullanıldığı bu araştırma modeli eğitim araştırmalarında yaygın bir şekilde kullanılmaktadır yarı-deneysel yöntem araştırmaları için ortak olan durumlar, öğretim materyalleri veya öğretim metotlarının etkisini tanımlamak için kullanılabilen okulları veya sınıfları içermesidir. Sınıflar tesadüfî olarak dağıtılmamıştır ve farklı öğretmenlere sahiptir. Sınıflardan birine deneysel bir uygulama verip diğerini kontrol grubu olarak seçmek bu yöntem için muhtemel bir uygulamadır

Araştırmanın ikinci problemini karşılamak üzere ise nitel araştırma desenlerinden fenemoloji (phenomenology) yöntemi kullanılmıştır. Bir fenemolojik çalışma yaşanmış deneyimlerin anlamları üzerinde yoğunlaşır ve amacı yaşanılan deneyimlerin veya durumların bireyler açısından anlamlarını ortaya çıkarmaktır (McMillan and Schumacher 2006).

3.4. Evren ve örneklem

Bu çalışmanın evrenini Doğu Anadolu Bölgesinin orta ölçekli bir ilindeki 12. sınıf Fen Lisesi öğrencileri oluşturmaktadır. Bu çalışmanın birinci araştırma problemi için seçilen araştırma grubu amaçlı örneklem yöntemine göre belirlenmiştir. Bu örneklem bu ilde yer alan bir Fen Lisenin 12. sınıfına devam etmekte olan 19 deney, 18 kontrol grubu olmak üzere toplam 37 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrencilerin yaşları 17-19 arasında olup deney grubundaki öğrencilerin 8'i bayan, 11'i erkek, kontrol grubundaki öğrencilerin ise 9'u bayan, 10'u erkektir.

Çalışmanın ikinci ana problemini incelemek için ise seçilen araştırma grubu ise amaçlı örnekleme yöntemine göre seçilmiştir. Bu seçim, öğrencilerin türev konusundaki matematiksel modelleme performansı son testinden aldıkları puana göre zayıf, orta ve iyi olmak üzere üç seviyeden öğrenci grubu olacak şekilde yapılmıştır. Araştırma grubunu 4 bayan ve 6 erkek olmak üzere 10 kişi oluşturmuştur.

3.5. Uygulama

Bu araştırmada deney grubu olan şubeye matematiksel modelleme yöntemi ile türev dersi anlatılırken kontrol grubu olan şubeye herhangi bir etkide bulunulmamıştır.

3.5.1. Deney grubundaki uygulama

Araştırmanın yürütüldüğü okuldaki 12. sınıf öğrencilerinin haftalık matematik ders saati, 4 saattir. Araştırmacı dokuz hafta boyunca haftada 4 saat olmak üzere toplam 36 saat boyunca uygulama yapmıştır. Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programında Türev ve Türevin Uygulamaları için önerilen toplam ders saati 56 saattir. Türevin uygulamaları kısmında yer alan grafik çizimleri ve L' Hospital Kuralına uygulamada yer verilmediği için, 36 saatlik uygulama saatinin önerilen ders saatine uygun olduğu söylenebilir.

Uygulama 2009-2010 güz yarıyılında deney grubunda başlamış ve dokuz hafta boyunca devam etmiştir. Bu sürecin ilk ve son haftalarında ön ve son testler uygulanmıştır. Öğrencilere yapılacak olan derslerin amacı anlatılmış, derslerin nasıl işleneceği hakkında bilgi verilmiştir. Dersler öğrenci merkezli bir şekilde yürütülmüş, araştırmacı sınıfta rehber rolünü üstlenmiştir. Araştırmacı konuyu öğretme görevini değil, grup içerisinde öğrenciler arasında tartışma ortamı sağlayan, teşvik eden ve öğrenciler için gerekli öğrenme ortamını, materyalleri sağlama görevini üstlenmiştir. Öğrenciler ne yapmaları, nasıl davranmaları gerektiği konusunda belirsizliğe düştükleri anda araştırmacı hemen müdahale etmemiş önce beklemiştir. Araştırmacı öğrencilerin tamamen bir belirsizlik içinde olduğunu fark ettiği anlarda ise, "Bu problemi çözmek için ne tür ek bilgilere ihtiyacınız var?", "tüm bunlardan ne çıkarabilirsiniz" gibi genel ve direkt cevabı olmayan sorular sorma yolunu tercih etmiştir. Bu öğrenme yönteminde ana hedef, etkinlikte verilen problemlerin matematiksel modelleme aşamalarına göre yürütülmesi ve problemlere çözüm üretebilmek için gerekli olan konuların belirlenmesi ve öğrenilmesidir. Araştırmacı, öğrencilerin sadece bir probleme çözüm bulma eğiliminde olduğunu fark ettiği durumlarda, uygulanan bu modelde ana hedefin ne olduğunu öğrencilere hatırlatmıştır.

Araştırmacı, "türev ve türevin uygulamaları" ünitesi boyunca var olan bütün kavramları ve kavramlar arasındaki ilişkileri, matematiksel modellemeye imkân verecek problemlerle uygulama yolunu tercih etmiştir. Problemlerin bir kısmı, gerçek hayat problemlerine çözüm arayan problemlerden oluşmuş, bir kısmı ise gerçek hayat problemlerinin çözümlerine öğrenciyi adım adım götüren ve birkaç alt sorudan oluşan problemlerdir. Literatürde bu iki tip etkinlikte matematiksel modelleme olarak adlandırılmasına rağmen, bu çalışmada birinci tip matematiksel modelleme "salt matematiksel modelleme problemi" olarak ikincisi ise "aşamalı matematiksel modelleme problem” olarak adlandırıldı. Bu kullanım türev konusundaki matematiksel modelleme performansı testinin soruları açıklanırken de kullanıldı. Ayrıca aşamalı matematiksel modelleme problemleri genelde kavramların ve kavramların özelliklerinin tanıtılmasında uygulanırken, salt matematiksel modelleme problemleri ise kavramlar arası ilişkileri güçlendirmek için kullanılmıştır.

Çalışmada yer alan problemler öğrencilerin bilgilerini kendilerinin yapılandırmasını sağlayacak şekildedir. Matematiksel modelleme yönteminin uygulanmasına ilişkin vurgulanması gereken en önemli nokta şudur: Problemler boyunca öğrencilere bir gerçek yaşam problemi verilmiş, öğrencilerden bu problemi matematiksel dünyaya taşımaları, bu dünyada problemi çözecek bir model bulmaları, buldukları modeli çözmeleri ve çözümü gerçek yaşam problemine uyarlamaları istenmiştir. Dolayısıyla bu süreç Keskin (2008)’in matematiksel modelleme süreci döngüsüne göre gerçekleştirilmiş ve bütün uygulama süreci boyunca gerçekleştirilen problemlerde bu döngü göz önünde tutulmuştur.

Öğrenciler modelleme problemleri boyunca iki kişiden oluşan gruplar halinde çalışmışlardır. Bu gruplar araştırmacı tarafından her ders için kura ile oluşturulmuştur. Her öğrenci ders sürecinde grup arkadaşıyla yan yana oturmuştur. Dersin birinci haftasında öğrencileri türev ve türevin uygulamaları ünitesinde kullanılacak matematiksel modelleme yöntemine ve sürecine alıştırmak için türev kavramı ile probleme giriş yapmadan önce öğrencilerle, türevin aynı zamanda anlık değişim oranı olması dikkate alınarak değişim oranı (eğim) ile ilgili bazı problemler uygulanmıştır. Ek 5‘te bu problemlerden bir örnek yer almaktadır. Problemler her dersin amacını karşılayacak şekilde önceden hazırlanarak sınıf mevcuduna göre çoğaltılmış ve her öğrencinin elinde bir tane olacak şekilde dağıtılmıştır. Derse başlandığında önce her öğrenciye gerçek yaşam durumlarıyla başlayan problemler dağıtılmış ve öğrencilerin bu problemleri okuyarak düşünmeleri ve çözmeleri için zaman vermiştir. Daha sonra öğrenciler bir müddet problemi grup arkadaşıyla tartışmıştır. Bu süre sonunda problemle ilgili olan kavram ya da kavramlar tartışılarak anlamları ve özellikleri üzerinde durulmuş, sonra da yeni bir probleme geçilmiştir. Ayrıca tamamlanan her problemden sonra, öğrencilerden problemin gerçek hayatla ilişkisi hakkında yorum yapmaları istenmiş, böylece gerçek yaşam durumlarında matematiğin kullanışlılığı hakkında ne düşündükleri de sorulmuştur. Bir problem genelde 10-20 dakikada tamamlanmıştır. Öğrencilere 10 dakika bireysel olarak problemle çalışması için daha sonra ise 5-10 dakika da öğrencinin problemi grup arkadaşı ile değerlendirmesi için zaman verilmiştir. Bu süre sonunda ise problemler seçilen grubun etkinliği çözmesi ve çözüm sürecinin bütün sınıfça değerlendirilmesi şeklinde sonlandırılmıştır. Öğrencilerin bu uygulama için ayrı bir defterleri olmamış, bunun yerine bütün problemleri içine koyabilecekleri bir dosya oluşturmaları istenmiştir. Araştırmacının on hafta boyunca deney grubu ile yaptığı problemleri gösteren program EK 1'de verilmiştir.

Etkinlikler, Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan Türev ve Türevin Uygulamaları'nda yer alanmatematiksel modelleme problemlerinden, Ortaöğretim 12. Sınıf Matematik Ders Kitapları'ndan, A. Barnett, M.R. Zeigler and K. E. Byleen tarafından hazırlanan Calculus for Business, Economics, Life Sciences and Social Sciences kitabının içindeki problemlerden yararlanılarak hazırlanmıştır. Problemlerin dersin kazanımlarına uygun olup olmadığına ve öğrencilere matematiksel modelleme yapma fırsatı sağlayıp sağlamayacağına iki alan uzmanı ile birlikte karar verilmiştir. Yabancı problemelerin çevrilmesinde dilsel eşdeğerlilik çalışmalarına özen gösterilmiştir. Problemleri önce iki dil uzmanı Türkçe'ye çevirmiştir. Problemin iki dil uzmanı tarafından Türkçe karar verilen son hali, başka bir dil uzmanı tarafından İngilizce'ye çevrilmiş ve bu hali tekrar Türkçe'ye çevrildiğinde ilk hali ile tutarlı olduğu görülmüştür. Aşağıda, Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programında yer alan Türev ve Türevin Uygulamaları'nda yer alan bir problemin matematiksel modelleme yöntemi ile uygulanışı yer almaktadır. Bu etkinlikte, "parametrik fonksiyonların türevine ait kuralı bulur ve bunlarla ilgili uygulamalar yapar" kazanımı dikkat alınmış ve problemin nasıl gerçekleştirilmesine dair bilgiler de aşağıda verilmiştir.

BALON PROBLEMİ: Hava ile şişirilmiş küre şeklindeki bir balonun *r* yarıçapının artış hızı *r*=4 olduğunda 0,3 cm/sn'dir. Bu andaki hacmin değişme (artış) hızını bulunuz.

Gerçek Yaşam Problemini Anlama Aşaması: Bu aşamada öğrencilerden beklenen problemin ne ifade ettiğini anlamaları ve problemin sınırlılıklarının ve ihtiyaçlarının farkına varmalarıdır. Belki bu aşamada öğrenci kâğıdına bir şey yazmayabilir ama zihinsel olarak verilenleri ve istenenleri düşünerek arada bir bağlantı kurmaya çalışmaktadır. Bu problemde ise bu aşamanın şu şekilde gerçekleşmesi beklenmektedir:

Problem, yarıçapın artış hızından bahsetmektedir. r=4 diyerek de anlık bir artış hızını aynı zamanda anlık değişim oranı anlamına gelen türevi vurgulanmaktadır. r=4 anındaki yarıçapın artış hızı verilmekte, yine bu andaki hacimdeki artış hızı istenmektedir.

Değişkenleri Seçme Aşaması: Bu aşamada öğrencilerden beklenen gerçek hayat problemini çözebilmek için değişkenlerine karar vermeye çalışmalarıdır. Bu problemde ise bu aşamanın şu şekilde gerçekleşmesi beklenmektedir:

Demek ki r=4 anında yarıçapta zamana göre meydana gelen artış hızını r=4 anındaki yarıçapın zamana göre türevini vermekte ve r=4 anındaki hacmin değişme hızını hacmin zamana göre türevi istenmektedir. Bu durumda bu ikisini kullanarak yola çıkmalıyım.

Matematikleştirme Aşaması: Bu aşamada öğrencilerden beklenen gerçek hayat durumunu formilize edecek bir matematiksel model kurmalarıdır. Bu problemde bu aşamanın şu şekilde gerçekleşmesi beklenmektedir:

r=4 için $\frac{dr}{dt} = 0,3$ veriliyor. Demek ki

r=4 için $\frac{dV}{dt}$ bu problemin çözümünü veren model olmalıdır.

Modelin Çözümü Aşaması: Bu aşamada öğrencilerden beklenen, matematiksel modeli uygun matematiksel işlemler kullanarak çözmeleridir. Bu problemde ise bu aşamanın şu şekilde gerçekleşmesi beklenmektedir:

r=4 için $\frac{dV}{dt}$'yi bulabilmek için zincir kuralından,

$$\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dr}\frac{dr}{dt}$$

yazabiliriz. Kürenin hacmi,

$V = \frac{4}{3}\pi r^3$ olduğundan $\frac{dV}{dr} = 4\pi r^2$ bulunur.

r=4 için $\frac{dV}{dt} = 4\pi 4^2 = 64\pi$ olur.

r=4 için $\frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dr}\frac{dr}{dt} = 64\pi.0,3 = 60,32 \text{ cm}^3/\text{sn}$ dir.

Sonucu Gerçek Hayata Yorumlama Aşaması: Bu aşamada öğrencilerden beklenen, uygun matematiksel işlemler kullanarak buldukları sonucu gerçek hayata yorumlamalarıdır. Bu aşamada asıl istenen "bu sonuç gerçek hayat problemi için ne anlama gelmektedir" sorusu hakkında yorum yapabilmeleridir. Bu problemde ise bu aşamanın şu şekilde gerçekleşmesi beklenmektedir:

Bu sonuç, hava ile şişirilmiş küre şeklindeki bir balonun *r* yarıçapının artış hızı *r*=4 olduğunda $\frac{dV}{dt} = 60,32cm^3$, dolayısıyla hacmin değişme (artış) hızı 60,32cm^3'tür.

3.5.1.1. Uygulama güvenirliği

Araştırmacı uygulama süreci boyunca rastgele iki haftayı, sekiz ders saatini, kameraya almış ve uygulama geçerliği (treatment verification) için bu görüntülerden rastgele seçilen iki ders saati iki alan uzmanına seyrettirilerek araştırmacı tarafından hazırlanan uygulama geçerliği kontrol listesini (Ek 9) doldurmaları istenmiştir. Bununla deney grubunun matematiksel modelleme yönteminin uygulanıp uygulanmadığını kontrol etmek amaçlanmıştır. Diğer bir deyişle uygulama güvenirliği, bu liste kullanılarak kontrol edilmiştir. İki gözlemcinin seçilmesinin sebebi ön yargılardan kaçınmak ve uygulama güvenirliğini arttırmaktır. Uygulama güvenirliği kontrol listesinde 23 madde yer alıp, maddeler deney grubuna verilen uygulamanın ana özellikleri ile ilgilidir. Bu listede hiç, nadiren, sıklıkla, genellikle ve daima olmak üzere beş seçenek yer almıştır. Gözleyiciler arasındaki ilişki, korelasyon analizi yapılarak hesaplanmış ve korelasyon katsayısı 0.85 bulunmuştur. Bu sonuç gözleyiciler arasında iyi düzeyde bir ilişki olduğunu başka bir deyişle uygulamanın güvenirliğinin yüksek olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk 2008).

3.5.2. Kontrol Grubundaki Uygulama

Kontrol grubunda da deney grubundaki gibi türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki içerikler takip edilmiştir. Dersler, ders öğretmeni tarafından geleneksel öğretimle yürütülmüştür. Geleneksel öğretim çoğunlukla öğretmen merkezli olan, öğretmenin bilgi kaynağı olarak hareket etmesi öğrencilere bilgi aktarmasıdır. Öğrenciler geleneksel öğretimde çoğunlukla pasif ve birer bilgi alıcısı şeklindedirler. Öğretmen dersin başında tahtaya gerekli kavramları ve gerekli tanımları yazar. Öğrencilerden tahtadaki notları defterlerine geçirmelerini ister. Bunun dışında öğretmen önemli gördüğü şeyleri tahtaya yazdırmadan da öğretmenin defterine yazdırabilir. Konuyla ilgili gerekli teorik bilgiler verildikten sonra öğretmen, matematiksel işlemler gerektiren problemleri çözmeye başlar. Öğrenciler problemleri ve çözümleri defterlerine not ederler. Öğretmen birkaç problemi çözdükten sonra sonraki problemleri öğrencilerin tek başına çözmelerini ister ve çözmek isteyen öğrencilere tahtada çözdürür. Öğretmenin sınıfta çözdüğü sorular, üniversiteye giriş sınavında çıkmış sorular veya onlara yakın sorulardır. Öğretmen dersi anlatmak için herhangi bir etkinliğe başvurmaz. Elinde hazır bulunan notlarıyla dersi anlatır, çoğu kez de yaprak test dağıtarak öğrencilerin çözmelerini ister. Bu testte yer alan sorularda tamamen matematik dünyasından alınan ve soruya sadece doğru bir cevap vermelerini isteyen sorulardır. Öğrenciler arasında herhangi bir tartışma ortamı olmaz, her öğrenci kendi sorularıyla ilgilenir.

3.6. Verilerin Toplanması

Uygulama sürecinde yapılan testlerin dağılımı Çizelge 3.1.'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Uygulama sürecinde yapılan testler

	ÖN-TESTLER (Uygulamanın Başında)		**SON-TESTLER (Uygulamanın Sonunda)**	
	Kontrol Grubu	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Deney Grubu
ÖMSÖ	✓	✓	✓	✓
GTT	✓	✓	✓	✓
TKMMPT	✓	✓	✓	✓
YM	-	-	-	✓

✓ : Testin bir kere uygulanması
* GTT : Genel türev testi
*TKMMPT : Türev konusundaki matematiksel modelleme performansı testi
*YM : Yapılandırılmış mülakat
*ÖMSÖ : Öğrenmede motive edici stratejiler ölçeği

Bu araştırmada önce nicel veriler daha sonra da nitel veriler toplanmıştır. Nicel veriler 3 adet ön-test ve 3 adet son-test olmak üzere toplam altı adet testin uygulanmasından elde edilmiştir.

Uygulanan 3 adet ön-testin bir tanesi Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği (Motivated Strategies for Learning Questinaire: ÖMSÖ)'dir ve bu testin uygulanmasıyla öğrencilerin türev konusunda sahip oldukları öz-düzenleme becerileri açısından deney ve kontrol grubunun denk olup olmadıklarını ortaya koymak amaçlanmıştır. Uygulanan ikinci ön-test ise Genel Türev Testi (GTT)'dir. Bu test ile öğrencilerin türev ve türevin uygulamaları ünitesinde genel türev akademik başarıları açısından iki grubun denk olup olmadıkları tespit edilmek istenmiştir. Ön-testte uygulanan üçüncü test ise Türev Konusundaki Matematiksel Modelleme Performansı Testi (TKMMPT)'dir. Bu test ise de öğrencilerin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki matematiksel modelleme performansları açısından iki grubun denk olup olmadığına bakmak için uygulanmıştır.

Ön-testte uygulanan ÖMSÖ, GTT, TKMMPT uygulama bitiminde bir kez daha öğrencilere son-test olarak uygulanmıştır. Bu ölçeklerin bir kez daha uygulanmasındaki amaç, türev ve türevin uygulamaları ünitesinde matematiksel modelleme yöntemi ve geleneksel öğretimin uygulandığı gruplarda öğrencilerin türev konusundaki akademik başarıları, türev konusundaki matematiksel modelleme performanslarına ve öz-düzenleme becerileri açısından bir fark olup olmadığının araştırılmasıdır.

Araştırmanın ikinci ana problemini cevaplamak üzere toplanan nitel veriler ise uygulamanın sonunda 10 öğrenci ile yapılan yapılandırılmış mülakat (YM)'ın deşifrelerinden elde edilmiştir. Mülakat süreci ortalama olarak 10-15 dakika sürmüş olup, bu süreç öğrencilerin izni alındıktan sonra bir ses kayıt cihazı ile kaydedilmiş ve daha sonra kayıtların tanskriptleri yapılmıştır.

3.7. Veri Toplama Araçları

Bu kısımda veri toplama aracı olarak kullanılan ÖMSÖ, GTT, TKMMPT ve yapılandırılmış görüşmeler hakkında ayrıntılı şekilde bilgi verilecektir.

3.7.1. Öğrenmede motive edici stratejiler ölçeği

Öğrenmede Motive Edici Stratejiler Ölçeği (ÖMSÖ), üniversite öğrencilerinin motivasyonel uyumlarının ve üniversitedeki dersleri için farklı öğrenme stratejileri kullanımlarını değerlendirmek için geliştirilen bir öz-değerlendirme aracıdır (Garcia ve Pintrich 1995). 1980'lerin başlarında Bill McKeachie ve Paul Pintrich öğrencilerin motivasyonunu ve öğrenme stratejilerinin kullanımını değerlendirmek için bir araç geliştirmeye başlamışlardır ve ÖMSÖ' nün bu ilk versiyonu liselerde öğrenme ve öğrenmenin etkililiğini değerlendirmek için kullanmıştır; ÖMSÖ geliştirilmeye başlandıktan yaklaşık on yıl sonra son şekline ulaşmıştır (Anthony and Artino 2005).

ÖMSÖ, 81 maddeden oluşmakta ve ölçek maddeleri motivasyonel inançlar ve öğrenme stratejileri olmak üzere iki ana boyuttan oluşmaktadır. Öğrenme stratejileri bölümü tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, bilişüstü öz-düzenleme, eleştirel düşünme, yardım arama, arkadaştan öğrenme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme alt başlıklarından oluşmaktadır. Motivasyonel inançlar bölümü de; hedef yönelimi, amaca odaklanma, görev değeri, öz yeterlik, sınav kaygısı, öğrenme inanışlarının kontrolü alt başlıklarından oluşmaktadır. Bu ana kategoriler ve alt kategorileri Çizelge 3.2'de gösterilmiştir. Verilerin analizi yapılırken alt boyutlar da dikkate alındığından bu çizelgelerde alt boyutların içeriğini oluşturan maddelerin hangi test maddeleri olduğu açıklanmıştır.

Çizelge 3.2. ÖMSÖ' yü oluşturan alt boyutlar, madde sayıları ve madde numaraları

Öğrenme Stratejileri Boyutu		
Alt Boyutlar	**Madde Sayısı**	**Madde Numaraları**
1.1 Tekrarlama	4	39, 46, 59, 72
1.2. Ayrıntılandırma	6	53, 62, 64, 67, 69, 81
1.3. Örgütleme	4	32, 63, 42, 49
1.4. Bilişüstü Öz-Düzenleme	12	33, 36, 41, 44, 54, 55,

		56, 57, 61, 76, 78,79
1.5. Eleştirel Düşünme	5	38, 47, 51, 66, 71
1.6. Yardım Arama	4	40, 58, 68, 75
1.7. Arkadaştan Öğrenme	3	34, 45, 50
1.8.Zaman ve Çalışma Çevresinin Düzenlenmesi	8	35, 43, 52, 65, 70, 73, 77, 80
1.9. Çaba Düzenleme	4	37, 48, 60, 74
Toplam	50	

Motivasyonel İnançlar Boyutu

Alt Boyutlar	**Madde Sayısı**	**Madde Numaraları**
2.1. Hedef Yönelimi	4	1, 16, 22, 24
2.2. Amaca Odaklanma	4	7, 11, 13, 30
2.3. Görev Değeri	6	4, 10, 17, 23, 26, 27
2.4. Öz-Yeterlik	8	5, 6, 12, 15, 20, 21, 29, 31
2.5. Sınav Kaygısı	5	3, 8, 14, 19, 28
2.6. Öğrenme İnanışlarının Kontrolü	4	2, 9, 18, 25
Toplam	31	

ÖMSÖ, 81 maddeden oluşan 7'li Likert tipi bir ölçektir. Bu 81 madde boyunca öğrenciler öğrenmeleri ve motivasyonlarıyla ilgili tüm maddelere 1: Bana hiç uymuyor, 7: Bana tam uyuyor biçiminde 1'den 7'ye kadar puanlar verirler. Bu ölçekte 8 adet ters madde (33., 37., 40., 52., 60., 68., 77., 80. maddeler) olup, testten alınabilecek en düşük puan 81 iken, en yüksek puan 567'dir.

Ölçeğin orijinal halindeki dili İngilizce olup, ölçeğin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Altun ve Erden (2006) tarafından 214 üniversite öğrencisi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Altun ve Erden ölçeğin yapı geçerliğini ölçmek amacıyla ölçeği önce temel bileşenler analizine daha sonra da varimax dik döndürme tekniğine tabi tutmuş ve ölçeğin toplam varyansının %50'sini açıklayan ve özdeğeri 1'den büyük olan maddelerin 15 faktörde toplandığı görülmüştür. Altun ve Erden ölçeğin iç tutarlık katsayısını belirlemek amacıyla ölçeğin tümünün ve her bir alt boyutunun Cronbach-Alpha değerlerine bakmışlar ve ölçeğin 81 maddeli Türkçe formunun bütünü için iç tutarlık güvenirliği .95 alfa katsayısı iken, ölçeğin her bir alt boyutunun alfa katsayısı ise 0.67 ve 0.91 değeri arasında bulunmuştur. Türkçeye çevrilmiş versiyonu EK 6'da verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan ÖMSÖ'nün Türkçe versiyonuna da bazı analizler uygulanmıştır. Ölçeğin içsel tutarlılığını ölçmek için yapılan güvenirlik analizi sonucunda ölçeğin Cronbah Alpha katsayısı 0.93 olarak bulunmuştur. Bu katsayı ise ölçeğin yüksek derece de güvenilir bir ölçek olduğunu göstermektedir (Kalaycı 2008). Ölçeğin alt boyutlarının Cronbah Alpha katsayları ise; tekrarlama alt boyutu 0.89, ayrıntılandırma alt boyutu 0.90, örgütleme alt boyutu 0.82, bilişüstü öz-düzenleme alt boyutu 0.81, eleştirel düşünme alt boyutu 0.78, yardım arama alt boyutu 0.89, arkadaştan öğrenme alt boyutu 0.79, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi alt boyutu 0.85, çaba düzenleme alt boyutu 0.90, hedef yönelimi alt boyutu 0.89, amaca odaklanma alt boyutu 0.78, görev değeri alt boyutu 0.75, öz-yeterlik alt boyutu 0.95, sınav kaygısı alt boyutu 0.90 ve öğrenme inanışlarının kontrolü alt boyutu 0.95'dir. Ölçeğin her bir alt boyutunun Cronbah Alpha katsayısı 0.75 ile 0.95 arasında değişmektedir. Bu katsayılar ölçeğin alt boyutlarının oldukça güvenilir ve yüksek derecede güvenilir bir ölçek olduğunu göstermektedir (Kalaycı 2008).

3.7.2. Genel türev testi

Öğrencilerin türev konusundaki akademik başarılarını ölçmek amacıyla türev ve türevin uygulamaları ile ilgili araştırmacı tarafından 18 soruluk bir başarı testi hazırlanmıştır. Genel Türev Testi (GTT)'nde Milli Eğitim Bakanlığının Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim Programı 12. Sınıf Türev ve Türevin Uygulamalarında yer vermiş olduğu kazanımlara ve her kazanımı içeren soru hazırlamaya dikkat edilmiştir. Hazırlanan testin 25 kişilik bir öğrenci grubunda pilot çalışması yapılmış, anlaşılmayan, okunması zor olan sorular tespit edilmiş ve bu tespitler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bu testin EK 3'te sunulan son hali 14 adet klasik türev sorusunu ve beraberinde hem deney hem de kontrol grubunun çözebileceği şekildeki 4 adet modelleme problemi (13, 14, 16, 17. sorular) sorusunu içermektedir. GTT'nin kapsam geçerliği için belirtke tablosu hazırlanmış ve uzman görüşü alınmıştır.

Deney ve kontrol grubundan ön-test ve son-test sonucu toplanan testler, araştırmacı tarafından hazırlanan bir cevap anahtarına göre değerlendirilmiştir. Bu cevap anahtarında klasik türev sorularının bir tanesi toplam 5 puan üzerinden değerlendirilirken, testin içerdiği 4 adet modelleme problemi de matematiksel modelleme safhaları göz önünde bulundurularak ve her bir aşamaya 1 puan verilerek yine toplam 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Üçüncü ve beşinci sorunun iki alt sorudan, on dördüncü sorunun ise üç alt sorudan oluştuğu dikkate GTT'den alınabilecek en yüksek puan 110'dur.

GTT testinin araştırmacı tarafından nasıl değerlendirildiğini örneklendirmek için aşağıda GTT testinin dördüncü ve onuncu sorusu ve çözümü verilmiştir.

Soru: f: (0, 2) U (2, 5)→R ve f(x) $=\begin{cases} \frac{7}{2}x, & 0 < x \leq 2 \; ise \\ x+5, & 2 < x < 5 \; ise \end{cases}$ olarak veriliyor. f(x) fonksiyonunun x=2 noktasındaki türevini araştırınız.

Çözüm:

$$\lim_{x \to 2^+} \frac{f(x) - f(2)}{x-2} (1 \; Puan) = \lim_{x \to 2^+} \frac{x+5-7}{x-2} = \lim_{x \to 2^+} \frac{x-2}{x-2} = 1 \; (1 Puan)$$

$$\lim_{x\to 2^-}\frac{f(x)-f(2)}{x-2}(1\ Puan)=\lim_{x\to 2^-}\frac{\frac{7}{2}x-7}{x-2}=\lim_{x\to 2^-}\frac{\frac{7}{2}(x-2)}{x-2}=\frac{7}{2}\ (1Puan)$$

$$\lim_{x\to 2^+}\frac{f(x)-f(2)}{x-2}\neq\lim_{x\to 2^-}\frac{f(x)-f(2)}{x-2}$$

olduğundan $f'(2)$ yoktur (1 Puan).

Soru: $(x^2+y^2)^2-3a^2(x^2-y^2)=0$ kapalı fonksiyonu için y'=$\frac{dy}{dx}$ i bulunuz.

Çözüm:

$$\frac{dF}{dx}=\lim_{h\to 0}\frac{F(x+h)-F(x,y)}{h}$$

$$y'=\lim_{\substack{h\to 0\\k\to 0}}\frac{F'(x+h,y+k)-F(x,y)}{(x+h,y+k)-(x,y)}$$

F_x= $2(x^2+y^2).\,2x-6a^2x\ (1Puan)$

F_y= $2(x^2+y^2).\,2y+6a^2y\ (1Puan)$

$$F'(x,y)=-\frac{F_x}{F_y}(2Puan)=\frac{6a^2x-4x(x^2+y^2)}{6a^2y+4y(x^2+y^2)}(1\ Puan)$$

GTT testinin güvenirlik analizini yapmak için Alfa (α) Modeli (Cronbach Alpha Coeeficient) kullanılmıştır. GTT' ye yapılan Alpha Modeli güvenirlik analizi sonucunda ölçekte yer alan 18 sorunun iç tutarlık katsayısı olan Cronbach Alpha değeri hesaplanmış ve 0.83 olarak bulunmuştur. Bu da ölçeğin oldukça güvenilir bir ölçek olduğunu gösterir (Kalaycı 2008).

Araştırmacının değerlendirici güvenirliğini hesaplamak için, araştırmacı haricinde iki araştırmacı daha araştırmacı tarafından hazırlanan cevap anahtarına göre deney grubunun son testini değerlendirmiştir. Yapılan değerlendiriciler arası güvenirlik analizi sonucunda korelasyon katsayısı 0.89 bulunmuştur. Bu sonuç araştırmacılar arasında yüksek düzeyde bir ilişki olduğunu, test sonuçlarının puanlanmasının oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk 2008).

3.7.3. Türev konusundaki matematiksel modelleme performans testi

Türev Konusundaki Matematiksel Modelleme Performans Testi **(**TKMMPT), sadece matematiksel modelleme problemlerini içeren ve 5 adet problemden oluşan bir testtir. Bu testin içerdiği 5 problemden 2’si aşamalı matematiksel modelleme problemi iken diğer 3 adet soru ise salt matematiksel modelleme problemi sorusudur.

TKMMPT’nin içerdiği 5 problemden 1. Problem Barnett et al. (2005)’den, 2. 3. ve 4. Problem Hughes-Hallett et al. (1992)’den 5. Problem ise NCTM (1999)’den alınıp Türkçe’ye çevrilen ve daha sonra dil uzmanlarının onayı alınan problemlerden oluşmuştur. Testin kapsam geçerliğine yine 3 alan uzmanının onayı alınarak karar verilmiş, fakat modelleme problemleri hayli vakit alan problemler olduğu için soru sayısı 6 ile sınırlı tutulmuştur. Bu testin de pilot çalışması 20 kişiden oluşan bir grup ile yapılmış ve analiz sonuçlarına göre 1 soru yaşanılan anlam kargaşası sebebiyle çıkartılmış ve soru sayısı 1. soru 4 seçenekli, 4. soru 5 seçenekli olmak üzere toplam 5 soruya indirgenmiştir.

TKMMPT değerlendirilirken süreç tabanlı bir değerlendirme sistemi göz önüne alınarak analitik dereceli bir puanlama anahtarı hazırlanmış matematiksel modelleme problemlerinin her bir safhası bu puanlama anahtarıyla değerlendirilmiştir (EK 2). Colletti (1987) 'nin de ifade ettiği gibi açık uçlu test maddelerinin çözümünü değerlendirmek için kullanılan metodlardan biri de analitik dereceli puanlamadır. Problem çözmenin her aşamasında puanlama yapılmaktadır. Analitik dereceli puanlama anahtarının geliştirilmesinde ilk adım problem çözme sürecindeki tüm aşamaları belirlemektir. İkinci adım ise her aşama için uygun puanlama yapmaktır. Matematiksel modelleme problemlerinin 5 aşamasını oluşturan gerçek yaşam problemini anlama, değişkenleri seçme, gerçek yaşam durumunu bir matematiksel problem olarak ifade etme, problemin matematiksel çözümü, modelin ürettiği sonucu gerçek yaşam probleminde yorumlama aşamalarının her biri 0, 1 ve 2 olmak üzere üç aşamada değerlendirilmiştir. Bu puanlama anahtarında bir modelleme probleminin alabileceği en yüksek puan 10 olup, testte bulunan üç adet modelleme probleminden (ikinci, üçüncü ve beşinci problem) alınabilecek toplam puan 30, her bir alt sorusu 3 puan olan ve dört alt sorudan oluşan birinci problemden alınabilecek toplam puan 12, her bir alt sorusu 3 puan olan ve toplam beş alt sorudan oluşan dördüncü sorudan alınabilek toplam puan 15 ve bu testten alınabilecek en yüksek puan 57'dir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme performanslarını tespit etmek için kullanılan bu testteki ikinci, üçüncü ve beşinci problemlerin araştırmacılar tarafından nasıl değerlendirildiğini örneklendirmek için aşağıda TKMMPT'nin üçüncü sorusu ve çözümü örnek olarak sunulmuştur. Bu çözümde matematiksel modelleme sürecinin beş aşaması, Ek 2'de belirtilen her bir aşamanın içerdiği kriterlere göre 0, 1 veya 2 puan ile değerlendirilmiştir.

Problem: Bir yönetim eğitimi şirketi, yönetim teknikleri seminerlerini kişi başı 400 dolardan verirse bu seminerlere 1000 kişi katılacaktır. Fiyatlardaki her 5 dolarlık indirim için seminerlere 20 kişinin daha katılacağı şirket tarafından tahmin ediliyor.

Maksimum kar elde edebilmek için şirketteki seminerlerin fiyatı ne olmalıdır? Maksimum kar nedir?

Çözüm:

Gerçek yaşam problemini anlama:

Diyelim ki fiyatlarda x kere 5 dolarlık indirim olsun.

Değişkenleri seçme:

(400-5x). (1000+20x) = Şirketin Toplam Kazancı

Bu kazancın maksimum olabilmesi için toplam kazanç fonksiyonunun birinci türevi sıfır olmalıdır. Başka bir deyişle,

Matematiksel model oluşturma:

-5. (1000+20x) + 20 (400-5x) = 0

Problemin matematiksel çözümü:

-5000-100x+8000-100x = 0

200x = 3000

x = 15 kere 5 dolarlık indirim

Modelin ürettiği sonucu gerçek yaşam probleminde yorumlama:

Bu durumda seminer fiyatı;

(400 - 15. 5) = 400 - 75 = 325$ olur.

Maksimum kar ise,

(400 - 5.15) . (1000 + 20.15) - 400. 1000 = 422500 - 400000 = 22500$

olur.

şeklinde öğrencilerin cevap kağıtlarında doğru olması beklenen matematiksel modelleme basamakları çözümlendirilmiştir.

Öğrencilerin matematiksel modelleme performanslarını tespit etmek için kullanılan bu testteki birinci ve dördüncü problemlerin araştırmacılar tarafından nasıl değerlendirildiğini örneklendirmek için aşağıda TKMMPT testinin birinci sorusu ve çözümü sunulmuştur. Bu çözümde problemin her aşamasında doğru matematiksel modeli yazma, modeli doğru çözme ve doğru sonucu bulma 1 puan olarak, yapmamak ve yanlış yapmak ise 0 puan olarak değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeyi örneklendirmek için TKMMPT'nin 3. sorusu aşağıda örnek olarak çözülmüştür. Ancak puanlamalar Ek 2'de belirtilen her bir aşamanın içerdiği kriterler göz önüne alınarak öğrenci cevaplarına göre 0, 1 veya 2 puan ile değerlendirilmiştir.

Problem: Bir kuleden fırlatılan küçük çelik bir top x saniyede,

y=f(x)

formülü ile y metre yol almaktadır. Şekil-1 (Ek 4'te) 0, 1, 2 ve 3. saniyelerin sonunda bir doğru boyunca topun pozisyonunu göstermektedir.

a) 2.saniyeden 3.saniyeye ortalama hızı bulunuz.

b) 2.saniyeden (2+h). saniyeye ortalama hızı bulunuz ve sadeleştiriniz.

c) Eğer mevcutsa $h \to 0$ durumunda b kısmında bulmuş olduğunuz formülün limitini bulunuz.

d) c kısmında bulmuş olduğunuz sonucu yorumlayınız.

Çözüm:

a)

b)

c) $\lim_{h \to 0} \frac{f(2+h)-f(2)}{h} = \lim_{h \to 0} 16(4+h) = 64$

d) c seçeneğinde bulmuş olduğumuz limit, topun ikinci saniyedeki anlık hızıdır. Dolayısıyla x=2. saniyedeki topun hızı 64m/sn'dir.

şeklinde öğrencilerin cevap kağıtlarında doğru olması beklenen cevaplar sunulmuştur.

TKMMPT testinin güvenirlik analizini yapmak için Alfa (α) Modeli (Cronbach Alpha Coeeficient) kullanılmıştır. TKMMPT' ye yapılan Alpha Modeli güvenirlik analizi sonucunda ölçekte yer alan 5 sorunun iç tutarlık katsayısı olan Cronbach Alpha değeri hesaplanmış ve 0.82 olarak bulunmuştur. Bu da analitik dereceli puanlama anahtarının yüksek derecede güvenilir olduğunu gösterir (Kalaycı 2008). TKMMPT'nin son hali EK 4'te sunulmuştur.

Araştırmacının değerlendirici güvenirliğini hesaplamak için, araştırmacı haricinde iki araştırmacı daha araştırmacı tarafından hazırlanan cevap anahtarına göre deney grubunun son testini değerlendirmiştir. Yapılan değerlendiriciler arası güvenirlik analizi sonucunda korelasyon katsayısı 0.91 bulunmuştur. Bu sonuç araştırmacılar arasında yüksek düzeyde bir ilişki olduğunu başka bir deyişle test sonuçlarının puanlanmasının oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk 2008).

3.7.4. Görüşmeler

Bu araştırmada ikinci ana problemi cevaplamak üzere, yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Görüşme, önceden belirlenmiş ve bir amaç için yapılan, soru sorma ve yanıtlama tarzına dayalı karşılıklı ve etkileşimli bir iletişim sürecidir (Stewart ve Cash, 1985). Bu tanımda süreç, "iletişimdeki sürekliliği ve dinamikliği", karşılıklı, "iki veya daha fazla birey arasında gerçekleşen karşılıklı etkileşimi", etkileşimli, "görüşmeye dahil olan bireyler arasında oluşan bireyler arası bağı”, önceden belirlenmiş bir amaç, “görüşmeye dahil bireylerden en az birinin belli bir amacı olduğunu ve bu amaca yönelik bilgi toplama çabası olduğunu” ifade eder (Yıldırım ve Şimşek 2006). Patton (1987)’e göre görüşmenin amacı, bir bireyin iç dünyasına girmek ve onun bakış açısını anlamaktır.

Literatürde farklı görüşme türlerinden söz edilmekle birlikte en çok adı geçen görüşme türleri yapılandırılmış görüşme ve yapılandırılmamış görüşmedir. Yapılandırılmamış görüşme keşfe yönelik bir görüşme sürecidir, önceden belirlenmiş herhangi bir soru ve doğal olarak yanıtlara ilişkin bir beklenti de yoktur. Yapılandırılmış görüşmede ise amaç, görüşülen bireylerin verdikleri bilgiler arasındaki paralelliği ve farklılığı saptamak ve buna göre karşılaştırmalar yapmaktır (Brannigan 1985).

Bu çalışmada da öğrencilerin matematiksel modelleme yöntemine ilişkin görüşlerini almak ve öğrenciler açısından bu yöntemin ne anlama geldiğini netleştirmek için yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Kullanılan yapılandırılmış görüşme 9 adet sorudan oluşmaktadır. Bu 9 soru, uygulama süreci boyunca öğrencilerin matematiksel modelleme yöntemi hakkında sormuş oldukları sorular, yaptıkları eleştiriler ve nicel verilerin ortaya koymuş olduğu sonuçlar dikkate alınarak hazırlanmıştır. EK 6’da son hali verilen görüşme soruları yaklaşık 10-15 dakika boyunca görüşme sürecinde öğrencilere sorulmuş ve görüşme süreci öğrencilerin izni alındıktan sonra bir ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

3.8. Verilerin Analizi

Nicel verilerin analizinde her bir öğrenci için ÖMSÖ ölçeğinden, GTT’den ve TKMMPT’ den aldıkları puanlar hesaplanmıştır. Araştırmada parametrik testlerin varsayımları sağlanmadığı için parametrik olmayan testler kullanılmıştır. Deney ve kontrol grupları arasında akademik başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını tespit etmek için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Mann-Whitney U

Testi sosyal bilimlerde parametrik olmayan istatistikler içinden en sık kullanılan ve en güçlü olan testlerden biri olup iki ilişkisiz örneklemden elde edilen puanların birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılık gösterip göstermediğini test eder (Büyüköztürk 2008). Bu test bağımsız örnekler için uygulanan t testinin karşılığıdır. T-testinde olduğu gibi, iki grubun ortalamalarının karşılaştırılması yerine, Mann-Whitney U testi grupların meydanlarını karşılaştırır (Kalaycı 2008). Araştırmanın nicel verileri SPSS 15 programı ile analiz edilmiştir.

Deney grubu öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin kullanımı hakkındaki görüşlerini içeren nitel verilere içerik analizi yapılmıştır. İçerik analizinde temel amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır bu analizde yapılan temel işlem ise, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek ve bunları okuyucunun anlayacağı bir biçimde düzenleyerek yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek 2006). Yapılandırılmış görüşmeler sayesinde toplanan veriler transkript edilip ayrı ayrı belgelere yazılarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Daha sonra transkriptler birçok defa okunduktan sonra ayrı ayrı değerlendirilerek, NVivo programının yardımı ile ortak başlıklar oluşturulmuş ve bu sayede verilerin analizi yapılmıştır. Araştırmacının yaptığı bu kodlamaların tutarlılığını belirlemek amacıyla, üç bilim uzmanı eşliğinde her kodun altındaki alıntılar tek tek değerlendirilmiş, % 90 düzeyde tutarlılığa ulaşılmış ve görüşme kodlarının son şekli verilmiştir.

3.9. Sayıltılar

1. Matematiksel modelleme yöntemi yaklaşımı ile ilgili ulaşılan kaynakların gerçeği yansıttıkları,
2. Uygulama sırasında öğrencilerin araştırmacıdan benzer şekilde etkilendiği,
3. Öğrenciler ölçme araçlarını cevaplarken bilgi, beceri ve tutumlarını içtenlikle yansıttıkları,

4. Araştırmacının ölçme araçlarını uygularken ve değerlendirirken içten, samimi ve objektif bir yaklaşım sergilediği,
5. Araştırmancının uygulamada yanlı davranmadığı,

varsayılmaktadır.

3.10. Sınırlılıklar

Araştırma;

1. Yöntem açısından ön test – son test yarı deneysel yöntem ve görüşme tekniği ile,
3. Zaman açısından doktora tezine ayrılan süre ile,
4. Uygulama açısından ortaöğretim onikinci sınıf "Türev ve Türevin Uygulamaları" ünitesi ile,
5. Kaynak grup açısından MEB'e bağlı ili merkez ortaöğretim okullarından bir lise ile

ile sınırlıdır.

4. BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın verilerinden elde edilen betimsel istatistiklere ve araştırmanın alt problemlerine göre nicel-nitel yöntemler kullanılarak elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1. Araştırmanın Betimsel İstatistikleri

Bu kısımda araştırmanın betimsel istatistiklerine yer verilecektir. Öncelikle ön ve son GTT'nin betimsel istatik çizelgesi aşağıda görülmektedir:

Çizelge 4.1. Ön ve son GTT toplam puanlarına ait bazı betimsel istatistik sonuçları

Testler	Grup	Ortanca	$\overline{X}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Ön GTT	Deney G.	47.0	34.6	25.2	1.52	0.78
	Kontrol G.	39.0	32.5	22.0	0.25	-1.04
Son GTT	Deney G.	69.5	67.0	19.3	-0.38	-0.15
	Kontrol G.	52.3	55.2	18.7	0.17	-0.65

Çizelge 4.1'de görüldüğü gibi deney grununun son GTT'den aldığı toplam puanın aritmetik ortalaması kontrol grubununkinden daha yüksektir.

Çizelge 4.2'de ön ve son TKMMPT'nin betimsel istatistik tablosu verilmiştir.

Çizelge 4.2. Ön ve son TKMMPT toplam puanlarına ait bazı betimsel istatistik sonuçları

Testler	Grup	Ortanca	$\overline{X}$	SS	Çarpıklık	Basıklık
Ön TKMMPT	Deney G.	0.04	2.14	4.72	-0.22	-1.63
	Kontrol G.	0.00	1.73	2.66	0.66	1.23
Son TKMMPT	Deney G.	30.0	30.0	8.93	-0.94	0.43
	Kontrol G.	22.0	23.0	9.45	0.66	-0.75

Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi deney grubunun son TKMMPT'den aldığı toplam puanın aritmetik ortalaması kontrol grubununkinden daha yüksektir.

Çizelge 4.3'te ön ve son ÖMSÖ'nün öğrenme stratejileri bileşeninin tekrarlama (T), ayrıntılandırma (A), örgütleme (Ö), eleştirel düşünme (ED), bilişüstü öz-düzenleme (BÖD), zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi (ZÇD), çaba düzenleme (ÇD), arkadaştan öğrenme (AÖ), yardım arama (YA) açısından istatistik tablosu verilmiştir.

Çizelge 4.3. T, A, Ö, ED, BÖD, ZÇD, ÇD, AÖ, YA'ya ait bazı betimsel istatistik sonuçları

Testler	Grup		T	A	Ö	ED	BÖD	ZÇD	ÇD	AÖ	YA
Ön Öğrenme Stratejileri Bileşenleri	Deney Grubu	Ortanca	3.81	4.31	4.62	3.56	4.39	4.82	5.21	3.39	5.01
		$\overline{X}$	3.99	4.41	4.04	3.77	4.57	4.63	5.33	3.34	4.97
		SS	0.92	0.92	1.35	1.45	0.88	0.75	1.34	1.52	1.35
		Çarpıklık	0.43	0.19	-0.43	0.44	-0.61	-0.17	-1.03	-0.23	-0.32
		Basıklık	1.15	0.27	-1.48	-0.69	0.92	-1.04	1.64	-1.01	-0.73
	Kontrol Grubu	Ortanca	3.27	4.53	3.75	3.61	4.03	4.76	6.09	3.11	4.72
		$\overline{X}$	3.44	4.02	3.85	3.35	4.24	4.51	5.36	3.05	5.08
		SS	0.88	1.56	0.92	1.16	0.95	1.24	1.77	1.22	1.24
		Çarpıklık	1.19	-0.6	0.56	-0.58	0.26	-0.37	-1.03	1.77	0.36
		Basıklık	1.56	-0.8	-1.07	-1.44	-1.67	0.37	-0.57	3.89	-0.87
Son Öğrenme Stratejileri Bileşenleri	Deney Grubu	Ortanca	4.23	4.82	2.76	3.86	4.71	4.72	5.03	3.23	4.63
		$\overline{X}$	3.84	4.67	2.76	3.93	4.58	4.84	4.82	3.47	4.55
		SS	1.51	1.38	1.05	1.36	1.04	1.11	1.35	1.54	1.36
		Çarpıklık	-0.12	-0.92	-0.18	-0.47	-0.35	0.13	-0.27	0.22	-0.41
		Basıklık	-0.87	0.27	-0.79	0.76	-0.37	-0.05	0.43	-1.34	-0.11
	Kontrol Grubu	Ortanca	2.53	3.73	3.02	2.63	4.53	4.53	5.88	3.05	4.62
		$\overline{X}$	3.04	3.56	2.76	3.06	4.31	4.65	5.15	2.52	4.85
		SS	1.05	0.87	0.84	1.15	1.07	1.11	1.33	1.13	0.97
		Çarpıklık	0.89	-0.29	-0.17	0.99	0.58	-0.72	-1.11	-0.18	0.38
		Basıklık	-0.57	0.77	1.22	-0.45	0.96	0.69	1.29	-0.95	-1.13

Çizelge 4.3 incelendiğinde, deney ve kontrol gruplarının ön ve son test için ÖMSÖ'nün öğrenme stratejileri bileşeninin alt boyutlarının aritmetik ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.4'te ön ve son ÖMSÖ'nün motivasyonel inançlar bileşenlerinin hedef yönelimi (HY), amaca odaklanama (AO), görev değeri (GD), öğrenme inanışlarının kontrolü (ÖİK), öz-yeterlik (ÖY) ve sınav kaygısı (SK) betimsel istatistik tablosu verilmiştir.

Çizelge 4.4. HY, AO, GD, ÖİK, ÖY, SK'ya ait bazı betimsel istatistik sonuçları

Testler	Grup		HY	AO	GD	ÖİK	ÖY	SK
Ön Motivasyonel İnançlar Bileşenleri	Deney Grubu	Ortanca	5.71	5.32	5.51	5.92	5.84	3.51
		$\bar{X}$	5.41	5.23	5.12	5.72	5.32	3.61
		SS	1.12	1.04	1.24	0.93	1.21	1.42
		Çarpıklık	-0.73	-0.21	-0.73	-0.52	-0.83	1.12
		Basıklık	-0.32	-0.82	-0.12	-0.41	-0.32	□□1.13
	Kontrol Grubu	Ortanca	4.84	5.12	5.71	5.52	5.45	4.05
		$\bar{X}$	5.02	5.09	5.38	5.78	4.87	3.86
		SS	1.36	1.36	1.03	1.19	1.48	1.22
		Çarpıklık	0.18	-0.35	-0.86	-0.12	-0.72	-1.42
		Basıklık	-0.67	-0.76	-0.46	-1.23	-1.26	2.83
Son Motivasyonel İnançlar Bileşenleri	Deney Grubu	Ortanca	5.27	5.51	5.26	5.04	5.41	3.81
		$\bar{X}$	5.06	5.12	4.74	4.98	5.29	3.52
		SS	1.42	1.48	1.59	1.04	0.93	1.25
		Çarpıklık	-1.72	-1.29	-1.13	-0.67	-0.62	-0.46
		Basıklık	3.21	0.66	0.45	0.45	-0.95	-1.13
	Kontrol Grubu	Ortanca	4.04	5.02	4.34	5.33	5.03	3.82
		$\bar{X}$	4.43	4.84	4.16	5.48	4.85	3.74
		SS	1.57	0.93	1.13	0.75	0.82	0.98
		Çarpıklık	0.28	0.28	0.12	0.37	-0.58	-0.97
		Basıklık	-1.42	0.25	-0.19	-0.35	-0.87	0.35

Çizelge 4.4 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının ön ve son test için ÖMSÖ'nün motivasyonel inançlar bileşenlerinin alt boyutlarının aritmetik ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir.

4.1.1. Parametrik testlerin varsayımlarına ilişkin bulgular

Araştırmadaki veri grubunun normallik testleri için Kolmogrov- Simirnov (Lilliefors) testi kullanılmıştır. Bu test, veri grubunun normal dağılım sergileyip sergilemediğini göstermek için, veri sayısının 29 ve daha büyük büyük olduğu durumlarda kullanılabilecek bir testtir (Kalaycı 2008).

Ön ve son GTT'nin Kolmogrov-Simirnov (Lilliefors) testi sonuçları Çizelge 4.5'te görülmektedir.

Çizelge 4.5. Ön-son GTT puanlarının Kolmogorov-Smirnov testi

Testler	**N**	**İstatistik**	**p**
Ön GTT	36	1.66	0.01
Son GTT	36	1.45	0.04

0.05 anlamlılık düzeyinde test sonuçlarına göre ön ve son genel türev testi puanlarının p değeri 0.05'ten küçük olduğu için verilerin normal dağılıma uymadığını söyleyebiliriz.

Ön ve son TKMMPT'nin Kolmogrov-Simirnov (Lilliefors) testi sonuçları Çizelge 4.6'de görülmektedir.

Çizelge 4.6. Ön-son TKMMPT puanlarının Kolmogorov-Smirnov testi

Testler	**N**	**İstatistik**	**p**
Ön TKMMPT	36	0.40	0.00
Son TKMMPT	36	0.93	0.03

0.05 anlamlılık düzeyinde test sonuçlarına göre ön ve son matematiksel modelleme verilerinin p değeri 0.05'ten küçük olduğu için verilerin normal dağılıma uymadığını söyleyebiliriz.

Ön ve son test ÖMSÖ'nün öğrenme stratejileri bileşeninin tekrarlama (T), ayrıntılandırma (A), örgütleme (Ö), eleştirel düşünme (ED), bilişüstü öz-düzenleme (BÖD), zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi (ZÇD), çaba düzenleme (ÇD), arkadaştan öğrenme (AÖ), yardım arama (YA) açısından Kolmogrov-Simirnov (Lilliefors) testi sonuçları Çizelge 4.7'de görülmektedir.

Çizelge 4.7. Ön-son ÖMSÖ'nün öğrenme stratejileri bileşeni alt boyutlarının Kolmogorov-Smirnov testi

Testler	**N**	**İstatistik**	**p**	**Testler**	**N**	**İstatistik**	**p**
Ön T	36	0.40	0.00	Ön ZÇD	36	1.66	0.01
Son T	36	0.28	0.04	Son ZÇD	36	1.17	0.03
Ön A	36	0.40	0.00	Ön ÇD	36	0.90	0.02
Son A	36	0.18	0.02	Son ÇD	36	0.01	0.20
Ön Ö	36	0.17	0.03	Ön AÖ	36	0.01	0.20
Son Ö	36	0.28	0.02	Son AÖ	36	1.17	0.03
Ön ED	36	0.95	0.03	Ön YA	36	0.10	0.20
Son ED	36	1.18	0.02	Son YA	36	1.45	0.04
Ön BÖD	36	0.90	0.02				
Son BÖD	36	1.76	0.02				

0.05 anlamlılık düzeyinde test sonuçlarına göre ön ve son ÖMSÖ'nün öğrenme stratejileri bileşeni alt boyutlarının p değeri 0.05'ten küçük olduğu için verilerin normal dağılıma uymadığını söyleyebiliriz.

Ön ve son ÖMSÖ'nün motivasyonel inançlar bileşenlerinin hedef yönelimi (HY), amaca odaklanama (AO), görev değeri (GD), öğrenme inanışlarının kontrolü (ÖİK), öz-yeterlik (ÖY) ve sınav kaygısı (SK) açısından Kolmogrov-Simirnov (Lilliefors) testi sonuçları Çizelge 4.8'de görülmektedir.

Çizelge 4.8. Ön-son ÖMSÖ'nün motivasyonel inançlar bileşeni alt boyutlarının Kolmogorov-Smirnov testi

Testler	**N**	**İstatistik**	**p**	**Testler**	**N**	**İstatistik**	**p**
Ön HY	36	0.40	0.00	Ön ÖİK	36	1.66	0.01
Son HY	36	0.18	0.02	Son ÖİK	36	1.17	0.03
Ön AO	36	1.78	0.02	Ön ÖY	36	0.19	0.00
Son AO	36	1.45	0.04	Son ÖY	36	0.11	0.20
Ön GD	36	0.17	0.03	Ön SK	36	0.95	0.03
Son GD	36	0.16	0.06	Son SK	36	1.18	0.02

0.05 anlamlılık düzeyinde test sonuçlarına göre ön ve son ÖMSÖ'nün motivasyonel inançlar bileşeni alt boyutlarının p değeri 0.05'ten küçük olduğu için verilerin normal dağılıma uymadığını söyleyebiliriz.

Paremetrik testlerin normallik varsayımına ek olarak diğer varsayımlarda test edilmiştir. Bazı varsayımların sağlanmaması nedeniyle çalışmanın hipoteslerinin test edilmesinde parametrik olmayan testlerden Mann-Withney U testi (Parametrik olmayan testlerde ilişkisiz ölçümler için bağımsız örneklem t testinin karşılığı) kullanılmıştır.

4.2. Araştırmanın Nicel Verilerinden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda öncelikle araştırmanın alt problemlerinden birincisi olan "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin genel türev testi ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin genel türev testi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?" sorusuna cevap aranmıştır.

Bunun için "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev konusundaki uygulama öncesi genel türev testi ortalamaları ile ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev konusundaki uygulama öncesi genel türev testi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur" hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.9. Gruplara göre ön-test GTT puanlarına ilişkin Mann–Whitney U testi sonuçları

Grup	**N**	**Sıra Ortalaması**	**Sıra Toplamı**	**U**	**p**
Deney Grubu	18	20.03	360.50	134.500	0.38
Kontrol Grubu	18	16.97	305.50		

*p< 0.05

Çizelge 4.9'dan görüldüğü üzere yapılan anliz sonucunda yukarıda yazılmış olan hipotez 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir ($p>0.05$). Çizelgeden de görüldüğü gibi deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubunkinden daha yüksektir.

Birinci alt probleme ait "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev konusundaki genel türev testi ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin temsil ettiği evrenin türev konusundaki genel türev testi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur" hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Gruplara göre öğrencilerin son-test TKMMPT başarı puanlarına ilişkin İlişkisiz Ölçümler Mann–Whitney U Testi sonuçları Çizelge 4.10'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Gruplara göre son-test GTT puanlarına ilişkin Mann–Whitney U testi sonuçları

Grup	**N**	**Sıra Ortalaması**	**Sıra Toplamı**	**U**	**p**
Deney Grubu	18	21.94	395.00	100.000	0.04*
Kontrol Grubu	18	15.06	271.00		

*p<0.05

Çizelge 4.10'dan görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda yazılmış olan hipotez 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir ($p<0.05$). Deney grubunun sıra ortalaması, kontrol grubunun sıra ortalamasından daha yüksektir.

İkinci olarak araştırmanın ikinci alt problemi olan "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?" sorusuna cevap aranmıştır.

Bunun için "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin uygulama öncesi matematiksel modelleme performans ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin uygulama öncesi matematiksel modelleme performans ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur" hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. Gruplara göre ön-test TKMMPT puanlarına ilişkin Mann–Whitney U testi sonuçları

Grup	**N**	**Sıra Ortalaması**	**Sıra Toplamı**	**U**	**p**
Deney Grubu	18	18.58	334.50	160.500	0.95
Kontrol Grubu	18	18.42	331.50		

*p<0.05

Çizelge 4.11'den görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda yazılmış olan hipotez 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir (p>0.05). Deney grubunun sıra ortalaması ve kontrol grubunun sıra ortalamaları birbirine oldukça yakın değerlerdir.

İkinci alt probleme ait "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur" hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Gruplara göre öğrencilerin son-test TKMMPT başarı puanlarına ilişkin İlişkisiz Ölçümler Mann–Whitney U Testi sonuçları Çizelge 4.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Gruplara göre son-test TKMMPT puanlarına ilişkin Mann–Whitney U testi sonuçları

Grup	**N**	**Sıra Ortalaması**	**Sıra Toplamı**	**U**	**p**
Deney Grubu	18	22.39	403.00	92.000	0.02*
Kontrol Grubu	18	14.61	263.00		

*p<0.05

Çizelge 4.12'den görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda yazılmış olan hipotez 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir (p>0.05). Deney grubunun sıra ortalaması, kontrol grubunun sıra ortalamasından daha yüksektir.

Nicel verilere ait bulgular kısmında üçüncü olarak araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki öğrenme stratejileri (tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, metabilişsel öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin öğrenme stratejileri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?" sorusuna cevap aranmıştır.

Bunun için "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki uygulama öncesi öğrenme stratejileri (tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, bilişüstü öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin uygulama öncesi öğrenme stratejileri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur" hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Analiz sonuçları Çizelge 4.13'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Gruplara göre ön-test öğrenme stratejileri bileşeni alt boyutlarına ilişkin Mann-Whitney U testi sonuçları

Alt Boyutlar	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Ön-Test Tekrarlama	Deney G.	18	24.08	457.50	74.500	0.00*
	Kontrol G.	18	13.64	245.50		
Ön-Test Ayrıntılandırma	Deney G.	18	22.16	421.00	111.000	0.06
	Kontrol G.	18	15.67	282.00		
Ön-Test Örgütleme	Deney G.	18	21.32	405.00	127.000	0.18
	Kontrol G.	18	16.56	298.00		
Ön-Test Kritik Düşünme	Deney G.	18	21.61	410.50	121.500	0.13
	Kontrol G.	18	16.25	292.50		
Ön-Test Bilişüstü Öz-Düzenleme	Deney G.	18	21.87	415.50	116.500	0.09
	Kontrol G.	18	15.97	287.50		
Ön-Test Zaman ve Çalışma Çev. Düz.	Deney G.	18	22.26	423.00	109.000	0.59
	Kontrol G.	18	15.56	280.00		
Ön-Test Yardım Arama	Deney G.	18	21.37	406.00	126.000	0.17
	Kontrol G.	18	16.50	297.00		
Ön-Test Arkadaştan Öğrenme	Deney G.	18	22.39	425.50	106.500	0.05
	Kontrol G.	18	17.42	277.50		
Ön-Test Çaba Düzenleme	Deney G.	18	20.58	391.00	141.000	0.36
	Kontrol G.	18	17.33	312.00		

*p<0.05

Çizelge 4.13'ten görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda yazılmış olan hipotez ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, bilişüstü öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama boyutlarında 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilememiş ($p>0.05$), tekrarlama alt boyutu için ise 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilmiştir ($p<0.05$). Tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, kritik düşünme, bilişüstü öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, yardım arama, arkadaştan öğrenme ve çaba düzenleme alt boyutunda deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubunun sıra ortalamasından daha yüksektir.

Üçüncü alt probleme ait "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev ve türevin uygulamaları ünütesindeki öğrenme stratejileri (tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, bilişüstü öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin öğrenme stratejileri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktur" hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Gruplara göre öğrencilerin son-test öz-düzenlemenin öğrenme stratejileri alt boyutu bileşenlerine ilişkin İlişkisiz Ölçümler Mann–Whitney U Testi sonuçları Çizelge 4.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. 14. Gruplara göre son-test öğrenme stratejileri bileşeni alt boyutlarına ilişkin Mann–Whitney U testi sonuçları

Alt Boyutlar	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Son-Test Tekrarlama	Deney G.	18	20.84	396.00	136.000	0.28
	Kontrol G.	18	17.06	307.00		
Son-Test Ayrıntılandırma	Deney G.	18	23.22	443.00	89.000	0.01*
	Kontrol G.	18	14.44	260.00		
Son-Test Örgütleme	Deney G.	18	18.29	347.50	157.500	0.06
	Kontrol G.	18	19.75	355.50		
Son-Test Kritik Düşünme	Deney G.	18	21.66	411.50	120.500	0.12
	Kontrol G.	18	16.19	291.50		
Son-Test Biliş-üstü Öz-Düzenleme	Deney G.	18	19.76	375.50	156.500	0.65
	Kontrol G.	18	18.19	327.50		
Son-Test	Deney G.	18	19.89	378.00	154.000	0.60

Zaman ve Çalışma Çev. Düz.	Kontrol G.	18	18.06	325.00		
Son-Test Yardım Arama	Deney G.	18	19.00	361.00	171.000	1.00
	Kontrol G.	18	19.00	342.00		
Son-Test Arkadaştan Öğrenme	Deney G.	18	21.11	401.00	131.000	0.22
	Kontrol G.	18	16.78	302.00		
Son-Test Çaba Düzenleme	Deney G.	18	19.53	371.00	161.000	0.76
	Kontrol G.	18	18.44	332.00		

*p<0.05

Çizelge 4.14’den görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda yazılmış olan hipotez ayrıntılandırma alt boyutu için 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilmiş ($p<0.05$), diğer alt boyutlar için ise 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir ($p>0.05$). Tekrarlama, ayrıntılandırma, kritik düşünme, bilişüstü öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, arkadaştan öğrenme ve çaba düzenleme alt boyutunda deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubunun sıra ortalamasından daha yüksektir. Örgütleme alt boyutunda ise deney grubunun ortalaması kontrol grubununkinden düşük, yardım arama alt boyutunda ise deney ve kontrol gruplarının ortalamaları aynıdır.

Nicel verilere ait bulgular kısmında son olarak araştırmanın dördüncü alt problemi olan “Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki motivasyonel inançları (hedef yönelimi, amaca odaklanama, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin motivasyonel inançları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır? sorusuna cevap aranmıştır.

Bunun için “Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki uygulama öncesi motivasyonel inançları (hedef yönelimi, amaca odaklanama, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin uygulama öncesi motivasyonel inançları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur” hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Analizler Çizelge 4. 15’te gösterilmiştir.

Çizelge 4.15. Gruplara göre ön-test motivasyonel inançlar bileşeni alt boyutlarına ilişkin Mann–Whitney U testi sonuçları

Alt Boyutlar	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Ön-Test Hedef Yönelimi	Deney G.	18	21.95	417.00	115.000	0.08
	Kontrol G.	18	15.89	286.00		
Ön-Test Amaca Odaklanma	Deney G.	18	19.92	378.50	153.500	0.59
	Kontrol G.	18	18.03	324.50		
Ön-Test Görev Değeri	Deney G.	18	20.37	387.00	145.000	0.42
	Kontrol G.	18	17.56	316.00		
Ön-Test Öz-Yeterlik	Deney G.	18	21.29	404.50	127.500	0.18
	Kontrol G.	18	16.58	298.50		
Ön-Test Öğrenme İnan. Kont.	Deney G.	18	21.03	399.50	132.500	0.24
	Kontrol G.	18	16.86	303.50		
Ön-Test Sınav Kaygısı	Deney G.	18	19.66	373.50	158.500	0.70
	Kontrol G.	18	18.31	329.50		

*p<0.05

Çizelge 4.15'ten görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda yazılmış olan hipotez 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir (p>0.05). Hedef yönelimi, amaca odaklanma, görev değeri, öz-yeterlik, öğrenme inanışlarının kontrolü, sınav kaygısı alt boyutlarında deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubunun sıra ortalamasından daha yüksektir.

Dördüncü alt probleme ait "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12.sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki motivasyonel inançları (hedef yönelimi, amaca odaklanama, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerin temsil ettiği evrenin motivasyon inançları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur" hipotezi Mann–Whitney U Testi ile test edilmiştir. Gruplara göre öğrencilerin son-test öz-düzenlemenin motivasyonel inançlar bileşeninin alt boyutlarına ilişkin İlişkisiz Ölçümler Mann–Whitney U Testi sonuçları Çizelge 4. 16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Gruplara göre son-test motivasyonel inançlar bileşeni alt boyutlarına ilişkin Mann–Whitney U testi sonuçları

Alt Boyutlar	Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Son-Test Hedef Yönelimi	Deney G.	18	22.05	419.00	113.000	0.07
	Kontrol G.	18	15.78	284.00		
Son-Test Amaca Odaklanma	Deney G.	18	20.92	397.50	134.500	0.26
	Kontrol G.	18	16.97	305.50		
Son-Test Görev Değeri	Deney G.	18	22.11	420.00	112.000	0.07
	Kontrol G.	18	15.72	283.00		
Son-Test Öz-Yeterlik	Deney G.	18	20.71	393.50	138.500	0.32
	Kontrol G.	18	17.19	309.50		
Son-Test Öğrenme İnan. Kont.	Deney G.	18	18.95	360.00	170.000	0.97
	Kontrol G.	18	19.06	343.00		
Son-Test Sınav Kaygısı	Deney G.	18	19.53	371.00	161.000	0.76
	Kontrol G.	18	18.44	332.00		

*p < 0.05

Çizelge 4.16'dan görüldüğü üzere yapılan analiz sonucunda yazılmış olan hipotez 0.05 anlamlılık düzeyinde reddedilememiştir (p>0.05). Hedef yönelimi, amaca odaklanma, görev değeri, öz-yeterlik, sınav kaygısı alt boyutlarında deney grubunun sıra ortalaması kontrol grubunın sıra ortalamasından daha yüksektir. Öğrenme inanışlarının kontrolü alt boyutunda ise deney grubunun ortalaması kontrol grubunun sıra ortalamasından daha düşüktür.

4.3. Araştırmanın Nitel Verilerinden Elde Edilen Bulgular

Bu kısımda araştırmanın ikinci alt problemi doğrultusunda, deney grubundaki 10 öğrenciden (4 bayan, 6 erkek) yapılandırılmış görüşmeler sayesinde toplanan verilerin bulguları ortaya konmuştur. 10 görüşmecinin seçilmesinde amaçlı örnekleme kullanılmıştır. Öğrencilerin ders takipleri ve etkinliklerdeki aktif ve isteklilik düzeyleri dikkate alınarak her seviyeden öğrenci seçilmiştir. Aşağıda yapılandırılmış görüşmenin içerdiği 9 soruya ayrı ayrı değinilmiştir. Alıntılar yapılırken kullanılan isimler, araştırma etiğine uygun olması açısından farklı bir isimle sunulmuştur.

4.3.1. “Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenmeyi nasıl tanımlarsınız? Sizce matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinin karakteristik özellikleri nelerdir?” sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 1. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.17’de sunulmuştur.

Çizelge 4.17. Görüşmelerin 1. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	Frekans
Aktiflik	1
Ezberlememe	2
Yorumlama	3
Günlük Yaşam	4

Çizelge 4.15.’te görüldüğü gibi öğrencilerin matematiksel modelleme yöntemi ve onun karakteristik özelliklerine verdiği cevaplar dört kısımda toplanmıştır. En çok günlük yaşam kategorisinde cevaplar verilirken, en az aktiflik kategorisinde cevap verilmiştir. Öğrenciler matematiksel modelleme yöntemini ve karakteristik özelliklerine cevap verirken, onları tanımlamak yerine kendilerine sağlamış olduğu fayda ve kolaylıkları anlatmışlardır. Bu ifadelerin 1. kategorisi olan ezberlememe konusunda, öğrenciler çoğunlukla her bir aşamadan kendileri sorumlu olduklarını ve böylece de formülleri ve problemleri anlamlı öğrendiklerini söylemişlerdir. Bu konuda Merve,

“*Daha önce sadece verilen soruya bildiğimiz formülü uyguluyordum, nerden geldi veya mantıksal olarak ne anlama geldiğini bilmiyordum. Bu yöntem ile formülü bilmesem de mantık yolu ile onu tekrar elde edebileceğimi öğrendim. Yani ezberleyerek değil de anlam vererek öğrendim.”*

ifadesiyle görüşünü paylaşmıştır. Yorumlama kodunu oluşturan öğrenciler çok farklı bakış açısı kazandırarak yorumlama yeteneğinin artması olarak açıklamışlardır. Müge, "*Günlük hayat olduğu için daha farklı bakış açısı kazanılıyor çok yönlü düşünmeyi öğreniyoruz böylece. Bu bakımdan yani, daha kalıcılığı sağlıyor.*"

şeklinde Ata ise,

"*Bu yöntem ile limit yardımıyla ispatlar yaptık. Bunun daha kalıcı olduğunu düşünüyorum. Çünkü her aşamayı kendimiz ispatladık her aşamayı kendimiz gördük. Artı problemlerle yorumlama gücümüzün de daha fazla geliştiğini düşünüyorum.*"

ifadeleri ile görüşlerini paylaşmışlardır. Görüşmecilerin birinci soruya verdikleri cevaplar en çok da günlük hayat ortak başlığında toplanmıştır. Öğrenciler bu yöntem ile çevrelerinde olup bitenlere daha çok dikkat ettiklerini ve matematiğin günlük hayattaki etkisinin ve öneminin farkına vardıklarını vurgulamışlardır. Ömer, Murat ve Oğuzhan,

"Verilen problem ve etkinliklerle çevremizdeki olayları çok daha iyi tanımlayabilmemizi sağladı."

"Güncel hayattan verilen örneklerle bize bunun nasıl lazım olduğunu, nasıl kullanıldığını ve nasıl çözümleneceğini öğretti."

"Matematiğin ne kadar gerekli bir ders olduğunu ve günlük hayatta matematiği nasıl kullanabileceğimizi öğrendim"

şeklindeki ifadelerle birinci soruya açıklama getirmişlerdir. Son olarak aktiflik kategorisine ise bir öğrenci değinmiştir. Sezen,

"Bence matematiksel modelleme yöntemi dediğimiz şey, uygulama ve etkinliklerden oluşan, derse bizim de katılımımızla ilerleyen, günlük hayattan örnekler sunan bir ders modeli"

görüşü ile bu soruyu açıklamıştır.

4.3.2. "Birinci soruda belirttiğiniz karakteristik özelliklerden hangisinin öğrenmenize daha çok katkısı oldu?" sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 2. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.18'de sunulmuştur.

Çizelge 4.18. Görüşmelerin 2. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	Frekans
Günlük Hayat	7
Problem süreci	3

Çizelge 4.18'de de görüldüğü gibi öğrencilerin ikinci soruya verdikleri cevaplar iki kısımda toplanmıştır. 10 öğrenciden yedisi bu soruya günlük hayatla ilgili cevaplar vermişlerdir. Matematiğin günlük hayatta kullanımının dikkatlerini çekmesini, böylece daha çok ilgi duyduklarını ve problemler üzerinde daha istekli çalıştıklarını belirtmişlerdir. Görüşmecilerden Merve ve Burcu,

"*Benim için öğrenmeme en çok katkısı olan şey problemlerin günlük hayata uygulanmış olmasıydı. Mesela tren probleminde artış miktarına bakıyorduk, yani direkt ne söylemek istediğini oradaki artıştan anlamaya çalışıyorduk. Ezberlemeden yorum yapmaya çalışıyorduk.*"

"*Bir defa dediğim gibi günlük hayatla ilişkili oluşu. İnsan daha kolay kavrıyor, artış oranı falan dediğiniz zaman daha kolay anlıyor. Galiba günlük hayatla ilişkili oluşu daha kolay kavramamıza yardımcı oluyor."*

ifadeleri ile görüşlerini paylaşırken problem çözme sürecinin öğrenmesine katkısı bulunduğunu söyleyen Ali Murat, *“Okuldaki ve dershanedeki örneklerde sorular genelde A şıkkı, B şıkkı, C şıkkı şeklinde seçenekleri olan ve çözüme değil sonuca odaklanan sorular. Burada ise problemin sonucu kadar, nasıl çözüldüğü de önemli. Ve problem durağan değil, sürekli hareket halinde, her etkinlikte çözümünü bilmediğimiz yeni bir problemle karşı karşıya kalıyoruz.”*

şeklinde problem şekilleri ve problem sürecindeki kazanımlarına dikkat çekmiştir.

4.3.3. “Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinde hangi özellikleri kesinlikle değiştirmek isterdiniz?” sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 3. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.19’da sunulmuştur.

Çizelge 4.19. Görüşmelerin 3. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	Frekans
Değiştirmek istediğim bir şey yok	9
Mevcut sınav sistemine uygun değil	1

Çizelge 4.19’da görüldüğü gibi 9 öğrenci bu öğretim yönteminde değiştirmek istediği bir özellik olmadığını belirtirken, Mücahit kod adlı öğrenci,

“*lise son sınıfta olduklarını, bu yöntemin üniversiteye giriş sınavı için pek de pratik olmadığını söylemiştir*”.

4.3.4. “Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinde hangi özellikler kesinlikle uygulamaya devam ettirilmelidir? “ sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 4. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.20’de sunulmuştur.

Çizelge 4.20. Görüşmelerin 4. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	Frekans
Buldurma	4
Problemin İfadesi	1
Etkinlikler	2
Günlük hayattan olma	1
Anlamlı kılma	1

Çizelge 4.20'de gösterildiği gibi görüşmecilerin bu soruya verdiği cevaplar beş kısımda toplanmıştır. "Günlük hayat" kategorisindeki Merve,

"*Günlük hayattan problemlerin seçilmiş olması kesinlikle çok önemlidir, çünkü düşünmeye sevk ediyor bizi"*

Etkinlikler kategorisinde Müge,
"Problem etkinlikleri devam etmelidir, çünkü çok yönlü düşünmeye sevk ediyor bizi."
ifadesi ile Burcu ise

"Etkinlikler sayesinde önce soru hakkında derinlemesine düşünüp, sonra çözüm yaptık, soruları yorumlama gücü kazandık. Bu etkinlikler devam etmeli."

şeklinde görüşünü belirtmiştir. Buldurma kategorisinde ise öğrenciler sorunun çözümünün önceden aşikâr olmaması, süreç içerisinde kendilerinin sonuca ulaşması şeklindeki özelliklerin devam etmesi istenmiştir. Bu konuda görüş belirten öğrencilerden Ömer,

"Formüllerin, genel geçer yolların önceden belirtilmemesi, kendimizin bulması uygulaması devam etmelidir."

şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. Oğuzhan problemin ifadesi kategorisinde, *“Problemlerin aslında matematiğin ne olduğunu anlatması şeklindeki yapısı devam etmelidir”*

ifadesiyle anlamlı kılma kategorisinde ise Ata,

“Gerek bir formül, gerekse bir problemde neyin nerden geldiğini iyi anlıyoruz. Yaptıklarımıza anlam verebiliyoruz.”

şeklinde düşüncesini ifade etmiştir.

4.3.5. “Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinin uygulanmasında ne tür zorluklarla karşılaştınız?” sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 5. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.21’de sunulmuştur**.**

Çizelge 4.21. Görüşmelerin 5. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	**Frekans**
Problemlerin Zorluğu	1
İlk Kez Görüyor Olmaları	9

Görüşmenin beşinci sorusuna verilen cevaplar analiz edildiğinde Çizelge 4.21‘de de görüldüğü gibi cevaplar iki kısımda toplanmıştır. Öğrenciler birinci kategoride matematiksel modelleme problemlerinin zor olduğunu, ikinci kategoride ise öğrenim hayatlarında ilk defa böyle bir yöntemle karşılaştıklarını, alışkın olmadıklarını belirtmişlerdir. Merve ilk kez görüyor olma kategorisinde, *"Başlangıçta önyargılı davrandık. Çünkü bu senede sınava hazırlandığımız için vaktimizi fazla alacağını düşündük. Ama sonradan diğer derslerimizde bu yöntemle öğrendiklerimizin faydasını fark edince özellikle mantık soruları oluyordu yorum yapmamızı gerektiren onlarda kolaylık sağladı. Geometrik yorumda özellikle ondan sonra fark ettim ki ezber yok."*

ifadesi ile Burcu,

"Bir defa hani öyle her zaman yaptığımız bir şey değildi. Bize değişik geldi. Zordu yani hiç alışkın olmadığımız bir ders işleyişti. Bu zor geldi hocam yani her zaman böyle işleseydik ya da biraz öyle alışmış olsaydık çok zor gelen bir taraf yoktu."

şeklinde Oğuzhan ise,

"İlk başta bize okulda matematiği daha farklı öğretiyorlardı. Bu yöntemle günlük yaşamımızdaki problemleri duyarak çözmeyle başladık. Bu ilk başta zorluk yaşasak da sonra alıştık. Gayet iyi çözülüyor şu anda."

şeklinde görüşünü paylaşmıştır. Problemlerin zorluğu konusunda tek görüş belirten Mücahit ise,

"Bazı soru ve problemler çok ağırdı, onları yeterince iyi çözebildiğimi düşünmüyorum."

ifadesiyle karşılaştığı sorunları belirtmiştir.

4.3.6. "Sizce matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinde ideal bir öğretmen ne tür özellikler taşımalıdır?" sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 6. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.22'de sunulmuştur.

Çizelge 4.22. Görüşmelerin 6. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	**Frekans**
Aktiflik	1
Konu Hâkimiyeti	1
Rehber	1
Sabır	2
İletişim	5

Görüşmecilerin 6. soruya verdikleri cevaplar sonucunda Çizelge 4.22'de görüldüğü gibi beş kategori ortaya çıkmıştır. Aktifliğin öğrenciler tarafından önerilme sebebi, yöntemin öğrenci merkezli olduğunun düşünülmesi ve öğretmenin de öğrencileri aktive etmesi gerektiğidir. Bu kategoride görüş belirten öğrencilerden biri olan Oğuzhan, ideal öğretmenin özelliklerini,

"*İdeal bir öğretmen şu andaki lise öğretmenleri formatında tabi ki olmayacak öyle konuyu anlatayım çıkayım, o şekilde olmayacak. Derse katılacak derste devamlı aktif olacak ve çocukların anlayıp anlamadığını gözlerine bakıp anlayacak biri olmalı.*"
ile açıklarken, konu hakimiyeti kategorisinde Merve,

"Bir kere konuya hakim olması lazım ki mantığı ile bize anlatmaya çalışacak. Bir de günlük hayat konusunda da nerden nereye ilişkilendirebiliriz, o konuda da fazlaca bir bilgiye sahip olmalıdır."

şeklinde rehber kategorisinde Müge,

“Öğretmen daha çok yol gösterici olmalıdır. Zaten bir öğrenci eğer daha önce böyle bir yöntem görmediyse direk bunları çözmeye başlayamaz. Çünkü bu çok daha farklı bir yöntem. Özellikle yol göstericilik çok önemli ve değişik soru tarzları bulmak da çok önemli. Ve bize bu soruları aktarma kabiliyetinin olması lazım yani diksiyon hareketleri filan mesela ben çok etkilenen bir insanım. Mesela anlatım olarak somutlaştıracak şekilde anlatmalı. Anlatım olarak öğrenciye somutlaştıracak şekilde anlatması daha iyi olur.”

ile, sabır konusunda ise Burcu,

“Önce şöyle diyeyim hani pek alışık olunmadık bir sistem olduğu için önce biraz sabırlı olması lazım. Yani daha doğrusu ilk girişte biraz sabırlı olması lazım, çünkü alışkın değil kimse ve sıkılıyor insan. Bizde öyleydik, ÖSS de çıkmayacak, niye öğreniyoruz, niye yapıyoruz gibi tepkilerimiz de vardı. O yüzden sabırlı olması lazım.”

ile, konu hakimiyeti kategorisinde ise Ata,

“Bu modelde öğretmenin çok fazla bir rolü yok. Ama öğrencinin probleme ya da soruya nerden yaklaşacağını iyi bilmeli, konuya nerden gidileceğini belirleyen bir konumda olmalıdır.”

şeklinde görüşünü belirtmiştir. İletişim konusunda ise Mücahit,
“*Öğrencilerin sahip olduğu konu bilgisini öğrencilere aktarması için öğrencilerle iyi bir iletişime sahip olması gerekir*.”

ifadesi ile görüşlerini paylaşmıştır.

4.3.7. “Sizce matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinde ideal bir öğrenci ne tür özellikler taşımalıdır?” sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 7. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.23’te sunulmuştur**.**

Çizelge 4.23. Görüşmelerin 7. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	**Frekans**
Aktiflik	8
Yorum Gücü	2

7. soruya verilen cevaplar analiz edildiğinde Çizelge 4.23’te görüldüğü gibi iki kategori ortaya çıkmıştır. Aktiflik, öğrenciler tarafından derse, ders aktivitelerine, grup çalışmalarına katılım olarak açıklanırken, yorumlama yeteneği ise problemlerin çözülebilmesi için gerekli görülmüştür. Aktiflik konusunda görüş belirten öğrencilerden Müge, Sezen’in görüşleri aşağıda sunulmuştur:

“Etkinlikleri tam anlamıyla yapması daha iyi olur çünkü o etkinlikler gerçekten güzel etkinliklerdi.”

“Derslere aktif olarak katılmalı, etkinlikleri takip etmeli, hocayı dikkatle takip etmelidir.”

Yorum gücünde ise Ata ve Burcu,

“*Yorum gücü yüksek olmalıdır.”*

“Problemler çoğunlukla yorum gerektirdiğinden iyi bir öğrenci problemlere iyi yorumlar getirebilmelidir.”

ifadeleri ile iyi bir öğrencinin özelliklerini tanımlamışlardır.

4.3.8. “Ders sırasında uygulanan matematiksel modelleme problemleri hakkında görüşleriniz nelerdir?” sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 8. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.24’te sunulmuştur**.**

Çizelge 4.24. Görüşmelerin 8. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri	Frekans
Günlük Hayattan Olma	4
Daha Fazla Yorum İstemesi	2
Sıra dışı ve anlaşılması zor	3
Derse yardımcı	1

8. soruya verilen cevaplar analiz edildiğinde Çizelge 4.24’te görüldüğü gibi dört kategori ortaya çıkmıştır. Bazı öğrenciler matematiksel modelleme problemleri için hayatın kendisinden alınan, çevremizde her an karşımıza çıkabilecek niteliklere sahip olduğunu söylemişlerdir. Bu konuda görüş belirten Merve,

“En azından kendi hayatından bir şeyler görüyorsun bu problemlerde. Yani tamamen uzak olduğun bir konu olmadığını fark ediyorsun. Hayatında hiç rastlayamayacağın ya da bir daha hiç karşına çıkmayacak bir şey olarak düşünmüyorsun problemleri.”

şeklinde düşüncesini ifade ederken Ömer ise,
“Bu problemler çevremizde olan problemler, günlük hayatta karşımıza çıkabilecek tipte problemler. Bence diğer problemlerden farkı da bu zaten.”

şeklinde düşüncesini söylemiştir. Oğuzhan ise bu problemlerin hayli yorum gerektirdiğini söylemiş ve düşüncelerini, *"Bu problemler, diğer problemlere göre daha fazla yorum isteyen problemlerdir. Ve bu sayede lise formatındaki eğitimden daha ileri düzeyde bir eğitim görüp üniversiteye de hazırlanmış olduk.*

şeklinde belirtmiştir. Öğrencilerin bir kısmı ise matematiksel modelleme problemlerinin alışılmadık bir tarzı olduğunu, anlaşılmasının ve çözüme ulaşmasının da zaman zaman zor olduğundan söz etmişlerdir. Mücahit ve Müge bu konuda şunları söylemiştir:

"Bu problemlerin ilk bakışta anlaşılması ve işleme dökülmesi zor. Anladıktan sonra gerisi geliyor ama önemli olan soruyu iyi analiz edebilmek."

"Gerçekten sıra dışı sorular olduğunu düşünüyorum. Hem karşınıza her an her yerde çıkabilecek şeklinde hem de oldukça yabancı olduğumuz sorulardı. Ben çok yararlı olduğunu düşünüyorum, güzel sorulardı."

Bu soruya derse yardımcı kategorisinde görüş belirten Ata ise,

"Normalde matematikte sayıları, denklemleri görüyoruz. Bu yüzden bize daha soyut geliyor. Neyin neyi ifade ettiğini tam olarak anlayamıyoruz. Ama burada o örneklerle birlikte konuya daha çok vakıf oluyoruz. Bu konu nelerle alakalı denildiğinde, şunla bunla alakalı diyebiliyoruz. O yönden soruların konunun oturmasına yardımcı olduğunu düşünüyorum."

şeklindeki ifadesi ile bu problemlerin dersin somut hale getirilmesine ve ders konularının anlaşılmasına yardımcı olduğunu belirtmiştir.

4.3.9. "Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinin size akademik ve sosyal açıdan neler kazandırdığını düşünüyorsunuz?" sorusuna verilen cevapların analizi

Öğrencilerin 9. soruya vermiş oldukları cevapların analizi Çizelge 4.25'te sunulmuştur**.**

Çizelge 4.25. Görüşmelerin 9. sorusunun analizi

Cevap Kategorileri		**Frekans**
	Yorum ve Düşünme Gücü	2
Akademik	Somutlaştırma	2
Açıdan	Üretkenlik	1
	Ezbercilikten Kurtulma	1
Sosyal	Grup Çalışmaları	2
Açıdan	Meslek Hayatı	2

9. soruya verilen cevaplar analiz edildiğinde Çizelge 4.25'te görüldüğü gibi akademik açıdan üç kategori, sosyal açıdan ise iki kategori ortaya çıkmıştır. Öğrenciler bu yöntemin akademik açıdan yorum ve düşünme güçlerini attırdığını, matematiği soyut bir halden çıkarıp somut bir hale dönüştürdüğünü ve problemler sayesinde daha üretici hale geldiklerini ve ezbercilikten kurtulduklarını ifade etmişlerdir. Mücahit akademik açıdan,

"Akademik açıdan oldukça katkısı olduğunu düşünüyorum. Bu sayede sorulara farklı açılardan yaklaşmayı öğrendim."

şeklinde, Ata yine bu kategoride,

"Ama akademik olarak ekstremum problemlerinde özellikle problemleri çözdüğümde bir yere geldiğimde tıkanıyordum. Bu yöntem ile birlikte artık çözebiliyorum. O yönden başarıma katkısı olduğunu düşünüyorum."

şeklinde görüş belirtirken, Merve üretkenlik noktasında, *“Hep söylüyoruz, kendini sürekli geliştirebilen insanlar ilerde meslek hayatlarında da başarılı olacaklar. ÖSS formatında genelde ezberleyeceksin veya bir şekilde o sorunun çözümünü öğrenip devam edeceksin yoluna. Ama burada kendin çabalayarak üretiyorsun. Sen üretiyorsun soruların formülünü, problemin formülünü. Sen üretmiş oluyorsun, üretkenlik noktasında öğrenciye çok şey kazandırıyor.”*

ifadeleri ile görüşünü ifade etmiş, somutlaştırma kategorisinde ise Müge,

“Yani günlük hayatla daha fazla haşır neşir olduk. Matematiği daha fazla somutlaştırdık aklımıza daha çok yattı. Eskiden daha sanaldı x’lerle filan uğraşıyorduk. Şimdi daha böyle somutlaştı. Hayalimizde canlandırma, kavrama kabiliyetine sahip olduk daha doğrusu.”

şeklinde düşüncelerini paylaşmıştır. Sezen ezbercilikten kurtulma kategorisinde ise,

“Önceden formülleri ezberlemeye çalışıyordum. Bu beni hem yoruyordu hem de çok sıkıyordu. Şimdi formül ezberlemek zorunda değilim, ezbercilikten kurtuldum, özellikle maksimum ve minimum problemlerinde çok daha rahatım.”

ifadesi ile bu yöntem ile dersleri ezberlemek yerine mantığını anlamanın önemini vurgulamıştır. Öğrenciler bu yöntemin sosyal açıdan ise grup çalışmaları ve meslek hayatı kategorilerinde faydalı olabileceğini düşünmüşlerdir. Meslek hayatı kategorisinde Ata,

“Ben ileride üniversitede mühendislik okumak istiyorum. Sanıyorum orada bu tarzda problemlerle karşılaşacağız, o yönden faydası olacağını düşünüyorum.”

ifadesi ile düşüncesini paylaşmıştır. Grup çalışmaları kategorisinde ise Ömer, *“Arkadaşlarımızla etkinlikleri beraber yapmak güzel, eğlenceli ve faydalıydı.”*

ifadesi ile Burcu ise,

“Grup çalışması açısından faydası oldu. Beraber yapıyorduk problemleri, ben arkadaşıma bir şeyler anlatıyordum, o bana bir şeyler anlatıyordu. Ben ya da arkadaşım işlemleri yapıyordu, faydalıydı bir iş bölümüydü.”

ifadesi ile Merve ise,

“Bence sosyal açıdan çok faydalı bir uygulamaydı. Bu yöntemde yeni de olduğumuz için arkadaşımızla birlikte fikir yürüterek dersi ve etkinlikleri takip etmek daha kolay oldu.” şeklinde görüşünü belirtmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde öncelikle araştırma sonuçları literatüre dayalı olarak tartışılmış, araştırmanın iç ve dış geçerliğine yer verilmiştir.

Çalışmanın giriş kısmında da belirtildiği gibi yapılan bu araştırmanın amacı, matematiksel modelleme yönteminin on ikinci sınıf öğrencilerinin türev konusundaki başarılarına, türev konusundaki matematiksel modelleme performanslarına, öz-düzenlemenin iki temel bileşeni olan öğrenme stratejilerine (tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, biliş-üstü öz-düzenleme, kritik düşünme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, arkadaştan öğrenme ve yardım arama) ve motivasyonel inançlarına (hedef yönelimi, amaca odaklanma, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı) etkisini araştırmak ve öğrencilerin türev ve türevin uygulaması ünitesinde kullanılan matematiksel modelleme yöntemi hakkındaki duygu ve düşüncelerini öğrenmektir.

Çalışmada türev ve türevin uygulamaları ünitesinde genel türev başarıları, matematiksel modelleme performansları ve öz-düzenleme becerileri açısından matematiksel modelleme yöntemi ve geleneksel öğretim yöntemi uygulanan gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var olup olmadığını tespit etmek amacıyla deney ve kontrol grubuna ön-test ve son-test olarak GTT, TKMMPT ve ÖMSÖ uygulanmıştır. Parametrik olmayan bir test olan Mann–Whitney U Testi sonuçları; uygulama öncesinde evreni temsil eden iki grup, türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki genel türev başarısı, matematiksel modelleme performansı, öğrenme stratejileri bileşeni alt boyutları (tekrarlama alt boyutu hariç) ve motivasyonel inançlar bileşeni alt boyutlarına ait ortalamalara göre karşılaştırıldığında 0.05 anlamlılık düzeyinde iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını ortaya koymuştur. Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrenciler arasındaki denkliğin tespit edilmesi araştırmanın uygulaması için iyi bir başlangıç noktası olmuştur. Uygulama boyunca, türev ve türevin uygulamaları ünitesi deney grubunda matematiksel modelleme yöntemi ile yürütülürken, kontrol grubunda ise aynı ünite geleneksel yöntem ile yürütülmüştür. Araştırmanın birinci alt problemi olan "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin genel türev testi ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki genel türev testi ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?" ile ilgili olarak yapılan analizler sonucunda, matematiksel modelleme yöntemi uygulanan gruptaki öğrencilerin genel türev başarı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmüştür. GTT, matematiksel modelleme problemleri de içermesine rağmen çoğunlukla türev ve uygulamaları hakkında genel işlem ve kavram bilgisi sorularından oluşmuştur. Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenim alan öğrencilerin matematiksel modelleme derslerindeki problemler sayesinde işlem ve kavram becerilerini geliştirmiş böylece genel türev sorularını çözmüş olabilirler. Bu durumla ilgili olarak literatürde bazı paralel çalışmalara rastlanmıştır. Örnek olarak Ottesen (2001) çalışmasında "matematiksel modellemenin matematiği anlamada bir kestirme yol olmadığını aksine daha derin anlamaları başarmada öğrenciler için oldukça verimli bir yol olduğunu" ve "bir kavramı öğrendiği düşünülen bazı öğrencilerin modellemeye dayalı örnekler sayesinde kavram algılarını yeniden gözden geçirip, düzenledikleri" sonucuna ulaşmıştır.

Araştırmanın ikinci alt problemi "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev konusundaki matematiksel modelleme performans ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?" ile ilgili olarak yapılan analizler sonucunda matematiksel modelleme yöntemi uygulanan gruptaki öğrencilerin matematiksel modelleme performans ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmüştür. TKMMPT ve GTT testlerinde yer alan matematiksel modelleme problemleri, matematiksel modelleme sürecinin aşamaları göz önüne alınarak hazırlanan ölçeğe göre puanlandırılmıştır. Öğrencilerin %95'i ön-test TKMMPT testi için boş kâğıt vermişlerdir. Boş kâğıt vermeyen öğrenciler ise bu problemleri matematiksel modelleme hakkında bilgi sahibi olmadan, lise öncesi ve lise boyunca aldıkları eğitim sayesinde çözebilmişlerdir. Öğrenciler ön testte olduğu gibi son testte de TKMMPT'de yer alan matematiksel modelleme problemlerindeki beşinci soruda Berry and Houstan(1995), Moscardini (1989), Maab (2004), Blum and Leib (2007) ve Keskin (2008)'in çalışma sonuçlarında belirttiği gibi matematiksel modelleme aşamalarından matematiksel modeli kurma, matematiksel modeli formüle etme ve çözme, çözümü gerçek hayata yorumlama aşamalarında problem yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Bu durum ülkemizde üniversiteye giriş sınavlarında uygulanan ürün temelli bir değerlendirmenin beraberinde getirdiği "problemlere mümkün olduğu kadar kısa bir zamanda doğru bir sonuç bulma" mantığından kaynaklanıyor olabilir. Öğrenciler bu düşünce ile hareket ederken sadece sonuca odaklanmakta, verilen alışılagelmiş tipteki sorulara bildiği klasik cevapları arama eğilimi taşıyabilirler.

Araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki öğrenme stratejileri (tekrarlama, ayrıntılandırma, örgütleme, eleştirel düşünme, metabilişsel öz-düzenleme, zaman ve çalışma çevresinin düzenlenmesi, çaba düzenleme, arkadaştan öğrenme, yardım arama) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin öğrenme stratejileri ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık var mıdır?" ile ilgili olarak yapılan analizler sonucunda, matematiksel modelleme yöntemi ve geleneksel yöntemin uygulandığı sınıflardaki öğrenme stratejileri alt boyutları ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Ancak matematiksel modelleme yönteminin uygulandığı sınıfta ayrıntılandırma alt boyutunun ortalaması biraz daha yüksektir. ÖMSÖ'de ayrıntılandırma alt boyutunda yer alan sorular, bilgiyi olduğu gibi depolamaktan ziyade önceki bilgi ile yeni bilginin anlamlı olarak bütünleştirilmesini ifade eden sorulardır. Matematiksel modelleme sayesinde öğrenciler sadece karşılaştıkları problemleri çözmeyi değil, bir problemi çözdükleri zaman yaptıkları çözümün ne anlam geldiğini de bilirler (Stillman et all. 2007). Araştırmanın nitel verilerinden elde edile sonuçlar da Stillman et all'ın sonucunu destekler niteliktedir.

Araştırmanın dördüncü alt problemi olan "Matematiksel modelleme yöntemi ile ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin türev ve türevin uygulamaları ünitesindeki motivasyonel inançları (hedef yönelimi, amaca odaklanama, görev değeri, öğrenme inanışlarının kontrolü, öz-yeterlik ve sınav kaygısı) ortalamaları ile geleneksel yöntemle ders işleyen 12. sınıf öğrencilerinin motivasyonel inançları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" ile ilgili olarak yapılan analizler sonucunda, matematiksel modelleme yöntemi ve geleneksel yöntemin uygulandığı sınıflardaki motivasyonel inançlar alt boyutları ortalamalarının birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Literatürde bu konu ile ilgili olarak Chinnappan and Thomas (2003) çalışmasında matematiksel modellemenin, özel matematiksel içeriklerle ilgili olarak örneklendirme, geliştirilme, motive etme şeklinde özellikleri olduğunu belirtmiştir.

Araştırmanın ikinci ana problemi ile ilgili olan nitel verilerinin analizinden görülmüştür ki öğrenciler matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenmeyi ve bu yöntemin karakteristik özelliklerini ezberlememe, yorumlama, günlük yaşam ve aktiflik kodlarıyla açıklamışlardır. Bu yorumlar Berry and Houston (1995), Pollack (1979) ve Lesh and Harel (2003)'in matematiksel modelleme tanım ve süreci ile ilgili verdikleri bilgilerle oldukça paralellik göstermektedir. Özellikle günlük yaşam durumları, tüm matematiksel modelleme tanımlarının başlangıç noktasını oluşturur. Jiang et al. (2005) tarafından modellemeyle yürütülen analiz dersleri sonucunda da araştırmacılar matematiğin günlük hayatta kullanımına dair öğrencilere deneyim kazandırdığını ifade etmişlerdir. Ezberlememek ve yorumlamak kodlarının ortaya çıkması da tesadüfî değildir. Çünkü Lesh and Doerr (2002)'in de belirttiği gibi matematiksel modelleme de çözümden çok çözüme ulaşmakta kullanılan öngörüler, açıklamalar, tanımlamalar, yapılandırmalar önemlidir. Öğrenciler gerçek hayat durumlarının üstesinden gelebilmek bu süreçte doğal olarak için ezberlemekten ziyade öğrenebilmek ve yorumlayabilmek gerektiğini vurgulamışlardır.

Öğrencilerin matematiksel modelleme problemleri hakkında belirtmiş oldukları görüşler de günlük hayattan olma, daha fazla yorum isteme, sıra dışı ve anlaşılması zor olma ve derse yardımcı olma kodları altında toplanmıştır. Matematiksel modelleme problemleri, okullarda geleneksel öğretimlerde verilen kelime problemlerinden oldukça farklıdır. Çünkü matematiksel modelleme problemleri, özelleşmiş sorulara verilen kısa cevapların ötesinde çok daha fazla bir anlam ifade eder ve burada süreç bir ürün olarak görülür (Lesh and Doerr 2002). Ayrıca matematiksel modelleme problemleri belli değişkenlerin tanımlanması, modellenmesi, modelin çözülmesi ve sonucun yorumlanması için zaman gerektiren karmaşık yaşam durumlarını içerdiği için olağan dışı bir problem olarak öğrenciler tarafından algılanmış olabilirler. Doyle (2006) çalışmasında matematiksel modelleme problemlerinde iyi bir okur-yazar olmanın önemine dikkat çekmiş ve üst seviye yapılanması olarak adlandırdığı bir planın (listeleme, ilişki belirleme, problem ve çözümü, sebep ve sonuç) bu konuda yaralı olabileceğini göstermiştir. Öğrenciler matematiksel modelleme problemlerinin derslerin daha somut hale getirilmesinde ve konuların tam olarak anlaşılmasında kolaylaştırıcı bir rol üstlendiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin belirttiği bu görüşler, Ortaöğretim Matematik Dersi Öğretim programında matematiksel modellemenin "Matematiksel modelleme; aslında gerçek hayat problemlerinin sadeleştirilmesi, soyutlanması ya da bir matematiksel forma dönüştürülmesidir (MEB 2005)" şeklindeki tanımı ile oldukça paralellik göstermektedir.

Öğrenciler matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinin uygulanmasında en çok bu tür problemleri ilk kez görmelerinden kaynaklanan bir aksama ve problemlerin zorluğu konusunda yaşadıkları sıkıntıdan bahsetmişlerdir. Öğrencilerin cevaplarının bu kodlar altında toplanmasının sebebi; ne sorulacağını ve cevabın nasıl bulunacağını bilmemekten kaynaklanan tedirginlik olabilir. Çünkü öğrencilerin kendilerinin de belirttiği gibi böyle bir ders işleme yöntemi ve matematiksel modelleme problemleriyle ilk defa karşılaşmışlardır. Bu karşılaşma ise doğal olarak öğrencilerin kısa süreli de olsa bir tutukluk yaşamalarına sebep olmuştur. Zawojewski and Lesh (2003)'in de belirttiği gibi modelleme bakış açısından problem çözme, verilenler ve istenenler arasında güçlü bir ilişki kurarak nasıl çözüme gidileceğine dair bir prosedür, kural araştırılıp bulunması değil, verilenlerin ve istenenlerin yorumlanmasıyla öğrencilerin hangi kuralı seçeceklerine, bu kuralı nasıl uygulayacaklarına ve o kuralın gerektirdiği süreci nasıl yöneteceklerine kendilerinin karar vermesidir.

Öğrenci görüşleri, "Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinde ideal bir öğretmen ve öğrenci ne tür özellikler taşımalıdır?" sorusunda öğretmen boyutunda aktiflik, iletişim, sabır, rehber, konu hâkimiyeti başlıklarında toplanırken öğrenci boyutunda ise aktiflik ve yorum gücü başlıklarında toplanmıştır. Matematiksel modellemenin günümüz öğrenme-öğretme yaklaşımlarında hak ettiği yeri alabilmesi ve bu sürecin sağlıklı yürüyebilmesi için en önemli unsurlardan biri muhakkak ki öğretmen unsuru olacaktır. Matematiksel model ve modellemenin ne olduğunu, önemini bilen, etkili şekilde uygulayabilen ve süreci değerlendirebilen öğretmenler, hem matematiksel modelleme etkinliklerinin amacına ulaşması hem de öğrencilerin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerileri kazanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Spillane and Zeuli (1999), öğretmenlerin matematik öğretimlerini tanımlarken "kavramsal öğrenme", "çoklu sunumlar", "problem çözme öğretimi", "gerçek yaşam problemleri" gibi reform kelimelerini kullandıklarını fakat sınıf uygulamalarındaki gerçek durumun böyle olmadığını belirtmiştir. Bu anlamda öğrencilerin profesyonel bir şekilde mesleki gelişimlerine yardımcı olmak ve mesleki gelişimlerini sağlamak için yapılan projelerden birini gerçekleştiren Schorr and Lesh (2003), öğretmenlerin yaptıkları tartışmanın sonucunda öğrencilerinin küçük gruplar halinde işbirliği ile çalışmasını ve en iyi yolun kendi stratejilerini seçme ve kendi çözümlerini geliştirmelerine imkân verilmesi sonucuna ulaştıklarını söylemiştir. Bu sonuç da öğrencilerin belirtmiş olduğu öğretmen özelliklerinden aktiflik, iletişim, sabır, rehber, konu hâkimiyeti başlıklarıyla oldukça örtüşmektedir.

Ayrıca öğrenci görüşlerinden ideal öğrenci özelliklerinin aktiflik ve yorum gücü başlıklarında toplanması da tesadüfî bir sonuç değildir. Çünkü model ve modelleme bakış açısına göre öğrencilerin etken olacağı sınıf ortamları model seçme aktiviteleri ile yaratılmaya çalışılmıştır. Yorum yapabilme yeteneği de modelleme sürecinde oldukça önemlidir. Çünkü matematik ve gerçek asındaki ilişkiyi anlayabilmek ve tanımlayabilmek için yorum yapabilme becerisi temel bir nokta oluşturur. Stillman et al. (2007)'e göre de matematiksel modelleme uygulamalarında matematik → gerçek yönü odak noktayı oluşturur. Burada "Ben bu özel matematiksel bilgiyi nerede kullanabilirim?" sorusu üzerinde durulur. Diğer yandan matematiksel modellemeyle ise gerçek → matematik şekline dönüşen ters yönde odaklanılır. Burada ise " Bu problemde bana yardım edebilecek matematiği nerede bulabilirim?" sorusu üzerinde durulur. Bu soruları cevaplayabilmek için de yorum gücü oldukça önemlidir.

Matematiksel modelleme yöntemi ile öğrenme modelinin akademik açıdan neler kazandırdığına dair öğrenci görüşleri yorum-düşünme gücü, somutlaştırma, üretkenlik ve ezbercilikten kurtarma başlıkları altında toplanırken, sosyal açıdan getirileri ise grup çalışmaları ve meslek hayatı başlıklarında toplanmıştır. Öğrenci görüşlerine bakılarak öğrencilerin matematiğe yönelik bakışlarının olumlu şekilde değiştiğini, matematik ve problemler karşısında kendilerini daha yetkin hissettiklerini söyleyebiliriz.

5.1. Araştırmanın İç Geçerliği

Bir çalışmanın iç geçerliğe sahip olması bağımlı değişkende gözlenen farklılıkların direk olarak bağımsız değişkenle ilgili olması, tesadüfî olarak işe karışmış değişkenlerle ilişkisinin olmamasıdır (Fraenkel and Wallen 1996). Bir çalışmanın iç geçerliğini tehdit edecek bazı değişkenler vardır. Bunlar, araştırma grubunun özellikleri, yer, kullanılan araçlar (aracın zayıflığı, veri toplayanın özellikleri, veri topluyorkenki önyargılar), test tehdidi, olgunluk, araştırma grubunun tutumları (Hawthorn etkisi, John Henry etkisi) ve uygulayıcı tehdidi özellikleridir. Bu çalışma aşağıda bu tehditlerin her biri açısından incelenmiştir.

Bu çalışmanın deseni yarı deneysel ön test-son test kontrol gruplu deney desenidir. Bu desen ise denek özellikleri, araç zayıflığı, test etme, tarih, olgunlaşma, gerileme gibi bazı tehditleri kontrol altına almada bir dereceye kadar etkilidir (Fraenkel and Wallen 1996). Bununla birlikte bu desende de bu tehditler hala meydana gelebilir.

Yapılan çalışmanın deney grubundaki öğrenciler onlara yeni bir öğretim aldıklarının farkındalardır. Araştırmacı deney grubuna bu öğretimin onlar için yeni bir öğretim olmadığını söylese de öğrenciler okul çevresinde kontrol grubunun öğrencileriyle de bir arada olduklarından dolayı bu öğretimin diğer sınıfla karşılaştırıldığında onlar için yeni bir şey olduğunun bilincindedirler. Örneğin görüşmelerde iki öğrenci "diğer sınıflardaki arkadaşlarımla matematik dersimiz hakkında konuşurken bizim bildiğimiz bazı şeyleri onların bilmediğini fark ettim" şeklinde görüş belirtmişlerdir. Deney grubundaki uygulama esnasında öğrenciler bazı zamanlar "diğer sınıfların etkinlik yapmadığı için daha çok soru çözmeye vakitleri kaldığını, dolayısıyla onların üniversiteye giriş sınavında daha avantajlı olacaklarını" söylemişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada Hawthorn etkisi bir derecede var olmuştur. Okul ortamlarında Hawthorn etkisini tamamen kontrol etmek için deney ve kontrol grubu farklı okullardan seçilebilir.

Çalışmanın yapıldığı okul tek öğün sisteminin uygulandığı bir okuldur. Yani okuldaki tüm öğrenciler sabah sekizde derse başlayıp öğleden sonra dörtte dersi bitirmişler, sabahçı ve öğleci olarak ayrılmamışlardır. Diğer bir deyişle deney ve kontrol grupları okulda aynı saatlerde bulunmuşlar, tesadüfî olarak ayrı öğünlerden seçilememişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada bir dereceye kadar John Henry etkisi mevcut olabilir.

Veri toplayıcıların özelliklerinden kaynaklanan tehditleri en aza indirgemek ve ortadan kaldırmak için bir veri toplayıcı kullanmak tercih edilmelidir. Bu çalışmada veri toplayıcısı olarak araştırmacının haricinde okuldaki diğer öğretmenlerden de yardım istenmiştir. Çünkü üç farklı testi, iki sınıfa aynı anda uygulamak için yeterli zaman olmamıştır. Ancak veri toplayıcıların özellikleri etkisini en aza indirgemek için araştırmacı her sınıfa her testin açıklamasını kendi yapmış daha sonra sınıfı terk etmiştir. Ayrıca öğretmenlere de bilgi toplama sürecini açıklayan bir konuşma yapılmıştır. Böylece bilgi toplama süreci standardize edilmiştir.

Veri toplayıcıların ön yargıları da iç geçerlik için önemli bir tehdittir. Özellikle veri toplayıcılar deney grubunun öğretmenleri ise deney gruplarının lehine ön yargılı davranabilir. Bu yüzden de veri toplama süreci boyunca, grubunu faydalandırmak adına bazı şeyleri bilinçli olarak yapabilirler. Veri toplayıcıların ön yargılarını engelleyebilmek için testin amacı ve testin sonuçlarının nasıl kullanılacağı onlara açıklandı ve öğrencilerin herhangi bir davranışları hakkında konuşmama hususunda uyarıldılar. Sonuç olarak veri toplayıcıları ön yargısı yukarıda açıklanan süreç sayesinde kontrol altına alınmıştır.

Bu araştırmaya katılan sınıflar öğrenci sayısı açısından eşittir. Yani her iki grubun öğrencileri de aynı büyüklükte, aynı sıra çeşidiyle, aynı sınıf düzeniyle, aynı saatlerde ve aynı sayıda öğrenci ile öğrenim görmüşlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada yer (location) tehdidi kontrol altındadır.

Bu çalışmada deney grubuna verilen uygulama araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Bu açıdan belki uygulayıcı tehdidinden söz edilebilir. Ancak verilen uygulamadaki bu tehdidi en aza indirgemek için uygulama güvenirliği yapılmıştır. Araştırmacı türev ve türevin uygulamaları ünitesi boyunca matematiksel modelleme yöntemi ile ders işlemiş, ders içerikleri matematiksel modelleme yönteminin uygulanabileceği problemlerle takip edilmiştir. Dersler öğrenci merkezli, öğretmen ise rehber rolünü üstlenmiştir. Çalışma sonuçları öğrencilerin genel türev testi, matematiksel modelleme performansı testlerinde başarılı olduklarını ve bu yöntem hakkında çoğunlukla olumlu görüş belirttiklerini göstermiştir.

Çalışmada ön test kullanıldığı için, öğrencilerin gelişimi ön-testteki uygulamadan, ön testte düşüncelerin tartışılmasından ve öğrencilerin sürecin devamının nasıl gerçekleşeceği hakkındaki farkındalıklarından ötürü test tehdidi meydana gelebilir. Ancak bu problemler kontrol ve deney gruplu her çalışmada her iki grup içinde geçerli bir sorunludur. Dolayısıyla test tehdidi bu çalışma için minimum durumdadır.

Çalışmada yer alan deney ve kontrol grubu öğrencileri hemen hemen aynı yaştalardadır. Öğrenciler çoğunlukla aynı çevreden gelen ve benzer geçmişlere sahiplerdir. Uygulama oyunca geçen zamanın yaş ve deneyimden dolayı öğrenciler üzerinde yapacağı değişimin eşit olduğu düşünülmüştür. Sonuç olarak bu çalışmada olgunluk, ciddi bir problem olarak düşünülmemiştir.

Yapılan araştırma öğrencilere ve öğretmenlere psikolojik ve fiziksel olarak zarar vermeyecek şekilde dizayn edilmiştir. Öğrenciler ve öğretmenler süreç hakkında bilgilendirilmişlerdir. Çalışmanın uygulama kısmı ile öğretmenlerin de görüşleri alınmıştır. Öğrencilere çalışmadan testler ve görüşmeler sayesinde toplanan verilerin araştırmacı tarafından güvende olacağına dair bilgiler verilmiştir. Bununun içinde veriler araştırmacı tarafından muhafaza edilmiş ve kimseyle paylaşılmamıştır. Öğrencilerin ve öğretmenleri adları çalışmanın hiçbir yerinde verilmemiştir. Dolayısıyla çalışma sürecinde ve çalışmadan sonra etik olarak herhangi bir sorun gözlenmemiştir.

5.2. Araştırmanın Dış Geçerliği

Fraenkel and Wallen (1996) göre çalışmanın dış geçerlik evren geçerliği ve ekolojik geçerlikten oluşmaktadır.

Araştırmanın Mann–Whitney U Testi sonuçlarına göre, türev ve türevin uygulamaları ünitesinde matematiksel modelleme yöntemiyle öğretim ve geleneksel öğretim arasında öğrencilerin genel türev testi ve türev konusundaki matematiksel modelleme performanslarındaki başarıları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark varken, öğrencilerin öz-düzenleme becerilerini kullanması açısından sadece ayrıntılandırma alt boyutunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur. Bu yüzden her iki uygulamada öğrencilerin derse karşı öz-düzenleme becerilerini arttırma açısından aynı etkiye sahiptir diyebiliriz. Çalışmanın araştırma grubunu daha çok orta ve yüksek başarı düzeyine sahip öğrenciler oluşturmuştur. Bu öğrenciler veri toplama araçlarındaki ön puanlar açısından hemen hemen aynı özelliklere sahiplerdir. Araştırmaya katılan öğrencilerin sayısı (36), ulaşılabilecek evrenin % 10'unu aşmamaktadır. Bu yüzden çalışmanın sonuçlarının araştırmanın ulaşılabilen evrenine genelleştirilmesi düşük bir ihtimaldir.

Araştırma kasım, aralık ve ocak ayının ilk iki haftası boyunca yürütülmüştür. Havalar gittikçe soğumuştur. Çalışma birinci dönemin büyük bir kısmı boyunca yürütülmüştür. Çalışmaya katılan sınıfın mevcudu diğeriyle aynıdır. Uygulama, düzenli sınıf saatlerinde verilmiştir. Uygulamalar haftanın iki günü 45+45 dakikalık iki periyotta yapılmıştır. Deney grubu çok çeşitli kaynak kitap ve etkinliklerle desteklenmiştir. Çalışmanın sonuçları bu şartlar altında geçerlidir. Bu yüzden eğer yukarıda belirtilen benzer şartlar sağlanırsa çalışma diğer liselere de genelleştirilebilir.

6. ÖNERİLER

Araştırmanın uygulama aşması ve sonuçları göz önünde bulundurularak Milli Eğitim Kurumlarıı'na, uygulayıcılara ve araştırmacılara şu önerilerde bulunulabilir:

Ortaöğretim ve yüksek öğretimde öğrencilerin seviyelerine uygun olarak bütün derslerde matematiksel modellemeye yer verilmesi akademik başarının artmasını sağlayabilir.

Ortaöğretimde öğrencilerin hayatlarında oldukça önemli yer tutan üniversiteye giriş sınavlarını (YGS, LYS) engellemeyecek şekilde matematiksel modelleme yer alabilir. Bir başka seçenek olarak üniversite giriş sınavlarında da matematiksel modelleme problemlerine yer verilerek öğrencilerin matematiksel modellemeyle çok daha iyi bütünleşmesi sağlanabilir.

Matematiksel modelleme çalışmaları yapılabilmesi için, öğrencilere matematiksel modellemenin hedeflerini gerçekleştirecek uygun sınıf ortamları hazırlayabilmek için sınıflar, imkanlar ölçüsünde gerekli materyal ve teknoloji (projeksiyon, bilgisayar) ile donatılabilir. Özellikle matematiksel modellemede vazgeçilmez bir unsur olarak işe koşulan bilgisayarın temel bilgisi verilebilir ve bilgisayar ile matematiksel modellemeyi entegre edecek aktiviteler gerçekleştirilebilir.

Öğrencilerin hobileri ve eğilimleri doğrultusundaki matematiksel modelleme aktiviteleri ile meşgul olmaları sağlanabilir.

Öğrenciler, matematiksel modelleme problemlerindeki gerçek yaşam durumlarına uygun olarak gözlem yapabilecekleri, problemdeki gerçek yaşam durumlarını etkileyecek değişkenleri tahmin edebilmeleri ve olayların sonuçlarını izleyebilecekleri ortamlarda bulundurularak bizzat kendilerinin çözümlerinin doğruluğunu tespit etmeleri sağlanabilir.

KAYNAKLAR

Alcı, B. ve Altun, S., 2007. Lise öğrencilerinin matematik dersine yönelik öz-düzenleme ve bilişüstü becerileri, cinsiyete, sınıfa ve alanlara göre farklılaşmakta mıdır? Çanakkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16 (1), 33-44.

Altun, M., 2005. İlköğretim ikinci kademede (6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi. 4. Baskı, Aktüel Yayıncılık, Bursa.

Altun, M., 2000. İlköğretimde problem çözme öğretimi. **Millî Eğitim Dergisi**, Sayı:147,
Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, Ankara.

Altun, S. ve Erden, M., 2006. **Öğrenmede motive edici stratejiler ölçeğinin geçerlik ve güvenirlik çalışması.** Yeditepe Üniversitesi Edu7, 2 (1), 1-16.

Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. 2007. Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri SPSS uygulamalı. Sakarya Yayıncılık, 5. Baskı, Sakarya (112-116).

Amit, M. and Vinner, S., 1990. Some misconception in calculus: Anecdotes or the tip of an iceberg? Ed: G. Booker, P. Cobb, T. N. de Mendicuti, PME 14, (1, 3-10), Cinvestav, Mexico.

Andresen, M. (2008). Teaching to reinforce the bonds between modelling and reflecting. Mathematical applications and modelling in the teaching and learning of mathematics. Ed: **M. Blomhøj,** S. Carreira, Proceedings from Topic Study Group 21 at the 11th International Congress on Mathematical ducation in Monterrey, July 6-13, Mexico, 73-85. http://milne.ruc.dk/imfufatekster/pdf/461.pdf adresinden 12.08.2010 tarihinde indirildi.

Anthony, R. and Artino, J., 2005. Review of the Motivated Strategies for Learning Questionaire. University of Connecticut, http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED499083.pdf (15. 04. 2009).

Arrends, R.I., 1979. Classroom instruction and management. McGraw-Hill, New York.

Aydın, A. Matematiksel modelleme. http://www.bilkent.edu.tr/ adresinden10.04.2010 tarihinde indirildi.

Baki, A., 2006. Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi. Derya Kitabevi, Trabzon.

Barnett, R. A., Zeigler, M. R., and Byleen, K. E., 2005. Calculus for business, economics, life sciences and social sciences. Tenth Edition, Pearson Prentice Hall, 162.pp, 2. Example, 243. pp, 93. Question, 289. pp, 6. Example.

Baydar, S. C. ve Bulut, S., 2002. Öğretmenlerin matematiğin doğası ve öğretimi ile ilgili inançlarının matematik eğitimindeki önemi. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23, 62-66.

Baykul, Y. 2005. İlköğretimde matematik öğretimi (1-5. Sınıflar). 8. Baskı, Pegema Yayıncılık, Ankara.

Berry, J.S. and Houstan, S.K., 1995. Mathematical modelling. Bristol: J. W.Arrowsmith Ltd.

Berresford, G. C. and Rockett, A.M. 2004. Applied calculus. Third Edition, Houghton Mifflin Company, Boston, 267 p.

Bingölbali, E., 2008. Türev kavramına ilişkin öğrenme zorlukları ve kavramsal anlama için öneriler, 9. Bölüm, Matematiksel kavram yanılgıları ve çözüm önerileri, Ed: M.F. Özmantar, E. Bingölbali, H. Akkoç, Pegem Akademi, Ankara, 223-255.

Blomhøj, M. and Kjeldsen, T.H., 2006. Teaching mathematical modelling through project work. Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic, 38 (2), 163 – 177.

Blum, W., Galbraith, P.L., Henn, H. and Niss, M., 2002. ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education- Discussion Document. Educational Studies in Mathematics, 51 (1-2), 149-171.

Blum, W.ve Leib, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? Mathematical modelling: ICTMA 12: Education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, 222-231, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Brannigan, G.G., 1985. The Research interview. A. Tolor (Ed.), Efective interviewing. Springfield, IL: Charles C. Thomas Pub.

Büyükkaragöz, S.S. ve Çivi, C., 1999. Genel öğretim metotları öğretimde planlama uygulama. 10. Baskı, Beta Basım Yayım Dağıtım A. Ş., İstanbul.

Büyüköztürk, Ş., 2008. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. İstatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum. 9. Baskı, 155 s, Pegem Akademi, Ankara.

Caron, F. and Belair, J., 2005. Exploring university students' competencies in modelling. Mathematical modelling: ICTMA 12: Education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, , 120-129, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Chinnappan, M., & Thomas, M., 2003. Teachers' function schemas and their role in modelling. Mathematics Education Research Journal, 15 (2), 151-170.

Colletti, A.B., 1987. Teaching methods and applied techniques. Keystone Publications, Inc., USA.

Cornu, B., 1991. Limits. Advanced mathematical thinking. Ed: D. Tall, Kluwer, Boston.

Derry, S.J. and Murphy, D.A., 1986. Designing systems that train learning ability: from theory to practice. Review of Educational Research, 56 (1), 1-39.

Doğan, A., Sulak, H., Cihangir, A. 2002. İlköğretim matematik eğitimi anabilim dalı öğrencilerinin özel fonksiyonlar ile fonksiyonlarda limit, türev ve türev uygulamaları konularındaki yeterlikleri üzerine bir araştırma. 5. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16- 18 Eylül 2002, 224, ODTÜ, Ankara.

Doyle, K., 2006. Creating mathematical models with stracture. Proceeding of the 30 th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Volume: 2, Ed: J. Novotna, H. Moraova, M. Kratha, N. Stehlikova, Prague, 457-464.

Erdem, E., 2007. Problem dayalı öğrenme. eğitimde yeni yönelimler. Ed: Ö. Demirel, Pegem Yayıncılık, 2. Baskı, Ankara, 81-91.

Fraenkel, J. K. And Wallen, N. E. 1996. How to design and evaluate research in education. Third Edition, McGraw-Hill, Inc., New York.

Garcia, T. and Pintrich, P.R., 1995. Assessing students' motivation and learning strategies: The Motivated strategies for learning questinnaire. Sayfa Amerikan Eğitimsel Araştırma Kurumunda sunulmuştur, San Francisco.

Günbatar, S. ve Sarı, M., 2005. Elektrik ve manyetizma konularında anlaşılması zor kavramlar için model geliştirilmesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25 (1), 185-197.

Güneş,B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N., 2004. Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. Türk Fen Eğitimi Dergisi, 1 (1), 35-48.

Gür, H. ve Kandemir, M. A., 2006. Yaratıcılık ve matematik eğitimi. İlköğretim Online, 5 (1), 65-72.

Gross, H. E., 1981. The Importance of mathematical modelling for university education in mathematics. International Journal of Mathematical Education Science and Technology, 12 (5), 549-555.

Hacısalihoğlu, H. H., Mirasyedioğlu, Ş. ve Akpınar, A., 2004. İlköğretim 6-8 matematik öğretimi: Matematikte işbirliğine dayalı yapılandırmacı öğrenme ve öğretme. Asil Yayın Dağıtım, Ankara, 1-12.

Haghes-Hallett, D., Gleason, A. M., Gordon, S.P., Lomen, D.O., Lovelock, D. and McCallum, W.G., 1992, Calculus. Preliminary Edition, John Wiley & Sons, Inc., United States of America, pp: 126, 6. Question.

Haines, C.R., Crouch, R.M. and Davis, J., 2001. Understanding students' modelling skills. Modelling mathematics education: ICTMA 9: applications in science and technology, Ed: J.F. Matos, W. Blum, K. Houston and S. P. Carreira, 366-381, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Harrison, G.A., 2001. How do teachers and textbook writers model scientific ideas for students? Reseach in Science Education, 31, 401-435.

Harrison, G. A. and Treagust, F. D., 2000. A Typology of science models, International Journal of Science Education, 22 (9). 1011-1026.

Hauger, G. S., 2000. Instantaneous rate of change: a numerical approach. International Journal of Mathematical Education of Science and Technology, 31 (6), 891-897.

Hickman, F.R., 1986. Didactic and pragmatic approaches to mathematical modelling. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 17 (6), 733-747.

Hughes-Hallett, D., Gleason, A. M., et all, 1992. Calculus. Preliminary Edition, John Wiley & Sons, Inc., United States of America, New York, 670 p.

Ikeda, T. , Stephens, M. and Matsuzaki, A., 2005. A Teaching experiment in mathematical modelling. Mathematical modelling: ICTMA 12: education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, 101-109, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Isoda, M. and Matsuzaki, A., 1999. Mathematical modeling in the inquiry of linkages using lego and graphic calculator. Does new technology alternate old technology?www.atcminc.com/mPublications/EP/EPATCM99/ATCMP022/PAPER/paper.pdf (27.04.2009).

Jiang, Q., Xie, J. and Ye, Q., 2005. Mathematical modelling modules for calculus teaching. Mathematical modelling: ICTMA 12: education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, 443-446, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Justi, S. R. and Gilbert, K. J., 2002. Modelling teachers' views on the nature of modelling and implications for the education of modellers. International Journal of Science Education, 24 (4), 369-387.

Kadıoğlu, C., Uzuntiryaki, E., Aydın, Ç. Y., 2006. 10. sınıf öğrencilerinin öz-düzenleme becerileri üzerine nitel bir çalışma, VII. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kaiser, G., 2005. Modelling and modelling compotencies in school. Mathematical modelling: ICTMA 12: education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, 109-119, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Kaiser, G., **Blomhøj, M. and Sriraman, B., 2006. Towards a didactical theory for mathematical modelling,** Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic**, 38 (2), 82 – 85.**

Kaiser, G. and Schwarz, B., 2006. Mathematical modelling as bridge between school and university. Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic, 38 (2), 196 – 208.

Kaiser, G. and Sriraman, B., 2006. http://tsg.icme11.org/document/get/812 adresinden 06.04.2010 tarihinde alındı.

Kalaycı, Ş., 2008. SPSS uygulamalı çok değişkenli istatistik teknikleri. Asil Yayın Dağıtım, Ankara.

Kapur, J.N, 2005. Mathematical modelling: need, techniqs, classification and simple illustration, Mathematical modelling, New Age International (P) Ltd, Publishers, New Delhi, 1-30.

Keskin, Ö.Ö., 2008. Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

King, J.P., 1992. Matematik sanatı. Tübitak Popüler Bilim Kitapları. 18. Basım, 71-79.

Koç, G., 2007. Yaşamboyu öğrenme. Eğitimde yeni yönelimler. Ed: Ö. Demirel, Pegem Yayıncılık, 2. Baskı, Ankara, 213-230.

Koç, Y. ve Bulut, S., 2002. İşbirliğine dayalı ve bireysel problem çözme yöntemlerinin matematiksel problem çözme performansına etkisi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 22, 82-90.

Köksal, N., 2007. Beyin temelli öğrenme. Eğitimde yeni yönelimler, Ed: Ö. Demirel, Pegem Yayıncılık, Ankara, 111- 121.

Kula, F., Tat, T. E., Bulut, S., Çetinkaya, B., 2007. Matematik öğretmen adaylarının türevin geometrik yorumu ile ilgili bilgileri. XVI. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, 5-7 Eylül 2007, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

Lesh, R., 2005. Trends in the evolution of models and modeling perspectives on mathematical learning and problem solving. Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic, 37 (6).

Lesh, R. and Doerr, H.M., 1998. Symbolizing, comminicating, and mathematizing: Key components of models and modeling. Symbolizing and comminicating in mathematics classrooms, Ed: P. Cobb and E. Yackel, Mahwah, NJ: Lawrance Erlbaum Associates.

Lesh, R. and Doerr, H.M., 2002. Foundations of amodels and modelling perspective on mathematics teaching, learning and problem solving. Beyond constructivism: models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching, Ed: R. Lesh ve H. M. Doerr, (3-33). Lawrance Erlbaum Associates Publishers.

Lesh, R. and Harel, G., 2003. Problem solving, modeling, and local conceptual development. Mathematical Thinking and Learning, 5 (2and3). 157-189.

Lesh, R. and Lehrer, R., 2003. Models and modelling perspectives on the development of students and teachers. Mathematical thinking and learning, 5 (2and3). 109-129.

Lester, F.K., 1983. Trends and issues in mathematical problem-solving research. Acquisition of mathematics concepts and processes, Ed: R. Lesh and M. Landau, New York: Academic Press.

Lester, F.K. and Kehle, P.E., 2002. From problem solving to modeling: The Evolution of thinking about reseach on complex mathematical activity. Beyond constructivism: Models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching, Ed: R. Lesh ve H.M. Doerr. (501-517). Lawrance Erlbaum Associates Publishers.

Lingefjärd, T., 2005. Model transitios in the real world: the catwalk problem. Mathematical modelling: ICTMA 12: Education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, 368-376, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Lingefjärd, T., 2006. Faces of mathematical modelling. Zentralblatt Für Didactik Der Mathematic, 38 (2), 96 -112.

Lingefjärd, T., 2007. Mathematical modelling in teacher education- Necessity or unnecessarily, Ed: W. Blum, P.L. Galbraith, H.W. Henn, M. Niss, Modelling and Applications in Mathematics Education: 14 th ICMI Study, New York: Springer, 333-340.

Lingefjärd, T. and Holmquist, M., 2005. To assess student's attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. www.icme-organisers.dk/tsg20/Lingefjard-Holmquist.pdf adresinden 31.05.2010 tarihinde alındı.

Lingefjärd, T., ? . Assessing engineering student's modeling skills. *www.cdio.org/files/assess_model_skls.pdf adresinden 26.05.2010 tarihinde alındı.*

Maab, K., 2005. Modelling in class. What do we want the students to learn? Mathematical modelling: ICTMA 12: Education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, 63-78, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Matos, J.F., 1998. Mathematics learning and modelling: Theory and practice. Teaching and learning Mathematical modelling. Ed: S. K. Houston, W. Blum, I. Huntley and N. Neil. Chichester, Albion Publishing, 21-27.

Mayer, R.E., 1982. The psychology of mathematical problem solving. Mathematical problem solving: issues in researh, Ed: F. K. Lester and Grafalo, Philadelphia: Franklin Institute Press.

MEB, 2005. T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ortaöğretim Matematik (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Dersi Öğretim Programı. http://ttkb.meb.gov.tr adresinden 24.04.2009 tarihinde alındı.

McMillan, J.H. and Schumacher, S., 2006. Research in Education evidence-based inquiry. Sixty Edition. Pearson Education, Boston, 21-49.

Moscardini, A. O., 1989. The identification and teaching of mathematical modelling skills. M, Niss, W, Blum ve I, Huntley (Ed.), Modelling Applications and Applied Problem Solving. England: Halsted Pres. 36-42.

Mousoulides, N., Christou, C. and Sriraman, B. From problem solving to modelling- A meta-analysis. Nordic Studies in Mathematics Education, 12 (1), 23–47.

National Council of Teachers of Mathematic, 1989. Curriculum and evaluation standards for school mathematics. (Available online document). http://standards.nctm.org

National Council of Teachers of Mathematic, 1999. Mathematical modelling in the secondary curriculum. Ed: F. Swetz and J. S. Hartzler, Fourth Edition, The National Council of Teachers of Mathematics, Inc., Virginia, pp-2.

Niss, M., 1989. Aims and scobe of mathematical modelling in mathematics curriculum. Applications and modelling in learning and teaching mathematics, Ed: W. Blum, J. Berry, R. Biehler, I. Huntley, R. Kaiser-Messmer and K. Profke, (pp: 22-31). Chichester: Ellis Horwood.

Orton, A., 1983. Students' understanding of differentiation. Educational Studies in Mathematics, 14, 235-250.

Ottesen, J. T., 2001. Do not ask what mathematics can do for modelling. Ed: D. Holton, The teaching and learning of mathematics at university level: An ICMI study, 335-346, Kluwer Publishers, Netherlands.

OECD, 2001. Knowledge and Skills for Life. First Results from PISA 2000. Paris: OECD

Özalp, N. 2006. Fen, mühendislik ve sosyal bilimlerde modelleme. Gazi Kitabevi, Ankara.

Özsoy, G., 2005. Problem çözme becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25 (3), 179-190.

Patton, M.Q. 1987. How to use qualitative methods in evaluation. Newbury Park, CA: Sage, (pp-108).

Pintirich, P.R., 2000. The role of orientation in self-regulated learning. Handbook of self-regulation, Ed: M. Boekaerts, P. R. Pintirich and M. Zeidner, 451-501, San Diego, CA: Academic Pres.

Pintrich, P.R. and De Groot, V., 1990. Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. Journal of Educational Psychology, 82 (1), 33-40.

Pintrich, P.R., Smith, D.A.F., Garcia, T., McKeachie, W.J., 1991. A manual for the use of the motivated strategies for learning questionnaire (MSLQ).

Pollak H.O., 1979. The interaction between mathematics and other school subjects. New trends in mathematics teaching, Cilt IV, Paris: Unesco.

Polya, G., 1973. How to solve it? A new aspect of mathematical method. Second Edition, Princeton University Press, Princeton, New Jersey, http://www.scribd.com/doc/6558195/George-PolyaHow-to-Solve-It adresinden alındı.

Roorda, G., Vos,P. And Goedhart, M., 2005. The concept of the derivative in modelling and applications. Mathematical modelling: ICTMA 12: Education, engineering and economics, Ed: C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan, 288-293, Horwood Publishing, Chichester, UK.

Selden, A., Selden, J., Hauk, S. and Mason, A., 1999. Mathematics do calculus students eventually learn to solve non-routine problems. Depatment of Technical Report, Tennessee Technological University, Cookeville.

Senemoğlu, N., 2005. Gelişim öğrenme ve öğretim kuramdan uygulamaya. 12. Baskı, Gazi Kitabevi, Ankara, 598s.

Schorr, R. Y. and Lesh, R., 2003. A modelling approach for providing teacher development. Beyond constructivism: models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching, Ed: R. Lesh ve H. M. Doerr. (141-157). Lawrance Erlbaum Associates Publishers.

Schunk, H.D. and Zimmerman, B. J., 2001. Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice. Lawrance Erlbaum Associates Publishers. London. 1-34.

Schunk, D.H., 2001. Social cognitive theory and self-regulated learning. Self-regulated learning: from teaching to self-reflective practice, Ed: D.H. Schunk and B. J. Zimmerman, (pp, 125–152). London: Lawrence Erlbaum Associates.

Silver, E.A., Branca, N. and Adams, V., 1980. Metacognition: the missing link in problem solving? Ed: R. Karplus, Proceedings of the IV. İnternational Congress on Mathematical Education (429-433). Boston: Birkhäuser.

Spillane, J. P. and Zeuli, J. S., 1999. Reform and teaching: exploring patterns of practice in the context of national and state mathematics reforms. Educational Evaluation and Policy Analysis, 21(1), 1-27.

Stewart, C.J. and Cash,W.B., 1985. Interviewing: principles and practices. 4. Baskı, Dubuque, IO:Wm. C. Brown Pub.(pp:7)

Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J. and Edwards, I., 2007. A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. Proceedings of The 30th Annual Conference of The Mathematics Education Research Group of Australasia. J. Watson & K. Beswick (Eds), Merga Inc.

The Consortium for Foundation Mathematics, 2008. Mathematical models with applications. Texas Edition, 67-70.

Ubuz, B., 1996. Evaluating the impact of computers on the learning and teaching of calculus. Yayınlanmamış doktora tezi, University of Nottingham, UK.

Ubuz, B., 2001. First year engineering students' learning of point of tangency, numerical calculation of gradients, and the approximate value of a function at a point through computers. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching, 20 (1), 113-137.

Van Driel, H. J. and Verloop, N., 1999. Teachers' knowledge of models and modelling in science. International Journal of Science Education, 21(11), 1141-1153.

Voskoglou, M.G., 2006. The use of mathematical modelling as a tool for learning Mathematical. Quaderni di Ricerca in Didattica, 16.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H., 2006. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. 6. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara.

Yılmaz, Y., 2009. Ortaöğretim matematik 12. sınıf ders kitabı. Ed: M. Ünver, Oktay Yayıncılık, Ankara, 248 s.

Zandieh, M. 2006. A Theoretical and framework for analyzing student understanding of the concept of derivative. Research in college mathematics education, Ed: E. Dubinsky, A. Schoenfeld, J. Kaput, IV. Providence, RI: American Mathematical Society, 128-153.

Zawojewski, J.S. and Lesh, R., 2003. A Models and Modeling Perspective on Problem Solving. Beyond Constructivism. Models and Modelling Perspectives on Mathematics Problem Solving, Learning and Teaching, Ed: R. Lesh ve H. M. Doerr,. Lawrance Erlbaum Associates Publishers, 317-336.

Zimmerman, B. J., 1986. Development of self-regulated learning: Which are the key sub-processes? Contemporary Educational Psychology, 16, 307-313.

Zimmerman, B. J. and Martinez-Pons, M., 1988. Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. Journal of Educational Psychology, 80 (3), 284–290.

Zimmerman, B.J., 1998. Developing self-fulfilling cycles of academic regulation: An analysis of exemplary instructional models. Self-regulated learning and academic achievement, Theoretical Perspectives, Ed: B. J. Zimmerman ve D. H. Schunk, The Guilford Press, New York, 1-19.

Zimmerman, B. J., 2005. Attaining self-regulation: A social cognitive perspective. Handbook of self- regulation, Ed: M. Boekaerts, P. R. Pintrich and M. Zeidner. (13-39), New York, Academic Press.

Zimmerman, B.J. and Schunk, H.D., 2007. Influencing children's self efficacy and self regulation of reading and writing through modelling. Reading-Writing Querterly, 23 (1), 7–25

EKLER

EK 1: Araştırmacının Takip Ettiği 10 Haftalık Program

Haftalar	Dersler	Ders İçerikleri
1.Hafta	1.Ders	Öğrencilere bu dersin doktora tezi için bir uygulama dersi olduğu, daha sonra matematiksel model ve modellemenin ne olduğu anlatıldı. Gelecek ders uygulamaya başlanacağı ifade edildi ve ön-testler uygulandı.
	2.Ders	Türev ve matematiksel modellemeye giriş yapmak için eğimle ilgili matematiksel modelleme problemleri örnekleri yapıldı (Ağustos Böceği Problemi). Motosiklet etkinliği uygulandı. Türevin Fiziksel Yorumu işlendi, Karınca ve Roket problemi uygulandı.
2.Hafta	1.Ders	Türev Kavramı işlendi. Metropol ve bakır madeni problemi uygulandı.
	2.Ders	Atletizm etkinliği uygulandı. Fonksiyonun Bir Noktadaki Sağdan Soldan Türevi, Süreklilik ve Türevlenebilme.
3.Hafta	1.Ders	Bir Fonksiyonun Bir Aralıkta Türevlenebilirliği ve Kuvvet Fonksiyonunun Türevi işlendi. Reklam ve maliyet etkinliği uygulandı.
	2.Ders	İki Fonksiyonun Toplamının Türevi, İki Fonksiyonun Çarpımının Türevi, İki Fonksiyonun Bölümünün Türevi, işlendi. Hasta problemi uygulandı.
4.Hafta	1.Ders	Uludağ'da kayak etkinliği uygulandı. Parçalı ve Mutlak Değer Fonksiyonlarının Bir Noktadaki Türevi işlendi.
	2.Ders	Bir Fonksiyonun Grafiğinin Bir Noktasındaki Teğetinin ve Normalinin Denklemi işlendi.
5.Hafta	1.Ders	Uçak problemi uygulandı. Doğrusal Hareketle Türevin İlişkisi işlendi. Toptancı etkinliği uygulandı. Bileşke Fonksiyonun Türevi, Ters Fonksiyonun Türevi işlendi. Havuz etkinliği uygulandı. Parametrik Fonksiyonun Türevi işlendi. Balon ve fare problemi uygulandı.
	2.Ders	Cirit problemi uygulandı. Kapalı Fonksiyonların Türevi, Ters Fonksiyonun Türevi ve X>0, m ve N€z olmak üzere $y = x^{\frac{m}{n}}$'nin türevi işlendi. Şirket, öğrenme hızı, bakteri problemi uygulandı.
6.Hafta	1.Ders	Trigonometrik ve Ters Trigonometrik Fonksiyonların Türevi

		işlendi. Eyfel Kulesi ve manzara problemi uygulandı.
	2.Ders	Sınav problemi uygulandı. Logaritma Fonksiyonunun Türevi, Üstel Fonksiyonun Türevi ve Logaritmik Türev işlendi. Yüzme problemi uygulandı.
7.Hafta	1.Ders	Yüksek Basamaktan Türev işlendi.
	2.Ders	Kaplıca etkinliği uygulandı. Bir Fonksiyonun Artan ve Azalan Aralıklarıyla Türevin İlişkisi işlendi.
8.Hafta	1.Ders	Helikopter problemi uygulandı. Yerel Ekstramum Noktalar ve Ekstramum Noktalarla Türevin İlişkisi işlendi.
	2.Ders	Su parkı etkinliği, pH etkinliği uygulandı.
9.Hafta	1.Ders	Mutlak Ekstramum Noktalar ve Bükeylik Kavramı ve Türevle İlişkisi işlendi. Kayıkçı ve pizza problemi uygulandı.
	2.Ders	Ticaret ve patates problemi uygulandı.
10. Hafta	1.Ders	Son-testler uygulandı.
	2.Ders	Görüşmeler yapıldı.

EK 2: Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

MATEMATİKSEL MODELLEME SÜREÇLERİ VE PUANLARI		
Gerçek Yaşam Problemini Anlama	Problemi tamamen anlamadıysa	0
	Problemin bir kısmını anlamış ya da yanlış yorumlamışsa	1
	Problemin tamamını anlamış ise	2
Değişkenleri Seçme	Uygun değişkenleri seçememiş ise	0
	Değişkenleri eksik belirlemiş ise	1
	Değişkenlerin tamamını belirlemiş ise	2
Gerçek Yaşam Durumunu Bir Matematiksel Problem Olarak İfade Etme (Matematiksel Model Oluşturma)	Modeli hiç oluşturamamış ise	0
	Modeli eksik oluşturmuş ise	1
	Modeli oluşturmuş ise	2
Problemin Matematiksel Çözümü	Çözümü bulamamış ise ya da doğru olmayan bir modeli çözmüş ise	0
	Çözüm esnasında işlem hatası yapmış ya da problemin bir kısmının doğru çözümüne ulaşmış ise	1
	Doğru çözümü bulmuş ise	2
Modelin Ürettiği Sonucu Gerçek Yaşam Probleminde Yorumlama	Çözümü tamamen yanlış yorumlamış ya da hiçbir yorum yapmamış ise	0
	Çözümü yorumlarken bir kısmında yanlış ifade kullanmış ise	1
	Çözümü gerçek hayata uygun şekilde yorumlamış ise	2

EK 3: GENEL TÜREV TESTİ (GTT)

SORULAR

1. f(x) = $3x^2 + 2x - 1$ fonksiyonunun x=2 noktasındaki türevini türevin tanımını kullanarak bulunuz.

2. y = f(x) = – fonksiyonunun A (1,1) noktasındaki teğetinin eğimini bulunuz.

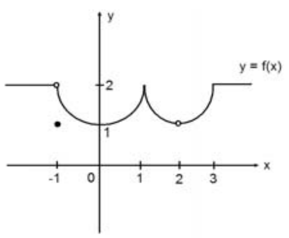
3. Doğrusal bir yolda hareket eden bir aracın t saniyede aldığı yol, s:[0, ∞)→R, s(t)= $\frac{t^3}{3}$ fonksiyonuyla verilmektedir.

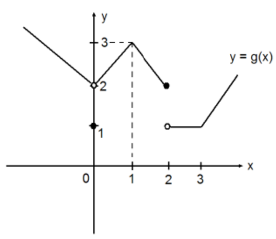
a) Hareketlinin 2. saniyedeki hızını bulunuz.

b) Hareketlinin 3.saniyedeki ivmesini bulunuz.

4. f: (0, 5)→R ve f(x) = – olarak veriliyor. f(x) fonksiyonunun x=2 noktasındaki türevini araştırınız.

5.





Yukarıdaki grafiklerde; Fonksiyonun sürekli olmasına rağmen türevlenebilir olmadığı noktaları bulunuz.

6. f(x) = c sabit fonksiyonunun türevini, türevin tanımını kullanarak bulunuz.

7. y = 3 x^2 . (x+1). (2 x^2 -1) fonksiyonunun türevini bulunuz.

8. y = f(x)= – fonksiyonunun n. mertebeden türevini bulunuz.

9. y = $\frac{tgx - 1}{\sec x}$ fonksiyonunun türevini bulunuz.

10. $(x^2 + y^2)^2 - 3a^2(x^2 - y^2) = 0$ kapalı fonksiyonu için $y' = \frac{dy}{dx}$ i bulunuz.

11. y = ——— fonksiyonunun türevini bulunuz.

12. y = f(x) = x^2 + 1 eğrisinin P (1, 2) noktasındaki teğet ve normal denklemlerini bulunuz.

13. Bir gemi 20 km/h hızla güneye doğru ikinci bir gemi ise 15km/h hızla doğuya doğru seyrediyor. İlk anda ikinci gemi birinci geminin 100 km güneyindedir. Kaç saat sonra gemiler birbirine en yakın olur?

14. Küre şeklindeki bir balon şişirilirken yüzey alanı —— lik hızla artıyor. (S= Yüzey alanı, r= yarıçap, S= , r = —). Buna göre,

a) S= 40 olduğu andaki $\frac{dr}{ds}$ değerini bulunuz.

b) Yüzey alanı 40 ye ulaştığı andaki yarıçapının artış hızını belirleyiniz.

c) Elde ettiğiniz sonuçları birlikte yorumlayınız.

15. $f : R \to R,\ f(x) = 3x^4 - 16x^3 + 24x^2 + 4$ fonksiyonunun artan ya da azalan olduğu aralıkları bulunuz.

16. “En son işsizlik rakamları, ekonomik durgunluğun en üst noktasına yaklaşmakta olduğuna ilişkin tahminleri doğrular şekildedir. İşsizlik, artmaya devam etmesine rağmen artış hızı öncekinden daha azdır.” Yukarıdaki gazete haberini türev yardımıyla yorumlayınız.

17. Bir öğrencinin x saatte y maddeyi öğrenmesi

$$y = 21\sqrt[3]{x^2}\ ,\ 0 \le x \le 8$$

ile verilmektedir. 1. ve 8. saatin sonundaki öğrenme oranlarını bulunuz.

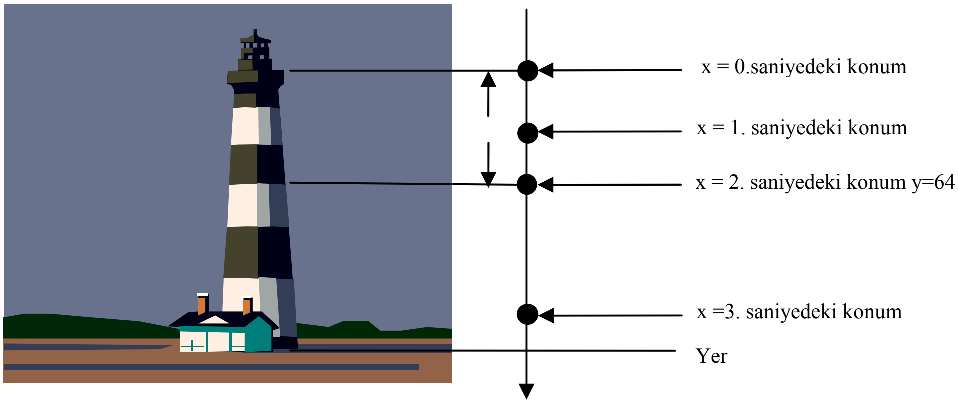
18. f(x) = $x^4 + ax + b$ fonksiyonunun dönüm noktasının olup olmadığını belirtiniz.

EK 4: TÜREV KONUSUNDAKİ MATEMATİKSEL MODELLEME PERFORMANSI TESTİ (TKMMPT)

PROBLEM 1: Bir kuleden fırlatılan küçük çelik bir top x saniyede

$$y = f(x) = 16x^2$$

formülü ile y metre yol almaktadır. Şekil-1 0, 1, 2 ve 3. saniyelerin sonunda bir doğru boyunca topun pozisyonunu göstermektedir.



Şekil-1

a) 2.saniyeden 3.saniyeye ortalama hızı bulunuz.

b) 2.saniyeden (2+h). saniyeye ortalama hızı bulunuz ve sadeleştiriniz.

c) Eğer mevcutsa $h \to 0$ durumunda b kısmında bulmuş olduğunuz formülün limitini bulunuz.

d) c kısmında bulmuş olduğunuz sonucu yorumlayınız.

PROBLEM 2: Bir hastaya sağ bacağındaki damardan bir ilaç enjekte ediliyor. t saat sonra hastanın sol bacağındaki damardaki ilaç konsantrasyonu yaklaşık olarak

$$C(t)=\frac{0.28t}{t^2+4}, \quad 0 < t < 24$$

ile veriliyor. İlacın konsantrasyonunun arttığı ve azaldığı aralıkları bulunuz.

PROBLEM 3: Bir yönetim eğitimi şirketi, yönetim teknikleri seminerlerini kişi başı 400 dolardan verirse bu seminerlere 1000 kişi katılacaktır. Fiyatlardaki her 5 dolarlık indirim için seminerlere 20 kişinin daha katılacağı şirket tarafından tahmin ediliyor.

Maksimum kar elde edebilmek için şirketteki seminerlerin fiyatı ne olmalıdır? Maksimum kar nedir?

PROBLEM 4: . Bir top köprünün üzerinden havaya doğru fırlatılıyor. Top fırlatıldıktan t saniye sonra yerden yüksekliği

$y=f(t)=-16t^2+50t+36$

ile veriliyor.

a) Köprü yerden ne kadar yüksektir?

b) Birinci ve ikinci saniye için topun ortalama hızı nedir?

c) 1. saniyede topun hızını bulunuz.

d) f fonksiyonunun grafiğini çiziniz ve topun ulaşacağı maksimum yüksekliği bulunuz. Top zirveye ulaştığı anda hızı ne olmalıdır?

e) Topun maksimum yüksekliğe ulaşacağı t zamanına karar vermek için grafiği kullanınız.

PROBLEM 5: Bir imalatçının yılda 100.000 birim ürün üretmesi gerekmektedir. İmalatçı bu ürünleri bir yılda üretebilmesine rağmen fiyatı minimum yapacak şekilde bir üretim planı araştırıyor. Ürünün fiyatı, her üretim için 500$, her birim başı üretim fiyatı 5$ ve yıllık depolama fiyatı birim başına 1$ olduğuna göre bir üretim planı oluşturunuz. Örneğin büyük bir miktarda üretim yılın başında yapabilirsiniz bu da sizin üretim fiyatınızı düşürecektir ama depolama fiyatını attıracaktır. Birkaç üretim fiyatınızı arttıracak fakat o da depolama fiyatınızı düşürecektir. Bu imalatçı için hangi strateji en büyük ekonomik kar ile sonuçlanacaktır?

EK 5: MATEMATİKSEL MODELLEME YÖNTEMİNİNDE KULLANILAN PROBLEMLERDEN ÖRNEKLER

AĞUSTOS BÖCEĞİ PROBLEMİ: Yaz boyunca akşama doğru başlayan ağustos böceklerinin ritmik cıvıldama seslerini herkes bilir. Ancak ilginç olan, ağustos böceklerinin bazı zamanlar sıcaklık böceği olarak adlandırılmasıdır. Bu böcekler sıcağa çok hassas olduğundan sıcaklık artış ve düşüşlerinde ötmelerini arttırır veya azaltırlar. Aşağıdaki bilgiler ağustos böceklerinin sıcaklıkla orantılı olarak dakikada kaç sayıda öttüklerini göstermektedir. Bu tabloya göre aşağıdaki problemleri çözümleyiniz.

SICAKLIK(T) (°F)	DAKİKADAKİ ÖTME SAYISI (N)
55	60
60	80
65	100
70	120
75	140
80	160

1. Ağustos böcekleri sıcaklıklar 55°F'ın altına düştüğü zaman genellikle sessizdirler. Bu durumda ağustos böceği fonksiyonunun tanım aralığını yazınız.

2. a) Sıcaklıklar 55°F'tan 60°F'a çıktığı zaman sıcaklık açısından ağustos böceklerinin dakikadaki ötme sayısındaki ortalama değişim oranın bulunuz.
b) Bu değişim oranının ölçme birimi nedir?

3. a) Problem 2'de tanımlanan ortalama değişim oranını, sıcaklık 65°F'tan 80°F'a çıktığındaki ortalama değişim oranıyla karşılaştırınız.
b) Aşağıdaki tabloda verilen sıcaklık aralıkları için ağustos böceklerinin dakikadaki ötme sayılarının ortalama değişim oranını bulunuz. Problem 1 ve Problem 3'te bu sonuçların bir kısmını zaten buldunuz, sonuçları tabloya kaydediniz. Tabloya kendi seçimleriniz doğrultusunda iki ekleme daha yaparak sonuçları listeleyiniz.

SICAKLIK ARTIŞI	ORTALAMA DEĞİŞİM ORANI
55°F’tan 60°F’a	
60°F’tan 80°F’a	
55°F’tan 75°F’a	
65°F’tan 80°F’a	

4. Sıcaklıktaki 7°F’lık herhangi bir artış için ağustos böceklerinin dakikadaki ötme sayısında beklenilen artış nedir?

5. Etkinlikte verilen tabloyu kullanarak ve x eksenini sıcaklık, y eksenini böceklerin dakikadaki ötme sayısı olarak seçerek aşağıda verilen tabloda verilen noktaları işaretleyiniz.

Not: Eğer y açısından x’deki ortalama değişim oranı verilen aralıktaki herhangi iki nokta için sabit ise noktalar düz bir doğru üzerinde olacaktır. Yani y, x’in lineer bir fonksiyonu olacaktır.

6. Problem 5'deki grafikten ağustos böceklerinin dakikadaki ötme sayısı sıcaklığın bir fonksiyonudur sonucunu çıkarabilir miyiz? Açıklayınız.

7. a) Ağustos böcekleri olayında doğrunun eğimi nedir?

b) Bu doğrunun eğiminin pozitif olmasından dolayı, bağımsız değişkenin değerinde artış olduğu zaman doğrunun yönü hakkında nasıl bir sonuç çıkarabilirsiniz?

c) Bu durumda eğimin tanımını nasıl yaparsınız?

Not: Bir doğrunun eğimi m ile gösterilir. Eğim bir doğru üzerinde herhangi iki nokta seçerek ve onlar arasındaki değişim oranını hesaplayarak bulunabilir. Yani eğer (x_1, y_1) ve (x_2, y_2) bir doğru üzerindeki iki nokta ise bu doğrunun eğimi aşağıdaki formülle hesaplanabilir.

Eğim$= m = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}, x_1 \neq x_2$

8. Ağustos böcekleri etkinliğindeki değişkenlere göre Δ sembolünü kullanarak doğrunun eğimini tanımlayınız. Bunun için tablodan iki nokta seçiniz.

Not: Eğim bir grafiğe ek noktalar yerleştirmek için kullanılabilir. Eğimin $\frac{5}{3}$ olması$\frac{+5}{+3} = \frac{5'likartış}{3\ sağa}$ veya $\frac{-5}{-3} = \frac{5'likdüşüş}{3\ sola}$ olarak yorumlanabilir.

9. a) (-6,4) noktasını içeren ve eğimi $\frac{3}{4}$ olan doğruyu düşünün. Bu doğruya iki nokta ekleyin ve bu noktalar boyunca bir doğru çizin.

b) Eğimi 3 olan bir doğru mu yoksa eğimi $\frac{3}{4}$ olan bir doğru mu hızlı bir şekilde artar? Açıklayınız.

MOTOSİKLET PROBLEMİ: Bir motosikletlinin t saatte aldığı yol, s(t)=50t+ t^2(km)fonksiyonu ile veriliyor. Motosikletlinin $[t_1,t_2]$ zaman aralığındaki ortalama hızı,

$$v_{ort} = \frac{s(t_2)-s(t_1)}{t_2-t_1}$$

ile bulunur. Örneğin; hareketlinin $[3,5]$ aralığındaki

ortalama hızı = $\frac{s(5)-s(3)}{5-3} = \frac{(50.5+5^2)\_(50.3+3^2)}{2}$ =58km/sa

ile bulunur.

- Buna göre aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

$[t_1,t_2]$	$[3,5]$	$[4,5]$	$[4.5,5]$	$[4.9,5]$		$[5,5.1]$	$[5,5.5]$	$[5,6]$	$[5,7]$
v_{ort} (km/saat)	58								74

- Bulduğunuz değerlerden yararlanarak hareketlinin 5. saatteki anlık hızını tahmin etmeye çalışınız.

- Hareketli 5. saatte radara girmiş olsun. O andaki yani 5.saatteki hızını h€R^+olmak üzere, h→0 için [5, 5+h] aralığında ortalama hızını anlık hız kullanarak bulmaya çalışınız.

- [5-h, 5] aralığında ortalama hızını anlık hız kullanarak bulmaya çalışınız.

METROPOL PROBLEMİ: Sıcak bir yaz günü metropol bir bölgedeki kirlilik seviyesi,

P(t)=$80 + 12t - t^2$

ile verilmiştir. Burada t saat olarak zamanı temsil etmektedir ve t=0 anı 9.00 a denk gelmektedir.

a) $P'(t)$ yi bulunuz

b) P(3) ve $P'(3)$ ü bulunuz. Bu sonuçların metropol bölgesinin kirlilik seviyesi için ne anlama geldiğini yorumlayınız.

BAKIR MADENİ PROBLEMİ: Bir bakır madeninden T ton bakır çıkarmanın maliyeti f(t)=C fonksiyonu ile modellenmektedir. bakır madeninin maliyeti için ne anlama gelmektedir yorumlayınız.

KARINCA PROBLEMİ: Bir eğri boyunca hareket eden bir karıncanın t saniyede aldığı yol

s(t)=

denklemiyle verilmiştir. Karınca kaçıncı saniyelerde yön değiştirmiştir?

ROKET PROBLEMİ: Dikey olarak yukarıya fırlatılan bir oyuncak roketin hareket denklemi s(t)= ile veriliyor. (t, sn cinsinden)

a) Roketin ilk atılma hızını bulunuz.

b) Yerden en fazla kaç metre yükseldiğini bulalım.

ATLETİZM PROBLEMİ: Bir atlet, 10 dakika boyunca 15km/sa. sabit hızla koştuktan sonra 15 dakika boyunca 2km/sa. sabit hızla yürünüştür.

a) Atletin hızının zaman (t) a bağlı fonksiyonu ’nu ifade ediniz.

b) f(t) fonksiyonu t=10 noktasında türevli midir?

c) f(t) fonksiyonu t=10 noktasında sürekli midir?

d) f(t) fonksiyonu t=10 noktasındaki türevlenebilirliği ile sürekliliği arasında nasıl bir ilişki vardır?

e) f(t) fonksiyonu t=12 noktasında türevli midir? Aynı fonksiyon bu noktada sürekli midir?

f) Fonksiyonun t=12 noktasındaki türevlenebilirliği ile buu noktadaki sürekliliği arasındaki ilişki nedir?

g) f(t) fonksiyonunun bir noktadaki türevlenebilirliği ile sürekliliği arasındaki ilişkiyi belirtiniz.

REKLAM PROBLEMİ: Bir araç-gereç outlet mağazası 200 geniş ekran televizyon setleri satıyor. Bu mağaza reklam kampanyasına eğer x dolar yatırırsa satışlarındaki artışın

N(x) = 3 x^3 - 0.25 x^4 + 200, 0 $\leq x \leq 9$

olması bekleniyor. Satışlardaki değişim oranının arttığı ve azaldığı zamanları bulunuz. Azalmanın değiştiği noktayı ve satışlardaki maksimum değişim oranını bulunuz.

MALİYET PROBLEMİ: x adet ürünün üretiminin toplam maliyeti,

$$C(x) = 5000 + \frac{1}{2}x^2$$

biçiminde veriliyor.

- Ortalama maliyet fonksiyonu $\overline{C}(x)$ buldurulur. $\left(\overline{C}(x) = \frac{C(x)}{x}\right)$
- $\overline{C}$ fonksiyonunun grafiği çizdirilir.

HASTA PROBLEMİ: Bir hastanın vücut sıcaklığı ateş düşürücü bir ilaç verildikten t saat sonra Fahreneight cinsinden

ile verilmektedir.

a) (t)'yi bulunuz.

b) F(3) ve (3)'ü bulunuz. Bu sonuçların ne demek olduğunu özetle yorumlayınız.

ULUDAĞ'DA KAYAK PROBLEMİ: Bir kış günü Uludağ'da kayak yapan bir sporcu, satte ortalama 30 km hızla bir tepeden aşağı doğru kayıyor. Sporcu en çukurdaki sıfır noktasın 1 satte vardıktan sonra tekrar karşı tepeye doğru kaymaya devam ediyor.

a) Sporcunun kaymaya başladıktan sonra sıfır noktasına olan uzaklığını modelleyen fonksiyonun, h(t)=$30.|1-t|$ olduğunu gösteriniz.

b) Mutlak değerin içini sıfır yapan değeri bulunuz.

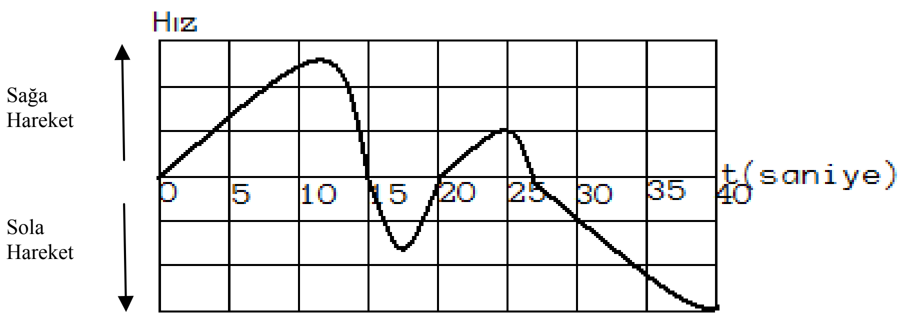
c) h fonksiyonunu parçalı fonksiyon olarak ifade ediniz.

d) Mutlak değerin içini sıfır yapan noktada h(t) fonksiyonunun soldan ve sağdan türevlerini bulunuz.

e) Mutlak değerin içini sıfır yapmayan herhangi iki nokta alarak h(t) fonksiyonunun bu noktalardaki türevlerini bulunuz.

f) Parçalı fonksiyonların ve mutlak değer fonksiyonlarının kritik noktalarda türevi bulunurken hangi türevlere bakılması gerektiğini araştırınız.

FARE PROBLEMİ: Bir fare tünelde ileri geri hareket ederken bir parça Fransız peyniri dikkatini çekiyor ve tünelin sonundan sağa sola doğru yeniden hareket ediyor. Farenin hızının grafiği aşağıda şekilde veriliyor. Farenin t=0 anında tünelin merkezinden harekete başladığını kabul ederek aşağıdaki soruları cevaplamak için grafiği kullanınız.



a) Fare hangi t zamanında yönünü değiştiriyor?

b) Farenin çok yavaş bir şekilde sola ve sağa hareket ettiği t zamanlarını bulunuz.

c) Farenin tünelin merkezinden en sağda ve en solda olduğu t zamanlarını bulunuz.

d) Farenin hızının azaldığı zamanı bulunuz.

e) Fare hangi t anında tünelin merkezindedir?

BALON PROBLEMİ: Hava ile şişirilmiş küre şeklindeki bir balonun *r* yarıçapının artış hızı *r*=4 olduğunda 0,3 cm/sn'dir. Bu andaki hacmin değişme (artış) hızını bulunuz.

UÇAK PROBLEMİ: Zaman birimi saniye ve uzunluk birimi metre olmak üzere 10 000 metre yükseklikteki bir uçaktan bir cisim aşağı bırakılıyor. Cismin t saniye sonra yerden yüksekliği $s(t) = 10\ 000 - 4t^2$ fonksiyonu ile modellenmiştir.

a) Cismin yol zaman grafiğini çiziniz.
b) Cismin $t - t_0$ aralığındaki $V_{or} = \frac{s(t)-s(t_0)}{t-t_0}$ ortalama hzını bulunuz.
c) Cismin 10. saniye sonundaki$\lim_{t\to 10}\frac{s(t)-s(10)}{t-10}$ ani hızını bulunuz.
d) Cismin hız zaman grafiğini çiziniz.
e) Cismin $t - t_0$ aralığındaki $a_{or} = \frac{v(t)-v(t_0)}{t-t_0}$ ortalama ivmesini bulunuz.
f) Cismin 10. saniye sonundaki $\lim_{t\to 10}\frac{v(t)-v(10)}{t-10}$ ani ivmesini bulunuz.
g) Cismin 20. saniye sonundaki yerden yüksekliği kaç metredir?
h) Cismin 20. saniye sonundaki ani hızı nedir?
i) s(t) fonksiyonunun t değişkenine göre birinci türevinin, cismin hangi fonksiyonunu; v(t) hız fonksiyonunun birinci türevinin, cismin hangi fonksiyonunu verdiğini araştırınız.

TOPTANCI PROBLEMİ: Bir toptancı kilogramını x TL'ye mal ettiği domatesleri $f(x) = x^2 + 1$ kuralına göre f(x) TL'ye perakendeciye satmaktadır. Perakendeci de bu ürünü $g(x) = 2x + 1$ kuralına göre g(x) TL'ye tüketiciye satmaktadır.

a) Toptancı ve tüketici arasında domateslerin satışı ile ilgili bir kural bulunuz.
b) $(gof)'(x) = g'\big(f(x)\big).f'(x) = \frac{dg(x)}{df(x)}.\frac{df(x)}{dx}$ olduğunu gösteriniz.

c) Toptancının kilogramını 0.2 TL'ye mal ettiği domatesi tüketici kaç TL'ye almaktadır?

d) $g^{-1}(x)$ fonksiyonunu bularak $(g^{-1})'(x)$ ni elde ediniz.

e) $(gof)(x)$ fonksiyonunun türevi ile $g'\big(f(x)\big).f'(x)$ arasındaki ilişkiyi ve y=g(x) in ters fonksiyonu olan $g^{-1}(y)$'nin türevi ile $\frac{1}{f'(x)}$ arasındaki ilişkiyi belirtiniz.

HAVUZ PROBLEMİ: t saniye cinsinden zamanı göstermek üzere bir x musluğu t saniyede boş bir havuza, x=2t litre su doldurmaktadır. Havuzun dibindeki bir y musluğu da aynı havuz dolu iken t saniyede y=t litre su boşaltmaktadır.

a) y ile x arasındaki bağıntıyı bulunuz.

b) t=10 için x musluğu havuza kaç litre su doldurur ve y musluğu havuzdan kaç litre su boşaltır?

c) y''nü, y ile x arasındaki bağıntıdan bulunuz.

d) $\left.\begin{matrix} y = t \\ x = 2t \end{matrix}\right\}$ denklemleriyle parametrik olarak verilen fonksiyonun türevi ile $\frac{dy/dt}{dx/dt}$ arasındaki ilişkiyi belirtiniz.

CİRİT PROBLEMİ: Bir cirit oyununda, oyunculardan biri yarıçap uzunluğu 10 metre olan $x^2 + y^2 - 100 = 0$ çemberinin yörüngesinde ve saat yönünün tersi yönde ilerlerken elindeki ciriti tam (6,8) noktasında fırlatmıştır.

a) $F(x,y) = x^2 + y^2 - 100 = 0$ bağıntısından y'yi elde ederek y''nü bulunuz.

b) $F(x,y) = x^2 + y^2 - 100 = 0$ bağıntısı için x'e göre türevi F_x ve y'ye göre türevi de F_y ile göstererek $-\frac{F_x}{F_y}$'yi bulunuz.

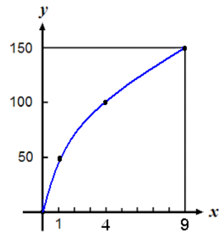
c) $F(x,y) = 0$ şeklindeki kapalı fonksiyonların türevi ile $-\frac{F_x}{F_y}$ arasındaki ilişkiyi belirtiniz.

ŞİRKET PROBLEMİ: Bir şirketin şimdiden başlayıp t ay sonrasına kadar ki toplam satışları milyon dolar cinsinden ile verilmektedir. i bulunuz. 26 ay ve 27 ay sonraki toplam satış rakamlarını tahmin etmek için bu sonuçları kullanınız.

ÖĞRENME HIZI PROBLEMİ: Bir öğrencinin y adet kavramı x saatte öğrenmesi,

$y = 50\sqrt{x}$, $0 \le x \le 9$

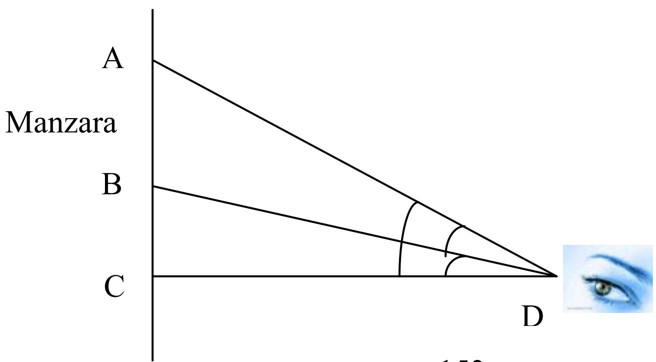
fonksiyonu ile modellenmektedir. 1 ve 9 saat sonraki öğrenme hızları buldurulur. Öğrenme hızının zamana göre değişimi yorumlatılır.



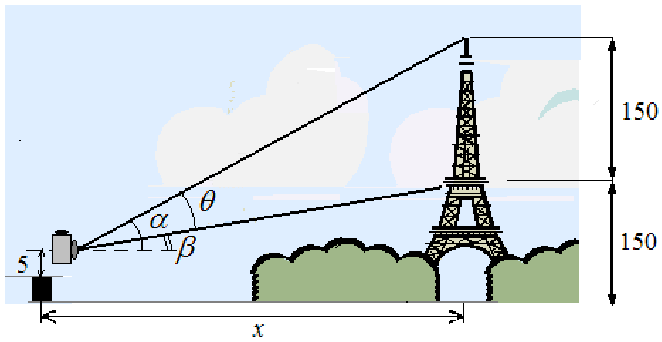
BAKTERİ PROBLEMİ: Bir kolonideki bakteri sayısı olan y, x gün sonra

ile verilmektedir. Herhangi bir x gündeki anlık değişim oranını bulunuz.

MANZARA PROBLEMİ: Duvardaki manzara resminin yüksekliği 7 metredir. Bir gözlemci manzaranın alt kısmı ile göz seviyesi arasındaki uzaklığın 2 metre olduğunu gözlemliyor. Gözlemci resmi daha net görebilmek için en fazla ne kadar uzakta olmalıdır? AB = 7 cm BC = 2 cm CD = x cm (duvarla gözlemci arasındaki uzaklık). α, β ve θ , x fonksiyonunun açıları.



EYFEL KULESİ PROBLEMİ:



Eiffel (Eyfel) Kulesi'nin yerden 2. kata kadar olan yüksekliği ve 2. katı ile en yüksek noktası arsındaki yüksekliği 150 şer metredir. Bir fotoğraf makinesi, objektifi yerden 5 metre yukarıda olacak biçimde, kuleden x metre uzağa yerleştiriliyor.

a) Objektifin kulenin 2. katı ile en yüksek noktası arasındaki kısmı görebileceği şekilde yerleştirilmesi durumunda, $\tan\theta(x) = \dfrac{150x}{x^2 + (42775)}$ biçiminde yazılabileceğini gösteriniz.

b) $f(x) = \dfrac{150x}{x^2 + (42775)}$ fonksiyonunun $(0,\infty)$ aralığında türevlenebilir olup olmadığını söyleyiniz.

c) $f'(x)$ ifadesinin işaret tablosunu düzenlemeleri, f fonksiyonunun artan ve azalan aralıklarını belirleyiniz ve $(0,\infty)$ aralığında θ nın maksimum değerlerini bulunuz.

SINAV PROBLEMİ: 1998 ve 2006 yıllarında yapılan üniversiteye giriş sınavına giren öğrenci sayısına gösteren tablo aşağıda verilmiştir. İnceleyiniz.

Sınav Yılı	Sınava Giren Öğrenci Sayısı
1998	1 359 579
2006	1 678 383

Bu verilere göre üniversite sınavına giren öğrencilerin yıllık artış hızı yaklaşık % 2.668'dir. Aynı artış hızının süreceği kabul edilerek üniversiteye giriş sınavının 2006'dan t yıl sonraki P(t) öğrenci sayısı,

P(t)=1 678 383. $e^{0.026332.t}$

biçiminde modellenmiştir.

a) $P'(t)'$yi bulunuz ve bu türevin ne anlama geldiğini açıklayınız.
b) P(t)'nin tersini bulunuz ve bu fonksiyonunun da türevini alınız.
c) t=10 yıl sonra üniversite sınavına giren öğrencilerin artış hızı ne olur?
d) Üniversite giriş sınavına 2016 yılında kaç öğrenci girecektir?
e) Üstel fonksiyonun ve logaritma fonksiyonunun türevinin hangi tür fonksiyon olduğunu araştırınız.

YÜZME PROBLEMİ: Yüzmeyi yeni öğrenmeye başlayan belirli bir kişinin t saatlik uygulamalı yüzme dersi aldıktan sonra 1 dakikada yüzebileceği y mesafesi,

$y(t) = 15\left(1 - e^{-0{,}04\,t}\right)$

fonksiyonu ile veriliyor. Bu kişinin 10 saatlik pratik yüzme dersinden sonra 1 dakikada yüzebileceği mesafedeki artış hızını bulunuz.

KAPLICA PROBLEMİ: t bir yıldaki on iki ayı göstermek üzere bir kaplıcaya olan talep, kişi sayısı olarak f(t)= $-100t^2 + 1200t$ şeklinde modellenmiştir.

a) (0,6) ve (6,12) aralığında fonksiyonun artan ya da azalan olduğunu araştırınız.
b) 6. aydan sonra kaplıcaya olan talep nasıl değişmektedir?
c) $f'(t)'$nin ne anlama geldiğini belirtiniz.
d) $0 \leq t \leq 12$ için$f'(t)'$nin işaretini inceleyerek $f'(t)'$nin hangi aralıklarda pozitif, hangi aralıklarda negatif olduğunu belirtiniz.
e) $f'(3)$ ve $f'(8)$değerlerini bulunuz. Bu değerlere bakarak kaplıcaya olan talebin attığını veya azaldığını söyleyebilir miyiz?
f) $f(t)'$nin grafiğini çizerek fonksiyonun artan veya azalan olduğu aralıkları grafik üzerinde belirtiniz.

g) nin işaretinin pozitif veya negatif olduğu aralıklarla; fonksiyonun artan veya azalan olduğu aralıklar arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

HELİKOPTER PROBLEMİ: t saat cinsinden zamanı göstermek üzere yerden 1000 metre yükseklikte bir rotada gitmesi gereken bir helikopterin 0-5 saat zaman aralığındaki rotasına olan uzaklık şeklinde modellenmiştir.

a) yi bularak işaret tablosunu düzenleyiniz. h fonksiyonunun artan veya azalan olduğu aralıkları belirleyiniz.
b) aralığında h fonksiyonunun en büyük (maksimum) ve en küçük (minimum) değerini bularak bu değerlerin ne anlama geldiğini açıklayınız.
c) aralığında h fonksiyonunun maksimum ve minimum değerlerini bularak bu değerlerin ne anlama geldiğini açıklayınız.
d) aralığında fonksiyonunun maksimum ve minimum değerlerini bularak bu değerlerin ne anlama geldiğini açıklayınız.
e) için h(1) değerini bulunuz.
f) h fonksiyonunun aralığındaki maksimum ve minimum değerleri ile (0,1) ve (1,5) aralığındaki maksimum ve minimum değerleri arasında nasıl bir ilişki vardır?
g) fonksiyonunun (0,5) aralığındaki kökleri ile h fonksiyonunun bu aralıktaki maksimum ve minimum değerleri arasındaki ilişkiyi belirtiniz.

SU PARKI PROBLEMİ: Eğlence amaçlı kurulmuş bir su parkı, zararlı bakterilerin büyümesini kontrol etmek için periyodik olarak işlemlere tabi tutuluyor. Bir işlemden sonraki t günlerde bakteri konsantrasyonunun sayısı (m^3 cinsinden)

$C(t)=30t^2-240t+500,\ 0 \leq t \leq 8$

ile veriliyor. Bir işlemden sonraki kaç gün bakteri konsantrasyonu sayısı minimum olacaktır? Minimum konsantrasyon nedir?

Ph PROBLEMİ: Bir maddenin asidik veya bazik olması o maddenin pH'ın aldığı değere bağlıdır ($0 \leq$ pH ≤ 14).

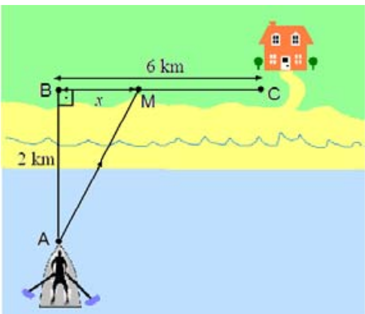
Madde asidik ise pH$<$ 7

Madde bazik ise pH$>$ 7

Şu anda Kuzey Amerika'daki yağmur suyunun pH'ı 6 olarak ölçülmüştür. Çevre bilimciler bu bölgenin x yıl sonra yağmur suyunun pH'ın

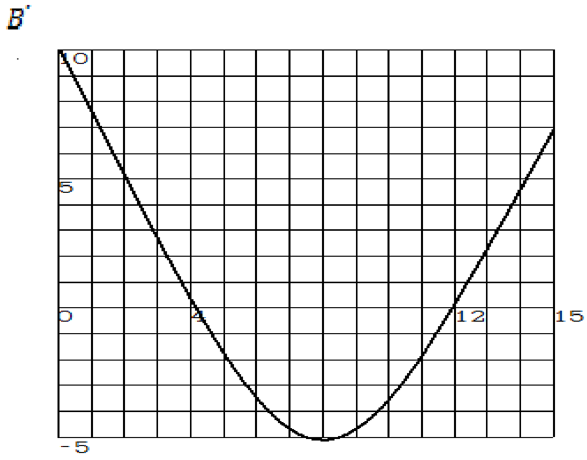
formülü ile hesaplanabileceğini tahmin ediyorlar. Buna göre en düşük pH, kaç yıl sonra gerçekleşir? O yılın pH değerini hesaplayınız.

KAYIKÇI PROBLEMİ: Denizdeki kayıkçının plajdaki B noktasına olan uzaklığı 2 km'dir. Kayıkçı B noktasına 6 km uzaklıkta bulunan evine gitmek istiyor. Kayıkçının denizdeki hızı 3 km/saat ve plajdaki yürüme hızı 5 km/saattir. Buna göre, kayıkçının en kısa sürede evine ulaşması için kıyıda çıkması gereken noktayı bulunuz.



PİZZA PROBLEMİ: Dairesel pizza diliminin çevresi 18 cm' dir. Dilimin en büyük olabilmesi için pizzanın çapı ne olmalıdır?

TİCARET PROBLEMİ: Son 15 yıldır Amerika Birleşik Devletleri tarım ürünleri konusunda pozitif bir ticaret dengesi sürdürmek için imal ettiğinden daha fazla tarım ürünü ihraç etmektedir. Ancak bu ticaret dengesi 15 yıl boyunca dalgalı seyrediyor. Şekil'deki grafik 15 yıl boyuncaki ticaret dengesinin değişim oranını yaklaşık olarak veriyor. Bu grafikte B(t) milyar dolar cinsinden ticaret dengesi ve t yıl cinsinden zamandır.



a) Herhangi bir yerel ekstramum tartışmasını da içeren y = B(t) fonksiyonunun grafiğinin özet bir yorumunu yazınız.

b) y = B(t) fonksiyonunun muhtemel bir grafiğini çiziniz.

PATATES PROBLEMİ: 200℃ ’de sabit bir sıcaklık sürdüren sıcak bir fırına patates koyuyorsunuz. Patatesin sıcaklığı fırındaki ısıyı aldıkça artıyor.

a) Patates fırına koyulduğu andan itibaren t zamanına karşı patatesin T sıcaklığını veren grafiği çiziniz.

b) Farz edelim ki t=30 anında patatesin sıcaklığı 120° olsun ve dakikada 2° lik bir oranla artsın. Bu bilgiyi kullanarak T grafiğinin şekli hakkında bildiklerinizi kullanarak t=40 daki sıcaklığı tahmin ediniz.

c) Farz edelim ki t=60 da patatesin sıcaklığı 165°, t=40’ daki sıcaklığı tahmin edebilir misiniz?

d)Şimdiye kadar verilen bütün bilgileri kabul ederek patatesin sıcaklığının 150° olduğu t zamanını bulunuz.

EK 6: ÖĞRENMEDE MOTİVE EDİCİ STRATEJİLER ÖLÇEĞİ (ÖMSÖ) (MOTIVATED STRATEGIES FOR LEARNING QUESTIONNAIRE= MSLQ)

1 2 3 4 5 6 7

Bana hiç uymuyor **Bana tam uyuyor**

1	Bu derste yer alan konuların, beni yeni şeyler öğrenmeye teşvik etmesini isterim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
2	Uygun biçimde çalışırsam, bu dersteki konuları öğrenebilirim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
3	Bu dersin sınavlarında, diğer öğrencilere göre daha zayıf olduğumu düşünürüm.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
4	Bu derste öğrendiklerimi, diğer derslerde de kullanabileceğimi düşünüyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
5	Bu dersten çok iyi bir not alacağıma inanıyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
6	Bu derste yer alan kitap, dergi, makale vb. de yer alan en zor konuları anlayabileceğimden eminim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
7	Bu derste iyi bir not almak, şu anda beni en çok memnun edici şeydir.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
8	Sınav sırasında cevaplayamadığım diğer soruları düşünürüm.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
9	Bu dersteki konuları öğrenemiyorsam, bu benim hatamdır.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
10	Bu dersin konularını öğrenmek, benim için önemlidir.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
11	Genel not ortalamamı yükseltmek benim için çok önemli olduğundan, bu dersten iyi bir not almak istiyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
12	Bu derste öğretilen temel kavramları öğrenebileceğimden eminim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
13	Yapabilirsem, bu derste diğer öğrencilerin çoğundan daha iyi notlar almak isterim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
14	Sınavlara girdiğimde, başarısızlığımın getireceği sonuçları düşünürüm.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
15	Bu derste öğretmen tarafından sunulan en karmaşık konuları anlayabileceğimden eminim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
16	Bu derste öğrenilmesi zor bile olsa, merakımı uyandıran ders konularını öğrenmek isterim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
17	Bu dersin içerdiği konularla çok ilgileniyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
18	Yeterince sıkı çalışırsam ders konularını öğrenebilirim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
19	Sınava girdiğimde kendimi sıkıntılı ve tedirgin hissederim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
20	Bu dersteki ödevler ve sınavlarda çok başarılı olabileceğimden eminim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
21	Bu derste başarılı olmayı bekliyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
22	Benim için, bu dersin en tatmin edici yanı, konuları mümkün olduğu kadar tam anlamaya çalışmaktır.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
23	Bu sınıftaki ders konularını öğrenmemin, benim için yararlı olduğunu düşünüyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
24	Bu derste fırsatım olduğu zaman, iyi bir notu garantilemese de, öğrenmemi sağlayacak ödevleri seçerim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
25	Eğer ders konularını anlamadıysam, bu yeterince sıkı çalışmadığım içindir.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
26	Bu dersin içeriğini seviyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
27	Bu dersin içeriğini anlamak benim için çok önemlidir.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
28	Sınava girdiğimde kalbimin hızlı çarptığını hissederim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
29	Bu derste öğretilmekte olan becerilerde uzmanlaşabileceğimden eminim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
30	Bu derste yeteneklerimi aileme, arkadaşlarıma ve başkalarına göstermek için başarılı olmak istiyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
31	Dersin zorluğunu, öğretmenini ve kendi becerilerimi göz önüne aldığımda, bu derste iyi olacağımı düşünüyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
32	Bu derse çalışırken, düşüncelerimi organize etmeme yardım etmesi için konuların ana başlıklarını çıkarırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
33	Ders sırasında başka şeyler düşündüğüm için önemli noktaları çoğunlukla kaçırırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
34	Bu derse çalışırken, öğrendiklerimi sık sık sınıftan birine ya da bir arkadaşa açıklamaya çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
35	Genellikle çalışmama yoğunlaşa bileceğim bir yerde ders çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
36	Bu derse çalışırken, odaklanmama yardım edecek sorular oluştururum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

37	Bu derse çalışırken, sık sık sıkılırım ve yapmayı planladıklarımı bitirmeden önce çalışmayı bırakırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
38	Kendimi, sık sık bu derste duyduklarımı ya da okuduklarımı inandırıcı bulup bulmadığımı sorgularken bulurum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
39	Bu derse çalışırken, öğrenmeye çalıştığım konuyu sürekli sesli olarak tekrarlarım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
40	Bu dersteki konuları öğrenmede zorluk çeksem bile, ödevleri kimseden yardım almadan kendim yaparım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
41	Bu derse kitap, dergi ve basılı materyalden çalışırken, bir yeri anlamadığım zaman, geri döner ve anlamaya çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
42	Bu derse çalışırken, kitapları ve ders notlarımı gözden geçirir, en önemli yerleri bulmaya çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
43	Bu ders için çalışma zamanımı iyi kullanırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
44	Eğer ders ile ilgili verilenleri anlamakta zorlanırsam, konuyu okuma şeklimi değiştiririm.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
45	Dersle ilgili ödevleri tamamlamak için, sınıftaki diğer öğrencilerle birlikte çalışmaya gayret ederim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
46	Bu derse çalışırken, ders notlarımı ve ders kitaplarını tekrar tekrar okurum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
47	Derste sunulan ya da kitapta okuduğum bir kuram, yorum ya da sonucu destekleyen güçlü kanıtlar olup olmadığına karar vermeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
48	Bu derste yapıtıklarımızdan hoşlanmasam bile, başarılı olmak için çok çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
49	Ders konularını organize etmeme yardım etmesi için, basit grafikler, diyagramlar veya tablolar yaparım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
50	Bu derse çalışırken, öğrendiklerimi sınıftan bir grup öğrenciyle tartışmak için sık sık zaman ayırırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
51	Ders konularını başlangıç noktası olarak ele alırım ve onun hakkında kendi düşüncelerimi geliştirmeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
52	Bir çalışma programına bağlı kalmakta zorlanırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
53	Bu derse çalışırken, kitaplardan okuduklarım, derste anlatılanlar ve ders tartışmaları gibi farklı kaynakları bir araya getirerek bilgi toplarım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
54	Yeni ders konularını çalışmadan önce, nasıl organize edildiğini görmek için sık sık gözden geçiririm.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
55	Bu derste çalıştığım materyali anladığımdan emin olmak için, kendime sorular sorarım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
56	Dersin gereklerine ve öğretmenin dersi işleyiş stiline uymak için çalışma şeklimi değiştirmeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
57	Bu ders ile ilgili kaynakları okurken, sık sık okuduklarımın ne hakkında olduğunu bilmediğimi farkediyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
58	Öğretmenden, iyi anlamadığım kavramları açıklamasını isterim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
59	Bu dersteki önemli kavramları hatırlamak için, önemli sözcükleri ezberlerim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
60	Dersin konuları zor olduğunda, ya bırakırım ya da sadece kolay kısımlarını çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
61	Bu ders için çalışırken, sadece okumak yerine, konu üzerinde düşünmeye ve bundan ne öğrenmem gerektiğine karar vermeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
62	Bir konunun içindeki fikirleri mümkün oldukça diğer derslerdekilerle ilişkilendirmeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
63	Bu ders için çalışırken, ders notlarımın üzerinden gider ve önemli kavramların listesini çıkarırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
64	Bu dersle ilgili kitap, dergi vb. okurken, okuduklarımı hali hazırda bildiklerimle ilişkilendirmeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
65	Ders çalışmak için ayrılmış düzenli bir yerim var.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
66	Bu derste öğrendiklerimle ilgili kendi düşüncelerimi geliştirmeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
67	Bu derse çalışırken, okumalardaki ve ders notlarımdaki anafikirlerin kısa özetlerini yazarım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
68	Bu dersteki herhangi bir konuyu anlayamadığımda, sınıftaki başka bir öğrenciden yardım isterim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
69	Derste öğretmen tarafından anlatılan kavramlarla, okuyarak öğrendiklerim arasında ilişki kurarak konuyu anlamaya çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
70	Bu dersin haftalık okumalarını ve ödevlerini takip ettiğimden eminim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
71	Bu derste ne zaman bir önerme ya da sonuç okusam veya duysam olası seçenekler üzerinde düşünürüm.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
72	Bu dersle ilgili önemli bilgileri listelerim ve ezberlerim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
73	Bu derse düzenli olarak devam ederim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

74	Ders konuları ilgi çekmese ve sıkıcı olsa bile konuyu bitirene kadar çalışmayı başarırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
75	Sınıfta gerektiğinde yardım alabileceğim arkadaşları saptamaya çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
76	Bu derse çalışırken hangi kavramları iyi anlamadığımı belirlemeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
77	Diğer etkinlikler nedeniyle, bu derse çok fazla zaman harcamadığımı sık sık fark ediyorum.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
78	Bu ders için çalışırken, her bir etkinliğimi yönlendirmek için kendime hedefler koyarım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
79	Sınıfta not alırken kafam karışırsa, sonradan bunu mutlaka düzeltmeye çalışırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
80	Sınavdan önce, ders ile ilgili notlarımı ya da okumaları gözden geçirmek için zaman bulmakta zorluk çekerim.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
81	Dersle ilgili kitaptan edindiğim bilgileri, ders anlatımlarında ya da tartışmalarda kullanırım.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

EK 7: GÖRÜŞME SORULARI

1. Matematiksel Modelleme Yöntemi ile öğrenmeyi nasıl tanımlarsınız? Sizce Matematiksel Modelleme Yöntemi ile öğrenme modelinin karakteristik özellikleri nelerdir?
2. Yukarıda belirttiğiniz karakteristik özelliklerden hangisinin öğrenmenize daha çok katkısı oldu?
3. Matematiksel Modelleme Yöntemi ile Öğrenme Modelinde hangi özellikleri kesinlikle değiştirmek isterdiniz?
4. Matematiksel Modelleme Yöntemi ile Öğrenme Modelinde hangi özellikleri kesinlikle uygulamaya devam etttirilmelidir?
5. Matematiksel Modelleme Yöntemi ile Öğrenme Modelinin uygulanmasında ne tür zorluklarla karşılaştınız?
6. Sizce Matematiksel Modelleme Yöntemi ile Öğrenme Modelinde ideal bir öğretmen ne tür özellikler taşımalıdır?
7. Matematiksel Modelleme Yöntemi ile Öğrenme Modelinin uygulandığı sınıflarda iyi bir öğrencinin özellikleri ne olmalıdır?
8. Ders sırasında işlenen matematiksel modelleme problemleri hakkında görüşleriniz nelerdir?
9. Matematiksel Modelleme Yöntemi ile Öğrenme Modelinin size akademik ve sosyal açıdan neler kazandırdığını düşünüyorsunuz

SINIF KONTROL LİSTESİ	Hiç	Nadiren	Sıklıkla	Genellikle	Daima

EK 8: UYGULAMA GÜVENİRLİĞİ KONTROL LİSTESİ

1. Sınıfta grup çalışması için kümeler oluşturulmuştur.					
2. Öğrenme, etkinliklerde yer alan gerçek yaşam durumlarıyla mı başlıyor?					
3. Öğrenme, öğretmenin konuyu anlatmasıyla mı başlıyor?					
4. Öğrenciler, bilgiye ulaşmaya çalışıyor mu?					
5. Öğretmen öğrencilere düşündürücü sorular soruyor mu?					
6. Ders, etkinlikler merkeze alınarak mı yürütülüyor?					
7. Dersin işlenişi öğrenciyi öğrenmede sorumluluk almaya itiyor mu?					
8. Öğretmen öğrenciye sürekli bilgi veren konumda mıdır?					
9. Öğrenciler, bilgiyi matematiksel modelleme sürecinde mi öğreniyor?					
10. Öğrenciler, derse katılıyorlar mı?					
11. Öğrenciler, grup içi çalışma yapıyorlar mı?					
12. Öğrenciler, fikirlerini rahatlıkla açıklıyorlar mı?					
13. Öğrenciler, öğretmene soru soruyorlar mı?					
14. Günlük yasam durumlarında matematiğin ortaya çıkışına dikkat çekiliyor mu?					
15. Etkinliklerden sonra ilgili kavramlar ve formüller açıklanıyor mu?					
16. Etkinliklerin çözümü yapılıyor mu?					
17. Öğretmen öğrencilere söz hakkı veriyor mu?					
18. Dersler, "etkinlikler" üzerinden mi isleniyor?					
19. Öğretmen ders islenebilecek rahat bir ortam sağlayabiliyor mu?					
20. Öğretmen eleştirel düşünmeyi teşvik ediyor mu?					
21. Öğretmen dersin amaçlarına odaklanmayı sağlıyor mu?					
22. Araştırmada kullanılan problemler çalışmanın yöntemine uygun mu?					
23. Derslerde modelleme adımları takip ediliyor mu?					

BİLİŞSEL ALAN

ALANLAR

UYGULAMA

ANALİZ

EK 9: GTT İÇİN BELİRTKE TABLOSU

AMAÇLAR / KONULAR	Türevin tanımını kullanarak bir fonksiyonun bir noktadaki türevini bulur.	Bir fonksiyonun artan ve azalan olduğu aralıkları türevin işaretine göre belirler.	Bir fonksiyonun ekstremum noktalarını türev yardımıyla belirler.	Bir fonksiyonun dönüm noktasını ikinci basamaktan türev yardımıyla belirler.	Türev tanımını kullanarak sabit fonksiyonun türevine ait kuralları bulur.	İki fonksiyonun çarpımının ile ilgili uygulamalar yapar.	Bir fonksiyonun grafiğinin bir noktasındaki teğetinin ve normalinin denklemini yazar.	Minimum problemlerini türev yardımıyla çözer	Parametrik fonksiyonların fonksiyonun türevine ait kuralla ilgili uygulamalar yapar.	Kapalı fonksiyonların türevine ait kuralla ilgili uygulamalar yapar.	m, n $\in N^+$ve X>0 için f(X)=x_n^m fonksiyonunun türevini bulur ve köklü ifadelerin türevlerine ilişkin uygulamalar yapar.	Trigonometrik fonksiyonların türevine ait kural ile ilgili uygulamalar yapar.	Logaritma fonksiyonunun türevine ait kurala ilişkin uygulamalar yapar.	Bir fonksiyonun ardışık türevlerini bulur.	Türev kavramını fiziksel ve geometrik uygulamalar yardımıyla açıklar.	Bir fonksiyonun bir noktadaki soldan türevini ve sağdan türevini bulur, soldan türev ve sağdan türev ile türev arasındaki ilişkiyi açıklar.	Bir fonksiyonun bir noktadaki sürekliliği ile türevlenebilirliği arasındaki ilişkiyi açıklar.	Doğru boyunca hareket eden bir cismin, t zamanı içinde aldığı yol ile t anındaki hızı ve ivmesi arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklar.
Türev Kavramı (1)	x																	
Türevin Fiziksel Yorumu (2)															x			
Fonksiyonun Bir Noktadaki Sağdan Soldan Türevi Süreklilik ve Türevlenebilme (4)																x		
Bir Fonksiyonun Bir Aralıkta Türevlenebilirliği (5)																	x	
Sabit Fonksiyonun Türevi (6)					x													
İki Fonksiyonun Çarpımının Türevi (7)						x												
Bir Fonksiyonun Grafiğinin Bir Noktasındaki Teğetinin ve Normalinin Denklemi (12)							x											
Doğrusal Hareketle Türevin İlişkisi(3)																		x
Parametrik Fonksiyonun Türevi (14)									x									
Kapalı Fonksiyonların Türevi (10)										x								
ve X>0, m ve N€z olmak üzere Y=$X^{\frac{m}{n}}$'in Türevi (17)											x							
Trigonometrik Fonksiyonların Türevi (9)												x						
Logaritma Fonksiyonunun Türevi(11)													x					
Yüksek Basamaktan Türev (8)														x				
Bir Fonksiyonun Artan ve Azalan Aralıklarıyla Türevin İlişkisi(15)		x																
Yerel Ekstramum Noktalar ve Ekstramum Noktalarla Türevin İlişkisi (16)			x															
Mutlak Ekstramum Noktalar ve Bükeylik Kavramı ve Türevle İlişkisi (18)				x														
Maksimun Minimum Problemleri (13)								x										