T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MATEMATİKSEL MODELLEMENİN YAŞAMA YANSIMA SÜRECİNİN İNCELENMESİ

DOKTORA TEZİ

Barış DEMİR

0000-0001-6997-6413

BURSA

2022

T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

MATEMATİKSEL MODELLEMENİN YAŞAMA YANSIMA SÜRECİNİN İNCELENMESİ

Barış DEMİR

0000-0001-6997-6413

Danışman

Prof.Dr. Rıdvan EZENTAŞ

BURSA

2022

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim.

Barış DEMİR

17/06/2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA BENZERLİK YAZILIM RAPORU

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞI'NA

Tarih: 06/06/2022

Tez Başlığı : Matematiksel Modellemenin Yaşama Yansıma Sürecinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı gösterilen tez çalışmamın a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 270 sayfalık kısmına ilişkin, 06/06/2022 tarihinde şahsım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından (Turnitin)* aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre, tezimin benzerlik oranı % 14 'tür.

Uygulanan filtrelemeler:

1- Kaynakça hariç
2- Alıntılar hariç/dahil
3- 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Özgünlük Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve bu Uygulama Esasları'nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini saygılarımla arz ederim.

Tarih ve İmza

Adı Soyadı:	Barış DEMİR
Öğrenci No:	811852005
Anabilim Dalı:	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Programı:	Matematik Eğitimi
Statüsü:	☐ Y.Lisans X☐ Doktora

Danışman
Prof.Dr. Rıdvan EZENTAŞ
06/06/2022

TEZ YAZIM KILAVUZU'NA UYGUNLUK ONAYI

"Matematiksel Modellemenin Yaşama Yansıma Sürecinin İncelenmesi" adlı Doktora tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan	Danışman
Barış DEMİR	Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Başkanı

Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Matematik ve Fen Eğitimi Anabilim Dalı'nda 811852005 numara ile kayıtlı Barış DEMİR'in hazırladığı "Matematiksel Modellemenin Yaşama Yansıma Sürecinin İncelenmesi" konulu Doktora çalışması ile ilgili tez savunma sınavı, 17/06/2022 günü 10.00-12.30 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının (**başarılı/başarısız)** olduğuna (**oybirliği/oy çokluğu)** ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu Başkanı)	Üye
Prof. Dr. Rıdvan EZENTAŞ	Prof. Dr. Arif ÖZKAN
Bursa Uludağ Üniversitesi	Kocaeli Üniversitesi
Üye	Üye
Prof. Dr. Gül KALELİ YILMAZ	Dr. Öğr.Üyesi Işıl BOZKURT
Bursa Uludağ Üniversitesi	Harran Üniversitesi

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Salih BİRİŞÇİ

Bursa Uludağ Üniversitesi

ÖN SÖZ

Ön sözü yazmaya başladığımda farkettiğim ilk şey tezimin en özel kısmını yazdığımdı. Burası üzüntülerimi ve sevinçlerimi tüm duygularımı anlattığım yerdi çünkü…

Öğrenciyken kitaplarını okuduğum, öğretmenken kitaplarını okuttuğum, bu araştırmanın her aşamasında daima yardım ve desteklerini esirgemeyen ilk danışmanım Sayın Prof. Murat ALTUN hocama ne kadar teşekkür etsem azdır. Hocamı tanıdığım ve kendisinin bilgi deryasından ufacık bir damla alabildiğim için kendimi çok şanslı hissediyorum…

İkinci teşekkürüm doktoraya ilk başladığım andan itibaren sakin ve yardımsever tavrı ile gerek idari gerekse akademik problemlerimi tecrüberiyle kısa sürede çözen, tezimim her safhasında desteklerini sunan ikinci danışmanım Sayın Prof.Dr. Rıdvan EZENTAŞ hocama teşekkürü borç bilirim.

Uzun bir süreç olan doktora eğitiminde tez izleme komitesinde yer alan ve bu süreçte desteklerini ve katkılarını gördüğüm, yanlışlarımı, eksiklerimi düzeltmemde engin bir hoşgörüyle bana yardımcı olan Prof. Dr. Gül KALELİ YILMAZ ve Dr. Öğr. Üyesi Salih BİRİŞÇİ hocalarıma da sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Pandemi sürecinde veri toplamak inanılmaz zordu. Bu süreçte yanımda olan Prof. Dr. Arif ÖZKAN ve Araştırma Görevlisi Çağatay TAŞDEMİRCİ hocalarıma teşekkür ediyorum

Araştırma sürecinde, sağladıkları destek ve katkılar için Doç. Dr. Fatih KOÇ, Doç. Dr. Ömer GÜNGÖR, Doç. Dr. Serdar BİROĞUL, Doç. Dr. Yasemin KATRANCI ve Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Arzu ARI hocalarıma teşekkürlerimi sunuyorum.

Özverili çalışmaları, bana kattıkları heyecan ve her türlü destekleri için çalışmamda yer alan Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesinde öğrenim gören mühendis adayı öğrencilerimize ve Eğitim Fakültesi öğrencilerine özellikle Ayşin, Fikriye ve Edanur öğretmenlerime sonsuz teşekkür ederim.

Bir teşekkürde kader ortağı olduğumuz tüm süreçleri beraber yaşadığımız maddi manevi her şartta yanımda olan, iyi ki yollarımız kesişmiş dediğim Öğr. Gör. Dr. Asiye YÜKSEL hocama çok teşekkür ediyorum.

Tüm doktora sürecimde yanımda olan sevincimi, üzüntümü kızgınlıklarımı kısacası herşeyimi paylaştığım Hülya SERT ÇELİK kardeşime çok teşekkür ediyorum. İyi ki varsın kankam. Ayrıca dualarıı içinde annene teşekkürleri sunuyorum. Bu satırları yazdığım sırada küçük ADA bebek aramıza katıldı ve bize uğur getirdi. Umarım sağlıklı, mutlu ve başarılı bir ömür geçirirsin hoşgeldin aramıza…

Burada isimlerini sayamadığım bana bu süreçte katkısı olan saygıdeğer hocalarıma çok teşekkür ederim.

Son teşekkür canım aileme… Babama, kardeşime, abime ve yeğenlerime her zorlukta benim yanımda oldukları, bana inandıkları, güvendikleri ve kattıkları herşey için çok teşekkür ediyorum. Şimdi en büyük teşekkürü hakeden canım ANNEM'e geldi sıra. Ne desem ne yazsam karşılamaz yaptıklarını annem. Bu tezi sana armağan ediyorum iyi ki annemsin ve iyi ki varsın ANNEM…

ÖZET

Yazar	: Barış DEMİR
Üniversite	: Bursa Uludağ Üniversitesi
Ana Bilim Dalı	: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı
Bilim Dalı	: Matematik Öğretmenliği Bilim Dalı
Tezin Niteliği	: Doktora Tezi
Sayfa Sayısı	: XIX+316
Mezuniyet Tarihi	: 17.06.2022
Tez	: Matematiksel Modellemenin Yaşama Yansıma Sürecinin İncelenmesi
Danışmanı	: Prof.Dr. Rıdvan EZENTAŞ

MATEMATİKSEL MODELLEMENİN YAŞAMA YANSIMA SÜRECİNİN İNCELENMESİ

Son yıllarda uygulamalı matematik, mühendislik, nanoteknoloji, ekonomi ve biyoloji gibi diğer disiplinlerde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Mühendislik alanları matematik bilginin beceri ile bütünleştirilmesinin en seçkin en yoğun gözlemlendiği alanlardır. Başka bir ifade ile mühendislik, matematiksel modellemenin işe koşulduğu ve insanlığın hizmetine sunulduğu bir alandır. Matematik ve mühendislik eğitiminde önemli bir yer tutan modelleme ilgili olarak teknoloji fakültesinde öğrenim gören mühendis adaylarının görüşlerinin neler olduğu, matematiksel modelleme öz yeterlik ve üst bilişsel farkındalık düzeylerinin kendilerine yapılan öğretim uygulamalarının sonrasında farklılaşıp farklılaşmadığını ve matematiksel modellemede yeterlik düzeylerinin ne olduğunun belirlenmesi amaçlanan bu çalışmada nicel ve nitel yöntemlerin birlikte kullanıldığı karma yöntem tercih edilmiştir. Karma araştırma yönteminin örneklem seçim yöntemlerinden biri olan “amaca uygun örnekleme” yaklaşımı tercih edilmiştir. Çalışma grubunu 2020-2021 Eğitim-Öğretim yılında Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği programında öğrenim gören farklı gelişim düzeylerindeki toplam 217 öğrenci

oluşturmaktadır. 217 mühendis adayından gönüllü olarak görüşmelere katılacağını bildiren farklı sınıflardan 45 mühendis adayı ile görüşmeler ve bu adayların oluşturduğu 12 grup ile de matematiksel modelleme uygulamaları yapılmıştır.

Araştırmada, öncelikle çalışma grubuna model ve modelleme, üstbilişsel farkındalık ve matematiksel modelleme öz-yeterlik ölçeği uygulanarak nicel boyutun ön test ve son test verileri alınmıştır. Bir grup katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşme formundan ise nitel boyutun ön görüşme ve son görüşme verileri elde edilmiştir. Sonraki aşamada mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinin belirlenmesinde modelleme etkinlikleri uygulanmış ve matematik eğitimcisi uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Araştırma sürecinde yapılan uygulamalar ve kullanılan ölçme araçları ile verilerin toplanması, Ekim 2020-Aralık 2020 tarihleri arasında mühendis adaylarıyla 11 hafta süresince yapılmıştır.

Uygulama öncesi ve sonrası mühendis adaylarının modeller ve modelleme anlayışlarının, matematiksel modelleme öz yeterliklerinin ve üst bilişsel farkındalıklarının yüksek düzeyde olduğu ve bu düzeylerde uygulamalar sonrası lehine istatistiki olarak anlamlı artış olduğu belirlenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre matematiksel modelleme uygulamaları mühendis adaylarının model ve modelleme anlayışları, matematiksel modelleme özyeterlikleri ve üst bilişsel farkındalıkları üzerine istatistiki anlamda anlamlı ve pozitif etki sağladığı görülmüştür. Mühendis adaylarının matematiksel modelleme problemlerine verdikleri yanıtların değerlendirilmesi sonucu yüksek düzeyde matematiksel modelleme yeterliklerine sahip oldukları ancak eksik olan bazı yeterliklerin geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca uygulama sonunda mühendis adaylarının mülakatlarda son görüşmeler verdikleri cevaplar incelendiğinde başlangıç durumuna göre gelişme olduğu tespit edilmiştir.

Mühendislik eğitiminde matematiksel modellemeyi öğrenme ve geliştirme sürecini tanımak mühendis yetiştirmede önemli ipuçları verebilir. Bu bağlamda araştırmanın hem mühendis eğitiminde hem de sonrasında mesleki olarak yararlanabilecek sonuçlar üretmesi beklenmektedir. Mühendis ve adaylarının matematiksel modelleme eğitimi araştırmalarının ülkemizde yaygınlaştırılması ve çalışma kapsamında incelenmeyen farklı mühendislik alanlarına yönelik daha kapsamlı çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Matematiksel Modelleme, Mühendislik, Eğitim

ABSTRACT

Author	: Barış DEMİR
University	: Bursa Uludağ University
Field	: Mathematics and Science Education
Branch	: Mathematics Education
Degree Awarded	: PhD Thesis
Page Number	: XIX +316
Degree Date	:17.06.2022
Thesis	: Investigation of Mathematical Modeling to Living Reflection Process
Supervisor	: Prof.Dr. Rıdvan EZENTAŞ

INVESTIGATION OF MATHEMATICAL MODELING TO LIVING REFLECTION PROCESS

In recent years, applied mathematics has been playing an increasingly important role in other disciplines, such as engineering, nanotechnology, economics, and biology. Engineering fields are the areas where the integration of mathematical knowledge with skills is most distinguished and observed most intensively. In other words, engineering is an area where mathematical modeling is put to work and offered to the service of humanity. Education holds an important place in mathematics and engineering as an engineer who studied at the faculty of technology related to the modelling, what are the views of candidates, mathematical modeling, self-efficacy, and metacognitive instructional practices in the aftermath of the level of awareness that it is any different to them made elsewhere, and which is intended to determine what is the level of proficiency in mathematical modeling in this study a hybrid method is used where a combination of quantitative and qualitative methods is preferred. The “purposeful sampling” approach, which is one of the sample selection methods of the mixed research method, has been preferred. The study group consists of a total of 217 students of different levels of development studying at the Biomedical Engineering program of the Faculty of Technology of Kocaeli University in the academic year 2020-2021.

Interviews with 45 engineer candidates from different classes, who stated that they would voluntarily participate in the interviews from 217 engineer candidates, and mathematical modeling practices were carried out with 12 groups formed by these candidates.

In the research, firstly, the model and modeling, metacognitive awareness and mathematical modeling self-efficacy scale were applied to the study group and the pre-test and post-test data of the quantitative dimension were taken preliminary and final interview data of the qualitative dimension were obtained from the semi-structured interview form with a group of participants. At the next stage, to determine the mathematical modeling proficiency levels of engineer candidates, modeling activities were applied and evaluated by mathematics educator experts. The data collection with the applications made in the research process and the measurement tools used was carried out for a period of 11 weeks with the candidates of engineers between October 2020 and December 2020.

It was found that the understanding of models and modeling, mathematical modeling self-efficacy and higher cognitive awareness of the candidates of engineers before and after the application were at a high level, and there was a statistically significant increase in favor of these levels after the applications. According to the research results, mathematical modeling Engineer candidates understanding of modelling and applications, mathematical modelling and metacognitive awareness it has been shown that statistically significant and positive effect on ozyeterlik. As a result of evaluating the responses of engineer candidates to mathematical modeling problems, it was concluded that they have a high level of mathematical modeling competencies, but some missing competencies should be developed. In addition, at the end of the application, it was determined that there was an improvement according to the initial situation according to the responses of the engineer candidates to the recent interviews in the interviews.

Getting to know the process of learning and developing mathematical modeling in engineering education can give important tips for training engineers. In this context, it is expected that the research will produce results that can be used professionally both in engineer education and afterwards. It is proposed that the research on mathematical modeling education of engineers and their candidates should be disseminated in our country and that more comprehensive studies should be carried out in different engineering fields that are not examined within the scope of the study.

Keywords: Mathematical Modeling, Engineering, Education

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK i
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ ii
DOKTORA BENZERLİK YAZILIM RAPORU ii
TEZ YAZIM KILAVUZU'NA UYGUNLUK ONAYI iii
ÖN SÖZ… v
ÖZET…… vii
ABSTRACT ix
İÇİNDEKİLER xi
Şekiller Listesi xviii
Kısaltmalar Listesi xix
1.BÖLÜM 1
GİRİŞ…… 1
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı 3
1.3. Araştırmanın Önemi 3
1.4. Problem Cümlesi 4
1.5. Araştırma Problemleri 4
1.6. Araştırmanın Varsayımları 5
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları 5
1.8. Tanımlar.. 6
2.BÖLÜM 7
KAVRAMSAL ÇERÇEVE 7
2.1. Matematiksel Modelleme 7
2.1.1. Matematiksel Modelleme Süreci 12
2.1.2. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri 23
2.1.2.1.Matematiksel Modelleme Özyeterliği 26
2.1.2.2.Üst Bilişsel Modelleme Yeterlikleri 27
2.1.2.3.Yeterliklerin Gelişmesi İçin Uygulamalar 28
2.1.3. Modelleme Yaklaşımları ve Matematik Öğretimi İçindeki Yeri 30
2.1.4. Matematiksel Modelleme ve Üst Bilişsel Farkındalık İlişkisi 36
2.2. Mühendislik Eğitimi 40

2.2.1. Mühendislik ve Matematik 43
2.2.2. Matematiksel Modellemenin Mühendislik İçindeki Yeri 46
2.2.3. STEM-Mühendislik ve Matematiksel Modelleme İlişkisi 50
2.3. İlgili Araştırmalar 52
2.3.1. Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme İle İlgili Yapılan Araştırmalar 52
2.3.2. Mühendislik Eğitiminde Matematiksel Modelleme İle İlgili Yapılan Araştırmalar 68
3.BÖLÜM 73
YÖNTEM 73
3.1. Araştırmanın Deseni 73
3.2. Çalışma Grubu 74
3.3. Araştırmanın Süreçleri 76
3.3.1. Araştırmanın Uygulama Süreci 76
3.3.1.1. Ölçeklerin Uygulama Süreci. 77
3.3.1.2. Modelleme Problemlerinin Uygulama Süreci 77
3.3.1.3. Mülakatların Uygulama Süreci 78
3.4. Verilerin Toplanması ve Analizi 79
3.4.1. Veri Toplama Araçları 79
3.4.1.1. Modeller ve Modelleme Ölçeği 80
3.4.1.2. Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği 80
3.4.1.3. Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği 81
3.4.1.4. Giriş ve Asıl Modelleme Problemleri 81
3.4.1.5. Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formu 81
3.4.2. Verilerin Analizi 82
3.4.2.1. Ölçek Verilerinin Analizi 82
3.4.2.1.1. Modeller ve Modelleme Ölçeği Verilerinin Analizi 82
3.4.2.1.2. Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği Verilerinin Analizi 85
3.4.2.1.3. Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Verilerinin Analizi 87
3.4.2.2. Görüşme Verilerinin Analizi 90
3.4.2.3. Modelleme Problemlerinin Analizi 91
3.4.2.4. Pilot Uygulama 93
3.4.2.5. Araştırmacı Rolü (Müdahale) 93
4. BÖLÜM 95
BULGULAR 95

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 95
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 101
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 107
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular 111
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 120
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular 127
4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 133
4.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 140
4.8.1. Grupların Giriş Modelleme Problemlerine Verdikleri Cevaplar 140
4.8.2. Grupların Asıl Modelleme Problemlerine Verdikleri Cevaplar 144
4.8.2.1. Test Maliyeti Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi 144
4.8.2.2. Dosya Kağıdı Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi 149
4.8.2.3. Nasıl Depolayalım Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi 153
4.8.2.4. Obezite Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi 158
4.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular 164
5. BÖLÜM 202
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERILER 202
5.1. Sonuç ve Tartışma 202
5.1.1. Modeller ve Modelleme, Matematiksel Modelleme Özyeterliği ve Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması 202
5.1.1.1. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modelleme ile İlgili Anlayışların Tartışılması. 202
5.1.1.2. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Düzeyleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması 206
5.1.1.3. Mühendis Adaylarının Üstblişsel Farkındalık Düzeyleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması 209
5.1.1.4. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modelleme Anlayışları, Matematiksel Modelleme Özyeterlik Düzeyleri ve Üstbilişsel Farkındalık Arasındaki İlişki ile İlgili Sonuçların Tartışılması. 213
5.1.2 Modelleme Problemlerinin Sonuçlarının Tartışılması 215

5.1.3. Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçların Tartışılması 218
5.1.4. Genel Değerlendirme 227
5.2. Öneriler… 228
KAYNAKÇA 230
EKLER… 264
EK-1. Etik Kurul Onayı 264
EK-2. Araştırma İzni 265
EK-3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu 266
EK-4. Kişisel Bilgi Formu 267
EK-5. Modeller ve Modelleme Ölçeği 268
EK-6. Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği 269
EK-7. Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği 270
EK-8 Giriş Problemi 1(Yılan Halkalarını Sayısı) 271
EK-9 Giriş Problemi 2(Araç Kiralama) 271
EK-10 Giriş Problemi 3(Paraşütlü Gemiler) 272
EK-11 Asıl Problem 1(Dosya Kağıdı) 272
EK-12 Asıl Problem 2 (Test Maliyeti) 273
EK-13 Asıl Problem 3 (Obezite) 274
EK-14 Asıl Problem 4 (Nasıl Depolayalım) 275
EK-15 Ön Görüşme Soruları 276
EK-16 Son Görüşme Soruları 277
EK-17 Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği 278
EK-18 Grupların Giriş Problemlerine Verdikleri Yanıtlar 278
EK-19 Grupların Asıl Problemlere Verdikleri Yanıtlar 278
EK-20 Tez Çoğaltma ve Elektronik Yayimlama İzin Formu 278
ÖZ GEÇMİŞ… 279

Tablolar Listesi

Tablo *Sayfa*

1. Modelleme Sürecindeki Bilişsel Aktiviteler 21
2. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri 24
3. Modelleme Yeterlikleri 25
4. Matematiksel modelleme yeterliğinin iki boyutlu değerlendirilmesine yönelik matris örneği 29
5. Matematiksel Modelleme Yaklaşımlarının Sınıflandırılması 31
6. Araştırma Katılan Mühendis Adaylarının Demografik Özellikleri 75
7. Modelleme Uygulamarına Katılan Grup İsimleri ve Katılımcı Sayıları 75
8. Çalışmanın Uygulama Takvimi 77
9. Veri Toplama Araçları 79
10. MMÖ Ön-test ve Son-Test Normallik Testi Sonuçları 83
11. MMA İlişkin Araştırma Geçerlik ve Güvenilirlik Değerleri 83
12. MMÖ Fornell-Larcker Kriter ve Gizil Değişken Korelasyon Değerleri 85
13. MMÖÖ Ön-test ve Son-Test Normallik Testi Sonuçları 85
14. MMÖÖ İlişkin Araştırma Geçerlik ve Güvenilirlik Değerleri 86
15. MMÖÖ Fornell-Larcker Kriter ve Gizil Değişken Korelasyon Değerleri 87
16. ÜFÖ Ön-test ve Son-Test Normallik Testi Sonuçları 87
17. ÜFÖ İlişkin Araştırma Geçerlik ve Güvenilirlik Değerleri 88
18. ÜFÖ Fornell-Larcker Kriter ve Gizil Değişken Korelasyon Değerleri 88
19. Kodlayıcılar Arasındaki Korelasyon Sonuçları 92
20. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Çoklu Temsiller Olarak Modeller Boyutu Analiz Sonuçları 95
21. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Tam Kopya Olarak Modeller Boyutu Analiz Sonuçları 96
22. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Modeller ve Modelleme Ölçeği Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller Boyutu Analiz Sonuçları 97
23. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Bilimsel Modellerin Kullanımı Boyutu Analiz Sonuçları 98
24. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Modellerin Yapısının Değişimi Boyutu Analiz Sonuçları 98
25. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Model Örnekleri Boyutu Analiz Sonuçları 99
26. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşlerinin Ön Test-Son Test Sonuçlarına İlişkin Eşleştirilmiş t-testi Analizi 100
27. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Gerçek Problemi Anlama ve Gerçekliğe Dayalı Bir Model Oluşturabilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları 101
28. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Matematiksel Sonuçları Gerçek Bir Durumda Yorumlama Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları 102
29. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Modelde Matematiksel Soruları Çözebilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları 103
30. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Gerçek Modelden Matematiksel Model Oluşturabilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları 104
31. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Çözümü Doğrulayabilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları 105
32. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik İnançlarının Ön test-Son test Sonuçlarına İlişkin Eşleştirilmiş T-testi Analizi 106
33. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Kişisel Farkındalık Boyutu Analiz Sonuçları 107
34. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Organizasyonel Farkındalık Boyutu Analiz Sonuçları 108
35. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Yargısal Farkındalık Boyutu Analiz Sonuçları 109
36. Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri Ön test-Son test Sonuçlarına İlişkin Eşleştirilmiş T-testi Analizi 110
37. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi 111

38. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Anlayışların Son Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi 112
39. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 113
40. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Son Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 114
41. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 115
42. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Son Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 116
43. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi..... 118
44. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Son Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi..... 119
45. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi 120
46. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi 121
47. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 121
48. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 122
49. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi..... 123
50. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 124
51. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi 125
52. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi 126
53. Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi 127
54. Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi 128
55. Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 129
56. Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 130
57. Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 130
58. Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi 131
59. Mühendis Adaylarının Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi 132
60. Mühendis Adaylarının Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi 133
61. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları..... 133
62. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları..... 134
63. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları..... 136
64. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları..... 136
65. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları..... 137
66. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları..... 138
67. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Modeller ve Modelleme, Matematiksel Modelleme Özyeterlik ve Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri Arasındaki Korelasyon Sonuçları 139

68. Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Modeller ve Modelleme, Matematiksel Modelleme Özyeterlik ve Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri Arasındaki Korelasyon Sonuçları 139
69. Mühendis Adaylarının Test Maliyeti Problemiyle İlgili Mateamtiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları 148
70. Mühendis Adaylarının Test Maliyeti Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı 149
71. Mühendis Adaylarının Dosya Kağıdı Problemiyle İlgili Mateamtiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları 152
72. Mühendis Adaylarının Dosya Kağıdı Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı 153
73. Mühendis Adaylarının Nasıl Depolayalım Problemiyle İlgili Mateamtiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları 157
74. Mühendis Adaylarının Nasıl Depolayalım Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı 158
75. Mühendis Adaylarının Obezite Problemiyle İlgili Matematiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları 161
76. Mühendis Adaylarının Obezite Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı 162
77. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Toplam Puanlarının Problem Bazında Değerlendirilmesi 163
78. Mühendis Adaylarının Toplam Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Alt Boyut Bazında Dağılımı .. 164
79. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde "Model" Kavramına İlişkin Görüşleri..... 165
80. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde "Model Örneklerine" İlişkin Görüşleri 167
81. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde "Model Kullanılma Sebebleri" İlişkin Görüşleri 170
82. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Model Oluşturmaya İlişkin Görüşleri 172
83. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Model Oluşturulurken Matematiğin Kullanımına İlişkin Görüşleri 174
84. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modele İlişkin Görüşleri 176
85. Mühendis Adaylarının Yapılan Matematiksel Model Örneklerine İlişkin Görüşleri..... 179
86. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modellemeye İlişkin Görüşleri..... 180
87. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modelleme İçin Gereken Yeterliklere İlişkin Görüşleri 183
88. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Mühendislik Eğitimi Sürecinde Matematiksel Modelleme Eğitimine İlişkin Görüşleri 185
89. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modelleme Eğitimin Gerekliliğine İlişkin Görüşleri 187
90. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modelleme Eğitimin Nasıl Olması Gerektiğine İlişkin Görüşleri 189
91. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Alınan Eğitimin Matematiksel Modelleme ile İlgili Bilgi ve Becerilere Katkısına İlişkin Görüşleri..... 191
92. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modellemeye Faydaları Olan Derslere İlişkin Görüşleri 193
93. Mühendis Adaylarının Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modelleme Uygulamalarının Mesleki Katkısına İlişkin Görüşleri..... 194
94. Mühendis Adaylarının Yapılan Son Görüşmedeki Uygulamalardaki Modelleme Problemlerini Çözerken Karşılaşılan Zorluklara İlişkin Görüşleri 197
95. Mühendis Adaylarıyla Yapılan Son Görüşmedeki Onuncu Soruya İlişkin Görüşleri 199

Şekiller Listesi

Şekil *Sayfa* No

1. Modellerin Genel Tasnifi 7
2. Matematiksel Modellerin Genel Tasnifi 8
3. Modelleme Sürecinin Yapısı 14
4. Modellemedeki Temel Basamaklar 15
5. Modelleme Döngüsü 15
6. Modelleme Süreci 16
7. Matematiksel Modelleme Döngüsü 16
8. Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Etkenler 17
9. Matematiksel Modelleme Sürecinin Akış Diyagramı 18
10. Modelleme Döngüsü 18
11. Modelleme Süreci 18
12. Modelleme Süreci 19
13. Modelleme Süreci 20
14. Matematiksel Modelleme Süreci 20
15. Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı 22
16. Mühendislerin Sahip Olması Gereken Özellikler 42
17. Mühendislik Eğitiminde "Matematik Yapmanın" Özellikleri ve Ilgili Unsurlar 46
18. Mühendis Özelliklerinin Modelleme ve Matematik ile Bağlantısı 48
19. Araştırmanın Nicel-Nitel-Uygulama Süreçleri 76
20. Grup Ninya Turtles'ın Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı 140
21. Grup La Casa de KOÜ'nün Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı 141
22. Grup Ravanstorph Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı 141
23. Grup La Casa de KOÜ'nün Araç Kiralama Sorusuna Cevabı 141
24. Grup Teletabiler'in Araç Kiralama Sorusuna Cevabı 142
25. Grup Ravenstorph'un Araç Kiralama Sorusuna Cevabı 142
26. Grup Ninya Turtles'ın Araç Kiralama Sorusuna Cevabı 143
27. Grup Engineeringg'in Araç Kiralama Sorusuna Cevabı 142
28. Grup La Casa de KOÜ'nün Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı 143
29. Grup Teletabiler'in Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı 143
30. Grup Başka Memnu'nun Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı 144
31. Grup Selena'nın Test Maliyeti Sorusuna Cevabı 145
32. Grup Westcoast'ın Test Maliyeti Sorusuna Cevabı 145
33. Grup Teletabiler'in Test Maliyeti Sorusuna Cevabı 146
34. Grup Sefiller'in Test Maliyeti Sorusuna Cevabı 147
35. Grup La Casa de KOÜ'nün Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı 150
36. Grup Teletabiler'in Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı 150
37. Grup Engineeringg Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı 150
38. Grup Başka Memnu'nun Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı 151
39. Grup Lord Of The Rings'in Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı 151
40. Grup Sefiller Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı 154
41. Grup Westcoast Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı 154
42. Grup La Casa de KOÜ Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı 155
43. Grup Teletabiler Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı 155
44. Grup Scorpion Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı 156
45. Grup Engineeringg Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı 156
46. Grup Ravansproh Obezite Sorusuna Cevabı 158
47. Grup Engineeringg Obezite Sorusuna Cevabı 159
48. Grup La Casa de KOÜ Obezite Sorusuna Cevabı 159
49. Grup Selena Obezite Sorusuna Cevabı 160
50. Grup Lord Of The Rings Obezite Sorusuna Cevabı 160

Kısaltmalar Listesi

AAM : Açıklayıcı Araçlar Model

ABET: The Accreditation Board for Engineering and Technology

BMK: Bilimsel Olarak Modellerin Kullanımı

ÇTM : Çoklu Temsiller Olarak Model

MYD: Model Yapısının Değişimi

MÖ: Modelleme Örnekleri

MMÖÖ: Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği

MMÖ: Modeller ve Modelleme Ölçeği

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

IM²C: International Mathematical Modeling Challenge

OECD: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

STEM: Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik

TKM: Tam Bir Kopya Olarak Modeller

ÜFÖ: Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği

1. BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Modelleme matematiğin yaşama yansımasının en karakteristik ifadesi olup doğal olayların davranışlarının matematiksel sembollerle ifadesi anlamına gelmektedir. Yol=hız x zaman hareketin, F=$\frac{m1.m2}{R^2}$ iki cismin birbirine uyguladığı çekim kuvvetinin matematiksel modelidir. Modelin elde edilmesinden sonra olaya yön vermek, ondan yararlanabilir sonuçlar elde etmek veya zararlarından mümkün olabilmektedir. Bu durumun en görünür sonucu, matematiği bildiğimiz (matematiksel olarak modelleyebildiğimiz) için uzaya gidebiliyor olmamızın yanı sıra henüz matematiği yeterince bilmediğimiz için depremlerden zarar görmemiz gösterilebilir. Modellemenin matematik içindeki ağırlığı güncel tanımına da yansımıştır (Altun, 2020a).

Matematik, günümüzde bir takım soyut kavramların ve becerilerin koleksiyonu olarak ifade edilen eski anlayış yerine "realitenin modellemesini temel alan, problem çözme ve anlamlandırma sonucunda oluşan bilgi ve süreç içinde gelişen beceriler" (De Corte, 2004) olarak ifade edilmektedir. Burada ne söylendiğini anlamak için realite sözcüğünden ne kastedildiği hususunda hem fikir olmak gerekir. Realite, yaşanan hayat demektir. İçinde fiziksel hayat, sosyal ilişkiler, düşünce dünyası vs. vardır. Bu tanımın matematik okuryazarlığı ile ilgisi, bilgi ağırlıklı geleneksel programlara bir karşı çıkış içermesi ve becerilerin öğretimdeki yeri ve önemine vurgu yapmasıdır. Bilgi ile beceri ile birleştiği anda ancak yaşama yansımış olur (Altun, 2020a).

Modelleme kavramı matematiğin temel amaçlarına da yansımıştır. Farklı seviyeler için detayda değişiklikler barındırsada, matematik programının tüm seviyelerde dört temel amacı vardır. Bu amaçlar "problem çözme becerisi kazandırma, matematiksel düşünmeyi artırma, matematiği iletişimde kullanma becerisi kazandırma ve matematiği değerli bulma duygusunu artırma" dir (National Council of Teachers of Mathematics , 1989). Bu amaçların tanımla büyük ölçüde örtüşmekte olduğu açıktır. Bu amaçların ilk üçü bilginin kullanıma aktarılması amacını güderken, dördüncüsü de yaşamsallık üzerine bir yaklaşım içermektedir (Altun, 2020a). Matematiksel okuryazarlığın ve içerdiği problem çözme sürecinin temel unsurları arasında modelleme becerileri yer almaktadır (Stacey, 2015).

Matematiksel modelleme ve problem çözme, matematik için çok önemli iki kavramdır. Bunun sebebi matematiğin, günlük yaşamla alakalı formül, kural, örüntü bulma ve

bunları matematiksel ifadelerle yazıya dökmek suretiyle insanlığın hizmetine sunmasıdır (Altun, 2020a). Bazı araştırmalar matematiksel modelleme etkinliklerinin, matematik okuryazarlık performansı yüksek bireyler yetiştirmedeki olumlu etkisi olduğunu ileri sürmektedir (Asempapa, 2015; Bakırcı, 2016; English, 2006; Mousoulides vd., 2008; Oswalt, 2012).

Günümüzde, mühendislikten sağlığa kadar hemen hemen yaşamın her yerinde değerli gelişmeler, insanlar tarafından meydana getirilen veya doğada var olan bazı kompleks sistemlerin modellenmesi yoluyla oluşmaktadır. Eğitimde son yıllarda önem verilen alanlarından biri modelleme özellikle matematiksel modellemedir. Eğitim sistemindeki bazı kavramları anlama ile kavramlar hakkında faydalı çıkarımlar oluşturmak ve çeşitli yeni gelişmelerde karar vermeye yardımcı olmak için matematiksel modelleme kullanılır. Hükümetler, vergi sisteminde bir değişiklik gibi yeni girişimlerin sonuçlarını tahmin etmek için matematiksel modelleme konusunda uzman görüşü almaktadırlar. Uygulamalarda mühendisler, köprüler ve çok katlı binalar v.s inşa etmek için matematiksel modellerden yararlanmaktadırlar. Diğer birçok alanda örneğin sosyal ve biyolojik araştırma, istatistik kullanmak suretiyle büyük ölçüde modellemeye dayandırılmaktadır.

Son yıllarda özellikle teknolojiyi etkilemesinde dolayı modelleme sürecinde disiplinlerarası çalışmalar artmaktadır (Banks ve Barlex, 2014; Heilio, 2011; Michelsen, 2006). Farklı disiplinleri bir araya getirerek ve birlikte çalışmaya olanak sağlayan bir eğitim yaklaşımı olan STEM eğitimde; fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları bütünleşik bir şekilde verilir. Bu yaklaşım fen bilimleri ve matematik bilgisi deneyim ile birlikte mühendislik disiplini, mühendislik ise teknolojiyi tamamlamaktadır (Yıldırım ve Türk, 2018).

Matematiğin mühendislik eğitimindeki yeri ve önemi kabul edilse de öğrencilerine matematiğin ne şekilde ve ne kadar öğretilmesi gerektiği uzun yıllardır tartışma konusu olmuştur. Son yıllarda yapılan araştırmalar mühendislik fakültesi öğrencilerini nüniversiteye başladıklarında yeterli matematik bilgisine sahip olmadıklarını göstermiştir (Broadbridge ve Henderson, 2008; Engineering Council, 2000; Kent ve Noss, 2003). Matematik bilgisinin eksikliği ortaya ürün çıkması konusunda sıkıntı yaratmaktadır. Bir ürünün ortaya çıkmasında ise mühendislik eğitimi ile birlikte matematiksel bilgi ve bu bilgiye dayalı matematiksel modelleme yer almalıdır.

Matematiğin, ekonomi, mühendislik ve daha farklı alanlardaki günlük hayat uygulamaları düşünüldüğünde mühendisler için matematiksel modelleme yapabilme

becerilerinin, bilgiyi farklı boyutlarıyla mesleki olarak alanlarına entegre etmeyi ve matematiği kullanabilmeleri açısından ne derecede değerli olduğu anlaşılmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmada, teknoloji fakültesinde öğrenim gören mühendis adaylarının matematiksel modelleme becerilerini, matematiksel modelleme yöntemi hakkındaki duygu ve düşüncelerini ve bu becerilerin mühendislik eğitimine etkisi hakkında görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada öncelikli olarak biyomedikal mühendisliği adaylarının modeller, modellemeye yönelik görüşlerin, matematiksel modelleme öz yeterlikleri ve üst bilişsel farkındalık düzeylerinin tespit edilmesi, uygulamaların öncesinde ve sonrasında görüşlerin ve düzeylerin farklılaşıp farklılaşmadığının belirlenmesi hedeflenmektedir.

1.3. Araştırmanın Önemi

İnsanın doğaya hakimiyeti olayların içindeki yapıyı görmesi ve bunun matematiksel bir dile aktarılması sayesinde olmaktadır. Doğal olaylara yön verme, hatta onları yönetme içerdikleri matematiği bilme ve modelleme yani yapıyı matematiksel dille ifade etme sayesinde olmaktadır. Bu durum okul matematiği ile yaşam arasında bir birlikteliğin olması gerektiğini düşündürmektedir. Matematiksel modelleme için değişik kaynaklarda kısmi farklılıklar gösteren tanımlar veriliyor olsa da hemen hepsinde “yapının farkedilmesi ve matematiksel dile aktarılması”na vurgu yapılmaktadır. Modelleme gerçek hayatta karşılaşılan olayların matematikle gösterilmesidir (Doruk, 2010). Yapının matematiksel dile aktarılması modelleme, formüle etme, matematikleştirme gibi deyimlerle ifade edilmektedir. Teması bilginin yaşamda kullanılma kapasitesini ölçmek olan PİSA uygulamalarında matematik okuryazarlığın bir bileşeni olarak matematiksel modelleme OECD yayınlarında” bireylerin matematik bilgi ve becerilerinden faydanabilecekleri olayları fark edip ve tanıdıktan sonra matematiksel yapıyı kullanabilmeleri” olarak tanımlanmaktadır. Matematiksel modellemenin farklı disiplinlerle bağı dikkate alındığında bu tür uygulamaların disiplinler arası faaliyetlerde faydalı unsurlar içermesi ve diğer disiplinlerde geliştirilen problem durumlarının matematiğin diğer alanlar arasında bağ kurarak disiplinler arası faaliyetlere yarar sağlaması bu tür araştırmaların önemini vurgulamaktadır (Ang, 2010).

Mühendislik alanları matematik bilginin beceri ile bütünleştirilmesinin en seçkin en yoğun gözlemlendiği alanlardır. Başka bir söyleyişle, mühendislik matematiksel modellemenin işe koşulduğu ve insanlığın hizmetine sunulduğu bir alandır. Bir düşünce sistematiği olan mühendislik aynı zamanda matematiksel düşünme becerisi gerektirmektedir.

Mühendislik, bilim, akıl ve tecrübe yoluyla elde edilen tüm bilgilerle somut sentezlere ulaşarak insan ve insanlık için faydalı oluşumları ortaya çıkarma gücü ve gayretidir. Mühendislik; bilim, ekonomi, zaman ve fiziki kaynakları en iyi şekilde kullanmak ve optimum çözümü aramaktır (Püsküllüoğlu, 1997).

Martinez-Luaces (2005) modelleme yardımıyla birçok problemin çözülebildiğini ve bu sonuçların gerçek hayata önemli faydaları olduğunu bu bağlamda mühendislik eğitiminde modelleme eğitimin diğer alanlardakinden daha önemli olduğu anlaşılmaktadır.

Mühendislik eğitiminde matematiksel modellemeyi öğrenme ve geliştirme sürecinin tanımak mühendis yetiştirmede önemli ipuçları verebilir. Çalışmanın hem mühendis eğitiminde hem de ilköğretim ve lise yıllarında teknoloji eğitimde yararlanabilecek sonuçlar üretmesi beklenmektedir.

Matematik eğitiminde farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin modelleme beceri ve yeterliklerini belirlenmesine yönelik bazı çalışmalar (Bukova ve Güzel, 2016; Çakmak Gürel ve Işık, 2018; Çiltaş ve Işık, 2013; Didiş Kabar ve Tutkun, 2018; İnan ve Didiş Kabar, 2018; Korkmaz, 2010; Şahin ve Eraslan, 2017; Şen-Zeytun, 2013) yapılmıştır. Aztekin ve Taşpınar-Şener (2015) çalışmalarında matematiksel modellemeyi konu alan çalışmaların büyük bir kısmının matematik öğretmen adayları ile gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Alan araştırmaları incelendiğinde mühendis ve adayları içerisinde yürütülen mühendislik eğitimi ve bu alanda matematiksel modelleme çalışmalarına rastlanmamıştır. Bu nedenle çalışmanın konusu matematiksel modelleme seçilmiştir ve konu alanı olarak mühendislik eğitiminde matematiksel modelleme ele alınmıştır.

1.4. Problem Cümlesi

Bu araştırmanın problemi; matematik eğitiminde önemli bir yer tutan modelleme ilgili olarak mühendis adaylarının görüşlerinin neler olduğu, matematiksel modelleme özyeterlik, üstbilişsel farkındalık, matematiksel modellemedeki yeterliklerinin hangi düzeyde olduğunun, kendilerine yapılan matematiksel modelleme öğretim uygulamalarının sonrasında farklılaşıp farklılaşmadığının belirlenmesidir.

1.5. Araştırma Problemleri

Yukarda ifade edilen temel problem doğrultusunda araştırmanın alt problemleri aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır. Nicel ve nitel yöntemlere uygun olarak aşağıdaki sorulara cevap bulunmaya çalışılmıştır.

1. Mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışları (bilgi düzeyleri) nasıldır ve bu anlayışlar uygulama sonrası değişmekte midir?

2. Mühendis adaylarının matematiksel modelleme öz yeterlik inanç düzeyleri nasıldır ve bu düzeyler uygulama sonrası değişmekte midir?

3. Mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalık düzeyleri nasıldır ve bu düzeyler uygulama sonrası değişmekte midir?

4. Mühendis adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili anlayışları cinsiyet, sınıf, lise türü ve daha önce modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre farklılaşmakta mıdır?

5. Mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeyleri cinsiyet, sınıf, lise türü ve modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre farklılaşmakta mıdır?

6. Mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalık düzeyleri cinsiyet, sınıf, lise türü ve modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre farklılaşmakta mıdır?

7. Mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışları, matematiksel modelleme öz yeterlikleri ve üst bilişsel farkındalık düzeyleri arasında ilişki var mıdır?

8. Modelleme uygulamalarına katılan mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri nasıldır?

9. Mühendis adaylarının model, modelleme ve matematiksel modellemeye yönelik düşünceleri nelerdir?

1.6. Araştırmanın Varsayımları

Mühendis adaylarının,

- Ölçme araçları ve yapılan etkinliklerde yanıt verirlerken gerçek duygu ve düşüncelerini belirttikleri,
- Ölçek sorularına rastgele değil bilerek cevap verdikleri,
- Görüşmelerde yer alan soruları dürüst ve samimi olarak yanıtladıkları varsayılmıştır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma kullanılan veri toplama yöntem ve teknikleri ile sınırlıdır. Araştırmada modelleme etkinlikleri, model ve modelleme ölçeği, matematiksel modelleme özyeterlik ölçeği ve üstbilişsel farkındalık ölçeği kullanılmıştır. Bu sebeple mühendis adaylarının süreçte incelenen modelleme becerileri modelleme veri toplama araçlarının ölçmeye çalıştığı kısmıyla sınırlı incelenmiştir. Uygulamada gerçekleştirilen etkinlikler de 4 tane giriş matematiksel modelleme sorusu ve asıl matematiksel modelleme sorusu ile sınırlandırılmıştır. Modelleme problemleri için yapılan değerlendirmeler değerlendirmecilerin verdikleri puanlarla sınırlı olup ek bir puanlama yapılmamıştır.

Çalışmanın katılımcıları 2020-2021 Eğitim-Öğretim 1. Dönem Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal mühendisliği bölümüne devam eden 74 tane 1. sınıf, 48 tane 2. sınıf, 42 tane 3. sınıf, 46 tane 4. sınıf ve üstü öğrenci grubu ile sınırlıdır. Ayrıca süre açısından 11 hafta ve haftada 2 ders toplam 22 ders saati yapılan uygulama süresiyle sınırlıdır.

1.8. Tanımlar

Model: Karmaşık sürecin ya da karmaşık bir nesnenin nasıl oluştuğunu anlamamızı sağlayan, bu kompleks yapının basitleştirilmiş bir temsilidir (Harrison, 2001).

Modelleme: Gerçek hayatta karşılaşılan bir problemin, bir objenin veya bir durumun, zihinde düzenlenmesi ve farklı şema, modeller kullanılarak temsilinin oluşturulma sürecidir (Lesh ve Doer, 2003).

Matematiksel modelleme: Gerçek hayat problemlerinin matematiksel dile çevrildiği, sembolik bir sistem içinde çözüldüğü ve çözümlerin gerçek hayat sistemi içinde test edildiği döngüsel bir süreçtir (Haines ve Crouch, 2007).

Mühendislik: Matematik ve temel bilimler alanında eğitim ve deneyimlerden elde edilen bilgilerin kullanılması, malzemeleri yapılara, makinelere, ürünlere ve süreçlere en verimli dönüştürülmesi yönünde faaliyetlere odaklanan meslek dalıdır (E.M.O, 2004).

Özyeterlik: Bireylerin sahip oldukları bilgi, beceri ve donanımla karşı karşıya kaldıklarında ne yapıp ne yapmamalarına yönelik inançlarıdır (Bandura, 1997).

Üstbiliş: Kişinin anlayışını ve performansını planlamak, izlemek ve değerlendirmek için kullandığı süreçleri ifade eder (Flavel, 1979).

2. BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

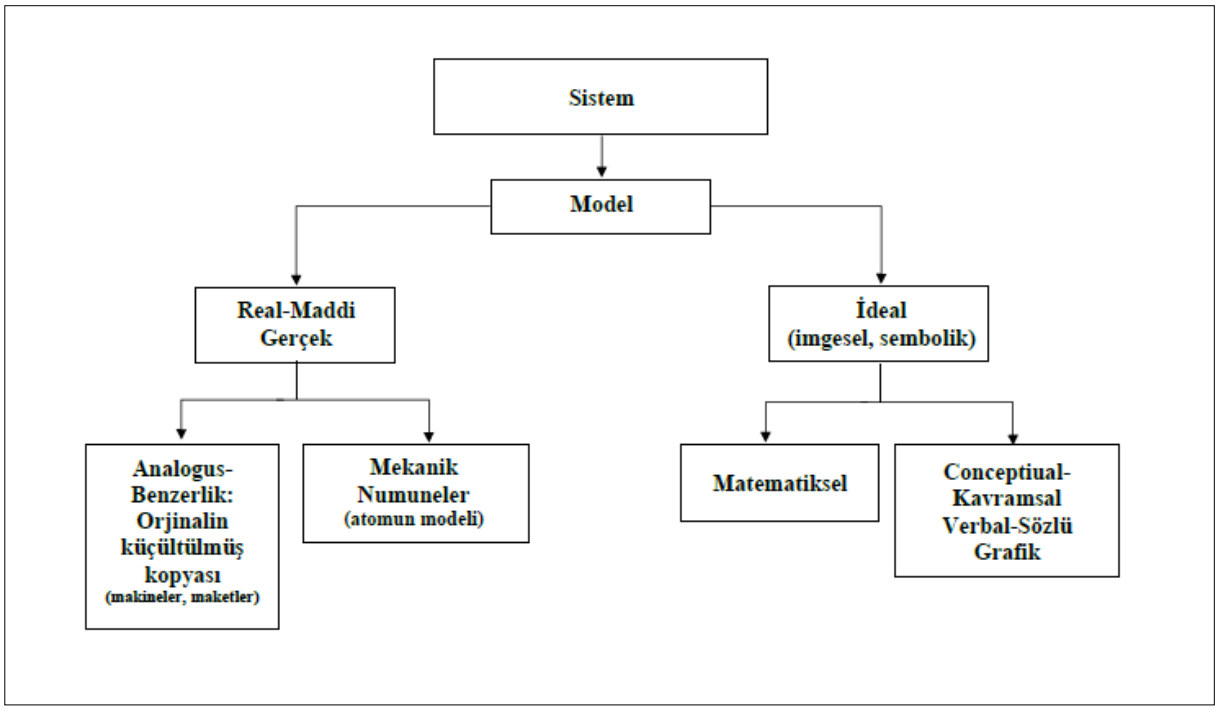
2.1. Matematiksel Modelleme

Matematiğin önemi, insan hayatındaki ve bilim dünyasındaki fiziksel olgu ve davranışların soyut matematiksel modellere indirgenebilme ve bu modeller aracılığıyla açıklanabilmesinden kaynaklanmaktadır (Stacey, 2015).

Model ve modelleme kavramları farklı alanlar için geçerli kavramlar olup, model deyince ilk olarak ev modeli, giysi modeli, güneş sistemi modeli, küre modeli, otomobil modeli gibi akla bir yapının küçültülmüş hali gelir. Modeller, modelleme sürecinin oluşmasında gerekli ve faydalı araç ve modelleme sürecinde ulaşılması hedeflenen ürünler olarak görülmelidir (Hıdıroğlu, 2012; Sriraman, 2005). Lingefjard (2000) göre, modeller belli bir gerçek hayat probleminin daha iyi incelenmesi ve ortaya çıkmasını sağlamakla birlikte bu modeller gerçekliğin basitleştirilmiş hallerini bize gösterir. Hestenes (1987), modeli "farklı bir olgunun yerine kullanılabilen obje ve reel bir şeyin olgusal gösterimi" şeklinde tanımlamıştır. Matematiksel model, bu fiziki modellerden farklı olup, öncelikle zihinsel bir kavramdır.

Şekil 1

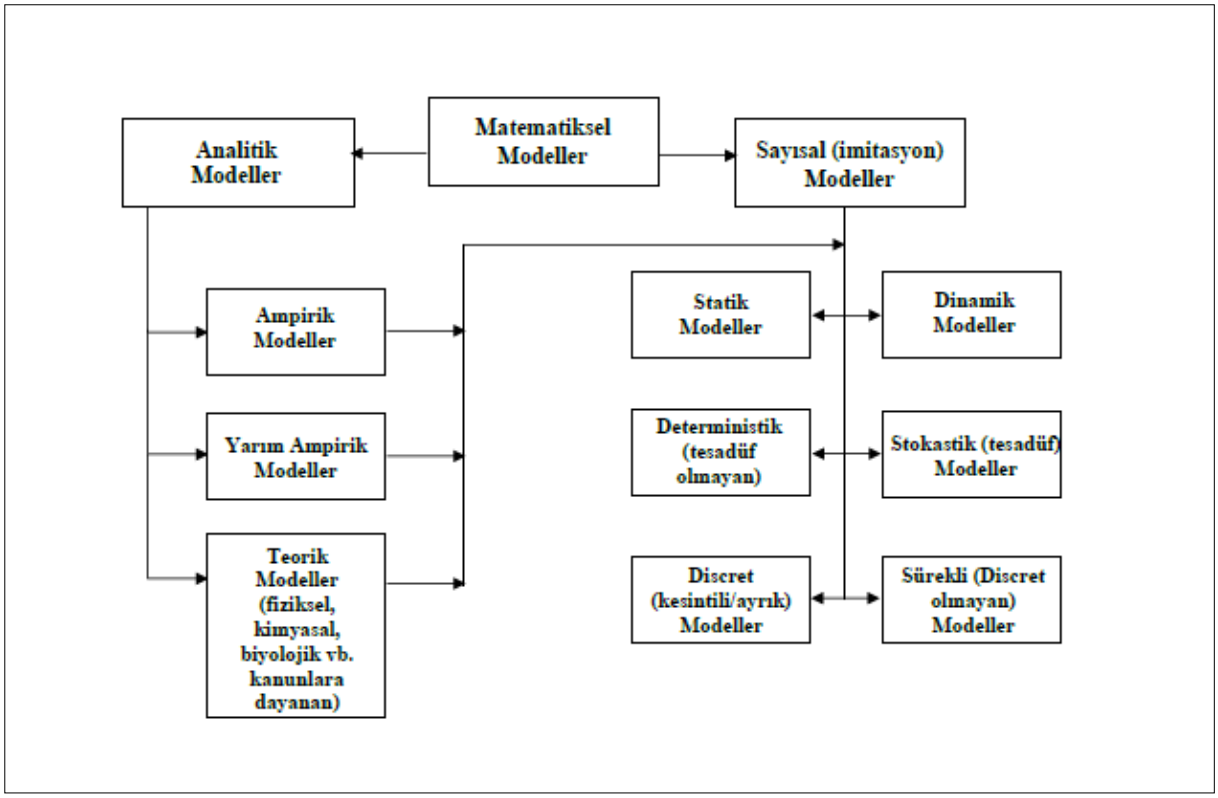
Modellerin genel tasnifi (Yılmaz, 2008)



Şekil 1'de modellerin genel tasnifine yönelik sınıflandırmalar bulunmaktadır. Matematiksel model üzerine birçok tanımlama yapılmıştır. Matematiksel bir model, herhangi bir sistemin veya bir sürecin ana özelliklerini matematik terimlerle ve simgelerle ifade eden bir eşitlik veya formül şeklinde ifade edilebilir (Yılmaz, 2008). "Matematiksel modelleme" deyimi, kaynaklarda formülleştirme, matematikleştirme kavramları ile de karşımıza çıkar. "Matematikleştirme" deyimi daha kapsamlı olmakla birlikte en temelde matematiksel modellere ulaşmayı hedefleyen bir sürecin adıdır.

Şekil 2

Matematiksel modellerin genel tasnifi (Yılmaz, 2008)



Matematiksel modelleme gerçek yaşam problemlerinin yapısını ve işleyişini matematiksel dile aktararak anlamlandırabilme anlamına gelmektedir (Gravemaijer, 2002). Matematiksel modelleme matematik öğretimi için düşünmeyi geliştirmesinin yanında matematiksel bilginin ortaya çıkmasına katkısı sebebiyle oldukça önemlidir. Spanier'a (1980) bir matematik probleminde (diferensiyel denklemler, cebir, integral v.b) bulunan her tür denklem birer matematiksel model olarak ifade edilebilir. Zambuja (1989) ve Rose (1974) matematiksel modelleme sürecinde birçok matematiksel kavramın kullanıldığını ve bu kavramlarının bilinmesinin öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde başarılı olabilmek için gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

Uluslararası Matematiksel Modelleme ve Uygulama Öğretmenleri Topluluğu başta olmak üzere bilimsel toplantılar düzenlenmesine ve çokça yayın yapılmasına ragmen matematiksel modelleme kavramı için ortak bir tanım yapılamamıştır (Aztekin ve Taşpınar Şener, 2015; Tutak ve Güder, 2014). Bu karışıklık matematiksel modelleme ile ilgili tanımlardan başlayarak modelleme sürecinin analizi, içeriğinin belirlenmesi vs. gibi değişik bakımlardan incelendiğinde görülmektedir ve bu durum kavram karışıklığına yol açmaktadır.

Verschaffel ve diğerleri (2002) tarafından matematiksel modelleme; matematiksel veya matematiksel olmayan bir olayı veya kavramı, aralarındaki ilişkileri matematiksel yollarla ifade etmek ve bu olay ve kavramlar içinde örüntüler oluşturma süreci olarak ifade edilmiştir. Lesh ve Doerer (2003) ise matematiksel modellemeyi, "olayları ve problemleri tanımlama, zihinde problem durumlarını açıklama ve yaratma, zihinde organize etme, koordine etme, sistemleştirme ve organize etme ve şemalaştırma", Haines ve Crouch (2007) ise, "gerçek yaşam durumlarının matematiksel dile çevrildiği, analiz edildiği ve ardından çözümün test edildiği süreç" olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda tanımlarda "oluşturma veya soyutlama yapma ve matematik diline aktarma ile modellenen durumla ilgili olay, olgu, durum, ilişki" gibi farklı kavramlar yer alsada tümü yaşamsal her durumun modellenebileceği düşüncesine parallel bir düşünceye sahiptir.

Gerçekçi Matematik Eğitimi (GME) literatüründe sıklıkla modelleme kavramıyla karşılaşılmaktadır. GME'de bilginin meydana gelme sürecinde iki farklı modellemeden söz edilir. GME'ye uygun öğretim düzenleme ilkeleri arasında "kendi kendine gelişen modellere yer verme", sonra bu modeller üzerinde çalışarak öğrenilecek kavram ya da genellemeyi elde etmek yani matematiksel modele ulaşmak vardır (Gravemeijer vd., 1990).

Buradaki modellerden birincisi, çalışma ortamına uygun olarak seçilmiş bir soru veya problemdir. Bu modelin matematiksel modelle hiçbir ilgisi yoktur. İkincisi, matematiksel modelleme ile sonuçlanan ve matematiksel kavramlara veya genellemelere ulaşan bir süreçtir. Soru, problem ya da durum, matematiksel kararlılık barındıran bir süreç barındırmalıdır. Bu süreç matematikleştirme şeklinde ifade edilir ve matematiksel modelleme ile tamamen uyumludur.

Matematiksel modellemenin tanımlarında "modellenmiş durum" hakkında kafa karışıklığı vardır. Tanımlarda modellenen durum için Verschaffel vd., (2002), olayı, olgu ve olaylar arasındaki ilişkiyi olarak tanımlarken, Haines ve Crouch (2007) ve Gravemeijer (2002) "gerçek hayat" tanımlamış, Lesh ve Doerer (2003) "problem durumunu" ve OECD (2003) "durum" gibi farklı terimler kullanılmaktadır.

Modelleme ile ilgili başka bir karışıklık ise modellemenin gerçek hayattaki sınırlamaları ile ilgilidir. Matematiksel modellemeyi tanıtmak için kullanılan örneklerin çoğu bilimseldir ve birkaçı sosyal olaylardır. Niss ve diğerleri (2007) t zamanında düşen bir cismin yolu (x=1/1/2gt2), Kertil (2008) telefon tarifesi, Erbaş ve diğerleri (2014) manyetik alanın üzerindeki etkisiyle ilgili logaritmik fonksiyonlar modellemeye örnek olarak vermiştir.

Berry ve Houston (1995) "a^2+ 2a – 5 = 0" denklemi için, gerçek yaşamla ilgisi olan az olan bir uygulama veya matematik sorusuna bir örnek verilebilir. Matematiksel modelleme, gerçek yaşamdaki problemlerin üstesinden gelebilme sürecidir.

Gerçek hayat ve matematiksel modelleme ilişkisinin belirlenmesinde GME'nin bilgi oluşturmada kullandığı matematikleştirmeden faydalanılabilir. GME'de bahsedilen modelleme için hayati bir durum olmaktan çok, yaşanabilir olması yeterlidir (Gravemeijer, 1990). "Geometrik Dizi"yi ifade edebilmek için bir ağaç yılanı halkalarının sayısından bahsedilmiş ve öğrencilere yılanın bir aylık olduğu zaman vücudunda kırmızı bir halkanın oluştuğu ve daha sonra bu halkaların oluştuğu anlatılmıştır. Kırmızı halkalar her ay ikiye bölünür ve ortasında sarı bir halka oluşur. Bir süre sonra oluşan kırmızı (K) ve sarı (S) halkaların sayısı sorulur. K, KSK, KSKSKSK… gibi devam eden kırmızı ve sarı halkaların sayısı n'dir. Ay sonunda 2^n-1 olarak oluşur. Kırmızı halka numaraları sabittir ve n. yılanın ayda kaç tane kırmızı halkaya sahip olacağı kesin olarak tespit edilebilir.

Verilen tanımlarda kısmi farklar olmasına rağmen, tanımların hepsi soyutlama ve sonucu sembolik dille anlatmaya vurgu yapar. Sonuç olarak "gerçek yaşam problem durumlarını soyutlayarak matematik diline aktarıldığı" süreç modelleme, ulaşılan matematiksel yapı model olarak ifade edilmektedir (Erbaş vd., 2014). Modelleme sürecinin gelişimi çocuğun gelişimi ile birlikte değişim gösterir. İlköğretim çağındaki çocuklar olayların fiziksel modellerini oluşturarak çalışırlar. Örneğin; 6 yaşında bir çocuğun "10 kişi, 3 kişi taşıyabilen araçlarda kaç seferde taşınır?" sorusu ile karşılaştığında, gazoz kapağını araç, fasulyeleri insan yerine koyarak "bir gazoz kapağına üç fasulye" koyar ve cevabın dört olduğunu bulabilir. Modelin buradaki işlevi olayı açıklamaktır.

Soyutlama için uygun yaşa gelen ortaokul ve lise öğrencileri fiziksel modelin ötesine geçerek incelenen olayın içindeki ilişkileri matematik diliyle ifade etmeye başlarlar ve bu süreçte ortaya çıkan yapı matematiksel modeldir. Burada tartışılan modeller bu tür yapılardır. Yaşamda çoğu şey, kararlı davranmaktadır ve bu kararlılık sadece matematikle ifade edilebilmektedir. Kısmi kararlı davranan olaylar, istatistikle açıklanabilir. Bu anlayış, modellemeyi matematiğin temel işlevi olarak göstermektedir. Kararlı olmayan durumlar da

oldukça çoktur, sürprizler yaratabilir, bazen kaosa bile yol açabilirler. Kararsız olaylara örnek olarak bugün kaç kişi ile karşılaşacağınız, kaç kelime konuşacağınız, kaç tehlikeli durum yaşayacağınız, kaç yaprağın dalından düşeceği belirsizdir (Altun, 2020b).

Kararlı davranmak ile olayın ve nesnenin her durumda aynı kalması kastedilmektedir. Üçgen ne şekilde olursa olsun iç açılarının toplamı 180^0dir. Kaldıraçlar ne şekilde olursa olsun "kuvvet x kuvvet kolu = yük x yük kolu" eşitliği geçerlidir. Doğadaki birçok olayın seyri 1, 1, 2, 3, 5, 8, … dizisi (Fibonacci Dizisi) ile açıklanabilir. Bir üçgenin varlığı için iki kenar toplamının, üçüncü kenardan fazla olması a+b>c gerekir. Anlaşılacağı üzere model her zaman bir formül değildir. Fark edilen yapıyı açıklayan her şey, örneğin, biri dizi, bir eşitsizlik de bir matematiksel modeldir. Varılan yapıya model, modele ulaşma sürecinde yaşananlara modelleme denir (Altun, 2020b).

Matematiksel modelleme, problem çözme ile birlikte matematiğin çok önemli iki kavramından biri olmakla birlikte hayata dair bazı matematik formülleri, kuralları, kalıpları bularak ve matematiksel ifadelerle yazıya dökerek insanlığın hizmetine sunar.

Yukarıda verilen örneklerden de anlaşılacağı üzere modeller bilimsel gerçeklerle veya sosyal olaylarla ilgilidir. Düşen bir cismin aldığı yol, yerçekimi ivmesi ve zamana bağlı olarak $y=\frac{1}{2}gt^2$, bir zar n defa atıldığında bir yüzünün beklenen gelme sayısı $s=\frac{n}{6}$, bir dik üçgende hipotenüs (a), hipotenüse ait yükseklik (h) ve hipotenüsün üzerinde ayırdığı parçalar (p, k) arasında öklit bağıntıları olarak bilinen $h^2=p.k$, $b^2=p.a$ şeklinde ifade edilmeleri doğal olaylara ilişkin matematiksel modellere örnek olarak verilebilir. Her cebirsel eşitlik bir model değildir. Model olabilmesi için bir durumun matematikleştirilmesi sonucunda elde edilmiş olması gerekir. "Bir sayının iki katının 5 fazlası 37 ediyor." cümlesi için yapılan 2x+5=37 bir modeldir.

Sosyal hayatla ilgili matematiksel modeller, sosyal hayatı düzenleme ile ilgili matematik içeren kararların bir sonucudur. Bu kararları biz almaktayız, bundan ötürü ihtiyaç üzerine zamanla değişime uğratılabilirler. Bir bilimsel doğal olaylardaki anlamda yapıdaki matematiği görmek yerine burada olaya uygun matematiği önermekteyiz. Bu öneri yine de yapıdan bağımsız değildir. Yaşanan tecrübelerden sonra duruma uygun olacağı müzakere edilen bir matematiksel yapılardır. Bilimsel olaylardaki modeller değişmezken, sosyal olaylarda ki modeller ise değişkenlik gösterebilir (Altun, 2020a).

Doğal olaylarla ilgili modeller, bilimseldir ve bulunmaları soyutlama yapmak veya problem çözme suretiyle; sosyal olaylarda ise ilgili modeller "kararlaştırmak" suretiyle oluşmaktadır. Bundan ötürü bilimsel olayların matematiksel modelleri sabit kalırken, sosyal

olaylarla ilgili modeller değişime uğratılabilmektedir. Bir model bazen hem bilimsel hem sosyal olabilir. Bir veri kümesini temsil etmek üzere y=ax+b tipinde bir doğru denklemi aramak (doğrusal regresyon) bu türden bir modeldir. Burada bulunacak denklemin doğrusal veya eğrisel olduğunu biz kararlaştırmaktayız. Geriye kalan kısmı Öklit uzaklığının minimize edilmesi ile belirlenmektedir ve bu durum bilimseldir (Altun, 2020b).

Modelleme problemlerini çözmek için matematikçiler varsayımlar yapar, matematiksel bir yaklaşım seçer, bir çözüm bulur, çözümü kullanışlılık ve doğruluk açısından değerlendirir, ardından durumu doğru bir şekilde anlayana kadar modeli gerektiği gibi yeniden çalışır ve ayarlar. Modeli ve sonuçlarını açık ve ikna edici bir şekilde iletmek, bir modelin başarısı için çözümün kendisi kadar kritik olabilir. Erken yaştaki öğrenciler bile matematiksel modelleme yapabilirler. Örneğin, her yaştaki öğrencilere kafeteryada hangi yemeği seçeceklerine nasıl karar verebileceklerini sorabilir ve ardından yiyeceklerin hangi özelliklerinin önemli olduğunu seçerek bu karar verme sürecini matematikleştirebilir ve ardından kafeteryadaki yiyecekleri bu standartlara göre derecelendirebilir. Bundan sonraki bölümde modelleme problemlerini çözerken yaşanan süreçler ve yaklaşımlara değinilecektir.

2.1.1. Matematiksel Modelleme Süreci: Matematiksel modelleme kavramı ilk olarak 1969 yılında “Matematik Uygulamalarını Nasıl Öğretebiliriz" isimli çalışmasıyla Henry Pollak tarafından ifade edilmiştir. Pollak (1979) modelleme sürecini sistematik bir yapıyla açıklayarak yapılacakları basamaklandırmıştır. Aynı zamanda Pollak, pragmatik yaklaşımı temel alarak, eğitimde gerekliliğini vurguladığı matematiksel modellemeyi gerçekçi modelleme perspektifini temel alan bir yaklaşım ile eğitime kazandırmıştır. Voskoglou (2006) matematiksel modelleme sürecini, matematik ve matematik haricindeki kısmın karşılıklı etkileşimi olarak tanımlamıştır.

Matematiksel modelleme sürecinde ilk olarak gerçek hayat problemi matematiksel olarak ifade etme vardır. Modelleme sürecinde öncelikle problemi etkileyen faktörler ortaya koyulur ve varsayımlara dayalı olarak problemin çözümüne ilişkin tatmin edici yanıtlara ulaşılmaya çalışılır. Son olarak, elde edilen matematiksel sonuçlar, orijinal olarak sorulan soruya cevap verme çabasıyla gerçek dünya durumu ekseninde değerlendirilir (Pollak, 1979; Mason, 1988).

Araştırmacılar matematiksel modelleme yapabilen kişiler yetiştirebilmek ve öğrencilerin yaşatılaması gereken süreci belirlemek için matematiksel modelleme sürecindeki aşamaları ve bu aşamalar arasındaki geçişleri tespit etmeye çalışmışlar ve yapılan çalışmalar

matematiksel modellemenin birçok aktivite barındıran karmaşık bir süreç olduğunu göstermiştir (Justi ve Gilbert, 2002).

Öğrencilerin matematiksel modelleme sürecindeki eylemleri, problemlerin etkililiğinden, öğrencilerin deneyim, bilgi ve beceri gibi bireysel farklılıklarından ve bu farklılıklara dayalı olarak çeşitli modeller oluşturulabilmelerinden etkilenir (Galbraith ve Stilmann, 2006; Galbraith vd., 2007). Modelleme süreci bireylerin çözümde kolaylıkla başa çıkabildikleri durumları, süreçte karşılaştıkları zorlukları ve bu zorlukların üstesinden gelme yollarını anlamamızda yol göstericidir (Bukova Güzel, 2016).

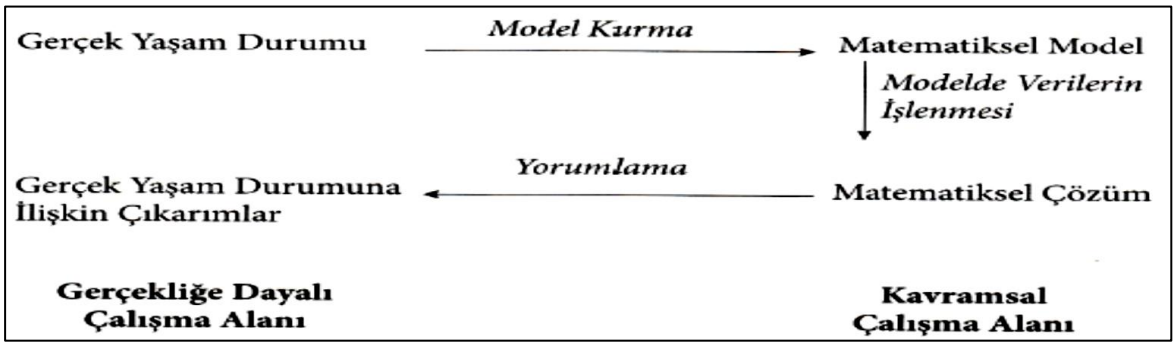
Matematiksel modelleme süreci yedi aşamalı ve döngüsel olacak biçimde: gerçek problemin belirlenmesi ve gerçekliğin tanımlanması, matematiksel modelin oluşturulması, matematiksel problemin belirlenmesi ve çözüm stratejisinin geliştirilmesi, çözüm stratejisinin uygulanması ve matematiksel problemin çözülmesi, matematiksel çözümün yorumlanması, modelin doğrulanması ve sonuçların oluşturulması, düzenlenmesi ve raporlaştırılması şeklinde tanımlamıştır. Sürecin döngüselliğine ilişkin ayrıntılı açıklamalar getirmese de sürecin yapısında basamaklar arasındaki geçişlerin sık sık yapıldığı vurgusunu ortaya koyar. Penrose' un ortaya koyduğu modelleme sürecinde matematiksel problem belirlenmeden önce matematiksel model oluşturulmaktadır. Bu yaklaşım günümüzde matematiksel modelleme sürecini açıklayan çalışmalarla çelişir. Ancak yine de Penrose' un çalışması ilk süreç çalışmalarından biri olması nedeniyle önemli bir bakış sağlar (Bukova Güzel, 2016).

Sonraki yıllarda da matematiksel modellemenin eğitimde kullanımına, etkisine ve süreçteki öğrenci zorluklarına ilişkin çok sayıda araştırma yapılmıştır. Clement (1982), Kapur (1982), Lesh ve diğerleri (1983), Wollman (1983) ve Trelinski (1983) modelleme sürecini açıklayan çok sayıda araştırma yapmışlardır.

Kapur (1982) tarafından yapıan bir çalışmada, matematiksel modelleme; uygun değişkenleri seçme, değişkenler arasındaki ilişkiyi tespit etme, bunların sonucunda matematiksel model meydana getirme, model ve model uygulamalarının test edilmesi aşamalarının bütünü şeklinde açıklamaktadır. Müller ve Witmann, 1984 yılında ilkokul öğrencileriyle gerçekleştirdikleri çalışmaları sonucunda matematiksel modelleme sürecini üç temel basamak olan (i) modelin kurulması, (ii) modelde veri işlenmesi ve (iii) yorumlanması olarak açıklamışlardır. Üç temel basamağa: gerçek hayat durumu, matematiksel model, matematiksel çözüm ve gerçek hayat durumuna yönelik çıkarımlar şeklinde dört bileşinide ilave ederek süreci daha ayrıntılı olarak açıklamışlardır. Müller ve Witmann modelleme sürecini Şekil 3’deki gibi şematize etmiştir.

Şekil 3

Modelleme Sürecinin Yapısı (Müller ve Wittmann, 1984'den aktaran Peter-Koop, 2004)



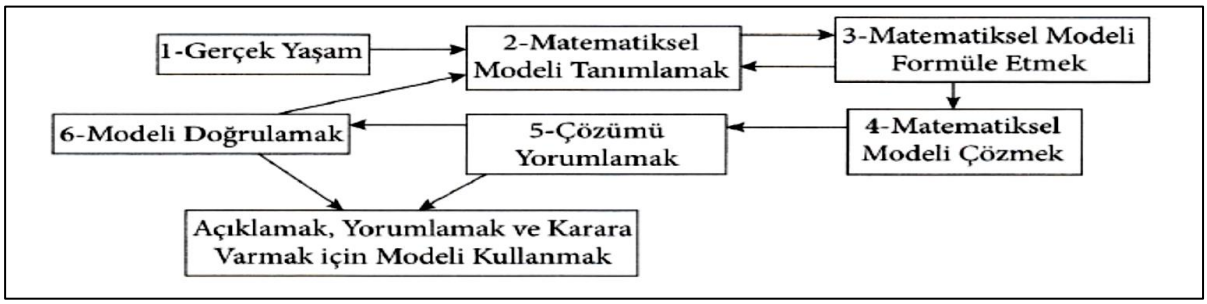
Öğrencilerin modelleme sürecinde gerçekliğe dayalı çalışma alanı ile kavramsal çalışma alanından geçtiklerini belirtmişlerdir. Bu çalışma modelleme sürecini basamaklar ve bileşenler yardımıyla sunması ve sürecin döngüselliğini vurgulaması yönüyle sonraki modelleme süreci çalışmalarına yol göstermiştir. Ancak çalışmada süreç açıklanırken doğrudan döngüsellikten ve basamaklar arasındaki etkileşimden bahsedilmemiştir.

Schoenfeld (1985) modelleme sürecini beş temel adımda tartışırken, temel bileşenlere yer vermemiş ve temel adımlar arasındaki bilişsel etkinliklere ve özelliklerine atıfta bulunmaktadır. Bu adımlar: a) problemi okuma, (b) modeli kurma, (c) tahmin etme, (d) hesaplama ve (e) rapor yazma açıklamıştır. Schoenfeld' in özellikle tahmin etmeyi de sürecin temel basamaklarından biri olarak ifade ettiği görülür. Ona göre modelleme problemleri, öğrencileri gerçek yaşamda sıklıkla karşılaştıkları ancak farkına varmadıkları durumları çözümde kullanmaya yöneltir. Böylece öğrenciler etkili tahminlerde bulunurlar.

Modelleme sürecini açıklamaya çalışan bir diğer kişi Mason'dur. Matematiksel modelleme sürecini basamaklar arasındaki doğrusal olmayan geçişleri içeren kompleks bir durumolarak açıklayan Mason (1988) da, Müller ve Witmann (1984) gibi modelleme sürecini açıklarken bir tarafta gerçek hayat ile ilgili, diğer tarafta ise matematiksel dünya ile ilgili olayları barındırdığını ve sürecin bu iki durumun kesişimi olarak açıklanabileceğini ifade etmiştir. Farklı olarak basamaklar arası okları kullanarak basamaklarda doğrusal geçişlerin olmayabileceğini ve aralarında sürekli geçişlerin var olabileceğini göstermiş ve sürecin döngüselliğini vurgulamıştır. Örneğin modelin gerçeğe yakın olduğu halde, matematiksel sonucun gerçek hayat için uygun olmadığı olaylara rastlanabilir. Bu süreçte birey doğrulama yaparak farklı bir matematiksel model ifade etmek için ikinci basamağa geçebilir (Bukova Güzel, 2016).

Şekil 4

Modellemedeki Temel Basamaklar (Mason, 1988)



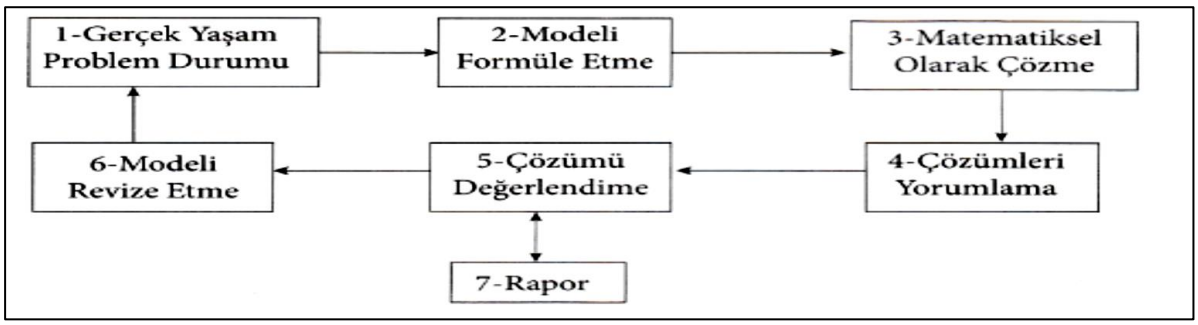
Matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel etkinlikleri daha ayrıntılı açıklayan (Biccard ve Wessels, 2011; Schoenfeld ,1985) yaklaşımların yanı sıra bilişsel aktiviteler ve bunların arasındaki etkileşimleri açıklayan yaklaşımlar da olmuştur (Berry ve Houston, 1995; Berry ve Davies, 1996; Borromeo Ferri, 2006; Cheng, 2010; Galbraith ve Stillman, 2006; Hıdıroğlu, 2012; Mason, 1988; Müller ve Witmann, 1984).

Berry ve Houston (1995) matematiksel modellemeyi; bir gerçek hayattaki bir problemin matematik problemine dönüştürüldüğü, uygun varsayımlar ile modellerin ortaya çıkarıldığı, modellerin çözülmesiyle elde edilen sonuçların yorumlandığı ve gerektiğinde çözüme geri dönüldüğü süreç olarak tanımlamaktadır. Söz konusu matematiksel modelleme sürecinin basamakları "problemin anlaşılması, değişkenlerin seçilmesi, matematiksel modelin kurulması, matematiksel problemin çözümü, çözümün yorumlanması, modelin doğrulanmas, modelin başka durum için geliştirilmesi ve raporun hazırlanması" şeklindedir. Diğer süreçlerden farklı olarak modelin başka problemler için geliştirilmesi temel basamaklardan biri olarak göze çarpar.

Berry ve Davies (1996) matematiksel modelleme sürecini yedi faktörde açıklamışlardır. Bu faktörlerden gerçek yaşam problemi durumu ve rapor bileşenler iken, diğerleri modelleme sürecinin basamaklarını gösterir.

Şekil 5

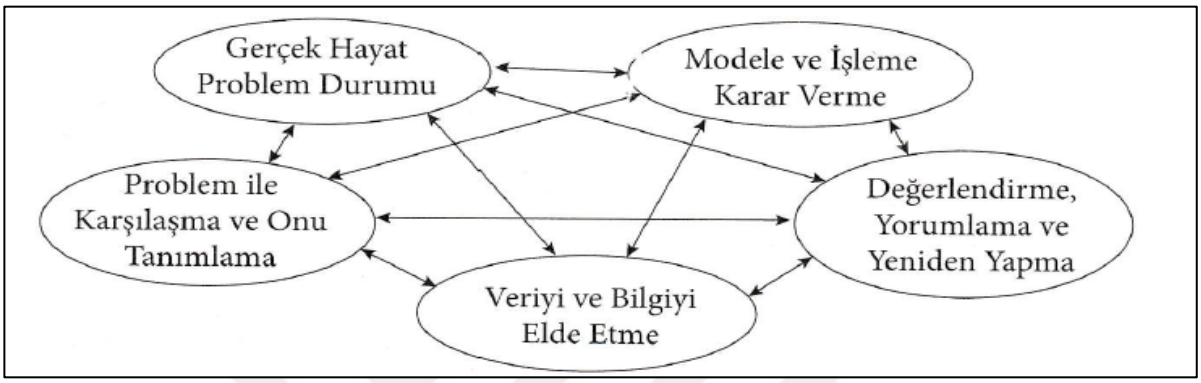
Modelleme Döngüsü (Berry ve Davies, 1996)



Doerr (1997) matematiksel modelleme sürecindeki basamakların belirli bir sırayı takip etmesinin gerekmediğini ancak bu basamakların etkileşim içinde olduğunu belirmiştir. Farklı çalışmalarda bu vurguya rastlanmasına rağmen Doerr süreç modelinde diğerlerinden farklı olarak döngüselliğe dikkat çeker. Süreci belli bir sıraya göre ele almayıp her birinden diğerine geçişlerin olacağını açıklar.

Şekil 6

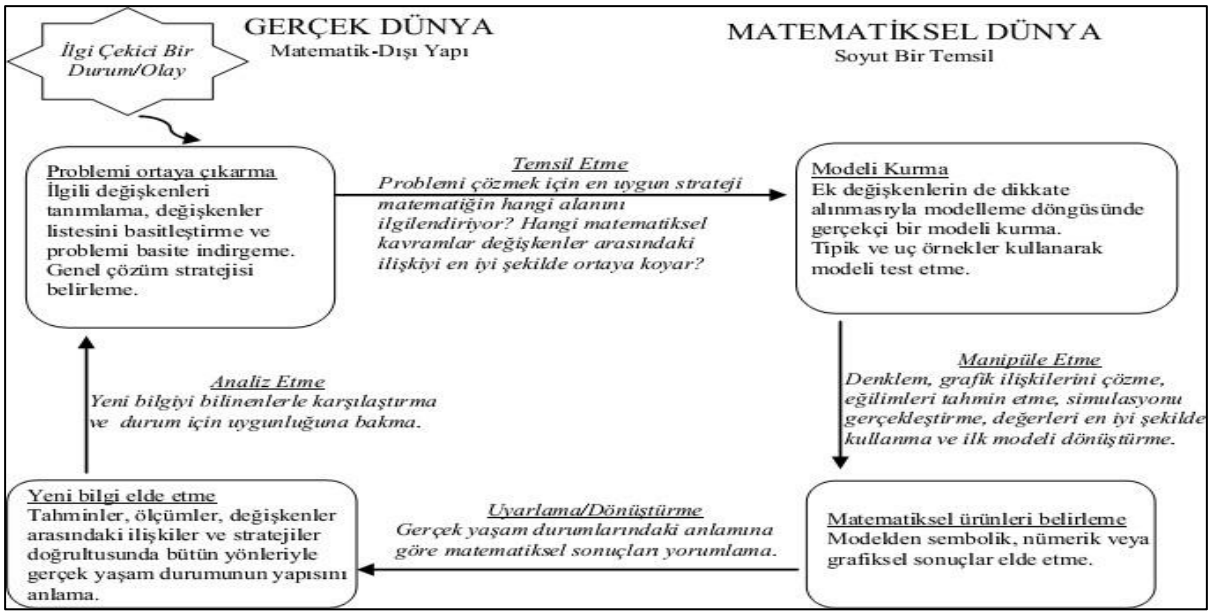
Modelleme Süreci (Doerr, 1997)



Abrams (2001) matematiksel modelleme döngüsünü ayrıntılı olarak ele alır. Süreci ayrıntılı olarak sekiz temel basamak ile açıklar ve doğrulama basamağını analiz etme basamağı olarak ifade eder. Süreç modeline göre temsil etme temel basamağı gerçek dünyadan matematiksel dünyaya geçişi; uyarlama ve dönüştürme basamağı ise matematiksel dünyadan gerçek dünyaya geçişi gerektirir.

Şekil 7

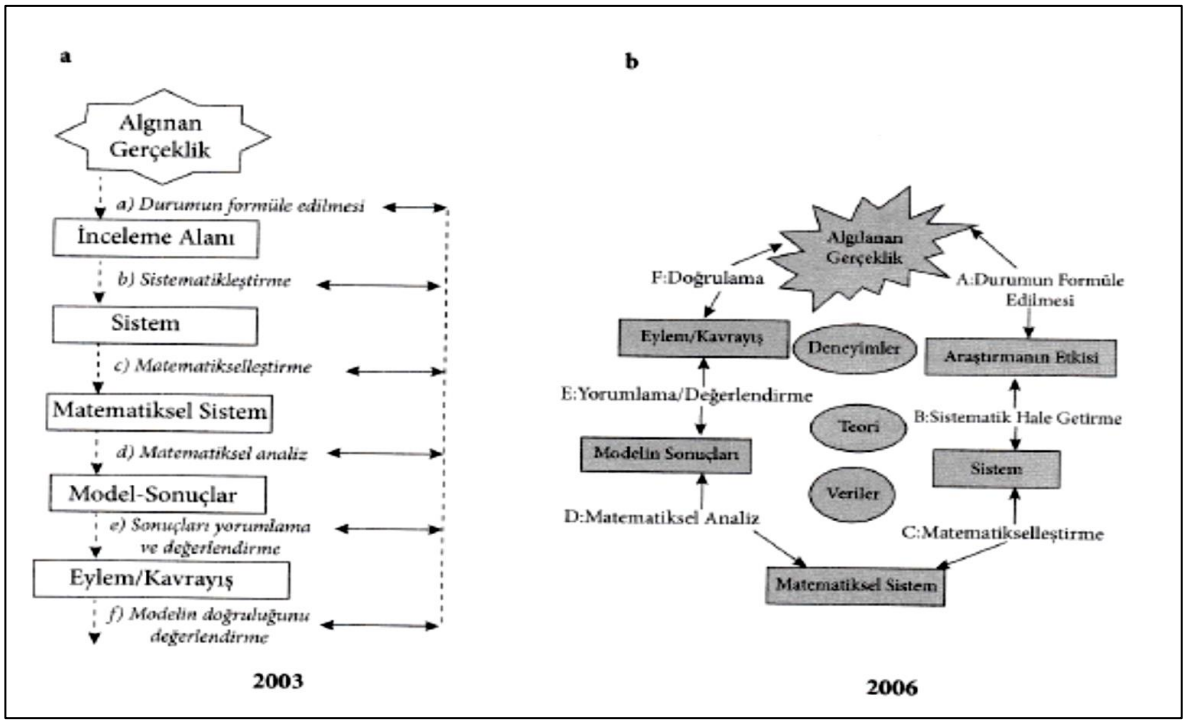
Matematiksel Modelleme Döngüsü (Abrams, 2001)



Blomhoj ve Jensen, 2003 yılında modelleme sürecinin doğrusal, 2006 yılında ise döngüsel olduğunu ifade etmişlerdir. Modelleme sürecinin basamaklarını; problemi formüle etme, sistematikleştirme, matematikleştirme, matematiksel analiz yapma, sonuçları yorumlama ve değerlendirme ve modeli doğrulama olarak belirtmiştir. Blomhojve Jensen diğerlerinden farklı olarak modelleme sürecinde deneyim, teori ve verilere döngüde yer vererek tüm basamaklarda bunların etkisine dikkat çekerler.

Şekil 8

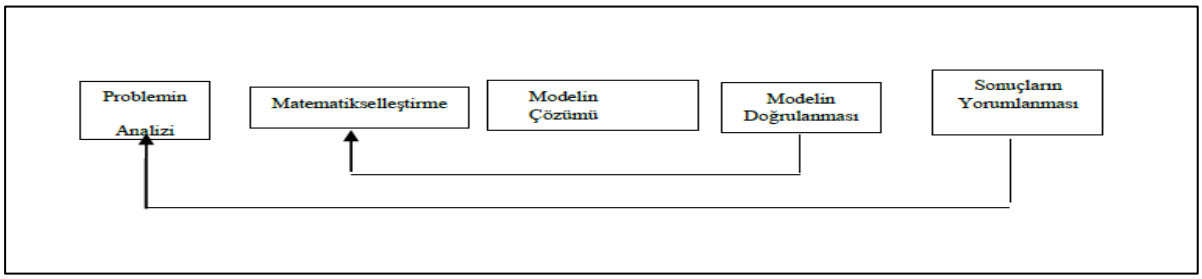
Matematiksel Modelleme Sürecindeki Temel Etkenler (Blomhoj ve Jensen, 2003; 2006)



Voskoglou (2006) modelleme sürecini (a) problemin analizi, (b) matematikleştirme, (c) modelin çözümü, (d) modelin doğrulanması ve (e) sonuçların yorumlanması olarak beş basamakta inceler. Problemin analizinde, problem durumu anlamlandırılır ve gerçek hayat için ihtiyaçlar ve sınırlar belirlenir. Matematikleştirme basamağında, modelin kurulabilmesı için gerçek hayat durumunun formüle edilmesi ve matematiksel yaklaşımlar yer alır. Modelin çözümünde, oluşturulan modele uygun matematiksel işlemlerle çözülür. Modelin doğrulanması basamağında çözümler gerçek yaşam durumu ile karşılaştırılır ve gerekirse yeni modeller üretir. Sonuçların yorumlanmasında ise matematiksel sonuçlar yorumlanarak gerçek hayat durumuyla ilişkilendirilir. Voskologlou süreci açıklarken basamaklardan yararlanır ve belirli basamaklar arasında geçişlerin olabileceğine vurgu yapar.

Şekil 9

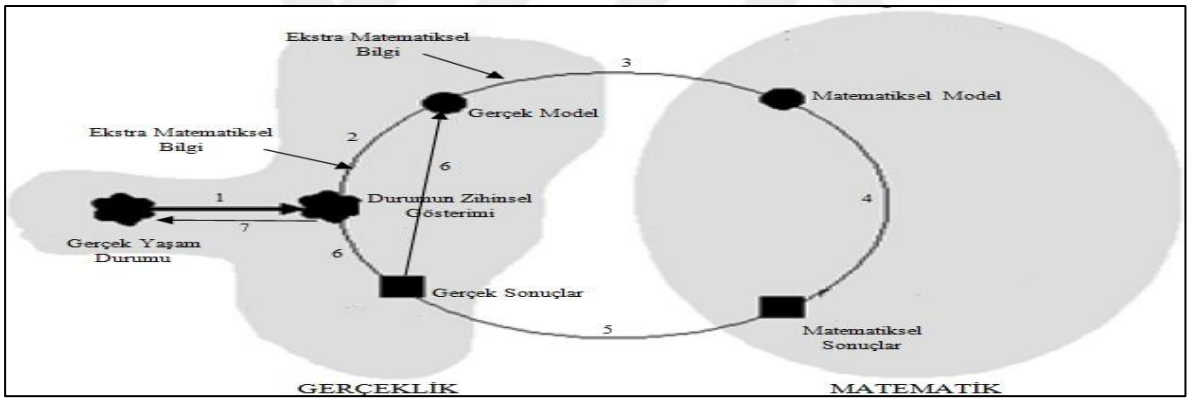
Matematiksel Modelleme Sürecinin Akış Diyagramı (Voskoglou, 2006)



Altı farklı ülkeden katılan araştırmacılar tarafından 2006-2009 yıllarında yapılan "Modeller ve Uygulamalar ile Öğrenme ve Eğitim (LEMA)" adlı projede matematiksel modelleme süreci, gerçek yaşam ve matematiksel yaşam arasındaki etkileşime dayalı olarak, dört temel unsur ve bu unsurlar arasında geçişi sağlayan dört basamak ile açıklanmıştır (Şekil 11).

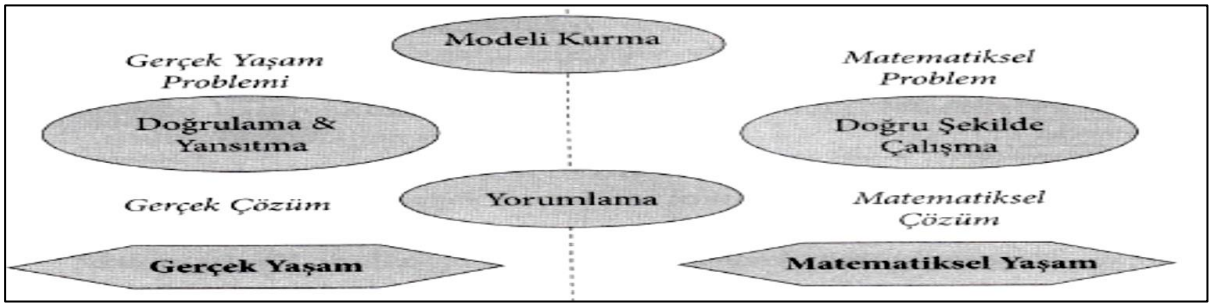
Şekil 10

Modelleme Döngüsü (Borromeo Ferri, 2006)



Şekil 11

Modelleme Süreci (LEMA 2006)



Blum ve Kaiser' in çalışmalarından hareketle, Blum ve Leiss'in 2005 yılında tanımladığı modelleme sürecini Borromeo Ferri 2006 yılında yeniden yapılandırmıştır. Söz

konusu modelleme sürecinde gerçek hayat probleminin ilk olarak öğrenciler tarafından anlamlandırılması ve zihinsel gösterimi yapılandırılması yer alır. Durumun zihinsel gösteriminden gerçek modele geçerken, verilen durum sadeleştirilir, yapılandırılır ve anlaşılır bir hale getirildikten sonra çözüm için gereksinimler tespit edilir. Öğrencilerin sözlü ifadelerine dayalı olarak oluşturulan gerçek model, matematikleştirme yoluyla matematiksel model haline getirilir. Matematiksel çalışma adımında öğrenciler modelleme yeterliklerini kullanarak modelleri çözebilmekte ve matematiksel sonuçlar ortaya çıkarılmaktadır.

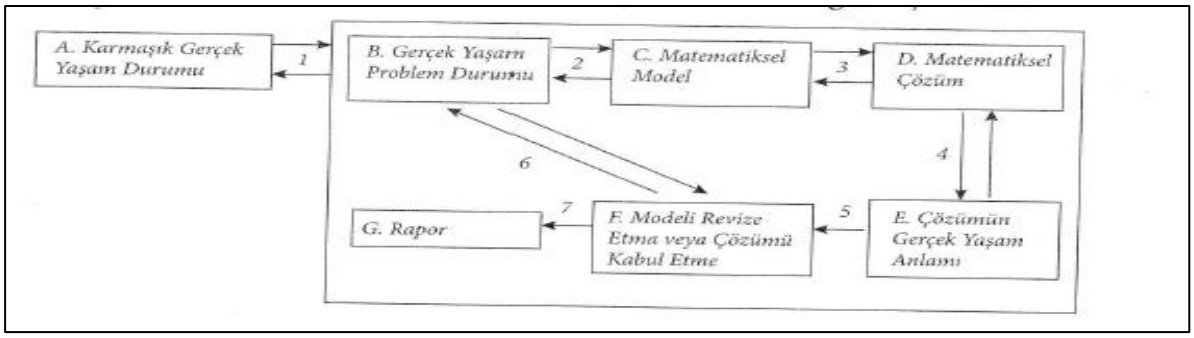
Matematiksel sonuçlardan gerçek sonuçlara geçme yorumlama adımında ve ardından gerçek hayat deneyimleri kullanılarak gerçek sonuç ile zihinsel gösterimler arasındaki uyuma bakılarak doğrulama gerçekleştirilir (Bukova Güzel, 2016).

1. Problemi anlamak
2. Problemi sadeleştirmek/planlamak; gerekli ek matematiksel bilgileri kullanmak ve gerekliliğine karar vermek
3. Matematikleştirme; ek matematik bilgileri derinlemesine kullanmak
4. Matematiksel olarak çalışmak; bireysel matematiksel yetenekleri kullanmak
5. Yorumlamak
6. Doğrulamak

Matematiksel modelleme sürecine teknolojinin entegre edilmesiyle süreç çalışmaları ivme kazanmıştır (Ang, 2010; Galbraith ve Stillman, 2006; Hıdıroğlu, 2012; Mousoulides, 2007). Galbraith ve Stillman (2006) teknoloji destekli matematiksel modelleme sürecinin bileşenlerini ve temel basamaklarını: "(1) problemin anlaşılması, yapılandırılması, basitleştirilmesi, içeriğin yorumlanması (2) Varsayımda bulunulması, formüle edilmesi, matematikleştirme (3) Matematiksel çalışmalar yapılması (4) Matematiksel çıktıların yorumlanması (5) Birleştirilmesi, eleştirilmesi, doğrulanması (6) İletişim, çözümün savunulması (7) Modelleme sürecin tekrarı" şeklinde açıklarlar.

Şekil 12

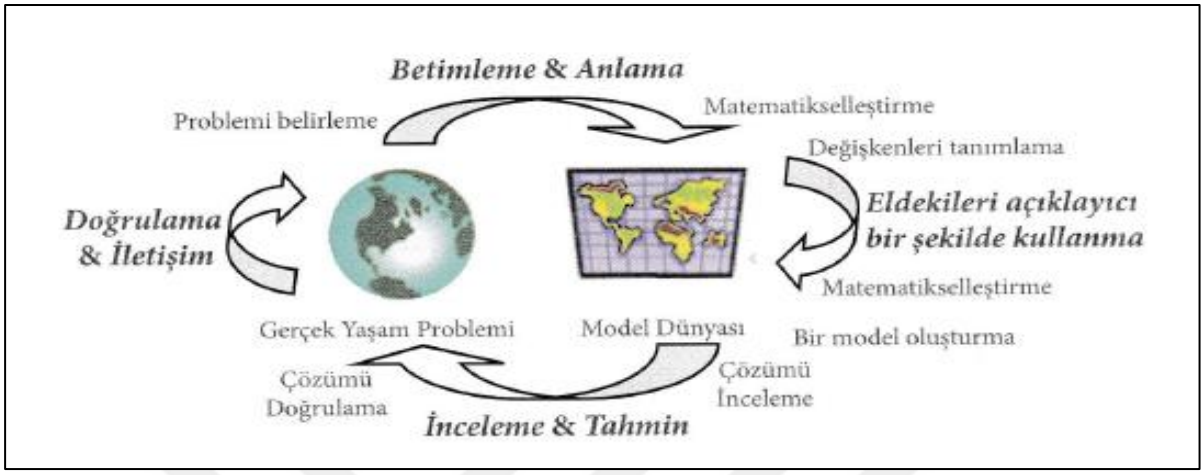
Modelleme Süreci (Stillman vd., 2007)



Mousoulides (2007) araştırmasında matematiksel modelleme sürecini aşağıdaki gibi ortaya koymaktadır (Şekil 13).

Şekil 13

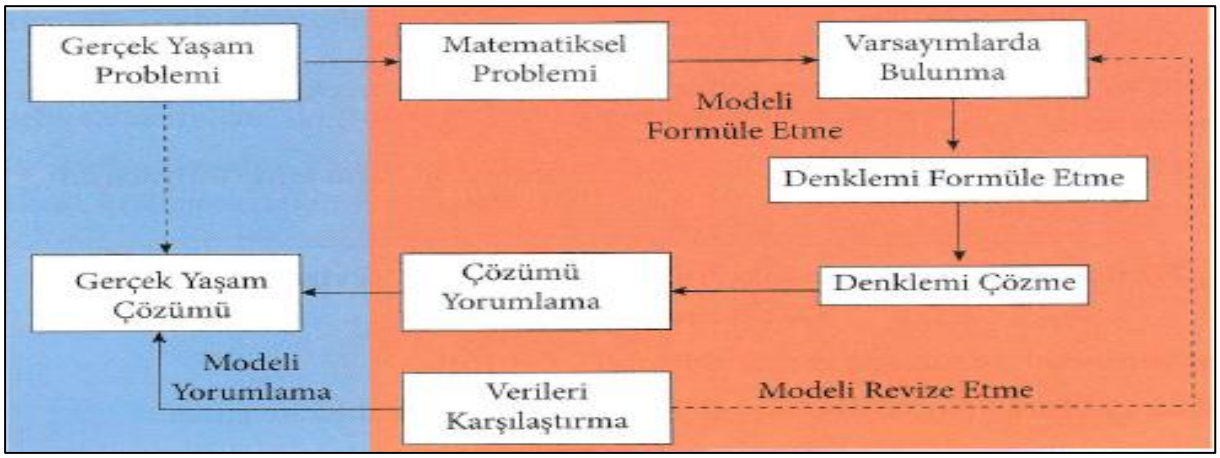
Modelleme Süreci (Mousoulides, 2007)



Cheng (2010) "matematiksel modellemeyi teknoloji kullanarak öğretmeyi amaçladığı araştırmasında önceki araştırmasındaki matematiksel modelleme sürecini geliştirerek daha kapsamlı bir süreç modeli önermektedir. Matematiksel modellemeyi gerçek hayat ile matematiksel dünya arasında yoğun bir etkileşim süreci olarak açıklar. Matematiksel problemin çözümü, gerçek yaşamı ifade eden varsayımlar ve matematiksel yaklaşımlar yardımıyla oluşturulan bir modelin çözümüdür. Gerçek hayat probleminin kompleks model yapısının da karmaşık olmasına sebep olacağından modelleme sürecinde teknoloji araçların kullanılması gerektiğini savunur.

Şekil 14

Matematiksel Modelleme Süreci (Cheng 2010)



Biccard ve Wessels (2011) matematiksel modelleme sürecinin alt boyutlar içerdiğini ifade ederek ve bu süreçteki yer alan bilişsel aktivite ve özelliklerini Tablo 1 deki gibi açıklamaktadır.

Tablo 1

Modelleme Sürecindeki Bilişsel Aktiviteler

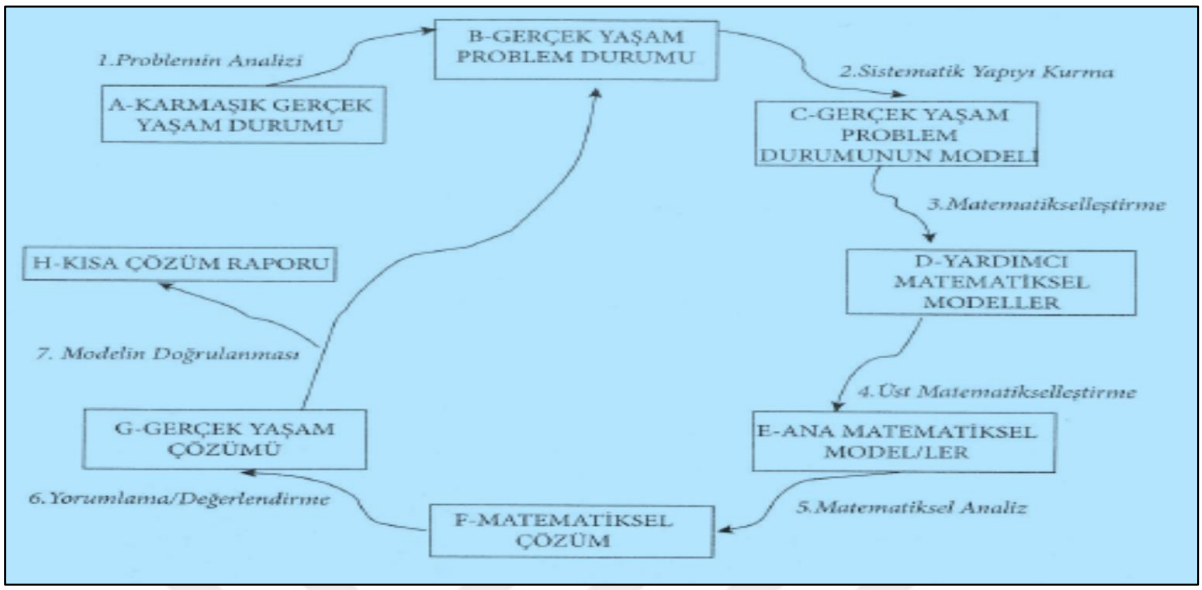
Bilişsel Aktiviteler	Açıklamaları
Anlama	Duruma ilişkin tecrübeleri ortaya çıkarma ve durumun kapsamını irdeleyebilme.
Basitleştirme	Problemi çözmek için gerekli özellikleri belirleme, verileri kullanarak problem durumuna ilişkin düşünceler ortaya koyma ve varsayımların gerekçelerinii açıklayabilme
Matematikleştirme	Gerçek yaşamı matematiksel dünyaya dönüştürme ve gerçek yaşam durumunun hangi matematiksel kavramlara denk geldiğini belirleyebilme
Matematiksel çalışma yapma	Varsayımlar doğrultusunda gerekli matematiksel bilgi ve yöntemleri kullanabilme ve uygulayabilme
Yorumlama	Matematiksel sonuçları gerçek hayat durumunu dikkate alarak değerlendirebilme
Doğrulama	Elde edilen matematiksel sonuçların gerçek hayat durumu için geçerli olup olmadığını değerlendirebilme.
Sunma	Çözüm sürecindeki düşünceleri ve yapılanları açık bir şekilde sunabilme (Mousoulides ve diğerleri., 2007).
Tartışma	Yapılanları anlatıp var olan eksiklikleri ortaya çıkarabilme
Yönü tahmin etme	Sürecin başından itibaren ileriki aşamalarda neye nasıl ulaşılacağını bilme
İnformal bilgiyi kullanma	Matematiksel bir alanı ilgilendirmeyen bir bilginin çözüm için kullanabilme
Planlama ve organize olma	Çözüm sürecindeki organizasyon ve çözüm döngülerinin denetleyebilme

Günümüz bilgisayar teknolojisindeki değişim ve gelişim; öğretim yapılırken kullanılabilecek yazılımların çeşitliliğini arttırmakta, buna paralalel olarak gerek sayısal gereksel nitelik anlamında alternatfiler yaratmaktadır (Lingefjard, 2000). Bu noktadan hareketle araştırmacılar teknoloji ile etkileşim içinde bulunan matematiksel modelleme sürecini farklı bir alan olarak incelemeye başlamıştır.

Hıdıroğlu (2012) araştırmasında matematiksel modellemenin teknoloji destekli öğretim sürecinde, matematiksel modelleme sürecine ait sekiz ana boyut, bu ana boyutlar arasındaki etkileşimi sağlayan yedi ana basamak ve bu ana basamakları açıklayan kırk yedi alt basamak ortaya koymaktadır. Çalışmada animasyon, video ve resimler ile desteklenmiş modelleme problemlerinin çözüm sürecinde ağırlıklı olarak GeoGebra yazılımından yararlanılmıştır. Çalışma sonucunda oluşturulan süreç aşağıdaki gibidir.

Şekil 15

Matematiksel Modelleme Sürecinin Temel Yapısı (Hıdıroğlu, 2012)



Hıdıroğlu (2012) modelleme sürecini şu şekilde açıklar: Gerçek hayat problemlerinde kompleks yapıyı yok etmek için öğrenciler problem durumunu kendi düşünceleriyle açıklar, zihinlerinde durumu sadeleştirmeye çalışırlar, temel ve sade çıkarımlar yaparlar ve stratejik etkileri yüzeysel olarak ifade ederler. Bu şekilde problemin analizi gerçekleşmiş olur. Sistematik yapıyı kurmak için genel çözüm stratejisi belirlenerek çözümde kullanılacak matematiksel kavramlar saptanır, gerçekçi varsayımlarda bulunulur, yeriler ayıklanır, stratejik etkenler net olarak belirlenir ve matematiksel dünyaya geçiş sağlanır. Matematikleştirme basamağında, matematiksel bir hale dönüştürülen gerçek yaşam probleminin çözümü için değişkenler, sabitler ve parametreler ile yardımcı matematiksel model oluşturulur. Temel matematiksel modele ulaşabilmek için yardımcı matematiksel modeller ilişkilendirilir ve böylece üst matematikleştirme gerçekleştirilir Matematiksel analiz için elde edilen tüm modeller yardımıyla ilgili hesaplamalar ile matematiksel çözüme ve sonuçlara ulaşılır. Yorumlama/Değerlendirme basamağında, matematiksel dünya ve gerçek hayat arasındaki ilişki incelenerek yorumlamalar ve değerlendirmeler yapılır. Modelin doğrulanması aşamasında ise, matematiksel model ile gerçek hayat çözümünü incelenerek geçerliliği tespit edilir ve karara varılarak süreç raporla bitirilir. Tatmin edici bir çözüme ulaşılamadığı düşünüldüğünde çözüm bir daha incelenir ve uygun bir çözüme ulaşılana kadar süreç devam ettirilir (Hıdıroğlu, 2012, aktaran Bukova Güzel, 2016).

Farklı bakış açılarıyla oluşturulmuş modelleme süreçlerinde genel olarak döngüsellik ön plana çıkar, modelleme sürecinde bilişsel uygulamalara daha kapsamlı açıklamalar getirilir

ve teknolojik gelişmeler sürecinin kavramsallaştırılması dikkate alınır. Ayrıntılı olarak tekrar incelendiğinde süreç modellerinde kimi basamaklar olmazsa olmaz olarak birçok araştırmacı tarafından ele alınırken bazı araştırmacıların farklı basamaklara da yer verdiklerini tespit edilmiştir. Sonuç olarak "matematiksel modelleme süreci: analiz yapabilme, sorgulama, tahmin, sentez, değerlendirme" gibi üstbilişsel beceri gerektiren sistemli ve karmaşık yapı içermektedir (Lehrer ve Schauble, 2007; Lingefjard, 2012, aktaran Bukova Güzel, 2016).

2.1.2. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri: Modelleme yapabilmek için öğrenciler tarafından modelleme yeterlikleri kullanılması gerekir (Tekin-Dede, 2015). Modelleme yeterliğinin ne anlama geldiğini açıklamadan önce, alan yazında yetenek anlamında kullanılan "yetenek-ability", "beceri-skill" ve "yeterlik-competence/competency'" kelimeleri arasındaki anlam farklılıklarına değinmek önemlidir (Bukova Güzel, 2016).

Bazı çalışmalarda bu ifadelerin birbirlerinin yerine kullanıldığı ve anlamsal açıdan farklılıklarının üzerinde durulmadığı görülür. Yetenek, kişinin zihinsel yeterliliğinin veya bir görevi eylem açısından yerine getirmesi için öğrenilmemiş ve kazanılmış gücü olarak tanımlanırken beceri, kişinin eğilimine ve öğrenmesine bağlı olarak, bir amaca uygun olarak bir görevi yerine getirme ya da bir eylemi tamamlama yeteneğidir. Yeterlik ise yeterli olması durumu veya bir işi yapma imkanı sağlayan spesifik bilgi, ehliyet ve yeterlilik şeklinde tanımlanır. Özetle yetenek bireyde var olan güç, beceri bireyde var olan yeteneklerin eğitime bağlı olarak bir amaca ulaşmayı sağlayacak biçimde örgütlenmesi ve yeterlik ise bir işi yapmada gerekli donanıma sahip olma olarak düşünülebilir (Tekin Dede, 2015). Parry (1996) yeterliği, bir kimsenin işini etkileyecek ilgili bilgi, davranış ve becerilerin bir araya getirilmesi olarak tanımlar ve performans ile ilişkilendirilmesinin yanı sıra ölçülebilir ve geliştirilebilir olduğu üzerinde durur. Bu tanım her ne kadar iş yaşamı için ifade edilmiş olsa da, içerik itibariyle konuyla ilgilidir. Maaß' ın (2006) da ifade ettiği gibi yeterlikler, yetenek ve becerileri kapsamakla birlikte bireyin bunları gerçek yaşamda kullanmasını ve bunları kullanırken istekli olmasını içerir. Yeterlik, bir kişinin verilen bir durumun zorluklarıyla baş edebilmesi için hazır oluşu (Jorgensen, 1999) olarak tanımlanır ve kişisel çaba gerektirir (Blomhoj ve Jensen, 2003, aktaran Bukova Güzel, 2016).

Modelleme yeterlikleri, istekli bir şekilde modelleme sürecini amaca uygun olarak bitirebilme becerileri ve yetenekleri şeklinde tanımlanır (Kaiser ve Maaß, 2007; Maaß, 2006). Modelleme yeterlikleri aynı zamanda oluşturulan modelleri gerçek yaşam problemlerinin çözümünde kullanabilme becerileridir (Biccard ve Wessels, 2011, aktaran Bukova Güzel,

2016; Niss, Blum ve Galbraith, 2007'den aktaran Blum, 2011). Modelleme sürecini bağımsız bir şekilde yürütme becerisine vurgu yapılır (Maaß ve Gurlitt, 2011).

Yapılan tanımlamalardan görülebileceği gibi modelleme süreci modelleme yeterlikleri ile ilişkilendirilir. Çünkü modelleme yeterliklerinin bir kısmı modelleme sürecinin basamakları ile örtüşmektedir (Kaiser, 2007; Maaß, 2006). Bu sebeble birçok araştırmacı modelleme sürecine bakış açılarına göre modelleme yeterliklerini açıklarlar. Blum ve Kaiser tarafından matematiksel modelleme yeterlikleri, Tablo 2'de şöyle açıklamışlardır:

Tablo 2

Matematiksel Modelleme Yeterlikleri (Blum ve Kaiser, 1997)

Yeterlik	Açıklamaları
Basitleştirme	Problem için varsayımlarda bulunmak ve durumu sadeleştirmek Durumu etkileyen nicelikleri ayırt etmek, bunları isimlendirme ve ilgili değişkenleri belirlemek Değişkenler arasında ilişkiler oluşturmak
Matematikleştirme	Problemi çözmek için uygun bilgiyi bulma ve ilgili olan/olmayan bilgileri ayırt etmek İlgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri matematikleştirmek
Transformasyon	Gerektiğinde ilgili nicelikleri ve bunlar arasındaki ilişkileri sadeleştirmek ve bunların sayısı ile karmaşıklığını azaltmak Uygun matematiksel gösterimleri seçmek ve durumları grafiksel olarak sunmak Problemi daha küçük parçalara ayırmak, benzer problemlerle ilişki kurma, problemi başka şekilde ifade etmek ve incelemek, nicelikleri veya uygun verileri çeşitlendirme gibi sezgisel stratejileri kullanmak
Yorumlama	Problemi çözmek için matematiksel bilgileri kullanmak Matematiksel sonuçları matematik dışı bağlamlarda yorumlamak Özel bir durum için geliştirilmiş olan çözümleri genellemek
Geçerlilik	Uygun matematiksel dili kullanarak ve/veya çözümler hakkında iletişim kurarak bir probleme çözümler sunmak Bulunan çözümleri eleştirel olarak kontrol etmek ve çözümler üzerine yansımalarda bulunmak Çözümler durumu sağlamıyorsa, modelin bazı kısımlarını gözden geçirmek ya da modelleme sürecinden tekrar geçmek Problemi çözmek için diğer yolları düşünmek Genel olarak modeli sorgulamak

Modelleme yeterliklerine ilişkin tanımlamalara Ikeda ve Stephens'a (1998)'a göre öğrencilerin modelleme yeterliklerini belirlemek için aşağıdaki soruları yanıtlaması gerekir:

(1) Öğrenci problemin temel matematiksel odağını belirledi mi?

(2) Öğrenci ilgili değişkenleri doğru bir şekilde belirledi mi?

(3) Öğrenci koşulları ve varsayımları idealleştirdi ya da sadeleştirdi mi?

(4) Öğrenci analiz edilecek esas değişkeni belirledi mi?

(5) Öğrenci başarılı bir şekilde esas değişkeni analiz edip, uygun matematiksel sonuçları elde etti mi?

(6) Öğrenci modellenen durum açısından matematiksel sonuçları yorumladı mı?

Altun (2020a) yaptığı çalışmada modelleme yeterliğinin işaretçilerini aşağıdaki şekilde belirtmiş ve modelleme yeterliğinin gelişebilmesi için, doğrudan modelin yazılması ile gerçekleşmeyeceğini, alt seviyelerde modeli bulunacak yapıyı fark etmesi, modelde verilen şartlara uyabilecek değişiklikleri yapabilmesi, modeli tartışabilmesi gibi basamakları da içerdiğini ifade etmiştir.

- Kararlılık gösteren olaya ilişkin model üretebilme
- Modelde belirlenen hedefe yönelik değişiklik yapabilme
- Modeli, ilişkili olduğu durumla ilgili değişime uyumlu olarak uyarlayabilme
- Bir modelin ilişkili olduğu durumla ilgili geçerliliğini kanıtlayabilme
- Var olan modelin ne ile alakalı olduğunusöylebilme, geçerli olduğu hakkında fikir yürütebilme
- Problem çözmede model (ler)den yararlanma
- Bir model üstüne birileri ile tartışma
- Gerçek hayatta karşılaşılan olaylardan kararlılık ya da kısmi kararlılık gösteren durumları fark edebilme ve anlatabilme
- Modeldeki mevcut değişkenlerin sonuçlar üzerindeki etkilerini fark edebilme, değişkenler ve modelin geneli için gerekçeli açıklama yapabilme
- Mevcut bir modele eş başka bir model yazabilme

Bir başka çalışmada Ludwig ve Xu (2008) modelleme yeterliklerini aşağıda Tablo 3 ‘de belirtildiği üzere altı düzeyde tanımlamıştır;

Tablo 3

Modelleme Yeterlik Düzeyleri (Ludwig ve Xu, 2008)

Düzey Adı	Açıklamaları
Düzey 0	Öğrenci problem durumunu anlamamış ve probleme ilişkin herhangi bir somut çizim yapmamış ya da herhangi bir şey yazmamıştır.
Düzey 1	Öğrenci sadece verilen gerçek durumu anlamış fakat durumu yapılandıramamış ve sadeleştirememiş ya da herhangi bir matematiksel fikirle ilişkilendirme yapamamıştır.
Düzey 2	Verilen gerçek durum incelendikten sonra, öğrenci yapılandırma ve sadeleştirme yoluyla gerçek bir model bulmuş fakat bunu matematiksel bir probleme nasıl transfer edeceğini bilememiştir.
Düzey 3	Öğrenci sadece gerçek modeli bulmakla kalmamış aynı zamanda

	bunu belirli bir matematik problemine dönüştürebilmiş fakat matematik dünyası içerisinde açık bir şekilde çalışamamıştır.
Düzey 4	Öğrenci gerçek durumdan matematiksel bir problem çıkarabilmiş, matematik dünyasında bu matematik problemi üzerinde çalışabilmiş ve sonuçlara ulaşabilmiştir.
Düzey 5	Öğrenci matematiksel modelleme sürecini deneyimleyebilmiş ve matematik probleminin çözümünü verilen durum ile ilişkilendirerek doğrulayabilmiştir.

Yukarıdaki tanımlamalarda araştırmacılar Düzey 0'ı anlama öncesi, Düzey 1' i anlama ile sadeleştirme arası, Düzey 2' yi sadeleştirme, Düzey 3' ü modeli oluşturma, Düzey 4' ü matematiksel sonuç ve Düzey 5' in de doğrulamaya karşılık geldiğini belirtirler. (Bukova Güzel, 2016). Modelleme yeterlikleri modelleme süreçlerinin adımlarına paralel olmasına rağmen, modelleme yeterliklerini tanımlamak için sadece adımlar yeterli değildir (Maaß, 2006). Modelleme sürecinin basamaklarında ilerleyiş bilişsel becerileri gerektirdiğinden (Ferri, 2010), modelleme adımlarına paralel şekilde bilişsel modelleme yeterliklerinden bahsedilebilir. Yukarıda farklı çalışmalarda açıklanan modelleme yeterliklerinin hepsini içerecek şekilde bilişsel modelleme yeterlikleri, Borromeo Ferri'nin (2006) çalışmasında şu şekilde sıralanır: "(1) Problemi anlama (2) Sadeleştirme (3) Matematikleştirme (4) Matematiksel olarak çalışma (5) Yorumlama (6) Doğrulama".

2.1.2.1. Matematiksel Modelleme Özyeterliği: Matematik eğitiminde özyeterliğin öğrencilerin matematik performansını etkileyen en önemli unsurlardan biri olduğu (Dede, 2008; Pajares ve Graham, 1999) ve matematik performansı yüksek olan öğrencilerin özyeterliklerinin yüksek, düşük olan öğrencilerin ise öz yeterliklerinin de düşük olduğu ifade edilmektedir(Lee, 2009).

Bandura (1997) özyeterliği; bir kişinin belirli hedeflere ulaşmak için amaçlanan görevleri yapma ve organize etme kapasitesine ilişkin inançları olarak tanımlamıştır. Synder ve Lopez (2002) ise ,öz-yeterliğin gözlemlenen bir beceri ya da yetkinlik olmayıp, kişinin bu beceriyle ne yapacağına ilişkin içsel inançları olduğunu belirtmişlerdir. Bandura (1997) özyeterlik düzeyi yüksek olan kişilerin başarıya ulaşmak için çok çaba harcadıkları ve sorunlu olan durumlarda daha sabırlı olduklarını belirtmiştir. Öğrenenler eşit düzeyde beceriye sahip olduklarında, görevi yapacağına inanan bireylerin verilen bir görevi bitirme olasılıklarının inanmayanlara göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Schunk ve Pajares, 2005). Öz yeterliğin dört ana kaynağının olduğu ve bu kaynakların ustalık deneyimleri, sosyal modellerin sağladığı dolaylı deneyimler, sosyal ikna ve fizyolojik faktörler olduğu belirtilmektedir (Bandura ,1997, aktaran Koyuncu vd., 2017).Modelleme özyeterliği, öğrencilerin matematiksel modelleme yeterlikleri ile ne yapacaklarına ilişkin inançları ile

ilişkilidir. Başka bir ifadeyle, öğrencilerin matematiksel modellemede kapasiteleri ile neler yapabileceklerine ilişkin inançlarını ifade etmektedir. Matematiksel modelleme ve modelleme yeterlikleri ile ilgili çalışmaların yanı sıra modelleme yeterliklerine ilişkin özyeterlik inançları da sınıftaki etkililiklerini etkileyebilecek bir konu olarak görünmektedir (Koyuncu vd., 2017). Bu bağlamda matematiksel modelleme perspektifinde, mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inançlarının belirlenmesi oldukça önemlidir.

2.1.2.2.Üst Bilişsel Modelleme Yeterlikleri: Modelleme problemleri üzerinde çalışırken bilişsel modelleme yeterliklerinin yanı sıra üst bilişsel modelleme yeterlikleri de önem kazanır. Araştırmalarda (Galbraith ve Stillman, 2006; Hıdıroğlu, 2015; Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2015; Lesh ve Zawojewski, 2007; Maaß, 2006; Schoenfeld, 1993) modelleme sürecinde ortaya çıkan bazı eylemlerin üst biliş kavramıyla ilişkilendirilmeye çalışıldığı görülür. Üst bilişsel eylemler modelleme yeterliklerinin gelişimi için gereklidir. Bu nedenle öğretmenler üst bilişsel eylemleri desteklemelidirler (Blum, 2011). Bununla birlikte modelleme sürecinde bilişsel ve üst bilişsel eylemlerin birbirlerini nasıl tetiklediği ve aralarındaki ilişkinin nasıl olduğu da araştırmalarda yer almaya başlamıştır. Hıdıroğlu (2015) matematiksel modelleme sürecinin her aşamasında karşılaşılan üst bilişsel eylemleri planlama, izleme, değerlendirme ve tahmin olmak üzere dört boyut ve yirmi iki kategori altında açıklar.

Modellemede üst biliş bireylerin modelleme sürecine ilişkin bilgi sahibi olmaları ve bunları kendi çözüm süreçlerine yansıtabilmeleridir. Modelleme uygulamaları esnasında üst bilişsel eylemlerin ortaya çıkmasını sağlamak için; modelleme sürecini öğrencilerin nasıl anlamlandırdıklarına odaklanılmalı, yapılan yanlışlar tespit edilerek sebebleri analiz edilmeli, öğrencilerin kendi aktivitelerini planlamaları, kontrol etmeleri ve doğrulamaları sağlanmalı, farklı çözümler ile karşılaştırılarak farklılıkların nedenleri tartışılmalıdır (Maaß, 2006, aktaran Bukova Güzel,2016).

Kaiser (2007) ek olarak üst bilişsel bir eylem olan çözümü yargılama yeterliklerinin modelleme yeterlikleri kapsamında ele alınabileceğini belirtir. Bunun yanında bazı çalışmalarda (Kaiser, 2007; Maaß, 2006) modelleme yeterlikleri olarak ifade edilen öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini oluşturup çözmelerini üst bilişsel modelleme yeterlikleri bağlamında ele almak doğru olacaktır. Modelleme sürecinde çalışırken öğrencilerin yön bulma duyularının olması gerektiği ifade edilir (Treilibs, 1979 akt. Maaß, 2006). Yön bulma duyusuna sahip olan öğrenciler adım adım her ihtimali göz önünde bulundurarak çalışmak yerine; problemin çözümü için bir çıkış yolu hissetme ve o doğrultuda

çalışma eğiliminde olurlar. Özellikle yön bulma duyusuna sahip olmayan öğrencilerin modelleme sürecinde çalışırken tıkanıp, herhangi bir çözüme ulaşamadan süreci tamamladıkları görülür (Maaß, 2006). Modelleme ile üst biliş arasındaki ilişki daha detaylı olarak 2.1.4'de ele alınacaktır.

Bilişsel ve üst bilişsel modelleme yeterliklerine ek olarak, Biccard ve Wessels (2011) duyuşsal yeterliklere de yer verir. Duyuşsal yeterlikler içerisinde özellikle inançlara değinirler. Öğrenciler modelleme uygulamalarında çalışırken onların matematiğe yönelik inançlarının da geliştiği ifade edilir (Biccard ve Wessels, 2011). Ayrıca Maaß (2006) modelleme uygulamalarının içeriğinin öğrencileri motive etmesi gerektiğini belirtir. Bu sebeple motivasyon duyuşsal modelleme yeterlikleri içerisinde ele alınabilir.

Modelleme sürecinde öne çıkan diğer yeterlik sosyal yeterliklerdir. Öğrencilerin modelleme problemlerini çözerken, gruplar halinde çalışabilme ve matematik kullanarak iletişim kurabilme gibi sosyal yeterlikleri de olmalıdır. (Kaiser, 2007). Özellikle ekip olarak çalıştıklarında aktif olarak tartışıp karar vermeleri ve bu kararlar doğrultusunda gerçek hayata dair çözümler üretmeleri oldukça değerlidir. Öğrencilerin modelleme problemlerine sadece çözüm üretmeleri yeterli olmazken aynı zamanda geliştirdikleri çözümü akranlarına sunarak çözümleri tartışmaları gerekir. Dolayısıyla modelleme sürecinde öğrencilerde tartışma yeterliğinin olması gerekmektedir (Kaiser ve diğerleri, 2010, aktaran Bukova Güzel,2016).

Literatürün ayrıntılı bir analizden sonra modelleme yeterliklerini özetle; bilişsel modelleme yeterlikleri, üst bilişsel modelleme yeterlikleri, duyuşsal modelleme yeterlikleri ve sosyal modelleme yeterlikleri olarak ifade edilebilir (Tekin Dede, 2015). Matematik öğretimine modellemeyi entegre etmek ve öğrencilerin modelleme süreçlerinde ilerlemelerini sağlamak için modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi gerekir. Bu gelişimi sağlamak için modelleme uygulamalarından yararlanılır. Bu süreçte hem öğretmene hem de öğrenciye önemli görevler düşer. Öğretmenler, derslerinde konu ve kapsama göre farklı modelleme etkinliklerinden yararlanmalıdır (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006, aktaran Bukova Güzel,2016).

2.1.2.3.Yeterliklerin Gelişmesi İçin Uygulamalar: Öğretimde modelleme uygulamalarından yararlanmanın farklı yolları vardır. Alan yazında modelleme uygulamalarıyla yeterliklerin gelişimini sağlamak için kısmi (atomistik) ve bütüncül (holistik) olmak üzere iki yaklaşımdan söz edilmektedir (Zöttl, 2010, aktaran Grünewald, 2012). Modelleme problemleri kısmi yaklaşımda bir ya da birkaç modelleme yeterliğinin gelişimi için ele alınırken, bütüncül yaklaşımda tüm modelleme yeterliklerinin gelişimi açısından incelenir. Dolayısıyla, bütüncül yaklaşımda modelleme sürecinin tüm basamaklarından

geçilmesi gerekir. Bu doğrultuda sınıf içi modelleme problemleri seçilirken öğrenci ihtiyaçları doğrultusunda kimi zaman kısmi, kimi zaman bütüncül kimi zaman da her ikisini barındıran karma yaklaşımdan yararlanılır (Bukova Güzel, 2016).

Modelleme yeterliklerinin gelişimi için sadece gerçek yaşam durumlarına ilişkin modelleme problemleri ile karşılaşmak yeterli değildir. Bu süreçte öğrenciler modelleme sürecinin farkındalığı ve modellemeye ilişkin bilgileri ile problemleri çözmeye çalışmalıdır (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006). Bu sebeple öğretmenler öğrencilerine modelleme sürecini de öğretmelidirler (Kaiser vd., 2010; Maaß, 2006). Öğretmenlerin, süreci öğretmenin yanı sıra, öğrencilerini modelleme problemlerini çözerken desteklemeleri ve teşvik etmeleri de önemlidir (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006). Süreçte öğrencilerin birlikte çalışmalarının sağlanması, yeterliklerin gelişimini önemli ölçüde destekler. Bununla birlikte araştırmalar birlikte çalışmanın yanı sıra bireysel çalışmaların da modelleme yeterliklerinin gelişimine katkıda bulunduğunu ortaya koymaktadır (Galbraith ve Clathworthy, 1990; de Lange 1993; Ikeda ve Stephens 2001; Maaß, 2006; Tanner ve Jones, 1995). Dolayısıyla öğrencilere modelleme görevleri verilirken hem birlikte çalışma hem de bireysel çalışma bir alternatif olarak düşünülebilir. Ek olarak modelleme yeterliklerinin gelişimini sağlamak için, öğrencilerin modelleme sürecinde kendi kararlarını alıp uygulayabilecekleri gerçek yaşam odaklı proje çalışmalarından da yararlanılabilir (Blomhoj ve Kjeldsen, 2006). Bu amaçla, öğrencilerin karşılarına çıkabilecek ve modelleme yapmalarını gerektirecek karmaşık gerçek yaşam problemleri tasarlanarak proje çalışmaları gerçekleştirilebilir. Öğretmenlerin modelleme yeterliklerini geliştirecek şekilde öğretimlerini gerçekleştirebilmeleri için lisans öğrenimlerinde modelleme uygulamalarıyla karşılaşmaları ve bu yolla modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi gerekir (Kaiser, 2007).

Rensaa (2011) mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini analiz etmek için, kullanılan etkinliğin içerdiği konu alanına uygun olarak iki boyutlu bir değerlendirme matrisi geliştirmiştir (Tablo 4). İlgili kısımlara yazılacak değerlendirme kriterleri “evet”, “Hayır, yapılmadı”, “Hayır, istenmedi” ve “Hayır, ilgili değil” şeklinde belirlenmiştir. Bu matris integral içeren bir uygulamaya yönelik hazırlanmıştır. “Evet” değerlendirmesi kullanıldığında açıklamasıyla birlikte verilmiştir. Farklı etkinlikler için içeriğe özgü değerlendirme kriterlerini içeren farklı matrisler hazırlanabileceği belirtilmiştir.

Tablo 4

Matematiksel modelleme yeterliğinin iki boyutlu değerlendirilmesine yönelik matris örneği (Rensaa, 2011, aktaran Aydın Güç ve Baki, 2016)

Bilişsel Süreç Boyutu / Bilgi Boyutu	Hatırlama (tanıma, geri çağırma)	Temsil etme (transfer etme)	Karşılaştırma (ilişkilendirme,sınıflandırma)	Hesaplama (uygulama, yürütme)	Model (analiz, ölçme)	İletişim kurma (tanımlama, açıklama)	Üst-biliş (kontrol, düzenleme)
Kavramsal bilgi							
Etkinliğin yorumlanması	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır, istenmedi
Diferansiyel denklem türleri	Evet	Evet	Hayır, yapılmadı	Evet	Hayır, yapılmadı	Hayır, yapılmadı	Hayır, istenmedi
İntegral	Evet	Evet	Hayır, yapılmadı	Evet	Hayır, yapılmadı	Hayır, yapılmadı	Hayır, istenmedi
Yerine koyma, başlangıç şartları	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır, istenmedi
Çözümün yorumlanması	Evet	Evet	Hayır, istenmedi	Evet	Hayır, yapılmadı	Evet	Hayır, istenmedi
Prosedür Bilgisi							
Kesir bölme kuralları	Evet	Evet	Hayır, ilgili değil	Evet	Hayır, ilgili değil	Hayır, ilgili değil	Hayır, istenmedi
İntegrasyon	Evet	Evet	Hayır, ilgili değil	Evet	Hayır, ilgili değil	Hayır, ilgili değil	Hayır, istenmedi
Üstell ve logaritma kuralları	Evet	Evet	Hayır, ilgili değil	Evet	Hayır, ilgili değil	Hayır, ilgili değil	Hayır, istenmedi
Mutlak değer kuralları	Evet	Evet	Hayır, ilgili değil	Evet	Hayır, ilgili değil	Hayır, ilgili değil	Hayır, istenmedi
Denklem çözme kuralları	Evet	Evet	Hayır, ilgili değil	Evet	Hayır, ilgili değil	Hayır, ilgili değil	Hayır, istenmedi

2.1.3. Modelleme Yaklaşımları ve Matematik Öğretimi İçindeki Yeri: Matematiksel modellemeye yönelikyapılan araştırmalar incelendiğinde, modelleme kullanımına yönelik farklı araştırmacıların farklı yaklaşımlara benimsedikleri belirlenmiştir. Bu durum, araştırmacıların etkilendiği felsefi yaklaşımlardaki önemli farklılıklardan kaynaklanır. Böylece, araştırmacıların matematiksel modellemeye ilişkin kuramsal yaklaşımlarında farklılıklar ortaya çıkar ve temel hedefleri şekillenir. Matematiksel

modellemenin eğitimde ilk ortaya çıktığı yıllara bakıldığında, teorik modelleme ve gerçek yaşama uygun modelleme olarak iki göze çarpar. Bu iki kutup o yıllarda eğitimde hakim olan temel paradigmalarla şekillenmiştir (Bukova Güzel, 2016). Son yıllarda yapılandırmacı paradigmanın da etkisiyle perspektiflerin çeşitlenerek altı farklı modelleme yaklaşımından (Blomhoj, 2008; Borromeo Ferri vd., 2011; Kaiser, 2005; Kaiser ve Sriraman, 2006) bahsedildiği görülür: (a) gerçekçi veya uygulamalı modelleme, (b) epistemolojik veya teorik modelleme, (c) eğitimsel modelleme, (d) bağlamsal modelleme, (e) sosyo-kritik(eleştirel) modelleme ve (f) bilişsel modelleme. Bu sınıflandırmadaki yaklaşımların her biri matematiksel modellemenin farklı bir tarafını vurgulamaktadır. Matematiksel modellemenin eğitime etkisine farklı pencerelerden bakmayı sağlayan bu perspektifler, eğitim araştırmalarında matematiksel modelleme kavramının sağlam bir felsefi ve kuramsal temele oturtulmasında büyük işlev görür.

Gerçekçi(realistik)/Uygulamalı modellemede temel amaç, açık uçlu gerçek yaşam problemlerine çözüm bulabilen insan gücünü ortaya çıkarmaktır. Öğrenilen matematikse bilgilerin mühendislik veya diğer alanlar ile ilgili problem durumlarında kullanılması yoluyla matematiksel bilgilerin bu alanlara uygulanabilmesi sağlanır. Gerçekçi ve otantik problemlerin kullanıldığı gerçekçi/uygulamalı modellemede, gerçek yaşam problemlerine yönelik deneyim sahibi olan bireylerin yetiştirilmesi ve bu tür problemlerin üstesinden gelmek için gerekli modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi büyük önem kazanır (Bukova Güzel, 2016).

Tablo 5

Matematiksel Modelleme Yaklaşımlarının Sınıflandırılması (Kaiser, 2005; Kaiser ve Sriraman, 2006; Kaiser vd., 2007)

Perspektif	İlişkili perspektifler	Kaynak	Önemli İsimler
Gerçekçi/Uygulamalı Modelleme	Pollak' ın pragmatik perspektifi	Anglo-Sakson pragmatizmi ve uygulamalı matematik	Burkhardt Haines ve Crouch Kaiser ve Schwarz Pollak
Epistemolojik/Teorik Model	Freudenthal' ın başlangıç yaklaşımı olan bilimsel hünanistik perspektif	Roman epistemoloji	Chevallard Freudenthal Garcia, Gascon, Ruiz Higueras ve Bosch Treffers

Eğitimsel Modelleme -Öğretimsel Modelleme -Kavramsal Modelleme	Bütünleştirici perspektifler (Blum ve Niss) ve bilimsel hümanistik perspektifin ileriki aşamaları	Öğretici teoriler ve öğrenme teorileri	Blomhoj ve Hoff Kjeldsen Blum ve Leiss, Blum ve Niss Blum Niss vd. Galbraith ve Stillman Lingelard Maaß Michelsen Niss
Bağlamsal Modelleme	Sistemler yaklaşımına neden olan bilgi işleme yaklaşımı	Problem çözme tartışmaları, günlük okul pratikler, psikolojik deneyler	Chamberlin Iversen ve Larson Lesh ve Caylor Lesh ve Doerr Pierce ve Stacey Sriraman
Sosyo Eleştirel Modelleme	Özgürlükçü perspektif	Politik sosyolojideki sosyo-eleştirel yaklaşım	Barbosa D'Ambrosio Skovsmose
Bilişsel Modelleme		Bilişsel psikoloji	Blum ve Leiss Borromeo Ferri Piaget Skemp

Epistemolojik/Teorik modelleme ise ilk perspektife yakın bir görüşü desteklemenin yanında matematiksel modelleme sorularının çözümü için etkili olacak matematiksel kavramların ve teorilerin ortaya çıkarılmasını önemser. Örneğin Galileo'nun Pisa Kulesi Deneyi, Newton' un ElmaProblemi ve Yerçekimi Yasası, Dünya'nın Güneş etrafındaki hareketi gibi. Epistemolojik/Teorik modelleme gerçekçi modellemeden ayrıı olarak günlük hayatın içinde olan ama sık rastlanılmyan durumları da inceler. Çünkü epistemolojik modellemede temel amaç, günlük yaşan problemlerinden matematiksel teorileri ortaya çıkarmaktır ve her an farkına varılamayan, karşımıza çıkmayan farklı gerçek yaşam durumlarının temelindeki matematiksel teoriler matematiğin gelişimi için etkili birer pusuladır. Ortaya çıkış dönemleri nedeniyle, gerçekçi/uygulamalı ve epistemolojik/teorik modelleme perspektiflerinin, matematiksel modellemeyi eğitim paradigmalarından daha uzak bir çerçevede ele aldıkları anlaşılır. Bu iki perspektifin önceliklerini eğitimsel düşünceler yerine bilimsel düşünceler belirler (Bukova Güzel, 2016).

Eğitimsel modelleme perspektifi ile birlikte matematik öğretimi ve konuya özgü amaçlar ön plana çıkmaya başlar. Eğitimsel modelleme, öğretimsel modelleme ile kavramsal modelleme olarak iki perspektif açısından incelenebilir. Öğretimsel perspektif öğrenme süreçlerinin yapılanmasına, kavramsal perspektif ise modelleme basamaklarındaki üst düzey

gelişim yardımıyla matematiksel bir kavramın tanıtılmasına yoğunlaşır. Böylece matematiksel modelleme ile öğrencilerin temel matematiksel kavramları keşfetmeleri ve yapılandırmaları hedeflenir. Keşfedilmesi ve geliştirilmesi hedeflenen matematiksel kavramların uygun modelleme problemleri ile ilişkilendirilmesi sağlanır. Gerçek yaşamın karmaşıklığı ve belli temel kavramların gelişiminin amaçlanması nedeniyle ele alınan modelleme problemlerinin açık uçlu olmaktan biraz uzak olduğu görülür. Matematiksel modelleme problemleriyle baş başa bırakılan ve modelleme yeterliklerini geliştiren bireyler keşfedici ve yaratıcı olup farklı problem çözme stratejilerini dikkate alır ve aralarından kendisi için en uygun olanını seçer. Matematiksel modelleme problemlerine yönelik deneyimleri arttıkça bu tür durumlara verecekleri tepkiler daha da nitelik kazanır. Kültürel gerekçeye göre; matematiksel modelleme, matematiğin doğası ve dünyadaki etkisiyle alakalı kişilere matematiğin bir fotoğrafını ve gösterimini sunar. Bu fotoğraf, matematiğin tüm faydalı ve değerli taraflarını kapsar. Eleştirel gerekçeye göre; matematiksel modelleme, öğrencilerin her türlü probleme karşı matematiğin farklı kullanım alanlarını görmelerini sağlayarak onlara eleştirel bir bakış açısı kazandırır. Ayrıca eleştirel becerilerinin ortaya çıkması ve geliştirilmesi için uygun fırsatlar yaratır. Araçsal gerekçeye göre; matematiksel modelleme, öğretim programlarında öğrencilerin için gerekli olan matematiksel kavramları tam olarak kavrayabilmeleri için önemli bir araçtır. Aynı zamanda bazı matematiksel kavramların somut hale getirilmesini sağlar ve ilginç günlük yaşam durumlarının incelenmesiyle öğrencilerin motivasyonlarını arttırır. Son olarak psikolojik gerekçe ise gerçek yaşam durumları üzerinde çalışarak öğrencilerin matematiğe ilgi duymalarını motive olmalarını ve matematiği daha iyi anlamalarını sağlayacak psikolojik hedefleri önemser (Bukova Güzel, 2016).

Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modellemeyi bağlamsal temelli bir yaklaşımla içerisinde ele alarak matematiksel modelleme problemlerini gerçek yaşamdaki bir durumu yorumlamaları ve kendileri tarafından anlamlandıkları biçimde matematikleştirebilmelerini sağladığını vurgular. Model oluşturma aktiviteleriyle zenginleştirilmiş öğrenmelerin sağlanabileceği bir ortamının oluşturulması bu yaklaşımın temel hedeflerinden biridir. Buradaki ana hedef, matematiksel kavramların gerçek hayatla olan ilişkisinden faydalanılarak öğrencilerin daha etkin bir şekilde kavramsal öğrenmeleridir. Derslerde model oluşturma uygulamaları yapan öğrenciler, kompleks ve önceki süreçlerde fark edilmeyen gerçek hayat durumlarının içerisinde gizlenmiş çok değerli matematiksel kavramlara ulaşırlar. Matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan zorlukların ortadan kaldırılması hedeflenir (Bukova Güzel, 2016).

Matematiksel modelleme çalışmalarında sosyo-eleştirel yaklaşımı temel alan araştırmalarda söz konusu gerçek yaşam durumundaki kurallar veya kabuller eleştirel bir gözle ele alınır. Örneğin salgın hastalıkların yayılma durumu, sosyal afetlerden ülkelerin etkilenme derecesi, nüfus, vergilendirme veya seçimdeki oyların dağılımı için yapılacak matematiksel modellerle ifade edilebilir. Modelleme probleminin tam çözülmesine ek olarak problemdeki varsayımların veya kuralların değişim durumu tartışılır. Sosyal düzen bağlamında gerçek hayat durumu sorgulanır. Bu doğrultuda bir karara varmak amaçlanır. Eğitimde öğrencilerin yansıtıcı söylemlerinin incelendiği ve eleştirel söylemlerinin ortaya çıkarıldığı çalışmalar bu yaklaşımı benimseyen çalışmalar olarak göze çarpar (Bukova Güzel, 2016).

Günümüzde önemine sıklıkla değinilen bir diğer perspektif olan bilişsel modellemede, modelleme sürecindeki bilişsel süreçlerin ortaya çıkarılmasını hedefler. Bir başka deyişle, bu yaklaşım modelleme problemleri çözüm sürecindeki bilişsel imgelerin ve yapıların neler olduğunu odağa alır. Gerekli bilişsel süreçlerin ortaya çıkarılmasının daha etkili bir öğretimin gerçekleştirilmesine olanak sağlayacağını düşünür. Bu sayede öğretmenler öğrencilerin hangi bilişsel süreçlerde zorlandıklarını anlayarak bu durumun üstesinden gelebilecek öğrenme ortamlarını oluşturur. Bilişsel modellemede, süreci açıklayan araştırmaların temel amacı, öğrencilerin süreçteki olası yaklaşımlarını detaylı olarak tanımlamak ve öğrencilerin varsa eksikliklerini veya karşılaştıkları zorlukları ortaya çıkarmaktır. Matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel yapılar matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesi için uygun ortamların yaratılmasında bir pusula işlevi görür (Bukova Güzel, 2016).

Matematik öğretiminde modelleme için iki temel yaklaşım bulunmaktadır (Blum ve Niss, 1991; Gabraith, 2012). Birinci yaklaşımda matematiksel modelleme “amaç” olarak görülmektedir. Bu yaklaşımda ilk olarak öğrencilere var olan soyut modeller sunulur ve gerçek yaşam problemlerinin uygulamaları yapılır. Daha çok düzey olarak lise ve üniversite ele alınan sonuç ve beceri odaklı bu yaklaşımda gerçek hayat durumları ile modelleme becerilerinin öğretilmesi amaçlanmaktadır. (Haines ve Crouch, 2001, 2007; Izard vd., 2003; Lingefjard, 2002).

İkinci yaklaşımda ise matematiksel modellemeyi “araç” olarak görmekte, bu yaklaşımda sürecin önemi vurgulanarak modellemenin öğrencilerin varolan bilgilerini geliştirerek desteklediği bir öğrenme ortamı sunmaktadır. (Lesh ve Doerr, 2003b; Gravemeijer, 2002). Matematiksel modellemenin erken dönemlerden itibaren eğitimin her düzeyinde matematik derslerinin içinde olması gerektiğini savunan bu yaklaşıma göre,

öğrencilerin kendi modellerini ortaya çıkarırken matematiksel iletişim ve sosyal becerilerin geliştirilmesi, kavramlar arası ilişkilerin kurulması, yeni kavramların da öğrenilmesi amaçlanmaktadır (Lehrer ve Schauble, 2003). Bu yaklaşıma örnek olarak Gerçekçi Matematik Eğitimi ve Model ve Modelleme Perspektifi modelleme yaklaşımları verilebilir.

Bu yaklaşımlar matematik eğitimi açısından kıyaslandığında modellemeyi amaç olarak gören birinci yaklaşımda öğrencilerin yüksek ve güçlü bir matematik bilgisi gerektiren matematiksel modelleme yapabilme beceri ve yeterlilikleri ön plandayken, ikinci yaklaşımda öğrencilerin bireysel düşünme şekilleri ve çözüm yaklaşımları daha değerlidir. Bu yaklaşımda süreç problemler ihtiyaç olarak hissettirilerek öğretilir ve öğrenme daha anlamlı hale getirilir. Bu açıdan ikinci yaklaşımın öğretimsel olarak daha kapsamlı, birinci yaklaşım uygulamalarının ise matematiksel yönden daha güçlü olduğu söylenebilir. Buradan matematiksel modellemeyi araç olarak gören ikinci yaklaşıma göre modelleme uygulamalarının sağladığı öğrenme ortamları öğrencileri öğrenme sürecine aktif bir şekilde dâhil etmektedir (Erbaş vd.,2014).

Matematiksel modelleme süreci ile ilgili sınıflamalar modelleme sürecini tanıma ve matematiksel modelleme öğretimini düzenlemede işe yarayacak sınıflamalar olup matematiksel modelleme ile ilgili kavramsal bir ayrımı anlatmamaktadırlar. Her bir yaklaşım modellemenin farklı bir yanını öne çıkarmaktadır. Öğretim etkinliklerini planlama ile ilgili Lesh vd (2000) in çalışmasında modelleme etkinliklerinde (a) Model oluşturma (b) Gerçeklik (c) Öz değerlendirme (d) Modeli açığa çıkarma (e) Modeli genelleştirme ve (f) Modeli etkili kılma gibi prensipler belirlemişlerdir. Bu ilkelerin ilkinde öğretmenin görevi öğrencilere bir yapı (model) bulmaları için ihtiyaç hissettirmesi, ikincisinde çalışmanın gerçek bir problemin çözümüne vesile olması gerektiği belirtilmiştir. Her iki ilke de seçilen sorunun doğasıyla ilgilidir. Eğer soru kararlı veya kısmi kararlı bir yapı içeriyorsa ancak gerçekleşir. Genellenebilirlik modellemenin doğasında vardır. Genellenebilirlik modelin kararlı ya da kısmi kararlılık her durumda aynı kalması ile eş anlamlıdır (Altun, 2020a).

Modellemenin bir amaç mı yoksa bir araç mı olduğu hususunda Erbaş ve diğerleri tarafından (2014) te önerilen sınıflama Altun (2020a)'de tanımladığı kararlı kararsız yapı kavramları dikkate alınarak yeniden ifade edilebilir. Üzerinde çalışılan durumda doğal bir durumun içindeki kararlı ya da kısmi kararlı bir yapıyı ortaya çıkarmak için çaba gösteriliyor ise modelleme amaç durumundadır, çünkü söz konusu yapı bu durumu açıklayan bir modelin ortaya çıkarılması ile ancak açıklanabilir. Bu bağlamda Gerçekçi Matematik Eğitiminde "matematikleştirme" süreci içinde modelleme amaçtır ve modele ulaşıldığında

matematikleştirme gerçekleşmiş olur. Örneğin geometrik dizi kavramını açıklamak için verilen bir bağlam üzerinde öğrenciler en sonunda geometrik dizinin genel terimine ulaşmakta ve "tanım" ını verebilmekteler. Burada geometrik diziyi anlatmak için üretilen $a_n=a_0.r^{n-1}$ ifadesi bir matematiksel modeldir. Modellemenin araç olarak kullanıldığı durumlar da vardır. Bağlam matematik üzerinden bir sorunu çözmek olduğunda modelleme bir araçtır. Özellikle sosyal olaylara yön vermek için yüklenen matematik üzerinden oluşturulan model söz konusu olduğunda (seçim sistemi algoritması, satış fiyatı formülü, gelir vergisi hesaplama formülü vs.) modelleme bir araçtır. Sonuç olarak matematik yapma söz konusu olduğunda bir amaç, yaşamsal olaylara düzen getirme söz konusu olduğunda bir araç, şeklinde bir sınıflama uygun görünmektedir (Altun, 2020a).

2.1.4. Matematiksel Modelleme ve Üst Bilişsel Farkındalık İlişkisi: Üstbiliş kavramı, ilk olarak Flavell (1979) tarafından bireyin kendi bilişsel süreçleri hakkında sahip olduğu bilgi olarak tanımlanmıştır. Üstbiliş, organize etme, izleme ve uyarlama gibi çeşitli stratejiler aracılığıyla düşünme süreçlerini kontrol etme ve. üstlenilen görevler veya süreçler üzerinde düşünme ve kültürlerarası etkileşimlerde gerekli olan uygun stratejileri seçme ve kullanma yeteneğidir (Flavell, 1979). Üstbiliş, başarılı öğrenmenin kritik bir bileşeni olarak kabul edilir. Kendi kendini düzenlemeyi ve güçlü, zayıf yönleri ve oluşturduğunuz strateji türlerini kendi kendine yansıtmayı içerir. Schneider ve Artelt (2010) üstbilişi; insanların kendi bilgi işleme becerilerinin yanı sıra bilişsel görevlerin doğası ve bu tür görevlerle başa çıkma stratejileri hakkındaki bilgileri ile kişinin kendi bilişsel faaliyetlerini izleme ve öz düzenlemeyle ilgili yönetici becerilerini de içeren bir yeterlik olarak tanımlamıştır.

Üstbilişsel stratejilerin uygulanması, yalnızca süreçler değil, etkili ve hedef odaklı modellemeye olanak sağlamalı, aynı zamanda zorlukların belirlenmesine ve üstesinden gelinmesine de yardımcı olmalıdır (Stillman, 2004). Üstbilişsel davranış durumsal olarak etkilenebilir. Örneğin, modelleme problemleri durumunda algılanan zorluk, kendi başına bir model oluşturma gereksinimini içeren problem ve gerektirdiği yönleri belirlemek, üstbilişsel stratejilerin kullanımını etkileyebilir (Stillman, 2004; Weinert, 1984). Ayrıca öğretmen müdahaleleri, üstbilişsel stratejilerin uygulanmasına veya stratejilerin uygulanmasını etkileyebilir (Stender, 2016).

Literatür incelendiğinde üst biliş kavramının farklı boyutlarda ele alındığı, fakat sonuç olarak bilgi ve düzenleme şeklinde iki boyutta değerlendirildiği görülmüştür. (Akın, 2006; Brown, 1987; Mazzoni ve Nelson, 1998; Nelson ve Narens, 1990).

Modelleme sürecinde üst bilişsel faaliyetlerin bulunması öğretime nitelik kazandırma bakımından önemlidir. Üstbilişsel yeterlikler, uzun zamandır genel eğitim ve eğitim psikolojisinde büyük ilgi görmüştür. Mantıksal ve matematiksel sistemlerin kullanılmasının yanında modelleme sürecinde duygular, sezgiler ve üst bilişsel süreçler de kullanabilir (Doerr ve Lesh, 2011; Lesh ve Yoon, 2007). Son yıllarda, özellikle matematik öğretiminde üstbilişsel yeterlikler konusu ve modelleme süreçlerindeki rolü büyük önem kazanmıştır. Maaß (2006), üstbilişsel yeterlikleri modelleme yeterliklerinin bir alt yeterliği başka bir ifade ile modelleme basamaklarını çıkabilmenin yanında, matematiksel muhakeme yeterliği ve üstbilişsel modellemeyi de içerdiğini ifade ederken; Stillman (2011), modelleme sürecindeki üstbilişsel engellere ve bunların nasıl üstesinden gelineceği sorusuna odaklanmaktadır.Bir modelleme sürecinin sonucunun, öğretmen ve öğrencilerin bir dahaki çalışmalarında referans alabilecekleri matematiksel çabaların bir sonucu olduğunu ve bu sonucun üstbilişsel düşünme için çok önemli olduğunu belirtmektedir (Confrey ve Maloney, 2007).

Öğrencilerin modelleme performansı veya modelleme yeterliklerinin gelişimi ile üstbilişsel stratejilerin kullanımı arasındaki ilişkiyi deneysel olarak inceleyen az sayıda çalışma vardır. Alan yazında, matematiksel modelleme sürecindeki üst bilişsel eylemlere ilişkin çalışmalar bulunmaktadır (Çakmak Gürel, 2018; Deniz, 2017; Galbraith ve Stillman, 2006; Hıdıroğlu, 2015; Hıdıroğlu ve Bukova, 2016; Hidayat vd., 2018; Maaß, 2006; Magiera ve Zawojewski, 2011; Panaoura vd., 2009; Schukajlow ve Leiß, 2011; Stillman, 2011; Vorhölter, Kruger ve Wendt, 2019).

Galbraith ve Stillman (2006), yaptıkları araştırmada öğrencilerin modelleme sürecindeki üstbilişsel farkındalıklarını ve bu süreçte hangi zorluklarla karşılaştıkları belirlemeye çalışmıştır. Araştırma sonucunda modelleme sürecinde karşılaşılan engeller ve bu engellerden yola çıkarak, modelleme sürecinin, döngüsel bir süreç olduğu sonucuna dikkat çekmişlerdir.

Maaß (2006) çalışmasında, modelleme ile üst biliş bilgisi arasında bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Modelleme performansı yüksek olan bireylerin yine yüksek düzeyde üst biliş bilgisine sahip olduğu ve üst bilişin modelleme sürecinde önemli bir araç olduğunu savunmuştur. Ayrıca bu süreçte ortaya çıkan üst bilişsel eylemlerin aynı zamanda problem çözmeye ilişkin yeterlikleri de ortaya çıkarmada etkili olduğuna vurgu yapmıştır.

Panaoura ve diğerleri (2009) çalışmalarında bir program geliştirerek bunu web sayfasında kullanılabilecek bir problem çözme yöntemi şeklinde sunmuşlar ve bu yöntem ile

11 yaş grubu öğrencilerin matematik derslerindeki öz düzenlemelerine yönelik kendi gösterimlerini geliştirilmelerini incelemiştir.

Stillman (2011), lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde yansıtıcı üst bilişsel etkinliklerine yönelik araştırmasının sonucunda, bu yeterliklerinin geliştirilmesi için modelleme uygulamalarının başarılı sonuçlara ulaşmasının yanında aynı zamanda bilişsel etkinliklerin modelleme sürecine uygun ilerletilmesini gerektiğinie vurgu yapılmıştır.

Schukajlow ve Leiss (2011), öğrencilerin üstbilişsel yeterliklerinin modelleme sürecine etkisini incelemişler ve sonuç olarak matematiksel modelleme yeterliği arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Benzer şekilde yapılan bir çalışmada, Schukajlow ve Krug (2013) çoklu çözüm geliştirmenin öğrencilerin planlama ve izleme faaliyetleri üzerindeki olumlu etkisini analiz etmiştir.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel (2015) çalışmalarında ortaöğretim matematik öğretmen adaylarıyla, matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkabilecek üst bilişsel yapıları teknoloji destekli bir ortamda incelemişlerdir. Çalışma sonucunda, bu süreçte üst bilişsel eylemlerin birbirlerini etkilediği ve bilişsel hareketleri düzenlediği belirlenmiştir. Hıdıroğlu ve Bukova Güzel'in 2016 yılında yaptıkları başka bir çalışmada ise öğretmen adaylarının modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişleri belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda incelenen boyutlar içerisinde en çok "planlama" en düşük ise "tahmin" boyutuna ait eylemler ile karşılaşıldığı tespit edilmiştir.

Deniz (2017), lise öğrencilerinin üst biliş stratejilerini kullanma farkındalıklarının model oluşturma uygulanmalarından önce ve sonraki değişimi incelemiştir. Elde sonuçlara göre, lise öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin üst bilişsel farkındalık düzeylerinde bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir.

Çakmak Gürel (2018), ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin bilişsel süreçlerini inceledikleri araştırmalarında uygulamalara katılan öğretemen adayların büyük kısmının matematiksel model aşamasına geçebildiği, katılmayan öğretmen adayların ise matematiksel model aşamasına geçemediği belirlenmiştir.

Hidayat ve diğerleri (2018), matematiksel modelleme ve modelleme yeterlikleri ile üst biliş arasındaki bağlantıyı incelemiştir. Araştırmacılar anket kullanarak farkındalık, bilişsel strateji, palnlama ve kendi kendine kontrol şeklinde dört boyutu inceleyen bir çalışma yapmışlar ve planlama hariç diğer boyutlarda yüksek korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Vorhölter ve diğerleri (2019), öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliklerinde üst bilişsel algılarını incelemiş ve öğrenciler üstbiliş stratejilerini kullanmanın gerekliliğini

fark ettikleri, gerçek bir problemi matematiksel bir modele aktarmayı öğrendikleri, yani görev gereksinimleri ve stratejileri hakkında üstbilişsel bilgiye ulaştıkları, modelleme süreçleriyle ilgili eleştirel bir tutum geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Genel olarak üstbiliş ve matematiksel öğrenmeye ilişkin deneysel bulgulara ve üstbilişin problem çözme süreçlerindeki rolüne bakıldığında, üstbilişin rolü belirsiz bir şekilde ifade edilmektedir. Schneider ve Artelt (2010), matematik eğitiminde üstbiliş üzerine önceki kırk yılda kuramsal ve deneysel çalışmalara genel bakışlarında, matematik eğitiminde üstbilişin önemini vurgulamışlardır. Sadece üstbiliş ve matematiksel performans arasındaki pozitif ilişkiye kanıt veren farklı çalışmaların sonuçlarını özetlemekle kalmadılar; ama aynı zamanda öğrencilerin üstbilişini ve matematiksel performansını geliştirmede başarılı olan müdahale çalışmalarından elde edilen bulguları da sundular. Aksine, Lesh ve Zawojewski (2007), problem çözme süreçlerinde üstbiliş üzerine yapılan araştırmalara genel bir bakış verirken, performans gelişiminin üstbilişten mi yoksa öğrencilerin matematik kavramlarını daha iyi veya farklı şekilde öğrenmesinden mi kaynaklandığını sorgulamışlar ve buna ek olarak, üstbilişin (veya öğretmenlerin üstbilişi kullanma isteğinin) yardımcı olmaktan çok engelleyici olabileceği örnekler vermişlerdir.

Blum'a (2011) göre, “meta-bilişsel etkinliklerin sadece yardımcı olmakla kalmayıp, aynı zamanda modelleme yeterliğinin geliştirilmesi için gerekli olduğuna dair birçok gösterge vardır”. Örneğin, modelleme süreçlerinde üstbilişin ilgisi, Stillman ve arkadaşlarının (2007) ilgili çalışmaları tarafından vurgulanmaktadır Özellikle modelleme süreciyle ilgili meta-bilginin tamamen eksikliği (veya çok düşük düzeyde), modelleme görevleriyle uğraşırken önemli sorunlara neden olabilir. Modelleme görevlerini yerine getirirken bilişsel engellerin çözülmesinde olduğu gibi modelleme sürecinin çeşitli aşamaları arasındaki geçişlerde de problemler ortaya çıkmaktadır (Maaß, 2006; Stillman, 2011). Bu tür zorlukların üstesinden gelmek için modelleme döngüsü bir üstbilişsel araç olarak kullanılabilir (Blum, 2011a; Blum, 2015b). Bunun aksine, Schukaljow ve Leiss (2011), yaptıkları araştırmada bir yandan bilişsel ve üstbilişsel kendi kendine bildirilen stratejiler (genel olarak veya göreve yönelik) ile diğer yandan matematiksel modelleme yeterliliği arasında anlamlı bir ilişki bulamamıştır.

Deneysel araştırmalar (Cohors-Fresenborg vd., 2010) ayrıca, özellikle üstbilişin prosedürel yönlerinin öğrenme başarısı üzerinde önemli bir etkili olduğunu; bu sebeble, bildirimsel meta-bilgi yerine prosedürel üstbilişin geliştirilmesine odaklanması önerilmektedir. Schoenfeld (1992) ve Verschaffel'in (1999) işaret ettiği gibi, karmaşık görevlerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için özellikle çözüm sürecinin planlanması

şarttır. Mevarech ve Kramarski (1997), karmaşık bir görev üzerinde çalışırken öğrencilerin üstbilişsel soruları karşılıklı olarak sorup yanıtlamasının matematiksel performansı ve aynı zamanda üstbilişsel yeterlikleri geliştirebileceğini belirtmektedir. Bu bulgu, Goos'un (1998) sonucuyla doğrulanmaktadır: işbirlikçi etkileşimler üstbilişsel faydalar sağlar. Öğretmenin uyarlamalı desteği, öğrencileri bir üst düzeye getirmek için vazgeçilmezdir. Bu nedenle, stratejik müdahaleler önemlidir (Blum, 2011; Kaiser ve Stender, 2013). Modelleme sürecini planlamak, izlemek ve düzenlemekle ilgili yalnızca üstbilişsel stratejiler, modelleme problemlerinin çözümü için büyük önem taşımaktadır; aynı zamanda Blum (2015), bilgi ve becerileri bir görevden diğerine aktarmak için kişinin kendi faaliyetleri üzerine düşünmesinin çok önemli olduğuna işaret etmektedir.

Üstbilişsel stratejilerin modelleme performansı üzerindeki etkisinin deneysel değerlendirmesi henüz başlangıç aşamasındadır ve kullanılan kavramsallaştırma ve ölçme araçlarına büyük ölçüde bağlıdır.Bununla birlikte, araştırmalarda belgelenen modelleme süreçlerinin sayısız gözleminden dolayı, üstbilişsel stratejilerin sadece modelleme problemlerinin hedefe yönelik işlenmesi için gerekli olmadığı, aynı zamanda modelleme yetkinliklerinin gelişimini de etkilediği düzenli olarak varsayılmaktadır (Blum, 2011).

2.2. Mühendislik Eğitimi

Mühendislik eğitimi, “alanına temel bilgi ve becerilerle donatılmış, alanında derinlik kadar çeşitli konularda genişlik kazanmış, analiz, sentez ve tasarım yapabilen, farklı dillerde yazılı ve sözlü ifade becerisine sahip, yaşam boyu öğrenme alışkanlığı kazanmış bireyler yetiştirme” olarak tanımlanmaktadır (Ertepınar, 2000). Mühendislik eğitiminde temel amaç, toplumun bugünün ve yarının ihtiyaçlarına çözüm üretebilecek niteliklere sahip elemanlar yetiştirilmesidir. Söz konusu eğitim süreci de uygulamaya paralel olmalıdır. Çağdaş mühendislik eğitiminde, mühendis adayına sadece teknik bilgi vermenin yeterli olmadığı düşünülmektedir. İçinde bulunduğumuz teknoloji toplumunun eğitim yaklaşımı; sadece teknik problemleri çözme becerisine sahip mühendisler yetiştirmek yerine, problemi tüm hatlarıyla kavrayabilen mühendisler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Mühendislik eğitimi, mühendis adaylarına geniş bir bakış açısı kazandırmalı ve temel sorunları ortaya çıkarmayı sağlamalıdır. Bu sebeble, çağdaş mühendislik eğitiminin temel amacı mühendislik esaslarını ve öğrenmeyi öğretmektir (Baran ve Kahraman, 2004). Mühendislik, incelenen durumun mercek altına alınarak problemin fiziksel mekanizmasının açığa çıkarılması ve gelişen teknolojininde katkısıyla orjinal çalışmaların yapılmasına dayanır (Ünverdi ve Ünverdi, 1999).

Ertepınar (2000), alanında temel bilgi ve becerilerle donanmış, farklı konularda uzmanlaşmış, İngilizce ve Türkçe çözümleme, sentez, tasarım, yazılı ve sözlü anlatım becerisine sahip, yaşamları boyunca öğrenme alışkanlığını kazanmış mühendislerin yetiştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu sebeple mühendis adaylarının, mühendisliğin temel ilkelerini kavramalarına yardımcı olacak ve onları daha özel bilgi edinme becerileri ile donatacak daha derin ve genel bir yaklaşıma ihtiyaç vardır (Anahtarcı, 2003).

Mühendislik eğitiminde, ne anlatılacağı kadar nasıl anlatılacağına da odaklanmak önem taşımaktadır. Geleneksel yöntemler, sadece öğretim üyeleri tarafından anlatım şeklinde olduğundan, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirme, yaratıcı ve eleştirel düşünmeyi gerektirme ve öğrencileri mesleki yaşamlarında karşılaşacakları problemlere hazırlama noktasında bir takım sınırlılıklar içermektedir. Geleneksel yönteme göre bariz avantajları olan yaklaşımlar vardır. Bunlardan ikisi "problem temelli öğretim" ve "işbirlikli öğretim" yaklaşımlarıdır. Probleme dayalı öğretim, öğrencilere kavramları göstermek için karmaşık gerçek dünya problemleri kullanan bir öğretim yaklaşımıdır. İşbirlikli öğretim yaklaşımı, bireysel ve rekabete temelli öğretime göre üstünlüğü ispat edilmiş, öğrencilerin takım halinde ve birbirlerinden öğrenmelerine olanak sağlayan bir yaklaşımdır. Bu yaklaşımlar geleneksel yöntemlere göre; öğrenme, kişiler arası iletişim ve yazma yeteneğini çoğaltma ve takım çalışmasının faydaları konusunda farkındalık yaratma açısından üstündür (Evren, 1999).

21.yüzyılda bilim ve teknolojideki yaşanan gelişmeler sonucunda üretim ve buna bağlı olarak teknolojik uygulamalar artmıştır. Bu sebeble, ihtiyaç duyulan mühendis sayısı ve çeşitililiği de bu büyümeye paralel çoğalmıştır. Günümüzde mühendislik programları hazırlanırken, ülkenin ihtiyaçları temel alındığından, ülkelerde değişik yapılar meydana gelmiştir. Lisans eğitiminin farklı ülkelerde 3 ile 5 yıl gibi değişik sürelerde tamamlanmasına ilave olarak, Almanya vb üretim geleneği olan ülkelerde mühendis adayının mühendislik eğitimi sırasında veya sonrasında pratik eğitimde görmüş olması istenmektedir. Genel olarsak lisans seviyesinde mühendislik eğitiminin dört aşaması vardır. Bu aşamalar:

1. Matematik, fizik, kimya dersleri
2. Temel mühendislik bilimleri
3. Her mühendislik için kendine özgü mesleki bilgiler
4. İleri mesleki bilgiler ve uygulamalar

Sanayi ve endüstride yaşanan gelişmeler nedeniyle, mühendislik programlarının çoğunda ekonomi ve işletme ile ilgili dersler bulunmaktadır. Yurtdışında mühendislerin

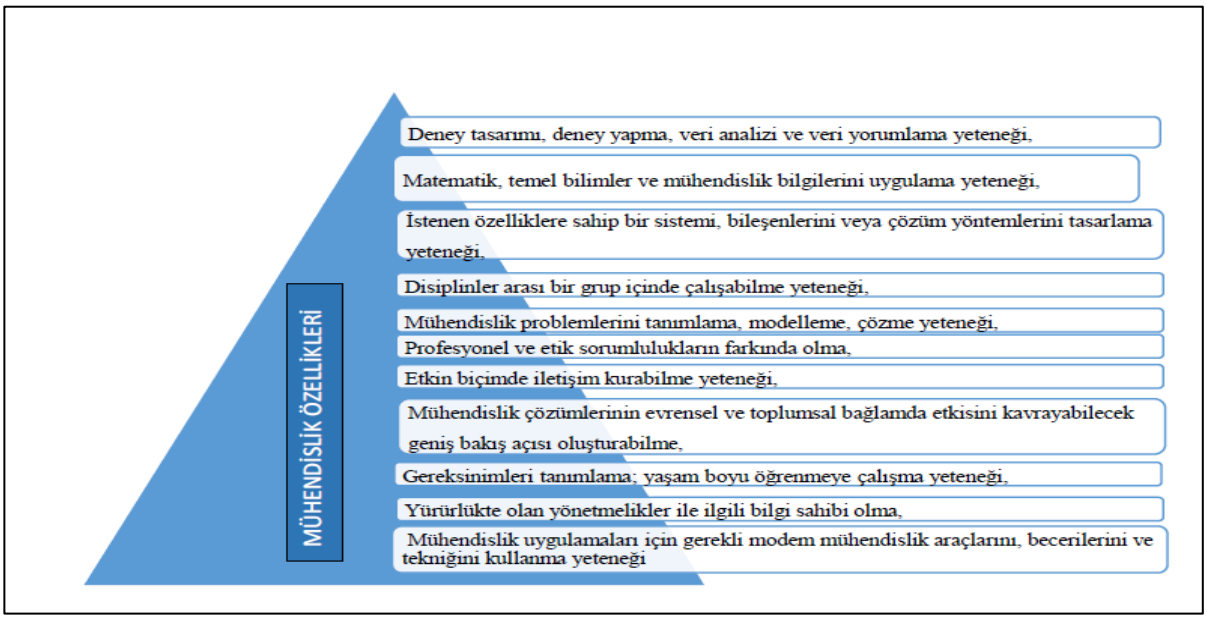
eğitiminde mühendisliğin kendine özgü ve ileri mesleki bilgiler ve uygulamalar içeren uygulama ağırlıklı işleyen farklı bir diploma veren mühendislik programları mevcuttur. Mühendislik programlarının sayılarının ve türlerinin artmasına ragmen eğitimin kalitesi için aynı şeyleri söylemek mümkün değildir Ülkemizdeki mühendislik programları tamamı 4 yıllıktır ve içerik bakımından birbirlerine benzemektedir. Benzer mühendislik dalında, ana konularda mühendislerin benzer eğitimi almaları, fakat eğitimin ilerleyen dönemlerinde o alana özgü mesleki bilgiler ve uygulamalar içeren bir eğitim görmeleri gerekmektedir (EMO, 2004).

Ülkemizdeki durum birkaç yönden diğer ülkelerdeki mühendislik eğitiminden farklılıklar göstermektedir. Bunun nedenleri; mühendislik eğitim programlarının hazırlanmasında endüstrinin ihtiyaçları göz ardı edilmesi ve işbirliği eksikliği, farklı mühendislik programları açılırken sektörün değil, siyasi baskı ve bireysel sebeblerin baskın olması, programların içeriği hazırlanırken ülkemizin kültürel, ekonomik, sosyal yapıyı hesaba katmadan yurt dışı üniversitelerin mühendislik programlarının direk kopyalanarak veya benzetilerek hazırlanması olarak görülmektedir (Çetin, 2003).

Teknoloji hızla değiştikçe mühendislik eğitiminin de bu değişime ayak uydurması gerekmektedir. Dünya çapında mezun mühendisler arasındaki farklılığı azaltmayı amaçlayan Accreditation Board for Engineering and Technology(ABET) ise, mühendislik eğitimi veren programların geliştirmesi ve bir mühendiste olması gerekli şartları Şekil 16 gibi tanımlamıştır.

Şekil 16

Mühendislerin Sahip Olması Gereken Özellikler (ABET, 2012)



Mühendislik eğitim programlarında dikkat edilmesi gereken hususlardan birisi de, genel ve spesifik olarak verilecek olan mühendislik eğitiminin içeriğinin oluşturulmasıdır. Kişiye tüm yaşamı boyunca yeterli bilgi sağlanamayacağı için, işe çabuk uyum sağlayabilecek bilgi ve pratik becerilerle donatılması gerekir (Gençoğlu ve Gençoğlu, 2005).

2.2.1. Mühendislik ve Matematik: Mühendislik; "matematik ve temel bilimler alanında eğitim ve deneyimlerden elde edilen bilgilerin kullanılması, doğadaki malzemeleri yapılara, makinelere, ürünlere ve süreçlere en verimli dönüştürülmesi" yönünde faaliyetlere odaklanan meslek dalıdır. Matematiğin ürettiği bilgi mühendislikte beceriye dönüştürülür. Bu ifade ile temel bilimler mühendisliğin altyapısını oluşturur. Temel bilimlere yeterince önem verilmemesi veya olmaması toplumu ileri teknolojiye kavuşmaktan mahrum bırakır. Nitelikli ve yetkin mühendisliğin ön ve sürekli eğitimi her ülke için büyük önem taşımaktadır ve eğitim seviyesi, şekli ve mühendis türü ne olursa olsun matematik bu eğitimde önemli bir rol oynamaktadır.

Mühendislik eğitiminde temel bilimlerin özellikle de fizik ve matematiğin yeri oldukça önemlidir. Mesleki derslerin içeriklerinde yoğun olarak kullanılan matematiksel yöntemler, fizik alanı konuları, mühendislik mesleki derslerinin öğrenciler tarafından anlaşılabilmesi için verilmesi gereken önemli konulardır (EMO, 2016).

Kirschenman ve Brenner (2010) mühendisliği, "matematik ve bilimlerin toplumun kullanımına yönelik projelerin inşası ve tasarımına uygulanması" olarak tanımlamaktadır. Matematik, sistemler hakkında bilgi elde etmek için analiz yapmaya yönelik araçların yanı sıra rasyonel düşünme konusunda eğitim sağlar. Bununla birlikte, matematiğin mühendislikteki rolü, özellikle mühendislik derecelerindeki öğrencileri çekmek ve elde tutmakla ilgili problemler vardır (Mustoe ve Walker, 1970).

Matematik, üniversite matematik eğitiminde temel bir derstir ve öğrenciler matematik ile ilgili kavramları anlamalı ve bunları uygulamaya koyabilmelidir. Mühendislik öğrencileri için matematik, profesyonel gelişimleri ve gelecekteki kariyerleri için daha da önemlidir. Buna ek olarak temel bilim dersleri özellikle de matematik, öğrencilerin analitik düşünme kabiliyetlerini geliştirerek gerçek bir mühendis olma yolunda ilk adımı atmalarını sağlar. Bu bağlamda temel bilim dersleri mühendislik eğitiminin ilk yıllarında olması zorunlu derslerdir. Mühendislik mesleğinin uygulanması açısından bakıldığında ise, temel bilimlerde eksiği olan mühendislerin gerçek anlamda mühendislik yapmaları pek beklenemez, bu tür mühendisler daha çok o mesleğin pratik uygulama becerilerine sahip teknik elemandan öteye geçemezler (EMO, 2016).

Matematik, mühendislik programlarında önemli bir konudur ancak matematiğin mesleki kullanımından farklı olarak sınıfta nasıl kullanıldığı arasındaki farklılıklar öğrenciler için zorluklar oluşturabilir (Kent ve Noss, 2000). Bir mühendis için matematik, beceri ve tekniklerin temelinden daha fazlasını sağlar; mühendislik dünyalarını tanımlamak için bir dil oluşturur. Ancak bu, geniş bir seçim alanı sağlar ve ayrıntıların daha kesin bir şekilde çizilmesi gerekir (Wake, 2014). Mühendislik programlarının kendi içindeki matematik ve mesleki dersler arasında da bir kopukluk vardır. Mühendislik programlarında, zorunlu matematik dersleri (matematik, doğrusal cebir veya diferansiyel denklemler gibi) genellikle mesleki derslerden ayrı olarak öğretilir. Bu nedenle sonuç, derslerin içeriği genellikle mühendislik uygulamalarından koparılır (Gonzalez-Martin ve Hernandes-Gomez, 2020). Wood (2008) mühendislikteki son sınıf öğrencileri için matematik derslerinde öğrendikleri ile mesleki uygulamalarındaki uygulamaları arasındaki bağlantının genellikle belirsiz olduğunu bildirmiştir. Bu bakış açısı, Wood'un (2008) çalışmasındaki bir öğrencinin matematik "mühendisliği olduğundan daha zor hale getirmek için tasarlanmış bir kurs dizisidir" şeklindeki olumsuz tutum ifadesinde açıkça görülmektedir. Flegg ve diğerleri (2012) benzer şekilde mühendislik öğrencilerinin matematik öğrenmenin gelecekteki kariyerleriyle ve hatta üniversite dersleriyle ilgisini görmediklerini belirtmiştir. Nathan ve diğerleri (2010), öğrencilerin matematiksel kavramlar ve belirli bir mühendislik konusu arasında açık bağlantılar kurabilirlerse, matematikle ilgili kavramsal anlayışlarını bir mühendislik etkinliğine başarıyla aktarmanın daha olası olduğunu savunmaktadır.

Alpers (2010), mühendislik eğitiminde matematiğin iki ana hedefi olduğunu belirtmektedir: Öğrencilerin uygulama konularında kullanılan matematiksel kavramları, modelleri ve prosedürleri anlamasını, kurmasını ve kullanmasını sağlamalı ve öğrencilere gelecekteki profesyonel yaşamları için sağlam bir matematiksel temel oluşturmalıdır.

"Mühendislik öğrencileri matematiği mühendislik projelerinde nasıl kullanırlar?" sorusunu ele almaya başlamak için önce matematik olarak neyin sayılacağını düşünmek önemlidir. Birey ilk olarak "matematiğin" türevler, integraller veya trigonometrik fonksiyonlar gibi belirli içerik bilgisiyle eşdeğer olmasını bekleyebilir; uzman matematikçiler matematikten bahsederken bile, genellikle matematiğin ürününe atıfta bulunurlar (Schoenfeld, 1994). Mühendislik eğitimcileri, matematiğin, sistemlerin tasarlanması ve geliştirilmesinde (Moussavi, 1998), "bilgi temsilinin bir aracı" (Fadali vd., 2004) ve becerinin geliştirilmesinde öğrenciler için hem önemli hem de yararlı olduğunu varsaymaktadır.

Snyder (1912) matematikçilerin ve mühendislerin matematiğe yaklaşımlarındaki farklılıkları tespit etmiştir. Matematikçilerin mühendisliğe esas olarak bilimsel bakış açısıyla baktıklarını ve öncelikle matematiğin mühendislik uygulamaları, teorilerin inşası ve faydalı kuralların çerçevelenmesi üzerindeki etkisiyle ilgilendiklerini, mühendislerin ise, matematik bilgisiyle iyi donatılmış olsalar bile, öncelikle verimli ve dayanıklı işlerin tasarımına ve inşasına adadıklarını; ana hedeflerinin, mümkün olan en iyi verimlilik ve ekonomi ilişkisini sağlamak ve böylece pratik ve ticari başarıya ulaşmak olduğunu ifade etmiştir.

Mühendislik bir yaratıcılık ve yenilik alanı olmasına rağmen, Avrupa Mühendislik Eğitimi Dergisi'nde (Bringslid vd., 2007; Markes,2006; Martin vd., 2005) matematik üzerine yapılan çalışmalar, öğretim yöntemlerinden veya daha genel bir matematik fikrinden ziyade matematik müfredatının içeriğini vurgulama eğilimindedir. Kent ve Noss (2003), İngiltere'deki bir mühendislik firmasında yaptıkları ayrıntılı vaka çalışmasında, matematiksel modelleme ve matematiksel kavramların (yüksek dereceli) kapsamlı bir şekilde kullanıldığını ve bilgi işlem araçlarının geniş bir şekilde kullanıldığını belirtmişlerdir. Ayrıca, mezunların matematiksel fikirleri açıklama konusunda yetersiz eğitildiklerini bulmuşlardır. Öğrenci görüşlerini dikkate alan Hult ve diğerleri (2003) birçok mühendislik dersinin profesyonel alanla iyi bir şekilde bağlantılı olmadığını ve öğrencilerin derslerini yetersiz olarak algıladıkları sonucu rapor etmişlerdir.

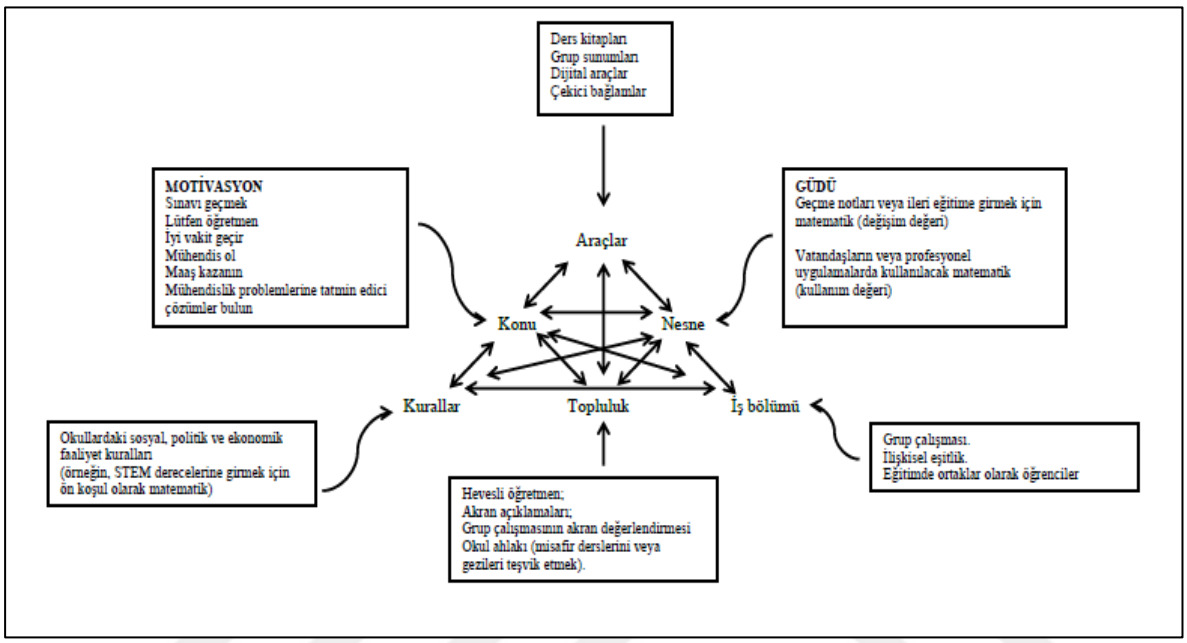
Mühendislik programı öğrencilerinin matematik becerileri son yıllarda görünüşte azaldığı, teknoloji çalışmalarında artan rolünün yanı sıra kavramsal anlama yerine matematiğin uygulanmasına odaklanmanın artması nedeniyle, mühendislik öğrencilerinin, temel cebirsel ve sayısal analizlerde bile daha fazla zorluk yaşadıkları görülmektedir (Flegg vd., 2012). Bununla birlikte, bu aynı öğrenciler hala iyi mühendislik dereceleri ile mezun olarak ve endüstride veya araştırmada çalışmaya başlamaktadır. 1997 ve 1990'da belirli bir üniversitede mühendislik öğrencilerin matematik performanslarını karşılaştıran bir çalışma, 1997'de ortalama notu olan öğrencilerin 1990'da çok düşük notlara sahip öğrenciler kadar kötü performans gösterdiğini ortaya koymuştur (Bowen vd., 2008). Mustoe (2002) çoğu zaman öğrenciler matematiği pratik bir şekilde değil, daha çok teorik olarak öğrenerek, matematik uygulamalarına odaklanmadığı ve matematiği kullanırken mesleki anlamda sorunlar yaşanabileceğini belirtmiştir.

Mühendislerin matematikteki çok çeşitli konuları ve yaklaşımları anlamaları gerekir. Günümüzde bu konular, matematik ve diğer birçok mühendislik konularının içindeki kavramları, ilkeleri, yöntemleri ve işlemleri içermektedir. Bir alan olarak uygulamalı

matematik ve özellikle matematiksel modelleme süreci, sürekli teknolojik devrim nedeniyle genişletilebilecek, geliştirilebilecek ve gelecekte daha da önemli olabilecek mühendis adayları için matematiksel müfredatın parçalarıdır (Huang, 2011).

Şekil 17

Mühendislik Eğitiminde "Matematik Yapmanın" Özellikleri ve Ilgili Unsurlar (Hernandes-Martinez ve Vos, 2018)



Şekil 17'deki etkinlik sistemi, "matematik yapmayı" alakalı hale getirebilecek unsurları örneklemektedir. Öğrencilerin gelecekteki mesleki uygulamalarından bazı unsurlar matematiksel modelleme görevlerinde kullanılabilir.

2.2.2. Matematiksel Modellemenin Mühendislik İçindeki Yeri: Analitik problem çözme becerileri hem mühendislik hem de mühendislik eğitimin temelidir. Daha spesifik olarak, matematiksel modelleme becerileri, mühendislerin işyerinde yaygın olarak kullandıkları kritik problem çözme becerileridir (Gainsburg, 2006).

Modelleme, tasarım sürecinde fiziksel prototiplerin pahalı ve zaman alıcı testlerinden kaçınmak, test edilmesi gereken fiziksel modeller yelpazesini yönlendirmek, başarısız olabilecek tasarımları elemek, bileşenlerin aşırı tasarımından kaçınmak, bir cihazın olası performans aralığını araştırmak ve birçok unsurdan oluşan bir cihazın arıza oranlarını tahmin etmek gibi birçok şekilde kullanılabilir. Modelleme süreci mühendislik için temel bir araç olduğundan, öğretimi, mühendislik öğrencileri için verimli öğrenme deneyimleri oluşturmada kanıta dayalı araştırma ve bu deneyimlerin öğrenci öğrenimi üzerindeki etkinliğini gerektirir. Öğrencileri gerçekten karmaşık problem çözme ile meşgul eden gerçekçi öğrenme

deneyimleri yaratmak, birden fazla disiplinden alınan fikir ve prosedürlerin entegrasyonunu gerektirir (Lesh ve Fennewald, 2013). Karmaşık problem çözme deneyimleri tasarlama süreci, mühendislik bilimi ve tasarım öğretimi için geleneksel yöntemlerin ötesine geçmeyi gerektirir (Diefes-Dux vd.,2004). Bu nedenle, matematiksel modelleme, mühendislik gibi, herhangi bir bireysel dersin veya alanın kapsamını aşan disiplinler arası bir uygulamadır. Matematiksel modelleme, mühendislerin ihtiyaç duyduğu karmaşık ve eksik tanımlanmış sistemlerin çoğuna hitap edebileceğinden, eğitimcilerin mühendislik sınıfında ihtiyaç duyulan çok çeşitli eğitim hedeflerini ele almaları için yararlı bir araç olabilir. Bu nedenle, mühendislik alanı matematiksel modelleme tekniklerini kullanarak her zamankinden çok daha geniş bir bilgi tabanını öğretmek için konumlandırılmıştır (Katehi vd., 2004).

Bununla birlikte, matematiksel modelleme kavramlarının öğretilmesinin yeterliğine ek olarak, matematiksel modelleme faaliyetlerinin mühendislik eğitimi sınıfı için kritik parçalar haline gelme sıklığıdır. Daha gerçekçi ve açık uçlu olan sorunlar, üniversite içindeki tüm disiplinlerde ve düzeylerde çok daha sık ortaya çıkmaktadır (Rodgers vd.,2014). Modelleme problemleri genellikle otantik ve gerçekçi açık uçlu problemler olmaktan yararlanır. Bu sorunlar ve faaliyetler daha sık ortaya çıktığında, bu problemlerin başarısının belirlenmesinde öğrencilerin yaklaşımı ve öğrenmesi ile eğitmenlerin bu materyalleri değerlendirmeleri önemli kriterler haline gelmektedir. Daha önce de görüldüğü gibi, modelleme problemlerinin çoğunun geniş kapsamı göz önüne alındığında, bu faaliyetlerin değerlendirilmesi daha zor hale gelmektedir. Değerlendirme daha geniş hale geldiğinden, eğitmenden daha fazla yoruma ihtiyaç duyulmaktadır, bu da eğitmenin öğrencilere daha açık uçlu geri bildirim veya meraklı geri bildirim vermesi gerektiğine yol açmaktadır (Diefes-Dux vd.,2012). Modelleme problemleri gibi açık uçlu problemler doğası gereği, bir öğrencinin üzerine inebileceği sonsuz tepkiler nedeniyle öğrenci çözümünün yorumlanmasını gerektirir. Bu, birden fazla etki yaratır; bunların en büyüğü, bazı açık uçlu problemlerde bu alıştırmaların değerlendirilmesinde yüksek derecede değişkenlik olabileceğidir. Buna karşılık, eğitmenlerin hem öğretim düzeyinden uygulanabilir hem de yapıcı olan bu etkinlikleri mühendislik öğrencisinin genel öğrenimine nasıl uygun bir şekilde değerlendirmeleri gerektiği sorusu sorulabilir (Lyon ve Magana, 2020).

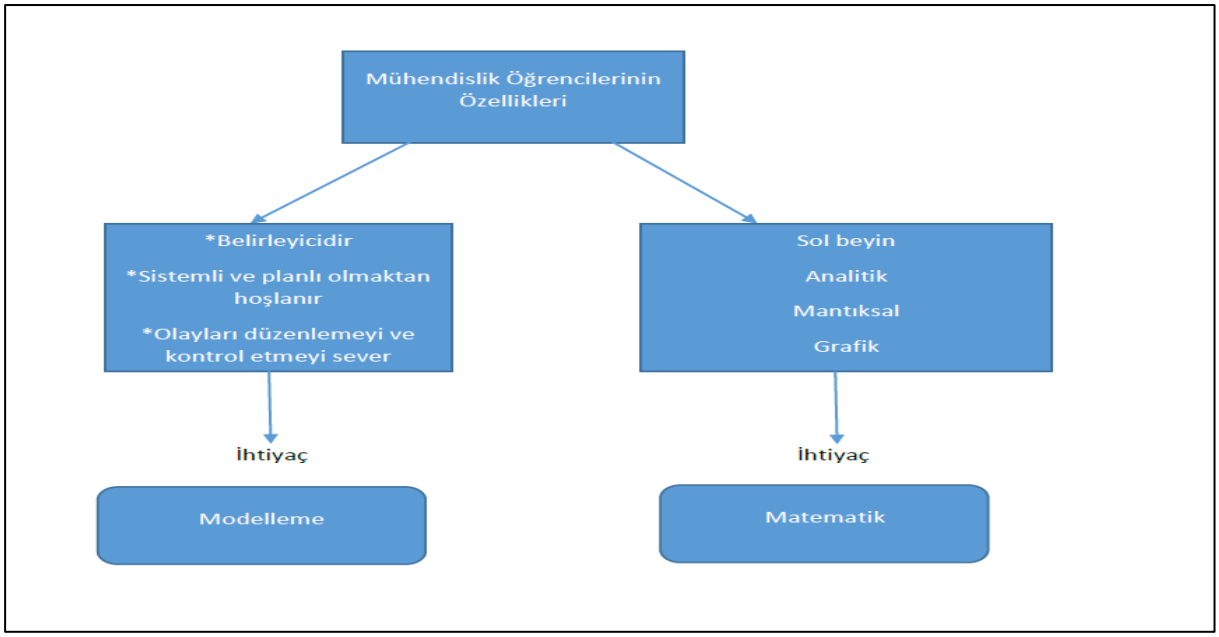
Mühendislik eğitimindeki birçok araştırmacı matematiksel modellemenin mühendislik eğitiminin önemli bir yönü olduğu konusunda hemfikirdir (Duka ve Zeidmane,2012; Hernandez-Martinez ve Vos, 2017; Huang, 2011). Mühendislik, matematiksel modellerin kullanımıyla güçlü bir şekilde bağlantılı bir alandır. Son yıllarda uygulamalı matematik,

mühendislik, nanoteknoloji, ekonomi ve biyoloji gibi diğer disiplinlerde giderek daha önemli bir rol oynamaktadır. Pek çok matematik eğitmeni ve mühendislik eğitimi araştırmacısı, bu uygulamanın, öğrencilere okul matematiğinin dışında kullanmaları için ek araçlar sunarak ve onları sınıf dışında gerçek hayat matematiğine maruz bırakarak uygulama becerilerinin geliştirilmesi gerektiğine inanmaktadır (Blum ve Niss, 1991; Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Sole, 2013; Huang, 2018).

Son yirmi yılda araştırmacılar, mühendislerin işlerinde yaptıkları matematiksel düşünme ve problem çözme faaliyetlerinin doğasını araştırmıştır (Lesh vd., 2007; Alpers ,2010). Bu tür uygulamalarda modelleme becerisi öne çıkmaktadır. Bugüne kadar, mühendislerin veya diğer profesyonellerin kariyerleri boyunca nasıl modelleme uzmanlığı geliştirdiklerine dair kapsamlı bir değerlendirme yapılmamıştır (Gainsburg, 2013). Lesh ve meslektaşlarının "model ortaya çıkarma etkinlikleri" (MEA) programı, mühendislik eğitiminde en kapsamlı şekilde geliştirilmiş modelleme girişimi olarak kabul edilmektedir. Crouch ve Haines (2004), modellemeyi lisansüstü mühendislik eğitiminin bir özelliği olarak görmezler, ancak diğerleri (Carberry vd., 2011; Whiteman ve Nygren, 2000) mühendislik disiplinine ve ülkeye göre değişebileceği için buna katılmazlar.

Şekil 18

Mühendis Özelliklerinin Modelleme ve Matematik ile Bağlantısı (Moussavi, 1998)



Çalışmalar, uluslararası düzeyde mühendislik öğrencilerinin modelleme döngüsünün bölümlerini gerçekleştirmek için mücadele ettiğini göstermektedir (Blomhøj ve Højgaard 2003; Crouch ve Haines, 2004; Soon vd., 2011), ancak bu çalışmalar gelişimsel görüşler

değil, zaman içinde anlık görüntüler sunmaktadır. Lisans öğrencilerinin sınırlı mühendislik alanı bilgisi bazen modellemenin önünde bir engel olarak kabul edilir (Haines ve Crouch, 2007), ancak mühendislik topluluğunun bu engeli aşıp aşmadığı ve nasıl aştığı hakkında çok az şey bilinmektedir. Bazı yenilik isteyen araştırmacılar (Clark vd., 2010; Fang, 2011; Soon vd., 2011) literatürde mühendislik eğitiminde artan modelleme fırsatlarını talep etmekte ve modellemeyi entegre eden mühendislik derslerinde vaka örnekleri sunmaktadır.

Gainsburg (2006), matematiksel modellemenin günlük mühendislik çalışmalarının merkezi ve zorlu bir yönünü oluşturduğu sonucuna varmıştır. Jonassen, Strobel ve Lee (2006), mühendislik işyeri sorunlarının genellikle karmaşık ve kötü yapılandırılmış olduğunu, bu nedenle, mühendislik öğrencilerinin gerçek dünyadaki problemlerin matematiksel temsillerini nasıl oluşturacaklarını yani matematiksel modellemeyi (Blum ve Niss, 1991; Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Sole, 2013) ve rutin olmayan farklı problemlere nasıl yaklaşacaklarını öğrenemediklerini ifade etmiştir (Bassok ve Novick, 2012; Martinez, 1998; Mayer ve Wittrock, 2006). Mühendislik eğitimi, öğrencilere bu temel becerileri geliştirmeleri için yeterli fırsatları sağlamayı ihmal ettiği için eleştirilmektedir (Litzinger vd., 2011).

Mühendislik öğrencilerine belirli bir durum için matematiksel modelleri uyarlama veya oluşturma fırsatı nadiren sağlanır (Zawojewski vd., 2008). Daha genel olarak, sınıf problemleri genellikle rutindir ve iyi yapılandırılmıştır (Jonassen vd., 2006; Mayer ve Wittrock, 2006). Bu derslerin genel amacı, öğrencilerin matematik yardımıyla bilim ve teknolojiyle ilgili gerçek dünya problemleriyle başa çıkabilmelerini sağlamaktır (Wedelin ve Adawi, 2014). Mühendislik öğrencilerinin yapılandırılmamış problemlere (veya genel olarak rutin olmayan problemlere) nasıl yaklaştıklarına veya bu problemlerle başa çıkma yeteneklerini nasıl geliştireceklerine odaklanan nispeten az araştırma yapılmıştır (Singer vd., 2012).

Matematiksel modellemenin amacı, gerçek hayatımızın algılanan gerçekliğini tanımlamak, anlamak ve tahmin etmektir. Bu nedenle matematiksel modelleme, öğrencilerin okul dışındaki matematik deneyimleri ile modelleme etkinliklerinde ortaya çıkan matematik problemleri arasındaki bağı güçlendirmelerine yardımcı olabilir. Matematiksel modelleme, matematikleştirme, yorumlama ve iletişim gibi çok çeşitli prosedürleri ve hatta uygulama süreçlerini içerir. Mühendislik eğitiminde yalnızca matematiksel temsil ve sonuçlara odaklanan geleneksel problem çözmenin aksine, matematiksel modelleme, odağı durumsal bilgileri dönüştürmeye ve yorumlamaya, potansiyel problemleri belirlemeye, bir model geliştirmeye ve önermeleri, hipotezleri ve matematiksel cevapların olası sapmalarını yeniden

yorumlamaya odaklanılır (Lesh ve Doerr, 2003; Maaß, 2006). Genellikle süreç öğrencilerin matematiksel modellerini sürekli geliştirip iyileştirdikleri aşamalar halinde ilerler. Hem hesaplama becerileri hem de kavramları soyut matematiksel nesneler olarak görme yeteneği dahil olmak üzere matematiği öğrenmek, birçok öğrenci için karmaşık bir süreçtir. Mühendislik öğrencileri ayrıca diğer birçok konuda çalışırken matematik kullanmak için matematiği öğrenirler. Bir durumu algılarken ve analiz ederken matematiği sorunsuz kullanma yeteneği, mühendislerin günlük meslekleriyle yakından bağlantılı bir şeydir. Profesyonel bir mühendisin birçok görevi, bir tür matematiksel modelleme yapma becerisini içerir (Huang, 2011).

Sonuç olarak yukarıda yapılan değerlendirmeler mühendislik eğitimi için cevaplanması gereken iki soruya yol açmaktadır. Matematiksel modellemenin hem eğitim hem de mesleki uygulama için önemli olduğu ve bu etkinlikleri gördüğümüz sıklığın arttığı göz önüne alındığında hem eğitmenlerin hem de öğrencilerin bunlarla nasıl etkileşime girdiğinin anlaşılması matematiksel modelleme faaliyetleri faydalı olacaktır. Bunlara ek olarak sorunların açık uçlu yapılar olarak doğası gereği, eğitmenlerin bu modelleme faaliyetlerini nasıl daha iyi değerlendirebileceklerini anlamak, sonuç verebilecek derecelendirmenin öznel doğasından kaçınmak için önemlidir.

2.2.3. STEM-Mühendislik ve Matematiksel Modelleme İlişkisi: Son yıllarda mühendislik eğitiminin temeli oluşturulurken STEM (Science, Tecnology, Engineering, Mathematics) kavramı geliştirilmiştir. Mühendislik eğitiminin hedefi, öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik konularını okulda, toplumda, işletmede ve işletmelerde akademik disiplinler ve gerçek yaşam konuları ile ilişki kurarak kullanmaları; global ekonomide iyi rekabet edebilecek bireyler olarak yetiştirilmesidir (Sanders, 2009).

Teknoloji çağı ile birlikte bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi yirmi birinci yüzyılda ortaya çıkmış; kültürel ve ekonomik kalkınmayı şekillendirmede, yeniliği kucaklamada, yaratıcılığa önem vermede ve problem çözmede önemli bir rol oynamıştır. STEM eğitimi, tüm dünyada ilköğretimden başlayarak üniversitelere kadar uygulanmaktadır (MEB, 2016).

STEM eğitimi, teknolojik gelişmelerin artarak çoğaldığı günümüzde tüm ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de eğitimcilerin ilgisini çekmektedir. STEM, öğretmen ve öğrencilerin yaşadıkları tecrübeleri sonucu şekillenen temel aldığı alana yönelik bilgi ve becerilerin bir diğer STEM alanı ile tamamlanarak öğretilmesini temel alan bir eğitim yaklaşımıdır (Çorlu vd., 2014). STEM eğitimi, bilim okuryazarı olan, sistemli düşünen, eleştirel bakış açısına

sahip, öğrendiklerini bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında yeni ve farklı problem durumlarına aktarmalarını sağlayan bireyler yetiştirmeyi amaçlayan bir eğitim yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Shaughnessy ,2013).

Ülkemizde 2018 yılında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan Fen Bilimleri dersi müfredatına Fen Bilimleri ve Mühendislik Uygulamaları adlı bir boyut ilave edilmiştir. Taslak programda Fen-Teknoloji-Toplum-Çevre (FMTTÇ) boyutuna "Mühendislik" alt boyutu eklenerek FMTTÇ boyutu oluşturulmuştur.

Disiplinlerarası ilişkileri ön plana alan STEM'in matematik eğitimine farklı bir bakış açısı sağlayacağı ve etkili bir matematik eğitimine zemin hazırlayacağı düşünülebilir. 21. yüzyılın bilgi ve teknoloji çağı olması sebebiyle iş dünyası her geçen gün yeni ve sıra dışı kariyer gereksinimleri ve tanımları ile karşı karşıya kalmaktadır. Bu yeni kariyer tanımları, sektörün eğitim sisteminden beklentilerini de farklılaştırmaktadır. Özellikle teknoloji, mühendislik, bilim ve matematik alanlarında bilgi sahibi olmaları bireylerden beklenen özelliklerdir. (STEM Akademi, 2016).

İlkokuldan liseye matematik öğretiminin genel amaçları arasında, gerçek yaşam problemi çözebilme, matematiksel modelleme yeterliklerine sahip olma ve analitik düşünme becerilerinin geliştirilmesi yer almaktadır. Günümüzde ortaya çıkan yeni iş durumları ve bunların oluşturduğu kompleks problem türleri matematik ders kitaplarında istenilen düzeyde bulunmamaktadır. (STEM Akademi, 2016). Ülkemizde, matematik alanında yapılan uluslararası ölçekli PISA sınavı, bilhasa problem çözme alanında, ülkemizin eksik olduğunu ortaya koymaktadır (MEB, 2018). Matematik eğitimi araştırmacıları sorunun çözümü çin tüm dünyada olduğu şekilde ülkemizde de okullarda matematik okuryazarlığının temel bir bileşeni olarak matematiksel modelleme uygulamalarına daha fazla yer verilmesinin önemini ifade etmektedirler (English ve Watters, 2004; Lakatos, 1976; ; Lesh ve Doerr, 2000; Restivo, 1993; Zawojewski vd., 2003). Modelleme problemlerinin, öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üreten ve çağın gerektirdiği donanıma sahip bireyler olarak yetiştirilebilmesi için daha uygun ve zengin problemler olduğu belirtilmektedir. Uluslararası karşılaştırmalı sınavlar olan PISA ve TIMSS gibi çalışmalar da ileri matematiksel modelleme becerilerine sahip bireyler yetiştirmek için ülkelere siyasi baskı yapmaktadır (Baird vd., 2016).

STEM eğitiminin en önemli araçlardan biri matematiksel modellemedir. Modelleme durumlarının orjinal gerçek hayat problemleri barındırması ve işbirlikçi öğrenme içermesi gözönüne alındığında bu modelleme problemleri basit bir STEM uygulaması olarak

görülebilir. Çünkü modelleme durumları çoğunlukla farklı alanlardan bağlamlar kullanır. Örnek olarak, radyoaktif bozunma fizik alanından istatistiki bir olay olup üstel bir fonksiyon ile modellenebilir. Buradan STEM uygulamaları için matematiksel modelleme yapabilmenin gerektiği sonucuna ulaşılabilir. Ayrıntılı bir STEM uygulamasının başarısı bir gerçek yaşam probleminin temel özelliklerin matematiksel modellemeler yardımıyla ne kadar doğru tanımlandığı ile yakından ilişkilidir. Dolayısıyla, matematik diğer STEM disiplinleri arasında bir köprü görevi görmektedir (STEM Akademi, 2016).

Sonuç olarak, özelikle uygulamalı matematik bilgisi olmak üzere STEM yaklaşımında matematik önemli bir yere sahiptir. Bağlamla ilgili kavramların ve formül öğretilmesi, bunları anlamlandırma sorumluluğunun çoğunlukla öğrenciye bırakıldığı geleneksel öğretim yaklaşımı artık kullanılamaz hale gelmiştir. Eğitimciler matematiğin uygulama alanları ile birlikte daha kalıcı ve anlamlı öğretilmesinin gerekliliği konusunda ortak bir düşünceye sahiptir. Matematik öğretiminde STEM etkinliği olarak kabul edilen modelleme uygulamalarının kullanılması STEM amacına uygun bir yaklaşım olarak değerlendirilmektedir (STEM Akademi, 2016).

2.3. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde araştırmanının problemleri doğrultusunda öncelikle matematik eğitimde; matematiksel *modelleme sürecinde* yaşanan zorluk ve yanılgıların belirlenmesine yönelik yapılmış çalışmalar, *modelleme yeterlikleri becerilerinin* belirlenmesine yönelik çalışmalar *modellemenin öğretimde kullanımına* yönelik çalışmalar, *matematiksel modellemeye ilişkin görüşlerin* belirlenmesine yönelik çalışmalar, *modelleme ile ilgi, tutum, algı ve anlayış gibi duyuşsal özelliklerin değişimlerinin* incelenmesine yönelik çalışmalar ve modelleme çalışmalarının *genel durumunu ortaya koyan* çalışmalar incelenmiştir. Sonrasında tezin ana unsuru olan mühendislik eğitimde matematiksel modelleme çalışmaları *matematiği mühendislik uygulamalarında kullanımına* yönelik çalışmalar ve *matematiksel modelleme ile ilgili algı, tutum ve inançlar gibi duyuşsal özellikler* ile ilgili çalışmalar olmak üzere incelenerek aşağıda sunulmuştur.

2.3.1. Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme İle İlgili Yapılan Araştırmalar: Bu bölümde matematiksel modellemeyi konu edinen yurtdışı ve yurtiçi bazı çalışmalar incelenmiştir. Çalışmaların önemli bir kısmı *modelleme sürecini* tartışmaktadır. Bunlar Çetinkaya (2020), İncikapı (2020), Toy (2019), Şahin (2019), Bal ve Doğanay (2014), Kol (2014), Şen Zeytun (2013), Eraslan (2012), Özgün (2012), Hıdıroğlu (2012), Eraslan (2011), Taşova (2011), Türker ve diğerleri(2010), Şandır (2010), Sekerak (2010), Eric

(2010), Kertil (2008), Galbraith ve diğerleri (2007), Kaiser (2007), Lingefjärd (2006), English (2006), Doerr (2006), English ve Watters (2004), Doerr ve English (2003), English (2002), Lingefjärd (2002), Haines ve Crouch (2001) olup, aşağıda özetlenmektedir.

Çetinkaya (2020) çalışmasında matematiksel modelleme sürecinde lise öğrencilerinin üst bilişsel becerilerini incelemiş ve sonuç olarak model oluşturma etkinliklerine yönelik eğilimlerini çoğaldığı belirlenmiştir. Modelleme sürecini şekillendirilmesinde üst bilişsel becerilerin ortaya çıkmasının etkili olduğu ve ilerleme gösteremeyen öğrencilerin diğerlerinin düşünceleri üzerine düşünmeleri neticesinde modelleme sürece katkıda bulunmaya devam ettikleri belirlenmiştir. İncikapı (2020) matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarından matematiksel modelleme becerisi yeterli seviyede olanların öğretim deneyimlerinde bu yeterliklerin kullanılma durumunu incelemiş, matematiksel modelleme etkinlikleri tasarım eğitimi süreci matematiksel modelleme yeterlikleri ve alt yeterlikleri (Problemi anlayabilme, sadeleştirme, matematikleştirme, matematiksel çalışabilme, yorumlayabilme ve doğrulama) üzerine istatistiki anlamda anlamlı ve olumlu etki gerçekleştirmiş ve öğretmen adayları genel olarak aldıkları eğitimi yararlı bularak kullanımına ilişkin olumlu tutum sergilemişlerdir. Öğretmen adaylarının modelleme uygulamalarına yönelik deneyimleri temel olarak modelleme süreçleriyle paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

Toy (2019) araştırmasında, matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri üzerinde çalışırken modelleme süreçlerini nasıl deneyimlediklerini ve matematiksel model ve modelleme hakkındaki düşüncelerindeki değişimleri incelemiştir. Çalışmanın sonuçları bazı öğretmen adaylarının matematiksel model ve modelleme ile ilgili düşüncelerinde değişiklikler olduğunu göstermiştir. Öğretmen adaylarının çoğunluğu daha önce bir modellemeuygulamasına katılmamalarına rağmen, uygulama sürecinde modellemeye ait basamaklarının var olduğu görülmüştür. Şahin (2019) çalışmasında matematiksel modelleme eğitimi verilen matematik öğretmenlerinin problem hazırlama sürecinde başarılı olduklarını ancak matematiksel modelleme problemlerinin farklı algılanması nedeniyle zorluklar yaşadıkları sonucuna ulaşmıştır.

Bal ve Doğanay (2014) yaptıkları çalışmada matematiksel modellemeyi anlama ve geliştirme amacıyla öğretmen adayları ile yaptıkları eylem araştırmasında süreci incelemiş ve uygulamanın başında problem durumuna uygun matematiksel modeller oluşturamadıkları görülürken gerçekleştirilen etkinlikler sonunda matematiksel kavrama ve modelleme başarılarının çoğaldığı belirlenmiştir. Kol (2014) çalışmasında öğretmeni adayları üzerinde

matematiksel modelleme basamaklarından matematikleştime sürecini incelemiştir. Araştırma sonucunda, öğretmen adaylarının yatay ve dikey matematikleştirmede, problemi anlama, istenilen fonksiyonun değişkenini belirleme ve fonksiyonu yazma süreçlerinde güçlükler ve kavram yanılgıları yaşadıkları tespit edilmiştir. Şen Zeytun (2013) öğretmen adaylarının modelleme süreçlerini ve süreci etkileyen değişkenlerle alakalı düşüncelerini incelemiş ve sürecin probleminin anlaşılması, plan geliştirilmesi, planın uygulanması, yorumlanmasım ve test edilmesi olarak dört ana bölümden oluştuğuna ve modelleme ile ilgili tecrübesizlik, eksik kavram algısı, süre kısıtlaması, değerlendirme endişesi şeklinde olumsuz bir etkilerinin olduğu belirlenmiştir.

Eraslan (2012) ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının model oluşturma etkinliği kullanarak modelleme süreçleri araştırılmış, zorluklar veya engeller tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar öğretmen adaylarının modelleme etkinliklerinde başarı gösterdiklerini ayrıca söz konusu etkinlikler yardımıyla mevcut matematiksel modelleme anlayışlarını geliştirebilecekleri ancak süreçte bazı güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir. Özgün (2012) ilköğretim matematik öğretmen adaylarıyla yürüttüğü yüksek lisans tezinde, matematiksel modellerin bilişsel ve kavramsal boyutlarını problem çözme sürecine paralel olarak incelemiş ve sonucunda modellerin uygunluk ve yeterliliği belirlemiştir. Bulguları arasında bilişsel ve kavramsal modeller arasında bir ilişki ve etkileşimin var olduğunu belirtilmektedir. Model geliştirme çalışması yapan öğretmen adaylarının bilişsel ve kavramsal modellerinin bir arada olduğu görülmüştür.

Hıdıroğlu (2012) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmada matematiksel modelleme uygulamalarının çözüm sürecinin teknoloji destekli bir ortamda analizini yapmıştır Katılımcıların bu kapsamda Geogebra, Screenhunter gibi teknolojik araç kullanmasının matematiksel modelleme sürecine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

İlköğretim öğretmen adaylarının model oluşturma etkinliklerini ve süreçlerini belirlemeyi hedefleyen ve bunların matematik öğrenimine etkilerini araştıran Eraslan (2011) ayrıca öğretmen adaylarının konu ile ilgili görüşlerini de belirlenmek istemiştir. Bulgulara göre model oluşturma aktivitelerinin matematik öğrenimine önemli katkıları olduğu, bu aktivitelerin ilkokul ve farklı düzeylerde kullanılabilirliği ve modelleme uygulamalarının etkin kullanım şekillerini ifade ederek yararlılığını ve güçlüklerini tespit etmiştir. Taşova (2011) matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu farklı düşünme stillerinin matematiksel modelleme sürecindeki görselleştirmeyi nasıl etkilediği ve bu durumun çalışılan gruba göre (bireysel ya da grup) nasıl değiştiğini incelemiştir. Geometrik düşünen adayların analitik

düşünme yapısına sahip öğretmen adaylarına göre matematiksel modelleme sürecinde daha başarılı oldukları sonucuna varılmıştır.

Türker ve diğerleri (2010) çalışmalarında katılımcıların matematiksel modelleme performansları ve görüşleri incelenmiş, matematiksel bilgi içermeyen gerçek hayat problemlerini matematikleştiremedikleri görülmüştür. Ayrıca öğretmen adayları matematik derslerinde matematiksel modelleme kullanılabilecek sorulara yer verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının oluşturdukları ve uyguladıkları modellemelere yönelik süreçleri inceleyen Şandır (2010) çalışmasında katılımcıların hangi tür modellemeyi tercih ettikleri, bu modellemeleri dersin hangi bölümünde ve ne maksatla kullanmayı tasarladıkları, modelleme oluşturmak için hangi kaynaklardan yararlandıkları ve bu modellemelerin seçiminde etkili olan etmenler orataya çıkarılmıştır.

Sekerak (2010), lise öğrencilerinin problemleri çözmedeki yetersizliklerinin modelleme sürecinde karşılaştıkları zorluklarla ilişkili olan matematiksel modelleme yeterliklerini incelediği çalışmasında genel olarak, öğrencilerin farklı kaynaklardan veriler toplayarak görevlerde sorun yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Eric' in (2010) çalışmasında 6. sınıf öğrencilerinin problem tabanlı bir öğrenme yaklaşımımda matematiksel modelleme süreçlerini incelemiştir. Ortaya çıkan modellerin analizi yapıldığında öğrencilerin değişken ve sayısal veriler arasındaki yapıyı fark etmeye dayalı bir yaklaşım sergiledikleri, matematiksel bilgileri çözümü hızlandırmada kullandıkları belirlenmiştir.

Kertil (2008), geleneksel yaklaşımla eğitim gören öğretmen adayların matematiksel modelleme sürecindeki problem çözme becerilerini incelediği araştırmanın sonucunda ilk olarak öğretmenlerin matematiksel modelleme yaklaşımının gerektirdiği bilgi ve deneyime sahip olması gerektiği ve bu becerilerin geliştirilmesi için matematiksel modelleme yönelik bir eğitimin verilmesinin önemi vurgulanmıştır.

Kaiser (2007) tarafından 2000 yılında Almanya'da lise matematik öğretmeni adayları için "Okulda Matematiksel Modelleme" projesi hazırlanmış ve bu projeyle öğrenciler ve üniversite arasında bir köprü kurulmuştur. Bu proje sonucunda, öğretmen adaylarının matematik öğretiminde modelleme sürecini okullarda deneyimlemeleri sağlanmıştır.

Galbraith, Stillman, Brown ve Edwards (2007) yaptığı çalışmada matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm sürecindeki aşamalara odaklanılmıştır. Matematiksel ve teknolojik aktiviteler başarılı olarak gözlenmesine rağmen karmaşık terimlerde ise zorluklar yaşandığı sonucuna varılmıştır.

Doerr (2006), çalışmasında matematik öğretmenlerinin, öğrencilerinin etkinlikler sonucunda ortaya çıkardıkları matematiksel modellere ilişkin süreci nasıl yönettikleri ve bu süreçte yaşanılan engelleri incelemiş ve çalışmaya dahil olan öğretmenlerin öğrencilerini anlamak için değişik yöntemlere başvurduklarını görülmüştür. Bu farklılığın öğretmenlerin sınıf içerisindeki engellerin ve bilgi karışıklığının oluştuğu belirlenmiştir.

English (2006) tarafından yapılan çalışma, 3 yıllık, gelişim süreciyle ilgili öğretme deneyimi olarak planlanmıştır. Araştırmaya dahil olan öğrenciler, 5. sınıfta başlayarak 7. sınıfın bitimine kadar bu çalışmayı sürdürmüşlerdir.5. sınıf öğrencilerinin, 7.sınıf öğrencileri seviyesindeki modelleme uygulamalarını başarılı bir şekilde çözdüklerini; değişik bilgi düzeylerinde çözülebilecek ve problem çözme yöntemlerinin farklılığına olanak sağlayan problemlerin düşük düzeylerdeki öğrencilerin öğrenme durumlarına fayda sağlayacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Lingefjard (2006), modelleme dersini alan üniversite öğrencileri ile bir sene süresince farklı modelleme örneklerini incelemiştir. Süreç sonunda klasik yöntemlerle matematiksel modelleme öğretiminde güçlük yaşandığı, matematiksel modellemenin kullanıldığı matematik derslerinde günlük hayatla ilgili öğrenme için olanaklar sağlanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

English ve Watters (2004), yaptıkları araştırmalarında öğrencilerin matematiksel bilgilerinin ve akıl yürütme süreçlerinin gelişiminin nasıl olduğunu incelemiş, iki modelleme probleminin öğrencilerin bilişüstü ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede iyi sonuçlar ortaya çıkardığını vurgulamışlardır. Ayrıca öğrencilerin veri tablolarıyla çalışmada ve tabloları kolaylıkla yorumladıkları, diğer grupların ise sıkıntılar yaşadıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Doerr ve English' in (2003) öğrencilerin matematiksel muhakeme süreçlerini incelemeyi ve modelleme uygulamalarını oluşturdukları değişik düşünme yöntemlerini sınıflandırmayı amaçladıkları çalışmada, öğrencilerin her bir modelleme etkinliği için belli bir matematiksel düşünme süreci yaşadıklarını ve oluşturdukları modelleri düzenleyebildikleri, temel matematiksel kavramlara yönelik fikirlerini sözel olarak belirtmede zorluklar yaşadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Lingefjärd (2002) yaptığı çalışmada matematiksel modelleme sürecinde 25 öğretmen adayının matematiksel modelleme becerilerini değerlendirmeyi amaçladığından modelleme problemlerine verdiği yanıtları incelediğinde matematiksel ifadelerinin gelişmesinde çok sayıda matematiksel uygulamalara katılmanın önemli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. English

(2002), boylamsal bir çalışmada beşinci sınıf öğrencilerinin dersteki gelişim süreçleri incelenmiştir. Çalışmanın sonuçlarında öğrencilere gerçek dünya ile ilgili örnek olaylar anlamlı olarak gösterildiğinde, matematiksel modelleme uygulamları başarılı olarak nasıl çalıştıklarını göstermiş ve çalışmada bazı grupların, verilerdeki ilişkileri keşfetme yönünde ilerlemiş bazılarının ise ortalamalarla olduğu gibi kaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Haines ve Crouch (2001) matematiksel modelleme sürecini ölçen bir araştırma aracı tanıtmıştır. Modelleme sürecinin evreleri üzerine araştırma programında, matematiksel modelleme becerilerindeki gelişmeyi belirlemek amacıyla çoktan seçmeli 20 sorudan oluşan bir ölçek oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda ölçeğin matematiksel modelleme becerileri için kullanılabilecek bir araç olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Diğer bir kısım *modellemenin öğretimde kullanımı* ile ilgilidir. Bunlar; Kurtuluş Kayan(2019), Alkan(2019), Tekin Dede ve Bukova Güzel (2013), Wessels (2014) ,Stohlmann (2013), Aydoğan-Yenmez (2012) Koylahisar-Dündar (2012), Yurt ve Sünbül (2012) , Çiltaş (2011), Doruk (2010), Yoon vd., (2010), Özturan-Sağırlı (2010) , Caron ve Belair (2007) Kaf (2007), Mousoulides vd., (2006), Jacobini ve Wodewotzki (2006), Kaiser ve Schwarz (2006), Swan vd., (2006) , Llinares ve Roig (2005), Boaler (2001), Graham (1997) , Lesh vd., Schorr (1997), Doerr (1997) Spanier (1992), Fuller (1989), olup, bu çalışmalar aşağıda özetlenmektedir.

Kurtuluş Kayan (2019) yaptığı araştırmada, yüzdeler konusunda kullanılan matematiksel modelleme aktivitelerinin matematik başarısı ve günlük hayatla ilişkilendirilmesine yönelik katkısı incelenmiştir. Araştırmada sonucunda modelleme etkinliklerinin öğrencilerin başarılarında ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirmelerinde artış olduğu, modelleme etkinliklerinin kullnıma karşıda pozitif bir yaklaşım sergiledikleri görülmüştür.

Alkan (2019) yüksek lisans çalışmasında, matematiksel modelleme uygulamalarıyla gerçekleştirilen öğretimde, matematiksel modelleme yeterliklerinin okuduğunu anlama becerileriyle ilişkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda, matematiksel modelleme uygulamalarıyla anlayarak okuma becerisinin ve matematiksel modelleme yeterliği seviyelerinin arttığı görülmüştür. Matematiksel modelleme yeterlikleri ile okuduğunu anlama becerisi arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunduğu, okuduğunu anlama becerisi yüksek olan öğrencilerin matematiksel modellemede daha başarılı oldukları belirlenmiştir.

Wessels (2014) öğretmen adayları ile 3 yıl süren araştırmasında modelleme etkinlikleri eş zamanlı olarak çalışma öğretim yılı süresince uygulanmıştır. Yapılan üç

modelleme uygulaması sonrasında öğretmen adaylarının yaratıcı ve özgün çözümlere ulaştıkları tespit edilmiştir.

Tekin Dede ve Bukova Güzel (2013) çalışmasında, matematik öğretmenlerince hazırlanan bir matematiksel model etkinliği oluşturulma süreci incelenmiş, lise düzeyinde bir matematiksel modelleme etkinliğinin branş öğretmenlerince hazırlanmasının bu alana katkı sağlayacağı sonucuna varılmıştır.

Stohlmann' ın (2013) matematiksel modelleme uygulamaları ve model oluşturma etkinliklerinin, günümüzde bireylerde bulunması istenen yaratıcı beceri ve yetenekleri geliştirmede etkili olduğunu ifade etmiştir. Üniversite eğitiminde, öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerini geliştirecek şekilde dersin öğretmeni tarafından oluşturulmasına yönelik eğitimler verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca bu becerilerin geliştirilmesine eğitimin ilk aşamasından başlanmasıyla günümüzde öğrencilerin karşılaşacakları problemlerin çözümü için matematiksel bilgi ve beceri açısında güçlü ve donanımlı olmaları gerektiğini ifade etmiştir.

Aydoğan-Yenmez (2012) araştırmasında modelleme yaklaşımına uygun ders planı ile tasarlanmış uygulamalara katılımları sürecinde öğretmenlerin bilgilerindeki değişim ve gelişimi incelemiştir. Bu araştırmanın sonuçları, mesleki gelişim ve eğitim etkinliklerinin, öğretmenlerin modelleme yaklaşımınlarınıngelişimine, olumlu bir etkisinin olduğunu göstermiştir.

Koylahisar-Dündar (2012) araştırmasında özdeşlikler konusunda model kullanımını incelemiştir. Sonuçlara göre konunun modellemesine yönelik origami ile işlenen ders sonrasında eksik kalan veya genelde kullanılmayan yöntemlerin kullanıldığı belirlenmiştir. Cebir ile geometriyi ilişkilendiremeyen öğrenciler origami kullanımı sonrası farklı bir öngörü kazanmışlardır.

Yurt ve Sünbül (2012), uzamsal düşünme ve zihinsel dönüştürme becerilerine matematiksel modelleme uygulamaların etkisini incelemiş, uzamsal becerilerin arttırılmasında, dijital ortam ve somut materyallerin bir arada olduğu modelleme uygulamalarının etkili olduğu bulgularına ulaşılmıştır.

Çiltaş (2011) araştırmasında matematiksel modelleme uygulamalarının öğrenmeye etkisi incelenmiş, etkinliklerinin gerçekleştirildiği derslerin, geleneksel yaklaşımla yürütülen derslere göre daha etkili olduğu görülmüştür.

Doruk (2010) çalışmasında matematiği günlük hayata aktarmada matematiksel modellemenin etkisini araştırmış; sonuçta matematiksel modelleme uygulamalarıyla işlenen

derslerin diğer yaklaşıma göre matematiksel bilgilerini günlük hayata transfer etme becerilerinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yoon ve diğerleri (2010) yaptıkları matematiksel modelleme çalışmasında model oluşturma ve geliştirme uygulamalarının matematik dersindeki kavramları anlama, test etme ve değerlendirmelerini desteklediği görülmüştür.

Özturan-Sağırlı (2010) araştırmalarında matematiksel modelleme yaklaşımının lise öğrencilerinin türev konusundaki başarılarına, performanslarına ve öz-düzenleme becerilerine katkısı ve matematiksel modelleme yaklaşımına yönelik görüşleri incelenmiştir. Çalışma sonunda matematiksel modelleme yönteminde kullanılan problemlerin yorum içerdiğini ve daha önce karşılaştığı problemlere benzemediğini belirtmişlerdir.

Caron ve Belair (2007), Montreal Üniversitesi'nde matematiksel modelleme derslerinde öğrencilere verilen açık uçlu modelleme projelerinden çalışmalarını yapmışlardır. Bu çalışmanın sonucunda katılımcıların performanslarının arttığı tespit edilmiştir.

Kaf (2007), çalışmada cebir öğretiminde matematiksel modelleme uygulamalarının etkisi araştırılmıştır. Araştırmada modelleme uygulaması kullanılan grup ile geleneksel öğretim kullanılan grupların karşılaştırılması sonucunda, matematikte modelleme uygulamalarının cebir başarısını arttırdığı görülmüş demografik açıdan bir farklılık bulunamamıştır.

Mousoulides ve diğerleri (2006) çalışmalarında öğrenci çalışmalarının stillerini açıklamak amacıyla ortalama konusunda modelleme etkinliklerinden faydalanmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin modelleme etkinlikleri sonucunda iletişim becerilerinin geliştiği ve sosyal etkileşimin arttığı bunun sonucundaysa grup çalışmasına katkı sağladığı görülmüştür.

Jacobini ve Wodewotzki (2006), araştırmalarında keşfedici senaryo yaklaşımıyla matematiksel modelleme kavramını incelemiş, akademik gelişmişliğin öğrencilerin model oluşturma ve benzetimlerini tamamlamada kendini geliştirdiği, öğretmenlerin modelleme uygulamasını benimsedikleri görülmüştür.

Swan ve diğerleri (2006) matematiksel modellemeye yönelik araştırmalarında, öğrencilerin matematiksel dil ve araçları kullanma ve ayrıca matematik becerilerini, soru sorma ve cevaplama yeteneklerini nasıl etkilediğini incelemişlerdir. Sonuç olarak, matematiksel modelleme uygulamalarının yalnızca öğrencilerin var olan bilgilerini arttırmayıp matematiksel bilgilerini arttırdığı bilgisine ulaşmışlardır. Aynı zamanda öğrencilerin performanslarının arttığı görülmüştür.

Linares ve Roig (2005) yaptıkları çalışmada öğrencilerin rutin problemleri çözmede matematiksel modelleri bir araç olarak nasıl kullandıkları incelenmiş, bulgulara göre öğrencilerin modelleme sürecine ilişkin ciddi sıkıntılar yaşadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca sahip oldukları matematik bilgilerini kullanarak model üretmede zorlandıkları tespit edilmiştir.

Boaler (2001), matematiksel modelleme ile problem çözmenin ilişkisini araştırdığı deneysel çalışmasında matematik dersinde geleneksel yöntemle matematiksel modelleme yöntemlerinin kullanımı karşılaştırılmıştır. Araştırma sonucunda rutin soruları çözerken zorlanmadıkları ancak uygulama veya yorumlama gerektiren problemlerde zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.

Graham'ın (1997) yaptığı çalışmada, aynı matematiksel deneyimlere sahip yaklaşık 300 öğrenciyle matematiksel modelleme problemlerinden elde edilen cevapları incelemiş, çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığında öğrencilerin modelleme yaklaşımların çeşitliliğini ve sınıflandırılma ayrımlarını gösterdiği görülmüştür.

Lesh ve diğerleri (1997) yaptığı çalışmada öğretmen tarafından ortalama sınıf düzeyinde belirlenen üçer kişilik çalışma grupları oluşturmuşlardır. Çalışmada kullanılan matematiksel modelleme problemi ise "Para Kazanma" yer almıştır. Sonuçlara bakıldığında model oluşturma aktivitelerinin istatistik öğretimi açısından gerekli olduğu bulgusuna erişilmiş ve bu durumun sebebi ise istatistiki düşünme ve kavramsal yapının anlaşılması geleneksel yaklaşımla daha zor olması olarak belirlenmiştir.

Doerr (1997)'un fen derslerinde modellemenin kullanımına yönelik yaptığı araştırmanın sonucuna bakıldığında matematiksel modelleme sürecinin bütünlemeyi ve karmaşıklığı arttırdığı tespit edilmiştir. Bu araştırmada öğrencilerin formal matematik ile fen bilimlerinde eksikler bulunduğu ancak matematik ve fen bilimlerini içeren problemlerin çözümünde modelleme yönteminin fayda sağladığı görülmüştür.

Spanier (1992)'ın yaptığı araştırmasında matematiksel modelleme Claremont Matematik Kliniği'nde öğretilmeye başlanmıştır. Araştırma sonuçlarına bakıldığında derslerde matematiksel modelleme uygulamaları artırıldığında öğrencilerin kendilerin iyi hissettikleri görülmüştür. Ayrıca bu sayede mühendislik veya fizik alanlarında karşılaşılan problemleri çok daha iyi çözebildikleri tespit edilmiştir.

Fuller (1989), matematiksel modellemenin uzaktan eğitimi üzerine deneysel bir çalışma yapmıştır. Deney grubundaki öğrencilere üniversite düzeyinde ders verilirken kontrol grubundaki öğrencilere uzaktan eğitim verilmiştir. Yapılan araştırma sonucunda uzaktan

eğitimde birtakım zorlukların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Çalışmanın sonuçlarından bir tanesi, öğrencilerin danışmana ulaşma konusundaki sıkıntılarıdır ki bu yüzden yapılandırılmamış bir proje üzerinde çalışmışlardır. Ayrıca öğrencilerin görüşme konusundaki yaşanan sıkıntılarından dolayı problemler hakkında fırsatları olmamıştır. Sonuç olarak bu organizasyon araştırmacı için hayal kırıklığı ve zaman kaybı olmuştur.

Literatürde *matematiksel modelleme yeterlikleri ve becerilerinin* de incelendiği çalışmalara rastlanmıştır. Bunlar, Erdoğan (2019), Tuna, Biber ve Yurt (2013), Çiltaş ve Işık (2013), Tekin Dede ve Yılmaz (2013), Grünewald (2012), Taşova ve Delice (2011), Bukova-Güzel ve Uğurel (2010), Barbosa (2007), Niss vd., (2007) Maaß (2007), Maaß (2006), Crouch ve Haines (2004), Nyman ve Berry (2002), Haines vd., (2000) olup aşağıda bu çalışmalar özetlenmiştir.

Erdoğan (2019) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inançlarını ve inanç düzeylerinin bazı değişkenler açısından farklılığını incelemiş, inanç seviyelerinin orta düzeyde olduğu ve bu düzeylerin cinsiyet değişkenine göre farklılaşmadığı, sınıf düzeyime göre ise istatistiki olarak anlamlı bir farklılaşma gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Tuna ve diğerleri (2013) yaptıkları araştırmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini araştırmış, bölme işlemi içeren problemlerin modellenmesinde başarısız oldukları sonucuna ulaşmışlardır.

Çiltaş ve Işık (2013) araştırmalarında, matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme becerilerini incelemiş, uygulama sonunda katılımcıların matematiksel modelleme ile ilgili becerilerinde değişim gözlemlenmiş ve öğretmen adaylarının ileride matematiksel modelleme etkinliklerini derslerinde kullanmalarının önemli olacağı vurgulanmıştır.

Tekin Dede ve Yılmaz (2013) araştırmalarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri incelenmiş ve araştırma sonucuna göre katılımcıların gerçek bir hayat probleminde sonuçları yorumlama yeterlikleri konusunda başarısız oldukları görülmüştür.

Grünewald (2012), öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirmeyi hedeflediği projede, 6 hafta süresince 9. sınıf öğrencileri ile modelleme problemi aktiviteleri gerçekleştirmiştir. Sonuç olarak öğrencilerin modelleme yeterliliklerinin gelişim gösterdiğini göstermiştir. Taşova ve Delice (2011) öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini ortaya koymak amacıyla, matematiksel modellemenin kullanıldığı bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. Öğretmen adaylarının birçoğunun uzamsal yeteneklerinin gelişmiş olduğu fakat matematiksel modelleme yeteneklerininse yetersiz olduğu ve katılımcıların

matematiksel bilgilerini günlük hayat problemlerini çözümlemede ve modellemede zorlandıkları sonucuna varılmıştır.

Kaiser ve diğerleri (2010) öğretmen adaylarına yönelik olarak yapmış oldukları çalışmada matematiksel modelleme yeterliliklerine yönelik var olması gereken mesleki bilgilerini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda katılımcıların modelleme sürecine yönelik kapsamlı bilgilere sahip oldukları ancak matematiksel modellemenin öğretimine yönelik yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadıkları belirlenmiştir.

Bukova-Güzel ve Uğurel (2010) araştırmalarında öğretmen adaylarının matematik dersi başarıları ve matematiksel modelleme becerileri arasındaki ilişki belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonucunda matematik başarısını matematiksel modelleme becerilerini etkilediği bunun yanı sıra sadece akademik başarının matematiksel modelleme becerisini etkilediği ancak sadece bunun yeterli olmadığı tespit edilmiştir.

Barbosa (2007) araştırmasında 3. sınıf matematik öğretmenliği bölümü öğrencilerinin bir dönem süresince matematiksel modelleme konusundaki yeterlikleri ve öğretmen rolünü belirlenmiştir. Araştırma sonucunda öğretmenin tartışmayı yönetme ve organizasyon becerileri bakımından yeterli donanıma sahip olması gerektiği belirtilmiştir. Niss, Blum ve Galbraith (2007) yaptıkları çalışmada matematiksel modellemenin uluslararası düzeyde araştırılması ve geliştirilmesinde 3 basamağa vurgu yapmıştır. Bu basamaklar; 1965-1975 savunma 1975-1990 geliştirme, 1990 ve sonrasını ise olgunlaşma basamağı olarak adlandırmıştır. Maaß (2007) yaptığı çalışmada ise öğrencilerin matematiksel modelleme yeteneklerinin değerlendirilmesinde kavram haritaları, görüşmeler ve testler kullanılmıştır.

Maaß (2006) yaptığı çalışmada öğrencilerin modelleme yeterliklerinin önceki tanımlarına eklemelerle "modelleme yeterlikleri hangileridir?" sorusu sorulmuş, düşük düzeydeki öğrencilerin modelleme yeterliklerini geliştirebilecek düzeye çıktıkları sonucuna ulaşılmıştır. Crouch ve Haines (2004), üniversite 1. sınıf öğrencilerinin modelleme becerileri üzerinde çalışma yapmışlardır. Yapılan çalışma sonucunda öğrencilerin gerçek dünyadan matematik dünyasına geçişte yaşadığı zorluklar ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca katılımcıların gerçek ve matematik dünya arasındaki iletişim kurabilmeleri için daha fazla uygulamaya gereksinimleri olduğu tespit edilmiştir.

Nyman ve Berry (2002) tarafından yapılan araştırmada öğretmen adayları matematiksel modellemeyle dönüştürme becerileri arasındaki ilişkiyi belirlenmesi ve bunların geliştirilmesine ilişkin deneyimlerini sunulması amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme becerilerinin geliştiğini ifade eden bulgulara erişilmiştir.

Haines ve diğerleri (2000), yaptıkları çalışmada matematiksel modelleme becerilerinin baz seviyede değerlendirilmesini konu alan ve modelleme deneyimlerinde ya da sonrasındaki uygulamayı gösterecek iki paralel anket geliştirmişlerdir. Ankette yer alan maddeler, öğrencilerin matematiksel model, formülasyonu ve gerçek dünya arasında hareket etmelerini sağlamıştır.

Literatürde karşılaşılan diğer bir kısım ise *matematiksel modellemeye ilişkin görüşlerin* belirlenmesine yönelik araştırmalardır. Bu çalışmalar; Karakaş (2020), Bakırcı (2016), Urhan ve Dost (2016), Özdemir (2014), Güder (2013), Karalı (2013), Akgün ve diğerleri (2013), Aydın (2008), Keskin (2008), Businskas (2005), Güneş ve diğerleri (2004) olup çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Karakaş (2020) çalışmasında ortaokul öğrencilerinin matematiksel modellemeye yönelik görüşleri belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda; matematiksel modelleme aktivitelerilerinin sınıfta karşılaştıkları sorulardan çok farklı olduğunu, bu problemlerin gerçek yaşamla bağlantılı ve cevapların fazla olduğunu, ezber içermeyen, kendilerinin aktif, öğretmenin yol gösteren olduğunu ve yaparak yaşayarak öğrenmek gibi özelliklerinin olduğunu ifade etmişlerdir.

Bakırcı (2016), yaptığı çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri ile gerçekleştirilen derslerin PISA daki matematik başarılarına etkisi ve ö matematiksel modellemeye yönelik görüşleri incelenmiştir. Sonuçlara bakıldığında deneysel desenle yapılan çalışmada her iki grubun başarılarında artış olduğu ve bu durumun deney grubu lehine olduğudur. Ayrıca öğrencilerin matematiksel modelleme problemlerini çözmede zaman sıkıntısı yaşadıkları ve buna sebep olarak da okuma-anlama yeterliliğiyle matematiksel modelleme yeterliliği arasındaki ilişkisi gösterilmiştir.

Urhan ve Dost (2016) matematiksel modellemeye yönelik matematik öğretmenlerinin görüşlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, öğretim sürecinde matematiksel modellemenin uygulanıp uygulanmadığını belirlemeye çalışmışlardır.Yapılan içerik analizi sonucunda modelleme etkinliklerinin matematik öğretiminde kullanılmasını engelleyen faktörler "öğretmenin modelleme etkinliklerinden yoksun olması, modelleme etkinliklerine yönelik kaynakların niceliksel ve niteliksel sınırlılıkları, öğretim programının yoğunluğu, öğrenci modelleme etkinlikleri için motivasyon, öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyeleri" şeklinde tespit edilmiştir.

Özdemir (2014) tarafından yapılan araştırmada öğrencilerin modelleme konusundaki yeterliklerini ve öğretime yönelik görüşlerini; öğretmen adaylarının modellemeyle yapılan

öğretimde planlama yeterlikleri ve uygulama becerileriyle etkinliklere yönelik görüşlerini ve son olarak da ilköğretim matematik öğretmenlerinin modellemenin uygulanabilirliğine ilişkin görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. Araştırma öğretmen adaylarının öğretim planlama yeterliklerinde istatistiki olarak bir gelişme olduğu, uygulama becerisi gözlemlenen durumların öğrencilerin görüşleri ve videoların analizleriyle doğrulandığı, adayların tamamına yakınının eğitimde orta ve yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir

Güder (2013) çalışmasında ortaokul matematik programındaki matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması hakkında 40 matematik öğretmeni ile çalışma yaparak görüşlerini almıştır. Çalışmanın sonucunda öğretmenler, derslerde matematiksel modelleme etkinliklerine yer verilmesinin derslere olan ilgiyi ve dikkati arttığını ve ayrıca bu etkinliklerin zorluğunun ise konulara göre farklılaştığını ifade etmişlerdir. Karalı (2013) ise çalışmasını İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme etkinlikleri hakkındaki görüşlerini alarak gerçekleştirmiştir. 14 öğretmen adayına önce 5 adet ısındırma problemi ve 1 adet matematiksel modelleme problemi verilmiştir. Yapılan modelleme etkinliklerine bağlı olarak bunların matematik eğitimine pozitif etki edeceğini belirtmişlerdir. Akgün ve diğerleri (2013) yaptıkları çalışmada ilköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıklarını olgu bilim desenini kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Çalışma sonucunda öğretmenlerin matematiksel modelleme hakkında istenilen düzeyde bilgiye sahip olmadıkları ve ilgili konuda yer alan kavramları karıştırdıkları ve matematiksel modellemeyi derslerinde yeterince kullanamadıkları bulgusuna erişilmiştir.

Aydın (2008) yüksek lisans tez çalışmasında İngiltere' deki öğrenci ve öğretmenlerin matematiksel modelleme konusu hakkındaki görüşlerini yer vermiştir. Yapılan araştırma sonucunda öğretmenlerin derslerde nesne modellemesini kullandıkları fakat buna karşılık öğrencilerin gerçek hayatta modellemeye yer vermedikleri öğretmenlerin teknoloji modelleme sonuçlarından memnun olmadıkları belirlenmiştir. Keskin (2008), çalışmasında matematik öğretmenliği 3. sınıf öğretmen adaylarının matematiksel modelleme bilgi ve becerilerini ve aynı zamanda matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerini araştırmıştır. Öğretmen adaylarına yapılan testlerde ilkine göre daha başarılı oldukları ve görüş Ölçeği ve görüşmelere verdikleri yanıtlara bakıldığında ilk duruma olumlu yönde bir gelişme kaydettikleri tespit edilmiştir.

Businskas (2005) çalışmasında gerçek hayat modellemelerinin üç matematik öğretmeni ile derslerinde nasıl kullandıklarına dair görüşmeler düzenlemiştir. Çalışmanın sonucunda öğretmenlerin hepsinin gerçek hayat ve modellemeler arasında bağlantı kullanmada benzer görüşleri olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğretmenler, her konu için

gerçek hayat modellemesi bulmanın zor olduğunu ifade etmişlerdir. Güneş ve diğerleri (2004) tarafından yapılan araştırmada eğitim fakültelerindeki fizik, kimya, biyoloji ve matematik öğretim elemanlarının fen bilimleri ve fen bilimleri eğitiminde kullanılan modellerin ne olduğu, bunların rolleri, nasıl ve neden kullanıldıkları hakkındaki görüşleri araştırılmıştır. Araştırmanın sonuçları, sorulara verilen cevaplarda model örneklerinin yeterli olmadığı ve matematik ve fen bilimlerindeki öğretim elemanlarının model ve modelleme konusu hakkında bilgi eksikliklerini göstermektedir.

Literatür incelediğinde *modelleme ile ilgi, tutum, algı ve anlayış gibi duyuşsal özelliklerin* değişimlerinin araştırıldığı çalışmaların olduğu görülmektedir. Bunlar; Yurtsever (2018), Aydın Güç (2015), Korkmaz (2014), Borromeo-Ferri ve Blum (2013), Kandemir (2011), Kim ve Kim, 2010, Korkmaz (2010), Ünveren (2010), Lim ve diğerleri (2009), Kaiser ve Schwarz (2006), Sriraman (2005), Schorr ve Lesh (2003), Klymchuk ve Zverkova (2001) olup, çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Yurtsever (2018), 6. sınıf öğrencileri ile yaptığı çalışmasında matematiksel modelleme yeterlikleri, akademik başarıve tutum arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma sonucunda katılımcıların modelleme yeterliklerinin çok düşük seviyede olduğu, modelleme yeterlikleri ile akademik başarıları arasında anlamlı ilişki bulunduğui tutumları arasında ise istatistiki olarak bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Aydın Güç (2015) yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının bir kısmına matematiksel modelleme ile ilgili aktiviteler yaptırırken diğer kısma ise matematiksel modelleme eğitimi verilmemiştir. Yapılan araştırma sonucunda bazı alt yeterliklerin gelişime karşı direndiği, bazı yeterliklerin ise matematiksel modelleme aktiviteleriyle gelişebildiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Ayrıca bazı yeterliklerde de matematiksel modelleme deneyiminden olumsuz etkilendiği görülmüştür.

Korkmaz (2014) yaptığı doktora tezinde matematik öğretmenleri için tasarlanmış matematiksel modelleme dersi kapsamında ortaokul matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme kullanımına ilişkin pedagojik bilgilerinin değişimi ve matematiksel modelleme kullanımına ilişkin düşüncelerindeki değişim ve gelişim incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ve sınıfta kullanımına ilişkin olumlu görüşler geliştirdiklerini göstermiş ve modelleme pedagojisine yönelik düşüncelerine önemli katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

Blum (2013), tarafından yapılan çalışmada ilkokul öğretmenlerinin modellemeyi kullandıkları matematik derslerinde yaşadıkları sorunları ve motivasyonlarını değerlendirmek için nicel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğretmenlerin derslerinde

kullandıkları modelleme etkinliklerinin ve problemlerinin faydalı olduğunu düşündüklerini ve olumlu tutum sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Kandemir (2011) yaptığı doktora çalışmasında, matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözmeye ilişkin düşünceleri ve duyuşsal özellikleri hakkında çalışmıştır. Çalışma sonunda, bu etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özellikleri ve problem çözmeye ilişkin düşünceleri üzerinde faydalı olduğu sonuçlarına ulaşılmıştır.

Kim ve Kim (2010), çalışmasında üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel modelleme vasıtasıyla yaratıcı düşünme becerilerinin ve öz-denetimli öğrenme tutumlarına nasıl etki edeceğini araştırmıştır. Çalışma sonucunda üstün yetenekli öğrenciler için matematik alanında matematiksel modellemeye uygun bir program olarak önerilmiştir. Korkmaz (2010) doktora çalışmasında öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin görüşlerini inceleyerek matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemiştir. Çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının uygulama öncesi ve sonrasında görüşlerinde matematik dersine karşı olan tutumlarında istatistiki olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Ayrıca matematiksel modellemenin uzun ve karmaşık bir süreç olduğu halde keyif aldıkları ve matematiğin günlük hayattaki öneminin farkına vardıkları öğretmen adayları tarafından dile getirilmiştir.

Lim ve diğerleri (2009) çalışmasında 26 tane lisans öğrencilerinden oluşan örnekleme uygulamalı modelleme projesine katılmaları sonrasındaki matematik tutumlarını nasıl değiştiğini incelemiş ve sonuçlara göre tutumlarda anlamlı bir değişiklik olmadığı görülmüştür. Kaiser ve Schwarz (2006) çalışmalarında, lise öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme üzerine düzenlenen, üniversite seminerini incelemişlerdir. Sonuçta lise öğrencilerinin gelecekteki üniversite yaşamlarında az miktarda değişim görülmüştür. Aynı zamanda, matematiksel modelleme etkinliklerinin çeşitli alanlardaki uygulanabilirliğinden ötürü, teknik çalışmaları seçmeye yönelik bir durum söz konusudur.

Sriraman (2005) çalışmasında lisansüstü öğrencilerinin matematiksel model ortaya çıkarma kavramıyla ilgili sıkıntıları ve kavram hakkındaki çeşitliliğini incelemiş, matematiksel modellemenin tanımı, bunun kullanımı ve uygulanmasındaki sıkıntıları ele almışlardır. Schorr ve Lesh (2003) öğretmenlerle uzun vadeli modelleme ile ilgili proje çalışması gerçekleştirmiş, çalışma sonucunda öğretmenlerin: (i) problem çözme etkinliklerinde öğrencilerin algılamalarında (ii) öğrencilerin cevaplarında yaşanan noktaların güçlü ve zayıf görüşlerinde (iii) ölçme-değerlendirmedeki görüşlerinde bariz değişiklikler

saptanmıştır. Klymchuk ve Zverkova (2001) çalışmasında, matematiksel modelleme etkinliklerinde yer alan öğrencilerin hemen hemen hepsinin gerçek hayattan matematik dünyasına geçişte zorlandıkları bulgusuna erişmişlerdir. Ayrıca araştırmacılar, modelleme becerilerinde motivasyondaki değişimin nasıl olduğunun incelenmesine dair araştırmanın gerekliliğini ortaya çıkarmışlardır.

Literatürde modelleme çalışmalarının *genel durumunu ortaya koyan araştırmalara* da (Araújo, 2010; Aztekin ve Şener, 2015; Çiltaş, 2017; Koç, 2020; Yenilmez ve Yıldız, 2019) rastlanılmıştır. Koç (2020) yüksek lisans tezinde son yirmi yılda Türkiye 'de matematik eğitimi alanında yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerini özellikle model ve modelleme perspektifi açısından inceleyerek, Türkiye'de yapılan modelleme çalışmalarının genel durumunu ortaya koymuştur. Modelleme konusunda yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin 2000' den 2019 yılına doğru giderek arttığı tespit edilmiş ve çalışmalarda araştırma yöntemlerinden en çok nitel araştırma yöntemi kullanılmış ve bunu sırasıyla karma desen yöntemi ve nicel araştırma yöntemi takip ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Yenilmez ve Yıldız (2019) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, 2000-2017 yılları arasında matematiksel modelleme ile ilgili hazırlanan lisansüstü tezleri incelenmiş ve sonucunda matematiksel modelleme konusunda hazırlanan tezlerin matematik öğretmenliği ve ilköğretim matematik öğretmenliği alanlarında daha fazla yapıldığı, ulusal düzeyde 2005 yılından sonra çalışmaların artış gösterdiği, çoğunlukla ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları ile çalışmalar gerçekleştirildiği ve yöntem olarak nitel ve karma yöntemlerin tercih edildiği belirlenmiştir.

Çiltaş (2017) matematik eğitimi alanında yayımlanan matematiksel modelleme çalışmalarının içerik analizini yapmayı amaçladığı çalışmasında matematiksel modelleme çalışmalarının 2007 yılından itibaren başladığı ve artarak devam ettiği, en çok kullanılan araştırma yöntemi nitel yöntem, veri toplama aracı olarak en çok görüşme yöntemi ve örneklem türü olarak ise en çok lisans öğrencileri tercih edildiği görüşmüştür.

Aztekin ve Şener (2015) tarafından matematiksel modelleme ile ilgili çalışmaların içerik analizi yapılmış ve yapılan matematiksel modelleme araştırmalarının kapsam ve çeşitlilik açısından yeterli olmadığı, büyük bir kısmında durum çalışması yaklaşımının kullanıldığı, genel olarak pedagojik kısımda çalışmalar yapıldığı, eğitimsel ve bağlamsal yaklaşımların daha sık kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araújo (2010), Brezilya matematik eğitiminde modelleme üzerine çalışmaları incelemiş ve sonuç olarak Brezilyada olduğu gibi uluslararası alanda da modelleme üzerine ilginin çoğaldığına ve bu durumun dikkat çekici olduğunu belirtmiştir.

2.3.2. Mühendislik Eğitiminde Matematiksel Modelleme İle İlgili Yapılan Araştırmalar: Literatür incelendiğinde yurtiçinde mühendis ve adayları içerisinde yürütülen mühendislik eğitimi alanında matematiksel modelleme çalışmalarına rastlanılmamıştır. Bu sebeple mühendislik ve matematiksel modelleme ile ilgili yurt içinde yapılmış çalışmalara yer verilmemiş yurt dışında yapılmış çalışmalar incelenmiştir. Çalışmalar *matematiği mühendislik uygulamalarında kullanma* ile ilgili olanlar ve *matematiksel modelleme ile ilgili algı, tutum ve inançlar gibi duyuşsal özellikler* ile ilgili olanlar olmak üzere iki kategoride toplanabilir. Aşağıda çalışmaların özetleri bu sırayla sunulmuştur.

Villiers ve Wessels (2020) mühendislik öğrencilerinin matematiksel modelleme ve mühendislik yeterliklerinin eş zamanlı olarak aynı anda nasıl geliştirilebileceğini incelemiştir. Güney Afrika Teknoloji Üniversitesi'nde okuyan on iki birinci sınıf inşaat mühendisliği öğrencisi, bir sömestr süren tasarıma dayalı bir araştırma çalışmasına katılmış ve araştırma sonuçları altı modelleme etkinliği sonunda sonuçları, hem mühendislik hem de matematiksel modelleme yeterlik gelişiminde yavaş ama tutarlı ilerleme olduğunu göstermiştir.

Kotze(2020) biyomedikal mühendisliği programı öğrencilerinin alışkanlıklarının ve bunların altını çizen matematiksel modelleme görevlerinin potansiyellerini keşfetmeyi amaçladığı araştırmasında, ilk kez modelleme görevleriyle meşgul olduklarında, geleneksel öğretme ve öğrenme yaklaşımlarının dayattığı kökleşmiş alışkanlıklar dolayı zorlandıkları ve karşılığında, öğrencilerin gelecekteki beklenti ve isteklerinin etkilendiği, ancak uygulamalar devam ettikçe matematiksel modellemenin bir itici güç olduğu, alışkanlıkların değiştirilmesi ve iyileştirilmesine sebep olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Hernandez-Martinez (2020) araştırmasında iki ikinci sınıf mühendislik öğrencisinin matematiksel modelleme yeterliklerini geliştirmeyi amaçlayan bir matematik dersine katılım anlatılarını incelemiş, matematiğe yükledikleri farklı değerler matematiksel modelleme yeterliklerini etkilediği sonucuna ulaşmıştır.

Huang (2018) mühendislik öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerini tek bir modelleme etkinliğinde incelenmiştir. Veriler, öğrencilerin matematiksel modelleme etkinliğine bireysel ve grup yazılı yanıtları, video bantlı grup tartışmaları ve araştırmacı tarafından yapılan sınıf gözlemlerinden elde edilmiştir. Sonuçlar mühendislik öğrencilerinin farklı matematiksel temsil modları ve değişkenlerin / parametrelerin bilinen veya bilinmeyen,

örtük veya açık, bağımsız veya bağımlı değişkenler olarak sınıflandırılması arasında geçiş yapmakta zorlandıklarını göstermiştir.

Martinez ve Vos (2018) çalışmalarında mühendislik öğrencileri için matematik dersi içinde modelleme etkinlikleri tasarlayarak mühendislik öğrencilerin matematiksel modelleme faaliyetlerinin ilgi düzeyini nasıl deneyimlediklerini incelemiştir. Değerlendirme sonucu öğrencilerin genel olarak modelleme etkinliklerini ilgili olarak deneyimlediklerini ve matematiğin ilgili olduğu mesleki uygulamalarda çalıştıklarını hayal ettiklerini göstermektedir. Bununla birlikte, matematik yapmanın yalnızca not almak, okulu bırakmak ve matematiğe ihtiyaç duyulmayabilecek mesleklere girmekle ilgili olduğu da değerlendirilmiştir.

Alpers (2017) araştırmasında mühendislik öğrencilerin birçok derslerde temel görevler üzerinde çalışırken matematiksel modelleme yeterliklerinin ele alınıp alınmadığını ve nasıl ele alındığını incelemiş, sonuç olarak durumu anlama, varsayımlarda bulunma, basitleştirmeler yapma, sonuçların yorumlanması veya doğrulanması gibi önemli alt süreçlerin hiç veya çok az ele alındığı bulgularına ulaşmıştır.

Gainsburg (2013) birinci sınıf lisans öğrencilerinden deneyimli uygulayıcılara kadar mühendislik eğitiminin çeşitli aşamalarını temsil etmek üzere yirmi katılımcının matematiksel modeller hakkında öğrenmeyi nasıl organize ettiğine ve modelleme eğitimi hakkındaki genel tartışmaları nasıl çözdüğüne dair bir araştırma yürütmüş, gerek eğitimde gerekse mesleki anlamda matematiksel modelleme kullanımı ile ilgili eksiklikleri ve karmaşıkların giderilmesi için değerlendirmeler yapılmıştır.

Cardella (2013), mühendislik tasarım projelerinde matematiksel modelleme isimli çalışmasında, kapsamlı tasarım projeleri üzerinde çalışan iki öğrenci ekibinin gözlemleri yoluyla mühendislik öğrencilerinin matematiği kullanımını araştırmıştır. Çalışmada sunulan vaka çalışmaları, mühendislik öğrencilerinin davranışları modellemeye başladıkları ve aynı zamanda mühendislik tasarımındaki belirsizliği ve kesinliği keşfettikleri durumlara ilişkin öngörüler sağladığını göstermektedir. Bu bilgiler, mühendislik öğrencilerinin matematiğin mühendislikte kullanıldığı yolların daha fazla farkına varmasına yardımcı olduğumuz için mühendislik eğitimini bilgilendirebilir. Ayrıca matematik ve matematiksel düşünmenin profesyonel uygulamalarda nasıl kullanıldığını anlamak ve öğrencilere neyin öğretilmesi gerektiğini belirlenmesine yardımcı olabileceği açıklanmıştır.

Soon ve diğerleri (2011) Singapur üniversitelerinde yüksek öğretim düzeyinde matematiksel modelleme ile karşılaşan birinci sınıf mühendislik öğrencilerinin yaşadıkları

zorlukları anlamak için bir araştırma yapmış, sonuçlar bunun başlıca nedeninin, rutin olmayan sorunları çözememe durumu olduğunu, öğrencilerin "gerçek yaşam bağlamları" ve "matematiksel temsiller" arasındaki bağlantıyı görmede sorun yaşadıklarını ve bağlamları ve zorluk alanlarını modellemede sorunlara teşebbüs etmede sistematik yaklaşım eksikliğini ortaya koymaktadır.

Huang (2011) teknoloji fakültesi 1. sınıf mühendislik öğrencilerinin modelleme yetkinliklerinin değerlendirilmesi amacıyla yaptığı araştırmada; altı matematiksel modelleme etkinliği, matematiksel modelleme testleri ve yarı yapılandırılmış görüşmeler kullanılmıştır. Modelleme yeterlikleri, matematiksel modelleme dersinin başında ve sonunda katılan tüm öğrencilere uygulanan bir tahmin aracılığıyla değerlendirilmiş, bu testlerin sonuçları raporlanarak ve matematiksel modelleme yeterliklerinin uygun bir matematiksel modelleme eğitimine katılarak geliştirilebileceği ifade edilmiştir.

Qi Dan ve Jinxing Xie (2011), Çin Halk Cumhuriyetinde üniversite öğrencilerinin modelleme becerilerini değerlendirmek için kapsamlı deneysel çalışmalar yapılmadığını tespit ederek bu boşluğu doldurmak üzere 33 mühendislik öğrencisinin matematiksel modelleme becerileri ve yaratıcı düşünme düzeylerinin dağılımlarını incelemiştir. Deneylerden elde edilen veriler, bu iki tür yetkinlik arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu göstermektedir. Ayrıca öğrencilerin matematiksel modelleme becerileri ile temel matematik derslerinde elde ettikleri puanlar arasındaki ilişkiyi incelenmiş ve aralarındaki korelasyonun bazı ilişki kalıpları çıksa da önemsiz olduğunu görülmüştür.

Gainsburg (2006), yaptığı çalışmada mühendislerin günlük problem çözme faaliyetlerini pratikte etnografik yaklaşım ile incelemiştir. Mühendisler, çeşitli temsil biçimleri ve soyutlama derecelerinin modellerini kullanırken, erişilemeyen olayları anlamak ve modelleri takip etmek gibi iki büyük zorluk yaşamışlar, bu zorluklar ve mühendislik modellerinin doğası, modellemeye iyi bir şekilde yansıtamadıkları görülmüştür.

Lingefjärd (2004), mühendislik öğrencisinin modelleme becerilerinin değerlendirilmesine yönelik, Chalmers'daki Makine mühendisliği programında normal sınıf koşulları dışında yapılan bir deneysel bir araştırma yapmıştır. Çalışmada kullanılan matematiksel modelleme testi, matematiksel modelleme yeterliklerindeki büyümenin kanıtını toplamayı amaçlamaktadır (Izard, Haines, Crouch, Houston & Neill,2003). Bu çalışmanın içeriği müfredatla ilgiliydi ve testte verilen problemler program sırasında farklı öğretmenler tarafından verilmiş olabilecek türdendi. Bu nedenle, bu çalışma çevresel geçerliliğe sahip

olmamakla birlikte genellenebilir geçerliliğe yaklaşsa da uygulanan çalışma grubuyla sınırlı olduğu söylenebilir.

Wedelin ve diğerleri (2015), mühendislik adaylarının matematiksel modelleme ve problem çözme becerilerinin araştırılması ve geliştirilmesi amacıyla yaptıkları nitel bir vaka çalışmasında; öğrencilerin önceden matematiksel modelleme konusunda çok az deneyime sahip olduklarını, problemi anlamanın ve alternatifleri keşfetmenin öneminin farkında olmayıp ve olumsuz inançlar ve tutumlar sergilediklerini belirlemişlerdir. Yapılan uygulamalar sonrası öğrencilerin üst biliş farkındalıklarının geliştiği, matematiksel düşünme çerçevesi ve bilişsel çıraklık kavramı ile ilişkili olarak farklılıklar olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlara dayanarak, bu tür öğretim uygulamalarının tüm mühendislerin eğitiminde dikkate alınması gerektiği önerilmektedir.

Duka ve Zeidmane (2012),yüksek lisans ve doktora öğrencileri için mühendislik eğitiminde matematiksel modelleme becerilerinin önemini araştırdıkları çalışmalarında, mühendislik öğrencilerinin bilimsel araştırmalarında yüksek lisans veya doktora düzeyinde problem çözmeye geldiklerinde, matematiksel modelleme ve simülasyonlar genellikle temel bir yöntem veya çalışmalarının tamamlayıcısı olarak kullandıklarını, öğrencilerin matematiğin kullanılabilirliğine yönelik tutumları ve matematiksel modelleme becerilerinin önemini ortaya çıkarılmış, matematiksel modellemenin kullanılmasının faydalarını ve zorluklarını belirlenmiştir.

Klymchuk ve diğerleri (2008), mühendislik öğrencilerine matematiksel modelleme ve uygulamaların öğretiminde yenilikçi bir pedagojik strateji kullanımına ilişkin iki çalışma yürütmüştür. Her iki çalışma da matematiksel modelleme ve uygulamaların öğretilmesi / öğrenilmesinde mühendislik öğrencileri için geleneksel olmayan çevre ve ekoloji bağlamları tanıtmakla ilgilidir. Öğrencilere ekolojik ve çevresel sistemler için matematiksel modellemenin bazı tekniklerini, metodolojilerini ve ilkelerini tanıtmak; hem hayatta kalma (kısa vadeli) hem de sürdürülebilirlik (uzun vadeli) yönlerini vurgulayarak, öğrencileri bölgelerine uyarlanmış gerçek hayat problemlerini çözmeye dahil etmek; Öğrencileri çevresel konulara dikkat etmeye teşvik etmek. Bir yandan, bağlamlar doğrudan mühendislik ile ilgili değildir. Öte yandan, pek çok mühendislik mezunu, gelecekteki çalışmalarında bir şekilde çevresel sistemlerin matematiksel modellemesiyle ilgileneceklerdir çünkü neredeyse her mühendislik faaliyetinin çevre üzerinde bir etkisi vardır. İlk çalışma, Yeni Zelanda ve Almanya'da mühendislik matematiği okuyan birinci sınıf öğrencileriyle eş zamanlı olarak yürütülen paralel bir çalışmadır. İkinci çalışma, Yeni Zelandalı bir misafir öğretim görevlisi

tarafından Almanya'daki 2-5 sınıf mühendislik öğrencilerine verilen deneysel Hayatta Kalma ve Sürdürülebilirlik Modellemesi dersinin bir vaka çalışmasıdır. Öğrencilerin anketlere verdikleri yanıtların analizi, öğretimdeki yenilikçi yaklaşıma yönelik yorumları ve tutumları çalışmada sunulmuştur.

3.BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi ve uygulama süreçlerine ait detaylara yer verilmiş, araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları ile verilerin toplanması ve analizi açıklanmıştır. Sıralı açıklayıcı karma desen üzerine kurulu olan bu tezde nicel ve nitel veriler ayrı ayrı toplanıp analiz edilmiştir. Deneysel desenin gereği olarak öncelikle nicel veriler toplanmış, süreç içinde farklı araçlarla nitel veriler toplanmıştır. Veriler araştırma problemlerine cevap olabilecek şekilde ayrı olarak değerlendirilerek analiz edilip, sonuç ve tartışma kısmında birleştirilerek yorumlanmıştır.

3.1. Araştırmanın Deseni

Matematik ve mühendislik eğitiminde önemli bir yer tutan modelleme ilgili olarak mühendis adaylarının görüşlerinin neler olduğu, matematiksel modelleme öz yeterlik ve üst bilişsel farkındalık düzeylerinin kendilerine yapılan öğretim uygulamalarının sonrasında farklılaşıp farklılaşmadığını ve matematiksel modellemede yeterlik düzeylerinin ne olduğunun belirlenmesi hedeflenen bu çalışmada nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma yöntem tercih edilmiştir. Birçok çalışmada elde edilen verilerin kalitesini ve güvenirliğini artırmak için nitel ve nicel yöntemlerin bir arada kullanıldığı görülmektedir. (Fraser ve Tobin, 1992). Ayrıca çalışmaya, deneysel sonuçlara (nicel)katılımcıların düşüncelerinin(nitel) eklenmesi ile elde edilmesiyle açıklanması katkı sağlamaktadır (Creswell, 2013). Bu nedenle çalışmamızda veri toplama yöntemi olarak nitel-nicel veri toplama ve analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Karma yöntem desenlerinde çok sayıda sınıflandırma yapılmaktadır. Bu çalışmada karma yöntem desenlerinden *sıralı açıklayıcı tasarım* (NİCEL→nitel) kullanılmıştır. Bu tasarımda, nitel veriler, ağırlıklı olarak nicel verilerin toplanması ve analiz edilmesinden sonra elde edilir. Nitel veriler esas olarak nicel verileri çoğaltmak için toplanır. Veri analizi birbiriyle ilişkilidir ve genellikle veri yorumlama ve tartışma kısımlarında birleştirilir. Bu tasarım, bilhassa beklenmedik araştırma bulgularını ya da ilişkilerini açıklamada daha kullanışlıdır. (Creswell ve Plano Clark, 2011).

Bu çalışma kapsamında nitel verileri sadece deneysel çalışmanın sonuçlarına katkı sağlanmak amacıyla toplanmamış, aynı zamanda nitel verilerle cevaplanan araştırma probleminlerine de cevap aranmıştır.

Araştırmanın nicel boyutunda Q1→X→Q2 tek gruplu ön-test ve son-test deneysel tasarım (Preexperimental design) yöntemi kullanılmıştır. Burada bir gruba ilk olarak öntest, daha sonra deneysel işlem ve süreç bitiminde sontest uygulanır (Creswell, 2013). Yukarıda ifade edilen (Q1) mühendis adaylarının uygulamalar öncesi ön-testle belirlenen model ve modelleme bilgi, matematiksel modelleme özyeterlik ve üstbilişsel farkındalık düzeylerini, (X) katılımcılarla 4 hafta süreyle devam eden matematiksel modelleme etkinlikleri sürecini ve (Q2) ise modelleme etkinliklerinin öğrencilerin model ve modelleme bilgi, matematiksel modelleme özyeterlik ve üstbilişsel farkındalık düzeylerine etkisini inceleyecek olan son-testi göstermektedir. Nitel boyutta ise mühendis adaylarının görüşlerinin belirlenmesi amacı ile ön son görüşme formu yardımıyla yarı-yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Araştırmada, çalışma grubuna ölçek uygulanarak elde edilen nicel veriler, bir grup katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde nitel verilerle desteklenmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Teknoloji fakültelerinde öğrenim gören mühendis adayları, çalışmanın evreni olarak belirlenmiştir. Evrenin tamamına ulaşılması mümkün olmayacağından ve karma araştırma yönteminin örneklem seçim yöntemlerinden biri olan "amaca uygun örnekleme" yöntemi tercih edilmiştir. Amaca uygun örneklemede kolay ulaşılabilir ve araştırmaya katılıma gönüllü olan örneklem seçilir (Gökçek, 2019). Tespit edilmiş ve gönüllü örneklem şeklinde iki türü olan bu örnekleme yaklaşımından gönüllü örnekleme türü ile modelleme etkinlikleri ve görüşmelere katılacak mühendis adayları belirlenmiştir.

Bu çalışmanın ölçek örneklemini 2020-2021 Eğitim-Öğretim yılında Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Biyomedikal Mühendisliği programında öğrenim gören farklı gelişim düzeylerindeki toplam 217 öğrenci oluşturmaktadır. Bu öğrencilerin tamamına model ve modelleme, üstbilişsel farkındalık ve matematiksel modelleme öz-yeterlik ölçeği uygulanmıştır. Örneklem seçiminde sınıftaki tüm öğrenciler çalışma kapsamına dahil edilerek herhangi kısıtlama yapılmamıştır. Hazırlanan ölçekler internet ortamına aktarılmış, 217 öğrenciye ulaştırılmıştır. Hatalı cevaplanan, eksik bırakılan ve uç değerlere sahip ölçek verileri çıkarıldıktan sonra 208 geçerli veri analize dahil edilmiştir. Çalışmaya katılan mühendis adaylarının demografik özellikleri Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6 incelendiğinde araştırmaya katılan mühendis adaylarının çoğunluğun kadın ve mezun olunan lisenin türü anadolu lisesi olduğu görülmüştür. Ayrıca mühendis adaylarının yaklaşık %80 'i daha önce modellemeye yönelik bir ders ya da eğitim almadıklarını ifade etmiştir.

Tablo 6

Araştırmaya Katılan Mühendis Adaylarının Demografik Özellikleri

Değişken	Kategori	f	%
Cinsiyet	Kadın	144	69,2
	Erkek	64	30,8
Sınıf seviyesi	1.Sınıf	74	35,6
	2.Sınıf	48	23,1
	3.Sınıf	42	20,2
	4.Sınıf	44	21,2
Mezun olunan lise türü	Düz lise	4	1,9
	Meslek lisesi	30	14,4
	Anadolu lisesi	148	71,2
	Fen lisesi	16	7,7
	Diğer	10	4,8
Modelleme eğitimi alma	Evet	42	20,2
	Hayır	166	79,8
Toplam		208	100,0

Karma yöntem araştırmalarında çalışmaya katılan bireyler arasından küçük bir örneklemin seçilmesi, görüş ve deneyimleri daha derinlemesine ortaya çıkarmak için uygun görülmektedir (Creswell, 2017). 217 mühendis adayından gönüllü olarak görüşmelere katılacağını bildiren farklı sınıflardan 45 mühendis adayı ile görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada mühendis adaylarının her biri için etik kapsamında gizlilik ilkesine uygun olarak katılımcıların kendilerinin belirlediği takma ad (rumuz) kullanılmıştır.

Matematiksel modelleme etkinlerinin uygulanması sürecinde ise gruplarla çalışılmıştır. Görüşmelerde olduğu gibi gönüllü olarak etkinliklere katılacağını bildiren farklı sınıflardan rastgele 3'er veya 4'er kişilik 12 grup oluşturulmuştur. Bu aşamada mühendis adaylarından gruplarına isim belirlemeleri istenmiştir. Grup isimleri ve katılımcı sayıları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7

Modelleme Uygulamarına Katılan Grup İsimleri ve Katılımcı Sayıları

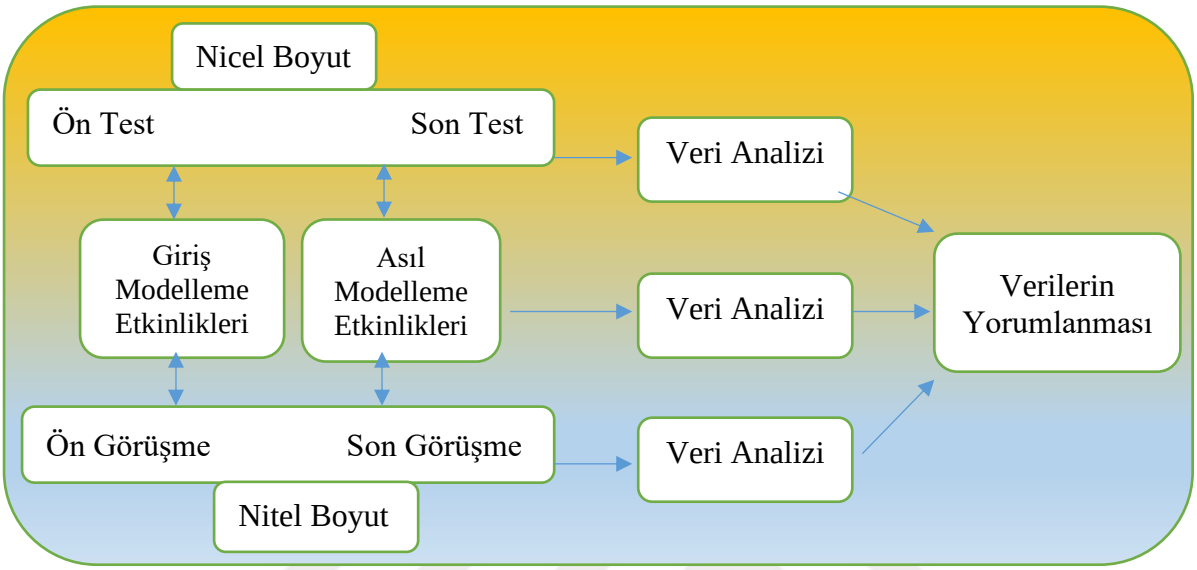
Grup Adı	**Kişi sayısı**
Başka Memnu	3
Winx Club	4
Teletabiler	4
Ninja Turtles	4
Sefiller	4
Lord Of The Rings	3
Scorpion	3
La Casa de KOÜ	3
Selena	3
Westcoast	4
Ravenstroph	3
Engineeringg	3

3.3. Araştırmanın Süreçleri

Bu araştırmada kullanılan sıralı açıklayıcı karma araştırma desenin kullanımına yönelik süreç Şekil 19'da verilmiştir.

Şekil 19

Araştırmanın Nicel-Nitel-Uygulama Süreçleri



Araştırmada, öncelikle çalışma grubuna model ve modelleme, üstbilişsel farkındalık ve matematiksel modelleme öz-yeterlik ölçeği uygulanarak nicel boyutun ön test verileri alınmıştır. Sonrasında bir grup katılımcı ile yarı yapılandırılmış görüşme formundan ise nitel boyutun ön görüşme verileri elde edilmiştir. Daha sonra mühendis adaylarına giriş (ısınma) modelleme etkinkileri için uygulama süreci başlatılmıştır. Sonraki aşamada mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterlik düzeyleri belirlenmesi için hazırlanan asıl modelleme etkinlikleri uygulanmış ve matematik eğitimcisi uzmanlar tarafından değerlendirilmiştir. Bu aşamada model ve modelleme, üstbilişsel farkındalık ve matematiksel modelleme öz-yeterlik ölçeği uygulanan çalışma grubuna ölçekler tekrar uygulanarak nicel boyutun son test verileri alınmıştır. Son olarak yarı yapılandırılmış görüşme formundan ise nitel boyutun son görüşme verileri elde edilmiştir.

3.3.1. Araştırmanın Uygulama Süreci: Araştırma sürecinde yapılan uygulamalar ve kullanılan ölçme araçları ile verilerin toplanması, Ekim 2020- Aralık 2020 tarihleri arasında mühendis adaylarıyla 11 hafta süresince yapılmıştır. Araştırmanın uygulama süreçlerine yönelik takvim Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8

Çalışmanın Uygulama Takvimi

Tarih	Yapılan İşlem
01.10.2020-15.10.2020 (2 hafta)	Ölçeklerin Uygulanması (Ön test)
22.10.2020-28.10.2020 (1 hafta)	Görüşmeler (Ön görüşme)
01.11.2020-15.11.2020 (2 hafta)	Giriş (ısınma) Modelleme Problemleri
18.11.2020-25.11.2020 (1 hafta)	Asıl Modelleme Problemleri (2 oturum)
28.11.2020-04.12.2020 (1 hafta)	Asıl Modelleme Problemleri (2 oturum)
01.12.2020-15.12.2020 (2 hafta)	Ölçeklerin Uygulanması (son test)
19.12.2020-28.12.2020 (2 hafta)	Görüşmeler (Son görüşme)

Ölçeklerin ön test uygulamaları için iki haftalık süre ayrılmıştır. Bu sürenin sonunda bir hafta süren ön görüşme kapsamında yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır. Süreç iki haftalık giriş modelleme uygulamaları ve iki hafta süren asıl modelleme uygulamalarının gerçekleştirilmesi şeklinde devam etmiştir. Matematiksel modelleme etkinliklerini takip eden süreçte iki haftalık son test ölçek uygulamaları ve bir hafta süren son görüşmelerin yapılarak araştırmanın veri toplama süreci tamamlanmıştır.

3.3.1.1. Ölçeklerin Uygulama Süreci: Deneysel sürecin birinci aşamasında matematiksel modelleme uygulamalarına geçilmeden önce tüm katılımcılara, model ve modellemeye yönelik anlayış, matematiksel modelleme özyeterlik ve üstbilişsel farkındalıklarının ne düzeyde olduğunu belirlemek için, "Model ve Modelleme Ölçeği, Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği ve Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği " ön test olarak uygulanmıştır. Ölçek verilerinin ön test verileri 01.10.2020-15.10.2020 tarihlerinde 2 hafta süreyle surveey.com üzerinden çevrimiçi olarak elde edilmiştir. Ölçek uygulamalarının ikinci aşamasında, yapılan modelleme uygulamaları sonrasında tüm katılımcılara "Model ve Modelleme Ölçeği, Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği ve Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği " son test olarak uygulanmıştır. Son test verileri 01.12.2020-15.12.2020 tarihleri arasında 2 hafta süreyle yine surveey.com üzerinden çevrimiçi olarak toplanmıştır.

3.3.1.2. Modelleme Problemleri Uygulama Süreci: Çalışmanın amacı kapsamında, ilk olarak araştırmacı tarafından hazırlanan Test Maliyeti isimli modelleme problemi 18.11.2020 tarihinde 45 öğrenciden oluşan toplam 12 gruba uygulanmıştır. Uygulama Zoom programı üzerinden online 50 dakikalık ders kapsamında yapılarak kayıt altına alınmıştır. Uygulamalar kapsamında mühendis adayları 3-4 kişilik gruplar halinde çalışmıştır. Araştırmacı rolü kısmında belirtilen rehber görevi doğrultusunda çözümlere herhangi bir

müdahalede bulunulmamış ve çözümler için yapılan ders sonrası 2 gün süre verilmiş ve çözümler yine grup olarak internet ortamında(onedrive) toplanmıştır. Bu problem çalışma grubuna uygulanan ilk asıl modelleme problemidir. Uygulamaya bu soruyla başlanmasının nedeni sorunun biyomedikal mühendisliği ile ilgi olmasıdır. Bu şekilde mühendis adaylarının uygulamalara daha motive ve istekli katılımlarının sağlanması amaçlanmıştır. 1 hafta sonra 25.11.2020 tarihinde ikinci uygulama problemi olan Dosya Kağıdı (Altun, 2016) problemi uygulanmıştır. 28.11.2020 tarihinde üçüncü uygulamamız olan Nasıl Depolayalım (TÜBA, 2016), 04.12.2021 tarihinde ise araştırmacı tarafından Türkçe'ye çevrilen ve adapte edilen Obezite (IM²C, 2016) adlı modelleme problemi mühendis adaylarından oluşan gruplara aynı şartlarda uygulanmıştır.

3.3.1.3. Mülakatların Uygulama Süreci: İlk aşamada Zoom programı üzerinden yarı yapılandırılmış mülakat şeklinde gönüllü olarak çalışmaya katılan 45 mühendis adayı ile ön görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerde araştırmacı görüşmeyi yönetmiş, gerektiğinde ek sorular sormuş ve açıklamalar yapılmasını talep etmiş ve bu şekilde olası veri kaybının önlenmesi ve verilerin araştırma sorularına uyumu sağlanmaya çalışılmıştır. Görüşmeler kayıt altına alınmış, sorular ayrıca surveey.com üzerinden adaylara internet ortamında gönderilmiştir. Görüşmeler 50 dakika sürmüştür. Daha sonra cevapların son hali internet ortamında toplanmıştır. Matematiksel modelleme uygulamalarından önce mühendis adaylarının model, modelleme ve matematiksel modellemeye yönelik ön bilgilerinin hangi düzeyde olduğunun belirmesi amacıyla dokuz sorudan oluşan ve "modeller ve model örnekleri, matematiksel model ve modelleme, matematiksel modelleme yeterlikleri, aşamaları, üniversitelerde mühendislik eğitimde modelleme" ile ilgili sorular sorulmuştur. İlk mülakatlar 22.10.2020-28.10.2020 tarihleri arasında yapılmıştır.

İkinci aşamada yine Zoom programı üzerinden yarı yapılandırılmış mülakat şeklinde modelleme uygulamalarına ve ilk görüşmeye katılan 45 mühendis adayı ile son görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler kayıt altına alınmış, sorular ayrıca surveey.com üzerinden adaylara internet ortamında gönderilmiştir. Görüşmeler 50 dakika sürmüştür. Daha sonra cevapların son hali internet ortamında toplanmıştır. Matematiksel modelleme uygulamalarından sonra mühendis adaylarının model, modelleme ve matematiksel modellemeye yönelik son bilgilerinin hangi düzeyde olduğunun belirmesi amacıyla on sorudan oluşan ve ön görüşme sorulara ek olarak uygulama süreçlerini nasıl değerlendirdikleri sorulmuştur. Son mülakatlar 19.12.2020-28.12.2020 tarihleri arasında yapılmıştır.

3.4. Verilerin Toplanması ve Analizi

Bu kısımda çalışmada kullanılan nicel ve nitel veri toplama araçları ile veri analiz yaklaşımları açıklanmıştır.

Tablo 9

Veri Toplama Araçları

	Kullanıldığı Çalışma Grubu	Aracın Kullanıldığı Aşama	Kullanılan Araçlar
Nicel Veri Toplama Araçları	Tüm Örneklem	Modelleme Etkinlik Deneyimi Öncesinde (Ön test)	*Modeller ve Modelleme Ölçeği *Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği *Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği
		Modelleme Etkinlik Deneyimi Sonrasında (Son test)	*Modeller ve Modelleme Ölçeği *Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği *Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği
Nitel Veri Toplama Araçları	Gönüllü olarak görüşmelere katılacağını bildiren mühendis adayları(bireysel)	Modelleme Etkinlik Deneyimi Öncesinde (Ön görüşme)	*Yarı yapılandırılmış Görüşme Formu (8 soru)
		Modelleme Etkinlik Deneyimi Sonrasında (Son görüşme)	*Yarı yapılandırılmış Görüşme Formu (10 soru)
Etkinlik Uygulama Araçaları	Gönüllü olarak görüşmelere katılacağını bildiren mühendis adayları(grup)	Ön Test Ölçek Uygulamaları ve Ön Görüşme Sonrasında	* Paraşütlü Gemiler (MEB, 2018) * Yılan Halklarının Sayısı (Altun, 2007) * Araç Kiralama (Korkmaz, 2010)
	Gönüllü olarak görüşmelere katılacağını bildiren mühendis adayları(grup)	Ön Test Ölçek Uygulamaları, Ön Görüşme ve Giriş Modelleme Uygulamaları Sonrasında	* Test Maliyeti (Demir, 2020) * Dosya Kağıtı (Altun, 2016) * Nasıl Depolayalım (TÜBA, 2016) * Obezite (IM²C, 2016)

3.4.1. Veri Toplama Araçları: Araştırmada "Modeller ve Modelleme Ölçeği", "Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği", "Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği", "Giriş Modelleme Problemleri ve Asıl Modelleme Problemleri etkinlik kağıtları" ve "yarı yapılandırılmış mülakat formu" veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Bu veri toplama araçlarına ait alt başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

3.4.1.1. Modeller ve Modelleme Ölçeği: Mühendis adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında modeller ve modellemeye yönelik anlayışları Treagust (2002) tarafından geliştirilen ve Güneş ve diğerlerinin (2004) uyarlamasını yaptığı bir ölçek kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır (Ek 3). Beşli likert-tipi anket her bir madde için (H) hiç katılmıyorum, (P) katılmıyorum, (F) fikrim yok/kararsızım, (K) katılıyorum ve (T) tamamen katılıyorum şeklinde eşit aralıklı olarak oluşturulmuştur. Ölçeğin 30 maddesinden 26'sı Treagust (2002) çalışmasına, son dört maddesi ise Güneş ve diğerleri (2004) tarafından eklenmiştir. Yapılan geçerlik ve güvenirlik çalışmaları sonucunda beş faktör ve her faktörün güvenirlik katsayısı 0,71 ile 0,84 arasında olduğu rapor edilmiştir Bu da aracın her ölçek için yüksek iç tutarlılığa sahip olduğunu göstermektedir. Güneş ve diğerleri (2004) yaptıkları araştırmada Treagust çalışmasına dört soruluk modelleme örnekleri boyutunu eklemiş ancak herhangi bir geçerlik ve güvenirlik analizi yapılmamış, boyutlar olduğu gibi kabul edilmiştir. Yapılan deneme, asıl çalışma ve uzman görüşü sonrası bazı maddeler revize edilmiş ve çıkarılmış, altı boyut ve madde sayısı 25 olarak belirlenmiştir. Detaylar verilerin analizi kısmında açıklanmıştır.

Bu boyutlar; çoklu temsiller olarak modeller hakkındaki anlayışları ortaya çıkarmak (1-7. maddeler), bir modelin temsil ettiği nesneye ne kadar benzeyebileceği ile ilgili algılamaları belirlemek (8-11. maddeler), herhangi bir olgunun anlaşılmasında modelin yaptığı faydaya yönelik fikirleri tespit etmek (16-20. maddeler), modellerin tanımlayıcı ve açıklayıcı olmasının dışında nasıl kullanılabileceği konusundaki anlayışları saptamak (21-23. maddeler), modellerin kalıcılığı(sürekliliği) ilgili görüşlerini belirlemek (24-27. maddeler) ve kullanılan model örneklerini tespit etmek amaçlı (28-30. maddeler) olmak üzere altı gruptan oluşmaktadır.

3.4.1.2. Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği: Mühendis adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında matematiksel modelleme özyeterliklerinde değişim olup olmadığının belirlenmesi amacıyla Koyuncu ve diğerlerinin 2017 yılında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inançlarını belirlemek için geliştirdiği Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği (MMÖÖ) kullanılmıştır (Ek 4). Matematiksel modelleme becerisi özyeterliğine yönelik ifadeler içeren 17 maddeden oluşan MMÖÖ beşli likert-tipi ölçek olup her bir madde için "kesinlikle katılmıyorum, katılmıyorum, kararsızım, katılıyorum ve kesinlikle katılıyorum" şeklinde eşit aralıklı olarak oluşturulmuştur. Ölçeğin tek boyutlu olduğu belirtilmesine rağmen yapılan incelemede beş boyuta sahip olduğu görülmüştür. Mevcut ölçekte Cronbach-Alpha güvenirlik katsayısı 0,91 ve McDonald´s ω

katsayısı 0,97 olarak hesaplanmıştır. Ölçekten alınacak en düşük puan 17, en yükssek puan ise 85 tir. Alınan puan yükseldikçe modelleme özyeterlik inancı da yükselmektedir.

3.4.1.3. Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği: Mühendis adaylarının uygulama öncesinde ve sonrasında üstbilişsel farkındalık düzeylerinde değişim olup olmadığını tespit etmek için Durdukoca ve Arıbaş (2019) tarafından geliştirilen 18 madde ve bu maddelerin oluşturduğu kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık alt boyutlarından meydana gelen "Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği" kullanılmıştır (Ek 5). Ölçekteki maddelere katılma dereceleri 1 "hiçbir zaman", 2 "nadiren", 3 "sık sık", 4 "genellikle" ve 5 "her zaman" olarak eşit aralıklı belirlenmiştir. AFA sonuçları ölçeğin 18 maddeden meydana geldiği, bu maddelerin 3 alt boyut altında toplandığı ve boyutların ölçek toplam varyansının %45,03'ünü açıkladığı ve ölçeğin Cronbach-Alpha güvenirlik katsayısının ise 0,75 olduğunu göstermiştir. Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği'nin "Kişisel Farkındalık" faktöründe tamamı olumlu 8 madde, "Organizasyonel farkındalık" faktöründe tamamı olumlu 6 madde ve "Yargısal farkındalık" tamamı olumlu 4 madde yer almaktadır. Bu ölçekten katılımcılar toplam olarak en düşük 18, en yüksek 90 puan alabileceklerdir (Durdukoca ve Arıbaş, 2019). Yapılan deneme, asıl çalışma ve uzman görüşü sonrası bazı maddeler revize edilmiş ve çıkarılmış, üç boyut ve madde sayısı 14 olarak belirlenmiştir. Detaylar verilerin analizi kısmında açıklanmıştır.

3.4.1.4. Giriş ve Asıl Modelleme Problemleri: Çalışmaya dahil olan mühendis adaylarının matematiksel modelleme sürecine hazırlık yapmaları, matematiksel modellemeye değişik yönlerden bakmalarını sağlamak, modellemenin esaslarını göstermek ve asıl uygulamalara ısınmaları için ifade etmesi kolay olan, detaylı bilgi gerektirmeyen ve çalışmalarının başında olan katılımcıların çözebileceği düşünülen, dört sorudan oluşan giriş modelleme problemleri uygulanmıştır. Uygulanan giriş problemleri puanlandırılmamıştır. Bu problemler; Yılan Halkalarının Sayısı (Altun, 2009) Ek 8'de, Araç Kiralama (Korkmaz, 2010) Ek 9'da, Paraşütlü Gemiler (MEB, 2018) Ek 10'da sunulmuştur.

Araştırmada mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla dört farklı asıl modelleme problemi uygulaması yapılmıştır. Bunlar; Dosya Kağıdı (Altun, 2016) Ek 11'de, Test Maliyeti (Demir, 2021) Ek 12'de, Obezite (IM^2C, 2016) Ek 13'de ve Nasıl Depolayalım (TÜBA, 2016) Ek 14'de gösterilmiştir.

3.4.1.5. Yarı Yapılandırılmış Mülakat Formu: Genellikle bir amaç doğrultusunda önceden belirlenmiş sorularla karşılıklı etkileşim halinde ve bireylerin bir konu hakkında nasıl düşündüklerini anlayabilmek için yürütülen süreç mülakat olarak tanımlanmaktadır (Stewart ve Cash, 1985). Burada amaç konu hakkında katılımcıların duygu, düşünce ve inançları

belirlemektir (Çepni, 2012). Tezde deneme çalışması yapılan, iki uzman görüşü alınarak revize edilen ve geçerliği sağlanan yarı-yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Yarı-yapılandırılmış mülakat, soruları daha önce hazırlanan ancak gerektiğinde sorularda esneklik gösterilebilen mülakat türüdür (Çepni, 2012). Görüşme soruları hazırlanırken Özer Keskin (2008) ve Korkmaz (2010) çalışmalarında yer alan sorulardan mühendis adaylarına yönelik uyarlama yapılmıştır. Mülakat formunda çalışma konusunu geniş olarak içine alan sorularla birlikte temel soruların altında yer alacak sorulara da yer verilmiştir. Mülakat formunda, "modeller ve model örnekleri, matematiksel model ve modelleme, matematiksel modelleme yeterlikleri, aşamaları, süreçte yaşanan engeller, üniversitelerde mühendislik eğitimde modelleme ve uygulamalar sonrası edinilen kazanımlar" ile ilgili görüşleri belirlemeye yönelik sorular yer almaktadır. Ön mülakat formunda (Ek 15) mühendis adaylarının model, modelleme ve matematiksel modellemeye yönelik ön bilgilerinin hangi düzeyde olduğu, son mülakat formunda (Ek 16) ise giriş ve asıl modelleme etkinliklerinin uygulanması sonucunda mühendis adaylarının görüşlerindeki değişimler tespit edilmeye çalışılmıştır.

3.4.2. Verilerin Analizi: Aşağıda nicel ve nitel veri toplama araçlarından toplanan verilerin analizinde kullanılan istatistiki yaklaşımlar ve teknikleri ile geçerlik ve güvenirlik sonuçlarına yer verilmiştir. Araştırmanın istatistiki işlemleri Smart PLS 2 ve SPSS 22.0 programlarıyla gerçekleştirilmiş ve kullanılan istatistiki işlemlerde anlamlılık düzeyi 0,05 ve 0,01 olarak kabul edilmiştir.

3.4.2.1. Ölçek Verilerinin Analizi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmamış ölçeklerin ölçüm sonuçlarına güvenmek hata olur. Araştırmalarda ölçülmek istenen özelliğin farklı bir özellikle karıştırmadan doğru ölçülmesi kullanılan ölçme araçlarının geçerliğini, ölçüm sonuçları arasında tutarlılığın bulunması ise güvenirliğini ifade eder (Grounlund ve Linn, 1990). Tez kapsamında çeşitli veri toplama tekniklerinden faydalanılmış olması araştırmanın geçerlik ve güvenirliğini desteklemektedir.

Analizler yapılırken parametrik test kullanabilmek için bazı koşulların oluşması gereklidir. Bu koşullar; verilerin eşit aralıklı ölçeklerden elde edilmesi, ölçüm sonuçlarının normal dağılım sergilemesi ve ölçme araçlarının geçerli ve güvenilir olmalarıdır (Bluman, 1995; Orhunbilge, 1997; Levin ve Rubin, 1998, Akgül, 2005). Veriler eşit aralıklı ölçeklerden elde edilmiştir. Ölçüm sonuçlarının normal dağılıma sahip olup olmadığı ve ölçme araçlarının geçerli ve güvenilir olduğuna yönelik sonuçlar aşağıda verilmiştir.

3.4.2.1.1. Modeller ve Modelleme Ölçeği Verilerinin Analizi: Modeller ve modelleme ölçeği ön ve son uygulama ölçümlerinin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için

Skewness ve Kurtosis testleri yapılmıştır. Field (2009), sosyal bilimler çalışmalarında normalliğin belirlenmesinde çarpıklık ve basıklık katsayıları incelenmesinin Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testlerinden daha güvenilir sonuçlar vereceğini belirtmektedir.

Tablo 10

MMÖ Ön-test ve Son-Test Normallik Testi Sonuçları

MMA	Çarpıklık	Standart Hata	Basıklık	Standart Hata
Ön-test	0,641	0,189	-0,005	0,336
Son-test	0,507	0,188	-0,045	0,303

Ölçeği oluşturan maddelerin, çarpıklık değerlerinin 0.641 ile 0.507 arasında; basıklık değerlerinin ise -0.005 ile -0.045 arasında olduğu görülmüştür. Çarpıklık ve basıklık katsayılarına yönelik belirli ve sabit değerler yoktur. Ancak bu çalışmada referans alınan (Chou ve Bentler, 1995; Curan vd.,1996) değerlerin ± 2 ve ±7 aralığının veri setinin normallik varsayımının sağlandığını belirtmektedir. Bu testler sonucu verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir.

Kapsam geçerliği için maddeler matematik eğitimi alan uzmanı biri danışman üç öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Ölçeğin yapı geçerliğini belirlenmesi amacı ile doğrulayıcı faktör analizi (DFA) yapılmıştır. Ölçek uyarlama ve tekrar uygulama araştırmalarında, DFA nın açımlayıcı faktör analizine (AFA) göre daha doğru bir analiz olduğu ifade edilmektedir (Hambleton vd., 2005). Araştırmacının elindeki veri setinin örneklem büyüklüğü küçükse ve örneklem hacmi arttırılamıyorsa yöntem olarak PLS-SEM yöntemi tercih edilmelidir (Chin, 1998). PLS-SEM her bir değişkenin ölçümünde kullanılan ölçme aracının güvenilirlik ve geçerliliği ile modeldeki değişkenler arasındaki ilişkinin derecesi ve anlamlılık düzeyi eş zamanlı değerlendirir (Bal vd., 2012; Yılmaz vd., 2015).

Araştırmada kullanılan ölçeklerin geçerlilik ve güvenirlilik analizleri SmartPLS2 programı kullanılarak yapılmıştır. Geçerlilik ve güvenirliliği tespit etmek için faktör yükleri, ortalama açıklanan varyans (AVE) Cronbach Alfa katsayısı ve bileşik güvenirlilik (CR) değerleri kullanılmıştır. Bu değerler Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11

MMA İlişkin Araştırma Geçerlik ve Güvenilirlik Değerleri

Gizil Değişken	Göstergeler	Gösterge Yükleri	Bileşik Güvenirlik (CR)	Cronbach Alpha	AVE
ÇTM	Madde2	0,523	0,800	0,691	0,448
	Madde4	0,662			
	Madde5	0,693			

	Madde1	0,725			
	Madde6	0,723			
	Madde 8	0,657			
TKM	Maddde9	0,568	0,779	0,671	0,416
	Madde11	0,694			
	Madde12	0,598			
	Madde14	0,696			
	Madde16	0,660			
AAM	Madde17	0,772	0,814	0,715	0,469
	Madde18	0,681			
	Madde19	0,729			
	Madde20	0,565			
BMK	Madde21	0,846			
	Madde22	0,717	0,759	0,601	0,518
	Madde23	0,570			
MYD	Madde24	0,627			
	Madde25	0,729	0,781	0,630	0,473
	Madde26	0,734			
MÖ	Madde27	0,653			
	Madde28	0,692	0,767	0,632	0,534
	Madde29	0,551			
	Madde30	0,905			

Tablo 11'de değişkenlere ait gösterge yük aralıklarının *ÇTM* için 0,52 ile 0,73; *TKM* için 0.57 ile 0.70; *AAM* için 0,57 ile 0,77; *BMK* için 0,57 ile 0.85; *MYD* için 0,63 ile 0,73 ve MÖ için 0,55 ile 0,91 aralığında değişen farklı değerler aldıkları görülmektedir. İkinci olarak bileşik güvenirlik değerlerine bakılması gerekir. Bagozzi ve Yi'ye (1988) göre herhangi bir ölçüm modeline ait bileşik güvenirlik değerlerinin 0,60 ve üzeri olması güvenirlik için gereklidir. Ayrıca birçok kaynakta Cronbach's Alpha değerlerinin 0.60'ın üstünde olması, güvenirlilik için yeterli görülmektedir. Buna göre ölçüm modeline ait bileşik güvenirlik değerlerinin sırasıyla 0,80, 0,78, 0,81, 0,76, 0,78 ve 0,77 olduğu görülmüştür. Aynı şekilde tüm Cronbach's Alpha değerleri 0,60'ın üzerindedir.

Araştırmada kullanılan ölçekleri oluşturan soruların bir araya gelme durumu (aralarındaki korelasyonun yüksek olması: yakınsak geçerlilik) AVE değerleri ile incelenmektedir (Gaskin, 2012). Ölçüm modeline ilişkin AVE değerlerine bakıldığında bu değerlerin sırasıyla 0,45, 0,42, 0,47, 0,52, 0,47 ve 0,53 olduğu görülmüştür. AVE değerlerinin 0,50'nin üzerinde olması (Hair vd., 2017) genel kabul gören bir durum iken, Fornell-Larcker (1981) AVE değerlerinin çeşitli durumlarda 0,40'a kadar düşebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca, Malhotra ve Dash'a (2011) göre AVE değerlerinin düşük düzeyde çıkması durumunda bile, CR değerlerinin istenilen seviyede olması yakınsak geçerlilik için yeterli

görülmektedir. Elde edilen sonuçlar ve yukarıda verilen bilgilerden hareketle, ölçüm modeline ait AVE değerlerinin istenilen asgari koşulları sağladığı söylenebilir.

Araştırmada kullanılan ölçeklerin ayrışım geçerliliği (discriminant validity) için Fornell-Larcker kriteri incelenmiştir (Hair vd., 2017). Bu aşamada, değişkenler arasındaki korelasyonlar ile her bir değişkenin AVE değerlerinin karekökü hesaplanarak karşılaştırma yapılmaktadır (Fornell ve Larcker, 1981). Ayrışım geçerliliğinin sağlanması için, korelasyon katsayılarının AVE değerlerinin kareköklerinden daha düşük çıkması istenir (Hair, Hult, Ringle ve Srastedt, 2017). Bu karşılaştırmaya yönelik bilgiler Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12

MMÖ Fornell-Larcker Kriter ve Gizil Değişken Korelasyon Değerleri

	AAM	BMK	MYD	MÖ	TKM	ÇTM
AAM	**0,680**					
BMK	0,549	**0,720**				
MYD	0,539	0,453	**0,688**			
MÖ	0,621	0,403	0,391	**0,731**		
TKM	0,275	0,265	0,182	0,265	**0,645**	
ÇTM	0,486	0,395	0,524	0,324	0,290	**0,670**

Tablo 12'ye göre ölçeğe ait aranan değerlerin (Fornell-Larcker) 0,645 ile 0,731 arasında olduğu görülmüştür. Korelasyon değerlerine bakıldığında 0,265 ile 0,621 arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Tablo 12 incelendiğinde ölçeğin ölçüm modeline ait değerlerinin gerekli şartları sağladıkları görülmektedir. Bu sonuçlar bize ölçeğin sağlanmış, altı boyut ve toplamda 25 maddeden oluşan geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

3.4.2.1.2. Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği Verilerinin Analizi: Matematiksel modelleme öz-yeterlik ölçeği ön ve son uygulama ölçümlerinin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için yapılan Skewness ve Kurtosis test sonuçları Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13

MMÖÖ Ön-test ve Son-Test Normallik Testi Sonuçları

MMÖÖ	Çarpıklık	Standart Hata	Basıklık	Standart Hata
Ön-test	0,252	0,169	1,136	0,396
Son-test	0,215	0,143	1,042	0,355

Tablo 13'deki sonuçlara göre matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin ön ve son uygulama ölçümlerinin çarpıklık değerlerinin 0,252 ile 0,215 arasında; basıklık değerlerinin ise 1,136 ile 1,042 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu testler sonucu matematiksel

modelleme özyeterlik ölçeğinden elde edilen verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kapsam geçerliği için maddeler diğer ölçekte olduğu gibi alan uzmanı biri danışman üç öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanılmıştır. Matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinden elde edilen verilerin geçerlilik ve güvenirlilik analizleri SmartPLS2 programı kullanılarak yapılmıştır. Geçerlilik ve güvenirliliği tespit etmek için faktör yükleri, ortalama açıklanan varyans (AVE) Cronbach Alfa katsayısı ve bileşik güvenirlilik (CR) değerleri kullanılmıştır. Bu değerler Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14

MMÖÖ İlişkin Araştırma Geçerlik ve Güvenilirlik Değerleri

Gizil Değişken	Göstergeler	Gösterge Yükleri	Bileşik Güvenirlik (CR)	Cronbach Alpha	AVE
Birinci Faktör	Madde 2	0,722	0,776	**	0,636
	Madde 6	0,866			
İkinci Faktör	Madde 1	0,661			
	Maddde 9	0,859	0,834	0,738	0,558
	Madde 10	0,852			
Üçüncü Faktör	Madde 4	0,669			
	Madde 5	0,806	0,861	0,784	0,609
	Madde13	0,760			
	Madde14	0,746			
Dördüncü Faktör	Madde 3	0,695			
	Madde 7	0,837	0,830	0,692	0,621
	Madde 8	0,824			
Beşinci Faktör	Madde 11	0,733			
	Madde 12	0,789	0,837	0,706	0,634
	Madde 15	0,655			
	Madde 16	0,744			
	Madde 17	0,848			

** *Faktör iki sorudan oluştuğu için Cronbach Alpha değeri hesaplanmamıştır*.

Tablo 14'te değişkenlere ait gösterge yük aralıklarının *birinci faktör* için 0,72 ile 0,86; *ikinci faktör* için 0,66 ile 0,86; *üçüncü faktör* için 0,67 ile 0,80; *dördüncü faktör* için 0,70 ile 0,83; *beşinci faktör* için 0,66 ile 0,85 aralığında değişen farklı değerler aldıkları görülmektedir. Ölçüm modeline ait bileşik güvenirlik değerlerinin sırasıyla 0,78, 0,83, 0,86, 0,83 ve 0,83 olduğu görülmüştür, Aynı şekilde tüm Cronbach's Alpha değerleri 0,60'ın üzerindedir.

Araştırmaya ait ölçüm modelinin geçerlik durumu hakkında bilgi almak için AVE değerleri incelendiğinde bu değerlerin sırasıyla 0,64, 0,56, 0,61, 0,62 ve 0,63 olduğu

görülmüştür. Bu sonuçlara göre ölçüm modeline ait AVE değerlerinin 0,40 ve üstü olma koşulunu sağladığı görülmektedir.

Matematiksel modelleme özyeterli ölçeği için Fornell-Larcker ve gizil değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri Tablo 15'de sunulmuştur.

Tablo 15

MMÖÖ Fornell-Larcker Kriter ve Gizil Değişken Korelasyon Değerleri

	Birinci Faktör	İkinci Faktör	Üçüncü Faktör	Dördüncü Faktör	Beşinci Faktör
Birinci Faktör	**0,798**				
İkinci Faktör	0,627	**0,748**			
Üçüncü Faktör	0,686	0,683	**0,780**		
DördüncüFaktör	0,679	0,680	0,747	**0,788**	
Beşinci Faktör	0,661	0,661	0,682	0,630	**0,798**

Tablo 15' e göre ölçeğe modele ait aranan değerlerin (Fornell-Larcker) 0,748 ile 0,798 arasında olduğu görülmüştür. Korelasyon değerlerine bakıldığında 0,630 ile 0,747 arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Tablo 15 incelendiğinde ölçeğin ölçüm modeline ait değerlerinin gerekli şartları sağladıkları görülmektedir. Bu sonuçlar bize ölçeğin sağlanmış, beş boyut ve toplamda 17 maddeden oluşan geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

3.4.2.1.3. Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Verilerinin Analizi: Üstbilişsel farkındalık ölçeği ön ve son uygulama ölçümlerinin normal dağılıp dağılmadığını belirlemek için yapılan Skewness ve Kurtosis test sonuçları Tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 16

ÜFÖ Ön-test ve Son-Test Normallik Testi Sonuçları

ÜFÖ	Çarpıklık	Standart Hata	Basıklık	Standart Hata
Ön-test	-0,058	0,169	-0,217	0,336
Son-test	-0,085	0,158	-0,309	0,381

Tablo 16'daki sonuçlara göre üstbilişsel farkındalık ölçeğinin ön ve son uygulama ölçümlerinin çarpıklık değerlerinin -0.058 ile -0.085 arasında; basıklık değerlerinin ise -0.217 ile -0.309 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Bu testler sonucu verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kapsam geçerliği için maddeler diğer ölçekte olduğu gibi alan uzmanı biri danışman üç öğretim üyesi tarafından incelenmiştir. Ölçeğin yapı geçerliğini belirlemek amacıyla doğrulayıcı faktör analizi (DFA) kullanılmıştır. Üstbilişsel farkındalık ölçeğinden elde edilen verilerin geçerlilik ve güvenirlilik analizleri SmartPLS2 programı

kullanılarak yapılmıştır. Geçerlilik ve güvenirliliği tespit etmek için faktör yükleri, ortalama açıklanan varyans (AVE) Cronbach Alfa katsayısı ve bileşik güvenirlilik (CR) değerleri kullanılmıştır. Bu değerler Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17

ÜFÖ İlişkin Araştırma Geçerlik ve Güvenilirlik Değerleri

Gizil Değişken	Göstergeler	Gösterge Yükleri	Bileşik Güvenirlik (CR)	Cronbach Alpha	AVE
Kişisel Farkındalık	Madde 1	0,690			
	Madde 2	0,799	0,862	0,808	0,513
	Madde 4	0,607			
	Madde 5	0,674			
	Madde 7	0,778			
	Madde 8	0,732			
Organizasyonel	Madde 9	0,699			
Farkındalık	Madde 10	0,700	0,843	0,767	0,519
	Madde 11	0,727			
	Madde 12	0,782			
	Madde 14	0,69,			
Yargısal Farkındalık	Madde 15	0,767			
	Madde 16	0,813	0,83	0,697	0,623
	Madde 18	0,787			

Tablo 17'de değişkenlere ait gösterge yük aralıklarının *kişisel farkındalık* için 0,61 ile 0,80; *organizasyonel farkındalık* için 0,69 ile 0,78; *yargısal farkındalık* için 0,77 ile 0,81; aralığında değişen farklı değerler aldıkları görülmektedir. Ölçüm modeline ait bileşik güvenirlik değerlerinin sırasıyla 0,86, 0,84 ve 0,83 olduğu görülmüştür, Aynı şekilde tüm Cronbach's Alpha değerleri 0,60'ın üzerindedir.

Araştırmaya ait ölçüm modelinin geçerlik durumu hakkında bilgi almak için AVE değerlerine bakıldığında bu değerlerin sırasıyla 0,51, 0,51 ve 0,62 olduğu görülmüştür, Bu sonuçlara göre ölçüm modeline ait AVE değerlerinin 0,40 ve üstü olma koşulunu sağladığı görülmektedir.Üstbilişsel farkındalık ölçeği için Fornell-Larcker ve gizil değişkenlerin kendi aralarındaki korelasyon değerleri Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18

ÜFÖ Fornell-Larcker Kriter ve Gizil Değişken Korelasyon Değerleri

	Kişisel Farkındalık	Organizasyonel Farkındalık	Yargısal Farkındalık
Kişisel Farkındalık	**0,716**		
Organizasyonel Farkındalık	0,698	**0,720**	
Yargısal Farkındalık	0,614	0,704	**0,790**

Tablo 18' e göre ölçeğe modele ait aranan değerlerin (Fornell-Larcker) 0,716 ile 0,790 arasında olduğu görülmüştür. Korelasyon değerlerine bakıldığında 0,614 ile 0,704 arasında değerler aldığı belirlenmiştir. Tablo 18 incelendiğinde ölçeğin ölçüm modeline ait değerlerinin gerekli şartları sağladıkları görülmektedir. Bu sonuçlar bize ölçeğin sağlanmış, üç boyut ve toplamda 14 maddeden oluşan geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğunu göstermektedir.

Buraya kadar alınan sonuçlar parametrik testlerin kullanılabilmesi için gerekli olan; verilerin eşit aralıklı ölçeklerden elde edilmesi, ölçüm sonuçlarının normal dağılım sergilemesi ve ölçme araçlarının geçerli ve güvenilir olmaları şartlarının sağlandığını göstermektedir. Mühendis adaylarının modeller ve modelleme Ölçeğindeki görüşlerinin, matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğindeki inançlarının ve üst bilişsel farkındalık ölçeğindeki düzeylerinin, ön ve son uygulama puanları arasında anlamlı farklılığın olup olmadığını test edebilmek için parametrik testlerden eşleştirilmiş gruplar t-testi (paired-samples t-test) kullanılmıştır.

Mühendis adaylarının modeller ve modelleme ölçeğindeki bilgi düzeylerinin, matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğindeki inançlarının ve üst bilişsel farkındalık ölçeğindeki düzeylerinin, cinsiyete ve modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre ön-test ve son-test sonuçlarının değerlendirilmesi ise bağımsız örneklemler t-testi (independent samples t-test) kullanılarak yapılmıştır.

Mühendis adaylarının modeller ve modelleme ölçeğindeki görüşlerinin matematiksel modelleme öz yeterlik inançlarının ve üst bilişsel farkındalık düzeylerinin mezun olunan lise türü ve sınıf seviyesi değişkenlerine göre ön-test ve son-test sonuçlarının değerlendirilmesi parametrik testlerden tek yönlü varyans analizi (ANOVA- one way analysis of variance) kullanılarak yapılmıştır. Gruplararası farkın olduğu durumda, farklılığın hangi gruptan kaynaklı olduğunu belirlenmesi için Scheffe karşılaştırma testi kullanılmıştır. Ayrıca etki büyüklüğü (η^2) korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü 0,01 küçük, 0,06 orta ve 0,14 büyük olarak tanımlanmıştır (Cohen, 1992). Modeller ve modelleme, matematiksel modelleme özyeterlik ve üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amacıyla ise Pearson Korelasyon analizi kullanılmıştır. Ayrıca düzeylerin belirlenmesi amacıyla: ölçek puanları 1 ile 5 arası olduğundan puanlar 5 'e doğru yaklaştıkça düzeylerin yükseldiği, 1'e doğru yaklaştığında ise düzeylerin düştüğü ve analiz sonucunda ölçeklerden elde edilen puan ortalamaları yorumlanırken ise 1.00-1.80 arası "çok düşük", 1.81- 2.60 arası

“düşük”, 2.61-3.40 arası “orta”, 3.41- 4.20 arası “yüksek” ve 4.21-5.00 arasındaki ortamalar ise “çok yüksek” düzey şeklinde kabul edilmiştir.

3.4.2.2. Görüşme Verilerinin Analizi: Mühendis adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşlerinin belirlenmesi amacı ile yapılan mülakatlardan toplanan veriler içerik analiziyle analiz edilmiştir. Elde edilen verilerin daha detaylı incelenmesini ve bu verileri açıklayan kavram, kategori ve temalara ulaşılmasını gerektiren,bir analiz süreci olarak tanımlaman içerik analizinde (Crabtree ve Miller, 1999; Bengtsson, 2016; Merriam ve Grenier, 2019) görüşme, gözlem veya doküman aracılığıyla toplanan veri, dört basamakta çözümlenir: (1) veri kodlama, (2) kod, kategori ve tema oluşturma, (3) kod, kategori ve tema düzenleme ve (4) bulgu tanımlama-yorumlama (Eysenbach ve Köhler, 2002; Miles ve Huberman, 1994). Miles ve Huberman (1994) göre, kodlama üç farklı şekilde olabilmektedir. Bunlar (i) önceden belirli olan kavramlardan oluşturulan, (ii) toplanan verilerden çıkan kavramlara göre oluşturulan ve (iii) araştırma sorusunun genel durumuna göre oluşturulan kodlamalardır.

Mühendis adayları ile 25-30 dakikalık Zoom programı üzerinden görüşmeler yapılmış, katılımcıların izni alınarak görüşmeler kayıt altına alınmış ve bu kayıtlar daha sonra yazıya dökülerek analiz edilmiştir. Ayrıca katılımcılara mülakat soruları internet ortamında gönderilmiş ve aynı şekilde cevaplar mail yoluyla toplanmıştır. Kodlamalar biri bu çalışmanın araştırmacısı diğeri ise matematiksel modellemeye yönelik araştırmalar yürütmüş olan bir uzman tarafından yapılmıştır. Elde edilen veriler uygulama süreci sonunda çözümlenmiş, kategori, kod ve frekans listesi hazırlanmıştır. Uyum sağlanmayan başlıklar üzerinde tekrar analizler yapılmış ve tartışmalar sonucunda fikir birliğine ulaşılmıştır. Oluşturulan kategori-kod listesindeki bazı kodlarda değişiklik yapılmıştır. Creswell (2013)’e göre güvenirliğin sağlanması için yazıya aktarılmış verilerin çoklu kodlayıcılar tarafından kodlanması ve kodlayıcılar arası görüş birliği sağlanması önemlidir. Çalışmada araştırmacı ve uzmanın belirlediği kategoriler ve kodların güvenilirlik hesaplamasına yönelik Miles ve Huberman’ın (1994) önerdiği hesaplama yöntemi kullanılmıştır [*Güvenirlik Formülü = (Görüş Birliği /Görüş Birliği+ Görüş Ayrılığı) x100*]. Miles ve Huberman (1994), nitel bir çalışma için kodlamanın güvenirliği en düşük %80 uyum düzeyi sağlaması gerektiğini belirtmiştir. Uyum yüzdeleri hesaplandığında ön görüşme için %91, son görüşme için ise %89 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara çalışmada kodlayıcılar arası güvenirliğin yeterli olduğu göstermektedir. Ayrıca bu araştırmanın süreçlerine karar verme de, analizler sırasında ve bulguların yorumlanması süreçlerinde farklı araştırmacılardan (danışman, tez izleme komitesi

üyeleri ve diğer araştırmacılar) da incelemeler istenerek sürecin geçerliği arttırılmaya çalışılmıştır.

3.4.2.3. Modelleme Problemlerinin Analizi: Uygulamalar sırasında kullanılan ve mühendis adaylarını asıl matematiksel modelleme problemlerine hazırlamak amacıyla sorulan giriş modelleme problemleri için herhangi bir puanlama yapılmamış, grupların verdikleri cevaplar ve yorumlar olduğu gibi aktarılmıştır.

Mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterlik düzeylerinin belirlenmesi amacıyla yapılan asıl modelleme uygulamalarının puanlanması ve değerlendirilmesinde Tekin Dede ve Bukova Güzel'in (2014) geliştirdiği "*Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (MYDR)"* (Ek 17) uyarlaması kullanılmıştır. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Rubriği, modelleme problemleri üzerinde çalışan katılımcıların bireysel veya ekip olarak gösterdikleri çözüm süreçleri incelenerek modelleme yeterliklerini değerlendirme amacıyla geliştirilen bir analitik puanlama rubriğidir. Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Rubriği; problemi anlama, sadeleştirme, matematikleştirme, matematiksel olarak çalışma, yorumlama ve doğrulama yeterlikleri olmak üzere 6 boyut içermektedir (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014). Bu tez çalışması kapsamında ilk olarak pilot çalışması yapılarak uzman görüşü alınmış ve elde edilen verilerin değerlendirilmesine daha uygun olduğu düşünülerek "problemi anlama, matematikleştirme (değişkenleri belirme, modeli kurma ve ifade etme), matematiksel çözüm ve yorumlama-doğrulama" yeterlikleri olmak üzere 4 boyuttan oluşan "Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Rubriği (MMSDR)" hazırlanmıştır.Puanlayıcılar her boyut için puanlama yaparken 0 puan "zayıf", 1 puan "kısmen yeterli", 2 puan ise "oldukça yeterli" şeklinde kategorilere puanlama yapmışlardır. Matematiksel Modelleme Sürecini Değerlendirme Rubriği'nden en az 0 puan, en fazla 8 puan alınabilir. Değerlendirme sonucunda alınan puanlar doğrultusunda yeterlik düzeyleri belirlenmiştir. Mühendis adaylarının uygulamalar için oluşturduğu grupların modelleme problemlerine verdikleri cevapların analizi yapılırken kullanılarak her bir grubun performans (yeterlik düzeyi) puanı hesaplanmıştır. Düzeylerin en düşük performanstan en yüksek performansa kadar her boyutun gözlenmesi ve ölçülebilmesi için genellikle tek sayıda (3 yada 5) düzeyler belirlenmesi önerilmektedir. Pilot çalışma sürecinde elde edilen bulguların analizleri ve uzman görüşleri doğrultusunda, araştırmacı tarafından yukarıda belirtilen kategoriler ve analiz sonucunda puanlayıcıler tarafından verilen puanların ortalamaları yorumlanırken ise 0.00-1.59 arası "çok düşük", 1.60- 3.19 arası "düşük", 3.20-4.79 arası "orta", 4.80- 6.39 arası "yüksek" ve 6.40-

8.00 arasındaki ortamalar ise "çok yüksek" düzey şeklinde kabul edilmiştir. Ayrıca her alt yeterlik kendi içinde ayırılarak değerlendirme yapılmıştır.

Performans puanının (yeterlik düzeyi) hesaplanmasında iki kodlayıcı değerlendirme yapmıştır ve bu değerlendirmeler için kodlayıcıların karşılaştırılması yapılmıştır. Kodlayıcıların biri matematiksel modelleme konusunda çalışmaları olan matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesidir. Diğer kodlayıcı da yine matematik eğitimi alanından bir öğretim üyesidir. Kodlamayı yapan öğretim üyeleri değerlendirmelerini, matematiksel modelleme süreci basamaklarını, puanlama anahtarında ifade edilen seviyeleri dikkate alarak ayrı ayrı puanlamışlardır. Uygulamalarda yer alan dört problem ve problemlerde yer alan basamaklar için kodlayıcılar arasında karşılaştırmalar yapılmıştır. Korelasyon katsayısı değerinin 0,70' ten büyük olması ilişkinin yüksek olduğunu belirtmektedir (Büyüköztürk, 2006). İki öğretim üyesi tarafından yapılan değerlendirmeler sonucu elde edilen puanlamalar arasında ilişkiyi göstermek için yapılan her bir basamak (problem anlama, matematikleştirme, matematiksel çözüm, yorumlama ve doğrulama) için ayrı ayrı korelasyon analizi yapılmıştır.

Tablo 19

Kodlayıcılar Arasındaki Korelasyon Sonuçları

Problem	Basamaklar				
	Problemi anlama	Matematikleştirme	Matematiksel çözüm	Yorumlama ve doğrulama	Toplam
	r	r	r	r	r
Test Maliyeti	0,708*	0,769*	0,697*	0,803*	0,699*
Dosya Kağıdı	0,702*	0,801*	0,732*	0,822*	0,826*
Nasıl Depolayalım	0,724*	0,709*	0,722*	0,755*	0,730*
Obezite	0,850*	0,825*	0,711*	0,704*	0,892*

*p 0,05

Tablo 19'a göre *Test Maliyeti* probleminde problemi anlama (r=0,708); matematikleştirme (r= 0,769); matematiksel çözüm (r= 0,697); yorumlama ve doğrulama (r= 0,803); *Dosya Kağıdı* probleminde problemi anlama (r=0,702); matematikleştirme (r= 0,801); matematiksel çözüm (r= 0,732); yorumlama ve doğrulama (r= 0,822); *Nasıl Depolayalım probleminde* problemi anlama (r=0,724); matematikleştirme (r= 0,709); matematiksel çözüm (r= 0,722); yorumlama ve doğrulama (r= 0,755); *Obezite probleminde* problemi anlama (r=0,850); matematikleştirme (r= 0,825); matematiksel çözüm (r= 0,711); yorumlama ve doğrulama (r= 0,704) olduğu görülmüştür.Toplam puanların korelasyon sonuçları incelendiğinde ise *Test Maliyeti* probleminde (r=0,699); *Dosya Kağıdı* probleminde (r=

0,826); *Nasıl Depolayalım* probleminde (r= 0,730) ve *Obezite* probleminde ise (r= 0,892) olduğu belirlenmiştir. Uygulanan tüm problemlerde kodlayıcılar arasında yüksek düzeyde bir korelasyon olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar puanlayıcılar arasında tutarlılık olduğunu göstermektedir.

3.4.2.4. Pilot Uygulama: Veri toplama araçlarını hazırlama ve uygulanmasına yönelik bir pilot çalışma yapılmıştır. Pilot çalışmanın amacı, asıl uygulamada faydalanılacak veri toplama araçlara son şeklini vermek, veri toplama sürecinde oluşabilecek her türlü soruna karşı tecrübe kazanmaktır.

Pilot çalışması, ölçek ve etkinliklerin değerlendirilmesi için 3. sınıf Biyomedikal Mühendisliği Programındaki 108 mühendis adayına yapılmıştır. Öğrencilerin verdiği cevaplar doğrultusunda soruların yanlış ve eksik kısımları revize edilerek düzeltilmiştir. Örneklem grubundaki öğrencilerle görüşme yapılmadan önce, üç öğrenciyle deneme çalışması yapılmıştır. Kapsam geçerliliği açısından araştırma konularını içerecek şekilde genel bir görüşme formu hazırlanmış ve yarı-yapılandırılmış olarak deneme çalışmasındaki öğrencilere uygulanmıştır. Daha sonra yeterli bilgi toplayamayan maddeler çıkarılmış, eksiklikler tamamlanmış gerekli düzeltmeler yapılarak ve uzman görüşü alınıp son haline getirilmiştir.

3.4.2.5. Araştırmacı Rolü (Müdahale): Alan veya laboratuvar çalışmaları, araştırmacı duruma müdahale ederse yapılandırılmış, aksi takdirde yapılandırılmamış olarak tanımlanır. Yapılandırmacı yaklaşımla matematik eğitimi araştırmalarında çoğunlukla alan çalışmalarının yapıldığı görülmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2008).

Modelleme ile ilgili olarak birçok çalışma, küçük gruplar halinde çalışmanın, grup içi tartışmanın ve katılımcıların bağımsız çalışmasının modelleme becerilerinin gelişimini desteklediği sonucuna ulaşmıştır (De Lange, 1993; Galbraith ve Clathworthy, 1990). Katılımcıların bağımsız çalıştığı durumlarda araştırmacı müdahalesinin olabildiğince minimum olması ve katılımcıların engellerle kendi başlarına mücade etmeleri gerekir. Grup çalışmalarına yönelik en büyük problemin araştırmacının fazla müdahale ve yardım etme eğilimleri olduğu vurgulanmaktadır (Leiss, 2007; Maaß ve Mischo, 2011). Öğretimin her yönden iyi ve üstün olabilmesi için katılımcının özerkliği yüksek düzeyde tutulup, araştırmacı yönlendirmesi ise en alt düzeye çekilerek denge sağlanmalıdır. Motivasyonun sağlanması için ise araştırmacının standart yönlendirme yapması önerilir (1995, aktaran Maas ve Mischo, 2011).

Katılımcılar modelleme uygulamaları yaparken yukarıda belirtilen dengenin kurulması, özerk-koruyan araştırmacı müdahalesiyle en verimli şekilde sağlanır. Strateji–

yönelimli müdahalelerle öğrencilerin üst düzey düşünmeleri için imada bulunabilinir. Gerçek hayat matematiğinin öğretilmesinde çoğunlukla bu nitel özelliklerin çiğnendiği ve araştırmacı müdahalesinin özerk-koruyan olmadığı görülmektedir (Blum ve Borromeo-Ferri, 2009).

Bu bağlamda araştırmada da matematiksel modelleme uygulamaları yapılırken, mühendis adaylarının grup çalışmalarında özgür bir çalışma ortamı sunulmuş, rehber konumda gerektiğinde kritik ipuçları vererek yaşananacak olası aksaklıklar giderilmeye çalışılmıştır (Ne amaçlıyorsunuz? Çözüm sürecini birkaç adıma ayırın. gibi). Ayrıca uygulama soruları çözüm sürecinde herhangi bir müdahalede bulunulmamış, matematiksel modelleme yeterliklerini ortaya çıkarmaları adına herhangi bir yönlendirme yapılmamış ve süre kısıtlaması yapılmaksızın modelleme sorularını çözmeleri beklenmiştir.

4. BÖLÜM

BULGULAR

Bu bölümde matematik eğitiminde önemli bir yer tutan modelleme ilgili olarak mühendis adaylarına yönelik yapılan bu araştırmada ele alınan araştırma sorularının, tezin uygulamaları sonucunda elde edilen bulguları doğrultusunda detaylandırılarak sunulmuştur.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi *"Mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışları (bilgi düzeyleri) nasıldır ve bu anlayışlar uygulama sonrası değişmekte midir?"* şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan modeller ve modelleme ölçeğinden elde edilen bulgular, altı boyut olarak katılım dereceleri ve madde ortalamaları hesaplanarak Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Çoklu Temsiller Olarak Modeller Boyutu Analiz Sonuçları

ÇTM Maddeler		$\bar{X}$	S.S	T[%]	K[%]	F[%]	P[%]	H[%]
Bir bilimsel olayın farklı yönlerini göstererek bu olayın özelliklerini ifade etmek için birçok model kullanılabilir.	Ön-test	4,38	0,525	40,4	57,7	1,9	0,0	0,0
	Son-test	4,43	0,505	43,3	53,3	0,5	0,0	0,0
Bir bilimsel olay için geliştirilen birden çok model, olayın farklı versiyonlarını (çeşitlerini) temsil eder.	Ön-test	4,06	0,565	21,2	67,3	11,5	0,0	0,0
	Son-test	4,14	0,554	23,6	67,3	9,1	0,0	0,0
Bir cismin farklı yönlerini veya şekillerini göstermek için birden çok model kullanılabilir.	Ön-test	4,26	0,571	32,7	59,1	8,2	0,0	0,0
	Son-test	4,28	0,557	33,7	61,1	5,3	0,0	0,0
Birden çok model, bir cismin farklı kısımlarını gösterir veya cisimleri farklı şekilde gösterir.	Ön-test	4,09	0,529	19,2	69,7	11,1	0,0	0,0
	Son-test	4,17	0,486	22,6	72,6	4,8	0,0	0,0
Birden çok model farklı bilgilerin nasıl kullanıldığını gösterir.	Ön-test	4,02	0,528	14,9	70,7	14,4	0,0	0,0
	Son-test	4,11	0,469	18,2	75,6	6,3	0,0	0,0

T: Tamamen katılıyorum K: Katılıyorum F: Fikrim yok P: Katılmıyorum H: Hiç katılmıyorum
%: Yüzde $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 20 incelendiğinde çoklu temsiller temsiller olarak modeller boyutu ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Bir bilimsel olayın farklı yönlerini göstererek bu olayın özelliklerini ifade etmek için birçok model kullanılabilir.*" ve en düşük ortalamaya ise "*Birden çok model farklı bilgilerin nasıl kullanıldığını gösterir*" maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Mühendis adaylarının çoklu temsiller olarak modellerin özellikleriyle ilgili olan maddelere verdikleri cevap oranına bakılarak (%90 ve üzeri) çoğununun, modellerin açıklanmak istenilen olay ya da olgu için farklı bakış açıları ile farklı versiyonlar içeren birçok model kullanılabileceğini düşündüklerini göstermektedir.

Tablo 21'de mühendis adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası model ve modelleme ölçeği tam kopya olarak modeller boyutuna yönelik verdikleri cevapların detayları yer almaktadır.

Tablo 21

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Tam Kopya Olarak Modeller Boyutu Analiz Sonuçları

TKM Maddeler		$\bar{X}$	S.S	T[%]	K[%]	F[%]	P[%]	H[%]
Bir model tam bir kopya olmalıdır.	Ön-test	2,52	0,942	2,9	10,6	36,1	38,5	12,0
	Son-test	2,60	0,936	2,9	12,5	37,5	36,5	10,6
Bir model gerçek nesneye benzemelidir.	Öntest	3,64	0,808	9,6	55,8	22,6	12,0	0,0
	Son-test	3,68	0,795	11,1	55,8	23,6	9,6	0,0
Bir model ile ilgili her şey, modelin temsil ettiği olayı anlatabilmelidir.	Ön-test	3,77	0,694	8,7	67,3	17,3	6,7	0,0
	Son-test	3,90	0,671	13,0	70,2	11,5	5,3	0,0
Bir model, boyutu hariç, gerçek cisme tam olarak benzemelidir.	Ön-test	3,33	0,852	6,7	36,5	42,3	12,5	1,9
	Son-test	3,62	0,812	13,0	45,2	33,7	8,2	0,0
Bir model, gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl göründüğünü gösterir.	Öntest	3,89	0,679	12,5	69,2	12,5	5,8	0,0
	Son-test	4,10	0,632	24,5	62,5	12.5	1,0	0,0

T: Tamamen katılıyorum K: Katılıyorum F: Fikrim yok P: Katılmıyorum H: Hiç katılmıyorum
%: Yüzde $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 21 incelendiğinde tam kopya olarak modeller boyutu ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Bir model, gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl göründüğünü gösterir.*" ve en düşük ortalamaya ise "*Bir model tam bir kopya olmalıdır*." maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Mühendis adaylarının yaklaşık % 50'si, modellerin tam bir kopya olduğu ifadesini reddetmiş ve yaklaşık % 40'ı ise bu konuda kararsız kalmıştır. Mühendis adaylarının % 65'i bir model gerçek bir nesneye benzemelidir görüşüne katıldıkları

görülmüştür. Katılımcıların yaklaşık % 85'i ise modelin gerçek cismin ne olduğunu ve temsil ettiği olayı anlatabilmeli düşüncesine katıldıkları belirlenmiştir.

Tablo 22'de mühendis adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası model ve modelleme ölçeği açıklayıcı araçlar olarak modeller boyutuna yönelik verdikleri cevapların detayları yer almaktadır.

Tablo 22

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Modeller ve Modelleme Ölçeği Açıklayıcı Araçlar Olarak Modeller Boyutu Analiz Sonuçları

AAM Maddeler		$\bar{X}$	S.S	T[%]	K[%]	F [%]	P[%]	H[%]
Modeller, bir şeyi fiziksel veya görsel olarak temsil etmekte kullanılır.	Ön-test	4,26	0,518	29,3	66,8	3,8	0,0	0,0
	Son-test	4,35	0,553	38,9	57,2	3.8	0,0	0,0
Modeller bilimsel olayların zihnimizde bir resmini oluşturmanıza yardımcı olur.	Ön-test	4,45	0,536	47,1	51,0	1,9	0,0	0,0
	Son-test	4,48	0,501	48,6	51,4	0,0	0,0	0,0
Modeller bilimsel olayı açıklamakta kullanılır.	Ön-test	3,91	0,762	21,6	52,4	22,1	3,8	0,0
	Son-test	4,13	0,598	25,5	62,5	12,0	3,8	0,0
Modeller bir fikri göstermekte kullanılır.	Ön-test	4,09	0,547	19,7	68,3	12,0	0,0	0,0
	Son-test	4,18	0,545	26,0	66,8	7,2	0,0	0,0
Bir model, bir diyagram, bir resim, bir harita, grafik veya bir fotoğraf olabilir.	Ön-test	4,05	0,706	25,0	57,7	14,4	2,9	0,0
	Son-test	4,13	0,660	27,4	60,6	10.1	1,9	0,0

T: Tamamen katılıyorum K: Katılıyorum F: Fikrim yok P: Katılmıyorum H: Hiç katılmıyorum
%: Yüzde $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 22 incelendiğinde açıklayıcı araçlar olarak modeller boyutu ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Modeller bilimsel olayların zihnimizde bir resmini oluşturmanıza yardımcı olur.*" ve en düşük ortalamaya ise "*Modeller bilimsel olayı açıklamakta kullanılır.*" maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Mühendis adaylarının neredeyse tamamı modellerin gerçekleri fiziksel veya görsel olarak temsil edebileceğini ve bilimsel olayların zihnimizde bir resmini oluşturmamıza yardımcı olacağı görüşünü kabul etmektedir.

Tablo 23'de mühendis adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası model ve modelleme ölçeği bilimsel modellerin kullanımı boyutuna yönelik verdikleri cevapların detayları yer almaktadır.

Tablo 23

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Bilimsel Modellerin Kullanımı Boyutu Analiz Sonuçları

BMK Maddeler		$\overline{X}$	S.S	T [%]	K [%]	F [%]	P[%]	H[%]
Modeller, bilimsel olaylar hakkındaki fikir ve teorilerin formüle edilmesine yardımcı olmak için kullanılır.	Ön-test	4,09	0,564	21,2	67,3	11,5	0,0	0,0
	Son -test	4,16	0,557	25,0	66.3	8.7	0,0	0,0
Modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır.	Ön-test	3,65	0,691	10,6	45,7	41,8	1,9	0,0
	Son-test	3,86	0,593	11,5	63.0	25.5	0.0	0,0
Modeller, bir bilimsel olay hakkında tahminde bulunmak ve tahminleri test etmek için kullanılır.	Ön-test	3,96	0,459	8,7	75,0	16,3	0,0	0,0
	Son-test	3,98	0,486	11,1	76.4	12.5	0,0	0,0

T: Tamamen katılıyorum K: Katılıyorum F: Fikrim yok P: Katılmıyorum H: Hiç katılmıyorum
%: Yüzde $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 23 incelendiğinde bilimsel modellerin kullanımı boyutu ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Modeller, bilimsel olaylar hakkındaki fikir ve teorilerin formüle edilmesine yardımcı olmak için kullanılır.*" ve en düşük ortalamaya ise "*Modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılı*r." maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Mühendis adaylarının ön test sonuçlarında "modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır" ifadesine yaklaşık yarısının (%44) "fikrim yok" cevabını vermesi, uygulama sonucunda ise bu oranın % 25'lere düşmesi dikkat çekicidir. Tablo 23'deki ortalama değerler sonucu mühendis adaylarının bilimsel modellerin neden kullanıldığı konusunda yeterli bilgiye sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 24'de mühendis adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası model ve modelleme ölçeği modellerin yapısının değişimi boyutuna yönelik verdikleri cevapların detayları yer almaktadır.

Tablo 24

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Modellerin Yapısının Değişimi Boyutu Analiz Sonuçları

MYD Maddeler		$\bar{X}$	S.S	T [%]	K[%]	F[%]	P[%]	H[%]
Yeni teori veya olaylar farklı	Ön-test	4,06	0,560	9,7	66,8	13,5	0,0	0,0

olguları doğruluyorsa bir model değişebilir.	Son-test	4,19	0,548	26,4	66,4	7,2	0,0	0,0
Yeni buluşlar olursa bir model değişebilir.	Ön-test	4,21	0,531	26,9	65,9	7,2	0,0	0,0
	Son-test	4,24	0,530	29,3	65,8	4,8	0,0	0,0
Verilerde veya inanışlarda değişiklik olursa bir model değişebilir.	Ön-test	3,93	0,625	13,0	68,3	15,4	3,4	0,0
	Son-test	4,05	0,561	18,3	69,7	11,5	0,5	0,0

Tablo 24 incelendiğinde modellerinin yapısının değişimi boyutu ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Yeni buluşlar olursa bir model değişebilir*." ve en düşük ortalamaya ise "*Verilerde veya inanışlarda değişiklik olursa bir model değişebilir*." maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarının çoğunluğunun (%85-%90) modellerin ortaya çıkan yeni teoriler ve olaylar, inanışlardaki ve verilerdeki değişiklikler ve buluşlarla değişebileceği görüşüne katıldıkları görülmüştür.

Tablo 25'de mühendis adaylarının uygulamalar öncesi ve sonrası model ve modelleme ölçeği model örnekleri boyutuna yönelik verdikleri cevapların detayları yer almaktadır.

Tablo 25

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Model ve Modelleme Ölçeği Model Örnekleri Boyutu Analiz Sonuçları

MÖ Maddeler		$\bar{X}$	S.S	T[%]	K[%]	F[%]	P[%]	H[%]
Modeller teoriler üzerinde çalışmanın sonucu ortaya çıkar.	Ön-test	4,02	0,519	14,4	71,2	14,4	0,0	0,0
	Son-test	4,04	0,536	19,7	68,3	12,0	0,0	0,0
Tablo ve kimyasal sembol birer modeldir.	Ön-test	3,74	0,770	15,4	47,1	32,7	4,8	0,0
	Son-test	3,95	0,661	18,3	60,6	19,7	1.4	0,0
Formül veya şema birer modeldir.	Ön-test	3,76	0,788	14,4	55,3	22,6	7,7	0,0
	Son-test	3,98	0,636	17,3	65,4	15,4	1,9	0,0
Maketler birer modeldir.	Ön-test	4,26	0,510	28,4	68,8	2,9	0,0	0,0
	Son-test	4,29	0,487	30,8	67,8	1,4	0,0	0,0

T: Tamamen katılıyorum K: Katılıyorum F: Fikrim yok P: Katılmıyorum H: Hiç katılmıyorum
%:Yüzde $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 25 incelendiğinde model örnekleri boyutu ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Maketler birer modeldir*." ve en düşük ortalamaya ise "*Tablo ve kimyasal sembol birer modeldir*" maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarının model örnekleri ile ilgili olarak görüşlerine detaylı bakıldığında çoğunluğunun (% 90), modellerin teorilerin üzerinde yapılan çalışmalar sonucu ortaya

çıktıklarını kabul ettikleri görülmektedir. Katılımcıların ön test ve son test görüşleri incelendiğinde neredeyse tamamının maketlerin birer model olduğu fikrine katıldıkları, yine yüksek oranlarda tablo, kimyasal sembol, formül ve şemaların birer model olduğunu kabul ettikleri görülmüştür.

Uygulamaların mühendis adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili anlayışlarına etkisi eşleştirilmiş örneklemler t-testi kullanılarak incelenmiştir. Tablo 26'da, örneklem gruplarına göre her bir faktörün ön test, sontest puan ortalamaları, standart sapmaları ve öntest-sontest aralarındaki farkın anlamlılığı gösterilmiştir.

Tablo 26

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modelleme ile ilgili Görüşlerinin Ön Test-Son Test Sonuçlarına İlişkin Eşleştirilmiş t-testi Analizi

		$\bar{X}$	S.S	Madde çiftleri		t	p	η^2
				$\bar{X}_f$	S.S			
ÇTM	Ön Test	4,16	0,373	-0,063	0,387	-2,374	0,019*	0,012
	Son Test	4,22	0,360					
TKM	Ön Test	3,43	0,506	-0,151	0,727	-3,012	0,003*	0,031
	Son Test	3,58	0,478					
AAM	Ön Test	4,15	0,419	-0,108	0,560	-2,794	0,006*	0,020
	Son Test	4,25	0,390					
BMK	Ön Test	3,88	0,432	-0,113	0,545	-2,997	0,003*	0,029
	Son Test	4,00	0,382					
MYD	Ön Test	4,05	0,441	-0,110	0,609	-2,608	0,010*	0,026
	Son Test	4,16	0,401					
MÖ	Ön Test	3,93	0,454	-0,132	0,581	-3,280	0,001*	0,031
	Son Test	4,06	0,374					
Toplam	Ön Test	3,93	0,290	-0,112	0,376	-4,319	0,000*	0,040
	Son Test	4,04	0,266					

*p<0.05

Tablo 26 incelendiğinde mühendis adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili olarak uygulama öncesi ve uygulama sonrası görüşleri arasında, çoklu temsiller olarak modeller (ÇTM, p=0,019<0,05), tam bir kopya olarak modeller (TKM, p=0,003<0,05), açıklayıcı araçlar olarak modeller (AAM, p=0,006<0,05), bilimsel modellerin kullanımı (BMK, p=0,003<0,05), modellerin yapısının değişimi (MYD, p=0,010<0,05) ve model örnekleri (MÖ, p=0,001<0,05) ile ilgili anlayış puan ortalamaları arasında 0,05 anlamlılık düzeyinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Ayrıca Tablo 26'daki toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının modeller ve modellemeyle ilgili olarak ön test ve son test görüşleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p=0,000<0,05).

Mühendis adaylarının modeller ve modelleme Ölçeği tüm alt boyutlarındaki ve toplam öntest ve sontest puan ortalamaları incelendiğinde, bu anlamlı farkın sontest lehine olduğu görülmektedir. Bu noktada etki büyüklüklerine (η^2) bakıldığında; uygulanan modelleme uygulamalarının ilişkin etki büyüklük değerlerinin, ÇTM boyutunda (η^2 = 0,012), TKM boyutunda (η^2= 0,031), AAM boyutunda (η^2 = 0,020), BMK boyutunda (η^2 = 0,029), MYD boyutunda (η^2 = 0,026), MÖ boyutunda (η^2 = 0,031) ve Ölçeğin toplamında (η^2 = 0,040) olduğu belirlenmiştir. Bu durum matematiksel modelleme uygulamalarının mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışlarını olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi *"Mühendis adaylarının matematiksel modelleme öz yeterlik inanç düzeyleri uygulama öncesi ve sonrası değişmekte midir?"* şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinden elde edilen bulgular, beş alt boyut olarak katılım dereceleri ve madde ortalamaları hesaplanarak aşağıda sunulmuştur.

Tablo 27

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Gerçek Problemi Anlama ve Gerçekliğe Dayalı Bir Model Oluşturabilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları

Gerçek Problemi Anlama ve Gerçekliğe Dayalı Bir Model Oluşturabilme Yeterlikleri		$\bar{X}$	S.S	*K.K*$^+$[%]	K$^+$[%]	K[%]	K$^-$[%]	K.K$^-$[%]
Bir veri setini kullanarak geleceğe dönük kararlar verebilmeyi sağlayacak formül/grafikler üretebilirim.	Ön-test	3,52	0,642	11,5	37,0	43,3	8,2	0,0
	Son-test	3,63	0,814	15,9	38,5	39,9	5,8	0,0
Bir veri setine yönelik tahminlerde bulunurken matematiksel ilişkilerden yararlanabilirim.	Ön-test	3,95	0,797	15,4	65,9	15,4	3,4	0,0
	Son-test	4,06	0,663	22,6	64,4	10,1	2,9	0,0

K.K$^+$: Kesinlikle katılıyorum K$^+$: Katılıyorum K: Kararsızım K$^-$: Katılmıyorum K.K$^-$: Kesinlikle katılmıyorum
$\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma %: Yüzde

Tablo 27 incelendiğinde gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı bir model oluşturma yeterlikleri faktörü ön test ve son test sonuçlarına detaylı bakıldığında mühendis adaylarının çoğunluğu (%85) bir veri setine yönelik tahminlerde bulunurken matematiksel ilişkilerden yararlanabildiklerini, geleceğe dönük kararlar verebilmeyi sağlayacak formüller ve grafikler üretebileceklerini ifade etmişlerdir (%55). Gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı bir model oluşturma yeterlikleri faktörü genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 28

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Matematiksel Sonuçları Gerçek Bir Durumda Yorumlama Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları

Matematiksel Sonuçları Gerçek Bir Durumda Yorumlayabilme Yeterlikleri		$\overline{X}$	S.S	$K.K^{+}$[%]	K^{+}[%]	K[%]	K^{-}[%]	$K.K^{-}$[%]
Gerçek yaşam problemlerini farklı şekillerde tanımlayabilirim.	Ön-test	3,86	0,711	15,4	59,1	21,2	4,3	0,0
	Son-test	3,96	0,700	19,7	59,7	17,8	2,9	0,0
Oluşturduğum matematiksel modeli farklı gerçek yaşam durumlarına genelleyebilirim.	Ön-test	3,51	0,736	6,7	44,7	40,4	7,7	0,0
	Son-test	3,62	0,730	11,5	42,8	42,3	3,4	0,0
Matematiksel bir probleme dönük elde ettiğim çözümü gerçek yaşam durumlarına uygulayabilirim.	Ön-test	3,61	0,753	8,7	51,4	32,2	7,7	0.0
	Son-test	3,74	0,742	13,5	53,4	28,4	4,8	0.0

$K.K^{+}$: Kesinlikle katılıyorum K^{+}: Katılıyorum K: Kararsızım K^{-}: Katılmıyorum $K.K^{-}$: Kesinlikle katılmıyorum
$\overline{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma %: Yüzde

Tablo 28 incelendiğinde matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlayabilme yeterlikleri faktörü ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Gerçek yaşam problemlerini farklı şekillerde tanımlayabilirim*." ve en düşük ortalamaya ise *"Oluşturduğum matematiksel modeli farklı gerçek yaşam durumlarına genelleyebilirim*." maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarının son test sonuçları katılma

derecelerine detaylı bakıldığında yaklaşık %75'i gerçek yaşam problemlerini farklı şekillerde tanımlayabildiklerini, %65'i matematiksel bir probleme dönük elde ettikleri çözümü gerçek yaşam durumlarına uygulayabildiklerini ve %55'i ise oluşturduğu matematiksel modeli farklı gerçek yaşam durumlarına genelleyebileceklerini ifade etmişlerdir. Matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlayabilme yeterlikleri faktörü genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 29

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Modelde Matematiksel Soruları Çözebilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları

Modelde Matematiksel Sorunları Çözebilme Yeterlikleri		$\bar{X}$	S.S	K.K^{+}[%]	K^{+}[%]	K[%]	K^{-}[%]	K.K^{-}[%]
Matematiksel bir problemin çözümü için geliştirilen formülü yeni formüllerin geliştirilmesinde kullanabilirim.	Ön-test	3,54	0,967	12,5	48,6	22,1	13,4	3,4
	Son-test	3,69	0,982	17,8	51,0	17,3	11,1	2,9
Farklı matematik konular için matematiksel modeller tasarlayabilirim.	Ön-test	3,32	0,891	10,6	27,9	48,6	10,6	2,4
	Son-test	3,52	0,926	17,8	27,9	45,7	6,7	1,9
Matematiksel bir formülün doğruluğunu gerçek yaşam durumlarında gösterebilirim.	Ön-test	3,49	0,752	6,7	46,1	38,5	8,7	0,0
	Son-test	3,62	0,713	8,7	51,9	34,1	5,3	0,0
Farklı problem durumlarında geliştirilen matematiksel modelleri karşılaştırabilirim.	Ön-test	3,68	0,742	11,5	53,3	29,8	5,3	0,0
	Son-test	3,82	0,751	16,3	55,3	23,6	4,8	0,0

K.K^{+}: Kesinlikle katılıyorum K^{+}: Katılıyorum K: Kararsızım K^{-}: Katılmıyorum K.K^{-}: Kesinlikle katılmıyorum $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 29 incelendiğinde modelde matematiksel sorunları çözebilme yeterlikleri faktörü ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Farklı problem durumlarında geliştirilen matematiksel modelleri karşılaştırabilirim*" ve en düşük ortalamaya ise *"Farklı matematik konular için matematiksel modeller tasarlayabilirim*." maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarının son test sonuçları katılma derecelerine detaylı bakıldığında yaklaşık %70'i farklı problem durumlarında geliştirilen matematiksel modelleri karşılaştırabildiklerini ve matematiksel bir problemin çözümü için geliştirilen formülü yeni formüllerin geliştirilmesinde kullanabildiklerini, %60'ı matematiksel bir formülün doğruluğunu gerçek yaşam durumlarında gösterebildiklerini ve %45'i ise farklı matematik konular için matematiksel modeller tasarlayabileceklerini ifade etmişlerdir. Matematiksel sorunları çözebilme yeterlikleri faktörü genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 30

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Gerçek Modelden Matematiksel Model Oluşturabilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları

Gerçek Modelden Matematiksel Model Oluşturabilme Yeterlikleri		$\bar{X}$	S.S	$K.K^{+}$[%]	K^{+}[%]	K[%]	K^{-}[%]	$K.K^{-}$[%]
Matematiksel bir formül üzerinde derinlemesine düşünebilirim.	Ön-test	3,65	0,747	9,6	52,4	30,8	7,2	0,0
	Son-test	3,77	0,741	14,4	53,4	27,9	4,3	0,0
Bir matematiksel model tasarlarken farklı araçlar (teknoloji, somut materyal vb.) kullanabilirim.	Ön-test	4,06	0,666	21,2	66,8	7,7	4,3	0,0
	Son-test	4,14	0,660	27,9	61,6	8,2	2,4	0,0
Matematiksel bir modeli uygun matematiksel gösterimlerle (grafik, fonksiyon vb.) ifade edebilirim.	Ön-test	3,83	0,713	14,4	58,2	21,6	3,8	0,0
	Son-test	3,95	0,730	21,6	55,3	20,2	2,9	0,0

$K.K^{+}$: Kesinlikle katılıyorum K^{+}: Katılıyorum K: Kararsızım K^{-}: Katılmıyorum $K.K^{-}$: Kesinlikle katılmıyorum X: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 30 incelendiğinde gerçek modelden matematiksel model oluşturabilme yeterlikleri faktörü ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Bir matematiksel model tasarlarken farklı araçlar (teknoloji, somut materyal vb.) kullanabilirim*." ve en düşük ortalamaya ise *"Matematiksel bir formül üzerinde derinlemesine düşünebilirim*." maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarının son test sonuçları katılma derecelerine detaylı bakıldığında yaklaşık %90'i matematiksel model tasarlarken farklı araçlar (teknoloji, somut materyal vb.) kullanabildiklerini, %75'i matematiksel bir modeli uygun matematiksel gösterimlerle (grafik, fonksiyon vb.) ifade edebildiklerini, %70'i ise matematiksel bir formül üzerinde derinlemesine düşünebildiklerini ifade etmiştir. Gerçek modelden matematiksel model oluşturabilme yeterlikleri faktörü genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları söylenebilir.

Tablo 31

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Çözümü Doğrulayabilme Yeterlikleri Boyutu Analiz Sonuçları

Çözümü Doğrulayabilme Yeterlikleri		$\bar{X}$	S.S	$K.K^{+}$[%]	K^{+}[%]	K[%]	K^{-}[%]	$K.K^{-}$[%]
Modelleme sürecinde olası hataları analiz ederek yaratıcı çözümler geliştirebilirim.	Ön-test	3,75	0,715	13,5	51,9	31,3	3,4	0,0
	Son-test	3,85	0,714	17,3	52,9	27,9	1,9	0,0
Matematiksel modelleme sürecinde alternatif çözümler üretebilirim.	Ön-test	3,59	0,647	4,8	52,9	37,0	5,2	0,0
	Son-test	3,67	0,647	7,2	56,7	33,2	2,9	0,0
Matematiksel bir modelin doğruluğunu göstermede kendime güvenirim.	Ön-test	3,31	0,944	7,7	36,5	39,4	11,5	4,8
	Son-test	3,45	0,926	12,0	36,5	38,9	9,6	2,9
Matematiksel problem durumu için çözüm geliştirdikten sonra modelleme sürecini gözden geçiririm.	Ön-test	3,83	0,673	10,6	64,9	20,2	3,3	1,0
	Son-test	3,94	0,637	15,4	64,9	17,8	1,9	0,0
Matematiksel modelleme ile elde edilen çözümü eleştirel bir şekilde kontrol edebilirim.	Ön-test	3,81	0,680	12,5	59,1	25,5	2,9	0,0
	Son-test	3,93	0,671	17,8	60,6	19,7	1,9	0,0

K.K⁺: Kesinlikle katılıyorum K⁺: Katılıyorum K: Kararsızım K⁻: Katılmıyorum K.K⁻: Kesinlikle katılmıyorum
$\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 31 incelendiğinde çözümü doğrulayabilme yeterlikleri faktörü ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Matematiksel problem durumu için çözüm geliştirdikten sonra modelleme sürecini gözden geçiririm*." ve en düşük ortalamaya ise *"Matematiksel bir modelin doğruluğunu göstermede kendime güvenirim*" maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarının son test sonuçları katılma derecelerine detaylı bakıldığında yaklaşık %80 düzeyinde matematiksel problem durumu için çözüm geliştirdikten sonra modelleme sürecini gözden geçirebildiklerini ve matematiksel modelleme ile elde edilen çözümü eleştirel bir şekilde kontrol edebildiklerini, %70 düzeyinde modelleme sürecinde olası hataları analiz ederek yaratıcı çözümler geliştirebildiklerini, %65 düzeyinde matematiksel modelleme sürecinde alternatif çözümler üretebiliceklerini ve % 50 düzeyinde ise matematiksel bir modelin doğruluğunu göstermede kendilerine güvendiklerini ifade etmişlerdir.

Uygulamaların mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inançlarına etkisi eşleştirilmiş örneklemler t-testi kullanılarak incelenmiştir. Tablo 32'de, örneklem gruplarına göre her bir faktörün ön test, sontest puan ortalamaları, standart sapmaları ve öntest-sontest aralarındaki farkın anlamlılığı gösterilmiştir.

Tablo 32

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik İnançlarının Ön test-Son test Sonuçlarına İlişkin Eşleştirilmiş T-testi Analizi

		$\bar{X}$	S.S	Madde çiftleri		t	p	η^2
				$\bar{X}_f$	S.S			
Birinci Faktör	Ön Test	3,73	0,614	-0,117	0,869	-1,951	0,048*	0,020
	Son Test	3,85	0,639					
İkinci Faktör	Ön Test	3,66	0,609	-0,110	0,874	-1,812	0,069	0,018
	Son Test	3,77	0,600					
Üçüncü Faktör	Ön Test	3,50	0,679	-0,167	0,904	-2,661	0,008*	0,026
	Son Test	3,67	0,636					
Dördüncü Faktör	Ön Test	3,84	0,558	-0,116	0,790	-2,116	0,036*	0,021
	Son Test	3,96	0,570					
Beşinci Faktör	Ön Test	3,65	0,550	-0,115	0,769	-2,160	0,032*	0,022
	Son Test	3,77	0,551					
Toplam	Ön Test	3,67	0,504	-0,114	0,714	-2,102	0,037*	0,024
	Son Test	3,79	0,510					

**p<0,05*

Tablo 32 incelendiğinde mühendis adaylarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeyleri arasında, birinci faktör (p=0.048<0.05), üçüncü faktör(p=0.008<0.05), dördüncü faktör (p=0.036<0.05) ve beşinci faktör (p=0.032<0.05) ile ilgili düzey puan ortalamaları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmüştür. İkinci faktör (p=0.069>0.05) ile ilgili düzey puan ortalamaları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca Tablo 32'deki toplam puan ortalamaları incelendiğinde mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlikleri ön test ve son test inanç düzeyleri arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p=0.037<0.05). Mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği tüm alt boyutlarındaki ve toplam öntest ve sontest puan ortalamaları incelendiğinde, bu anlamlı farkın sontest lehine olduğu görülmektedir. Uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklük değerlerine bakıldığında; birinci faktörde (η^2 = 0,020), ikinci faktörde (η^2= 0,018), üçüncü faktörde (η^2 = 0,026), dördüncü faktörde (η^2 = 0,021), beşinci faktörde (η^2 = 0,022), ve ölçek toplamında (η^2 = 0,024) olduğu belirlenmiştir. Bu durum matematiksel modelleme uygulamalarının mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterliklerini olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt problemi *"Mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalık düzeyleri uygulama öncesi ve sonrası değişmekte midir?"* şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan üstbilişsel farkındalık ölçeğinden elde edilen bulgular, üç faktör olarak katılım dereceleri ve madde ortalamaları hesaplanarak aşağıda sunulmuştur.

Tablo 33

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Kişisel Farkındalık Boyutu Analiz Sonuçları

Kişisel Farkındalık Maddeleri		$\bar{X}$	S.S	H^+[%]	G[%]	S[%]	N[%]	H^-[%]
Öğrendiğim bilgileri hatırlama konusunda hafızama güvenirim.	Ön-test	3,33	1,07	13,5	36,1	23,6	24,0	2,9
	Son-test	3,45	1,04	15,4	39,4	22,6	20,7	1,9
Bir konuya çalışırken bildiklerim ve bilmediklerimi kendime sorarım.	Ön-test	3,78	1,00	27,4	36,5	25,5	8,7	1,9
	Son-test	3,90	0,951	31,7	35,6	25,5	6,3	1,0

Bir problemi başarıyla çözebilmek için neye ihtiyacım olduğunu bilirim.	Ön-test	3,56	0,781	9,6	46,7	35,1	8,7	0,0
	Son-test	3,75	0,687	11,5	55,8	29,8	2,9	0,0
Çalışma becerilerimin sınıf arkadaşlarıma kıyasla daha iyi olduğunun farkındayım.	Ön-test	2,87	1,07	7,7	22,1	26,4	37,0	6,7
	Son-test	2,93	1,07	7,7	26,5	24,5	35,6	5,8
Bir konuyu en iyi nasıl öğrenebileceğimi kendime sorarım.	Ön-test	3,88	1,03	34,6	31,3	24,5	7,7	1,9
	Son-test	4,05	0,971	42,3	27,9	24,0	4,8	1,0
Bir konuyu öğrenebilmek için kendime ait stratejiler geliştirebilirim.	Ön-test	3,91	1,02	34,1	35,6	19,7	8,7	1,9
	Son-test	4,08	0,886	37,5	39,9	17,3	4,3	1,0

H^+: Her zaman G: Genellikle S: Sık sık N: Nadiren H^-: Hiçbir zaman $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 33 incelendiğinde kişisel farkındalık faktörü ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Bir konuyu öğrenebilmek için kendime ait stratejiler geliştirebilirim*." ve en düşük ortalamaya ise "*Çalışma becerilerimin sınıf arkadaşlarıma kıyasla daha iyi olduğunun farkındayım.*" maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Kişisel farkındalık faktörü ile ilgili olarak madde ortalamalarına detaylı bakıldığında araştırmaya katılan mühendis adaylarının bir bilişsel eyleme başlamadan önce veya bilişsel eylem sürecinde performanslarını etkileyecek kendi biliş bilgileri hakkında farkındalığa sahip oldukları görülmektedir($\overline{X_S} = 3{,}72$)

Tablo 34

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Organizasyonel Farkındalık Boyutu Analiz Sonuçları

Organizasyonel Farkındalık Maddeler		$\bar{X}$	S.S	H^+[%]	G[%]	S[%]	N[%]	H^-[%]
Karşılaştığım bir problemi çözebilmek için, bütün alternatif çözüm yollarını değerlendiririm.	Ön-test	3,65	1,04	23,6	36,5	22,6	16,3	1,0
	Son-test	3,75	0,914	22,1	40,9	26,9	10,1	0,0
Bir problemi çözmek için en doğru yolun hangisi olduğuna karar veririm.	Ön-test	3,51	0,845	11,5	39,9	37,0	11,5	0,0
	Son-test	3,62	0,750	11,1	46,2	37,5	5,3	0,0
Verilen bir görevi tamamlamak için ne kadar zaman ve kaynağa ihtiyaç duyacağımı araştırırım.	Ön-test	3,76	1,03	25,5	43,3	18,3	10,6	2,9
	Son-test	3,82	0,972	25,5	44,2	19,7	8,7	1,9

Yeni öğrendiklerim ile önceki bilgilerim arasında ilişki kurmaya çalışırım.	Ön-test	3,86	0,872	25,5	42,8	25,0	6,7	0,0
	Son-test	3,97	0,822	28,4	45,7	21,6	4,3	0,0
Bir konuya çalışırken, "daha farklı nasıl çalışabilirim" diye kendime sorarım.	Ön-test	3,14	1,06	13,5	22,1	33,2	28,4	2.9
	Son-test	3,27	1,00	13,9	25,0	37,5	22,1	1,4

H^+: Her zaman G: Genellikle S: Sık sık N: Nadiren H^-: Hiçbir zaman $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 34 incelendiğinde organizasyonel farkındalık faktörü ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Yeni öğrendiklerim ile önceki bilgilerim arasında ilişki kurmaya çalışırım."* ve en düşük ortalamaya *ise "Bir konuya çalışırken, "daha farklı nasıl çalışabilirim" diye kendime sorarım."* maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Organizasyonel farkındalık faktörü ile ilgili olarak madde ortalamalarına detaylı bakıldığında araştırmaya katılan mühendis adaylarının öğrenme sürecini, bir görevi yerine getirme sürecini, bir probleme çözüm üretme aşamalarını planlama ve uygulama ile ilgili yüksek düzeyde($\overline{X_S} = 3{,}69$)bir farkındalığa sahip oldukları görülmektedir.

Tablo 35

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi ve Sonrası Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Yargısal Farkındalık Boyutu Analiz Sonuçları

Yargısal Farkındalık Maddeler		$\bar{X}$	S.S	H^+[%]	G[%]	S[%]	N[%]	H^-[%]
Öğrenmem gereken konuları öğrendiğimden emin olmak için kendi kendime sorular sorarım.	Ön-test	3,53	1,08	23,1	28,4	29,3	17,3	1,9
	Son-test	3,67	1,01	24,5	33,2	27,9	14,4	0,0
Bir problemi çözdükten sonra bütün çözüm yollarını gözden geçirip geçirmediğimi analiz ederim.	Ön-test	2,94	1,08	9,6	20,7	30,8	32,2	6,7
	Son-test	3,23	0,895	9,6	24,0	48,1	16,8	1,4
Bir problemi çözdüğümde elde ettiğim bilgiyi farklı problemlere nasıl uyarlayabileceğimi düşünürüm.	Ön-test	3,41	1,03	13,5	39,4	25,0	19,2	2.9
	Son-test	3,75	0,748	13,3	55,8	25,5	5,8	0,0

H^+: Her zaman G: Genellikle S: Sık sık N: Nadiren H^-: Hiçbir zaman $\bar{X}$: Ortalama S.S: Standart sapma

Tablo 35 incelendiğinde yargısal farkındalık faktörü ön test ve son test sonuçlarında en yüksek ortalamaya "*Öğrenmem gereken konuları öğrendiğimden emin olmak için kendi*

kendime sorular sorarım" ve en düşük ortalamaya *ise "Bir problemi çözdükten sonra bütün çözüm yollarını gözden geçirip geçirmediğimi analiz ederim."* maddesinin sahip olduğu görülmektedir. Değerlendirme olarakta ele alınan yargısal farkındalık faktörü ile ilgili olarak madde ortalamalarına detaylı bakıldığında araştırmaya katılan mühendis adaylarının bir problemi çözdükten sonra çözüm sürecini ve çözüm yollarını değerlendirilmesiyle ilgili yüksek düzeyde ($\overline{X_S} = 3{,}55$)bir farkındalığa sahip oldukları görülmektedir.

Uygulamaların mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalık düzeylerine etkisi eşleştirilmiş örneklemler t-testi kullanılarak incelenmiştir. Tablo 36'da, örneklem gruplarına göre her bir faktörün ön test, sontest puan ortalamaları, standart sapmaları ve öntest-sontest aralarındaki farkın anlamlılığı gösterilmiştir.

Tablo 36

Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri Ön test-Son test Sonuçlarına İlişkin Eşleştirilmiş T-testi Analizi

		X̄	S.S	Madde çiftleri		t	p	η^2
				$\bar{X}_f$	S.S			
Kişisel Farkındalık	Ön Test	3,56	0,717	-0,164	0,968	-2,456	0,015*	0,023
	Son Test	3,72	0,651					
Organizasyonel Farkındalık	Ön Test	3,59	0,700	-0,101	0,840	-1,749	0,082	0,015
	Son Test	3,69	0,631					
Yargısal Farkındalık	Ön Test	3,29	0,845	-0,259	0,994	-3,764	0,000*	0,034
	Son Test	3,55	0,674					
Toplam	Ön Test	3,51	0,652	-0,162	0,807	-2,907	0,004*	0,026
	Son Test	3,67	0,559					

*p<0,05

Tablo 36 incelendiğinde mühendis adaylarının uygulama öncesi ve uygulama sonrası üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasında, kişisel farkındalık faktörü(p=0,015<0,05) ve yargısal farkındalık faktörü (p=0,000<0,05) ile ilgili düzey puan ortalamaları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmüştür. Organizasyonel farkındalık faktörü ön test son test puan ortalamaları arasında fark olmasına rağmen istatiksel olarak anlamlı değildir (p=0,082>0,05). Ayrıca Tablo 36'daki toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalık düzeyleri ön test ve son test sonuçları arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (p=0,004<0,05). Mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalık ölçeği tüm alt boyutlarındaki ve toplam öntest-sontest puan ortalamaları incelendiğinde, farkın sontest lehine olduğu görülmektedir. Bu noktada uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklerine bakıldığında; kişisel farkındalık boyutunda (η^2 =

0,023), organizasyonel farkındalık boyutunda (η^2 = 0.015), yargısal farkındalık boyutunda (η^2 = 0,034) ve ölçeğin genelinde (η^2 = 0,025) olduğu belirlenmiştir. Belirlenen sonuçlara göre, mühendis adaylarının matematiksel modelleme uygulamalarının mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalıklarını olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi "*Mühendis adaylarının modeller ve modelleme ile ilgili anlayışları cinsiyet, sınıf, mezun olunan lise türü ve modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre farklılaşmakta mıdır*?" şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan modeller ve modellemeye yönelik anlayışların altı faktör ve toplam puanların cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 37

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	t	p	η^2
ÇTM	Kadın	4,14	0,372			
	Erkek	4,20	0,374	-1,208	0,228	**
TKM	Kadın	3,43	0,472			
	Erkek	3,43	0,590	-0,072	0,942	**
AAM	Kadın	4,15	0,428			
	Erkek	4,13	0,401	0,286	0,775	**
BMK	Kadın	3,91	0,421			
	Erkek	3,82	0,452	1,484	0,139	**
MYD	Kadın	4,05	0,429			
	Erkek	4,06	0,470	-0,139	0,889	**
MÖ	Kadın	3,98	0,441			
	Erkek	3,83	0,469	2,170	0,030*	0,022
Toplam	Kadın	3,93	0,283			
	Erkek	3,91	0,309	0,522	0,602	**

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 37 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan ön-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde model örnekleri faktöründe istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (MÖp=0,030<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın kadın mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Model örnekleri faktöründe cinsiyet değişkenne bağlı olarak uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,022) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler ön test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farklılık

olmadığı görülmüştür (ÇTMp=0,228>0,05, TKMp=0,942>0,05, AAMp=0,775>0,05, BMKp=0,139>0,05, MYDp=0,889>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri ön test sonuçları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (MMAönp=0,602>0,05).

Tablo 38

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Anlayışların Son Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	t	p	η^2
ÇTM	Kadın	4,23	0,368	0,358	0,721	**
	Erkek	4,21	0,343			
TKM	Kadın	3,51	0,469	-1,934	0,048*	0,018
	Erkek	3,69	0,488			
AAM	Kadın	4,26	0,380	0,290	0,772	**
	Erkek	4,24	0,413			
BMK	Kadın	3,99	0,371	-0,168	0,867	**
	Erkek	4,00	0,408			
MYD	Kadın	4,17	0,429	0,490	0,625	**
	Erkek	4,14	0,330			
MÖ	Kadın	4,08	0,381	0,986	0,325	**
	Erkek	4,03	0,360			
Toplam	Kadın	4,04	0,277	-0,226	0,821	**
	Erkek	4,05	0,241			

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 38 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının cinsiyete değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde tam kopya olarak modeller faktöründe istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (TKM p=0,048<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın erkek mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Tam kopya olarak modeller faktöründe cinsiyet değişkenine bağlı olarak, uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,018) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler ön test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (ÇTMp=0,721>0,05, AAMp=0,772>0,05, BMKp=0,867>0,05, MYDp=0,625>0,05, MÖp=0,325>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri son test sonuçları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (MMAsonp=0,821>0,05).

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan modeller ve modellemeye yönelik görüşlerin altı faktör ve toplam puanların *sınıf* değişkenine göre ANOVA sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 39

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	F	p
ÇTM	1.Sınıf	4,11	0,374	0,746	0,526
	2.Sınıf	4,18	0,386		
	3.sınıf	4,19	0,402		
	4.sınıf	4,20	0,328		
TKM	1.Sınıf	3,38	0,515	1,059	0,367
	2.Sınıf	3,38	0,580		
	3.sınıf	3,54	0,375		
	4.sınıf	3,46	0,529		
AAM	1.Sınıf	4,18	0,441	1,533	0,207
	2.Sınıf	4,04	0,324		
	3.sınıf	4,15	0,475		
	4.sınıf	4,20	0,406		
BMK	1.Sınıf	3,92	0,492	1,507	0,214
	2.Sınıf	3,86	0,387		
	3.sınıf	3,96	0,374		
	4.sınıf	3,78	0,413		
MYD	1.Sınıf	4,09	0,421	1,436	0,233
	2.Sınıf	3,95	0,392		
	3.sınıf	4,13	0,471		
	4.sınıf	4,03	0,486		
MÖ	1.Sınıf	3,90	0,443	1,166	0,324
	2.Sınıf	3,88	0,349		
	3.sınıf	3,94	0,474		
	4.sınıf	4,04	0,542		
Toplam	1.Sınıf	3,92	0,295	1,021	0,384
	2.Sınıf	3,88	0,290		
	3.sınıf	3,98	0,295		
	4.sınıf	3,96	0,277		

**p<0,05*

Tablo 39 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının sınıf değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde istatistiki anlamlı bir fark görülmemiştir (ÇTMp=0,526>0,05, TKMp=0,367>0,05 AAMp=0,207>0,05, BMKp=0,214>0,05, MYDp=0,233>0,05, MÖp=0,324>0,05, MMAönp=0,384>0,05). Faktörlerin sınıf değişkenine göre ön test puan ortamaları incelendiğinde ÇTM faktöründe 4. sınıfların ($\overline{X} = 4{,}20$), TKM faktöründe 3.sınıfların ($\overline{X} = 3{,}54$), AAM faktöründe 4. sınıfların

($\overline{X} = 4{,}20$), BMK faktöründe 3.sınıfların ($\overline{X} = 3{,}96$), MYD faktöründe 3.sınıfların ($\overline{X} = 4{,}13$), MÖ faktöründe 4.sınıfların ($\overline{X} = 4{,}04$) ve toplam puan ortalamalarında 3.sınıfların ($\overline{X} = 3{,}98$) en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Tablo 40

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Son Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Son test	$\overline{X}$	S.S	F	p	Son test
	1.Sınıf	4,21	0,361	1,395	0,245
	2.Sınıf	4,30	0,366		
ÇTM	3.sınıf	4,14	0,330		
	4.sınıf	4,24	0,372		
	1.Sınıf	3,61	0,457	1,794	0,149
	2.Sınıf	3,67	0,451		
TKM	3.sınıf	3,45	0,461		
	4.sınıf	3,56	0,542		
	1.Sınıf	4,25	0,379	2,221	0,087
	2.Sınıf	4,37	0,345		
AAM	3.sınıf	4,17	0,440		
	4.sınıf	4,21	0,385		
	1.Sınıf	4,00	0,382	0,678	0,567
	2.Sınıf	3,99	0,427		
BMK	3.sınıf	3,94	0,382		
	4.sınıf	4,06	0,331		
	1.Sınıf	4,13	0,377	2,293	0,079
	2.Sınıf	4,28	0,406		
MYD	3.sınıf	4,07	0,393		
	4.sınıf	4,17	0,422		
	1.Sınıf	4,07	0,376	0,182	0,909
	2.Sınıf	4,07	0,461		
	3.sınıf	4,08	0,357		
MÖ	4.sınıf	4,03	0,283		
	1.Sınıf	4,04	0,252	2,237	0,085
	2.Sınıf	4,11	0,290		
	3.sınıf	3,97	0,257		
Toplam	4.sınıf	4,03	0,257		

*p<0,05

Tablo 40 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının sınıf değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde istatistiki anlamlı bir fark görülmemiştir. (ÇTMp=0,245>0,05, TKMp=0,149>0,05 AAMp=0,087>0,05, BMKp=0,567>0,05, MYDp=0,079>0,05, MÖp=0,909>0,05, MMAsonp=0,085>0,05). Faktörlerin sınıf değişkenine göre son test puan ortamaları incelendiğinde ÇTM faktöründe 2.sınıfların ($\overline{X} = 4{,}30$), TKM faktöründe 2.sınıfların ($\overline{X} = 3{,}67$), AAM faktöründe 2.sınıfların ($\overline{X} = 4{,}37$), BMK faktöründe 4.sınıfların ($\overline{X} = 4{,}06$),

MYD faktöründe 2.sınıfların ($\overline{X} = 4,28$), MÖ faktöründe 3.sınıfların ($\overline{X} = 4,08$) ve toplam puan ortalamalarında 2.sınıfların ($\overline{X} = 4,11$) en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan modeller ve modellemeye yönelik görüşlerin altı faktör ve toplam puanların *mezun olunan lise türü* değişkenine göre ANOVA sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 41

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

	Ön test	$\overline{X}$	S.S	F	p	Fark	η^2
	Düz Lise	4,20	0,230				
	Meslek Lisesi	3,98	0,240				
	Anadolu Lisesi	4,21	0,393	3,197	0,014*	Meslek *Anadolu	0,059
ÇTM	Fen Lisesi	4,15	0,368				
	Diğer	3,96	0,245				
	Düz Lise	3,40	0,000				
	Meslek Lisesi	3,34	0,389				
	Anadolu Lisesi	3,45	0,511	0,530	0,714		**
TKM	Fen Lisesi	3,35	0,651				
	Diğer	3,56	0,671				
	Düz Lise	4,20	0,000				
	Meslek Lisesi	3,92	0,220				
AAM	Anadolu Lisesi	4,20	0,437	3,735	0,006*	Meslek *Anadolu	0,069
	Fen Lisesi	4,00	0,450				
	Diğer	4,24	0,386				
	Düz Lise	3,83	0,577				
	Meslek Lisesi	3,66	0,303				
BMK	Anadolu Lisesi	3,94	0,451	2,976	0,020*	Meslek *Anadolu	0,055
	Fen Lisesi	3,83	0,298				
	Diğer	3,80	0,421				
	Düz Lise	4,33	0,384				
	Meslek Lisesi	3,88	0,364				
MYD	Anadolu Lisesi	4,10	0,451	4,138	0,003*	Anadolu*Diğer	0,075
	Fen Lisesi	4,12	0,341				
	Diğer	3,66	0,384				
	Düz Lise	4,12	0,144				
	Meslek Lisesi	3,75	0,359			Meslek *Anadolu	0,080
	Anadolu Lisesi	4,01	0,445	4,435	0,002*	Fen *Anadolu	
MÖ	Fen Lisesi	3,65	0,561				
	Diğer	3,80	0,421				
	Düz Lise	4,00	0,092				
	Meslek Lisesi	3,75	0,155				
	Anadolu Lisesi	3,98	0,310	4,721	0,001*	Meslek *Anadolu	0,085
Toplam	Fen Lisesi	3,84	0,204				

	Diğer	3,85	0,242

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 41 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde TKM faktörü hariç diğer faktörlerde istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (ÇTM p=0,014<0,05, TKM p=0,714>0,05, AAM p=0,006<0,05, BMKp=0,020<0,05, MYD p=0,003<0,05, MÖp=0,002<0,05). Gruplar arası farklılığın belirlenmesi için yapılan Scheffe testi sonuçları incelendiğinde, ÇTM, AAM, BMK ve MÖ faktörlerinde Meslek lisesi mezunu ve Anadolu lisesi mezunu mühendis adaylarının ortalama puanları istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür. Bu farklılık Anadolu lisesi mezunu mühendis adayları lehinedir. MYD faktöründe bu farklılık Anadolu lisesi ile Diğer, MÖ faktöründe ise Anadolu lisesi ile Fen lisesi arsında olduğu tespit edilmiştir. Bu faktörlerdeki farklılıklar yine Anadolu lisesi mezunu mühendis adayları lehinedir. Diğer gruplar arasında istatistiki anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri ön test sonuçları ile mezun olunan lise türü değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir fark olduğu (MMAönp=0,001<0,05), yapılan Scheffe testi sonucunda bu farklılığın Anadolu lisesi lehine, Meslek lisesi ile Anadolu lisesi mezunu mühendis adayları arasında olduğu görülmüştür. Anlamlı farklılık bulunan faktörlerin lise türü değişkenine bağlı olarak uygulanan modelleme uygulamalarının ilişkin etki büyüklük değerlerinin, ÇTM faktöründe (η^2 = 0,059), AAM faktöründe (η^2 = 0,069), BMK faktöründe (η^2 = 0,055), MYD faktöründe (η^2 = 0,075), MÖ faktöründe (η^2 = 0,080) ve ölçeğin toplamında (η^2 = 0,085) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 42

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Son Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

	Son test	$\overline{X}$	S.S	F	p
ÇTM	Düz Lise	4,20	0,432	1,025	0,396
	Meslek Lisesi	4,15	0,295		
	Anadolu Lisesi	4,24	0,364		
	Fen Lisesi	4,31	0,406		
	Diğer	4,08	0,367		
TKM	Düz Lise	3,80	0,230	0,693	0,597
	Meslek Lisesi	3,56	0,492		
	Anadolu Lisesi	3,56	0,477		

	Fen Lisesi	3,73	0,530		
	Diğer	3,62	0,446		
	Düz Lise	4,10	0,476	0,407	0,803
	Meslek Lisesi	4,31	0,335		
AAM	Anadolu Lisesi	4,25	0,396		
	Fen Lisesi	4,20	0,444		
	Diğer	4,28	0,367		
	Düz Lise	3,83	0,430	0,304	0,875
	Meslek Lisesi	4,04	0,369		
BMK	Anadolu Lisesi	4,00	0,386		
	Fen Lisesi	4,00	0,438		
	Diğer	3,96	0,290		
	Düz Lise	4,00	0,272	0,623	0,647
	Meslek Lisesi	4,08	0,289		
MYD	Anadolu Lisesi	4,19	0,420		
	Fen Lisesi	4,18	0,343		
	Diğer	4,10	0,521		
	Düz Lise	3,81	0,239	1,788	0,133
	Meslek Lisesi	3,96	0,332		
	Anadolu	4,10	0,376		
MÖ	Lisesi				
	Fen Lisesi	4,12	0,446		
	Diğer	3,92	0,312		
	Düz Lise	3,97	0,255	0,403	0,806
	Meslek Lisesi	4,01	0,228		
	Anadolu	4,05	0,270		
Toplam	Lisesi				
	Fen Lisesi	4,09	0,326		
	Diğer	3,99	0,233		

*p<0,05

Tablo 42 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde istatistiki anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Faktörlerin mezun olunan lise türü değişkenine göre son test puan ortamaları incelendiğinde ÇTM faktöründe fen lisesi ($\overline{X} = 4{,}31$), TKM faktöründe düz lise ($\overline{X} = 3{,}80$), AAM faktöründe meslek lisesi ($\overline{X} = 4{,}31$), BMK faktöründe meslek lisesi ($\overline{X} = 4{,}04$), MYD faktöründe anadolu lisesi ($\overline{X} = 4{,}19$), MÖ faktöründe fen lisesi ($\overline{X} = 4{,}12$) ve toplam puan ortalamalarında fen lisesi ($\overline{X} = 4{,}11$) mezunlarının en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan modeller ve modellemeye yönelik görüşlerin altı faktör ve toplam puanların *modelleme eğitimi alma durumu* değişkenine göre t testi sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 43

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Ön Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	t	p	η^2
ÇTM	Evet	4,20	0,299	0,850	0,398	**
	Hayır	4,15	0,390			
TKM	Evet	3,44	0,521	0,804	0,424	**
	Hayır	3,38	0,462			
AAM	Evet	4,21	0,418	1,197	0,236	**
	Hayır	4,13	0,418			
BMK	Evet	3,93	0,484	0,724	0,472	**
	Hayır	3,87	0,418			
MYD	Evet	4,19	0,448	2,229	0,027*	0,024
	Hayır	4,02	0,434			
MÖ	Evet	4,00	0,512	0,998	0,319	**
	Hayır	3,92	0,438			
Toplam	Evet	3,97	0,295	1,061	0,290	**
	Hayır	3,92	0,289			

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 43 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde modellerin yapısının değişimi faktöründe istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (MYD p=0,027<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın modelleme eğitimi almiş mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Modellerin yapısının değişimi faktöründe modelleme eğitimi almış olma değişkenine bağlı olarak, uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,024) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler ön test puan ortalamaları ile modelleme eğitimi alma değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (ÇTM p=0,398>0,05, TKM p=0,424>0,05, AAM p=0,006>0,05, BMKp=0,472>0,05, MÖp=0,290>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri ön test sonuçları ile modelleme eğitimi alma değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir (MMAönp=0,290>0,05). Tüm faktörlerde ortalama puanlar incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri ön test puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 44

Mühendis Adaylarının Modeller ve Modellemeye Yönelik Görüşlerinin Son Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	t	p	η^2
ÇTM	Evet	4,23	0,346	0,047	0,963	**
	Hayır	4,22	0,364			
TKM	Evet	3,66	0,413	1,158	0,248	**
	Hayır	3,56	0,493			
AAM	Evet	4,27	0,322	1,539	0,125	**
	Hayır	4,17	0,403			
BMK	Evet	4,02	0,386	2,054	0,041*	0,020
	Hayır	3,89	0,349			
MYD	Evet	4,16	0,377	0,137	0,891	**
	Hayır	4,15	0,408			
MÖ	Evet	4,07	0,354	0,427	0,670	**
	Hayır	4,04	0,380			
Toplam	Evet	4,05	0,276	0,492	0,623	**
	Hayır	4,02	0,223			

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 44 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde bilimsel modellerin kullanımı faktöründe istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (BMK p=0,041<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın modelleme eğitimi almiş mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Bilimsel modellerin kullanımı faktöründe modelleme eğitimi almış olma değişkenine bağlı olarak, uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,024) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler son test puan ortalamaları ile modelleme eğitimi alma değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farkın olmadığı tespit edilmiştir (ÇTM p=0,963>0,05, TKM p=0,248>0,05, AAM p=0,125>0,05, MYDp=0,891>0,05, MÖp=0,670>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri son test sonuçları ile modelleme eğitimi alma değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür (MMAsonp=0,290>0,05). Tüm faktörlerde ortalama puanlar incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri son test puanlarının daha yüksek olduğu, fakat araştırma kapsamında yapılan uygulamalar sonucu daha önce modelleme eğitimi almamış mühendis adaylarının puan ortalamalarının diğer gruba göre yükseldiği görülmüştür.

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi "*Mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeyleri cinsiyet, sınıf, mezun olunan lise türü ve modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre farklılaşmakta mıdır*?" şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin beş faktör ve toplam puanların cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 45

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	t	p	η2
Birinci Faktör	Kadın	3,74	0,604	0,243	0,808	**
	Erkek	3,71	0,641			
İkinci Faktör	Kadın	3,60	0,639	-2,337	0,021*	0,022
	Erkek	3,80	0,516			
Üçüncü Faktör	Kadın	3,49	0,690	-0,173	0,863	**
	Erkek	3,51	0,660			
Dördüncü Faktör	Kadın	3,83	0,583	-0,364	0,716	**
	Erkek	3,86	0,502			
Beşinci Faktör	Kadın	3,61	0,601	-1,734	0,085	**
	Erkek	3,74	0,405			
Toplam	Kadın	3,66	0,547	-1,262	0,209	**
	Erkek	3,74	0,389			

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 45 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının cinsiyet değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamaları incelendiğinde ikinci faktörde istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (İkinci faktör p=0,021<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın erkek mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Matematiksel modelleme özyeterlik ölçeği ikinci faktöründe cinsiyet değişkenine bağlı olarak, uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,022) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler ön test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Birinci faktör p=0,808>0,05, Üçüncü faktör p=0,863>0,05, Dördüncü faktör p=0,716>0,05, Beşinci faktör p=0,085>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlikleri ön test sonuçları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (MMÖÖönp=0,209>0,05).

Tablo 46

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Son test		$\bar{X}$	S.S	t	p
Birinci Faktör	Kadın	3,85	0,688	0,149	0,882
	Erkek	3,84	0,511		
İkinci Faktör	Kadın	3,80	0,640	1,129	0,260
	Erkek	3,70	0,494		
Üçüncü Faktör	Kadın	3,71	0,662	1,492	0,137
	Erkek	3,57	0,565		
Dördüncü Faktör	Kadın	3,98	0,617	0,740	0,460
	Erkek	3,91	0,448		
Beşinci Faktör	Kadın	3,79	0,592	0,871	0,385
	Erkek	3,72	0,444		
Toplam	Kadın	3,81	0,559	1,116	0,266
	Erkek	3,73	0,374		

**p<0,05*

Tablo 46 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının cinsiyet değişkenine bağlı olarak yapılan son test sonrası matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Birinci faktör p=0,882>0,05, İkinci faktör p=0,260>0,05, Üçüncü faktör p=0,137>0,05, Dördüncü faktör p=0,460>0,05, Beşinci faktör p=0,385>0,05, MMÖÖsonp=0,266>0,05). Ortalamalar incelendiğinde kadın mühendis adayların matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği beş faktör ve toplam puanların *sınıf* değişkenine göre ANOVA sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 47

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Ön test		**$\bar{X}$**	**S.S**	**F**	**p**
Birinci Faktör	1.Sınıf	3,72	0,651		
	2.Sınıf	3,79	0,599	0,214	0,886
	3.sınıf	3,69	0,427		
	4.sınıf	3,72	0,727		
İkinci Faktör	1.Sınıf	3,64	0,727		
	2.Sınıf	3,73	0,547	0,506	0,679
	3.sınıf	3,72	0,439		

	4.sınıf	3,59	0,609		
Üçüncü Faktör	1.Sınıf	3,37	0,800		
	2.Sınıf	3,67	0,650	2,138	0,097
	3.sınıf	3,46	0,450		
	4.sınıf	3,56	0,643		
Dördüncü Faktör	1.Sınıf	3,77	0,515		
	2.Sınıf	3,98	0,509	1,533	0,207
	3.sınıf	3,85	0,575		
	4.sınıf	3,78	0,647		
Beşinci Faktör	1.Sınıf	3,58	0,594		0,076
	2.Sınıf	3,83	0,435	2,327	
	3.sınıf	3,64	0,475		
	4.sınıf	3,59	0,623		
	1.Sınıf	3,63	0,557		
Toplam	2.Sınıf	3,80	0,470	1,252	0,292
	3.sınıf	3,68	0,375		
	4.sınıf	3,65	0,545		

**p<0,05*

Tablo 47 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının sınıf değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası matematiksel modelleme özyeterlik puanları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. (Birinci faktör p=0,886>0,05, İkinci faktör p=0,679>0,05, Üçüncü faktör p=0,097>0,05, Dördüncü faktör p=0,207>0,05, Beşinci faktör p=0,076>0,05, MMÖÖönp=0,292>0,05). Faktörlerin sınıf değişkenine göre ön test puan ortamaları incelendiğinde tüm faktörlerde ve toplamda 2. Sınıfta öğrenim gören mühendis adaylarınınen en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Tablo 48

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	F	p
Birinci Faktör	1.Sınıf	3,81	0,676		
	2.Sınıf	3,79	0,682	0,636	0,593
	3.sınıf	3,90	0,563		
	4.sınıf	3,94	0,593		
İkinci Faktör	1.Sınıf	3,72	0,560		
	2.Sınıf	3,77	0,614	0,556	0,645
	3.sınıf	3,76	0,587		
	4.sınıf	3,86	0,668		
Üçüncü Faktör	1.Sınıf	3,65	0,535		
	2.Sınıf	3,63	0,727	0,266	0,850
	3.sınıf	3,65	0,682		
	4.sınıf	3,74	0,658		
Dördüncü Faktör	1.Sınıf	3,89	0,523		

	2.Sınıf	3,87	0,713	1,748	0,158
	3.sınıf	4,06	0,497		
	4.sınıf	4,07	0,519		
Beşinci Faktör	1.Sınıf	3,72	0,492		
	2.Sınıf	3,70	0,678	1,058	0,368
	3.sınıf	3,79	0,473		
	4.sınıf	3,88	0,558		
	1.Sınıf	3,74	0,441	0,888	0,448
Toplam	2.Sınıf	3,74	0,621		
	3.sınıf	3,82	0,478		
	4.sınıf	3,88	0,515		

*p<0,05

Tablo 48 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının sınıf değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası matematiksel modelleme özyeterlik puanları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Birinci faktör p=0,593>0,05, İkinci faktör p=0,645>0,05, Üçüncü faktör p=0,850>0,05, Dördüncü faktör p=0,158>0,05, Beşinci faktör p=0,368>0,05, MMÖÖsonp=0,448>0,05). Faktörlerin sınıf değişkenine göre son test puan ortamaları incelendiğinde tüm faktörlerde ve toplamda 4. Sınıfta öğrenim gören mühendis adaylarınınen en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği beş faktör ve toplam puanların *mezun olunan lise türü* değişkenine göre ANOVA sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 49

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	F	p
	Düz Lise	3,75	0,288	1,047	0,384
	Meslek Lisesi	3,56	0,486		
	Anadolu Lisesi	3,74	0,636		
Birinci Faktör	Fen Lisesi	3,76	0,683		
	Diğer	4,00	0,577		
	Düz Lise	4,16	0,192		
	Meslek Lisesi	3,66	0,391	2,274	0,063
	Anadolu Lisesi	3,67	0,641		
İkinci Faktör	Fen Lisesi	3,75	0,590		
	Diğer	3,20	0,612		
	Düz Lise	3,37	0,144		
	Meslek Lisesi	3,58	0,379	0,263	0,901
Üçüncü Faktör	Anadolu Lisesi	3,50	0,719		
	Fen Lisesi	3,50	0,806		

	Diğer	3,35	0,756		
	Düz Lise	3,66	0,000	2,001	0,096
	Meslek Lisesi	3,68	0,360		
Dördüncü	Anadolu Lisesi	3,88	0,571		
Faktör	Fen Lisesi	4,00	0,516		
	Diğer	3,53	0,849		
	Düz Lise	4,10	0,115	1,522	0,197
	Meslek Lisesi	3,73	0,361		
Beşinci Faktör	Anadolu Lisesi	3,63	0,573		
	Fen Lisesi	3,75	0,617		
	Diğer	3,40	0,581		
	Düz Lise	3,81	0,072	0,687	0,602
	Meslek Lisesi	3,65	0,257		
	Anadolu Lisesi	3,69	0,531		
Toplam	Fen Lisesi	3,76	0,574		
	Diğer	3,46	0,629		

*p<0,05

Tablo 49 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği sonuçlarına göre istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Birinci faktör p=0,384>0,05, İkinci faktör p=0,063>0,05, Üçüncü faktör p=0,901>0,05, Dördüncü faktör p=0,096>0,05, Beşinci faktör p=0,197>0,05, MMÖÖsonp=0,602>0,05). Faktörlerin mezun olunan lise türü değişkenine göre ön test puan ortalamaları incelendiğinde birinci faktörde fen lisesi ($\overline{X} = 3,76$), ikinci faktörde düz lise ($\overline{X} = 4,16$), üçüncü faktörde meslek lisesi ($\overline{X} = 3,58$), dördüncü faktörde fen lisesi ($\overline{X} = 4,00$), beşinci faktörde düz lise ($\overline{X} = 4,10$) ve toplam puan ortalamalarında düz lise ($\overline{X} = 3,81$) mezunlarının en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Tablo 50

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	F	p
	Düz Lise	3,49	0,707	0,773	0,544
	Meslek Lisesi	3,86	0,655		
	Anadolu Lisesi	3,88	0,638		
Birinci Faktör	Fen Lisesi	3,75	0,547		
	Diğer	3,64	0,709		
	Düz Lise	3,75	0,500	0,243	0,913
	Meslek Lisesi	3,70	0,549		
	Anadolu Lisesi	3,80	0,619		
İkinci Faktör	Fen Lisesi	3,70	0,528		

	Diğer	3,73	0,681		
	Düz Lise	3,25	0,577	0,652	0,626
	Meslek Lisesi	3,65	0,614		
Üçüncü Faktör	Anadolu Lisesi	3,69	0,639		
	Fen Lisesi	3,54	0,690		
	Diğer	3,67	0,635		
	Düz Lise	3,41	0,166	1,237	0,296
	Meslek Lisesi	3,88	0,679		
Dördüncü	Anadolu Lisesi	4,03	0,558		
Faktör	Fen Lisesi	3,89	0,482		
	Diğer	3,99	0,576		
	Düz Lise	3,50	0,382	0,704	0,590
	Meslek Lisesi	3,66	0,624		
Beşinci Faktör	Anadolu Lisesi	3,78	0,545		
	Fen Lisesi	3,88	0,481		
	Diğer	3,81	0,590		
	Düz Lise	3,46	0,067	0,631	0,641
	Meslek Lisesi	3,73	0,571		
	Anadolu Lisesi	3,81	0,505		
Toplam	Fen Lisesi	3,73	0,475		
	Diğer	3,80	0,549		

*p<0,05

Tablo 50 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği sonuçlarına göre istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Birinci faktör p=0,544>0,05, İkinci faktör p=0,913>0,05, Üçüncü faktör p=0,626>0,05, Dördüncü faktör p=0,296>0,05, Beşinci faktör p=0,590>0,05, MMÖÖönp=0,641>0,05). Faktörlerin mezun olunan lise türü değişkenine göre son test puan ortalamaları incelendiğinde birinci faktörde anadolu lisesi ($\overline{X} = 3{,}88$), ikinci faktörde anadolu lisesi ($\overline{X} = 3{,}80$), üçüncü faktörde anadolu lisesi ($\overline{X} = 3{,}69$), dördüncü faktörde anadolu lisesi ($\overline{X} = 4{,}03$), beşinci faktörde fen lisesi ($\overline{X} = 3{,}88$) ve toplam puan ortalamalarında anadolu lisesi ($\overline{X} = 3{,}81$) mezunlarının en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği beş faktör ve toplam puanların *modelleme eğitimi alma durumu* değişkenine göre ANOVA sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 51

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Ön Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi

Ön test	$\overline{X}$	S.S	t	p	η2

Birinci Faktör	Evet	3,76	0,655	0,325	0,745	**
	Hayır	3,72	0,606			
İkinci Faktör	Evet	3,80	0,566	1,921	0,046*	0,019
	Hayır	3,63	0,616			
Üçüncü Faktör	Evet	3,59	0,696	0,978	0,329	**
	Hayır	3,48	0,675			
Dördüncü Faktör	Evet	3,88	0,760	0,575	0,566	**
	Hayır	3,83	0,497			
Beşinci Faktör	Evet	3,77	0,729	1,525	0,129	**
	Hayır	3,62	0,493			
Toplam	Evet	3,77	0,615	1,335	0,183	**
	Hayır	3,66	0,471			

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 51 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamaları incelendiğinde ikinci faktörde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (İkinci faktör p=0,046<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın modelleme eğitimi almış mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Matematiksel modelleme özyeterlik ölçeği ikinci faktöründe modelleme eğitimi alma değişkenine bağlı olarak, uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,019) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler ön test puan ortalamaları ile modelleme eğitimi alma değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Birinci faktör p=0,745>0,05, Üçüncü faktör p=0,329>0,05, Dördüncü faktör p=0,566>0,05, Beşinci faktör p=0,19>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlikleri ön test sonuçları ile modelleme eğitimi alma durumu değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (MMÖÖönp=0,183>0,05).

Tablo 52

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Ölçeği Son Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	t	p
Birinci Faktör	Evet	3,86	0,661	0,506	0,614
	Hayır	3,80	0,541		
İkinci Faktör	Evet	3,78	0,602	0,442	0,659
	Hayır	3,73	0,595		
Üçüncü Faktör	Evet	3,69	0,648	1,062	0,290
	Hayır	3,57	0,585		
Dördüncü Faktör	Evet	3,98	0,592	1,114	0,266
	Hayır	3,87	0,471		
Beşinci Faktör	Evet	3,78	0,557	0,751	0,444
	Hayır	3,71	0,550		

Toplam	Evet	3,80	0,524	1,025	0,309
	Hayır	3,72	0,450		

*p<0,05

Tablo 52 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan son test sonrası matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Birinci faktör p=0,614>0,05, İkinci faktör p=0,659>0,05, Üçüncü faktör p=0,290>0,05, Dördüncü faktör p=0,266>0,05, Beşinci faktör p=0,444>0,05, MMÖÖsonp=0,309>0,05). Son test ortalama puanları incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adayların matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın altıncı alt problemi "*Mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalık düzeyleri cinsiyet, sınıf, mezun olunan lise türü ve modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre farklılaşmakta mıdır*?" şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan üstbilişsel farkındalık ölçeği üç faktör ve toplam puanların cinsiyet değişkenine göre t testi sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 53

Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	t	p	η2
Kişisel Farkındalık	Kadın	3,63	0,683	2,398	0,017*	0,027
	Erkek	3,38	0,766			
Organizasyonel Farkındalık	Kadın	3,64	0,678	1,700	0,091	**
	Erkek	3,46	0,736			
Yargısal Farkındalık	Kadın	3,31	0,816	0,409	0,683	**
	Erkek	3,26	0,911			
Toplam	Kadın	3,57	0,625	1,993	0,048*	0,019
	Erkek	3,38	0,695			

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 53 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının cinsiyet değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası üstbilişsel farkındalık ölçeği puan ortalamaları incelendiğinde kişisel farkındalık faktöründe istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. (Kişisel farkındalık p=0,017<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın kadın mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Üstbilişsel farkındalık ölçeği kişisel farkındalık faktörü cinsiyet değişkenine bağlı olarak, uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,027) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler ön test puan ortalamaları ile

cinsiyet değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Organizasyonel farkındalık p=0,091>0,05, Yargısal farkındalık p=0,683>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalık ölçeği ön test sonuçları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür (ÜFÖönp=0,048<0,05, η^2 = 0,019). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın kadın mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir.

Tablo 54

Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Cinsiyet Değişkenine İlişkin Bağımsız Örneklemler t-testi Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	t	p	η2
Kişisel Farkındalık	Kadın	3,77	0,640	1,599	0,111	**
	Erkek	3,61	0,669			
Organizasyonel Farkındalık	Kadın	3,71	0,616	0,858	0,392	**
	Erkek	3,63	0,663			
Yargısal Farkındalık	Kadın	3,63	0,644	2,617	0,010*	0,032
	Erkek	3,37	0,711			
Toplam	Kadın	3,74	0,555	2,013	0,046*	0,020
	Erkek	3,55	0,557			

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 54 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının cinsiyet değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası üstbilişsel farkındalık ölçeği puan ortalamaları incelendiğinde yargısal farkındalık faktöründe istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (Yargısal farkındalık p=0,010<0,05). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın kadın mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir. Üstbilişsel farkındalık ölçeği kişisel farkındalık faktörü cinsiyet değişkenine bağlı olarak, uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklüklüğüne bakıldığında (η^2 = 0,032) olduğu tespit edilmiştir. Diğer faktörler son test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Kişisel farkındalık p=0,111>0,05, Organizasyonel farkındalık p=0,392>0,05). Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalık ölçeği son test sonuçları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (ÜFÖsonp=0,046<0,05, η^2 = 0,020). Ortalamalar incelendiğinde bu farkın kadın mühendis adayların lehine olduğu görülmektedir.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan üstbilişsel farkındalık ölçeği üç faktör ve toplam puanların *sınıf* değişkenine göre ANOVA sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 55

Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	F	p	Fark	η2
Kişisel	1.Sınıf	3,39	0,655				
Farkındalık	2.Sınıf	3,90	0,633	5,708	0,001*	1.sınıf*2.sınıf	0,077
	3.sınıf	3,46	0,838			2.sınıf*3.sınıf	
	4.sınıf	3,54	0,670				
Organizasyonel	1.Sınıf	3,48	0,697				
Farkındalık	2.Sınıf	3,85	0,548	3,056	0,029*	1.sınıf*2.sınıf	0,043
	3.sınıf	3,51	0,610				
	4.sınıf	3,56	0,864				
Yargısal	1.Sınıf	3,19	0,780	1,796	0,149		**
Farkındalık	2.Sınıf	3,52	0,830				
	3.sınıf	3,31	0,702				
	4.sınıf	3,19	1,045				
	1.Sınıf	3,38	0,602	4,616	0,004*	1.sınıf*2.sınıf	0,064
Toplam	2.Sınıf	3,80	0,576			2.sınıf*3.sınıf	
	3.sınıf	3,45	0,635				
	4.sınıf	3,47	0,742				

*p<0,05

Tablo 55 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının sınıf seviyesi değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası üstbilişsel farkındalık ölçeği puan ortalamaları incelendiğinde kişisel farkındalık ve organizasyonel farkındalık faktörlerinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (Kişisel farkındalık p=0,001<0,05, Organizasyonel farkındalık p=0,029<0,05). Gruplar arası farklılığın belirlenmesi için yapılan Scheffe testi sonuçları incelendiğinde, kişisel farkındalık faktöründe, 2. sınıf ile 3. sınıf ve 1. sınıf ile 2. Sınıf arasında 2. sınıflar lehine, organizasyonel farkındalık faktöründe 1. sınıf ile 2. sınıf arasında 2. sınıf lehinedir. Toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalık ölçeği ön test sonuçları ile sınıf seviyesi değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür (ÜFÖönp=0,004<0,05). Gruplar arası farklılığın belirlenmesi için yapılan Scheffe testi sonuçları incelendiğinde bu farklılığın 2. sınıf ile 3. sınıf ve 1. sınıf ile 2. Sınıf arasında 2. sınıflar lehine olduğu tespit edilmiştir.

Anlamlı farklılık bulunan faktörlerin sınıf seviyesi değişkenine bağlı olarak uygulanan modelleme uygulamalarına ilişkin etki büyüklük değerlerinin, kişisel farkındalık faktöründe (η^2 = 0,077), organizasyonel farkındalık faktöründe (η^2 = 0,043) ve ölçeğin toplamında (η^2 = 0,064) olduğu belirlenmiştir.

Tablo 56

Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Sınıf Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	F	p
Kişisel Farkındalık	1.Sınıf	3,79	0,649	0,703	0,551
	2.Sınıf	3,65	0,617		
	3.sınıf	3,76	0,727		
	4.sınıf	3,64	0,620		
Organizasyonel Farkındalık	1.Sınıf	3,73	0,632	1,145	0,332
	2.Sınıf	3,59	0,595		
	3.sınıf	3,80	0,809		
	4.sınıf	3,62	0,621		
Yargısal Farkındalık	1.Sınıf	3,51	0,780	0,247	0,863
	2.Sınıf	3,56	0,830		
	3.sınıf	3,62	0,702		
	4.sınıf	3,53	1,045		
Toplam	1.Sınıf	3,71	0,572	0,716	0,543
	2.Sınıf	3,61	0,531		
	3.sınıf	3,75	0,612		
	4.sınıf	3,61	0,517		

*p<0,05

Tablo 56 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının sınıf değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası üstbilişsel farkındalık puanları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kişisel farkındalık p=0,551>0,05, Organizasyonel farkındalık p=0,332>0,05, Yargısal farkındalık p=0,863>0,05, ÜFÖsonp=0,543>0,05). Faktörlerin sınıf değişkenine göre son test puan ortamaları incelendiğinde kişisel farkındalık faktöründe 1. sınıfların ($\overline{X} = 3,79$), organizasyonel farkındalık faktöründe 3. sınıfların ($\overline{X} = 3,80$), yargısal farkındalık faktöründe 3. sınıfların ($\overline{X} = 3,62$) ve toplam puan ortalamalarında 3. sınıfların ($\overline{X} = 3,75$) en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan üstbilişsel farkındalık ölçeği üç faktör ve toplam puanların *mezun olunan lise türü* değişkenine göre ANOVA sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 57

Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	F	p	Fark	η2
	Düz Lise	3,91	0,096	0,416	0,797		**
	Meslek Lisesi	3,51	0,626				
Kişisel	Anadolu Lisesi	3,54	0,781				

Farkındalık	Fen Lisesi	3,68	0,398				
	Diğer	3,53	0,489				
	Düz Lise	4,30	0,346	2,461	0,047*	Düz-Diğer	0,046
	Meslek Lisesi	3,52	0,738				
Organizasyonel Farkındalık	Anadolu Lisesi	3,60	0,690				
	Fen Lisesi	3,72	0,765				
	Diğer	3,12	0,434				
	Düz Lise	3,33	0,384	1,255	0,289		**
	Meslek Lisesi	3,26	1,040				
Yargısal Farkındalık	Anadolu Lisesi	3,32	0,812				
	Fen Lisesi	3,41	0,725				
	Diğer	2,73	0,899				
	Düz Lise	3,92	0,247	1,143	0,337		**
	Meslek Lisesi	3,46	0,659				
	Anadolu Lisesi	3,52	0,681				
Toplam	Fen Lisesi	3,64	0,450				
	Diğer	3,21	0,473				

*p<0,05 ** *Anlamlı farklılık olmadığından etki büyüklüğü hesaplanmamıştır*

Tablo 57 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası üstbilişsel farkındalık ölçeği puan ortalamaları incelendiğinde organizasyonel farkındalık faktörlerinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur (Organizasyonel farkındalık p=0,047<0,05). Gruplar arası farklılığın belirlenmesi için yapılan Scheffe testi sonuçları incelendiğinde, organizasyonel farkındalık faktöründe düz lise ile diğer arasında düz lehine bir farklılık tespit edilmiştir.

Kişisel farkındalık faktörü, yargısal farkındalık faktörü ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde, mühendis adaylarının üstbilişsel farkındalık ölçeği ön test sonuçları ile mezun olunan lise türü değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür (Kişisel farkındalık p=0,797>0,05, Yargısal farkındalık p=0,289>0,05, ÜFÖönp=0,337>0,05).

Tablo 58

Mühendis Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Mezun Olunan Lise Türü Değişkenine İlişkin ANOVA Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	F	p
	Düz Lise	3,70	0,438	1,941	0,105
	Meslek Lisesi	3,44	0,651		
Kişisel	Anadolu Lisesi	3,75	0,659		
Farkındalık	Fen Lisesi	3,96	0,572		
	Diğer	3,82	0,570		
	Düz Lise	3,60	0,461	1,412	0,231
	Meslek Lisesi	3,46	0,596		
Organizasyonel	Anadolu Lisesi	3,74	0,634		
Farkındalık	Fen Lisesi	3,73	0,683		
	Diğer	3,58	0,584		

	Düz Lise	2,91	1,287	1,575	0,182
	Meslek Lisesi	3,40	0,528		
Yargısal	Anadolu Lisesi	3,61	0,685		
Farkındalık	Fen Lisesi	3,54	0,619		
	Diğer	3,50	0,633		
	Düz Lise	3,50	0,611	1,755	0,139
	Meslek Lisesi	3,44	0,500		
	Anadolu Lisesi	3,72	0,573		
Toplam	Fen Lisesi	3,73	0,531		
	Diğer	3,72	0,479		

*p<0,05

Tablo 58 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan son-test sonrası üstbilişsel farkındalık ölçeği sonuçlarına göre istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kişisel farkındalık p=0,105>0,05, Organizasyonel farkındalık p=0,231>0,05, Yargısal farkındalık p=0,182>0,05, ÜFÖsonp=0,139>0,05). Faktörlerin mezun olunan lise türü değişkenine göre son test puan ortalamaları incelendiğinde kişisel farkındalık faktöründe fen lisesi ($\overline{X} = 3,96$), organizasyonel farkındalık faktöründe anadolu lisesi ($\overline{X} = 3,74$), yargısal farkındalık faktöründe anadolu lisesi ($\overline{X} = 3,61$) ve toplam puan ortalamalarında fen lisesi ($\overline{X} = 3,73$) mezunlarının en yüksek ortalamaya sahip oldukları görülmüştür.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan üstbilişsel farkındalık ölçeği üç faktör ve toplam puanların *modelleme eğitimi alma durumu* değişkenine göre t testi sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 59

Mühendis Adaylarının Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Ön Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi

Ön test		$\overline{X}$	S.S	t	p
Kişisel Farkındalık	Evet	3,56	0,677	0,047	0,963
	Hayır	3,55	0,729		
Organizasyonel Farkındalık	Evet	3,72	0,781	1,378	0,170
	Hayır	3,55	0,676		
Yargısal Farkındalık	Evet	3,30	0,805	0,364	0,716
	Hayır	3,25	0,856		
Toplam	Evet	3,55	0,677	0,403	0,687
	Hayır	3,50	0,647		

*p<0,05

Tablo 59 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan ön test sonrası üstbilişsel farkındalık puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kişisel

farkındalık p=0,963>0,05, Organizasyonel farkındalık p=0,170>0,05, Yargısal farkındalık p=0,716>0,05, ÜFÖönp=0,687>0,05). Ön test ortalama puanlar incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adayların üstbilişsel farkındalık puan ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 60

Mühendis Adaylarının Matematiksel Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Son Test Puanlarının Modelleme Eğitimi Alma Değişkenine İlişkin t testi Analizi

Son test		$\overline{X}$	S.S	t	p
Kişisel Farkındalık	Evet	3,72	0,621	0,121	0,904
	Hayır	3,71	0,660		
Organizasyonel Farkındalık	Evet	3,74	0,639	0,572	0,568
	Hayır	3,68	0,630		
Yargısal Farkındalık	Evet	3,56	0,750	0,176	0,860
	Hayır	3,53	0,656		
Toplam	Evet	3,68	0,566	0,125	0,901
	Hayır	3,67	0,559		

*p<0,05

Tablo 60 sonuçlar incelendiğinde, mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan son test sonrası üstbilişsel farkındalık puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır (Kişisel farkındalık p=0,904>0,05, Organizasyonel farkındalık p=0,568>0,05, Yargısal farkındalık p=0,860>0,05, ÜFÖsonp=0,901>0,05). Son test ortalama puanları incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adayların üstbilişsel farkındalık puan ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

4.7. Yedinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın yedinci alt problemi "*Mühendis adaylarının modeller ve modelleme, matematiksel modelleme öz yeterlik ve üst bilişsel farkındalık düzeyleri arasında ilişki var mıdır?* şeklinde düzenlenmiştir. Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulama öncesi ve sonrası yapılan modeller ve modelleme ölçeği, matematiksel modelleme özyeterlik ölçeği ve üstbilişsel farkındalık ölçeğin elde edilen bulguların aralarındaki ilişkileri gösteren korelasyon sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Tablo 61

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları

MMÖ Alt Boyutları	MMÖ Alt Boyutları	Birinci Faktör	İkinci Faktör	Üçüncü Faktör	Dördüncü Faktör	Beşinci Faktör
ÇTM	r	0,222**	0,232**	0,149*	0,157*	0,166*
	p	0,001	0,001	0,045	0,021	0,016
TKM	r	-0,078	-0,007	-0,076	-0,048	-0,181**
	p	0,265	0,917	0,278	0,489	0,009
AAM	r	0,270**	0,310**	0,082	0,079	0,069
	p	0,000	0,000	0,239	0,254	0,325
BKM	r	0,127	0,247**	0,138*	0,180**	0,210**
	p	0,068	0,000	0,046	0,009	0,002
MYD	r	0,094	0,215**	0,190**	0,153*	0,093
	p	0,177	0,002	0,006	0,027	0,184
MÖ	r	0,283**	,303**	0,192**	0,190**	0,261**
	p	0,000	0,000	0,005	0,006	0,000

*$p < 0,05$, **$p < 0,01$

Tablo 61 incelendiğinde mühendis adaylarının uygulamalar öncesi modeller ve modelleme görüşleri Ölçeği ÇKM faktörü ile matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin tüm boyutları arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,222**, 0,232**, 0,149*, 0,157* ve 0,166*). TKM faktörü ile matematiksel modelleme özyeterlik dördüncü faktörü arasında negatif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = -0,181*). Mühendis adaylarının AAM faktörü puanları ile matematiksel modelleme özyeterlik birinci ve ikinci faktörler pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,270**, 0,310**). Katılımcıların BKM faktörü puanları ile matematiksel modelleme özyeterlik ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci faktörler arasında pozitif yönlü zayıf düzeyanlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (r = 0,247**, 0,138*, 0,180**, 0,210**). MYD faktörü puanları ile matematiksel modelleme özyeterlik ikinci, üçüncü ve dördüncü faktörler arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür. (r = 0,215**, 0,190**, 0,153*). Mühendis adaylarının modeller ve modelleme görüşleri Ölçeği MÖ faktörü ile matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin tüm boyutları pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir (r = 0,283**, 0,303**, 0,192**, 0,190** ve 0,166*).

Tablo 62

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları

MMÖ Alt Boyutları	MMÖ Alt Boyutlar	Birinci Faktör	İkinci Faktör	Üçüncü Faktör	Dördüncü Faktör	Beşinci Faktör
ÇTM	r	0,227**	0,322**	0,099	0,138*	0,187**
	p	0,001	0,000	0,155	0,046	0,0007
TKM	r	-0,096	0,033	-0,058	-0,115	-0,160*
	p	0,168	0,631	0,404	0,098	0,021
AAM	r	0,313**	0,419**	0,132	0,138*	0,155*
	p	0,000	0,000	0,057	0,048	0,026
BKM	r	0,210**	0,253**	0,191**	0,196**	0,219**
	p	0,002	0,000	0,006	0,004	0,001
MYD	r	0,178**	0,288**	0,196**	0,196**	0,123
	p	0,010	0,000	0,005	0,004	0,076
MÖ	r	0,291**	0,280**	0,154*	0,232**	0,242**
	p	0,000	0,000	0,027	0,001	0,000

*$p < 0,05$, **$p < 0,01$

Mühendis adaylarının uygulamalar sonrası modeller ve modelleme görüşleri ile matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği alt boyutları arasındaki korelasyon sonuçları incelendiğinde ÇKM faktörü ile matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci faktörler arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,227**, 0,322**, 0,138* ve 0,187**). Uygulamalar sonrası TKM faktörü ile matematiksel modelleme özyeterlik beşinci faktörü arasında negative yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (r = -0,160*). Mühendis adaylarının uygulamalar sonrası AAM faktörü puanları ile matematiksel modelleme özyeterlik birinci, ikinci, dördüncü ve beşinci faktörler arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu faktörler arasında pozitif yönlü zayıf ve orta düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (r = 0,313**, 0,419**, 0,138* ve 0,155*). Katılımcıların uygulama sonrası BKM faktörü puanları ile matematiksel modelleme özyeterlik tüm boyutları arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,210**, 0,253**, 0,191**, 0,196**, 0,219**). Uygulamalar sonrası MYD faktörü puanları ile matematiksel modelleme özyeterlik birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü faktörler arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (r = 0,178**, 0,288**, 0,196**, 0,196**). Mühendis adaylarının modeller ve modelleme görüşleri Ölçeği MÖ faktörü ile matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin tüm boyutları pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,291**, 0,280**, 0,154*, 0,232** ve 0,242*).

Tablo 63

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları

MMÖ Alt Boyutları	ÜFÖ Alt Boyutları	Kişisel Farkındalık	Organizasyonel Farkındalık	Yargısal Farkındalık
ÇTM	r	0,055	0,064	0,019
	p	0,429	0,357	0,785
TKM	r	0,031	-0,092	0,009
	p	0,655	0,188	0,899
AAM	r	0,178**	0,111	0,213**
	p	0,010	0,110	0,002
BKM	r	0,086	0,124	0,142*
	p	0,217	0,075	0,041
MYD	r	-0,034	-0,062	-0,076
	p	0,629	0,376	0,272
MÖ	r	0,183**	0,240**	0,233**
	p	0,008	0,000	0,001

*$p < 0,05$, **$p < 0,01$

Tablo 63 incelendiğinde mühendis adaylarının uygulamalar öncesi modeller ve modelleme görüşleri Ölçeği ÇKM faktörü ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. TKM faktörü ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Mühendis adaylarının AAM faktörü puanları ile üstbilişsel farkındalık ölçeği kişisel farkındalık ve yargısal farkındalık faktörleri arasında pozitif yönlü zayıf düzeyli anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,178**, 0,213**). BKM faktörü puanları ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin yargısal farkındalık boyutu pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,142*). MYD faktörü puanları ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Mühendis adaylarının modeller ve modelleme görüşleri ölçeği MÖ faktörü ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r = 0,183**, 0,240** ve 0,233**).

Tablo 64

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Modeller ve Modelleme Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları

MMÖ Alt Boyutları	ÜFÖ Alt Boyutları	Kişisel Farkındalık	Organizasyonel Farkındalık	Yargısal Farkındalık

ÇTM	r	0,094	0,089	0,091
	p	0,175	0,203	0,192
TKM	r	-0,034	-0,091	-0,028
	p	0,621	0,189	0,689
AAM	r	0,166*	0,122	0,210**
	p	0,017	0,079	0,002
BKM	r	0,128	0,106	0,070
	p	0,066	0,126	0,313
MYD	r	0,015	-0,063	-0,072
	p	0,829	0,365	0,304
MÖ	r	0,262**	0,197**	0,166*
	p	0,000	0,004	0,017

*$p < 0,05$, **$p < 0,01$

Tablo 64 incelendiğinde mühendis adaylarının uygulamalar sonrası modeller ve modelleme ölçeği ÇKM, TKM, BKM ve MYD faktörleri ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasındaki ilişkinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı görülmektedir. Mühendis adaylarının uygulama sonrası AAM faktörü puanları ile üstbilişsel farkındalık ölçeği kişisel farkındalık ve yargısal farkındalık faktörleri arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (r = 0,166**, 0,210**). Mühendis adaylarının uygulamalar yapılan modeller ve modelleme ölçeği MÖ faktörü ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (r = 0,262**, 0,197** ve 0,166*).

Tablo 65

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları

MMÖÖ Alt Boyutları	ÜFÖ Alt Boyutları	Kişisel Farkındalık	Organizasyonel Farkındalık	Yargısal Farkındalık
Birinci Faktör	r	0,434**	0,376**	0,310**
	p	0,000	0,000	0,000
İkinci Faktör	r	0,450**	0,508**	0,500**
	p	0,000	0,000	0,000
Üçüncü Faktör	r	0,325**	0,291**	0,269**
	p	0,000	0,000	0,000
Dördüncü Faktör	r	0,388**	0,393**	0,313**
	p	0,000	0,000	0,000
Beşinci Faktör	r	0,408**	0,434**	0,319**
	p	0,000	0,000	0,000

*$p < 0,05$, **$p < 0,01$

Tablo 65 incelendiğinde mühendis adaylarına uygulamalar öncesi yapılan matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin tüm boyutları ile üstbilişsel farkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasında pozitif yönlü orta ve zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Sonuçlar detaylı incelendiğinde matematiksel modelleme özyeterlikleri birinci faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,434**, 0,376**, 0,310**) , ikinci faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,450**, 0,508**, 0,500**), üçüncü faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,325**, 0,291**, 0,269**), dördüncü faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,388**, 0,393**, 0,313**), ve beşinci faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,408**, 0,434**, 0,319**) olduğu görülmüştür.

Tablo 66

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri Ölçeği ile Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği Alt Boyutları Arasındaki Korelasyon Sonuçları

MMÖÖ Alt Boyutları	ÜFÖ Alt Boyutları		Kişisel Farkındalık	Organizasyonel Farkındalık	Yargısal Farkındalık
Birinci Faktör		r	0,349**	0,345**	0,316**
		p	0,000	0,000	0,000
İkinci Faktör		r	0,355**	0,444**	0,438**
		p	0,000	0,000	0,000
Üçüncü Faktör		r	0,232**	0,241**	0,258**
		p	0,001	0,000	0,000
Dördüncü Faktör		r	0,364**	0,342**	0,272**
		p	0,000	0,000	0,000
Beşinci Faktör		r	0,343**	0,390**	0,272**
		p	0,000	0,000	0,000

*p < 0,05, **p < 0,01

Tablo 66 incelendiğinde mühendis adaylarına uygulamalar sonrası yapılan matematiksel modelleme özyeterlik ölçeğinin tüm boyutları ile üstbilişsel faarkındalık ölçeğinin tüm boyutları arasında pozitif yönlü orta ve zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Sonuçlar detaylı incelendiğinde matematiksel modelleme özyeterlikleri birinci faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,349**, 0,345**, 0,316**) , ikinci faktör ile kişisel farkındalık,

organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,355**, 0,444**, 0,438**), üçüncü faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,232**, 0,241**, 0,258**), dördüncü faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,364**, 0,342**, 0,272**), ve beşinci faktör ile kişisel farkındalık, organizasyonel farkındalık ve yargısal farkındalık arasındaki korelasyon değerleri (r = 0,343**, 0,390**, 0,272**) olduğu görülmüştür.

Tablo 67

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Öncesi Modeller ve Modelleme, Matematiksel Modelleme Özyeterlik ve Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri Arasındaki Korelasyon Sonuçları

Uygulama Öncesi		Modeller ve Modelleme	Matematiksel Modelleme Özyeterlik	Üstbilişsel Farkındalık
Modeller ve Modelleme	r	1	0,233**	0,151*
	p	-	0,001	0,045
Matematiksel Modelleme Özyeterlik	r	0,233**	1	0,515**
	p	0,001	-	0,000
Üstbilişsel Farkındalık	r	0,151*	0,515**	1
	p	0,045	0,000	-

*p < 0,05, **p < 0,01

Tablo 67 incelendiğinde uygulamalar öncesi mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik görüşleri ile modelleme özyeterlik inanç düzeyleri arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (r = 0,232**). Mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeyleri ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir (r = 0,515**). Ayrıca Tablo 67'deki sonuçlara göre mühendis adaylarının modeller ve modellemeye ilişkin anlayışları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (r = 0,151**).

Tablo 68

Mühendis Adaylarının Uygulamalar Sonrası Modeller ve Modelleme, Matematiksel Modelleme Özyeterlik ve Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri Arasındaki Korelasyon Sonuçları

Uygulama Sonrası		Modeller ve Modelleme	Matematiksel Modelleme Özyeterlik	Üstbilişsel Farkındalık
Modeller ve	r	1	0,239**	0,153*

Modelleme	p	-	0,001	0,040
Matematiksel	r	0,239**	1	0,441**
Modelleme Özyeterlik	p	0,001	-	0,000
Üstbilişsel Farkındalık	r	0,153*	0,441**	1
	p	0,040	0,000	-

*$p < 0,05$, **$p < 0,01$

Tablo 68 incelendiğinde uygulamalar sonrası mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışları ile modelleme özyeterlik inanç düzeyleri arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmektedir ($r = 0,239^{**}$). Mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeyleri ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasında pozitif yönlü orta düzey anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür ($r = 0,441^{**}$). Ayrıca Tablo 68 deki sonuçlara göre mühendis adaylarının modeller ve modellemeye ilişkin anlayışları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasında pozitif yönlü zayıf düzey anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir ($r = 0,153^{**}$).

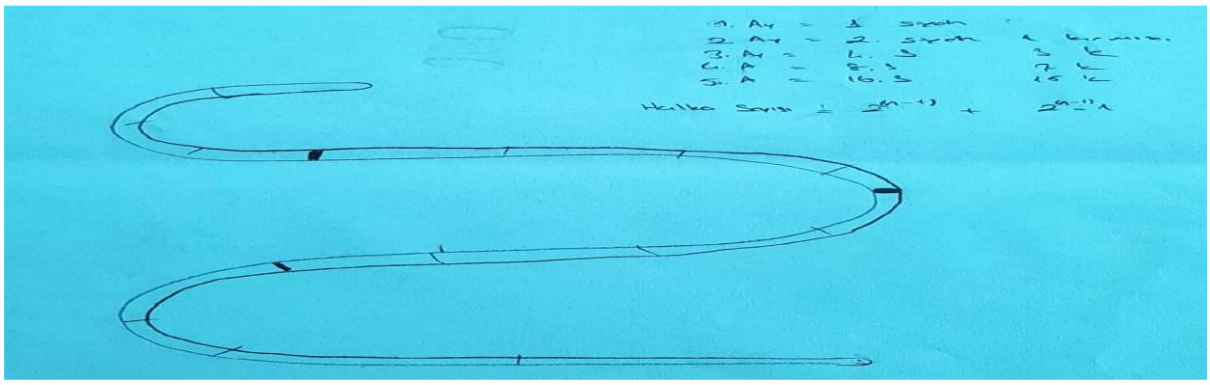
4.8. Sekizinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın sekizinci alt problemi *"Modelleme uygulamalarına katılan mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri nasıldır?* şeklinde düzenlenmiştir.

4.8.1. Grupların Giriş Modelleme Problemlerine Verdikleri Cevaplar: Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulamalar sırasında ilk olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin ölçülmesi amacıyla kullanılacak olan asıl matematiksel modelleme problemlerine hazırlık amacıyla sorulan üç giriş modelleme problem için herhangi bir puanlama yapılmamış, grupların verdikleri cevaplar ve yorumlar olduğu gibi aktarılarak bazı örnekler aşağıda sunulmuştur. Diğer grupları cevapları Ek 18'de verilmiştir.

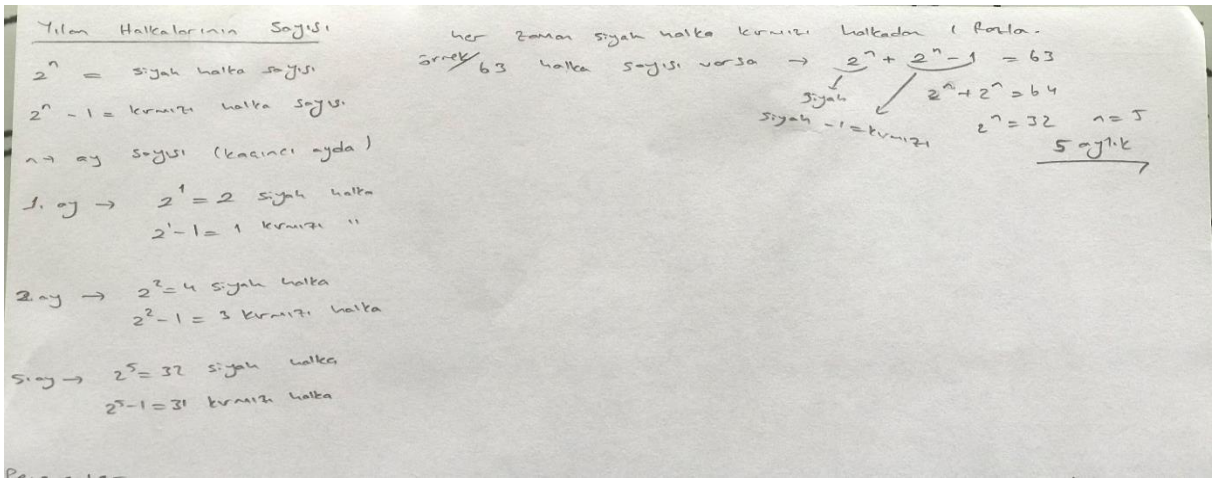
Şekil 20

Grup Ninya Turtles'ın Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı



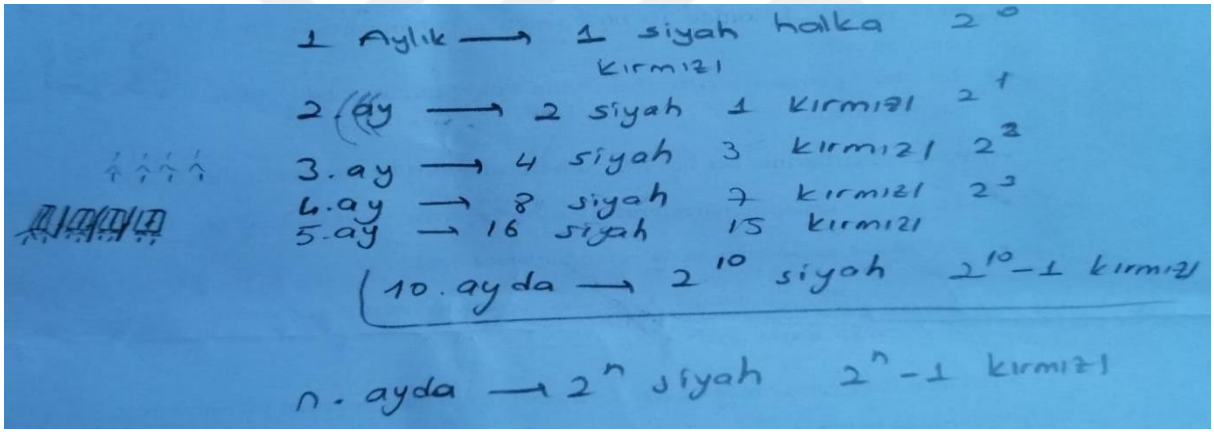
Şekil 21

Grup La Casa de KOÜ'nün Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı



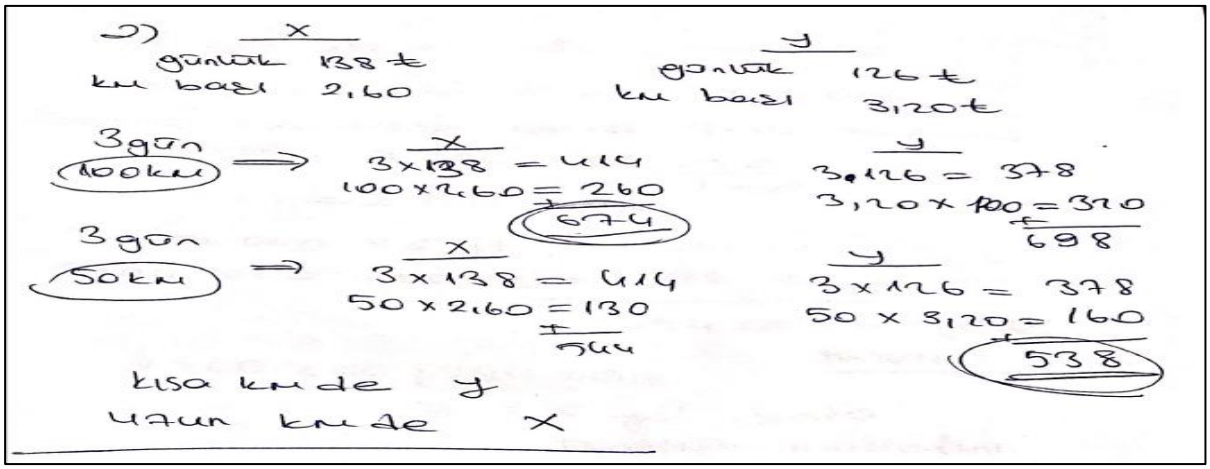
Şekil 22

Grup Ravanstorph Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı



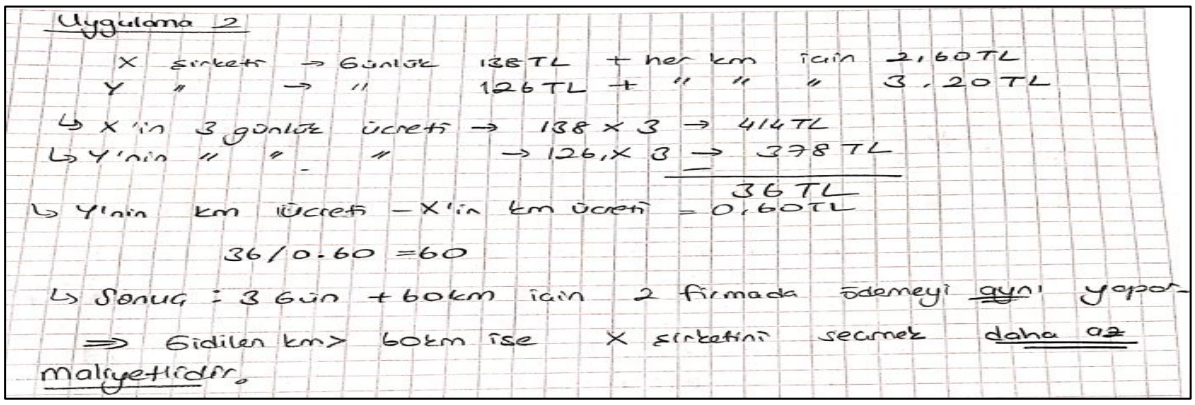
Şekil 23

Grup La Casa de KOÜ'nün Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



Şekil 24

Grup Teletabiler'in Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



Şekil 25

Grup Ravenstorph'un Araç Kiralama Sorusuna Cevabı

Uygulama 2: Araç Kiralama

Çözüm:

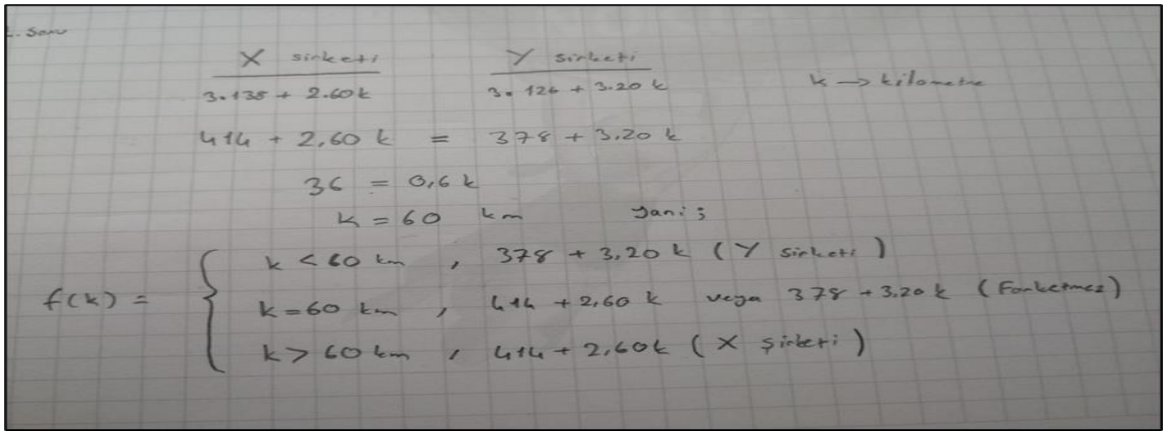
Eğer kısa mesafeli bir yolculuk söz konusu ise Y şirketinin arabası daha makul olacaktır. Gidiş geliş hesaba katılırsa km açısından fazla bir ücrete tekabül etmeyebilir. Tabi ki bu sırada arabanın minimum düzeyde kullanıldığı ve gidiş geliş maksimum 250 km yol yaptığı düşünüldü. Örneğin İzmit Yalova arası bir tatil planı yaparsa 65 km bir yol gidecektir dönüşte hesaba katılırsa 130 km bir yol sadece gidiş gelişe harcanır. Semihin 120 km de gezdiğini bir yerlere uğradığını varsayarsak 1178 tl toplam ücreti olacaktır. Ancak uzak mesafe bir yolculukta Semihin direkt olarak km başına daha az harcayacağı X şirketini seçmesi daha makul olacaktır. Aslında olay 2 adet değişkene bağlı. 1- Semih ne kadar uzağa gidecek?

2- Semih ne kadar km yol yapacak ve gezecek?

Bu iki değişken ele alındığında Semihin İzmit karadeniz arası bir yol yapması km bazından ona fazla olacağından X ancak İzmit İstanbul arası yol yapması semihe km bazından az olacağından Y şirketinden alması daha makul olacaktır.

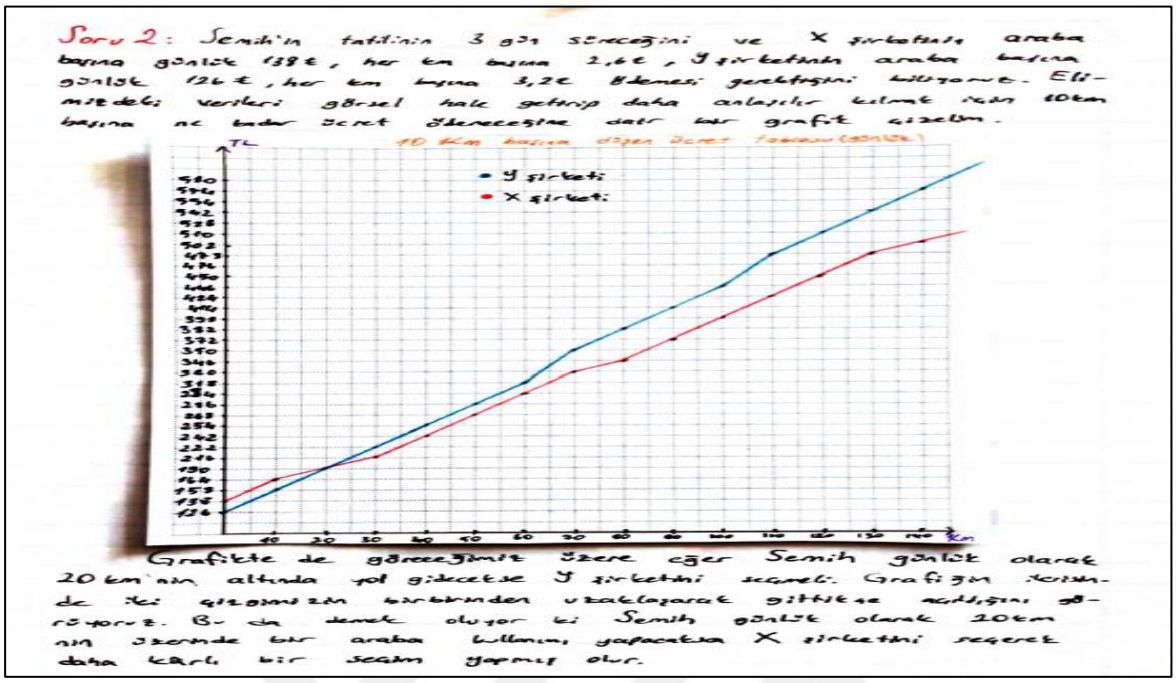
Şekil 26

Grup Engineeringg'in Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



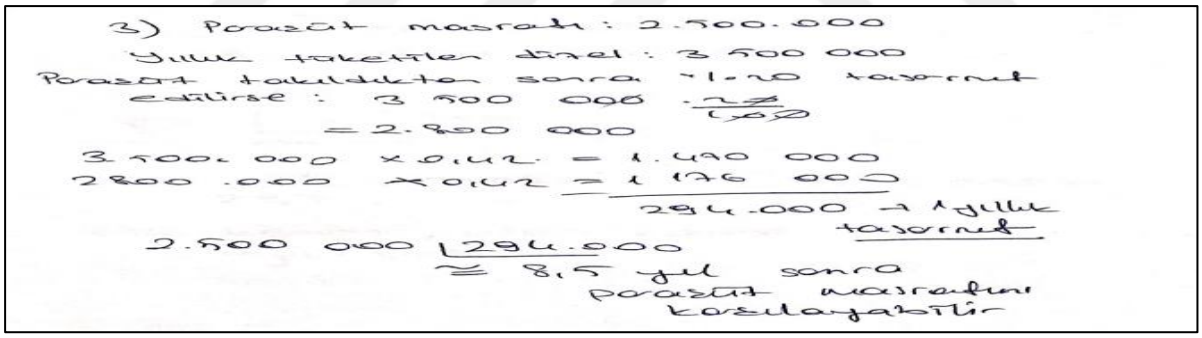
Şekil 27

Grup Ninya Turtles'ın Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



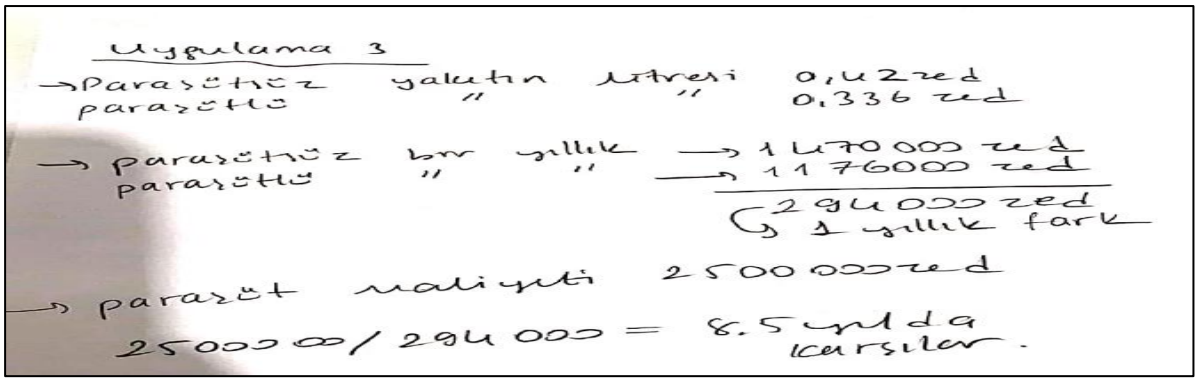
Şekil 28

Grup La Casa de KOÜ'nün Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



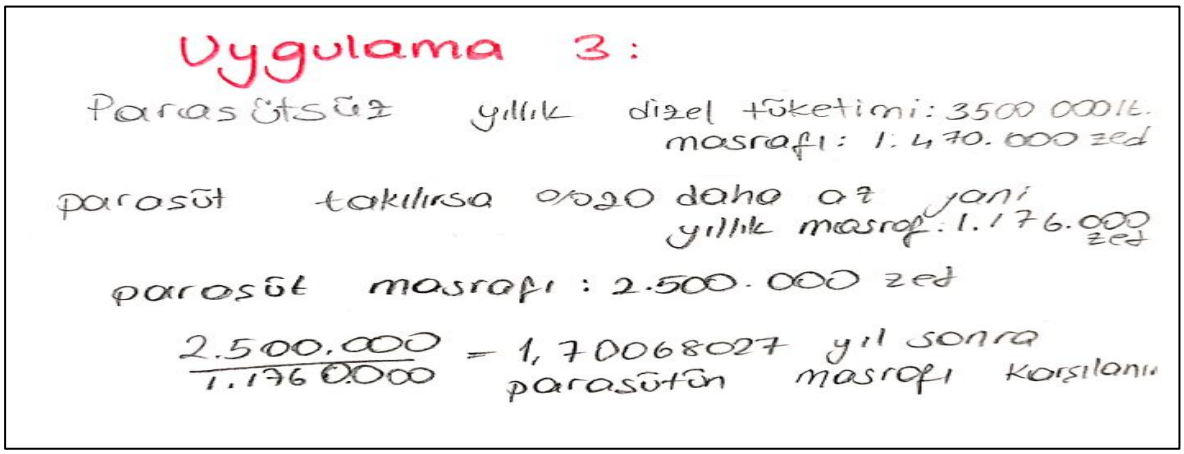
Şekil 29

Grup Teletabiler'in Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



Şekil 30

Grup Başka Memnu'nun Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



Asıl matematiksel modelleme problemlerine geçiş yapmadan uygulanan giriş problemlerinde, mühendis adaylarının model etkinlikleriyle daha önceden tanıştırılarak modelleme üzerine daha fazla deneyim sahibi olmalarının sağlanması amaçlanmıştır. Mühendis adaylarının ilk başta problemleri çözerken istekli ve heyecanlı oldukları, genel olarak bazı gruplar hariç tüm problemlerde çözüm için gerekli süreci tamamlamaya çalıştıkları görülmüştür.

Mühendis adayları soruların cevabı için genelde benzer yorumlar yapmışlardır. Mühendis adayları soruların daha önce karşılaştıkları rutin problemlerden değişik olduğunu, farklı bakış açıları gerektirdiği için grup çalışması olmasa soruların kendileri için karmaşık geleceğini ve sıkılarak soruları çözemeyebileceklerini belirtmişlerdir.

4.8.2. Grupların Asıl Modelleme Problemlerine Verdikleri Cevaplar: Çalışmanın bu bölümünde mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ait bulgular yer almaktadır. Araştırmada mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemek amacıyla dört farklı asıl modelleme problemi uygulanmıştır. Mühendis adaylarından oluşan grupların matematiksel modelleme sürecindeki gösterdikleri performans sonuçları ile ilgili tablolar her problem çözümün sonrasında verilmiştir. Değerlendirme sonuçları, birinci ve ikinci puanlayıcı tarafından puanlama anahtarına göre belirlenmiştir.

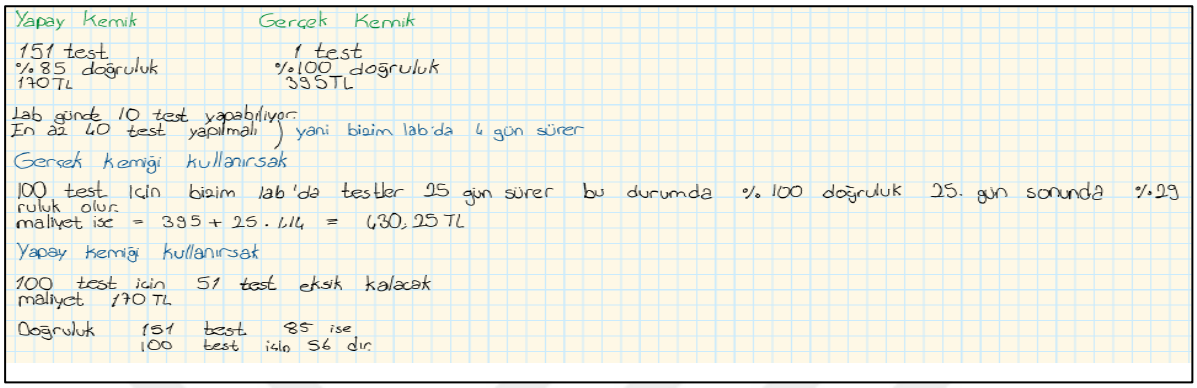
Mühendis adaylarından oluşan grupların, *Test Maliyeti, Dosya Kağıdı, Obezite ve Nasıl Depolayalım* problemlerine ilişkin cevapları ve yorumları ile puanlayıcılar tarafından belirlenen değerlendirme sonuçları aşağıda sunulmuştur.

4.8.2.1. Test Maliyeti Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi: Uygulamaya katılan grupların Test Maliyeti problemi modelleme

yeterliklerine ve düzeylerine ilişkin değerlendirmeler Tablo 69 ve Tablo 70'de verilmiştir.Grupların verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda gösterilmiştir. Diğer grupların cevaplarının görselleri EK 19'da verilmiştir.

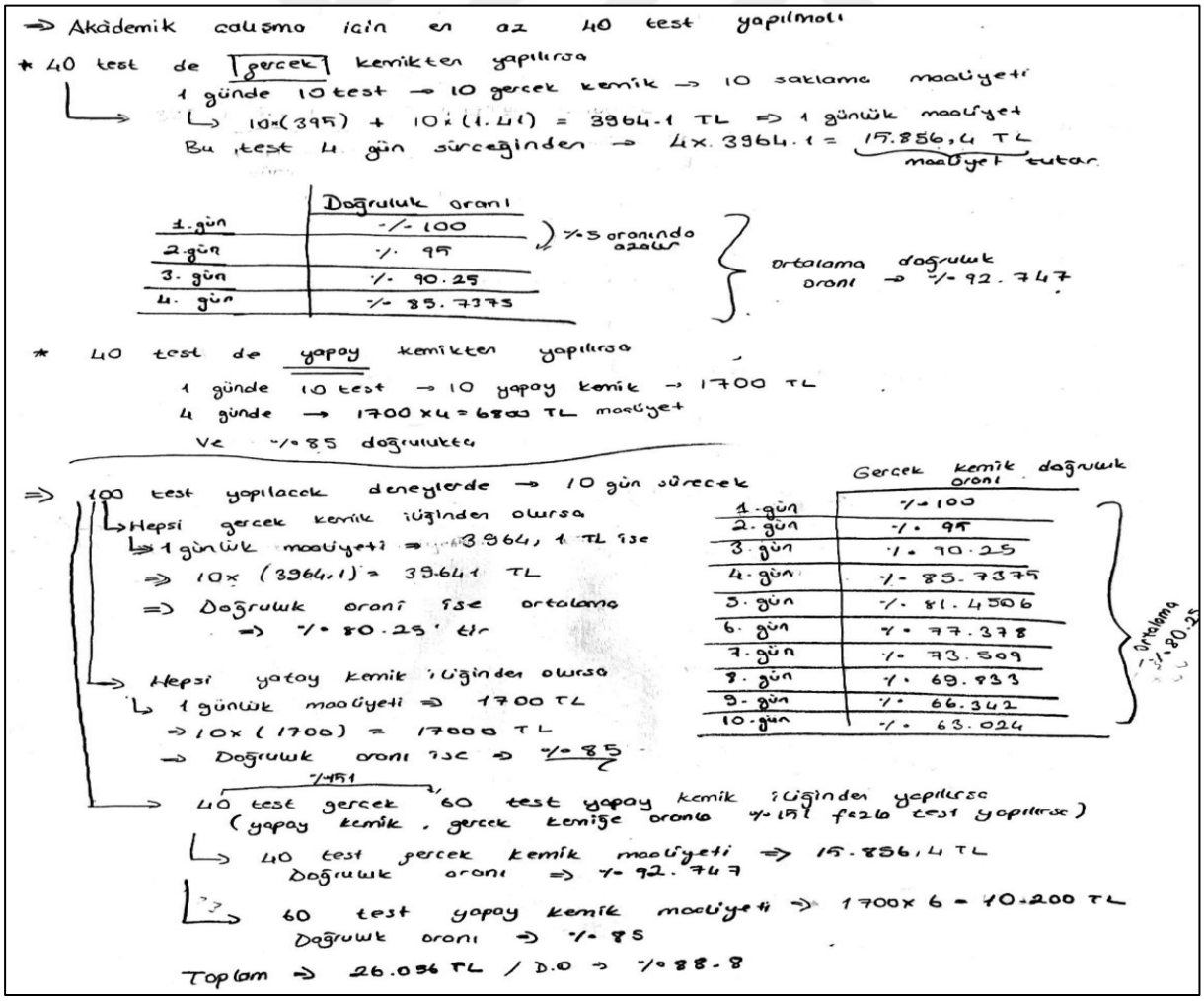
Şekil 31

Grup Selena'nın Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



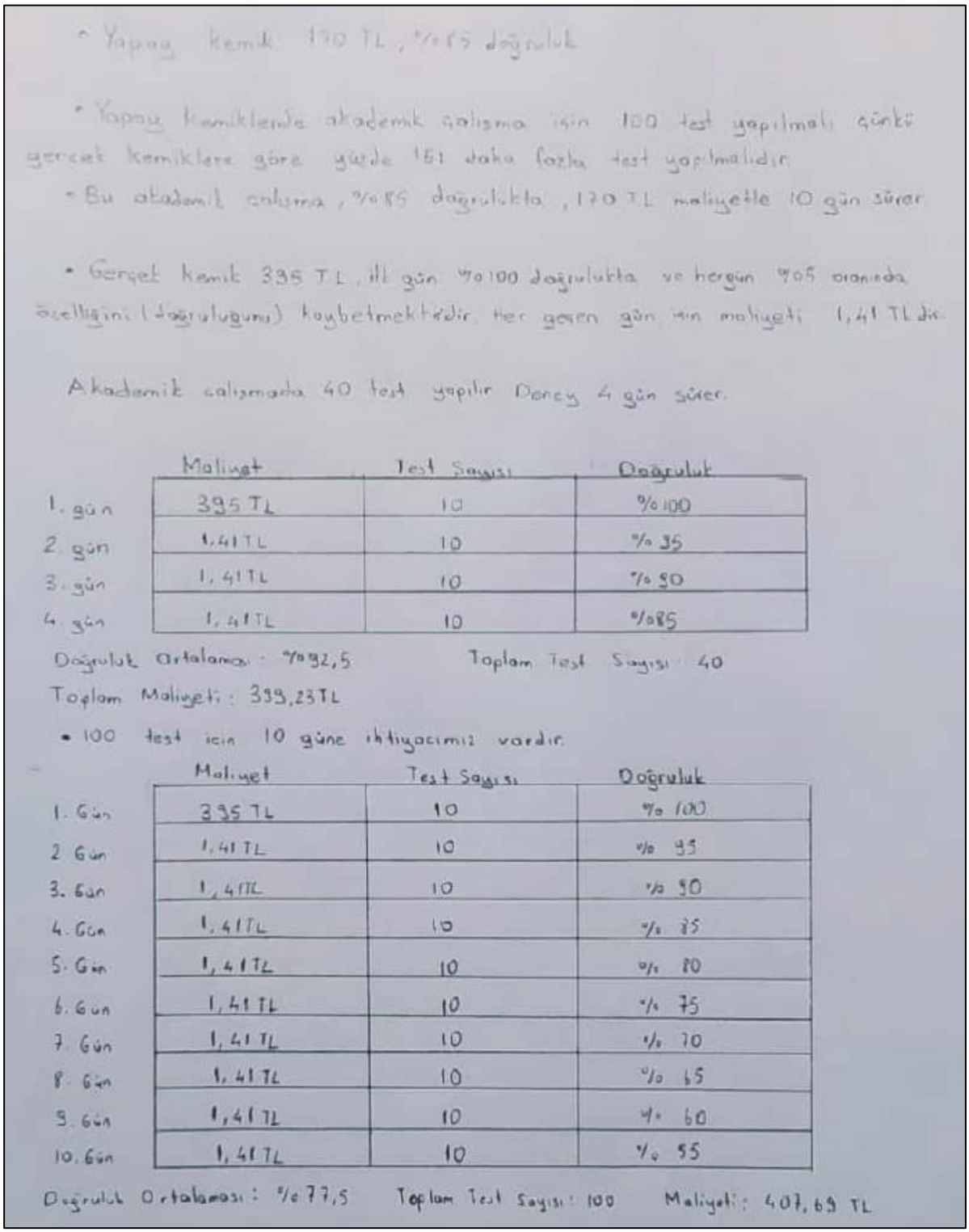
Şekil 32

Grup Westcoast'ın Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



Şekil 33

Grup Teletabiler'in Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



- Yapay kemik 170 TL, %85 doğruluk

- Yapay kemiklerde akademik çalışma için 100 test yapılmalı çünkü gerçek kemiklere göre yüzde 15'i daha fazla test yapılmalıdır.
- Bu akademik çalışma, %85 doğrulukta, 170 TL maliyetle 10 gün sürer.

- Gerçek kemik 395 TL, ilk gün %100 doğrulukta ve her gün %5 oranında özelliğini (doğruluğunu) kaybetmektedir. Her geçen gün için maliyeti 1,41 TL'dir.

Akademik çalışmada 40 test yapılır. Deney 4 gün sürer.

	Maliyet	Test Sayısı	Doğruluk
1. gün	395 TL	10	%100
2. gün	1,41 TL	10	%95
3. gün	1,41 TL	10	%90
4. gün	1,41 TL	10	%85

Doğruluk Ortalama: %92,5 Toplam Test Sayısı: 40

Toplam Maliyeti: 399,23 TL

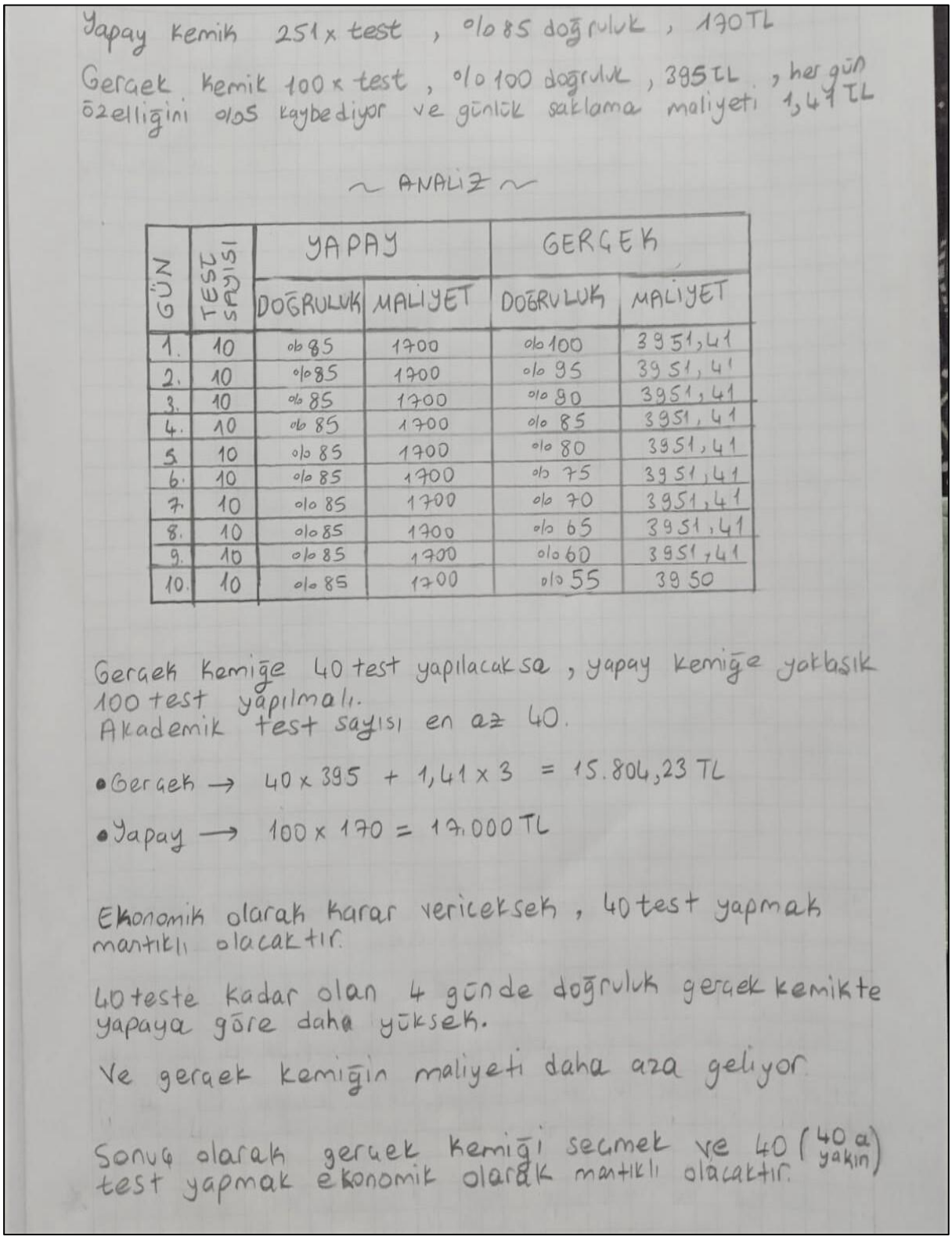
- 100 test için 10 güne ihtiyacımız vardır.

	Maliyet	Test Sayısı	Doğruluk
1. Gün	395 TL	10	%100
2. Gün	1,41 TL	10	%95
3. Gün	1,41 TL	10	%90
4. Gün	1,41 TL	10	%85
5. Gün	1,41 TL	10	%80
6. Gün	1,41 TL	10	%75
7. Gün	1,41 TL	10	%70
8. Gün	1,41 TL	10	%65
9. Gün	1,41 TL	10	%60
10. Gün	1,41 TL	10	%55

Doğruluk Ortalaması: %77,5 Toplam Test Sayısı: 100 Maliyeti: 407,69 TL

Şekil 34

Grup Sefiller'in Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



Yapay kemik 251x test , %85 doğruluk , 170TL

Gerçek kemik 100x test , %100 doğruluk , 395TL , her gün özelliğini %5 kaybediyor ve günlük saklama maliyeti 1,41 TL

~ ANALİZ ~

GÜN	TEST SAYISI	YAPAY		GERÇEK	
		DOĞRULUK	MALİYET	DOĞRULUK	MALİYET
1.	10	%85	1700	%100	3951,41
2.	10	%85	1700	%95	3951,41
3.	10	%85	1700	%90	3951,41
4.	10	%85	1700	%85	3951,41
5	10	%85	1700	%80	3951,41
6.	10	%85	1700	%75	3951,41
7.	10	%85	1700	%70	3951,41
8.	10	%85	1700	%65	3951,41
9.	10	%85	1700	%60	3951,41
10.	10	%85	1700	%55	3950

Gerçek kemiğe 40 test yapılacaksa , yapay kemiğe yaklaşık 100 test yapılmalı.
Akademik test sayısı en az 40.

- Gerçek → 40 x 395 + 1,41 x 3 = 15.804,23 TL
- Yapay → 100 x 170 = 17.000 TL

Ekonomik olarak karar vericeksek , 40 test yapmak mantıklı olacaktır.

40 teste kadar olan 4 günde doğruluk gerçek kemikte yapaya göre daha yüksek.

Ve gerçek kemiğin maliyeti daha aza geliyor

Sonuç olarak gerçek kemiği seçmek ve 40 (40 a yakın) test yapmak ekonomik olarak mantıklı olacaktır.

Aşağıdaki tablolarda grupların Test Maliyeti problemi ile ilgili modelleme yeterliklerinin puanlanması sunulmuştur.

Tablo 69

Mühendis Adaylarının Test Maliyeti Problemiyle İlgili Mateamtiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları

	Grup Adı	Problemi Anlama	Matematikleştirme	Matematiksel çözüm	Yorumlama ve doğrulama	Toplam	Yeterlik Düzeyi
1.puanlayıcı	Başka Memnu	1	2	2	2	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Winx Club	2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Teletabiler	2	2	1	1	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	0	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Ravansproh	2	1	1	2	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	1	1	2	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Ninja Turtles	1	2	2	2	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Sefiller	1	2	2	2	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Lord Of The Rings	1	2	1	0	4	ORTA
2.puanlayıcı		2	2	1	0	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Scorpion	2	2	1	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	La Casa de KOÜ	1	2	2	0	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	2	0	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Selena	2	1	1	0	4	ORTA
2.puanlayıcı		2	2	1	0	5	ORTA
1.puanlayıcı	Westcoast	2	2	1	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	1	1	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Engineeringg	2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	0	6	YÜKSEK

0-1.59 puan arası "çok düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 1.60-3.19 puan arası "düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 3.20-4.79 puan arası "orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 4.80-6.39 puan arası "yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 6.40-8.00 puan arası "çok yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip".

Tablo 69'a göre Test Maliyeti uygulaması için mühendis adaylarının grup olarak matematiksel modelleme yeterliği incelendiğinde 1 grubun orta, 4 grubun yüksek ve 4grubun çok düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca 1 grupta birinci puanlayıcı orta düzey, ikinci puanlayıcı yüksek düzey, 2 grupta birinci puanlayıcı çok düzey, ikinci puanlayıcı yüksek düzey olarak puanlama yapmıştır. Sonuçlar detaylı incelendiğinde 5 grubun herhangi bir puanlayıcıden problemi anlama, matematikleştirme, matematiksel çözüm ve yorumlama ve doğrulama basamaklarından toplam 8 tam puan aldığı görülmüştür.

Tablo 70

Mühendis Adaylarının Test Maliyeti Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı

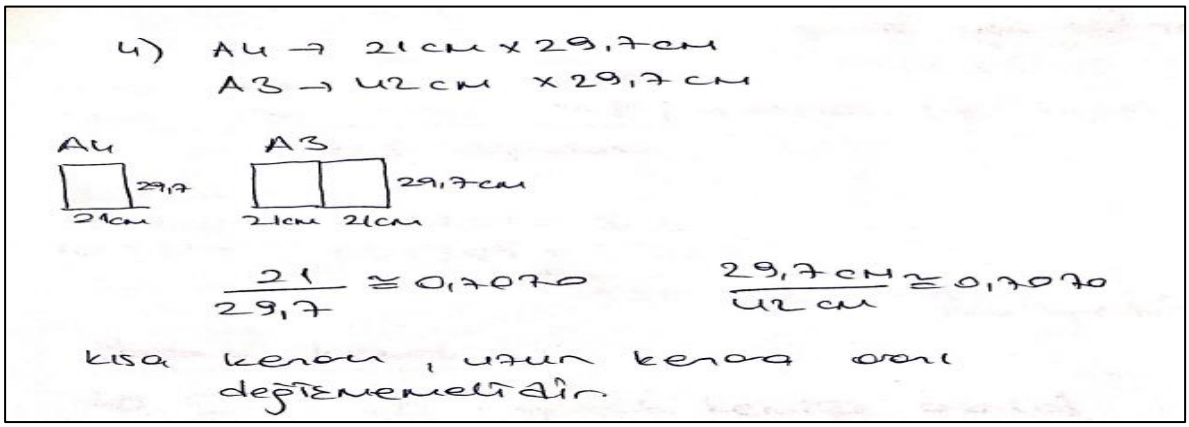
Modelleme yeterlikleri		Zayıf	Kısmen yeterli	Oldukça yeterli	Toplam
Problemi Anlama	f	0	3	9	12
	%	0,0	25,0	75,0	100
Matematikleştirme	f	0	2	10	12
	%	0,0	16,3	83,3	100
Matematiksel çözüm	f	0	6	6	12
	%	0,0	50,0	50,0	100
Yorumlama ve doğrulama	f	5	2	5	12
	%	41,6	16,8	41,6	100

Tablo 70'e göre Test Maliyeti probleminde 5 grubun yorumlama ve doğrulama boyutunda zayıf düzeyde yeterlik sergilediği görülmüştür. 3 grubun problemi anlama, 2 grubun matematikleştirme, 6 grubun matematiksel çözüm, 2 grubunda yorumlama ve doğrulama boyutlarında kısmen yeterli düzeyinde yeterlik sergilediği görülmüştür. Problemi anlama boyutunda 9 grubun, matematikleştirme boyutunda 10 grubun, matematiksel çözüm boyutunda 6 grubun ve yorumla ve doğrulama boyutunda ise 5 grubun oldukça yeterli düzeyinde yeterliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Bu uygulamada grupların en çok problemi yorumlama ve doğrulama boyutunda zorlandıkları söylenebilir.

4.8.2.2. Dosya Kağıdı Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi: Uygulamaya katılan grupların Dosya Kağıdı problemi modelleme yeterliklerine ve düzeylerine ilişkin değerlendirmeler Tablo 71 ve Tablo 72'de verilmiştir. Grupların verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda gösterilmiştir. Diğer grupların cevaplarının görselleri EK 19'da verilmiştir.

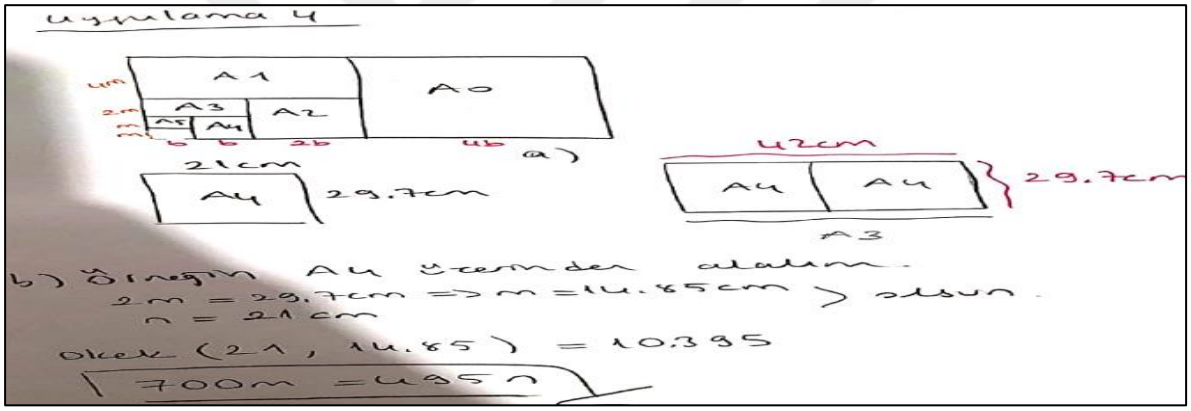
Şekil 22

Grup La Casa de KOÜ'nün Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



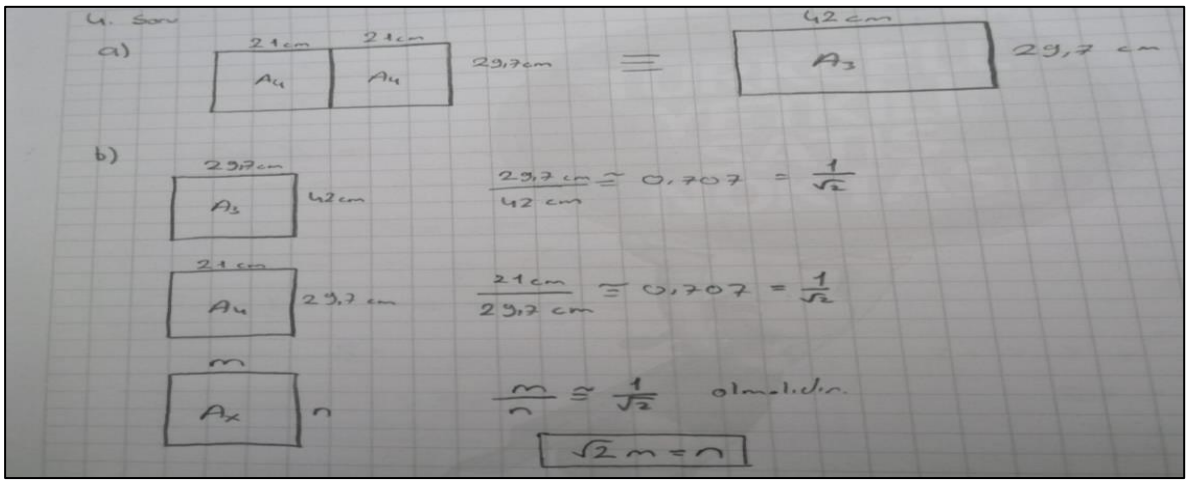
Şekil 23

Grup Teletabiler'in Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



Şekil 24

Grup Engineeringg Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı

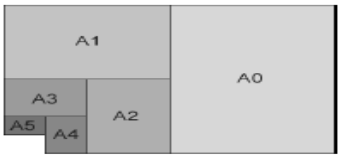


Şekil 38

Grup Başka Memnu'nun Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı

Uygulama 4: Dosya Kağıdı

Standart kâğıt boyutları olarak bilinen, baskı ve yazışmalarda kullanılan kâğıtlar büyükten küçüğe doğru A0, A1, A2, ... ,A8 olmak üzere dokuz tanedir. Her farklı boyuttaki kâğıt diğerlerinin benzeri olan bir dikdörtgendir.



A4 adlı olanı dosya kağıdı olarak da bilinir ve ölçüleri 21 cm x 29,7 cm' dır. Bir büyük boyutlu olanını elde etmek için aynı ebatlı iki kâğıdı uzun kenarı boyunca yan yana getirmek gerekir.

- A3'ün boyutlarını belirtiniz.
- Bu bilgiye göre boyutların **m** ve **n** olan bir kağıdın standart bir kağıt olabilmesi için **m** ve **n** arasında nasıl bir ilişki olması gerekir?

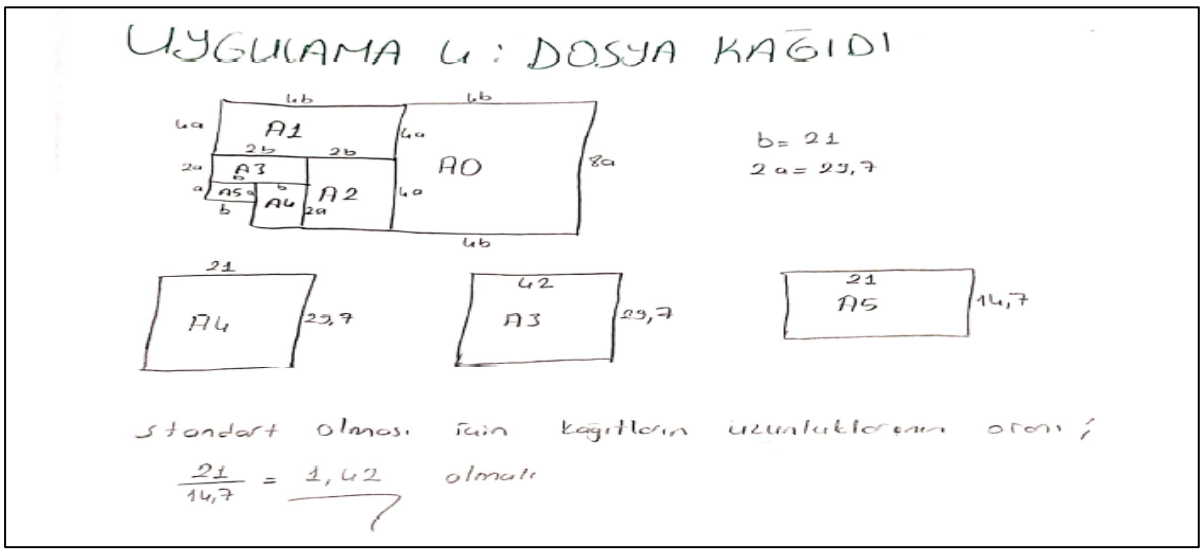
A3 kağıdın boyu A4 kağıdının en boyutunun iki katı olmalıdır. 210*2=420 mm
A3 kağıdın eni A4 kağıdının boyuna eşit olmalıdır. 297 mm

Boyutları m ve n olan bir kağıdın standart olması için mevcut bilgilerimizden faydalanalım;
A4 boyutta kağıt için mevcut oran 297/210=1,4142857
A3 boyutta kağıt için mevcut oran 420/297=1,4141414
A2 boyutta kağıt için mevcut oran 594/420=1,4142857

Genel bir ilişki tanımlayacak olursak mevcut oranın yaklaşık 1.414 olması gerekmektedir.

Şekil 39

Grup Lord Of The Rings'in Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



Aşağıdaki tablolarda grupların Dosya Kağıdı problemi ile ilgili modelleme yeterliklerinin puanlanması sunulmuştur.

Tablo 71

Mühendis Adaylarının Dosya Kağıdı Problemiyle İlgili Mateamtiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları

	Grup Adı	Problemi Anlama	Matematikleştirme	Matematiksel çözüm	Yorumlama ve doğrulama	Toplam	Yeterlik Düzeyi
1.puanlayıcı	Başka Memnu	1	2	2	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	1	2	2	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Winx Club	1	1	1	1	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	2	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Teletabiler	1	2	1	0	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	2	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Ravansproh	1	2	2	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Ninja Turtles	2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Sefiller	2	1	1	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Lord Of The Rings	1	1	1	1	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	2	1	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Scorpion	1	1	1	1	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	1	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	La Casa de KOÜ	1	2	1	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	1	2	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Selena	1	1	2	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	1	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Westcoast	1	1	2	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	2	1	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Engineeringg	1	2	2	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	2	1	6	YÜKSEK

0-1.59 puan arası "çok düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 1.60-3.19 puan arası "düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 3.20-4.79 puan arası "orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 4.80-6.39 puan arası "yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 6.40-8.00 puan arası "çok yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip".

Tablo 71’e göre Dosya Kağıdı uygulaması için mühendis adaylarının grup olarak matematiksel modelleme yeterliği incelendiğinde 5 grubun yüksek, 1 grubun çok yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca 3 grupta birinci puanlayıcı orta düzey, ikinci puanlayıcı yüksek düzey, 3 grupta ise birinci puanlayıcı yüksek düzey, ikinci puanlayıcı çok yüksek düzey olarak puanlama yapmıştır.

Tablo 72

Mühendis Adaylarının Dosya Kağıdı Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı

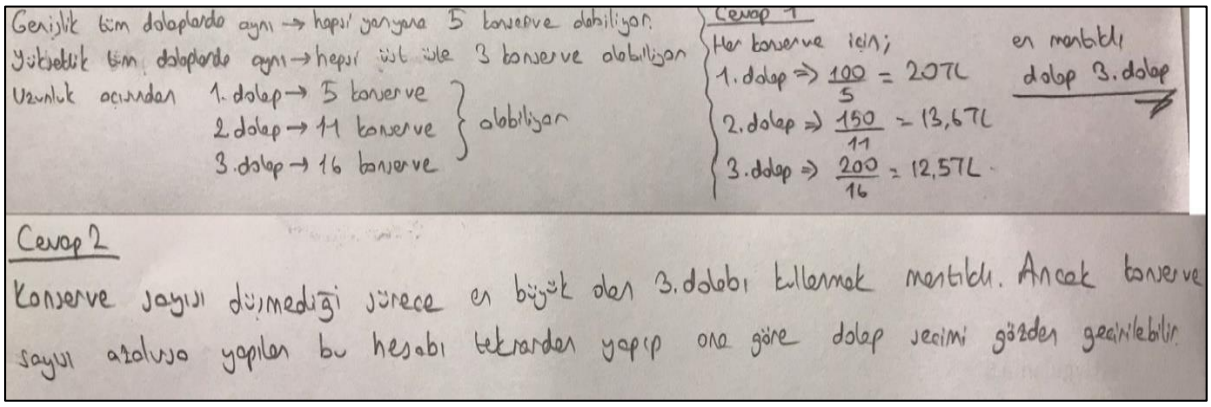
Modelleme yeterlikleri		Zayıf	Kısmen yeterli	Oldukça yeterli	Toplam
Problemi Anlama	f	0	8	4	12
	%	0,0	66,6	33,4	100
Matematikleştirme	f	0	4	8	12
	%	0,0	33,4	66,4	100
Matematiksel çözüm	f	0	5	7	12
	%	0,0	41,6	58,4	100
Yorumlama ve doğrulama	f	1	10	1	12
	%	8,3	83,4	8,3	100

Tablo72’ye göre Dosya Kağıdı probleminde 1 grubun yorumlama ve doğrulama boyutunda zayıf düzeyde yeterlik sergilediği görülmüştür. 8 grubun problemi anlama, 4 grubun matematikleştirme, 5 grubun matematiksel çözüm, 10 grubunda yorumlama ve doğrulama boyutlarında kısmen yeterli düzeyinde yeterlik sergilediği görülmüştür. Problemi anlama boyutunda 4 grubun, matematikleştirme boyutunda 8 grubun, matematiksel çözüm boyutunda 7 grubun ve yorumlama ve doğrulama boyutunda ise 1 grubun oldukça yeterli düzeyinde yeterliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Bu uygulamada grupların genel olarak matematiksel modelleme süreçlerini başarıyla tamamladıkları söylenebilir.

4.8.2.3. Nasıl Depolayalım Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi: Uygulamaya katılan grupların Nasıl Depolayalım problemi modelleme yeterliklerine ve düzeylerine ilişkin değerlendirmeler Tablo 73 ve Tablo 74’te verilmiştir. Grupların verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda gösterilmiştir. Diğer grupların cevaplarının görselleri EK 21’de verilmiştir.

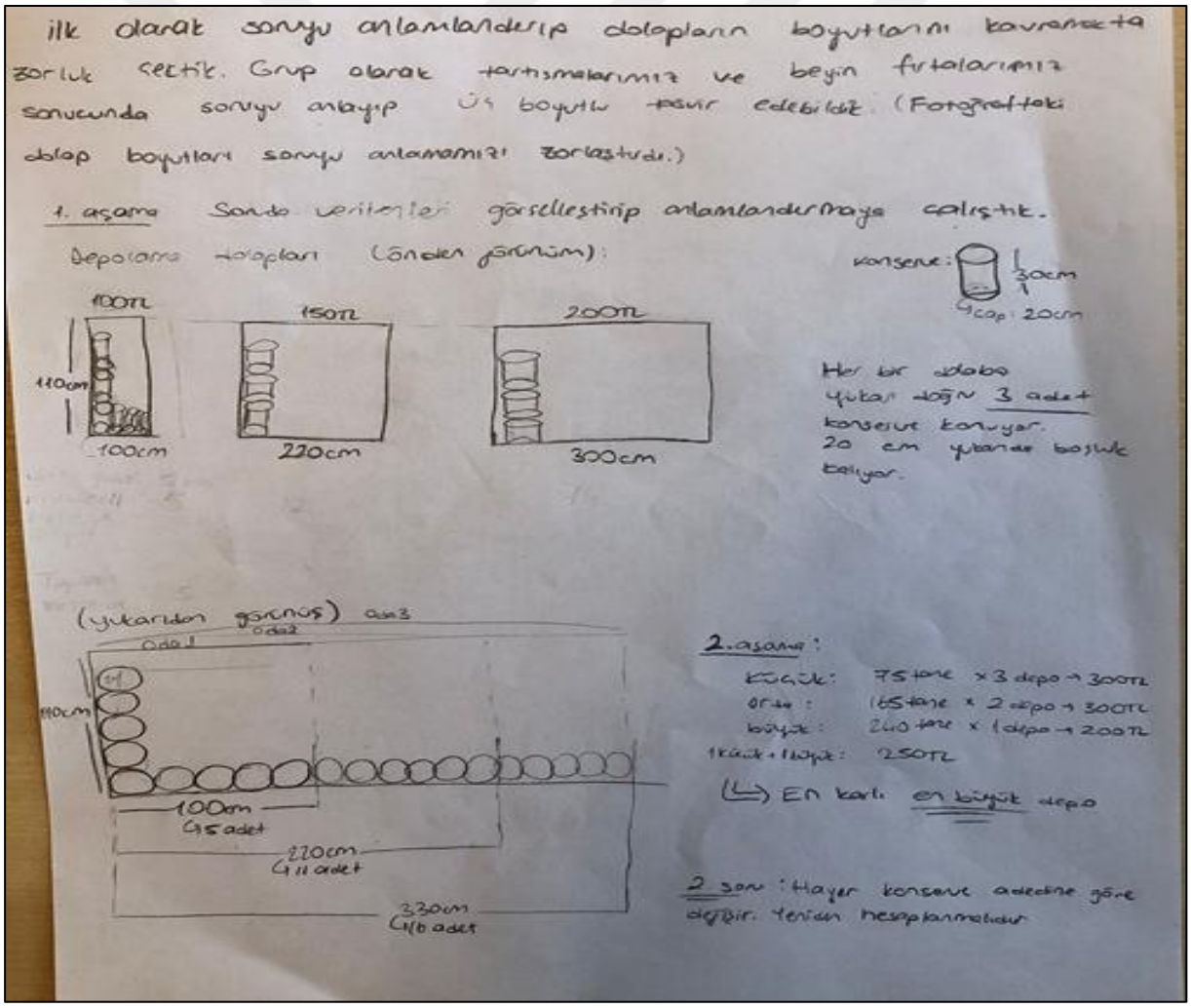
Şekil 40

Grup Sefiller Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



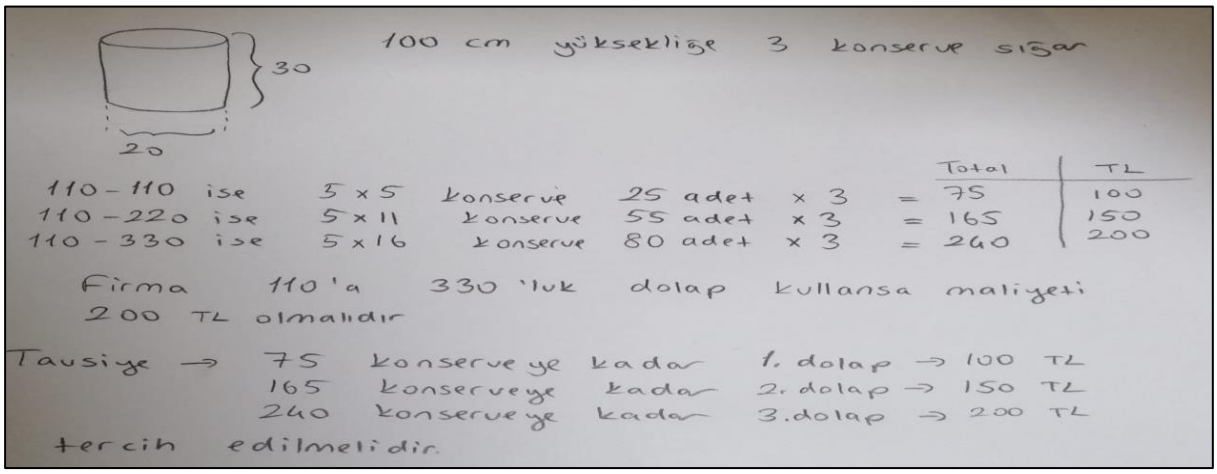
Şekil 41

Grup Westcoast Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



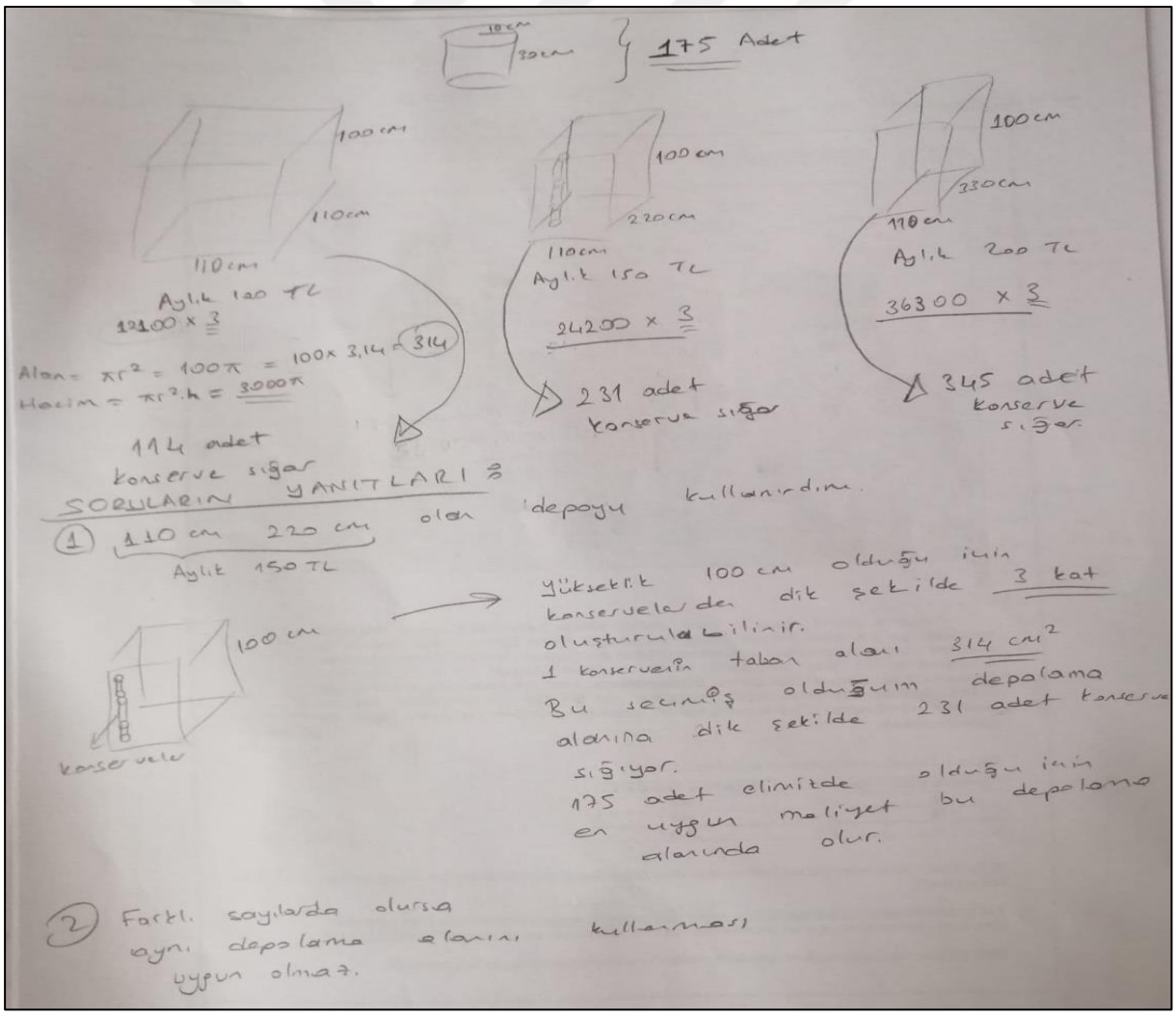
Şekil 42

Grup La Casa de KOÜ Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



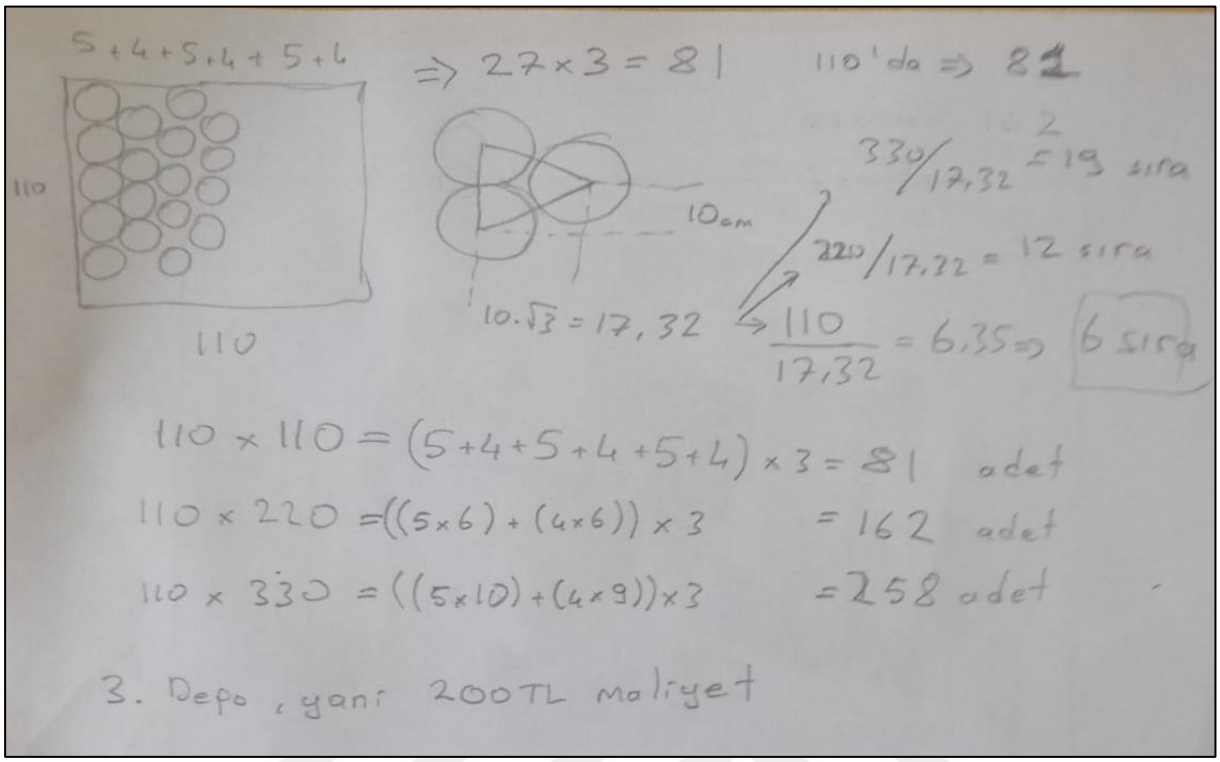
Şekil 43

Grup Teletabiler Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



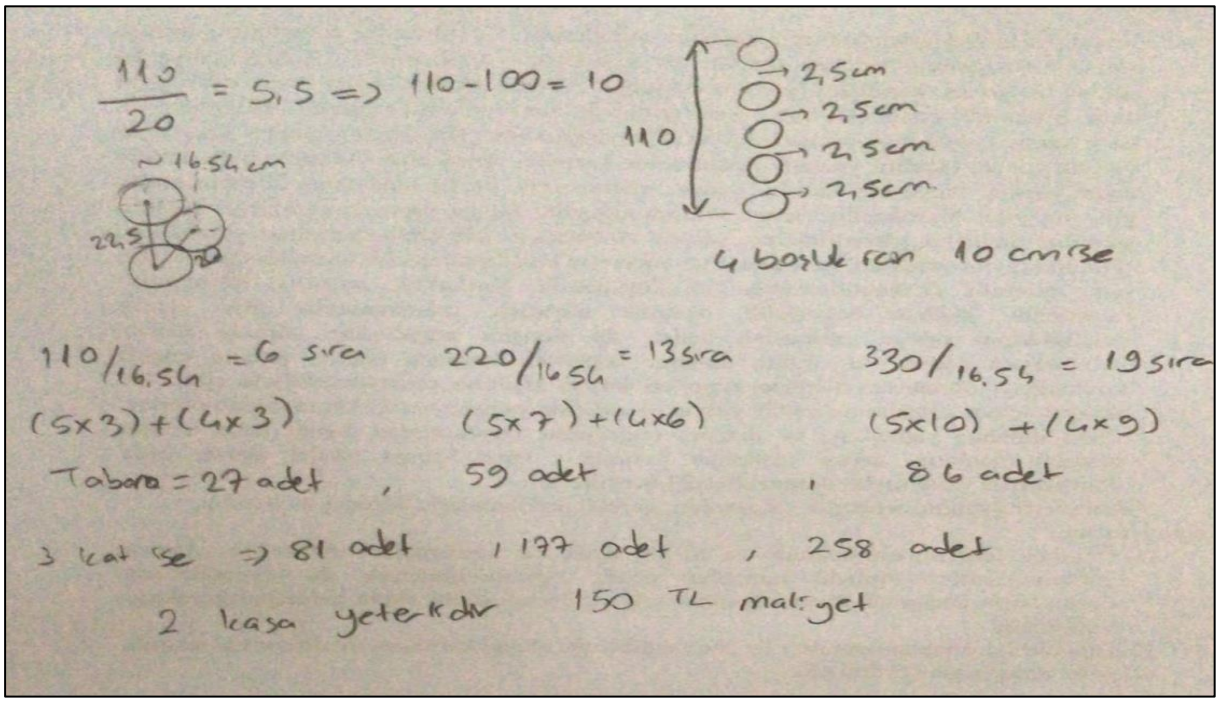
Şekil 44

Grup Scorpion Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



Şekil 45

Grup Engineeringg Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



Aşağıdaki tablolarda grupların *Nasıl Depolayalım* problem ile ilgili modelleme yeterliklerinin puanlanması sunulmuştur.

Tablo 73

Mühendis Adaylarının Nasıl Depolayalım Problemiyle İlgili Mateamtiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları

	Grup Adı	Problemi Anlama	Matematikleştirme	Matematiksel çözüm	Yorumlama ve doğrulama	Toplam	Yeterlik Düzeyi
1.puanlayıcı	Başka Memnu	2	1	1	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	1	1	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Winx Club	2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Teletabiler	1	2	2	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Ravanstorph	2	1	1	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	1	1	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Ninja Turtles	2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Sefiller	2	1	1	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Lord Of The Rings	2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Scorpion	1	1	1	1	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	2	0	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	La Casa de KOÜ	1	2	1	0	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	2	1	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Selena	2	1	1	2	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Westcoast	2	2	2	1	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Engineeringg	1	1	1	1	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	2	1	6	YÜKSEK

0-1.59 puan arası "çok düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 1.60-3.19 puan arası "düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 3.20-4.79 puan arası "orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 4.80-6.39 puan arası "yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 6.40-8.00 puan arası "çok yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip".

Tablo 73'e göre Nasıl Depolayalım uygulaması için mühendis adaylarının grup olarak matematiksel modelleme yeterliği incelendiğinde 2 grubun yüksek, 4 grubun çok yüksek

düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca 3 grupta birinci puanlayıcı orta düzey, ikinci puanlayıcı yüksek düzey, 3 grupta birinci puanlayıcı yüksek düzey, ikinci puanlayıcı çok yüksek düzey olarak puanlama yapmıştır.

Tablo 74

Mühendis Adaylarının Nasıl Depolayalım Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı

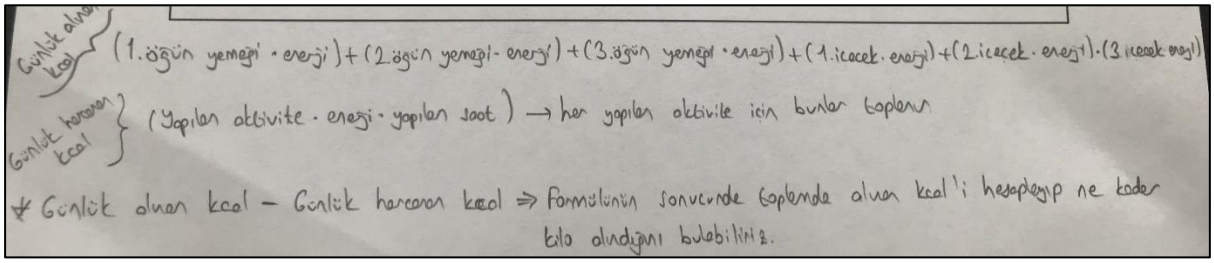
Modelleme yeterlikleri		Zayıf	Kısmen yeterli	Oldukça yeterli	Toplam
Problemi Anlama	f	0	4	8	12
	%	0,0	33,4	66,4	100
Matematikleştirme	f	0	5	7	12
	%	0,0	41,6	58,4	100
Matematiksel çözüm	f	0	6	6	12
	%	0,0	50,0	50,0	100
Yorumlama ve	f	2	6	4	12
doğrulama	%	16,6	50,0	33,4	100

Tablo 74'e göre Nasıl Depolayalım probleminde 2 grubun yorumlama ve doğrulama boyutunda zayıf düzeyde yeterlik sergilediği görülmüştür. 4 grubun problemi anlama, 5 grubun matematikleştirme, 6 grubun matematiksel çözüm, 6 grubunda yorumlama ve doğrulama boyutlarında kısmen yeterli düzeyinde yeterlik sergilediği görülmüştür. Problemi anlama boyutunda 8 grubun, matematikleştirme boyutunda 7 grubun, matematiksel çözüm boyutunda 6 grubun ve yorumlama ve doğrulama boyutunda ise 4 grubun oldukça yeterli düzeyinde yeterliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Bu uygulamada grupların genel olarak matematiksel modelleme süreçlerini başarıyla tamamladıkları söylenebilir.

4.8.2.4. Obezite Problemine Yönelik Grupların Verdikleri Cevapların Değerlendirilmesi: Uygulamaya katılan grupların Obezite problemi modelleme yeterliklerine ve düzeylerine ilişkin değerlendirmeler Tablo 75 ve Tablo 76'da verilmiştir. Grupların verdikleri cevaplardan bazıları aşağıda gösterilmiştir.

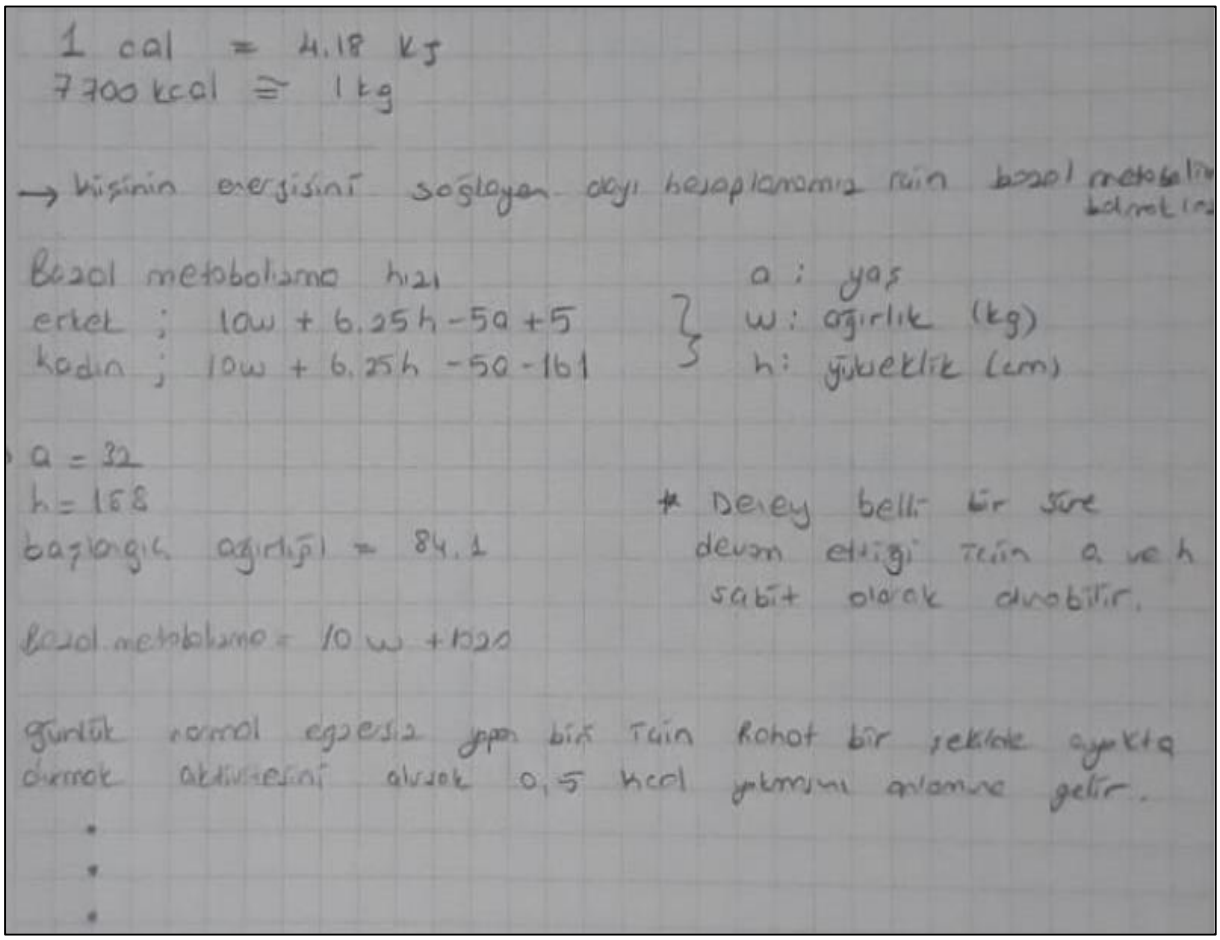
Şekil 46

Grup Ravansproh Obezite Sorusuna Cevabı



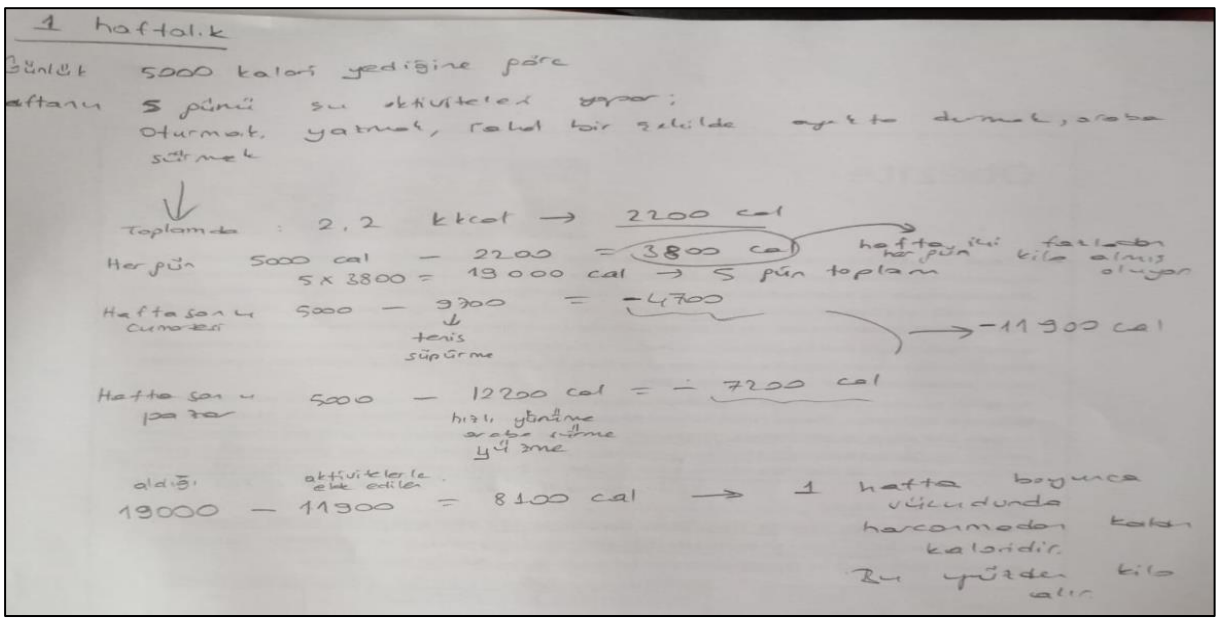
Şekil 47

Grup Engineeringg Obezite Sorusuna Cevabı



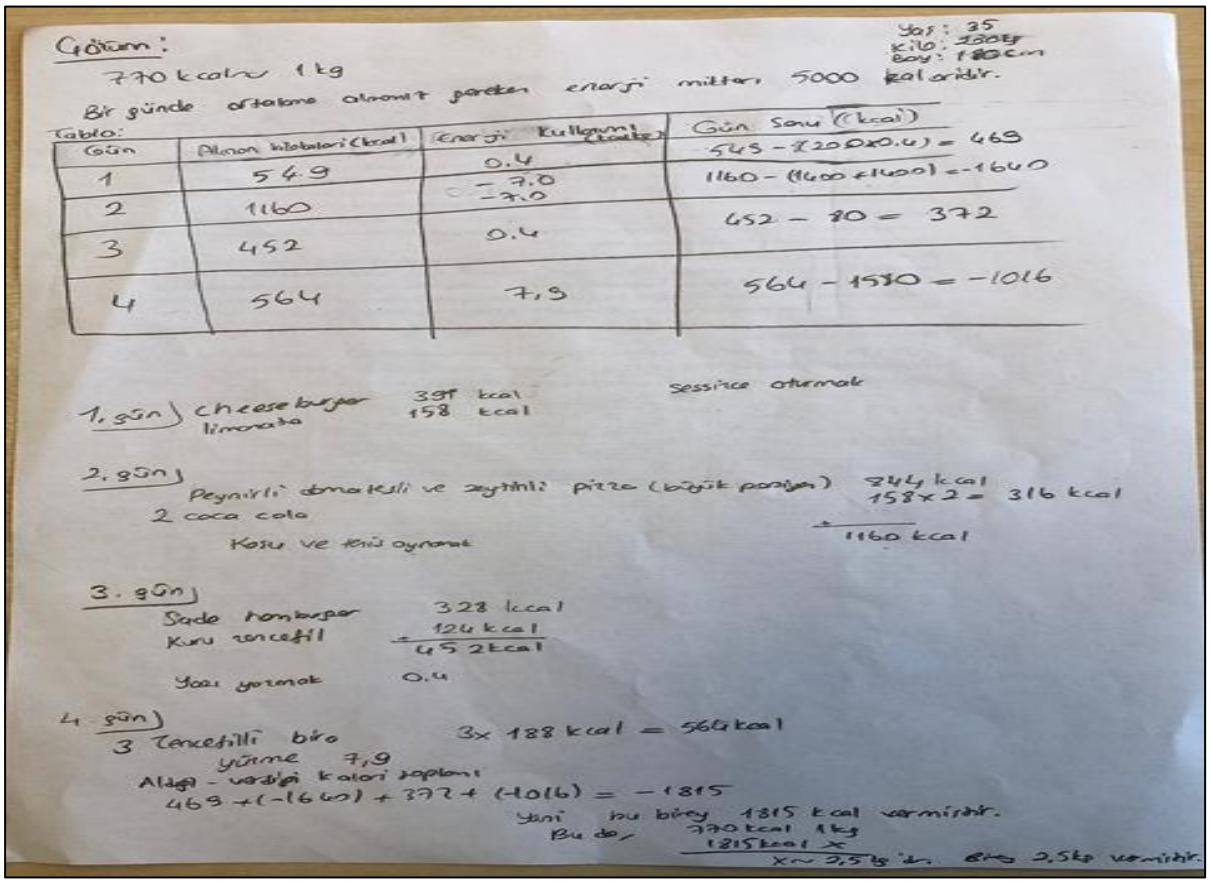
Şekil 48

Grup La Casa de KOÜ Obezite Sorusuna Cevabı



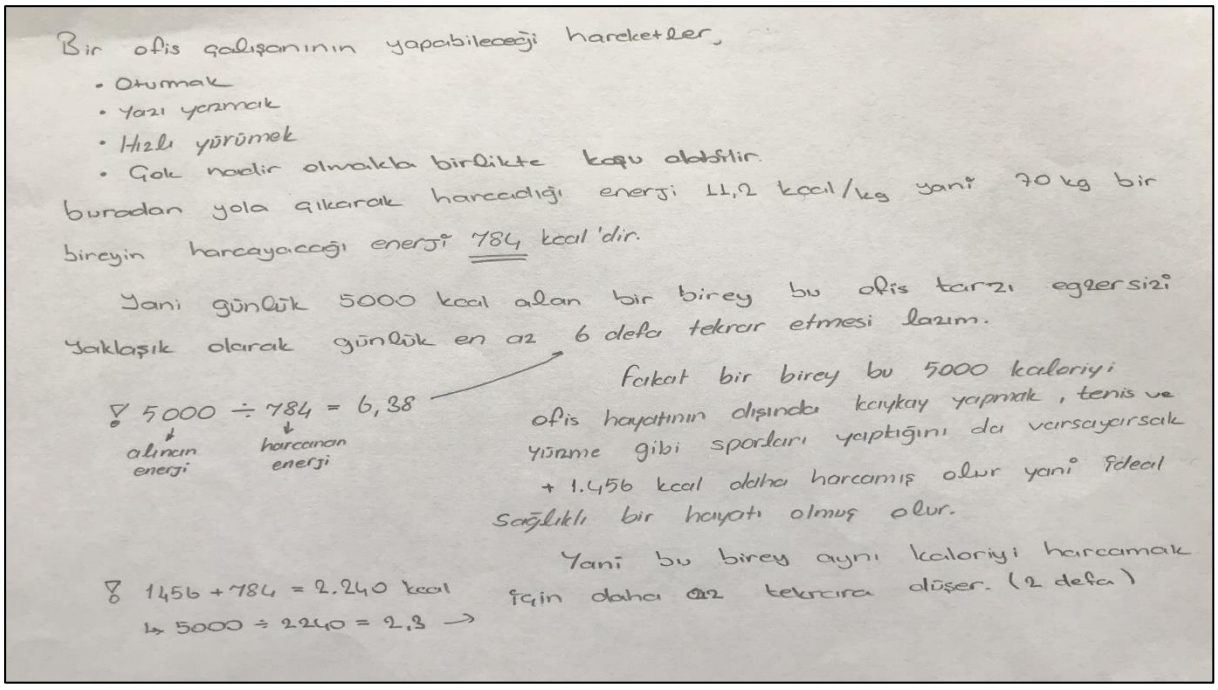
Şekil 49

Grup Selena Obezite Sorusuna Cevabı



Şekil 50

Grup Lord Of The Rings Obezite Sorusuna Cevabı



Aşağıdaki tablolarda grupların *Obezite* problem ile ilgili modelleme yeterliklerinin puanlanması sunulmuştur.

Tablo 75

Mühendis Adaylarının Obezite Problemiyle İlgili Matematiksel Modelleme Yeterliklerine Yönelik Değerlendirme Sonuçları

	Grup Adı	Problemi Anlama	Matematikleştirme	Matematiksel çözüm	Yorumlama ve doğrulama	Toplam	Yeterlik Düzeyi
1.puanlayıcı	Başka Memnu	1	2	1	0	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	1	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Winx Club	1	1	1	1	4	ORTA
2.puanlayıcı		1	2	1	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Teletabiler	1	2	2	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	2	1	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Ravansproh	1	1	0	1	3	DÜŞÜK
2.puanlayıcı		0	2	1	0	3	DÜŞÜK
1.puanlayıcı	Ninja Turtles	1	2	2	2	7	ÇOK YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	2	2	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Sefiller	1	0	0	1	2	DÜŞÜK
2.puanlayıcı		0	2	0	1	3	DÜŞÜK
1.puanlayıcı	Lord Of The Rings	1	2	1	2	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Scorpion	1	2	2	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	2	2	7	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	La Casa de KOÜ	1	2	2	1	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	2	8	ÇOK YÜKSEK
1.puanlayıcı	Selena	2	2	2	0	6	YÜKSEK
2.puanlayıcı		2	2	2	0	6	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Westcoast	1	2	1	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	1	1	5	YÜKSEK
1.puanlayıcı	Engineeringg	1	2	1	1	5	YÜKSEK
2.puanlayıcı		1	2	2	2	7	ÇOK YÜKSEK

0-1.59 puan arası "çok düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 1.60-3.19 puan arası "düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 3.20-4.79 puan arası "orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 4.80-6.39 puan arası "yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 6.40-8.00 puan arası "çok yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip".

Tablo 75'e göre Obezite uygulaması için mühendis adaylarının grup olarak matematiksel modelleme yeterliği incelendiğinde 2 grubun düşük, 3 grubun yüksek ve 1

grubun çok yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Ayrıca 2 grupta birinci puanlayıcı orta düzey, ikinci puanlayıcı yüksek düzey, 4 grupta birinci puanlayıcı yüksek düzey, ikinci puanlayıcı çok yüksek düzey olarak puanlama yapmıştır.

Tablo 76

Mühendis Adaylarının Obezite Problemine Yönelik Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı

Modelleme yeterlikleri		Zayıf	Kısmen yeterli	Oldukça yeterli	Toplam
Problemi Anlama	f	7	3	2	12
	%	58,4	25,0	16,6	100
Matematikleştirme	f	0	3	9	12
	%	0,0	25,0	75,0	100
Matematiksel çözüm	f	2	4	6	12
	%	16,6	33,4	50,0	100
Yorumlama ve	f	4	5	3	12
doğrulama	%	33,4	41,6	25,0	100

Tablo76'ya göre Obezite probleminde 7 grubun problem anlama, 2 grubun matematiksel çözüm ve 4 grubun yorumlama ve doğrulama boyutunda zayıf düzeyde yeterlik sergilediği görülmüştür. 3 grubun problemi anlama, 3 grubun matematikleştirme, 4 grubun matematiksel çözüm, 5 grubunda yorumlama ve doğrulama boyutlarında kısmen yeterli düzeyinde yeterlik sergilediği görülmüştür. Problemi anlama boyutunda 2 grubun, matematikleştirme boyutunda 9 grubun, matematiksel çözüm boyutunda 6 grubun ve yorumlama ve doğrulama boyutunda ise 3 grubun oldukça yeterli düzeyinde yeterliğe sahip oldukları belirlenmiştir. Bu uygulamada grupların genel olarak matematiksel modelleme süreçlerini başarıyla tamamladıkları söylenebilir.

Sekizinci alt probleme ilişkin mühendis adaylarının modelleme yeterliklerinin bulunabilmesi için yapılan verilerin genel analizinde iki puanlayıcı tarafından puanlanan modelleme sorularının ortalama puanları hesaplanmıştır. Bu kısımda alt yeterlik puanları ayrı değerlendirilmemiştir. Ortalama puanlar hesaplanırken grupların her uygulama için birinci ve ikinci puanlayıcının verdiği puanlar toplanarak ortalaması alınmıştır ($\frac{7+6}{2} = 6{,}5$). Daha sonra her bir uygulama için hesaplanan toplam puanlar uygulama sayısına bölünerek grupların ortalama bireysel yeterlik puanları hesaplanmıştır ($\frac{7{,}5+6{,}5+4{,}5+4{,}5}{4} = 5{,}75$). Ardından hem uygulama soruları bazında hem de tüm mühendis adayları için genel ortalama yeterlik puanı hesaplanmıştır. Uygulamadan alınan ortalama puanlar toplanarak uygulamaya katılan grup

sayısına bölünerek hem soru hem genel ortalama puan hesaplanmıştır. Örneğin Test Maliyeti sorusu için ($\frac{7,5+8,0+6,5\ldots\ldots+6,5}{12} = 6,25$) olarak belirlenmiştir. Ayrıca genel ortalama puan ($\frac{5,75+6,25+6,12\ldots\ldots+5,87}{12} = 5,94$) şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 77

Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterlikleri Toplam Puanlarının Problem Bazında Değerlendirilmesi

Grup Adı	Test Maliyeti	Dosya Kağıdı	Nasıl Depolayalım	Obezite	Grup Ortalama Puan	Yeterlik Düzeyi
Başka Memnu	7,50	6,50	4,50	4,50	5,75	YÜKSEK
Winx Club	8,00	4,50	8,00	4,50	6,25	YÜKSEK
Teletabiler	6,50	5,00	7,00	6,00	6,12	YÜKSEK
Ravanstorph	6,00	6,50	3,00	3,50	4,62	ORTA
Ninja Turtles	7,50	7,00	8,00	7,00	7,37	ÇOKYÜKSEK
Sefiller	7,50	6,00	6,50	2,50	5,62	YÜKSEK
Lord Of The Rings	5,00	5,00	8,00	7,00	6,25	YÜKSEK
Scorpion	7,00	5,00	4,50	6,50	5,75	YÜKSEK
La Casa de KOÜ	5,00	5,50	5,50	7,00	5,75	YÜKSEK
Selena	5,50	5,50	7,00	6,00	6,00	YÜKSEK
Westcoast	5,50	5,50	7,50	5,00	5,87	YÜKSEK
Engineeringg	6,50	5,00	5,00	6,00	5,87	YÜKSEK
TOPLAM	6,25	5,40	6,10	6,04	5,94	YÜKSEK
Yeterlik Düzeyi	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK	

0-1.59 puan arası "çok düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 1.60-3.19 puan arası "düşük düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 3.20-4.79 puan arası "orta düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 4.80-6.39 puan arası "yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip", 6.40-8.00 puan arası "çok yüksek düzeyde modelleme yeterliğine sahip".

Tablo 77'ye göre uygulama bazında Test Maliyeti, Dosya Kağıdı, Nasıl Depolayalım ve Obezite uygulamaları için mühendis adaylarının toplam puan ortalamaları incelendiğinde tamamında matematiksel modelleme yeterliklerinin yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Grup olarak değerlendirmede ise tüm uygulamalar için hesaplanan ortalama puanlara göre bir 1 grubun orta, 9 grubun yüksek ve 1 grubun çok yüksek düzeyde matematiksel modelleme yeterliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Genel ortalama puanları incelediğinde ise mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin yüksek düzeyde ($x = 5,94$) olduğu görülmüştür.

Tablo 78

Mühendis Adaylarının Toplam Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Alt Boyut Bazında Dağılımı

Modelleme yeterlikleri		Zayıf	Kısmen yeterli	Oldukça yeterli	Toplam
Problemi Anlama	f	7	18	23	48
	%	14,5	37,5	48,0	100
Matematikleştirme	f	0	14	34	48
	%	0,0	29,2	70,8	100
Matematiksel çözüm	f	2	21	25	48
	%	4,2	43,8	52,0	100
Yorumlama ve	f	12	23	13	48
doğrulama	%	25,0	48,0	27,0	100

Tablo 78'e göre çalışmaya katılan 12 grubun toplam 4 uygulama için % 14.5' inde problemi anlama yeterliğinin zayıf düzeyinde kaldığı görülmüştür. Grupların %25' i de modelleri doğru şekilde yorumlayıp doğrulayamamıştır. Ayrıca % 4,2'si matematiksel çözüm yeterliğinde sorun yaşamıştır. Grupların %37,5'u problemi anlama, % 29,2'si matematikleştirme, %43,8'i matematiksel çözüm ve % 48'i ise yorumlama ve doğrulama yeterliklerinde kısmen başarılı olmuşlardır. Benzer şekilde % 48'i problem anlama, % 70,8'i matematikleştirme, %52'si matematiksel çözüm ve % 27'si yorumlama ve doğrulama basamaklarında oldukça yeterli düzeyinde oldukları görülmüştür.

4.9. Dokuzuncu Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın dokuzuncu alt problemi *"Mühendis adaylarının model ve matematiksel modelleme ile ilgili düşünceleri nelerdir?* şeklinde düzenlenmiştir. Mühendis adayları ile yapılan ön ve son görüşmelerde sorulan her bir soru tek tek ele alınarak yapılan analizle ilgili bulgular ve yorumlar aşağıda tablolar halinde verilmiştir.

Mühendis adaylarıyla yapılacak görüşmeler için ana temalar belirlenmiş ve sorular bu doğrultuda sorulmuştur. Bu ana temalar, model, matematiksel modelleme ve bireysel değerlendirme olarak belirlenmiştir. *Model* teması, model, modelin kullanılma sebepleri, model örnekleri, model oluşturma süreci ve matematiğin kullanımı olmak üzere 5 alt kategoriye ayrılmıştır. *Matematiksel modelleme* ise, matematiksel model, matematiksel model örnekleri, matematiksel modelleme algısı, matematiksel modelleme için gereken yeterlikler, matematiksel modelleme süreci, karşılaşılan zorluklar, matematiksel modelleme eğitimi nasıl olmalı, matematiksel modelleme eğitimin gerekliliği ve matematiksel modellemenin faydaları

olmak üzere 9 kategoriye ayrılmıştır. *Bireysel değerlendirme* tek kategori altında toplanarak analiz edilmiştir.

Ön ve son görüşmede yer alan birinci soru "*Model denildiği zaman ne anlıyorsunuz? Model için günlük hayat ve mesleki anlamda hangi örnekler verilebilir? Sizce model kullanılmasının sebepleri neler olabilir*?" olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo79, Tablo 80 ve Tablo 81'de sunulmuştur.

Tablo 79

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde "Model" Kavramına İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Model	Basitleştirme	7
		Görüntü oluşturma	5
		Somutlaştırma	10
		Örnek	3
		Şekil, şema	3
		Formülize etme	4
		Gerçeğe benzeyen şekiller (minyatür, bina)	3
		Üç boyutlu tasarım	2
		Görsellik	3
		İmge	3
		Nesne	3
Son Görüşme		Temsil	5
		Üç boyutlu nesne	6
		Kopya	2
		Basitleştirme	3
		Örnek	5
		Somutlaştırma	11
		Şekil/şema	2
		Araç	4
		Formülleştirme	1
		Ürün	4
		Gerçeğe benzeyen şekiller	4
		Görselleştirme	3

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde model kavramının ne olduğuna ilişkin düşünceleri; "*basitleştirme, görüntü oluşturma, örnek, şekil-şema, formülize etme, imge, nesne, bilgilerin somutlaştırılması, gerçeğe benzeyen şekiller, üç boyutlu tasarım, görsellik"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında somutlaştırma, basitleştirme ve görüntünün öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında model kavramıyla ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Model deyince aklıma soyut bir şeyin somutlaştırılması geliyor. …" (NAİROBİ)

"…*Model, herhangi bir düşüncemizi veya günlük hayatta gerçekleşen olayları somut olarak canlandırıp daha iyi gözlem yapmamıza yardımcı olur*…" (BİHTER)

"…*Model denilince aklıma teorik yani sözel içerikli bilgilerin bireyler tarafından daha iyi bir şekilde algılanması adına somutlaştırma yapılarak anlatımın daha etkili hale getirilmesi gelmektedir*…" (THOR)

"…*Model diyince düşündüğüm bir şeyin aklımda oluşturduğu şekil veya somut bir şekilde gösterilmesi aklıma gelir*..." (LEONARDO)

"…*Bence model, zihnimizde oluşturduğumuz soyut düşünceleri ortaya koyup somut bir şey oluşturmaktır*..." (TOBY)

"…*Model benim için bir projenin hayalimdeki karşılığının somut bir şekilde ortaya çıkması demektir*…" (JEFF BEZOS)

"…*Model denildiği zaman zihnimde bir konu üstüne geliştirdiğimiz bir fikrin veya düşüncenin somut olarak hayata geçirilmesi ifadesi canlanıyor*…" (NAZLI)

"…*Kendi tanımımca ve biraz araştırma katkısı ile model benim için herhangi bir konunun, nesnenin, olayın daha kolay anlaşılması ve incelenmesi için yapılan basitleştirilmiş versiyondur*… (ELON MUSK)

"…*Model, bir olay da nesnenin basitleştirilerek ifade edilmesine yarayan araçtır*…" (DİEGO)

"…*Model, çalışma yapılan alanda incelenilen şeyler çok büyük veya çok küçükse onları daha uygun boyutlara getirerek kullandığımız görüntü ya da maketlerdir*…" (KATYA)

"…*Model birşeyin tasarımı ile onun görüntüsünün oluşturulması*…" (SCRAT)

"…*Model denildiği zaman soyut şeylerin bir kalıba girmesi ve kolay anlaşılabilmesi için formülize edilmesi*…" (GUMBALL)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde model kavramının ne olduğuna ilişkin düşünceleri; *"temsil, üç boyutlu nesne, kopya, basitleştirme, örnek, şekil-şema, formülize etme, araç, somutlaştırmaı, gerçeğe benzeyen şekiller, ürün, görselleştirme"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında somutlaştırma, üç boyutlu nesne ve ürün kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında model kavramıyla ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Bence model görselleştirme, şema yapma, somutlaştırma anlamlarını içeriyor. …" (NAİROBİ)

"… Model, bir nesnenin minik bir kopyasıdır diyebiliriz…" (KATYA)

"...Model denildiği zaman anlaşılması zor veya soyut bir kavramın daha açıklayıcı olması açısından görsel veya üç boyutlu nesne ile gösterilmesi aklıma geliyor..." (MÜHENDİS)

"...Bence model, zihnimizde oluşturduğumuz soyut düşünceleri ortaya koyup somut bir şey oluşturmaktır..." (TOBY)

"...Model belli bir süreç sonucunda ortaya çıkan bir üründür..." (MICHELANGELO)

"...Model denildiği zaman aklıma bir konu, nesne veya durumlarda kullanılan örnekler geliyor ... (ELON MUSK)

"...Model denilince bir nesnenin veya ürünün temsil halini anlıyorum ..." (SCRAT)

"...Model denince görsel ve pratik zekaya etkisi olabilecek ve daha etkili öğrenim sağlayacak bir yöntem için kullanılan araçlar veya formüller akla geliyor (GUMBALL)

"...Model gerçek yaşam durumundan dolayı ortaya çıkan araç, ürün ..." (NAZLI)

"...Model, modelleme sürecinde kullandığımız bir araçtır ve bu süreç sonunda ortaya çıkan üründür ..." (JEFF BEZOS)

"...Model, Soyut olan bir konunun veya kavramın somut olarak gösterilmesidir ..." (THOR)

"...Soyut bir şeyin somut hâlde gösterilmesidir..." (LEONARDO)

"...Tasarlanacak herhangi bir şeyin ön hazırlığı olarak somut bir örneği …" (BİHTER)

Mühendis adaylarının model kavramın ne olduğu sorusuna ön görüşme ve son görüşmelerde verdikleri cevaplara bakıldığında benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında ürün, araç, temsil ve kopya gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir. Dolayısıyla mühendis adaylarının bu kavrama yönelik düşüncelerinde azda olsa değişim meydana geldiği söylenebilir.

Tablo 80

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde "Model Örnekleri" İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
		Örgü modeli	3
		Protez	1
		Maket	6
		Harita	2
		3D anatomic modelleri	2
		Kroki	1
		Abaküs	1
		Atom Modeli	3
		Devre Modeli	2
		Hücre modeli	3
		Grafik	2
Ön		Üzümlü kek modeli	2

Görüşme		Uçak modeli	2
		Bina modeli	5
		Matematiksel denklem, formül	5
		Kıyafet modeli	4
		Gezegen Modeli	3
	Model Örnekleri	Örgü modeli	2
		Saç modeli	6
		Araba modeli	5
		Terzi kalıpları	4
		Ev/bina maketleri (Miniatürk vb)	7
		Atom Modeli	2
		Devre Modeli	1
Son		Matematiksel denklem, formül	2
Görüşme		Kıyafet modeli	5
		Grafik	2
		Uçak modeli	1
		Heykel	2
		İskelet	1
		Periyodik cetvel	1
		Geometrik şekil	3
		Küp şeker (küp modeli)	1

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde model örneklerine ilişkin düşünceleri; "*örgü modeli, harita, kroki, 3d anatomic modeller protez, maket, abaküs, atom modeli, devre modeli, hücre modeli, grafik, üzümlü kek modeli, uçak modeli, bina modeli, matematiksel denklem-formül, kıyafet modeli ve gezegen modeli"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında maket, matematiksel denklem-formül, bina modeli ve kıyafet modelinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında model örnekleri ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…*Günlük hayat olarak düşündüğüm zaman aklıma ilk olarak mimarların yaptığı çizimlerin maket şeklinde ortaya çıkması geliyor*..." (JEFF BEZOS)

"…*Mühendislerin bir nesne tasarlamadan önce bilgisayarda çizdikleri tasarımlar, mimarların projelerinde kullanılan maketler*…" (ELON MUSK)

"…*Günlük yaşantımızda da bir kıyafeti sergilemek için bu kıyafet mankene giydirilir ve insanların karşısına örnek olarak çıkar ve bunlara model denir*…" (ANAİS)

"…*Gün içinde giydiğimiz kıyafetlerin modellerini örnek verebiliriz*…" (NAİROBİ)

"…*Model için günlük olarak çizdiğimiz basit kroki şemalarını örnek verebilirim bunun yanı sıra dediğim gibi minyatür bina modeli örnek verilebilir*…" (DONATELLO)

"…*Örneğin bir mimarın tasarladığı binanın modelini çıkarması*…" (BLOOM)

"…*Matematikte mesela* $P(x)=ax^2+bx+c$ *bir modeldir ve işlem kolaylığı sağlar*… (TECNA)

"*…Matematik ve fizik gibi sayısal derslerdeki formüller, atom modelleri; şehir, bina planları, hepsi birer model örneği olabilir…*" (BİHTER)

"*…tablo, grafik de bir model olabilir. Matematik ve fizik derslerinde kullandığımız formüller, denklemler de yine birer modeldir…* (MÜHENDİS)

"*…Model için günlük hayattan örgü, mesleki anlamda da protez, soket v.b örnek verilebilir…*" (SİD)

"*…Matematik, fizik modelleri, üzümlü kek modeli vb…* (İRON MAN)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde model örneklerine ilişkin düşünceleri; "*örgü modeli, saç modeli, atom modeli, devre modeli, terzi kalıpları, grafik, uçak modeli, ev /bina maketleri, araba modeli, matematiksel denklem-formül, kıyafet modeli, periyodik cetvel, küp şeker ve geometrik şekiller"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında ev/bina maketleri, saç, kıyafet ve araba modelinin örneklerinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında model örnekleri ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Örneğin, mimarlar bir model oluşturarak uygulama yaparlar veya en basitinden bir saç, elbise modeli örnek verilebilir..." (JEFF BEZOS)

"…Örneğin bir şehirdeki gidip görme imkanımızın olmadığı mimari bir yapıyı Miniatürk de küçültülmüş modelini görebiliriz …" (ELON MUSK)

"…Saç modeli, elbise modeli, bir evin projesinin çizim modeli…(NAİROBİ)

"…Araba taslak modeli, heykeller, geometrik şekilleri çizmek…" (TOKYO)

"…Kıyafet ya da ayakkabı üretim fabrikalının üretime başlamadan önce tasarımın nasıl olduğu gözlemlemek için birkaç örnek model oluştururlar…"

"…Örneğin bir elbise dikiminde kullanılan paftalar buna örnektir. (KATYA)

"…Örneğin bir elektrik devresi bir model örneğidir…" (SCRAT)

*"… Örneğin bir binanın maketi ya da bir kıyafet modeli gibi…" (*BLOOM)

. "*…Grafikler bir modeldir mesela…"* (MÜHENDİS)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde model örnekleri olarak benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında saç modeli, araba modeli, terzi kalıpları gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir.

Tablo 81

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde "Model Kullanılma Sebebleri" İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Model Kullanılma Sebepleri	Görselleştirme	2
		Kıyaslama	2
		Anlaşılır hale getirme	8
		Somutlaştırma	5
		Kullanım kolaylığı sağlama	12
		Daha iyi karar verebilme	6
		Tanıtma	3
		Pratiklik	1
		Eksik olan yönleri giderip çözüme kavuşturma	5
		Fikrim yok	1
Son Görüşme		Karışıklığı önleme	2
		Gerçeğe dönüştürme	5
		Kıyaslama	2
		Anlaşılır hale getirme	10
		Somutlaştırma	13
		Kullanım kolaylığı sağlama	9
		Daha iyi karar verebilme	4
		Temsil etme	2
		Ekonomik sebepler	3
		Eksik olan yönleri giderip çözüme kavuşturma/hataları azaltma	3
		Test Etme	2
		Planlı olma	2

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde model kullanım sebeplerine ilişkin düşünceleri; *"görselleştirme, kıyaslama, anlaşılır hale getirme, somutlaştırma, kullanım kolaylığı sağlama, pratiklik, daha iyi karar verebilme, tanıtma, eksik yönleri giderip çözüme kavuşturma, karışıklığı önleme"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında kullanım kolaylığı sağlama, anlaşılır hale getirme, somutlaştırma, daha iyi karar verebilme ve eksik yönleri giderip çözüme kavuşturmanın öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca bir mühendis adayı model kullanılma sebeplerine ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında model kullanılma sebepleri ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…*Bence model kullanılmasının sebebi birtakım olayları daha basit ve anlaşılır hale getirip daha iyi analiz edebilmemizi sağlamaktır*… (BİHTER)

"*…Bazen olayın veya nesnenin kendisini gösteremeyiz yada çok uzun yazılar yazmak yerine modelleyerek birşeyleri anlatmak daha kolay olur bu sebeple modeller kullanılıyor olabilir…* (DİEGO)

"*…Modellerin kullanımının en temel sebebi bir nesneyi, bir olayı daha iyi anlaşılmasını sağlamasıdır. Ayrıca soyut olan kavramları somutlaştırır*…(MÜHENDİS)

"*…Şu sıralar yaşadığımız salgın hastalık hızı modellenebilir. Bu şekilde olay daha iyi anlaşılabilir ve kullanılabilir…* (TOKYO)

"…Model kullanmamızın sebeplerinden biri gözlemlemek için çok büyük ya da tehlike arz eden bir durumu, varlığı küçültülerek var olabilecek problemlerin önüne geçmektir diye düşünüyorum… (DONATELLO)

"…model kullanılmasının sebebi ortaya atılan soyut fikri somut bir şekilde inceleyebilmek, o fikri hayallerin dünyasından gerçeklerin dünyasına alabilmektir… (MICHELANGELO)

"…Modelin kullanım amacı da sorunu somutlaştırarak çözümü kolaylaştırmaktır. Örneğin sözel bir fizik sorusuyla karşılaştığımızda sözel olarak soruda anlatılan aşamaları matematiksel dile çevirerek bir model oluştururuz. Bu da soru çözümünde bize büyük kolaylık sağlar… (TOBY)

"*…zor bir konuyu basitleştirmiş bir şekilde örnek olarak anlatmak vb. Modeller anlaşılırlığı kolaylaştırdığı ve daha kolay sonuca ulaşmakta yarar sağladığı için kullanılıyor…*" (ELON MUSK)

"*… Model kullanılmasının sebebi genel olarak meslek hayatımızda bir konu üzerine yada bir yapı üzerine düşündüğümüz fikri somut olarak yani model olarak ortaya koyarak eksiklerimizi, yanlışlarımızı görmemizi sağlamasıdır…*" (NAZLI)

"*…Model kullanılmasının sebepleri protein sentezi gibi takip edilmesi zor olayların ya da DNA gibi küçük parçaların model ile daha iyi anlaşılmasıdır…"* (ATOMİ)

"*…Mesleki anlamda (daha uygulama fırsatım olmadı) bunun eğitimini ve kullanım yerlerini bilmiyorum…"* (TİNKY-WİNKY)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde model kullanım sebeplerine ilişkin düşünceleri; *"gerçeğe dönüştürme, kıyaslama, anlaşılır hale getirme, somutlaştırma, kullanım kolaylığı sağlama, daha iyi karar verebilme, temsil etme, ekonomik sebepler, eksik yönleri giderip çözüme kavuşturma, test etme ve planlı olma"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında kullanım kolaylığı sağlama, anlaşılır hale getirme ve somutlaştırma öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında model kullanılma sebepleri ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…*Model bir işi, durumu, kolaylaştırmak için basit ve anlaşılır hale getirmek için bazı nesnelere ulaşımı kolaylaştırmak için kullanılıyor olabilir …* (DİEGO)

"…*Bence model kullanılmasının sebebi bilinen bir kavramı daha açıklayıcı kılmak veya soyut durumların anlaşılamadığı zamanlarda zihnindeki karmaşayı gidererek somutlaştırmasını sağlamaktır …(*MÜHENDİS)

"*Model kullanılıyor çünkü bize yön gösterip daha planlı olmamızı sağlıyor*…." (HAMSİ)

"…*Modelleri oluşturmak istediğimiz seklin gerçeğe en yakın halinde yapabilmek için kullanabiliriz…"* (MİCHELANGELO)

"…*Model bir durumu veya olayı çözmemizde bize kolaylık sağlar. Bu yüzden modeller kullanırız…."* (NAZLI)

"… *Olası bir hatayı önceden saptayıp önlemek, tasarının hayal edilenle gerçeği arasındaki benzerlik ve farklılıklarını görmek…"* (DONATELLO)

"… *Model kullanılmasının sebepleri bir nesnenin belli bir özelliğine dikkat çekme veya nesnenin kendisini sunmanın ekonomik zor olduğu durumlarda kullanılır..."* (SCRAT)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde modellerin kullanım sebeplerine ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında ekonomik sebepler, test etme, planlı olma ve gerçeğe dönüştürme gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan ikinci soru "*İyi bir model nasıl oluşturulur? Bu süreçte matematiğin kullanımına yönelik düşünceleriniz nelerdir?*" olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 82 ve Tablo 83' de sunulmuştur.

Tablo 82

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Model Oluşturmaya İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme		Anlaşılır	10
		Planlama	6
		Detaylı düşünme	5
		Etkili ve doğru	2
		Basit	7
		Bilgi birikimi	4
		Deneme	3
		Problem	3
		Analiz	2
		Gerçeğe yakın	3
		Fikrim yok	2
		Açık ve net	2

	Model Oluşturma	Anlaşılır	8
		Planlama	5
		Detaylı olmalı	2
Son Görüşme		Etkili ve doğru	2
		Basit	3
		Estetik	1
		Çok boyutlu	2
		Ekonomik olmalı	3
		Durumla ilişkili	3
		Analiz	2
		Açık olmalı	2
		Gerçeğe yakın	7
		İhtiyaçları karşılamalı	3
		Kullanışlı olmalı	4

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde iyi bir model oluşturmaya ilişkin düşünceleri; *"anlaşılır, planlama, detaylı düşünme, etkili-doğru, basit, bilgi birikimi, deneme, problem, analiz, gerçeğe yakın, açık ve net"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında anlaşılır, planlama, detaylı düşünme ve basit olmalı öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca iki mühendis adayı iyi bir model oluşturmaya ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında iyi bir model oluşturma ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…*İyi model oluşturulurken nesnenin yada sorunun en açık ve anlaşılır şekilde gösterilmesi önemlidir*…" (STELLA)

"…*Doğru yansıtan anlaşılır ve planlı olmalıdır insanlar bu modeli anlar mı doğru bilgiyi yansıtıyor mu nasıl kolay bir şekilde modelleyebilirim gibi soruları düşünüp model hazırlanabilir*…" (HAMSİ)

"…*İyi bir model karışık yapıda bulunan problemi ve projeyi kendi aklımızda oluşturduğumuz şablonlarımızla ve yorumlarınızla daha anlaşılır ve planlı bir hale getirerek oluşturur…"* (DR. DRE)

"…*İyi bir model planlı programlı ve düzenli bir şekilde oluşturulur*…" (NAZLI)

"…*İyi bir model çok ayrıntı barındırandır. Modeli oluştururken projenin gerçeğe en yakın halini yapma düşüncesinde olmak gerekir*…" (SELİN)

"…*İyi bir model detaylara önem verilerekten temiz bir çalışmayla oluşturulabilir*…" (JEFF BEZOS)

"…*Sade ve gerçeğine uygun olması gerekiyor bence*…" (RALPH)

"…*İyi bir model oluşturmak için bence öncelikle ne hakkında yapılacağı ayrıntılı bir şekilde düşünülmeli ve veriler detaylandırılarak model hayata geçirilmelidir*…" (LEONARDO)

"*… İyi bir model nasıl oluşturulur tam bir bilgim yok ama model oluşturulurken kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir olmalı…*" (GUMBALL)

"*…İyi bir model basit ve anlaşılır şekilde oluşturulmalıdır…*" (SİD)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde iyi bir model oluşturmaya ilişkin düşünceleri; *"anlaşılır, planlama, detaylı olmalı, etkili-doğru, basit, estetik, çok boyutlu, ekonomik, durumla ilişkili, analiz, ihtiyaçları karşılamalı, gerçeğe yakın, kullanışlı olmalı"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında anlaşılır, planlama ve gerçeğe yakın olmalı düşüncelerinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında iyi bir model oluşturma ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"...İyi bir model çok boyutlu olmalıdır sığ bir bilgiyi ifade etmemeli yorumlarla anlamı artmalı…" (TOKYO)

"...Modelleme sürecini iyi planlamak gerekir. Problemin ne istediğini anlarsak iyi bir model oluşturabiliriz ..." (HAMSİ)

"...İyi bir model, gerçeğe uygun olmalı. Modelle gerçek arasında bir bağlam olmalı. Anlaşılabilir olmalı…" (RALPH)

"...İyi bir model ilişkilendirildiği konuyla bağlantılı ve uyumlu olmalıdır. Oluşturulan modelin anlaşılır ve açık olması lazım.…" (STELLA)

"...İyi bir model gerçek hayat durumuna yakın aynı zamanda anlaşılır bir biçimde oluşturulmuş olmalıdır… (MÜHENDİS)

"...İyi bir model estetik olmalı, az maliyetli, gerçeğe uygun, açıklanabilir olmalıdır…" (SCRAT)

"...İyi bir model bana göre yol gösterici olacak biçimde planlanarak oluşturulmalı. İşimize yarayacak, var olan durumu daha iyi ve basit yoldan anlamamızı sağlayacak şekilde açık, sade ve anlaşılır olmalı…" (SİD)

"... İyi bir model için öncelikle gerçek yaşam durumunun iyi analiz edilmesi ve tüm gereksinimlerin ortaya koyulması gerekir…" (SELİN)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde iyi bir model oluşturmaya ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında ekonomik, estetik, kullanışlı ve durumla ilgili olmalı gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir.

Tablo 83

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Model Oluşturulurken Matematiğin Kullanımına İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Matematiğin Kullanımı	Mutlak kullanım ve önem	10
		Sembollere ihtiyaç	6
		Hesaplama	9
		Kanıtlama	3
		Fikrim yok	2
		Gerçeklik sağlama	6
		Kolay ifade edebilme	4
		Hatanın azaltılması	6
Son Görüşme		Mutlak kullanım ve önem	9
		Sembollere ihtiyaç	5
		Hesaplama /ölçme	8
		Hızlandırma	2
		Araç	5
		Güvenirliği sağlama	2
		Hatanın azaltılması ve doğru şekilde aktarma	4
		Oran	4

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde iyi bir model oluşturulurken matematiğin kullanımına yönelik düşünceleri; *"mutlak kullanım ve önemi, hesaplama, sembollere ihtiyaç, gerçeklik sağlama, hatanın azaltılması, kolay ifade edebilme, kanıtlama"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematiğin mutlaka kullanılması gerektiği ve önemi, hesaplama, sembollere olan ihtiyaç ve hatanın azaltılmasının öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca iki mühendis adayı model oluşturulurken matematiğin kullanımına ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiğin kullanımı ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…*Ürünün ölçüleri dayanımda dengedeki ağırlık merkezi hesaplanması için matematik kullanımına ihtiyaç vardır*…" (DR. STRANGE)

"…*Modelleme konusunda matematiğin kullanılması ise görselleştirilen ürünlerin sayısal olarakta kanıtlanabilir düzeye getirilmesine yardımcı olmakla birlikte…"* (THOR)

"…mutlaka modellerde de matematik kullanılmalı…" (HAMSİ)

"…Bu süreçte matematiğin kullanılması yapılan hataları aza düşürmeye ve hata yapmamaya yarar…" (DWIGHT EISENHOWER)

"…Formüller ve semboler kolaylık, geometri gerçeklik katar…" (ELON MUSK)

"…çevreden gelebilecek etkileri hesaplaması gerekir ve bu noktada iyi bir fizik ve dolayısıyla matematik gerekir…" (MICHELANGELO)

"…Matematik hayatın her yerinde olduğu gibi, bazı olgu ve olayları ifade etmek için yani modelleştirmek içinde kullanılır…" (MÜHENDİS)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde iyi bir model oluşturulurken matematiğin kullanımına yönelik düşünceleri; *"mutlak kullanım ve önemi, hesaplama-ölçme, sembollere ihtiyaç, güvenirliği sağlama, hatanın azaltılması ve doğru şekilde aktarma, araç olarak lullanım, oran"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematiğin mutlaka kullanılması gerektiği ve önemi, hesaplama-ölçme, sembollere olan ihtiyaç ve matematiğin araç olarak kullanımı düşüncesinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiğin kullanımı ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"*…Matematik hayatımızın her alanında olduğundan ve bence düzeni de sağladığından model oluştururken bizim için bir vazgeçilmezdir…"* (HAMSİ)

"*…Modelini oluşturacağımız şey ile oluşturduğumuz modelin boyutu farklı olsa da birebir aynı olması veya modelin nesne veya duruma çok benzer olması için belirli oranlarda, ölçülerde o model oluşturulur. Burda da matematik kullanılır…"* (THOR)

"*… matematik bu sürecin hızlanmasında oldukça etkilidir. Ayrıca bazı modeller için matematik bilgileri de gereklidir…"* (SELİN)

"*…Eğer amaç gerçekten iyi bir model oluşturmaksa ve bilhassa fizik, kimya, biyoloji gibi alanlarda model oluşturulacaksa matematik kullanımı çok önemlidir…*" (DR. STRANGE)

"…Matematiği, modeli oluşturmada bir araç olarak kullanırız. Modeli oluşturmamızda yardımcı olur…" (NAZLI)

"*…matematik ölçüm yapmak ve oranları doğru şekilde ölçmek için kullanılabilir…."* (RALPH)

"*…modelde matematiğin kullanılması ise gerçeğin belli bir matematiksel oran ile küçültülmesi ile oluşan modellerde kullanılır…"* (MÜHENDİS)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde model oluşturulurken matematiğin kullanımına ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında güvenirliği sağlama, matematiğin araç olarak kullanımı ve oran gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan üçüncü soru "*Matematiksel model nedir? Matematiksel modelle ilgili örnekler verebilir misiniz?* olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 84 ve Tablo 85'de sunulmuştur.

Tablo 84

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Matematiksel Modele İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Matematiksel Model	Geometrik şekil	1
		Matematiksel kavramlar	10
		Ürün	3
		Denklem	1
		Hesaplama	1
		Matematiksel dil	6
		Fikrim yok	4
		Anlaşılabilirlik	4
		Yorumlama	1
		Kolaylaştırma	4
		İfade etme	6
		Somutlaştırma	8
		Yöntem	1
		İspat	1
		Sistematikleştirme	2
		Çözüm bulma	2
Son Görüşme	Matematiksel Model	Formül	4
		Matematiksel kavramlar	8
		Ürün	4
		Denklem	2
		Araç	3
		Somutlaştırma	6
		Matematiksel dil	5
		Sembol kullanımı	3
		İfade etme	6
		Yorumlama	2
		Kolaylaştırma	3

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde matematiksel model nedir sorusuna yönelik düşünceleri; *"geometrik şekil, matematiksel kavram, ürün, denklem, hesaplama, matematiksel dil, anlaşılabilirlik, yorumlama, kolaylaştırma, ifade etme, somutlaştırma, yöntem, ispat, sistematikleştirme ve çözüm bulma"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematiksel kavram, matematiksel dil, ifade etme ve somutlaştırmanın öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca iki mühendis adayı matematiksel modele ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiksel model ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…aklıma direkt geometrik şekil soruları geldi…" (KATYA)

"… Herhangi bir şeyin matematikle daha anlaşılabilir hale getirilmesi olabilir…" (NAIROBI)

"…Matematiksel model bir sistemin matematiksel kavram kullanılarak tanımlanmasıdır…" (DARWİN)

"… Matematiksel model herhangi bir konuda sorunu matematiksel terimlerle ifade ederek çözüme gitme yöntemidir…" (TOBY)

"… Matematiksel model grafik veya formül gibi bir sorunun çözümünü somut şekilde ortaya koyabilecek, problemi irdelememizi sağlayabilecek işlemler olabilir…" (MICHELANGELO)

"…Matematiksel kavramlar ve dil kullanılarak oluşturulmuş bir sistemi anlatan örnekleyen şeylere matematiksel model deriz…" (RAPHAEL)

"… problemlere çözüm üretebilmek amacıyla oluşturulan somutlaştırma çalışmalarına dayalı bir kavramdır…" (THOR)

"…Günlük hayatımızdaki bir konunun matematiksel kavramlarla ifade edilmesi sonucu oluşan ürün…" (NO ONE)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel model nedir sorusuna yönelik düşünceleri; *"formül, matematiksel kavram, ürün, denklem, araç, matematiksel dil, sembol kullanımı, yorumlama, kolaylaştırma, ifade etme, somutlaştırma"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematiksel kavramlar, matematiksel dil, ifade etme ve somutlaştırmanın öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel model ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Gerçek hayattaki bir problem durumunun matematik dünyasına aktarılıp matematiksel olarak formüle edilmesidir…" (MÜHENDİS)

"…Matematiksel sembollerin ya da bir konunun somut olarak oluşturulduğu bir ürün…" (MICHELANGELO)

"…matematiksel kavramların sayılar ve sembollerle ifade edilmesidir…" (KATYA)

"…Matematiksel modelleme sürecinde kullanılan bir araç ve bu süreç sonunda ortaya çıkan üründür…" (NAIROBI)

"…Matematiksel model günlük hayatta karşılaşılan sorunların matematik diliyle çözümlenmesi adına oluşturulan modellere denir…" (RAPHAEL)

"…Matematiksel model matematiksel problemi somutlaştırmadır…" (THOR)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel modele ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında sadece araç ve sembol kullanımı gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir.

Tablo 85

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Matematiksel Model Örneklerine İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Matematiksel Model Örnekleri	Şekil	5
		Denklem	4
		Sembol	3
		Makine parçaları, devreler, protezler, cihazlar	3
		Sayı doğrusu	1
		Grafik	8
		Yazılım	2
		Fikrim yok	4
		Formül	10
		İşlemler	2
		Günlük hayatla ilişkilendirme	4
		Çarpım tablosu, abaküs	1
		İspat	1
		Hesap aracı	1
		Küme	2
Son Görüşme		Geometrik şekiller	6
		Denklem	5
		Sayılar ve semboller	5
		Parabol	2
		Diziler, seriler	1
		Grafik	9
		Tablo	2
		Fonksiyon	4
		Formül	11
		Pisagor bağıntısı	2

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde matematiksel model örneklerine yönelik düşünceleri; *"şekil, denklem, sembol, ispat, makine parçaları, grafik, yazılım, formül, işlem, çarpım tablosu, günlük hayatla ilişkilendirme, küme"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında formül, grafik, denklem ve şekil kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca dört mühendis adayı matematiksel modele örneğe ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiksel model örnekleri ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"*… Örnek olarak ülkelerin nüfus grafikleri matematik dili(fonksiyonlar) kullanılarak daha anlaşılır hale getirilmesi verilebilir…"* (DR.DRE)

"…. Sanırım fonksiyonların tanımında olduğu gibi ya da mesela bir şeyin alanı belli etmek için kullandığımız formüller…" (RALPH)

"… Matematiksel model grafik veya formül gibi bir sorunun çözümünü somut şekilde ortaya koyabilecek, problemi irdelememizi sağlayabilecek işlemler olabilir…" (MICHELANGELO)

"…. Formülleri matematiksel model olarak değerlendirebiliriz…" (İRON MAN)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel model örneklerine yönelik düşünceleri; *"geometrik şekil, denklem, sayılar ve semboller, paraboller, diziler-seriler grafik, tablo, fonksiyon, formül ve pisagor bağıntısı"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında formül, grafik ve geometrik şekil kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel model örnekleri ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Matematiksel modele diferansiyel denklemler örnek olarak verilebilir…" (ELON MUSK)

"…Formül, denklem, geometri bunlar matematiksel modellerdir…" (KATYA)

"…Örneğin rakamlar ve semboller, toplama işareti, çıkarma işareti, eşittir..." (HAMSİ)

"… Matematiksel modele grafik tablo geometrik şekiller örnek verilebilir…" (SİD)

"… Birçok mühendislik alanlarında örneklerini görmekteyiz…" (TOKYO)

"…Örneğin Pisagor teoremi…" (SELİN)

"…Örnekler ise prizma, küp ve daire gibi geometrik şekillerin daha somut bir şekilde algılaması için kullanılan modeler..." (NAZLI)

"…y= ax+b Bunlar ve daha birçok sembol, denklem, formül matematiksel modellerdir…" (MICHELANGELO)

"…Süreç içerisinde kullanılan modellere fonsiyon, grafik, diziler seriler vb matematiksel modeller verilebilir…" (DR.DRE)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel model örneklerine ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında sayılar ve semboller, parabol, pisagor teoremi, diziler-seriler ve tablo gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan dördüncü soru "*Bir mühendis adayı olarak matematiksel modelleme kelimesi sizin için ne ifade etmektedir?*" olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 86'da sunulmuştur.

Tablo 86

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Matematiksel Modellemeye İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön görüşme	Matematiksel Modelleme	Kolaylık sağlama	9
		Grafik	2
		Matematiksel ifade	6
		3 boyutlu model	1
		Sonuç çıkarma	2
		Canlandırma	2
		Mühendisin uğraş alanı	3
		Anlaşılabilir	3
		Teknolojik cihaz	1
		Araç	4
		Fikrim yok	4
Son Görüşme		Zaman tasarrufu	3
		Somutlaştırma	5
		Formülize etme	5
		İlişkilendirme	2
		Matematiksel ifade	5
		Somutlaştırma	6
		Sonuç çıkarma	3
		Formülize etme	4
		Kolaylık sağlama	4
		Süreç	15
		Gerçek yaşam problemlerin matematiksel çözümü	11

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde matematiksel modellemeye yönelik düşünceleri; *"kolaylık sağlama, grafik, 3 boyutlu model, zaman tasarrufu, matematiksel ifade, sonuç çıkarma, araç, mühendisin uğraş alanı, canlandırma, somutlaştırma, formülize etme"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında kolaylık sağlama, matematiksel ifade, somutlaştırma ve formülize etme kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca dört mühendis adayı matematiksel modellemeye ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiksel modelleme ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"*… Bir mühendis adayı olarak matematiksel modellemeyi ilk olarak hayatı kolaylaştırma yöntemi olarak tanımlayabilirim…"* (ELON MUSK)

"*… Matematiksel modelleme benim için uygulamalarda kolaylık sağlayan ve zamandan tasarruf da etkili olan uygulamadır…*" (GUMBALL)

"*… Matematik formüllerin hepsi, kimyasal bağları çizmek için kullandığımız semboller, bir elektronik sistemin matematiksel olarak tanımlanıp girdilerinin ve çıktılarının matematiksel*

olarak formüle edilmesi, bir sorunu veya olağan bir durumu istatistiki olarak tanımlanması bir mühendis adayı olarak matematiksel modellemedir…" (NO NOO)

*"… Bence matematiksel modelleme etrafımızdaki sorunları ve problemleri matematiksel terimler kullanarak ifade etmektir…" (*HAMSİ)

"*… En basit şekliyle matematiksel modelleme; bir sistemin matematiksel ifadelere aktarılması sürecidir…" (*MÜHENDİS)

"… Matematiği kullanarak grafikler elde edilmesidir…" (DİEGO)

"*… bir mühendisin uğraş alanı olan her şey matematiksel modellemeye dahil edilebilir çünkü mühendislik sayılardan ve formüllerdan ibarettir…*" (ANAİS)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel modellemeye yönelik düşünceleri; *"ilişkilendirme, matematiksel ifade, somutlaştırma, araç, mühendisin uğraş alanı, kolaylık sağlama, süreç, formülize etme, gerçek yaşam problemlerin matematiksel çözümü"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında gerçek yaşam problemlerin matematiksel çözümü ve süreç kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel modelleme ile ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"...Matematiksel modelleme benim için matematikteki teorik bilgilerin günlük yaşamla ilişkilendirilmesi ve bu günlük yaşam sorununa matematiksel işlemlerle çözüm aranmasıdır…" (MÜHENDİS)

"...Gerçek yaşamdaki bir problem durumunun matematiksel olarak ifade edilmesi ve matematiksel modeller yardımıyla açıklanması sürecidir…" (DR.DRE)

"...Matematiğin veya matematik dışındaki herhangi bir durumun matematik ile ifade edilebilme süreci olarak ifade edebilirim…" (HAMSİ)

"...Matematiksel bir durumu, ifadeyi modelleme yani soyut olan bir matematiksel ifadeyi somut bir duruma dönüştürmektir…" (MICHELANGELO)

"...En genel haliyle gerçek yaşam durumunun matematik kullanılarak çözülmesi, yorumlanması veya açığa çıkarılması… (THOR)

"...Matematiksel modelleme günlük hayatta karşılaştığımız ya da karşılaşacağımızı varsaydığımız problemleri matematik kullanarak çözüme ulaşırken geçirdiğimiz süreçtir…" (NAİROBİ)

Ön görüşmelerde mühendis adaylarının büyük bir kısmının matematiksel modellemeyi matematiksel olarak ifade etme, formülize etme ve kolaylık sağlama olarak algıladıkları görülmektedir. Son görüşmelerde ise matematiksel modellemeyi "*gerçek hayat problemini*

matematiksel olarak çözme süreci" olarak tanımladıkları görülmüştür. Ön görüşmeden ve yapılan uygulamalardan sonra görüşlerinin değiştiği ve daha farklı açılardan baktıkları söylenebilir.

Ön ve son görüşmede yer alan beşinci soru "*Matematiksel modelleme için gereken yeterlikler var mıdır? Varsa nelerdir?*" olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 87' de sunulmuştur.

Tablo 87

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Matematiksel Modelleme İçin Gereken Yeterliklere İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Matematiksel modelleme için gereken yeterlikler	Dört işlem /matematik bilgi ve becerisi	19
		Analitik zeka	4
		Gözlem	3
		Hayal kurma	1
		Bilgi sahibi olma	4
		Analiz etme becerisi	7
		Bilgisayar ve yazılım bilgisi	2
		Fikrim yok	6
		Anlama becerisi	8
		Mantıksal düşünme	4
		Merak-istek	2
		Çalışma	2
		Bilgiyi doğru aktarma	3
		Uzamsal görsel zeka	3
		Yaratıcılık	2
		Verileri değerlendirme	2
		Araç-gereç	2
		Olduğunu düşünmüyorum	2
		Yaratıcı düşünme	4
Son Görüşme		Matematik bilgi ve becerisi	22
		Problem çözme becerisi	13
		Anlama becerisi	7
		Analitik zeka	2
		Matematiksel düşünme	4
		Yorum yapabilme	6
		Akıl yürütme becerisi	4
		Değişkenler arasında ilişki kurabilme	6
		Tahmin etme becerisi	3
		Üst bilişsel beceri	3
		Bilgi sahibi olma	4
		Uzamsal görsel zeka	2
		Analiz etme becerisi	6

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde matematiksel modelleme için gerekli yeterliklere yönelik düşünceleri; "dört işlem /matematik bilgi ve becerisi, analitik zeka, gözlem, hayal kurma, bilgi sahibi olma, analiz etme becerisi, bilgisayar ve yazılım bilgisi, anlama becerisi, mantıksal düşünme, merak-istek, çalışma, bilgiyi doğru aktarma, uzamsal görsel zeka, yaratıcılık, verileri değerlendirme ve araç-gereç" şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında dört işlem /matematik bilgi ve becerisi, anlama becerisi ve analiz etme becerisi kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca altı mühendis adayı matematiksel modelleme için gerekli yeterliklere ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. İki mühendis adayı da matematiksel modelleme yapabilmek için herhangi bir yeterliğe gerek olmadığı yönünde görüş bildirmişlerdir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiksel modelleme için gerekli yeterliklerle ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"... Matematiksel modelleme için gereken yeterlikler arasında dört işlem becerisi diyebilirim öncelikle. Bunun dışında üç boyutlu düşünebilme ve analitik zeka da işe yarar...(KATYA)

"... Yüksek seviyede bir bilgiye ihtiyaç olduğunu düşünmüyorum bence herkes basit matematik bilgisi ile modelleme yapabilir..." (TOKYO)

"*...Matematiksel terimler ileri düzeyde bilinmeli, gereken yerler tespit edilip en uygun şekilde kullanılmalıdır..." (*JEFF BEZOS)

*"... kişinin yaratıcı olması ve teorik analizleri detaylı bir şekilde yapabiliyor olması çok önemlidir..." (*TİNKY-WİNKY)

"...düşünme ve analiz etme yeteneklerinin olması gerekmektedir..." (HAMSİ)

"*... Matematiksel modelleme yapılabilmesi için doğa bilimlerinden biri olan fizik biliminde bahsedildiği üzere uzaysal düşünebilme, farklı boyuttaki maddelerin eksenlere bağlı olarak konumunu hesaplayabilme, analitik düşünebilme, görselliğin beraberinde yapılabilen sayısal analiz gibi pek çok olguların yeterliliğine ihtiyaç vardır*..." (THOR)

"*...Yaratıcılık ve matematiksel işlem yetenekleri gibi özellikler gerekli olabilir*..." (DR.DRE)

"... Tam olarak olduğunu düşünmüyorum..." (DİSPY)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel modelleme için gerekli yeterliklere yönelik düşünceleri; "yaratıcı düşünme, matematik bilgi ve becerisi, analitik zeka, analiz etme becerisi, anlama becerisi, problem çözme becerisi, bilgi sahibi olma, mantıksal düşünme, matematiksel düşünme, tahmin etme, değişkenler arasında ilişki kurabilme, uzamsal görsel zeka, üst bilişsel beceri," şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematik bilgi ve becerisi, anlama becerisi ve problem çözme becerisi

kavramlarının öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel modelleme için gerekli yeterliklerle ilgili belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"... Analitik zeka ve beceri gerektirir, matematik bilmek gerekir ..." (KATYA)

"... Matematiksel modelleme yapabilmek için matematik bilgisine sahip olması ve gerekli durumları çözümlerken yorumlama, açıklayabilme yeteneğine sahip olması gerekir ..." (NAZLI)

"... Akıl yürütme becerisi ve matematiksel bilgi ..." (JEFF BEZOS)

"...modellemeleri yapabilmek için bilgi, deneyim ve değiskenler arasındaki bağlantıyı bilmemiz gerekir..." (GUMBALL)

"...Matematiksel modelleme için üst bilişsel beceriye ihtiyaç vardır..." (ANAİS)

"...Problem çözme becerisi, çok yönlü düşünme, akıl yürütme, matematiksel düşünme becerisi..." (DİEGO)

"...okuduğunu anlama, akıl yürütme, problem çözme gibi yeterliklere sahip olmalıdır..." (ELON MUSK)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel model için gerekli yeterliklere ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında problem çözme becerisi, akıl yürütme becerisi, üst bilişsel beceri ve tahmin etme becerisi gibi yeni cevaplar verdikleri görülmektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan altıncı soru "*Üniversitelerde mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim veriliyor mu? Bunun gerekliliği ve nasıl bir eğitim verilmesi gerektiğine yönelik görüşleriniz nelerdir?*" olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 88, Tablo 89 ve Tablo 90'da sunulmuştur.

Tablo 88

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Mühendislik Eğitimi Sürecinde Matematiksel Modelleme Eğitimine İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Mühendislik eğitiminde matematiksel modelleme eğitimi	Veriliyor	4
		Yeterli değil	11
		Fikrim yok	6
		Verilmiyor	24
Son Görüşme		Veriliyor	4
		Yeterli değil (kısmen veriliyor)	15
		Verilmiyor	26

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme eğitimine yönelik düşünceleri; *"veriliyor, yeterli değil ve verilmiyor"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında verilmiyor ve yeterli değil kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Ayrıca altı mühendis adayı bu soruya ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir.

Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme eğitimine yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…sadece standart matematik dersleri aldığımı belirtebilirim…" (KATYA)

"… direkt olarak 'matematiksel modelleme' adı altında bir eğitim almadık…" (BİHTER)

"… Verilmiyor…" (DİEGO)

"… Verildiğini düşünmüyorum…" (SİD)

"…Verildiğini düşünmüyorum ama bazı derslerde hocalarımızla soruyu çözerken kullandığımızı söyleyebilirim… "(ŞEFTALİ)

"… Üniversitemde bu konuyla ilgili özel bir eğitim görmedim ama bu projeyle göreceğimi düşünüyorum…" (ANAİS)

"…Sanıyorum ki çoğu üniversitede böyle bir eğitim yok…" (TOBY)

"… Üniversitede böyle bir eğitim yok…" (ELON MUSK)

"… Üniversitede mühendislik eğitimi süresince matematiksel modelleme eğitimi veriliyor…" (DWIGHT EISENHOWER)

"…Verilen bazı derslerimiz var fakat çok yetersiz olduğunu düşünüyorum…" (DİSPY)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme eğitimine yönelik düşünceleri; *"veriliyor, kısmen veriliyor ve verilmiyor"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında verilmiyor düşüncesinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme eğitimine yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"… Evet, kısmen veriliyor …" (HAMSİ)

"… Doğrudan böyle bir ders verilmedi Gelişen çağımızda ve problem tarzlarını gelişmesinde dolayı matematiksel modellemelerle ilgili eğitim verilmelidir …" (NAZLI)

"… Verilmiyor…" (SELİN)

"… Bizim üniversitede verildiğine rastlamadım bazı üniversitelerde veriliyordur eminim …" (SİD)

"... Normalde verilmiyor. Şu an projede bir eğitim veriliyor ..." (MÜHENDİS)

"... Üniversitelerde farklı isimler altında matematiksel modellemeyle alakalı dersler veriliyor ..." (DR.DRE)

"... Üniversitelerde eğitim sürecinde buna çok yer verildiğini düşünmüyorum ..." (NAİROBİ)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde üniversitelerde matematiksel modelleme eğitimine ilişkin sorulan soruya benzer cevapları verdikleri görülmektedir.

Tablo 89

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Matematiksel Modelleme Eğitimin Gerekliliğine İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Matematiksel modelleme eğitimi gerekliliği	Gerekli değil	1
		Fikrim yok	5
		Verilebilir	7
		Gerekli	23
Son Görüşme		Kesinlikle gerekli	13
		Gerekli	25
		Verilebilir	6

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde matematiksel modelleme eğitiminin gerekliliğine yönelik düşünceleri; *"gerekli değil, fikrim yok, gerekli, verilebilir"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına matematiksel modellleme eğitimin gerekli olduğuna yönelik düşüncelerin öne çıktığı görülmektedir. Dört mühendis adayı bu soruya ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiksel modelleme eğitiminin gerekliliğine yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"... Kesinlikle gerekli ..." (DR. STRANGE)

"... Almadığım için de gerekli olup olmadığı konusunda fikir sahibi değilim…" (ATOMİ)

"*…Matematiksel modelleme eğitimi olmadan bir mühendisin tam olarak yetişemeyeceğini düşündüğümden bu eğitimi gerekli buluyorum…*" (JEFF BEZOS)

"*… verilmesi ya da en azından nasıl araştırılması, çalışılması konusunda yol gösterilebilir…*" (SİD)

"*… Analitik zekayı geliştirmek açısından gerekli olabilir…*" (DİEGO)

"…*Üniversitemizde matematiksel modelleme dersi verilmesi bizim sorulara bakış açımızı değiştireceğinden eminim. Bu yüzden matematiksel modelleme dersi verilmesinin gerekli olduğunu düşünüyorum*…" (NO NOO)

"… *Artık ilkokuldan beri ezbere dayalı bir eğitim verildiği için bir şeyleri değil modellemek soyut olarak düşünmekten bile aciz haldeyiz bence. Bu yüzden buna yönelik eğitimler kesinlikle gerekli…"* (BİHTER)

"… *matematiksel modelleme konusunda kendimi yetkin görmediğimden dolayı gereklilik ve nasıl bir eğitim verilmesiyle alakalı pek bir fikrim yok açıkçası…"* (DONATELLO)

"… Özellikle iş hayatında matematiksel modellemeyi kullanacak meslekler için bu eğitimlerin çok gerekli olduğunu düşünüyorum…" (NAZLI)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel modelleme eğitiminin gerekliliğine yönelik düşünceleri; *"kesinlikle gerekli, gerekli ve verilebilir"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına matematiksel modellleme eğitimin gerekli olduğuna yönelik düşüncelerin öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel modelleme eğitiminin gerekliliğine yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"… Gerekliliğini bu uygulamalara katılınca anladım diyebilirim, bizi hem soyut hem somut dünyasına hitap eden ve ilişkilendirmelerin çokça kullanıldığı bir ders…." (NAZLI)

"… Bu eğitimin gerekli olduğunu düşünüyorum. Fakat modelleme eğitimi bence daha önceki eğitim kademelerinde de verilmeli …" (SİD)

"… Bu eğitimin verilmesi de gereklidir. Çünkü öğrencilerin günlük yaşamda ve mesleki alanda matematiksel modellemeyi kullanabilmeleri bunu kullanabilecek düzeye gelmeleri gerekmektedir… "(MÜHENDİS)

"… Üniversitede ders olarak verilmesinden ziyade eğitimin her aşamasında gerekli yeterlilikler verilerek eğitim planı oluşturmalı ve sağlam ve verimli bir düşünme sisteminin oluşturulması gereklidir…." (BİHTER)

"… Kesinlikle gerekli …" (DR. STRANGE)

"… Bu eğitimin verilmesi gerekiyor bence çünkü sorulara çok geniş bir çerçevede bakmamıza neden oluyor…" (MİCHELANGELO)

"… Herkesin yeterli miktarda modelleme bilgisine sahip olması gerektiğini düşündüğümden bu uygulamanın gerekli olduğunu düşünüyorum…." (SELİN)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel modelleme eğitiminin gerekliliğine ilişkin sorulan soruya benzer cevapları verdikleri, ancak fikrim yok ve

gerekli değil diyen mühendis adaylarının uygulamalar sonrası görüşlerinin değiştiği görülmektedir.

Tablo 90

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Matematiksel Modelleme Eğitimin Nasıl Olması Gerektiğine İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Nasıl bir matematiksel modelleme eğitimi	Matematiksel düşünme ve matematik becerisi kazandırmalı	6
		Soyut düşünme becerisi kazandırmalı	4
		Analitik zekayı geliştirmeli	5
		Uygulamalı olmalı	12
		Bilimsel olmalı	2
		Uygulama yapıldıktan sonra sonucu yorumlanmalı	2
		Yol gösterici olmalı	1
		Fikrim yok	5
		Yazılım kullanılmalı	3
		Yaratıcı düşünmeyi geliştirmeli	5
		Proje ve etkinlikler kullanılmalı	6
		Gerçek yaşama uygun olmalı	3
		Teorik olmalı	3
		Eğlenceli olmalı	1
		Düzenli dersler olmalı	3
Son Görüşme		Her kademede verilmeli	6
		Uygulamalı olmalı	15
		Proje ve etkinlikler kullanılmalı	5
		Aktif katılım sağlanmalı	5
		Matematiksel düşünme becerisi kazandırmalı	2
		Gerçek yaşama uygun olmalı	5
		Mesleki durumlar içermeli	4
		Düzenli dersler olmalı	4

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde matematiksel modelleme eğitiminin nasıl olması gerektiğine yönelik düşünceleri; *"matematiksel düşünme ve matematik becerisi kazandırmalı, soyut düşünme becerisi kazandırmalı, analitik zekayı geliştirmeli, uygulamalı olmalı, bilimsel olmalı, sonuçlar yorumlanmalı, yol gösterici olmalı, yazlım kullanılmalı, yaratıcı düşünmeyi geliştirmeli, proje ve etkinlikler kullanılmalı, gerçek yaşama uygun olmalı, teorik olmalı, eğlenceli olmalı, düzenli dersler olmalı"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına matematiksel modellleme eğitimin nasıl olması gerektiğine yönelik "uygulamalı olmalı, matematiksel düşünme ve matematik becerisi kazandırmalı, analitik zekayı geliştirmeli, yaratıcı düşünmeyi geliştirmeli ve proje ve etkinlikler kullanılmalı" düşüncelerin öne çıktığı görülmektedir. Beş mühendis adayı bu soruya ilişkin fikrim yok

şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiksel modelleme eğitiminin nasıl olması gerektiğine yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"… kesinlikle öğrencilerin teorik öğretimin yanında labaratuvar dersleri ile pratik öğretimde almaları gerekmektedir …" (MÜHENDİS)

"*… matematiksel modelleme konusunda kendimi yetkin görmediğimden dolayı gereklilik ve nasıl bir eğitim verilmesiyle alakalı pek bir fikrim yok açıkçası…"* (DONATELLO)

"… Eğer böyle bir eğitim verilicekse basit düzeyden başlanıp hayattaki örneklerle anlatılmasını tercih ederim…" (ELON MUSK)

"… Eğitim yüzeysel olmamalı denemeler yapılmalı ve sonuçlar irdelenmeli… (SCRAT)

"… bu eğitim de yazılımla birlikte verilmelidir…" (GUMBALL)

"… proje ve etkinliklerle desteklenmesi gerektiğini düşünüyorum …" (RAPHAEL)

"… her mühendis adayı için iyi bir öğrenim olurdu kolaydan başlanıp öğrencilerin kavrayabilir hale dönüştürülebilir eğlenceli hale getirilebilir …" (TECNA)

"… Analitik zekayı geliştirecek şekilde planlanmalıdır…" (DİEGO)

"… Haftanın belirli günlerinde hem teorik bilginin hem de uygulamalı eğitimin öğrencilere faydalı olacağını düşünüyorum …" (BİLL GATES)

"*… öğrenciyi düşünmeye iten ve beceri kazandırabilecek şekilde olmalı…"* (LAA LAA)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel modelleme eğitiminin nasıl olması gerektiğine yönelik düşünceleri; *"her kademede verilmeli, matematiksel düşünme becerisi kazandırmalı, uygulamalı olmalı, proje ve etkinlikler kullanılmalı, aktif katılım sağlanmalı, gerçek yaşama uygun olmalı, mesleki durumlar içermeli, düzenli dersler olmalı"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına matematiksel modellleme eğitimin nasıl olması gerektiğine yönelik "uygulamalı olmalı, proje ve etkinlikler kullanılmalı ve her kademede verilmeli" düşüncelerin öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel modelleme eğitiminin nasıl olması gerektiğine yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"*… Modelleme eğitimi daha çok uygulama ve denemeye yönelik eğitimle daha etkili olabilir…"* (DR.DRE)

"…Yani kişiler deneyerek ve uygulayarak modellemede etkili sonuçlara ulaşabilir …" (SCRAT)

"*… Mühendis adaylarına oluşturabilecekleri modellemeleri üniversitede de oluşturmaları ve meslek hayatına hazırlık açısından modelleme çalışmalarının çeşitlendirilmesi gerektiğini düşünüyorum …"* (TİNKY-WİNKY)

"…mesleki etkinlikler yapılıp ortaya matematiksek modelleme ürünleri koyulabilir…" (NAİROBİ)

"*… Eğitim sistemimizde sadece üniversitede ders olarak verilmesinden ziyade eğitimin her aşamasında gerekli yeterlilikler verilerek eğitim planı oluşturmalı ve sağlam ve verimli bir düşünme sisteminin oluşturulması gereklidir…"* (THOR)

"… modelleme dersi bence daha önceki eğitim kademelerinde de verilmeli …" (ELON MUSK)

"… Modelleme sürecinin nasıl olması gerektiğini, problemlerin modellenmesi, öğrencilere anlatım ve onların aktif katılımını sağlayacak eğitimler verilmelidir …" (NAZLI)

"*… Bilgilerin teoride kalmadığı hayal edilen şeyi uygulanarak dönütlerin alındığı bir ders işleyişi olabilir …" (*HAMSİ)

Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel modelleme eğitiminin nasıl olması gerektiğine ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak verilen farklı yanıtların azaldığı ve daha çok eğitimlerin uygulamalı olması konusunda aynı düşünceye sahip oldukları söylenebilir.

Ön ve son görüşmede yer alan yedinci soru "*Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını, eğer faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu açıklayınız.?*" olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 91 ve Tablo 92'de sunulmuştur.

Tablo 91

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Alınan Eğitimin Matematiksel Modelleme ile İlgili Bilgi ve Becerilere Katkısına İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşmeler	Kategori	Kod	f
Ön Görüşme	Üniversitede alınan eğitimin matematiksel modellemeye Katkısı	Katkısı olduğunu düşünüyorum	15
		Yeterli katkısı yok(kısmen)	3
		Fikrim yok	4
		Katkısı olduğunu düşünmüyorum	25
Son Görüşme		Katkısı olduğunu düşünüyorum	9
		Yeterli katkısı yok(kısmen)	6
		Katkısı olduğunu düşünmüyorum	29

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde üniversite süresince alınan eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerilere faydasının olup olmadığına yönelik düşünceleri; *"katkısı olduğunu düşünüyorum, yeterli katkısı yok. fikrim yok ve katkısı olduğunu düşünmüyorum"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında üniversite eğitiminin matematiksel modellleme becerisine katkısının olmadığı düşüncesinin öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında üniversite eğitimin matematiksel modelleme becerisine katkısına yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"… Aldığım eğitimin matematiksel modellemele ilgili becerilerini illaki katkısı olmuştur ve olacaktır …" (ANAİS)

"…aldığım eğitimin ve bence bu sene aldığım sayısal analiz dersinin bu konuda katkısı olduğunu, olacağını düşünüyorum. Çünkü bu dersler sayesinde aklıma gelen bir fikrin gerçekçi bir modelini oluşturabileceğim…" (MICHELANGELO)

"*… Henüz bu konuda bir fikre sahip değilim…"* (SELİN)

"… Ama dersler içinde geçse bile yeterince modelleme örneği görmüyoruz…" (LEONARDO)

"… direkt olarak 'matematiksel modelleme' adı altında bir eğitim almadık…" (BİHTER)

"… Hayır olmadı çok yüzeysel işlendiği ve gerekli önem verilmediği için bizlerde negatif etki yarattığını düşünüyorum…" (DİSPY)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde üniversite süresince alınan eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerilere faydasının olup olmadığına yönelik düşünceleri; *"katkısı olduğunu düşünüyorum, yeterli katkısı yok. fikrim yok ve katkısı olduğunu düşünmüyorum"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında üniversite eğitiminin matematiksel modellleme becerisine katkısının olmadığı düşüncesinin öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında aldıkları üniversite eğitimin matematiksel modelleme becerisine katkısına yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"… sinyal derslerinde hem sinyalin ifadesinde hem de grafiklerle modelleme kullanarak becerilerimizin arttığını düşünüyorum …" (DİEGO)

"… Ben aldığım eğitimin bu konudaki bir şey geliştirdiğini pek sanmıyorum… (RALPH)

… dersler içinde geçse bile yeterince modelleme örneği görmüyoruz veya sadece modelleme üzerine bir ders almadiğimiz için faydasını göremedik…" (LEONARDO)

"…Üniversite sürecinde matematik ve fizikte aldığımız eğitimin matematiksel modelleme de faydasına olacağı şüphesiz…" (TOKYO)

Ön ve son görüşmelerdeki cevaplara bakıldığında mühendis adaylarının üniversite eğitimin matematiksel modelleme becerisine katkısına yönelik yöneltilen soruya benzer cevapları verdikleri ve aynı kodların oluştuğu görülmektedir. Burada dikkat çeken farklılık katkısı olduğunu düşünmeyen ve yeterli katkısı yok diyen mühendislerin adaylarının arttığı bununla paralel pozitif düşünen veya fikri olmayan adayların azaldığı görülmektedir. Burada yaşanan negatif değişimin sebebi olarak uygulamalar sonucunda karşılaştıkları zorlukların etkisiyle kendilerinde olan eksikleri tespit ettikleri ve bunun da düşüncelerinde değişim meydana getirdiği söylenebilir.

Tablo 92

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Görüşmelerde Matematiksel Modellemeye Faydaları Olan Derslere İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Kategori	Kod	f
Matematiksel modellemeye faydası olan dersler	Bilgisayar destekli tasarım	3
	Otomatik kontrol sistemleri	1
	Elektronik içerikli dersler (proteusa)	4
	Biyomedikal sistemlerin modellemesi	2
	Matematik dersleri	11
	Kod dersleri	3
	Solidworks	5
	Fizik dersleri	7
	Fikrim yok	5
	Sayısal işaret işleme	1
	Programlama	5
	Mekanik dersler	3
	Enstrümantasyon dersleri	1
	Matlab	5

Mühendis adayları ile yapılan görüşmelerde matematiksel modelleme becerilerine faydası olduklarını düşündükleri dersleri; *"bilgisayar destekli tasarım, otomatik control sistemleri, elektronik içerikli dersler(proteusa), biyomedikal sistemlerin modellenmesi, matematik dersleri, kod dersleri, solidworks, fizik dersleri, işaret işleme, programlama, mekanik dersler, enstrümantasyon dersleri ve matlab"* şeklinde belirtmişlerdir. Bu derslerin frekanslarına "matematik, fizik, programlama, solidworks ve matlab" derslerinin öne çıktığı görülmektedir. Beş mühendis adayı bu soruya ilişkin fikrim yok şeklinde görüş bildirmiştir. Mühendis adaylarının görüşme sırasında matematiksel modelleme becerilerine katkısı olan derslere yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"...şu ana kadar görmüş olduğumuz Matlab, C++ gibi programlarda gündelik hayatımızda karşılaştığımız soruları matematiksel modelleme kullanarak bu programları aktarabiliyoruz ya da fizik dersinde bir aracın başlangıç pozisyonu hızı yönü gibi ifadeleri kullanarak matematiksel modelleme sayesinde ortaya bir denklem çıkartabiliyoruz…" (NAZLI)

"... solidworks dersi sayesinde modelleme konusunda bilmediğim bir alanı öğrenmeye başladım ve cisimlerin nasıl modellenebileceği hakkında bilgi sahibi oldum…" (LAA LAA)

"... Öncelikle kesinlikle matematik dersi hem zihnimizi daha çok işlem yapmaya ve sayısal düşünmeye yönlendirdiğinden bu alana katkısı en yüksek dersidir…" (DR.DRE)

"... fizik, matematik ve mat lap derslerinde matematiksel modellemeden yararlandığımızı düşünüyorum…" (HAMSİ)

"... Beni araştırmaya ve düşünmeye yönlendiren her ders bu eğitime fayda sağlar örneğin matematik fizik programlama ve bunlar gibi…" (BLOOM)

"... 3D modelleme olan Solidworks eğitimi benim için çok faydalı oldu. Elektronik derslerinde Proteusa daha çok ağırlık verilerek kalıcı bir öğrenmeye olanak sağlanabilir…" (SPİDER MAN)

"...Bilgisayar destekli modelleme matlab ve bu tür programların modelleme de yardımcı olduğunu düşünüyorum…" (İRON MAN)

Ön ve son görüşmede yer alan sekizinci soru "*Matematiksel modelleme uygulamaları mesleki anlamda size bir katkı sağlar mı.?*" olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 93'de sunulmuştur

Tablo 93

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Ön ve Son Görüşmelerde Matematiksel Modelleme Uygulamalarının Mesleki Katkısına İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod Ve Frekans Tablosu

Kategori		Kod	f
Ön görüşme	Matematiksel Modelleme Uygulamalarının Mesleki Katkısı	Fikrim yok	6
		Kısmen sağlar	4
		Sağlamaz	2
		Kesinlikle sağlar	10
		Sağlayacağını düşünüyorum	21
Son görüşme		Kesinlikle sağlar	15
		Kısmen sağlar	2
		Sağlayacağını düşünüyorum	28

Mühendis adayları ile yapılan ön görüşmelerde matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki katkısına yönelik düşünceleri; *"sağlayacağını düşünüyorum, kısmen sağlar, fikrim yok, sağlamaz ve kesinlikle sağlar"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki olarak katkı sağladığı düşüncesinin öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının ön görüşme sırasında matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki katkısına yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Kesinlikle sağlar. Çalıştığımız konu hakkında somutlaştırmaya daha kolay gidilebilir…" (SİD)

"…Biliyoruz ki Biyomedikal Mühendisliği yelpazesi çok geniş bir alan, matematiksel modellemenin özellikle bu işin hesap kitap işleriyle uğraşan dalına yönelik katkı sağlayacağına inanıyorum…" (DONATELLO)

"…Katkı sağlar daha boyutsal düşünmemize, ifade etmek istediğimiz sistemleri ve durumları matematiksel modelleme yardımıyla daha kalıcı hale getirebiliriz…" (DR. STRANGE)

… Matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki olarak bana katkı sağlayacağını düşünüyorum… (ANAİS)

"*…Her meslekte katkı sağlar bence çünkü mühendislik içeren dallarda bir işin yapılması plan aşamaları ve maliyetli çalışmalar isteyebilir. Bunun için yanılma payı ne kadar az olursa bizim için o kadar iyi olacaktır. Matematiksel modelleme ile bunu önceden görebiliriz…"* (İRON MAN)

"…Evet katkı sağlar sebebi ise bizim mühendislik alanında her zaman yeni ve yaratıcı fikirler ihtiyacımız vardır matematiksel modelleme ise düşünme ufkumuzu ve becerilerimizi geliştirdiğinden alanımızda bize katkısı olacağını düşünüyorum…" (DR.DRE)

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki katkısına yönelik düşünceleri; *"sağlayacağını düşünüyorum, kısmen sağlar ve kesinlikle sağlar"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki olarak katkı sağladığı düşüncesinin öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki katkısına yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Kesinlikle sağlar. Buna bir örnek vermek istiyorum: ortopedik implantların elektromanyetik alana maruziyetini inceleyen bir çalışmada insan vücudunun elektriksel özellikleri dikkate alınarak oluşturulmuş bir model ve modelin yakınına yerleştirilmiş bir

düzlem dalga kaynağı kullanılmıştı. Model üzerinde ilgilenilen dokudaki özgül soğurma oranı (SAR) değişimleri belirlenmişti. Bu SAR seviyelerini incelemek için fantom modelleme ve sayısal hesaplamalar kullanılmıştı. Yani herhangi bir çalışmalarımızda matematiksel modelleme kullanmak zorunluluk bile olabilir..." (BİHTER)

"...AR-GE alanında çalışmak istiyen bir mühendis adayı olarak, matematiksel modelleme hem eğitim hayatımda hem de iş hayatımda şahsıma çok fazla katkıda bulunacağını düşünüyorum..." (MÜHENDİS)

"...Matematiksel modelleme uygulamaları mesleki alanda bana yapacağım ürünlerin üretiminde ve çalışmasında yapılan hatanın en aza düşürülmesi yolunda katkı sağlar..." (DWIGHT EISENHOWER)

"...Olayları basitleştirerek bakma yeteneğimi artırarak karmaşık problemleri daha kolay çözmeme yardımcı olabilir..." (DİEGO)

"...Matematiksel modelleme uygulamalarının hem mesleki anlamda hem de günlük hayatımızda alternatif çözüm üretebilme becerisini kazandırdığını düşünüyorum..." (THOR)

"...Uygulamalarda anladım ki matematik olmazsa olmaz. Matematiksel modelleme de bu konunun ana bileşenlerinden olduğu için katkı sağlayacağını düşünüyorum..." (ŞEFTALİ)

"...Bence kesinlikle sağlar çünkü işi teoride bırakmamak demek zaten gerçek hayatımız demek. Ben meslek hayatımızda bu gibi çalışmaların çok meyvesini yiyeceğimizi düşünüyorum aslında bir nevi model bize gerçek hayatın kapılarını da açıyor diyebiliriz..." (BILL GATES)

Ön ve son görüşmelerdeki cevaplara bakıldığında mühendis adaylarının matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki katkısın yönelik yöneltilen soruya büyük ölçüde benzer cevapları verdikleri görülmektedir. Son görüşmelerde, ön görüşmelerde yer alan fikrim yok ve kesinlikle katkı sağlamaz şeklinde düşünen mühendislerin adaylarının olmadığı ve bununla birlikte kesinlikle katkı sağlar ve sağlayacağını düşünüyorum şeklinde görüş bildiren adayların arttığı görülmektedir. Burada yaşanan pozitif değişimin sebebi olarak uygulamalar sonucunda yaşadıkları deneyimlerin ileride mesleki anlamda katkı sağlayacaklarını düşündükleri ve bunun da düşüncelerinde değişim meydana getirdiği söylenebilir.

Son görüşmede yer alan dokuzuncu soru "*Uygulamalardaki modelleme problemlerini çözerken güçlükle karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız bu zorluklar nelerdir?"* olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 94'de sunulmuştur.

Tablo 94

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Son Görüşmedeki Uygulamalardaki Modelleme Problemlerini Çözerken Karşılaşılan Zorluklara İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod Ve Frekans Tablosu

Görüşme	Kategori	Kod	f
Son Görüşme	Matematiksel Modelleme Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar	Verilerin kullanımı	5
		Problemi anlama	18
		Alışılmamış problem türü	8
		Grup çalışması	2
		Zor /karmaşık olması	8
		Çok fazla sayısal veri olmaması	5
		Değişkenleri belirleme	6
		Modeli oluşturma ve ifade etme	5
		Sözel kısımların uzunluğu	4

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel modelleme sürecinde karşılaştıkları zorluklara yönelik düşünceleri; *"verilerin kullanımı, problemi anlama, alışılmamış problem türü, grup çalışması, zor/karmaşık olması, çok fazla sayısal veri olmaması, değişkenleri belirleme, modeli oluşturma ve ifade etme, sözel kısımların uzunluğu"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında matematiksel modelleme uygulamaları sırasında problem anlama, alışılmamış problem türü ve soruların zor/karmaşık olması düşüncesinin öne çıktığı görülmektedir. Mühendis adaylarının son görüşme sırasında matematiksel modelleme uygulamaları sürecinde karşılaştıkları zorluklara yönelik belirttikleri görüşlerin bazıları aşağıda sunulmuştur:

"…Karmaşık problemler olduğu için en başta anlamakta bile zorlandım. Birkaç kez okuyup soruyu anladıktan sonra da neyi nasıl yapacağına karar vermek zor. Grup çalışması şeklinde yaptığımız sorularda birçok görüş atılıyor ortaya çünkü problemlerin tek bir çözümü ya da tek bir cevabı olmuyor bu da grup içerisinde bazen çatışmalara yol açıyor. Sorular uzun bir düşünme gerektiriyor. Ben eleştirel düşünmekte ve sabırlı olmakta zorlandım…" (SELİN)

"…Modelleme problemlerini çözerken soruyu anlamlandırmada ve işleme dökmekte zorlandım…" (SCRAT)

"…Öncelikle problemleri anlamlandırırken biraz zorlandım. Çünkü daha önce bu tarz modelleme problemleriyle pek karşılaşmamıştım. Çoğu problemde genel bir çözüm fornülüne ulaşmamız isteniyordu bu aşamada da zorlandım…" (DİEGO)

"…Modellemeye dair sorularla ilk defa karşılaştık. Daha önceki eğitimlerimizde tek cevaplı soru tarzlarına alışmıştık fakat uygulamlarda çözdüğümüz sorular birden çok cevap içeren farklı sorular…" (NAİROBİ)

"…Çözmekte zorlandım. Zorlamamım sebebi daha önce böyle sorulara çok denk gelemem olabilir. Soruları okuduktan sonra soruları nasıl çözmeliyim diye baya düşünmem gerekti…" (ANAİS)

"…Modelleme sorularını çözerken fazlasıyla zorlandığımı söylemem lazım. Çünkü soruyu çözmek için öncelikle sorunun veri analizini iyi yapmak gerekli ama verilenlerle istenilen kısımları ilişkilendiremediğim için genellikle sorunun devamı da gelemedi. Modelleme soruları biraz daha kapsamlı bir düşünme gerektirdiği için bir mühendis adayı olarak bu konuda eksik kaldığımı düşünüyorum. Özellikle obezite sorusunda çok zorlandığımızı belirtmek isterim, kilo ve enerji değişimini algılayamadık. Çözümle alakalı uygun işlemler düşünemedik ve grup olarak da bir çözüme varamadık…" (BİLL GATES)

"…Modelleme problemlerini çözerken daha doğrusu çözme aşamasına geçmeden önce problemi anlamakta güçlük çektim. Problemi anladıktan sonraysa problemi matematiksel forma dönüştürmekte bazen de problemi matematikle ilişkilendirmede zorlandım…" (GUMBALL)

"…Hangi verileri kullanarak başlama konusunda zorlandım. Modellemeyi matematiksel olarak ifade etmekte güçlük çektim…" (DR.DRE)

"… Probleme bir bütün olarak bakıp anlamlandırmakta zorlandık ne kadar ezbere bir eğitimden geçtiğimizi fark ettik ama kafa yorunca ve arkadaşlarla beraber çözmeye çalışınca hepimiz farklı bir yere odaklandık fikirlerimizi birleştirince çözdüğümüz sorular oldu yani anlama kısmını hallettikten sonra gerisi geldi diyebilirim…" (ŞEFTALİ)

"… Problemleri anlamada ve çözmede sıkıntı yaşadık. Soruları çözmeye çalışırken klasik çözmeye odaklanıyor herhangi araştırma yapmayı düşünemiyorduk bundan dolayı soruları çözümlemede sorun yaşadık…" (SİD)

"…Matematiksel modelleme problemleri diğer problemlere göre oldukça daha zor…"

"…Bazı sorular aşırı uçuk ve zor olabiliyor anlamlandırmak zorlaşıyor böyle olunca…" (DARWİN)

"…Problemde veriler açıkça verilmediği için soruyu nasıl çözmeye başlamam gerektiğini anlamakta zorlandım…" (ELON MUSK)

"Modeli oluşturma ve modeli matematiksel olarak ifade etme basamağında zorluk yaşanıyor genelde…" (HAMSİ)

*"…Karşılaştığım zorluklardan biri, formulize ederken hangi değişkenleri neye göre ayarlayacağımdı…" (*MICHELANGELO)

"…Sayısal veri az veya hiç olmaması işi zorlaştırabilir…" (DONATELLO)

Matematiksel modelleme uygulamalarında mühendis adaylarının problemleri anlayamaması hemen hemen her grupta karşılaşılan en genel sorun olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Görüşler detaylı incelendiğinde problemlerin genel olarak anlaşılamama sebebinin, soruların katılımcılara zor/karmaşık gelmesi ve geleneksel problemler gibi tek cevap istenen, sayısal verileri hazır olan alışılmış problemlerden olmamaları ve bu nedenle uygulamaya katılan mühendis adaylarının zorlandıkları görülmüştür.

Son görüşmede yer alan onuncu soru "*Kendinizde uygulamalar sonrasında gözlemlediğiniz değişim ve gelişimler (aşamalar) nelerdir?"* olup bu soruya ilişkin görüşlere ait kategori, kod ve frekans bilgisi Tablo 95'de sunulmuştur.

Tablo 95

Mühendis Adaylarıyla Yapılan Son Görüşmedeki Onuncu Soruya İlişkin Görüşlere Ait Kategori, Kod ve Frekans Tablosu

Görüşme	Kategori	Kod	f
Son Görüşme	Bireysel Değerlendirme	Grup olarak çalışabilme	4
		Çok yönlü düşünme ve farklı bakış açıları kazanma	6
		Farklı problem türlerini tanıma/ farkına varma	8
		Model ve matematiksel model hakkında detaylı bilgi sahibi olma/ayırt edebilme	10
		Modellemenin mesleki uygulamalarını tanıma	7
		Günlük yaşamla ilişkilendirme	5
		Matematiksel modelleme basamakları hakkında bilgi sahibi olma	5
		Matematiksel modelleme problemlerini anlama ve çözebilme	12

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde uygulamalar sonrasında kendilerinde gözlemledikleri değişim ve gelişimlere (aşamalar) yönelik düşünceleri; *"grup olarak çalışabilme, çok yönlü düşünme ve farklı bakış açıları kazanma, farklı problem türlerini tanıma/ farkına varma , model ve matematiksel model hakkında detaylı bilgi sahibi olma/ayırt edebilme, modellemenin mesleki uygulamalarını tanıma, günlük yaşamla ilişkilendirme, matematiksel modelleme basamakları hakkında bilgi sahibi olma, matematiksel modelleme problemlerini anlama ve çözebilme"* şeklinde kodlanmıştır. Bu kodların frekanslarına bakıldığında mühendis adaylarının matematiksel uygulamaları sonrasında kendilerinde en çok

model ve matematiksel model hakkında detaylı bilgi sahibi olma/ayırt edebilme, farklı problem türlerini tanıma/ farkına varma ve matematiksel modelleme problemlerini anlama ve çözebilme düşüncelerinin öne çıktığı görülmektedir.

"…Grupla olduğunda herkesten bir fikir çıkıyor ortaya ve soruyu çözmüş oluyoruz, çözemesek bile belli bir aşama kaydetmiş oluyoruz. Dersin başlarında neredeyse kalem bile oynatamıyordum ama şimdi ne yapmam gerektiğini anladığım için özgüvenli bir şekilde soru hakkında fikir yürütebiliyorum…" (ELON MUSK)

"…Başlarda soruyu okuyunca bizden ne istediğini bile anlamıyordum bu soruda her şeyi eksik vermiş diye düşünüyordum. Ama sonrasında zaten modelleme sorulanın bu şekilde olduğunu ve benim düşünüp çıkarım yaptıktan sonra sorunun çözümüne geçeceğimi anladım. Ve genelde hep net kısa cevaplı sorulara alıştığımı için modelleme sorularının cevaplarının birden farklı olduğunu tek bir cevap olmadığını gördüm…" (DARWİN)

"…Uygulamalara ilk başladığımda soruların cevaplarını anlamlandırmada güçlük yaşıyordum fakat süreç içinde problemleri nasıl matematiksel modelleyebileceğimizi daha iyi anlamlandırdım…" (SİD)

"…Bence artık gerçek hayatta bulduğum problemleri matematikselleştirmekte sorun yaşamıyorum bu yararını gördüm. Her şeyin bir modelleme örneği olabileceğini düşünüyorum yolda gördüğüm şeylerden problem yaratmaya çalışıyorum ve çok eğlenceli geçiyo…" (RAPHAEL)

"…Matematiksel modellemeyi hangi aşamalarla kullanabileceğimi ve mesleğimde nasıl uygularsam daha sağlıklı sonuç alacağımı gördüm…" (DWIGHT EISENHOWER)

"…Öncelikle model ve matematiksel modelin farkını bilmiyordum. Matematiksel model deyince hep aklıma üç boyutlu cisimler geliyordu. Modelleme kavramı da aynı şekilde teknoloji tasarım gibi şeyler aklıma geliyordu. Üç boyutlu çizimleri tasarlama olarak anlıyordum. Halbuki çok başka bir şeymiş…" (IRON MAN)

"…İlk uygulamalarda soru çözerken tek cevap bulmamız gerektiğini düşündüğümüz için farklı cevaplar bulunca panik olmuştuk. Daha sonra asıl olması gerekenin bu olduğunu fark edince sorular üzerinde kendimiz de farklı yöntemler bulmaya çalıştık. Sadece bir yoldan çözmek yerine tartışma ortamı oluşturup soruları yorumladık… (BİLL GATES)

"…Uygulamaların başında matematiksel modellemenjn ne demek olduğunu bilmiyordum. Ancak simdi neyi ifade ettiğini ögrendim. Ayrıca bir modelleme sorusunu nasıl çözebileceğime dair fikir sahibi oldum…" (STELLA)

"…Çok yönlü düşünmeye başladım. klasik olmayan problemlere yönelik olumlu bir bakış kazandım. klasik problemlerle klasik olmayan problemler arasındaki farkı daha net anladım…" (LAA LAA)

"…Uygulamaların başında matematiksel modelleme sorularının neyi ölçmek istediğini veya nasıl olacağını kafamda tam oturtamazken şimdi matematiksel modelleme hakkında fikrim olduğu ve problemlerle uğraşmanın eğlenceli ve zihnimizi diğer problemlere göre daha fazla kurcalaması çok daha iyi oldu. Bence bu ders olarak okutulmalı ve mesleki örneklere ağırlık verilmeli…" (ATOMİ)

"…Bireysel olarak modelleme problemleri zor gelmekteydi. Daha sonra bu süreci grupça yönetmeye başladık ve bunun birbirimize çok daha fayda sağladığını gördüm. İletişimimiz ve problemlere bakış açımız gelişti…" (BLOOM)

"…Uygulamalara başlamadan önce havada kalacak çözümler bulduğumu uygulamalar sürecinde fark ettim. Yani daha çok genel bir çözüme ulaşmayan veya benim ulaştıramadığım soruya özgü çözümlere ulaşıyordum. Modelleme uygulamalarıyla birlikte çözümü formüle edebilmeyi az çok öğrenebildim. Bunun dışında matematiğin günlük hayatın içinde olduğunu daha da iyi gözlemledim…" (NOO NOO)

"…matematiksel modelleme soruları çözmem gerektiğini bana düşünmeyi öğrettiğini söyleyebilirim. Soruları çözerken hala zorlandığımı dile getirmeliyim…" (SPİDER MAN)

"…Uygulamalarda başlarda gerçek anlamda soru üzerinde kalem oynatamıyordum, sorunun benden istediğini de çok zor algılıyordum. Zamanla sorular gördükçe artık soruda verilen verileri nerede kullanacağımı, soruyla ilişkisini en azından ilk uygulamalara göre daha iyi ve çabuk kavradığımı düşünüyorum…" (TECNA)

5. BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERILER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde araştırma bulguları alt başlıklarında ayrıntılı olarak verilen sonuçlar betimlenecek ve bu sonuçlar ilgili literatür dâhilinde tartışılacaktır.

Bu bölümde araştırma bulguları alt başlıklarında ayrıntılı olarak verilen sonuçlar betimlenecek ve bu sonuçlar ilgili literatür dâhilinde tartışılacaktır.

5.1.1. Modeller ve Modelleme, Matematiksel Modelleme Özyeterliği ve Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması: Bu araştırmada ilk olarak mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışları, matematiksel modelleme öz yeterlikleri ve üst bilişsel farkındalık düzeylerinin tespit edilmesi, uygulamaların öncesinde ve sonrasında anlayış ve düzeylerin farklılaşıp farklılaşmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Literatüre bakıldığında mühendis adaylarının yukarıda belirtilen anlayış ve düzeyleri ile yapılan uygulamalar sonucu meydana gelen değişimleri inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Bu açıdan görülen eksiklik için çalışmanın önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

5.1.1.1. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modelleme ile İlgili Anlayışların Tartışılması: Araştırmanın birinci alt problemi "Mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışları (bilgi düzeyleri) nasıldır ve bu anlayışlar uygulama sonrası değişmekte midir?" şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası MMÖ'ye verdikleri yanıtlar incelenerek, modeller ve modellemeye yönelik anlayışları belirlenmiştir. Araştırmada elde dilen sonuçlara göre uygulama öncesi ve sonrası mühendis adaylarının MMÖ'nin tüm alt boyutlarında puan ortamalarının yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin toplam puan ortalamalarına bakıldığında ise yine yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Mühendis ve mühendis adayları üzerine bir çalışma olmamasına rağmen öğretmen/ öğretmen adayı ve öğrenciler üzerine farklı kademelerde yapılan çalışmalar bulunmaktadır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçları destekleyen çalışmalar olmakla birlikte farklılık gösteren araştırma sonuçları da bulunmaktadır. Ozay Köse ve Gül (2016), Çelik (2015), Ergin ve diğerleri (2012), Berber ve Güzel (2008), Harman (2012) ve Güneş ve diğerleri (2004) yaptıkları çalışmalarda çalışmanın bulgularını destek nitelikte öğretmen/öğretmen adaylarının yüksek seviyede model ve modelleme anlayışına sahip olduklarını belirlemişlerdir. Danusso ve diğerleri (2010), Barab ve diğerleri (2000), Justi ve

Gilbert (2002) ve Treagust ve diğerleri (2002) yaptıkları araştırmalarda katılımcıların model algılarının genel olarak düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Işık ve Mercan (2015) yaptıkları araştırmada matematik öğretmenlerinin model ve modelleme ile ilgili genel olarak yeterli bilgiye sahip olduklarını, Aktan (2013) fen bilimleri öğretmen adaylarının modeller ve modelleme hakkındaki görüşlerini belirlediği çalışmasında ise, öğretmen adaylarının modeller ve modelleme hakkındaki görüşlerinde farklılıklar ve yetersizlikler olduğunu tespit etmiştir.

İlk alt boyut olan çoklu temsiller olarak modellerin özellikleriyle ilgili olan maddelere mühendis adaylarının çoğununun, modellerin açıklanmak istenilen olay ya da olgu için farklı bakış açıları ile farklı versiyonlar içeren birçok model kullanılabileceğini düşündükleri görülmüştür. Bu sonuç Aslan ve Yadigaroğlu (2014) ile Güneş ve diğerlerin yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

TKM alt boyutunda mühendis adaylarının yaklaşık yarısı modellerin tam bir kopya olduğu ifadesini kabul etmemiş ve bir model gerçek bir nesneye benzemelidir görüşüne ise katıldıkları tespit edilmiştir. Treagust ve diğerleri (2002) yaptıkları araştırmada ise katılımcıların modelleri gerçeğin birebir kopyası veya gerçek nesnelerin küçültülmüş formları, gerçek yaşamın minyatürleri veya oyuncakları olarak algıladıkları tespit edilmiştir. Mühendis adaylarının çoğunluğunun modelin gerçek cismin ne olduğunu ve temsil ettiği olayı anlatabilmeli düşüncesine katıldıkları görülmüştür. Bu sonuçlar Berber ve Güzel (2009), Van Driel ve Verloop (1999) ve Güneş ve diğerlerinin (2004)' in çalışma bulguları ile benzerlik göstermektedir.

AAOM boyutunda ise mühendis adaylarının neredeyse tamamı modellerin gerçekleri fiziksel veya görsel olarak temsil edebileceğini ve bilimsel olayların zihnimizde bir resmini oluşturmamıza yardımcı olacağı görüşünü kabul etmektedir. Bu sonuç Güneş ve diğerleri (2004) ve Ozay Köse ve Gül (2016) araştırma bulgularıyla paralellik göstermektedir

Mühendis adaylarının bilimsel modellerin neden kullanıldığı konusunda yeterli bilgiye sahip olduğu söylenebilir. BMK boyutunda mühendis adaylarının uygulama öncesi "modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır" ifadesine yaklaşık yarısı "fikrim yok" şeklinde cevap vermiştir. Oysaki Patton (1990) modellerin araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine kesinlikle modellere ihtiyaç olduğunu söylemiştir. Uygulamalar sonucunda ise katılımcıların çoğunluğu bu ifadeye katıldıklarını belirtmişlerdir. Güneş ve diğerlerinin (2004)' in çalışma bulguları katılımcıların bu fikrin aksini düşündüklerini göstermiştir. Çelik (2015), Treagust ve diğerleri

(2002) ve Van Driel ve Verloop (1999)' un çalışmalarında ise araştırmamızın bulgularına benzer sonuçlar bulunmuştur.

MYD boyutunda mühendis adaylarının çoğunluğu modellerin ortaya çıkan yeni teoriler ve olaylar, inanışlardaki ve verilerdeki değişiklikler ve buluşlarla değişebileceğini ifade etmişlerdir. Van Driel ve Verloop (1999) bilimsel modellerin süreç içinde gelişip revizyona uğrayabileceğini, Harrison (2001) ise modeller gerçek olmadığını ve kabul gören modellerin yeni bilgilerle değişebileceğini söylemiştir. Grosslight ve diğerleri (1991) modellerin yeniden düzenlenebileceğini hatta gerekirse terk edilebileceğini Vosniadou (1994) modellerin değişken ve dinamik bir yapıya sahip olduklarını ifade etmişlerdir. Araştırmamızın sonuçları Aslan ve Yadigaroğlu (2014), Çelik (2015), Ergin ve diğerleri (2012), Harman (2012), Güneş ve diğerleri (2004) ve Ozay Köse ve Gül (2016) çalışmalarının bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarının MÖ ile ilgili olarak görüşlerine detaylı bakıldığında çoğunluğunun modellerin teorilerin üzerinde yapılan çalışmalar sonucu ortaya çıktıklarını kabul ettikleri ve neredeyse tamamının maketlerin birer model olduğu fikrine katıldıkları, yine yüksek oranlarda tablo, kimyasal sembol, formül ve şemaların birer model olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Güneş ve diğerleri (2004) çalışmalarında da öğretmen adaylarının model örnekleri konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklerını yine benzer şekilde Aktan (2013), Harman (2012), Işık ve Mercan (2015) ve Ergin ve diğerleri (2012) çalışmalarında öğretmen adaylarının verilen örneklerden hangilerinin model olarak ifade edileceği ile ilgili bilgilerinde eksiklikleri olduğunu belirlemişlerdir.

Mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası modeller ve modelleme anlayışları; ÖTM, TKM, AAOM, BMK, MYD, MÖ alt boyutları ve modeller ve modelleme toplam puan ortalamaları arasında uygulamalar sonrası lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç Korkmaz (2010) öğretmen adaylarıyla yaptığı araştırmada bulunan sonuçlarla uyumludur. Yapılan uygulamalar sonucu modeller ve modelleme ile ilgili olarak anlayışlarında olumlu değişimler olduğu görülmüştür. (Bu durum matematiksel modelleme uygulamalarının mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayışlarını olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir.) Başka bir ifadeyle yapılan modelleme uygulamaları ve mülakatların mühendis adaylarının model ve modelleme anlayış düzeylerini arttırdığı söylenebilir.

Ayrıca dördüncü alt probleme cevap olacak uygulama öncesi ve sonrası belirlenen modeller ve modelleme anlayışları cinsiyet, sınıf, lise türü ve daha önce modelleme eğitimi

alma durumu değişkenlerine göre karşılaştırılmıştır. Uygulama öncesinde elde edilen bulgulara göre; mühendis adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan modeller ve modellemeye yönelik anlayışları incelendiğinde sadece MÖ boyutunda kadın mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer faktörler ve toplam ön test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulama sonrasında elde edilen bulgulara göre ise mühendis adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan modeller ve modellemeye yönelik anlayışları incelendiğinde sadece TKM boyutunda erkek mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer alt boyutlar ve toplam son test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu sonuçlar Berber ve Güzel (2009), Aslan ve Yadigaroğlu (2014), Korkmaz (2010) ve Ozay Köse ve Gül (2016) çalışmalarının bulgularıyla paralelik göstermektedir.

Uygulama öncesinde ve sonrasında mühendis adaylarının sınıf düzeyi değişkenine bağlı olarak modeller ve modellemeye yönelik anlayışları tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçlar Aslan ve Yadigaroğlu (2014), Ozay Köse ve Gül (2016) ve Treagust ve diğerleri (2002) yapmış oldukları çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Ozay Köse ve Gül (2016) çalışmalarında sınıf düzeyi arttıkça modeller ve modelleme ile ilgili anlayış puan ortalamalarınında arttığı sonucuna ulaşmışlardır.

Mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası modeller ve modellemeye yönelik görüşleri incelendiğinde TKM faktörü hariç diğer boyutlarda ve toplam puan ortalamlarında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. ÇTM, AAM, BMK ve MÖ faktörlerinde ve toplam puan ortalamalarında meslek lisesi mezunu ve anadolu lisesi mezunu mühendis adaylarının ortalama puanlarının anadolu lisesi mezunu lehine istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür Uygulama sonrasında yapılan son test analiz sonuçlarına göre ise mühendis adaylarının lise türü değişkenine bağlı olarak modeller ve modellemeye yönelik anlayışları tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu konuda yapılan çok fazla araştırmaya rastlanılmamıştır.

Uygulama öncesinde elde edilen bulgulara göre; mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan modeller ve modellemeye yönelik anlayışları incelendiğinde sadece MYD boyutunda modelleme eğitimi alan mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer faktörler ve toplam ön

test puan ortalamaları ile modelleme eğitimi alma durumu değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulama sonrasında elde edilen bulgulara göre ise mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan modeller ve modellemeye yönelik anlayışları incelendiğinde sadece BMK boyutunda modelleme eğitimi alan mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer alt boyutlar ve toplam son test puan ortalamaları ile modelleme eğitimi alma değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Tüm boyutlarda uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanlar incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adaylarının modeller ve modellemeye yönelik anlayış puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür.

5.1.1.2. Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterlik Düzeyleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması: Araştırmanın ikinci alt problemi "Mühendis adaylarının matematiksel modelleme öz yeterlik inanç düzeyleri nasıldır ve bu düzeyler uygulama sonrası değişmekte midir?" şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası MMÖÖ'ye verdikleri yanıtlar incelenerek, matematiksel modelleme özyeterlikleri belirlenmiştir. Araştırmada elde dilen sonuçlara göre uygulama öncesi ve sonrası mühendis adaylarının MMÖÖ'nin tüm alt boyutlarında puan ortamalarının yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Ölçeğin toplam puan ortalamalarına bakıldığında ise yine yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Yel (2021) çalışmasında ulaştığı matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme özyeterliklerinin yüksek olduğu sonucu araştırmamızın bulgusuyla benzerlik göstermektedir. Siller ve Kuntze'nin (2011) ve Erdoğan (2019) yaptıkları araştırmalarda öğretmen adaylarının matematiksel modelleme özyeterliklerinin istenen düzeyde olmadığını ve geliştirilmesi gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterliklerinin geliştirilmesinin mühendislik eğitimi açısından da yararlı sonuçlar vereceği düşünülmektedir.

Gerçek problemi anlama ve gerçekliğe dayalı bir model oluşturma yeterlikleri boyutu uygulama öncesi ve sonrası sonuçlarına göre mühendis adaylarının belirgin bir kısmı bir veri setine yönelik tahminlerde bulunurken matematiksel ilişkilerden yararlanabildiklerini, geleceğe dönük kararlar verebilmeyi sağlayacak formüller ve grafikler üretebileceklerini ifade etmişlerdir Genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları belirlenmiştir.

Matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlayabilme yeterlikleri boyutu uygulama öncesi ve sonrası sonuçları incelendiğinde araştırmaya katılan mühendis adaylarının çoğunluğu gerçek yaşam problemlerini farklı şekillerde tanımlayabildiklerini, matematiksel bir probleme dönük elde ettikleri çözümü gerçek yaşam durumlarına uygulayabildiklerini ifade etmişlerdir. Matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlayabilme yeterlikleri boyutu genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları görülmektedir.

Modelde matematiksel sorunları çözebilme yeterlikleri boyutu uygulama öncesi ve sonrası sonuçları incelendiğinde araştırmaya katılan mühendis adaylarının önemli bir kısmının farklı problem durumlarında geliştirilen matematiksel modelleri karşılaştırabildiklerini ve matematiksel bir problemin çözümü için geliştirilen formülü yeni formüllerin geliştirilmesinde kullanabildiklerini ve matematiksel bir formülün doğruluğunu gerçek yaşam durumlarında gösterebildiklerini ifade etmişlerdir. Matematiksel sorunları çözebilme yeterlikleri boyutu genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları görülmektedir.

Gerçek modelden matematiksel model oluşturabilme yeterlikleri boyutu uygulama öncesi ve sonrası sonuçları incelendiğinde araştırmaya katılan mühendis adaylarının çoğunluğunun matematiksel model tasarlarken farklı araçlar (teknoloji, somut materyal vb.) kullanabildiklerini, matematiksel bir modeli uygun matematiksel gösterimlerle (grafik, fonksiyon vb.) ifade edebildiklerini ve matematiksel bir formül üzerinde derinlemesine düşünebildiklerini ifade etmiştirlerdir. Gerçek modelden matematiksel model oluşturabilme yeterlikleri boyutu genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları görülmektedir. Ji (2012) ortaöğretim seviyesinde gerçekleştirdiği çalışmasında modelleme uygulamalarında deneyimi olan öğrencilerin gerçek modelden matematiksel model kurma yeterlilikleri çerçevesinde daha başarılı olduklarını belirtmektedir.

Çözümü doğrulayabilme yeterlikleri boyutu araştırmaya katılan mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası sonuçları incelendiğinde büyük bir kısmının matematiksel problem durumu için çözüm geliştirdikten sonra modelleme sürecini gözden geçirebildiklerini ve matematiksel modelleme ile elde edilen çözümü eleştirel bir şekilde kontrol edebildiklerini, modelleme sürecinde olası hataları analiz ederek yaratıcı çözümler geliştirebildiklerini, matematiksel modelleme sürecinde alternatif çözümler üretebiliceklerini ve yaklaşık yarısının ise matematiksel bir modelin doğruluğunu göstermede kendilerine

güvendiklerini ifade etmişlerdir. Çözümü doğrulayabilme yeterlikleri boyutu genel ortalama puanlarına bakıldığında mühendis adaylarının yüksek düzeyde özyeterliğe sahip oldukları görülmektedir.

Mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası matematiksel modelleme özyeterlikleri ölçeği matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlayabilme yeterlikleri boyutu hariç diğer alt boyutlar ve matematiksel modelleme özyeterlik toplam puan ortalamaları arasında uygulamalar sonrası lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bu durum matematiksel modelleme uygulamalarının mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterliklerini olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir. Başka bir ifadeyle yapılan modelleme uygulamaları ve mülakatların mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeylerini arttırdığı söylenebilir. Bu durum Bandura (1997) ifade ettiği gibi doğrudan deneyimler yaşamanın özyeterlik inançlarının şekillenmesinde rol oynadığı teorsinden destek bulmaktadır.

Ayrıca beşinci alt probleme cevap olacak mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası belirlenen matematiksel modelleme özyeterlikleri cinsiyet, sınıf, lise türü ve daha önce modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre karşılaştırılmıştır. Uygulama öncesinde elde edilen bulgulara göre*;* mühendis adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan matematiksel modelleme özyeterlikleri incelendiğinde sadece matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlayabilme yeterlikleri boyutunda cinsiyeti erkek mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer boyutlar ve toplam ön test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulama sonrasında elde edilen bulgulara göre ise mühendis adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan matematiksel modelleme özyeterlikleri tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Bu sonuçlar Erdoğan (2019) ve Yel (2021) çalışmalarının bulgularıyla paralelik göstermektedir. Çapri ve Çelikkaleli (2008) ve Ünsal ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmalarda öğretmen adaylarının matematik özyeterlik inançlarının cinsiyete göre farklılaştığı sonucuna ulaşmışlardır.

Uygulama öncesinde ve sonrasında mühendis adaylarının sınıf düzeyi değişkenine bağlı olarak matematiksel modelleme özyeterkileri tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ortamaları incelendiğinde tüm boyutlarda ve toplamda 4. Sınıfta öğrenim gören mühendis adaylarının en yüksek matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamasına sahip oldukları görülmüştür. Bu

sonuçların aksine Erdoğan (2019) ve Yel (2021) çalışmalarında matematiksel modelleme özyeterlik inançlarının sınıf seviyesi değişkeni açısından istatistiki olarak anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. Çalışmalarda ve araştırmamızda benzer olan nokta sınıf seviyesi arttıkça matematiksel modelleme özyeterliklerininde arttığı dolayısıyla en yüksek puan ortalamasının 4. Sınıfların olduğu bulgusudur. Mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak matematiksel modelleme özyeterlikleri tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu konuda yapılan çok fazla araştırma bulunamamıştır.

Uygulama öncesinde elde edilen bulgulara göre; mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan matematiksel modelleme özyeterlikleri incelendiğinde sadece matematiksel sonuçları gerçek bir durumda yorumlayabilme yeterlikleri boyutunda modelleme eğitimi alan mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Diğer faktörler ve toplam ön test puan ortalamaları ile modelleme eğitimi alma durumu değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulama sonrasında elde edilen bulgulara göre ise mühendis adaylarının modelleme eğitimi alma durumu değişkenine bağlı olarak yapılan matematiksel modelleme özyeterlikleri tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Tüm boyutlarda uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanlar incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik puanlarının almayan katılımcıların puanlarının ortalamasından daha yüksek olduğu görülmüştür. Yel (2021) çalışmasında matematiksel modelleme dersi alan katılımcıların matematiksel modelleme özyeterlik puan ortalamalarının anlamlı bir şekilde modelleme dersi olan katılımcıların lehine farklılaştığı görülmüştür.

5.1.1.3. Mühendis Adaylarının Üstblişsel Farkındalık Düzeyleri ile İlgili Sonuçların Tartışılması: Araştırmanın üçüncü alt problemi "Mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalık düzeyleri nasıldır ve bu düzeyler uygulama sonrası değişmekte midir?" şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası ÜFÖ'ye verdikleri yanıtlar incelenerek, üst bilişsel farkındalıkları belirlenmiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre uygulama öncesi ve sonrası mühendis adaylarının ÜFÖ'nin uygulama öncesi yargısal farkındalık boyutu hariç diğer alt boyutlarında puan ortamalarının yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Kişisel farkındalık boyutu ile ilgili olarak madde ortalamalarına detaylı bakıldığında araştırmaya katılan mühendis adaylarının bir bilişsel

eyleme başlamadan önce veya bilişsel eylem sürecinde performanslarını etkileyecek kendi biliş bilgileri hakkında farkındalığa sahip oldukları görülmektedir. Organizasyonel farkındalık faktörü ile ilgili olarak madde ortalamalarına detaylı bakıldığında araştırmaya katılan mühendis adaylarının öğrenme sürecini, bir görevi yerine getirme sürecini, bir probleme çözüm üretme aşamalarını planlama ve uygulama ile ilgili yüksek düzeyde (bir farkındalığa sahip oldukları görülmektedir. Değerlendirme olarakta ele alınan yargısal farkındalık faktörü ile ilgili olarak madde ortalamalarına detaylı bakıldığında araştırmaya katılan mühendis adaylarının bir problemi çözdükten sonra çözüm sürecini ve çözüm yollarını değerlendirilmesiyle ilgili yüksek düzeyde bir farkındalığa sahip oldukları görülmektedir.

Ölçeğin toplam puan ortalamalarına bakıldığında ise yine mühendis adaylarının yüksek düzeyde üst bilişsel farkındalık düzeyine sahip oldukları görülmüştür. Aykut ve diğerleri (2016), Baykara (2011), Bedel ve Çakır (2013), Gül ve diğerleri (2015), Kaya (2013), Ekıcı, ve diğerleri, (2020), Dikmen ve Tuncer (2018), Uçkun ve diğerleri (2012) ve Deniz ve diğerleri (2014) yaptıkları araştırma sonucunda, katılımcıların yüksek düzeyde üstbilişsel farkındalığa sahip oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuçlar araştırmamızın bulgularıyla paralellik göstermektedir. Doğanay ve Demir (2012) çalışmalarında üstbilişsel farkındalık becerilerini yüksek bireylerin, bu becerileri daha düşük olan bireylere göre çeşitli alanlarda daha başarılı olabilecekleri sonucuna ulaşmışlardır.

Mühendislik eğitimindeki en önemli zorluklardan biri, geleceğin mühendislerinin mesleki becerilerinin öğretilmesi sorunudur Mühendislik öğrencilerinin neler yapıp yapamayacaklarını bilmeleri gerekir ve bu üstbiliş olarak tanımlanır. Sınıf ortamlarında üstbilişin nasıl geliştiği hakkında hala bilinmeyenlerin olduğu açıktır. Mühendislik öğrencilerinde gelişmiş üstbiliş üretmek için ne tür deneyimlerin en yararlı olabileceğini tahmin etmek için gereken üstbiliş ölçütlerinin belirlenmesi ve sisteme dahil edilmesi son derece önemlidir (Elliott vd., 2020). Lichtenstein ve diğerleri (2007) mühendislik öğrencilerinin üst bilişsel farkındalıkları üzerine yaptıkları araştırmalarında diğer disiplinlerdeki öğrencilere oranla daha düşük bir ortalamaya sahip olduklarını bildirmişler ve hizmete dayalı öğrenme deneyimleri (sınıf dışındaki ders fikirlerini tartışma, çeşitli tartışmalar / ödevler) öğrencilere sunarak bu durumun değişmesinin sağlanabileceğini ifade etmişlerdir. Lemons ve diğerleri (2011) mühendislik tasarım sorunlarını çözmek için en etkili ve verimli yolun üst bilişsel becerilere sahip olmak gerektiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca kendini yansıtma becerisi olan üst bilişsel becerinin çok önemli olduğunu ve mühendislik eğitimi içinde daha detaylı ve yoğun olarak ele alınması gerektiğini savunmuşlardır. Newell

ve diğerleri (2004) üstbilişin bir mühendislik ekibinin performansını artıracağını bildirmişlerdir.

Mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası üst bilişsel farkındalıkları; kişisel farkındalık ve yargısal farkındalık alt boyutları ve üst bilişsel farkındalık toplam puan ortalamaları arasında uygulamalar sonrası lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bu durum matematiksel modelleme uygulamalarının mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalıklarını olumlu yönde etkilediği şeklinde yorumlanabilir. Başka bir ifadeyle yapılan modelleme uygulamaları ve mülakatların mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalık düzeylerini arttırdığı söylenebilir. Organizasyonel farkındalık faktörü ön test son test puan ortalamaları arasında fark olmasına rağmen istatiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde eğitim-öğretim faaliyetleri ile üstbilişsel farkındalık düzeyinin arttırılabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Baltacı, 2009; Demirsöz, 2010; Ektem, 2007; Gelen, 2003; Yurdakul, 2004).

Ayrıca altıncı alt problem cevap olacak uygulama öncesi ve sonrası belirlenen üst bilişsel farkındalıkları cinsiyet, sınıf, lise türü ve daha önce modelleme eğitimi alma durumu değişkenlerine göre karşılaştırılmıştır. Uygulama öncesinde elde edilen bulgulara göre*;* mühendis adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan üst bilişsel farkındalıkları incelendiğinde kişisel farkındalık boyutu ve toplam ön test puan ortalamaları arasında kadın mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Organizasyonel ve yargısal farkındalık boyutları puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Uygulama sonrasında elde edilen bulgulara göre ise mühendis adaylarının cinsiyete bağlı olarak yapılan üst bilişsel farkındalıkları incelendiğinde ise yargısal farkındalık boyutu ve toplam son test puan ortalamaları arasında kadın mühendis adayların lehine istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Kişisel ve organizasyonel farkındalık son test puan ortalamaları ile cinsiyet değişkeni arasında istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yapılan analizler sonucu uygulama öncesi ve sonrası tüm alt boyutlar ve toplam puan ortalamalarında kadın mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalıklarının erkek müehendis adaylarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalar incelendiğinde cinsiyet değişkeninin üst bilişsel farkındalığın üzerinde etkisinin olduğu ve olmadığı çok sayıda araştırma olduğu görülmektedir. Akçam (2012), Akın ve Çeçen (2014), Aktaş (2013), Alcı ve Altun (2007), Ateş (2013), Bağçeci ve diğerleri (2011), Canca (2005), Uçkun ve diğerleri (2013), Demir ve Özmen (2011), Erdoğan ve Şengül (2014), Memiş ve Arıcan (2013) Saban ve Saban (2008), Topçu ve Tüzün (2009), Tunca ve

Şahin (2014) yaptıkları çalışmalarında üst bilişsel farkındalığın cinsiyete bağlı olarak değiştiği sonucuna ulaşılmışlardır. Bu bulgular çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Alcı ve Karataş (2011), Bakioğlu ve diğerleri (2015), Balcı (2007), Çikrıkci ve Odacı (2013) , Deniz ve diğerleri (2014), Dilci ve Kaya (2012), Ekici ve diğerleri (2019), Kapucu ve Öksüz,(2015), Kışkır (2011), Memnun ve Akkaya (2009), Özsoy ve diğerleri (2010), Öztürk ve Güral (2016), Öztürk ve Açıl (2020), Sapancı (2012) ve Tüysüz ve diğerleri(2008) yaptıkları araştırmalarda üstbilişsel farkındalığın cinsiyet değişkenine göre istatistiki olarak farklılık göstermediği sonucuna ulaşmışlardır.

Uygulama öncesinde mühendis adaylarının sınıf düzeyi değişkenine bağlı olarak üst bilişsel farkındalıkları kişisel farkındalık ve organizasyonel farkındalık alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Yapılan Scheffe testi sonuçları incelendiğinde bu farklılığın 2. sınıf ile 3. sınıf ve 1. sınıf ile 2. Sınıf arasında 2. sınıflar lehine olduğu tespit edilmiştir. Bunu sebebi 2. Sınıfların pandemi sürecinde bir yıl online eğitim gördükten sonra kısmen geçilen yüz yüze eğitim sürecinde projeye katıldıkları ve projenin onlarda uyandırdığı merak ve isteğin başlangıçta 2. sınıf öğrencilerinde farklılığa yol açtığı söylenebilir. Uygulama sonrasında mühendis adaylarının sınıf düzeyi değişkenine bağlı olarak matematiksel üst bilişsel farkındalık tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde ise istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bunun nedeni olarak yapılan uygulamalar sonucunda diğer sınıfların üst bilişsel farkındalık düzeylerinin olumlu yönde etkilendiği ve istatistiki anlamda bir farkın oluşmadığı söylenebilir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde üstbilişsel farkındalık düzeyinin sınıf seviyesine göre farklılaştığı ve farklılaşmadığı bulgusuna ulaşan çalışmalara rastlanmıştır. Literatür incelendiğinde Alcı ve Altun (2007), Belet ve Güven (2011), Bülent Alcı ve Yüksel (2012), Evran (2013), Erdoğan ve Şengül (2014), Demir ve Kaya (2015), Ekici ve diğerleri (2019), İflazoğlu Saban ve Güzel Yüce (2012), Koç ve Kuvaç (2016), Özsoy ve Günindi (2011), Sezgin Memnun ve Akkaya (2012), Tüysüz ve diğerleri (2008)'nın çalışmalarında üstbiliş ile sınıf düzeyi arasında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulmuşlardır. Üstbiliş ile sınıf düzeyi arasında anlamlı bir fark bulunmayan çalışmalarda mevcuttur (Deniz ve diğerleri, 2014; Emin ve Mehmet, 2015; Gürefe ,2015; Kaçar ve Sarıçam, 2015; Kaya ve Fırat, 2011; Özsoy ve diğerleri, 2010; Saban ve Saban, 2008; Şahin ve Küçüksüleymanoğlu, 2015; Yılmaz, ve diğerleri, 2015).

Mühendis adaylarının mezun olunan lise türü değişkenine bağlı olarak yapılan ön-test sonrası üst bilişsel farkındalıkları incelendiğinde organzisayonel farkındalık hariç diğer

boyutlarda ve toplam puan ortalamlarında istatistiki olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Organizasyonel farkındalık puan ortalamalarında düz lise ve diğer lise mezunu mühendis adaylarının ortalama puanlarının düz lise mezunu lehine istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür. Uygulama sonrasında yapılan son test analiz sonuçlarına göre ise mühendis adaylarının lise türü değişkenine bağlı olarak üst bilişsel farkındalık tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Sarıçam (2015), Özsoy ve Günindi (2011) ve Şen (2019) çalışmalarında öğretmen adaylarının üst bilişsel farkındalık puanlarının mezun oldukları lise türü bakımından anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmüştür. Bu sonuç araştırma bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Uygulama öncesinde ve sonrasında mühendis adaylarının modelleme eğitimi değişkenine bağlı olarak üst bilişsel farkındalık tüm alt boyut ve toplam puan ortalamaları incelendiğinde istatistiki olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Tüm boyutlarda uygulama öncesi ve sonrası ortalama puanlar incelendiğinde modelleme eğitimi almış mühendis adaylarının üst bilişsel farkındalık puanlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Dikkat çekici diğer bir nokta ise yapılan uygulamalar sonucu üst bilişsel farkındalık ön test son test ortalamları arasındaki farkın azalmasıdır. Bu sonuç Baltacı (2009), Demirsöz, (2010), Ektem, (2007), Gelen (2003) ve Yurdakul (2004) çalışma sonuçlarıyla tutarlılık göstermektedir.

5.1.1.4. Mühendis Adaylarının Modeller ve Modelleme Anlayışları, Matematiksel Modelleme Özyeterlik Düzeyleri ve Üstbilişsel Farkındalık Arasındaki İlişki ile İlgili Sonuçların Tartışılması: Araştırmanın yedinci alt problemi "Mühendis adaylarının modeller ve modelleme anlayışları, matematiksel modelleme özyeterlikleri ve üst bilişsel farkındalık düzeyleri arasında ilişki var mıdır" şeklinde oluşturulmuştur.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarının uygulama öncesi ve sonrası MMÖ, MMÖÖ ve ÜFÖ'den elde edilen bulgular sonucu aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.

Uygulamalar öncesi ve sonrası yapılan analizler sonucu mühendis adaylarının modeller ve modelleme anlayışları ile matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeyleri arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Mühendis adaylarının matematiksel modelleme özyeterlik inanç düzeyleri ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasında pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Mühendis adaylarının modeller ve modelleme anlayışları ile üstbilişsel farkındalık düzeyleri arasında pozitif yönde zayıf düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Maaß (2006)

çalışmasında, modelleme ile üst biliş bilgisi arasında bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Panaoura ve Philippou (2007) çalışmasında üst bilişsel becerileri ile matematik modelleme problemlerini çözme düzeyleri arasında ki ilişkinin olumlu yönde olduğu sonucuna varılmıştır. Lee, Teo ve Bergin (2009) çalışmasından modelleme problemleri çözme becerileri ile üst biliş arasındaki ilişkiyi pozitif yönde bir ilişki olduğu sonucuna varılmıştır. Karaoglan Yilmaz (2020) çalışmasında Matematiksel modelleme problemleri çözme becerisi ile üstbilişsel farkındalık arasında güçlü düzeyde bir ilişki olduğu görülmüştür. Lucangeli ve Cornoldi (1997) çalışmalarında matematiksel öğrenme alanları ile üst bilişsel arasında ileri seviyede üstbiliş becerileriyle ilişkisi olduğunu ortaya çıkarmıştır. Hidayat ve diğerleri (2018), matematiksel modelleme ve modelleme yeterlikleri ile üst biliş arasındaki bağlantıyı incelemişler ve sonuç olarak yüksek korelasyon olduğu belirlemişlerdir. Vorhölter (2019) matematiksel modelleme yeterlikleri ile üstbilişsel farkındalık arasında yüksek düzeyde bir ilişki olduğu ifade etmiştir. Bu sonuçlar araştırma bulgularıyla paralellik göstermektedir

Araştırma bulgularının aksine modelleme ve üst bilişsel farkındalık arasında ilişki bulunmayan çalışmalarda mevcuttur. Schukajlow ve Leiss (2011), öğrencilerin üstbilişsel yeterliklerinin matematiksel modelleme yeterliği arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Deniz (2017) lise öğrencilerine uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin üst bilişsel farkındalık istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmediği görülmüştür. Ünal ve diğerleri (2016) çalışmalarında modellemeye dayalı fen öğretiminin öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarında anlamlı bir gelişmeye yol açmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Maaβ (2006) üst bilişi, modelleme surecinde gerekli bir değişken olarak kabul etmektedir. Modelleme surecini ozel hale getiren, bilişsel ve ustbilişsel eylemleri acığa cıkarması ve bu eylemlerin etkileşim icinde olduğu ortamları oluşturmasıdır (Maaβ, 2006; Magiera ve Zawojewski, 2011). Üst biliş, yalnızca modelleme problemleri üzerinde çalışmak için değil, aynı zamanda modelleme yetkinliklerini geliştirmek için de yararlı olan bu küresel yetkinliklerden biri olarak kabul edilir (Kaiser ve Brand, 2015). Modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi için öncelikle öğrencilerin modelleme özyeterlik inançlarının yüksek olması önem taşımaktadır. Özyeterlik düzeyinin yükseltilebilmesi için öğrenciler kendi zayıf ve güçlü yönleri ile ilgili farkındalıklarının artırılması yani üstbilişsel bilgi ve becerilerini geliştirilmesi için bu sürecin paralel yürütülmesi gerekmektedir. Araştırma bulgularımızda elde edilen bulgular ışığında var olan ilişki düzeylerinin gücünün artırılması bundan sonraki yapılan deneysel çalışmalar için bir yol haritası olacağı düşünülmektedir.

5.1.2 Modelleme Problemlerinin Sonuçlarının Tartışılması:

Araştırmanın sekizinci alt problemi “Modelleme uygulamalarına katılan mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterlikleri nasıldır? şeklinde belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan mühendis adaylarına uygulamalar sırasında ilk olarak matematiksel modelleme yeterliklerinin ölçülmesi amacıyla kullanılacak olan asıl matematiksel modelleme problemlerine hazırlık amacıyla sorulan üç giriş modelleme problem için herhangi bir puanlama yapılmamış, grupların verdikleri cevaplar ve yorumlar olduğu gibi aktarılmıştır. Mühendis adayları soruların cevabı için genelde benzer yorumlar yapmışlardır. Mühendis adayları soruların daha önce karşılaştıkları rutin problemlerden değişik olduğunu, farklı bakış açıları gerektirdiği için grup çalışması olmasa soruların kendileri için karmaşık geleceğini ve sıkılarak soruları çözemeyebileceklerini belirtmişlerdir. Bu bulgular Korkmaz (2010) çalışmasının sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırmada mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini tespit etmek amacıyla dört farklı asıl matematiksel modelleme problemi uygulanmış ve matematiksel modelleme yeterlikleri hem genel olarak hemde alt yeterlik olarak belirlenmiştir.

Test Maliyeti, Dosya Kağıdı, Nasıl Depolayalım ve Obezite uygulamaları için mühendis adaylarının toplam puan ortalamaları incelendiğinde tamamında matematiksel modelleme yeterliklerinin yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Grup olarak değerlendirmede ise tüm uygulamalar için hesaplanan ortalama puanlara göre bir 1 grubun orta, 9 grubun yüksek ve 1 grubun çok yüksek düzeyde matematiksel modelleme yeterliğine sahip oldukları belirlenmiştir. Genel ortalama puanları incelediğinde ise mühendis adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin yüksek düzeyde olduğu görülmüştür. Mühendis adaylarının, genel olarak tüm modelleme problemlerinde çözüm için gerekli süreci tamamlamaya çalıştıkları görülmüştür. Tekin Dede (2015) yaptığı tez çalışmasında araştırma öncesi öğrencilerin bilişsel modelleme yeterlikleri incelenmiş ve öğrencilerin büyük çoğunluğunun modelleme yeterliklerinin düşük düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. TekinDede ve Yılmaz (2016) öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerini belirlemeye çalıştıkları araştırmalarında ise genel anlamda yeterli bir düzeyde yaklaşım sergiledikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmaya katılan bazı grupların azınlıkta olsa problemi anlama yeterliğinin zayıf düzeyinde kaldığı görülmüştür. Keskin (2008) çalışmasında öğretmen adaylarının problemi anlayamadıklarından dolayı, matematiksel model geliştirmeleri gereken sonraki adıma geçemediklerini ve değişkenler ve ilişkileri anlayamadıkları için elde edilen çözümlerin

sadece birkaçının modelleme yapabildiğini belirlemiştir. Modelleme sürecinin başarılı olabilmesi için problemin anlaşılması ve sadeleştirilmesi son derece önemlidir (Lesh ve Doerr, 2003). Llinares ve Roig'nin (2008) araşmalarında benzer şekilde problemin anlaşılmamasının uygun bir model oluşturma sürecinde sorun yaratacağını vurgulamıştır. Genç ve Karataş (2017)çalışmalarında bazı öğrencilerin modelleme sorularını anlayamadıkları için bilinçsiz olarak hesaplamalar yaparak problemin modelleme sürecinde zorluk yaşadıkları ve düşük seviyede kaldıklarını belirlemiştir. Bu sonuç çalışmamızın bulgularıyla benzerlik göstermektedir. Biccard (2010) araştırmasında başarı seviyesi düşük grubun problemi anlama yeterliği bakımından da düşük seviyede olduğunu ve anlama becerilerinin düşük olmasının modelleme yeterlik düzeylerini etkilediğini savunmuştur.

Araştırma sonuçları bize mühendis adaylarının çoğunluğunun matematikleştirme basamağında yeterli olduğunu göstermesine rağmen bir bölümünün modelleme uygulamalarının çözümleri bulmak için gerekli değişkenleri belirleyerek cebirsel bir ifade veya denklem yazmak suretiyle matematiksel(sembolik) bir dil kullanamadıkları tespit edilmiştir. Kalaycı (2017) çalışmasında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme beceri testinde genel olarak başarılı olmalarına rağmenbazı katılımcıların matematiksel modeli kurma, matematiksel problemi formüle etme yani matematikleştirme yapamadıkları ortaya çıkmıştır (Berry ve Houston 1995; Blum ve Leib,2007; Maab,2004; Moscardini, 1989). Çalışmasında matematikleştirme basamağında birçok model oluşturulduğunu ancak bazı öğrencilerin geliştirdikleri modellerin eksik ya da yanlış, sayıları rastgele kullanarak oluşturdukları modellerin problemin çözümü ile alakasız olduğunu belirlenmiştir. Cole ve diğerleri, (2010) çalışmalarında bir biyomedikal cihazın tasarımıyla ilgili etkinlikte sorunun açık uçlu bir ifadesinde, hiçbir mühendis adayının çözüme veya tasarıma yardımcı olmak için matematiksel bir model önermediğini başka bir ifade ile matematikleştirme bsamağını kullanmadığını belirlemiştir. Biccard (2010) matematikleştirme yeterliğinin, problemi anlama ve sadeleştirme yeterliği üzerine kurulduğunu belirtmesine rağmen Genç ve Karataş (2017) çalışmalarında bunun aksine öğrencilerin problemi anladıkları halde herhangi bir matematiksel model geliştiremediklerini tespit etmiştir. Bu araştırmaların bazı sonuçları çalışmamızın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Araştırma sonuçları matematiksel çözüm yeterliği kapsamında değerlendirildiğinde, grupların yaklaşık % 5'i matematiksel çözüm yeterliğinde sorun yaşamıştır. Bu öğrencilerin denklem, fonksiyon, eşitsizlik, olasılık vs gibi daha önce gördüğü temel kavramları kullanmak yerine, yaklaşık sayılar üzerinden aritmetik işlemleri yaptıkları,

çözüm sürecinin dağınık olduğu ve genel olarak başarılı bir matematiksel modelleme süreci takip etmedikleri görülmüştür. Ancak grupların neredeyse yarısı bu yeterlikte kısmen yeterli düzeyin olmaları dikkat çekmektedir. Bu sonuçların Kalaycı (2017) çalışmasında başarı seviyesi düşük grubun problemi anlama, matematikleştirme ve matematiksel çözüm yeterliklerinde de zorlandıkları ve yeterli yaklaşımlar sergileyemedikleri belirlemiştir. Huang (2018) çalışmasında mühendis adaylarının farklı matematiksel temsil biçimleri ve değişkenlerin/parametrelerin bilinen veya bilinmeyen, örtük veya açık, bağımsız veya bağımlı değişkenler olarak sınıflandırılması arasında geçiş yapmakta zorlandıklarını göstermiştir.

Araştırma sonuçları bize mühendis adaylarının matematiksel modelleme sürecinde en çok zorlandıkları basamağın yorumlama ve doğrulama olduğunu göstermektedir. Bu sonuç Huang (2018) ve Cole ve diğerleri (2010) mühendis adayları ile yürüttüğü çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Biccard (2010), Blum (2011), Galbraith ve Stillman (2006), Hıdıroğlu ve diğerleri (2014), Ji (2012), Kalaycı (2017), Maaß (2006), Maull ve Berry (2001), Özdemir (2014), Sekerak (2010), Tekin Dede ve Yılmaz (2013) çalışmalarında bazı katılımcıların yorumlama ve çözümü doğrulama aşamalarında yetersiz kaldıkları ve zorluklar yaşadıkları sonucuna ulaşmışlardır.

Uygulanan matematiksel modelleme problemleri detaylı incelendiğinde matematiksel modelleme çözüm sürecinde dört farklı yaklaşım olduğu söylenebilir. *Birinci yaklaşımda* bazı grupların problemi anlama konusunda sıkıntı yaşadıkları, yanlış çözüm yaptıkları ve problemleri herhangi bir matematiksel işlem yapmadan çözmeye çalıştıkları görülmüştür. İkinci yaklaşımda bazı grupların sadece problemi anlayıp problemle ile ilgili değişkenleri belirlemeye çalıştıkları, matematiksel herhangi işlem yapmadıkları ve kendi yorumlarına dayalı çıkarımlar yaptıkları tespit edilmiştir. *Üçüncü yaklaşımda* bazı grupların matematiksel model oluşturmadan yalnızca yüzeysel hesaplamalar sonucunda karşılaştırmalar yaparak sonuca ulaşmaya çalıştıkları görülmüştür. *Dördüncü yaklaşımda* ise bazı grupların problemlerde değişkenleri belirleyerek çözüm sürecinde hesaplama, eşitsizlik kurma, tablo oluşturma grafik çizme, ortalama bulma ve ilişkilendirme gibi işlemlerini yapabildikleri belirnemiştir. Tablolar, grafikler ve çizimler gibi temsil araçları ve sistemleri matematiksel modelleme sürecinin önemli parçaları olduğunu unutmamamak gerekir. Bu yaklaşımdaki mühendis adaylarının mmatematiksel modelleme aşamalarını takip ettikleri görülmüştür.

Bu sonuçlar, mühendislik eğitimi içerisinde modelleme becerilerinin kullanılmasında bir boşluk olduğunu ve bu yeterlikleri geliştirmek için eğitimsel müdahalelere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

5.1.3. Görüşmelerden Elde Edilen Sonuçların Tartışılması:

Araştırmanın dokuzuncu alt problemi *"Mühendis adaylarının model ve matematiksel modelleme ile ilgili düşünceleri nelerdir?* şeklinde düzenlenmiştir. Bu kısımda mühendis adayları ile yapılan ön ve son görüşmelerden elde edilen bulgular doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar tartışılmıştır. Literatür incelendiğinde mühendis ve mühendis adaylarına yönelik çalışmaya rastlanılmamıştır. Yapılan değerlendirmeler bu konuda daha önce farklı çalışma gruplarında yapılmış çalışmalar üzerinden incelenmiştir.

Mühendis adaylarıyla yapılan görüşmeler için belirlenen model, matematiksel modelleme ve bireysel değerlendirme ana temaları ve bunları kapsayan sorular ön ve son görüşme olarak mühendis adaylarına sorulmuştur.

Ön ve son görüşmede yer alan birinci soru "*Model denildiği zaman ne anlıyorsunuz? Model için günlük hayat ve mesleki anlamda hangi örnekler verilebilir? Sizce model kullanılmasının sebepleri neler olabilir*?" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir.bu soruda model teması altında model, model örnekleri ve model kullanım sebepleri kategorilerine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının model kavramının ne olduğuna ilişkin ön görüşme sonuçları incelendiğinde somutlaştırma, basitleştirme ve görüntünün, son görüşmelerde ise somutlaştırma, üç boyutlu nesne ve ürün kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının model kavramın ne olduğu sorusuna ön görüşme ve son görüşmelerde verdikleri cevaplara bakıldığında benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında ürün, araç, temsil ve kopya gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür. Ayrıca bazı mühendis adaylarının model yerine modellemeyi anlatmaya çalıştıkları görülmektedir. Harrison (2001) modeli karmaşık bir nesne veya sürecin basitleştirilmiş gösterimi olarak tanımlamıştır. Van Driel ve Verloop, (1999)'modelleri basitleştirilmiş şekiller veya semboller olarak ifade etmişlerdir. Mühendis adaylarının gerek ön görüşmede gerekse son görüşmede model için basitleştirme kavramını kullanmaları yukarıda belirtilen tanımla uyuşmaktadır. Akgün ve diğerleri (2013) çalışmalarında öğretmen adaylarının modeli bir şeyin belirli özelliklerini taşıyan temsili veya ürün, Işık ve Mercan (2015) çalışmalarında modeli temsili bir yapıyı ifade eden şekil olarak ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Sağırlı Özturan (2010) modeli, modelleme sonucu ortaya çıkan ürün olarak tanımlamıştır. Bu ifadeler çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

Modellerin kullanım sebeplerine ilişkin ön görüşme sonuçları incelendiğinde kullanım kolaylığı sağlama, anlaşılır hale getirme, somutlaştırma, daha iyi karar verebilme ve eksik

yönleri giderip çözüme kavuşturma, son görüşmelerde ise kullanım kolaylığı sağlama, anlaşılır hale getirme ve somutlaştırma düşüncelerinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde modellerin kullanım sebeplerine ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında ekonomik sebepler, test etme, planlı olma ve gerçeğe dönüştürme gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür. Korkmaz (2010) yılında yaptığı çalışmasında öğretmen adaylarının modellerin kullanılma sebebi olarak görsellik katma, kalıcılığı arttırma, konunun daha iyi anlaşılması, somut hale getirme, zihinde fikir oluşmasına yardımcı olma ve gerçeğe yakın halini görebilme fırsatı vermesi şeklinde görüş bildirmişlerdir. Bayazıt ve diğerleri (2011) araştırmalarında katılımcıların model kullanımının sağlayacağı kazanımlar konusunda olumlu düşüncelere sahip olduğunu ve bilginin kalıcılığını artıracağını düşündüklerini belirlemişlerdir. Işık ve Mercan (2015) öğretmen adaylarının model kullanımının, kalıcı öğrenme, ilgi çekme, ezberden uzaklaştırma, hızlı öğrenme, anlamayı kolaylaştırma ve soyut kavramları somutlaştırma gibi düşüncelere sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuçlar çalışmamızın bazı bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Model örneklerine ilişkin ön görüşme sonuçları incelendiğinde maket, matematiksel denklem-formül, bina modeli ve kıyafet modeli, son görüşmelerde ise ev/bina maketleri, saç, kıyafet ve araba modeli kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde model örnekleri olarak benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında saç modeli, araba modeli, terzi kalıpları gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür. Mühendis adaylarının neredeyse tamamının model örneği olarak somut materyalleri örnek olarak verdiği görülmektedir. Akgün ve diğerleri (2013) öğretmenlerin büyük çoğunluğunun model örneği sorulduğunda ders kitaplarında çokça gördüğümüz, daha ziyade çizim yoluyla elde edilebilen ve görsellik içeren şekil ve şemaları anladıklarını göstermektedir İncikabı ve Biber (2016)çalışmalarında öğretmen adayları model örnekleri olarak kavramın eşleştiği somut varlıklar (maketler, görseller) şeklinde ifade etmişlerdir. Korkmaz (2010) çalışmasında katılımcıların DNA modeli, dünya modeli, insanın maket modeli, hücre modeli ve kıyafet modelini model örneği olarak vermişlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızın bazı bulgularıyla paralellik göstermektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan ikinci soru "*İyi bir model nasıl oluşturulur? Bu süreçte matematiğin kullanımına yönelik düşünceleriniz nelerdir*?" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda model teması altında model oluşturma ve matematiğin kullanımı kategorilerine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının iyi bir model oluşturmaya ilişkin ön görüşme sonuçları incelendiğinde anlaşılır, planlama, detaylı düşünme ve basit olmalı, son görüşmelerde ise anlaşılır, planlama ve gerçeğe yakın olmalı düşüncelerinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde iyi bir model oluşturmaya ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında ekonomik, estetik, kullanışlı ve durumla ilgili olmalı gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür. İyi bir model oluşturulurken matematiğin kullanımına ilişkin ön görüşme sonuçları incelendiğinde matematiğin mutlaka kullanılması gerektiği ve önemi, hesaplama, sembollere olan ihtiyaç ve hatanın azaltılmasının, son görüşmelerde ise matematiğin mutlaka kullanılması gerektiği ve önemi, hesaplama-ölçme, sembollere olan ihtiyaç ve matematiğin araç olarak kullanımı düşüncelerinin öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde model oluşturulurken matematiğin kullanımına ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında güvenirliği sağlama, matematiğin araç olarak kullanımı ve oran gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür.

Ön ve son görüşmede yer alan üçüncü soru "*Matematiksel model nedir? Matematiksel modelle ilgili örnekler verebilir misiniz?*" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda matematiksel modelleme teması altında matematiksel model algısı ve matematiksel model örnekleri kategorilerine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının matematiksel model nedir sorusuna ilişkin ön görüşme sonuçları incelendiğinde matematiksel kavram, matematiksel dil, ifade etme ve somutlaştırmanın, son görüşmelerde ise aynı şekilde matematiksel kavramlar, matematiksel dil, ifade etme ve somutlaştırma kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel modele ilişkin sorulan soruya neredeyse tamamen aynı cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında sadece araç ve sembol kullanımı gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür. Mühendis adaylarının model ve matematiksel model kavramlarına kısmen aynı cevpları verdikleri görülmüştür. İncikabı ve Biber (2016) çalışmalarında matematiksel modellerin matematiksel ifadeleri somutlaştırmak için kullanıldığını ifade etmiştir. Bender (1978) matematiksel modeli, belli bir amaç için oluşturulan ve gerçeğin bir parçasıyla ilişkilendirilmiş soyut, basitleştirilmiş bir yapı olarak tanımlamıştır. Akgün (2013) ve Deniz ve Akgün (2017) çalışmalarında bazı öğretmenlerin matematiksel modelleri somut modeller ve görseller olarak ifade ettikleri görülmüştür. Matematiksel model özellikle ilköğretim düzeyinde yaygın olarak somut materyal kullanımı olarak ifade edilmektedir (Lesh vd., 2003).

Matematiksel model örneklerine ilişkin ön görüşme sonuçları incelendiğinde formül, grafik, denklem ve şekil, son görüşmelerde ise formül, grafik ve geometrik kavramlarının öne çıktığı söylenebilir. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel model örneklerine ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında sayılar ve semboller, parabol, pisagor teoremi, diziler-seriler ve tablo gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür. Meyer (1984), matematiksel modelleri değişken, sabit, fonksiyon, eşitlik, eşitsizlik, formül ve grafikler gibi matematiksel kavram parçaları olarak belirtmiştir. Akgün (2017) çalışmasının uygulamalar sonrası yaptıkları son görüşmesinde öğretmenlerin matematiksel modelleri tablo, şekil, grafik, denklem, eşitlik şeklinde tanımladıkları görülmüştür. Spanier (1980) her denklemin bir matematiksel model olabileceği düşüncesi mühendis adaylarının matematiksel model örneğine verdikleri denklem ve formül yanıtlarının doğru bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Buradan hareketle mühendis adaylarının uygulamlar sonrası matematiksel model ile ilgili bilgi eksikliklerinin azaldığı ve bir gelişim kaydettikleri söylenebilir.

Ön ve son görüşmede yer alan dördüncü soru "*Bir mühendis adayı olarak matematiksel modelleme kelimesi sizin için ne ifade etmektedir*?" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda matematiksel modelleme teması altında matematiksel modelleme algısı kategorisine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının matematiksel modelleme nedir sorusuna ilişkin ön görüşmelerde mühendis adaylarının büyük bir kısmının matematiksel modellemeyi matematiksel olarak ifade etme, formülize etme ve kolaylık sağlama olarak algıladıkları görülmektedir. Son görüşmelerde ise matematiksel modellemeyi "*gerçek hayat problemini matematiksel olarak çözme süreci"* olarak tanımladıkları görülmüştür. Akgün ve diğerleri (2013) çalışmalarında öğretmenlerin matematiksel modellemeyle ilgili yeterli bilgiye sahip olmadıklarını belirtmişlerdir. Özer Keskin (2008) çalışmasında öğretmen adaylarının neredeyse tamamının matematiksel modelleme ifadesinin tanımını tam olarak yapamadıklarını belirlemiştir. Işık ve Mercan (2015) öğretmenlerin matematiksel modelleme ile ilgili görüşlerinin incelendiği araştırmalarında katılımcıların matematiksel modelleme kavramını somut materyal kullanma ve gerçek yaşam problemi olarak algıladıkları, Deniz ve Akgün (2017) öğretmenlerin bir kısmının bu konuda bilgilerinin olmadığını veya somut materyal hazırlama ve kullanma şeklinde ifade ettikleri görülmüştür. Güder (2013) de yapmış olduğu çalışmada öğretmenlerin matematiksel modellemeyi; matematiksel ifadelerin somutlaştırılması ve görselleştirilmesi, materyal kullanma çabası şeklinde tam olarak ifade

edemedikleri sonucuna varmıştır. Bu çalışmalar matematiksel modellleme konusunda eksikliklerin olduğunu göstermektedir. Matematiksel modelleme gerçek hayat problemlerini çözme sürecidir (Özer Keskin, 2008). Yani gerçek hayat problemlerinin matematik dünyasına taşınarak matematik dilinde ifade edilmesini içeren bir süreçtir (Güzel ve Uğurel, 2010). Uygulamaların sonunda mühendis adaylarının matematiksel modelleme algılarıyla bu tanımlamalar ile örtüştüğü görülmektedir. Ön görüşmeden ve yapılan uygulamalardan sonra görüşlerinin değiştiği ve daha farklı açılardan baktıkları söylenebilir. Yine Deniz ve Akgün (2017) çalışmalarında yapılan uygulamalar sonucu son görüşmelerde öğretmenlerin matematiksel modellemeyi matematiksel model oluşturma veya günlük hayat problemlerinin matematiksel çözümü şeklinde belirttikleri yani matematiksel modellemeyi daha doğru bir şekilde ifade ettiklerini belirlemiştir. Biccard ve Wessels (2011), Ji (2012), Kaiser (2007), Maaß (2006) ile Tekin Dede (2015) çalışmalarında yapılan eğitim ve uygulamalar sonrası modellemeye yönelik görüşlerin değişebiliceği bununla birlikte modelleme yeterliklerinin geliştirilebileceği sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuçlar çalışma bulgularımızla benzerlik göstermektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan beşinci soru "*Matematiksel modelleme için gereken yeterlikler var mıdır? Varsa nelerdir*?" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda matematiksel modelleme teması altında matematiksel modelleme için gereken yeterlikler kategorisine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının matematiksel modelleme için gereken yeterlikler sorusuna ilişkin ön görüşmelerde dört işlem /matematik bilgi ve becerisi, anlama becerisi ve analiz etme becerisi, son görüşmelerde ise matematik bilgi ve becerisi, anlama becerisi ve problem çözme becerisi kavramlarının öne çıktığı görülmüştür. Ayrıca ön görüşmede iki mühendis adayının matematiksel modelleme için herhangi bir yeterliğe gerek olmadığını düşündükleri belirlenmiştir. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel model için gerekli yeterliklere ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak son görüşmelere bakıldığında problem çözme becerisi, akıl yürütme becerisi, üst bilişsel beceri ve tahmin etme becerisi gibi yeni cevaplar verdikleri görülmüştür. Korkmaz (2010) çalışmasında öğretmen adaylarının "matematik bilgi ve birikimi, yorum yapabilme "yeterliklerinin modelleme yapabilmesi için gereken yeterlikler olarak kesinlikle olmasını gerektiğini ve bunun sebebinin çalışmanın bu kısımlarında zorluk yaşamış olmalarından kaynaklanabileceğini ifade etmiştir. Erbaş ve diğerleri (2014) çalışmalarında matematiksel modelleme sürecinde başlangıçta güçlü bir matematik bilgisi ve beraberinde belirli

matematiksel modelleme teknikleri bilgisine ihtiyaç duyulduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuçlar araştırmanın bazı bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan altıncı soru "*Üniversitelerde mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim veriliyor mu? Bunun gerekliliği ve nasıl bir eğitim verilmesi gerektiğine yönelik görüşleriniz nelerdir*?" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda matematiksel modelleme teması altında üniversitelerde matematiksel modelleme eğitimi, gerekliliği ve nasıl bir modelleme eğitimi olmalı kategorilerine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının üniversite eğitiminde matematiksel modelleme eğitimine ilişkin ön görüşmelerde çoğunlukla verilmediği ve verilen eğitimin yeterli olmadığı, son görüşmelerde ise verilmediğini düşündükleri görülmüştür. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde üniversitelerde matematiksel modelleme eğitimine ilişkin sorulan soruya hemen hemen aynı cevapları verdikleri matematiksel modelleme kavramını daha yakından öğrendikçe ve uygulamalar sırasında açığa çıkan sıkıntılar sonucu yeterli olmadığı düşüncesinin verilmiyor şeklinde değiştiği görülmüştür. Mühendislik programlarının kendi içindeki matematik ve mesleki dersler arasında da bir kopukluk vardır. Mühendislik programlarında, zorunlu matematik dersleri (matematik, doğrusal cebir veya diferansiyel denklemler gibi) genellikle mesleki derslerden ayrı olarak öğretilir; sonuç olarak, bu derslerin içeriği genellikle mühendislik uygulamalarından koparılır (Gonzalez-Martin ve Hernandes-Gomez, 2020). Wood (2008) mühendislikteki son sınıf öğrencileri için matematik derslerinde öğrendikleri ile mesleki uygulamalarındaki uygulamaları arasındaki bağlantının genellikle belirsiz olduğunu bildirmiştir. Bu durum yukarıda mühendis adaylarının beklentileriyle paralellik göstermekte ve bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Matematiksel modelleme eğitiminin gerekliliğine ilişkin ön görüşmelerde ve son görüşmelerde gerekli olduğunu düşündükleri ancak ön görüşmelerde fikrim yok ve gerekli değil diyen mühendis adaylarının uygulamalar sonrası görüşlerinin değiştiği ve gerekli olduğunu düşündükleri görülmüştür. Yukarıdaki sonuçlarla birlikte değerlendirildiğinde modelleme eğitimin gerekli ama yeterli bir eğitim verilmediği sonucuna ulşaılabilir. Literatüre bakıldığında üniversite düzeyinde matematiksel modelleme eğitiminin yetersizliği ve matematiksel modelleme derslerinin programlarında ayrı bir ders olarak okutulması gerekliliği vurgu yapılmıştır (Kaiser ve Schwarz, 2006; Kal, 2013; Kertil, 2008, aktaran İncikabı ve Biber, 2016). Maab (2007), Spanier (1992), McLone (1976) ve Kaiser'in (2007) yaptığı çalışmalarda olduğu gibi öğretmen adayları üniversitede matematiksel modelleme ile

ilgili bir dersin açılması görüşünde oldukları ortaya çıkmıştır. Özer Keskin (2008) çalışmasında matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemenin öğretim programında yer alması gerektiği hatta uygulamalar sonrası anaokulundan üniversiteye kadar her kademede matematiksel modellemeye yer verilmesini yararlı bulduklarını belirlemiştir. Mühendislik eğitimindeki birçok araştırmacı matematiksel modellemenin mühendislik eğitiminin önemli bir yönü olduğu konusunda hemfikirdir (Duka ve Zeidmane,2012; Hernandez-Martinez ve Vos, 2017; Huang, 2011).

Matematiksel modelleme eğitimi nasıl olmalı sorusuna ilişkin ön görüşmelerde uygulamalı olmalı, matematiksel düşünme ve matematik becerisi kazandırmalı, analitik zekayı geliştirmeli, yaratıcı düşünmeyi geliştirmeli ve proje ve etkinlikler kullanılmalı, son görüşmelerde ise uygulamalı olmalı, proje ve etkinlikler kullanılmalı ve her kademede verilmeli görülmüştür. Mühendis adaylarının ön görüşme ve son görüşmelerde matematiksel modelleme eğitiminin nasıl olması gerektiğine ilişkin sorulan soruya kısmen benzer cevapları verdikleri, ancak verilen farklı yanıtların azaldığı ve daha çok eğitimlerin uygulamalı olması konusunda aynı düşünceye sahip oldukları belirlenmiştir. Mühendislik programlarının kendi içindeki matematik ve mesleki dersler arasında da bir kopukluk vardır. Nathan ve diğerleri (2010), öğrencilerin matematiksel kavramlar ve belirli bir mühendislik konusu arasında açık bağlantılar kurabilirlerse, matematikle ilgili kavramsal anlayışlarını bir mühendislik etkinliğine başarıyla aktarmanın daha olası olduğunu savunmaktadır. Matematiksel modelleme, mühendislerin ihtiyaç duyduğu karmaşık ve eksik tanımlanmış sistemlerin çoğuna hitap edebileceğinden, eğitimcilerin mühendislik sınıfında ihtiyaç duyulan çok çeşitli eğitim hedeflerini ele almaları için yararlı bir araç olabilir. Bu nedenle, mühendislik alanı matematiksel modelleme tekniklerini kullanarak her zamankinden çok daha geniş bir bilgi tabanını öğretmek için konumlandırılmıştır (Katehi vd., 2004). Birçok matematik ve mühendislik eğitimi araştırmacıları verilecek eğitimlerin, mühendis adaylarına okul matematiğinin dışında kullanmaları için ek araçlar sunarak ve onları sınıf dışında gerçek hayat matematiğine maruz bırakarak uygulama becerilerinin geliştirilmesi gerektiğine inanmaktadır (Blum ve Niss, 1991; Blum ve Borromeo Ferri, 2009; Huang, 2018; Sole, 2013). Bu bağlamda mühendislik eğitimi içinde matematiksel mdelleme eğitiminin nasıl olacağı oldukça önemlidir. Bu aşamada matematik ve mühendislik eğitimcileri hem öğrencilerin hemde sektörün beklentilerini karşılayacak şekilde modelleme eğitiminin mühendislik eğitimine entegrasyonu konusunda birlikte hareket ederek düzenlemeler yapmaları gerekmektedir.

Ön ve son görüşmede yer alan yedinci soru "*Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını, eğer faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu açıklayınız.*?" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda matematiksel modelleme teması altında üniversitelerde alınan eğitimin matematiksel modellemeye faydaları ve faydası olan dersler kategorilerine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının üniversite eğitiminin matematiksel modellemeye katkısına ilişkin ön ve son görüşmelerde katkısının olmadığı düşüncesine sahip görülmüştür. Ön ve son görüşmelerdeki cevaplara bakıldığında mühendis adaylarının üniversite eğitimin matematiksel modelleme becerisine katkısına yönelik yöneltilen soruya benzer cevapları verdikleri ve aynı kodların oluştuğu görülmektedir. Burada dikkat çeken farklılık katkısı olduğunu düşünmeyen ve yeterli katkısı yok diyen mühendislerin adaylarının arttığı bununla paralel pozitif düşünen veya fikri olmayan adayların azaldığı görülmektedir. Burada yaşanan negatif değişimin sebebi olarak uygulamalar sonucunda karşılaştıkları zorlukların etkisiyle kendilerinde olan eksikleri tespit ettikleri ve bunun da düşüncelerinde değişim meydana getirdiği söylenebilir. Keskin Özer (2008) öğretmen adaylarının uygulama sonrasında matematiksel modelleme ile ilgili bilgiye sahip olduktan sonra üniversite eğitimin yeterli olmadığı düşüncesi çalışmamızın bulgularını desteklemektedir. Matematiksel modelleme becerilerine faydası olduklarını düşündükleri dersleri matematik, fizik, programlama, solidworks ve matlab olarak belirtmişlerdir. Keskin Özer (2008) çalışmasında üniversite süresince aldıkları eğitimde Spanier (1980), Sağlam ve Chaachoua (2006) ve Hermann ve Hirsberg'in (1989) ifade ettiği gibi diferensiyel denklemler dersinin katkısı olduğunu belirtmiştir.

Ön ve son görüşmede yer alan sekizinci soru "*Matematiksel modelleme uygulamaları mesleki anlamda size bir katkı sağlar mı*?" şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda matematiksel modelleme teması altında modelleme uygulamalarının mesleki katkısı kategorilerine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Ön ve son görüşmelerdeki cevaplara bakıldığında mühendis adaylarının matematiksel modelleme uygulamalarının mesleki katkısının olduğunu düşündükleri belirlenmiştir. Son görüşmelerde, ön görüşmelerde yer alan fikrim yok ve kesinlikle katkı sağlamaz şeklinde düşünen mühendislerin adaylarının olmadığı ve bununla birlikte kesinlikle katkı sağlar ve sağlayacağını düşünüyorum şeklinde görüş bildiren adayların arttığı görülmektedir. Burada yaşanan pozitif değişimin sebebi olarak uygulamalar sonucunda yaşadıkları deneyimlerin

ileride mesleki anlamda katkı sağlayacaklarını düşündükleri ve bunun da düşüncelerinde değişim meydana getirdiği söylenebilir. Alpers (2010), mühendislik eğitimi sırasında verilecek modelleme dersi öğrencilerin uygulama konularında kullanılan matematiksel kavramları, modelleri ve prosedürleri anlamasını, kurmasını ve kullanmasını sağlamalı ve öğrencilere gelecekteki profesyonel yaşamları için sağlam bir matematiksel temel oluşturmalıdır. Bir durumu algılarken ve analiz ederken matematiği sorunsuz kullanma yeteneği, mühendislerin günlük meslekleriyle yakından bağlantılı bir şeydir. Profesyonel bir mühendisin birçok görevi, bir tür matematiksel modelleme yapma becerisini içerir (Huang, 2011).

Son görüşmede yer alan dokuzuncu soru "*Uygulamalardaki modelleme problemlerini çözerken güçlükle karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız bu zorluklar nelerdir?"* şeklinde mühendis adaylarına yöneltilmiştir. Bu soruda matematiksel modelleme teması altında modelleme uygulamalarının sırasında karşılaşılan zorluklar kategorilerine yönelik cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adayları ile yapılan son görüşmelerde matematiksel modelleme sürecinde karşılaştıkları zorluklara yönelik olarak, matematiksel modelleme uygulamaları sırasında problemi anlama, alışılmamış problem türü ve soruların zor/karmaşık olması düşüncelerinin öne çıktığı görülmüştür. Matematiksel modelleme uygulamalarında mühendis adaylarının problemleri anlayamaması hemen hemen her grupta karşılaşılan en genel sorun olarak ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Görüşler detaylı incelendiğinde problemlerin genel olarak anlaşılamama sebebinin, soruların katılımcılara zor/karmaşık gelmesi ve geleneksel problemler gibi tek cevap istenen, sayısal verileri hazır olan alışılmış problemlerden olmamaları ve bu nedenle uygulamaya katılan mühendis adaylarının zorlandıkları görülmüştür. Deniz (2014), Deniz ve Akgün (2017), Eraslan (2012), Genç ve Karataş (2017), Korkmaz (2010), Llinares ve Roig'nin (2008), Özer Keskin (2008) ve Sağıroğlu ve Karataş (2018) çalışmalarında ilk defa bu tarz problemlerle karşılaşan öğrencilere soruların zor ve karmaşık geldiği bununla birlikte problemi anlamayan öğrencilerin matematiksel model oluşturma, modelin çözümü ile yorumlama basamaklarını gerçekleştiremediği sonucuna ulaşmışlardır. Bu sonuç çalışmamızın bulgularıyla benzerlik göstermeketdir. Ayrıca sonuçlar modelleme yeterliklerinin değerlendirildiği sekizinci alt problem bulgularıyla da tutarlıdır.

Son görüşmede yer alan onuncu soru "*Kendinizde uygulamalar sonrasında gözlemlediğiniz değişim ve gelişimler (aşamalar) nelerdir?"* şeklinde mühendis adaylarına

yöneltilmiştir. Bu soruda bireysel değerlendirme teması altında aynı kategori olarak cevaplar değerlendirilmiştir.

Mühendis adaylarının matematiksel uygulamaları sonrasında kendilerinde en çok model ve matematiksel model hakkında detaylı bilgi sahibi olma/ayırt edebilme, farklı problem türlerini tanıma/ farkına varma ve matematiksel modelleme problemlerini anlama ve çözebilme düşüncelerinin öne çıktığı görülmektedir.Üniversite düzeyinde Caron ve Belair (2007) tarafından yapılan bir araştırmada öğrencilerin uygulamalar sonucu ilk duruma göre matematiksel modelleme ile ilgili olarak farklılık gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Nyman ve Berry (2002) modelleme sürecinde rol oynayan becerilerin, modelleme dersleriyle geliştirilebiliceğini ifade etmiştir. Haines ve Crouch (2007) ve Özer Keskin (2008) çalışmalarında matematik öğretmeni adaylarının modelleme problemi çözerken, problemi anlama ve hangi aşamaların izleneceği gibi bazı eksiklerini tamamladıklarını belirtmişlerdir Şahin ve Eraslan (2019) ve Karalı (2013) çalışmalarında modelleme uygulamalarının, günlük hayat problemlerini çözmede üst-düzey düşünme yollarının kullanılıp geliştirilmesinde pozitif katkıları olduğunu, Kang ve Noh (2012) ile Ng (2013) akıl yürütme, iletişim, problem çözme ve soru sorma becerilerini geliştirdiğini sonucuna ulaşmışlardır. Özer Keskin (2008), Thomas ve Hart (2010), Işık ve Mercan (2015), Güder (2013), Tekin-Dede ve Bukova-Güzel‟in (2013) çalışmalarında modelleme uygulamaları sonucunda motivasyon ve matematiğe karşı olan ilginin arttığı sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuçlar araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir.

5.1.4. Genel Değerlendirme: Mühendislik öğrencileri için matematiksel modelleme sadece özel bir konu değil, aynı zamanda gelecekteki mesleklerinde ihtiyaç duyacakları bilgidir. Bu nedenle, modelleme faaliyetlerini mühendislik eğitimi içerisindeki matematik derslerine entegre etmek, matematiksel modelleme talimatını uygulamak için uygun bir yaklaşımdır.

Araştırma sonuçlarına göre matematiksel modelleme uygulamaları mühendis adaylarının model ve modelleme anlayışları, matematiksel modelleme özyeterlikleri ve üst bilişsel farkındalıkları üzerine istatistiki anlamda anlamlı ve pozitif etki sağladığı görülmektedir. Mühendis adaylarının matematiksel uygulamaları sonrasında model ve matematiksel model hakkında detaylı bilgi sahibi oldukları, farklı problem türlerini tanıma ve matematiksel modelleme problemlerini anlama ve çözebilme becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Her ne kadar mühendis adayları modelleme problemlerinin çözümünde yeterli görünse bile geliştirilmesi ve iyileştirilmesi gereken birçok nokta bulunmaktadır.

Ülkemizde mühendislik eğitimde matematiksel modellemenin kullanımına ilişkin çalışmaların yeterli olmadığı ve matematiksel modellemeyi bu süreçte kullanmak isteyen eğitmenler için de mühendislik özelinde kaynak eksikliği olduğu göze çarpmaktadır. Matematiksel modellemenin hem eğitim hem de mesleki uygulama için önemli olduğu ve bu etkinlikleri gördüğümüz sıklığın arttığı göz önüne alındığında hem eğitmenlerin hem de öğrencilerin bunlarla nasıl etkileşime girdiğinin anlaşılması matematiksel modelleme faaliyetleri faydalı olacaktır. Mühendislik eğitiminde matematiksel modellemeyi öğrenme ve geliştirme sürecini tanımak mühendis yetiştirmede önemli ipuçları verebilir. Bu bağlamda araştırmanın hem mühendis eğitiminde hem de sonrasında mesleki olarak yararlanabilecek sonuçlar üretmesi beklenmektedir.

5.2. Öneriler

Çalışma kapsamında yapılması düşünülen gerek pandemi şartları gerekse araştırma kapsamında incelenen mühendis ve adaylarının matematiksel modelleme eğitimi araştırmalarının henüz ülkemizde yaygınlaşmamış olması nedeniyle bazı noktalar tamamlanamamıştır ve bu tezi tekrar yapacak olsaydım neler yapardım sorusuna cevap niteliğinde öneriler aşağıda sunulmuştur.

Mühendislik programlarındaki amaçlara uygun matematiksel modelleme uygulamaları geliştirilip ve bu konuda ülkemizde mühendislik eğitiminde kullanılabilecek matematiksel modellemeye yönelik kaynak eksikliğini giderilebilir.

Mühendislik öğrencilerine matematiksel modelleme ve uygulamaların öğretiminde yenilikçi bir pedagojik strateji kullanımına ilişkin çalışmalar yapılabilir.

Matematiksel modelleme, birçok bilişsel beceri gerektiren sistemli ve karmaşık bir süreç olduğundan bu özelliklerin geliştirilmesi gerekmektedir (Lehrer ve Schauble, 2007; Lingefjard, 2012). Bu çalışmada incelenmeyen farklı bilişsel beceriler araştırılabilir.

Mühendis adaylarının matematiksel modelleme konusundaki mesleki gelişimlerine katkıda bulunacak lisans düzeyinde dersler tasarlanabilir ve bu dersleri alan mühendis adaylarının matematik bilgilerini, matematiksel modelleme ve modellemenin mesleki kullanımı ile ilgili bilgi, beceri ve tutumlarını incelenebilir.

Mühendislik eğitimde matematiksel modelleme disiplin temellerini soyut bir şekilde, rutin ve iyi tanımlanmış problemlerle öğretme eğilimindedir; genellikle tek çözüm yoluyla akıl yürütme becerisi gerektirmeyen bir şekilde tasarlanmıştır. Burada kullanılan yaklaşımlar geliştirilerek rutin olmayan “gerçek hayat" durumlarıyla gelecekte öğrencilere modellemede

yardımcı olacak bir öğretim aracına uyarlanabilir. Öğrencilere faydalı olacak en iyi yol gösterici soruları oluşturmak için ek araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Farklı bölümlerde öğrenim gören mühendis adaylarının matematiksel modelleme ve problem çözme becerilerinin araştırılması, geliştirilmesi ve karşılaştırılmasına yönelik çalışmalar yapılabilir.

Yapılan değerlendirmelerin sadece bilişsel boyutta yeterliklerin ölçülmesi şeklinde olduğu görülmüştür. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda bilişsel, duyuşsal ve uygulama boyutlarını ölçebilen çok yönlü boyutsal araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

ABET. (2014). Criteria for accrediting engineering programs. Retrieved 1 Jan 2021, from http://www.abet.org/eac-criteria-2014-2015/.

Abrams, J. P. (2001). Mathematical modeling: teaching the open-ended application of mathematics. *The teaching mathematical modeling and the of representation*. (in eds. Cuoco, A. A. and Curcio, F. R.), Yearbook, NCTM.

Akgül, A. (2005). *Tıbbi Araştırmalarda İstatistiksel Analiz Teknikleri: SPSS Uygulamaları*. Emek Ofset.

Akgün, L., Çiltaş, A., Deniz, D., Çiftçi, Z. ve Işık, A. (2013). İlköğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme ile ilgili farkındalıkları. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 6*(12), 1-34.

Akın, A. (2006). *Başarı amaç oryantasyonları ile bilişötesi farkındalık, ebeveyn tutumları ve akademik başarı arasındaki ilişkiler* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Sakarya Üniversitesi, Sakarya.

Aktan, M. (2013). Fen öğretmen adaylarının modeller ve modelleme hakkındaki görüşleri ve içerik bilgileri. *Eğitim ve Bilim, 38*(168), 398-411.

Alkan, Y. (2019). *Matematiksel modelleme etkinlikleriyle yapılan öğretim sürecinin 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterliklerine ve okuduğunu anlama becerilerine etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dicle Üniversitesi, Diyarbakır.

Alpers, B. (2010). Studies on the mathematical expertise of mechanical engineers. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1(*.3), 2-17.

Alpers, B. (2017). The mathematical modelling competencies required for solving engineering statics assignments. In *Mathematical modelling and applications* (pp. 189-199). Springer, Cham.

Altun, M. (2020a). *Matematik Okuryazarlığı El Kitabı*. Aktüel Yayınları.

Altun, M. (2020b). Bir yeterlik alanı olarak matematiksel modellemenin yeniden gözden geçirilmesi. *International Conference on Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education*, (s. 319-328).

Anahtarcı A.ve Örücü O.(2003). Türkiye'de Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendislikleri Eğitiminin Tarihsel Gelişimi, EEBM Elektrik, *Elektronik, Bilgisayar Mühendislikleri Eğitimi 1.Ulusal Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Elektrik Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, s.125

Ang, K.C. (2010). Teaching and learning mathematical modelling with technology, *Proceedings of the 15th Asian Technology Conference in Mathematics*, Kuala Lumpur, Malaysia.

Araujo, J. L. (2010). Brazilian research on modelling in mathematics education. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 42, 337-348.

Asempapa, R. S. (2015). Mathematical modeling: Essential for elementary and middle school students. *Journal of Mathematics Education, 8*(1), 16-29.

Aydın Güç, F (2015). *Matematiksel modelleme yeterliklerinin geliştirilmesine yönelik tasarlanan öğrenme ortamlarında öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerinin* değerlendirilmesi [Yayımlanmamış doktora tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

Aydın Güç, F., & Baki, A. (2016). The classification of development and assessment approaches for mathematical modelling competencies. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT), 7*(3), 621-645. http.10.16949/turkbilmat.277876

Aydın, H. (2008). *İngiltere'de öğrenim gören öğrencilerin ve öğretmenlerin matematiksel modelleme kullanımına yönelik fenomenografik bir çalışma* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Aydoğan Yenmez, A. (2012). *An investigation of in-service secondary mathematics teachers evolving knowledge through professional development activities based on modeling perspective.* [Unpublished doctoral dissertation]. Middle East Technical University, Ankara.

Aykut, Ç., Karasu, N. ve Kaplan, G. (2016). Özel Eğitim Öğretmen Adaylarının Üstbiliş Farkındalıklarının Tespiti. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi, 17* (03), 231-245. http.www. 10.21565/ozelegitimdergisi.267315.

Aztekin, S. ve Taşpınar Şeker, Z. (2015). Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim, 40*, 139-161.

Bagozzi, R. P., & Yi, Y. (1988). On the evaluation of structural equation models. *Journal of the Academy of Marketing Science, 16*(1), 74-94.

Baird, J. A., Johnson, S., Hopfenbeck, T. N., Isaacs, T., Sprague, T., Stobart, G., & Yu, G. (2016). On the supranational spell of PISA in policy. *Educational Research, 58*(2), 121-138.

Bakırcı, C. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Bal, A.P. ve Doğanay A. (2014). Sınıf öğretmenliği adaylarının matematiksel modelleme sürecini anlamalarını geliştirmeye yönelik bir eylem araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14,* 1363-1384.

Bal, C. G., Ada, S. ve Çelik, A. (2012). Bilişim sistemleri başarı modeli ve aile hekimliği bilişim sistemleri. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 9*(1), 35-46.

Baltacı, M. (2009). *Web tabanlı excel öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı ve bilişötesi farkındalık düzeyine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Bandura, A. (1997). Current directions in self-efficacy research. *Advance in Motivation and Achievement, 10,* 1-49.

Banks, F., & Barlex, D. (2014). Teaching STEM in the secondary school: How teachers and schools can meet the challenge. London: Routledge.

Barab, S. A., Hay, K. E., Barnett, M., & Keating, T. (2000) Virtual solar sysytem project: Building understanding through model building. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 719-756.

Baran, T. ve Kahraman, S. (2004). Mühendislik eğitiminde probleme dayalı öğrenme modelleri. Mühendislik Dekanları Konseyi, *I. Ulusal Mühendislik Kongresi, Bildiriler Kitabı*, İzmir, 31- 40.

Barbosa, J. C. (2007). Teacher-Student Interactions in Mathematical Modelling. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), *Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics*, 232-240.

Bassok, M., & L. Novick.)2012). "Problem Solving." In *Oxford Handbook of Thinking and Reasoning*, edited by K. J. Holyoak and R. G. Morrison, 413–432. New York: Oxford University Press.

Baykara, K. (2011). Öğretmen adaylarının bilişötesi öğrenme stratejileri ile öğretmen yeterlik algıları üzerine bir çalışma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 40*, 80-92.

Bedel, E.F. ve Çakır, M. (2013). Okul öncesi ve biyoloji öğretmen adaylarında bilişüstü farkındalık ve epistemolojik inançların incelenmesi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 37,* 84-98.

Bengtsson, M. (2016). How to plan and perform a qualitative study using content analysis. *NursingPlus Open*, *2*, 8-14.

Berber, N. C. ve Güzel, H. (2009). Fen ve matematik öğretmen adaylarının modellerin bilim ve fendeki rolüne ve amacına ilişkin algıları. *Selcuk University Social Sciences Institute Journal, 21*, 87-97.

Berry, J., & Houston, K. (1995). Mathematical modeling. London: Edward Arnold.

Berry, J., & Davies, A. (1996) Written Reports. In C.R. Haines and S. Dunthorne (eds) Mathematics Learning and assessment: Sharing Innovative Practices. London: Arnold, 3.3-3.11.

Biccard, P., & Wessels, D. C. J. (2011). Documenting the development of modelling competencies of grade 7 mathematics students. *International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling. 1(*5), 375-383.

Blomhøj, M. (2008). Different perspectives on mathematical modelling in educational research Categorising the TSG21 papers. Electronic Proceedings of the Eleventh International Congress on Mathematical Education ICME 11(pp. 1-13). Mexico

Blomhoj, M., & Kjeldsen, T. (2006). Teaching mathematical modeling through project work. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38* (2), 163-177.

Blomhøj, M., & Højgaard, J. (2003). Developing mathematical modeling competence: Conceptual clarification and educational planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3): 123–139.

Blum, W., & Niss, M. (1991). Applied mathematical problem solving, modelling, applications, and links to other subjects – State, Trends, And Issues in Mathematics Instruction. *Educational Studies in Mathematics, 22*(1), 37-68.

Blum, W., & Kaiser, G. (1997). Vergleichende empirische untersuchungen zu mathematischen

anwendungsfähigkeiten von englischen und deutschen lernenden. Unpublished application to Deutsche forschungsgesellschaft.

Blum, W., & Borromeo Ferri, R. (2009). Mathematical modelling: Can it be thought or learned?. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(1), 45-58.

Blum, W. (2011). Can modelling be taught and learnt? Some answers from empirical research. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borromeo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 15–30). Dordrecht: Springer.

Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? In S. J. Cho (Ed.), *Proceedings of the 12th international congress on mathematical education* (pp. 73–96). Cham: Springer International.

Bluman, A. G. (1995). *Elementary Statistic: A Step by Step Approach.* William C. Brown Publisher.

Boaler, J. (2001). Mathematical modelling and new theories of learning. *Teaching Mathematics and its Applications, 20*(3), 121-128.

Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and Empirical Differentiations of Phases in the Modelling Process. In Kaiser, G., Sriraman B. & Blomhoij, M. (Eds.) Zentralblatt für Didaktik der Mathematik. 38(2), 86-95

Borromeo Ferri, R. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modelling behavior. *Journal for Didactics of Mathematics, 31* (1), 99-118.

Borromeo Ferri, R. (2011). Effective mathematical modelling without blockages-a commentary. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14 (pp. 181-185). Netherlands: Springer.

Borromeo-Ferri, R., & Blum, W. (2013). Barriers and motivations of primary teachers for implementing modelling in mathematics lessons. In Eighth Congress of European Research in Mathematics Education (CERME 8), Antalya, Turkey.

Bowen, P., Abdel-Wahab, M. S., Dainty, A. R., Ison, S. G., & Hazlehurst, G. (2008). Trends of skills and productivity in the UK construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*.

Bringslid, O., Rodriguez, G., & De la Villa, A. (2007). Math: a European project for the restatement of mathematics teaching. *European Journal of Engineering Education., 32*(1), 9-20.

Broadbridge, P., & Henderson, S. (2008). Mathematics Education for 21st Century Engineering Students–Final Report. Australian Mathematical Sciences Institute, Melbourne.

Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.), *Advances in instructional psychology* (pp. 77–165). Hillsdale: Erlbaum.

Bukova Güzel, E. (Ed.) (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: araştırmacılar, eğitimciler ve öğrenciler için.* Pegem Akademi.

Bukova Güzel, E., Tekin-Dede, A., Hıdıroğlu, N. Ç., Kula-Ünver, S. ve Özaltun-Çelik, A. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Pegem A Yayınları.

Bukova-Güzel, E. ve Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29*(1),69-90.

Businskas, A. (2005). *Making mathematical connections in the teaching ofschool mathematics.* Paper presented to the Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Oct 20-23, 2005, Roanoke, Virginia, U. S. A.

Büyüköztürk, Ş. (2006). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı.* Pegema Yayıncılık.

Carberry, A. R., McKenna, A. F., Linsenmeier, R. A., & Cole, J. (2011, June). *Exploring engineering students' conceptions of modeling*. Paper presented at the American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. Vancouver, BC, Canada. Retrieved from http://www.asee.org/public/conferences/1/papers/311/review (http://www.asee.org/public/conferences/1/papers/311/review)

Cardella, M. E. (2013). Mathematical modeling in engineering design projects. In *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 87-98). Springer, Dordrecht.

Caron, F., & Belair, J. (2007). Exploring University Students' Competencies In Modelling. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. 120-129.

Cheng, K.A. (2001). Teaching mathematical modelling in Singapore schools. *The Mathematics Educator, 6*, 63-75.

Chin, W. (1998). Issues and opinion on structural equation modeling. *MIS Quarterly, 22*(1), 7–16.

Chou, C.P., & Bentler, P. M. (1995). Estimation and tests in structural equation modeling. In R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (pp. 37–55). Thousand Oaks, CA: Sage.

Clark, R. M., Shuman, L. J., & Besterfield-Sacre, M. (2010). "In-depth use of modeling in engineering coursework to enhance problems solving". In *Modeling students' mathematical modeling competencies (ICTMA13)*, Edited by: Lesh, R. A., Galbraith, P. L., Haines, C. R. and Harford, A. 173–188. New York, NY: Springe

Clement, J. (1982). Algebra word problem solutions: thought processes underlying a common misconception. *Journal for Research in Mathematics Education, 13*, 16-30.

Cohen, Jacob. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin, 112* (1), 155-159.

Cohors-Fresenborg, E., Kramer, S., Pundsack, F., Sjuts, J., & Sommer, N. (2010). The role of metacognitive monitoring in explaining differences in mathematics achievement. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* (*ZDM), 42*(2), 231–244.

Cole, J., Linsenmeier, R., McKenna, A., & Glucksberg, M. (2010, June). Investigating engineering students' mathematical modeling abilities in capstone design. In *2010 Annual Conference & Exposition* (pp. 15-812).

Confrey, J., & Maloney, A. (2007). A theory of mathematical modelling in technological settings. In *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 57-68). Springer, Boston, MA.

Crabtree, B. F., & Miller, W. L. (1999). *Doing qualitative research*. Sage publications.

Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches* (4th Edition). Sage Publications.

Creswell, J. W. (2017). *Karma yöntem araştırmalarına giriş.* Sözbilir, M. (Çev. Ed.). Pegem Akademi.

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). Designing and conducting mixed methods research (2nd Edition). Thousand Oaks: Sage.

Crouch, Rosalind M., & Christopher R. Haines. (2004). Mathematical modelling: transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematics Education in Science and Techonology, 35*(2), 197-206.

Curran, P. J., West, S. G., & Finch, J. F. (1996). The robustness of test statistics to nonnormality and specification error in confirmatory factor analysis. *Psychological Methods, 1*, 16−29.

Çakmak Gürel, Z. ve Işık, A. (2016). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modellemeye ilişkin yeterliklerinin incelenmesi, *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi, 9(*3), 85-103. https://doi.org. 10.19160/ijer.477651

Çakmak Gürel, Z. (2018). *Matematik öğretmeni adayların matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çapri, B. ve Çelikkaleli, Ö. (2008). Öğretmen adaylarının öğretmenliğe ilişkin tutum ve mesleki yeterlik inançlarının cinsiyet, program ve fakültelerine göre incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*(15), 33-53.

Çelik, S. (2015). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8*(1), 9-26.

Çepni, S. (2012). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş* (6. Baskı). Celepler Matbaacılık.

Çetinkaya, S. (2020). *Lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde üst bilişsel becerilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Çikrıkci, Ö. ve Odacı, H. (2013). Fen lisesi öğrencilerinin bilişötesi farkındalıkları ile öz yeterlik algılarının bazı kişisel ve akademik değişkenlere göre incelenmesi. *International Journal of Human Sciences, 10*(2), 246-259

Çiltaş, A. (2011). *Dizi ve seriler konusunun matematiksel modelleme yoluyla öğretiminin ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğrenme ve modelleme becerileri üzerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Çiltaş, A. (2017). Türkiye'de matematik eğitimi alanında yayınlanan matematiksel model ve modelleme araştırmalarının betimsel içerik analizi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(9), 258-283.

Çiltaş, A., & Işık, A. (2013). The Effect of Instruction through Mathematical Modelling on Modelling Skills of Prospective Elementary Mathematics Teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(2), 1187-1192.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Education and Science, 39*(171), 74-85.

Dan, Q., & Xie, J. (2011). Mathematical modelling skills and creative thinking levels: an experimental study. In: Kaiser, G., Blum, W., Borromeo Ferri, R., Stillman, G. (eds) Trends in Teaching and Learning of Mathematical Modelling. International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling, vol 1. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-0910-2_45

Danusso, L., Testa, I., & Vicentini, M. (2010). Improving prospective teachers' knowledge about scientific models and modelling: Design and evaluation of a teacher education intervention. *International Journal of Science Education, 32*(7), 871-905.

De Corte, E. (2004). Main streams and perspectives in research on learning (mathematics) from instruction. *Applied Psychology*, 279-310.

De Lange, J. (1993). Innovation in Mathematics Education Using Applications: Progress and Problems. In J. D. Lange, I. Huntley, C. Keitel & M. Niss (Eds.), Innovation in Maths Education by Modelling and Applications (pp. 3-17). Chichester: Ellis Horwood.

de Villiers, L., & Wessels, D. (2020). Concurrent development of engineering technician and mathematical modelling competencies. In *Mathematical Modelling Education and Sense-making* (pp. 209-219). Springer, Cham.

Dede, Y. (2008). Matematik öğretmenlerinin öğretimlerine yönelik öz-yeterlik inançları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 6*(4), 741-757.

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

Demirsöz, E.S. (2010). *Yaratıcı dramanın öğretmen adaylarının demokratik tutumları, bilişüstü farkındalıkları ve duygusal zekâ yeterliliklerine etkisi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Deniz, D, Küçük, B., Cansız, Ş., Akgün, L. ve İşleyen, T. (2014). Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının üstbiliş farkındalıklarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 22* (1), 305-320

Deniz, D. (2017). Öğretmen adaylarının uyguladıkları model oluşturma etkinliklerinin onuncu sınıf öğrencilerinin üstbiliş farkındalıklarına etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6*(2), 580-595.

Didiş-Kabar, M. G. ve İnan, M. (2018). Ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin matematikselleştirme süreçleri ve matematiksel modellerinin incelenmesi: Çim biçme problemi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi, 9*(2), 339-366.

Diefes-Dux, H. A., Moore, T., Zawojewski, J., Imbrie, P. K., & Follman, D. (2004). A framework for posing open-ended engineering problems: Model-eliciting activities. In *34th Annual Frontiers in Education, 2004. FIE 2004.* (pp. F1A-3). IEEE.

Diefes-Dux, H. A., Zawojewski, J. S., Hjalmarson, M. A., & Cardella, M. E. (2012). A framework for analyzing feedback in a formative assessment system for mathematical modeling problems. *Journal of Engineering Education, 101*(2), 375-406.

Dikmen, M. ve Tuncer, M. (2018). Üniversite Öğrencilerinin Üstbiliş Düşünme Beceri Algılarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi: Fırat Üniversitesi Örneği. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi, (2)*, 392-400.

Doerr, H. M. (2006). Teachers' Ways of Listening and Responding to Students' Emerging Mathematical Models. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(3), 255-268.

Doerr, H. M., & English, L. D. (2003). A modeling perspective on students' mathematical reasoning about data. *Journal of research in Mathematics Education, 34* (2), 110-136.

Doerr, H. M., & Lesh, R. (2011). Models and modelling perspectives on teaching and learning mathematics in the twenty-first century. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), Trends in teaching and learning of mathematical modelling (pp. 247-268). Netherlands: Springer.

Doerr, H.M. (1997). Experiment, simulation and analysis: an integrated instructional approach to the concept of force. *International Journal of Science Education. 19,* 265-282.

Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Duka, V., & Zeidmane, A. (2012). Importance of mathematical modelling skills in engineering education for master and doctoral students of Latvia University of Agriculture. In *2012 15th International Conference on Interactive Collaborative Learning (ICL)* (pp. 1-6). IEEE.

Durdukoca, Ş. F.ve Arıbaş, S. (2019). Öğretmen adaylarına yönelik "Üst Bilişsel Farkındalık Ölçeği"nin geliştirilmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 18*(72), 1541-1557. https://doi.org/10.17755/esosder.474601

Ekici, E. ve Uslu, Ç. (2020). Fen bilgisi öğretmen adaylarının üst-bilişsel farkındalıklarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 6* (3), 432-456.

Ektem, I.S. (2007). *İlkögretim 5. sınıf matematik dersinde uygulanan yürütücü biliş stratejilerinin öğrenci erişi ve tutumlarına etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

Elektirk Mühendisliği Odası (EMO). (2004). Mühendislik ve Elektrik, Elektronik, Bilgisayar Mühendisleri (EEBM) İş Alanları -I (Tartışma Metni). Ankara

Elektirk Mühendisliği Odası (EMO). (2016). Temel Bilimsiz Mühendis olmaz. *Elektirk Mühendisliği Dergisi,* 456, 43-45.

Elliott, L.J., Lum, H.C., Aqlan, F., Zhao, R., & Lasher, C.D. (2020). A Study of Metacognitive Problem Solving in Undergraduate Engineering Students. In: Karwowski, W., Ahram, T., Nazir, S. (eds) Advances in Human Factors in Training,

Education, and Learning Sciences. AHFE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 963. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20135-7_9

Engineering Council. (2000). Measuring the Mathematics Problem. Engineering Council, London.

English, L. D., & Watters, J. J. (2004b). Mathematical modelling in the early school years. *Mathematics Education Research Journal, 16*(3), 59-80.

English, L. D. (2002). Development of 10-year-olds' Mathematical Modelling, *Proceedings of the Annual Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education 26th*.

English, L. D. (2006). Mathematical Modeling in the Primary School: Children's Construction of a Consumer Guide. *Educational Studies in Mathematics,* 63, 303-323.

English, L. D., & Watters, J.J. (2004a). Mathematical modelling with young children. M. Johnsen Hoines & A. Berit Fuglestad (Ed.), *Proceedings of the 28th International PME Conference*, 335-342. Bergen: Bergen University College.

Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *İlköğretim Online, 10*(1), 364-377.

Eraslan, A. (2012). Prospective elementary mathematics teachers' thought processes on a model eliciting activity. *Educational Sciences: Theory & Practice, 12*(4), 2953-2968.

Erbaş, A. K., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C. ve Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(4), 1-21.

Erbaş, K. A., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Aydoğan Yenmez, A. ve Şen Zeytun, A. (2016). *Lise matematik konuları için günlük hayattan modelleme soruları.* Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

Erdoğan, F. (2019). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterliklerinin Belirlenmesi, *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,*15*(1): 118-130.

Ergin, İ., Özcan, İ. ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik unvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World, 2*(1), 142-159.

Eric, C. C. M. (2010). Tracing primary students' model development within the mathematical modelling process. *Journal of Mathematical Modelling and Applications, 1*(3), 40-57.

Ertepınar, A. (2000). *Nasıl Bir Üniversite Mezunu İstiyoruz? Panel Konuşmaları, Bilimsel Toplantı Serisi 2*. Türkiye Bilimler Akademisi Yayınları.

Evren, G. (1999). Mühendislik Öğretimi Gelişimine Geniş Açılı Eleştirel Bir Bakış, TMMOB Mühendislik-Mimarlık Eğitim Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Makina Mühendisleri Odası Yayınları NO:232, ISBN 975-395-339-9, İstanbul, s.89

Eysenbach, G., & Köhler, C. (2002). How do consumers search for and appraise health information on the world wide web? Qualitative study using focus groups, usability tests, and in-depth interviews. Bmj, 324(7337), 573-577

Fadali, M. S., Velasquez-Bryant, N., & Robinson, M. (2004). Work in progress-is attitude toward mathematics a major obstacle to engineering education?. In *34th Annual Frontiers in Education, 2004. FIE 2004.* (pp. F1F-19). IEEE.

Fang, N. (2011). Students problem solving in an introductory engineering course. *Proceedings of the 41st ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*, Rapid City, SD. Retrieved from http://fie-conference.org/fie2011/wsdindex.)

Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3nd ed.). SAGE Publications.

Flavell, J. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist, 34*(10), 906–911.

Flegg, J., Mallet, D., & Lupton, M. (2012) Students' perceptions of the relevance of mathematics in engineering, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 43*(6), 717-732, DOI: 10.1080/0020739X.2011.644333

Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, *18*(1) 39-50.

Fraser, B. J., Tobin, K., & Kahle, J. B. (1992). Learning Science with Understanding: in search of the Holy Grail?. *Research in Science & Technological Education*, *10*(1), 65-81.

Fuller, M.L. (1989). Mathematical Modelling in Distance Education-A Challenge for Teacher and Learner. M, Niss, W, Blum and I, Huntley (Ed.), Modelling Applications and Applied Problem Solving. England: Halsted Pres. 138-143.

Gainsburg, J. (2006). The mathematical modeling of structural engineers. *Mathematical Thinking and Learning, 8*(1), 3–36.https://doi.org/10.1207/s15327833mtl0801 2

Gainsburg, J. (2013). Learning to model in engineering. *Mathematical Thinking and Learning*, *15*(4), 259-290.https://doi.org/10.1080/10986065.2013.830947

Galbraith, P., & Stillman, G. (2006). A framework for identifying student blockages during transitions in the modelling process. *Zentralblattfür Didaktik der Mathematik (ZDM), 38*(2), 143-162.

Galbraith, P. (2012). Models of modelling: Genres, purposes or perspectives. *Journal of Mathematical Modeling and Application, 1* (5), 3-16.

Galbraith, P., & Clathworthy, N. (1990). Beyond Standard Models-Meeting the Challenge of Modelling. *Educational Studies in Mathematics, 21*(2), 137-163.

Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., & Edwards, I. (2007). Facilitating Middle Secondary Modelling Competencies. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering an Economics, 130-140.

Gaskin, J. (2012). "PLS Partial Least Squares", Gaskination's StatWiki. http://statwiki.kolobkreations.com/index.php?title=PLS, Erişim Tarihi: 05.10.2021

Gelen, İ. (2003). *Bilişsel farkındalık stratejilerinin Türkçe dersine ilişkin tutum, okuduğunu anlama ve kalıcılığa etkisi* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Çukurova Üniversitesi, Adana.

Genç, M. ve Karataş, İ. (2017). Problem Çözme Süreçlerinde Öğrencilerin Modelleme Seviyelerinin Belirlenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 18* (3), 608-632.

Gençoğlu, M.T. ve Gençoğlu, E. (2005). Mühendislikte lisans eğitimi ve başarı ölçütleri. TMMOB Mühendislik Eğitimi Sempozyumu, 18-19 Kasım, Ankara, 271-280.

Gick, M. L., & Holyoak, K. (1983). Schema induction and analogical transfer. *Cognitive Psychology, 15*(8), 1-38.

Gisela Hernandes Gomes., & Alejandro González-Martín. Mathematics in Engineering: The professors' vision. *CERME 9 - Ninth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*, Charles University in Prague, Faculty of Education; ERME, Feb 2015, Prague, Czech Republic. pp.2110-2116.

Goos, M. (1998). “I don’t know if I’m doing it right or I’m doing it wrong!”: Unresolved uncertainty in the collaborative learning of mathematics. In C. Kanes, M. Goos, & E. Warren (Eds.), *Proceedings of MERGA 22* (pp. 225–232). Brisbane: Mathematics Education Research Group of Australasia.

Gökçek, T. (2019). *Karma araştırma yöntemi*. Pegem Yayıncılık.

Graham, T. (1997). The ways in which different students respond to the some mathematical modelling problem. *Teaching Mathematics and Its Applications,16*(1), 19-22.

Gravemeijer, K. (2002). Preamble: From models to modelling. In K. Gravemeijer, R. Lesrer, B. Oers, and L. Verschaffel (Eds.), Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education (pp. 7-22). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Gravemeijer, K., Heuvel-Panhuizen, van den, M. H. A. M., & Streefland, L. (1990). Context free productions tests and geometry in realistic mathematics education. (Research in mathematics education; Vol. 11). Utrecht: Researchgroup for Mathematical Education and Educational Computer Center, State Univ. of Utrecht.

Gronlund, N.E., & Linn, R.L. (1990) *Measurement and Evaluation in Teaching*. McMillan Company.

Grünewald, S. (2012). Acquirement of modelling competencies – First results of an empırical comparison of the effectıveness of o holistic respectıvely an atomistic approach to the development of (metacognition) modelling competencies of students. Paper presented at 12th International Congress on Mathematical Education Program. COEX, Seoul, Korea. Retrieved from http://icme12.org/upload/UpFile2/TSG/0629.pdf.

Güder, Y. (2013). *Ortaokul matematik öğretmenlerinin matematiksel modellemeye ilişkin görüşleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Gül, Ş., Özay-köse, E. ve Sadi Yılmaz, S. (2015). Biyoloji Öğretmeni Adaylarının Üstbiliş Farkındalıklarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi. *HAYEF Journal of Education ,12* (1), 83-91

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), 35-45.

Haines, C., & Crouch, R. (2001). Recognizing constructs within mathematical modelling. *Teaching Mathematics and its Applications, 20*(3), 129-138.

Haines, C., & Crouch, R. (2007). Mathematical modelling and applications: Ability and competence frameworks. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, and M. Niss (Eds.), Modelling and Applications in Mathematics Education (pp. 417- 424). New York: NY: Springer.

Haines, C., R., Crouch, R., M., & Davis, J., (2000). "Mathematical Modelling Skills: A Research Instrument", University of Hertfordshire. Department of Mathematics Technical Report No. 55, Hatfield.

Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2017). A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM). (Second Edition) Thousand Oaks: Sage.

Hambleton, R. K., & Li, S. (2005). Translation and Adaptation Issues and Methods for Educational and Psychological Tests. In C. L. Frisby & C. R. Reynolds (Eds.), *Comprehensive handbook of multicultural school psychology* (pp. 881–903). John Wiley & Sons, Inc.

Harman, G. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının model ve modelleme ile ilgili bilgilerinin incelenmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.

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

Hasselhorn, M. (1992). Metakognition und Lernen. In G. Nold (Ed.), *Lernbedingungen und Lernstrategien. Welche Rolle spielen kognitive Verstehensstrukturen?* (pp. 35–63). Narr: Tübingen.

Heilio, M. (2011). Modelling and the educational challenge in industrial mathematics. In Trends in Teachingand Learning of Mathematical Modelling, (pp. 479-488). Springer, Dordrecht.

Hernandez-Martinez, P. (2020). Science Capital, Habitus, and Mathematical Modelling Practices in the Field of University Education. In *Mathematical Modelling Education and Sense-making* (pp. 51-61). Springer, Cham.

Hernandez-Martinez, P., & Vos, P. (2018). "Why do I have to learn this?" A case study on students' experiences of the relevance of mathematical modelling activities. *ZDM Mathematics Education, 50***,** 245–257 https://doi.org/10.1007/s11858-017-0904-2

Hestenes, D. (1987). Toward a modelling theory of physics instruction. *American Journal of Physics, 55*(5), 440-454.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2015). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi: Bilişsel ve üstbilişsel yapılar üzerine bir açıklama.* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2015). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modellemede ortaya çıkan üst bilişsel yapılar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education, 6*(2), 179-208.

Hıdıroğlu, Ç. N. ve Bukova Güzel, E. (2016). Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişler. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 10*(1), 313-350.

Hidayat, R., Syed Zamri, S. N. A., & Zulnaidi, H. (2018). Does mastery of goal components mediate the relationship between metacognition and mathematical modelling competency?. *Educational Sciences: Theory & Practice, 18*(3): 579–604. https://doi.org/10.12738/estp.2018.3.0108

Hoyles, C., & Noss, R. (2007). Learning Constructing and Sharing Models. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering an Economics. 79-88.

Huang, C. H. (2018). Investigating engineering students' mathematical modeling competency. *American Journal of Educational Research, 6*(12), 1668-1672. DOI: 10.12691/education-6-12-12

Huang, S. (2011). *Predictive modeling and analysis of student academic performance in an engineering dynamics course.* [Unpublished doctoral dissertation]. Utah State University, Utah.

Hult, H., Dahlgren, M. A., Dahlgren, L. O., & af Segerstad, H. H. (2003). Freshmen's and seniors' thoughts about education, professional identity and work. In *Australian Association for Research in Education 2003 Conference Papers. Melbourne: ACER Library*.

Ikeda, T., & Stephens, M. (1998). The influence of problem format on students' approaches to mathematical modelling. In P. Galbraith, W. Blum, G. Booker, & I. Huntley (Eds.), Mathematical modelling, teaching and assessment in a technology-rich world (pp.223-232). Chichester: Horwood Publishing.

Ikeda, T., & Stephens, M. (2001). The Effects of Students'Discussion in Mathematics Modelling. In J.P. Matos, W. Blum, K. Houston ve S. P. Carrıera (Eds.), Modelling

and Mathematics Education (ICTMA 9): Applications in Science and Techonology. Chichester: Horwood Publishing, 381-390.

Işık, A. ve Mercan, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 23* (4), 1835-1850.

Izard, J., Haines C. R., Crouch, R. M., Houston, S. K., &Neill, N. (2003). Assessing The Impact Of Teaching Mathematical Modelling: Some Implications. In S.J.Lamon, W. A. Parker and S. K. Houston (Eds.) Mathematical Modelling (ICTMA11): A Way Of Life. Chichester: Horwood Publishing, 165-177.

İnan Tutkun, M. ve Didiş Kabar, M. G. (2018). Ortaokullarda matematiksel modelleme: 7. sınıf öğrencilerinin "hava durumu" modelleme problemi ile deneyimi. *Adıyaman University Journal of Educational Sciences, 8*(1), 23-52, https://doi.org/10.17984/adyuebd.456200.

İncikabı, S. (2020). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yeterliklerine ve öğretim deneyimlerine yansımalarının araştırılması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

Jacobini, O. R., & Wodewotzki, M. L. (2006). Mathematical modeling: a path to political reflection in the mathematics class. *Teaching Mathematics and Its Applications. 25*(1)., 33-35.

Janetzko, H.G. (2014). *Entwicklung eines Instruments zur Erhebung metakognitiver Strategienbeim Modellieren* [Unpublished masters thesis]. University of Hamburg, Hamburg.

Ji, X. (2012). *A quasi-experimental study of high school students' mathematics modelling competence.* 12th International Congress on Mathematical Education, 8 -15 July, COEX, Seoul, Korea.

Jonassen, D., Strobel, J., & Lee, C. B. (2006). Everyday problem solving in engineering: Lessons for engineering educators. *Journal of engineering education, 95*(2), 139-151.

Jørgensen, P. S. (1999). Hvad er kompetence? – Og hvorfor er det nødvendigt med et nyt begreb? (What is competence? – And why is a new concept necessary?). *Uddannelse*, 9, 4-13. Copenhagen, Denmark: The Ministry of Education.

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (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. https://doi.org/10.1080/09500690110110142.

Kaf, Y. (2007). *Matematikte Model Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Cebir Erişilerine Etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Kaiser, G., & Maaß, K. (2007). Modelling in lower secondary mathematics classroom – problems and opportunities. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI Study* (pp 99-108). Springer: New York.

Kaiser, G. (2005). Introduction to the working group "Applications and Modelling". In M. Bosch (Ed.), Proceedings of the 4th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME 4 (pp. 1611-1622). Spain: FUNDEMI IQS – Universitat Ramon Llull.

Kaiser, G. (2007). Modelling and modelling competencies in school. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling (ICTMA 12). Education, engineering and economics* (pp. 110–119). Horwood: Chichester.

Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(2), 196-208.

Kaiser, G., & Stender, P. (2013). Complex modelling problems in co-operative, self-directed learning environments. In G. A. Stillman, G. Kaiser, W. Blum, & J. P. Brown (Eds.), *Teaching mathematical modelling: Connecting to research and practice* (pp. 277–293). Dordrecht: Springer.

Kaiser, G., Schwarz, B., & Tiedemann, S. (2010). Future Teachers' Professional Knowledge on Modeling. In R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines ve A. Hurford (Eds.). Modeling Students Modelling Competencies: ICTMA13 (433- 444). New York, Springer.

Kandemir, M. A. (2011). *Modelleme etkinliklerinin öğrencilerin duyuşsal özelliklerine problem çözme ve teknolojiye ilişkin düşüncelerine etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Kapur, J. N. (1982). The art of teaching the art of mathematical modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 13*(2), 185-192. https://doi.org/10.1080/0020739820130210.

Karakaş, Ş. (2020). *Kırsal kesimde öğrenim gören 8. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

Karalı, D. (2013). *İlköğretim matematik ögretmen adaylarının matematiksel modelleme hakkındaki görüşlerinin ortaya çıkarılması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.

Katehi, L., Banks, K., Diefes-Dux, H., Follman, D., Gaunt, J., Haghighi, K., Montgomery, R., Imbrei, P.K., & Wankat, P. (2004). A new framework for academic reform in engineering education. In *2004 Annual Conference* (pp. 9-79).

Kent, P., & Noss, R. (2000). The visibility of models: Using technology as a bridge between mathematics and engineering. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 31*(1), 61–69.

Kent, P., & Noss, R. (2003). Mathematics in the University Education of Engineers. A Report to the Ove Arup Foundation. The Ove Arup Foundation, London.

Kertil, M. (2008). *Matematik öğretmen adaylarının problem çözme becerilerinin modelleme sürecinde incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Keskin, Ö. (2008). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme yapabilme becerilerinin geliştirilmesi üzerine bir araştırma* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Kim, S. H., & Kim, S. (2010). The effects of mathematical modeling on creative production ability and self-directed learning attitude. *Asia Pasific Education. Review, 11*, 109-120.

Kirschenman, M., & Brenner, B. (2010). Education for civil engineering: A profession of practice. *Leadership and Management in Engineering*, *10*(1), 54-56.

Klymchuk S., Zverkova T., Gruenwald N., & Sauerbier G. (2008). Increasing engineering students' awareness to environment through innovative teaching of mathematical modelling. *Teaching Mathematics and its Applications*, *27*(3), 123- 130.

Klymchuk, S., & Zverkova, T. (2001). Role of Mathematical Modelling and Applications in University Mathematics Service Courses: An Across Countries Study. In J. F. Matos, W. Blum, S. K. Houston ve S. P. Carreira (Eds.), Modelling and mathematics education—ICTMA 9: Applications in science and technology (227–234). Chichester: Horwood Publishing.

Koç, D. (2020). *Matematiksel modelleme üzerine yazılmış son yirmi yılda tamamlanan yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarının incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Kol, M. (2014). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematikselleştirme sürecinin bir matematiksel modelleme etkinliği süresince incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Korkmaz, E. (2010). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmeni adaylarının matematiksel modellemeye yönelik görüşleri ve matematiksel modelleme yeterlikleri*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Korkmaz, H. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme ve modelleme pedagojisi üzerine düşüncelerinin bir modelleme dersi süresince incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Kotze, H. (2020). Exploring Habits and Habitus of Biomedical Students with Modelling Tasks. In *Mathematical Modelling Education and Sense-making* (pp. 299-309). Springer, Cham.

Koylahisar-Dündar, T. (2012). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde özdeşlikleri modelleme becerilerinin incelenmesi: origami ile modellenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.

Koyuncu, I., Guzeller, C. O., & Akyuz, D. (2017). The development of a self-efficacy scale for mathematical modeling competencies. *International Journal of Assessment Tools in Education, 4,* 19-36. https://doi.org/10.21449/ijate.256552

Kurtuluş Kayan, A. (2019). *Yüzdeler öğretiminde matematiksel modelleme etkinlikleri kullanımının öğrencilerin başarısı ve matematiği günlük hayatla ilişkilendirme becerisine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Trabzon Üniversitesi, Trabzon.

Lakatos, I. (1976). *Proofs and refutations: the logic of mathematical discovery.* Cambridge University Press.

Lee, J. (2009). Universals and specifics of math self-concept, math self-efficacy, and math anxiety across 41 PISA 2003 participating countries. *Learning and individual differences, 19*(3), 355-365.

Lehrer, R., & Schauble, L. (2007). Contrasting emerging conceptions of distribution in contexts of error and natural variation. In M. Lovett, & P. Shah (Eds.). Thinking with data (pp. 149–176). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Leiß, D. (2007). Hilf Mir Es Selbst Zu Tun. Franzbecker: Lehrerinterventionen Beim Mathematischen Modellieren. ["Help Me To Do It Myself". Teachers' Interventions in Mathematical Modelling Processes]. Hildesheim: Franzbecker.

Lemons, G., Carberry, A., Swan, C., & Jarvin, L. (2011). The effects of service-based learning on metacognitive strategies during an engineering design task. *International Journal for Service Learning in Engineering, Humanitarian Engineering and Social Entrepreneurship, 6*(2), 1-18.

Lesh, R. A., & Doerr, H. (2003). Foundations of Model and Modelling Perspectives On Mathematic Teaching And Learning. In R. A. Lesh, and H. Doerr (Eds.), Beyond Constructivism: Models and Modelling Perspectives on Mathematics Teaching, Learning and Problem Solving (pp. 3-33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., & Fennewald, T. (2013). Introduction to part I modeling: What is it? Why do it?. In *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 5-10). Springer, Dordrecht.

Lesh, R., & Yoon, C. (2007). What is distinctive in (our views about) models & modelling perspectives on mathematics problem solving, learning, andteaching?. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn and M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI Study (pp. 161-170). New York: Springer.

Lesh, R., & Zawojewski, J. (2007). Problem solving and modeling. In F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning. A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 763–804). Charlotte: Information Age Publishing.

Lesh, R., &Doerr, H. M. (2000). Symbolizing, communicating, and mathematizing: Key components of models and modelling. İçinde P. Cobb, E. Yackel ve K. McClain (Eds.), *Symbolizing and communicating in mathematics classrooms: Perspectives on discourse, tools and instructional design*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Lesh, R., Amit, M., & Schorr, R. Y. (1997). Using "Real-Life" Problems to Prompt Students to Construct Conceptual Models for Statistical Reasoning. In I. Gal & J. B. Garfield (Eds.), The assessment challenge in statistical education. Amsterdam: IOS Press.

Lesh, R., Surber, D., & Zawojewski, J. (1983). Phases in Modelling and Phase-Related Processes. J. C. Bergeron ve N. Herscovics. (Ed.), Proceedings of the Fifth Annual Meetig Psychlogy of Mathematics Education, North American Chapter. 2, 129-36.

Levin, R.I., & Rubin, D.S. (1998). *Statistics for Management*. Seventh Edition, Englewood Cliffs.

Lichtenstein, G., McCormick, A., Sheppard, S., & Puma,J. (2010). Comparing the undergraduate experience of engineers to all other majors: Significant differences are programmatic. *Journal of Engineering Education, 99*(4), pp. 305-317.

Lim, L. L., Tso, T. Y., & Lin, F. L. (2009). Assesing science students' attitudes to mathematics: a case study on a modelling project with mathematical soft ware. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *40*(4), 441-453.

Lingefjard, T. (2000). *Mathematical Modeling by Prospective Teachers Using Technology*. [Unpublished doctoral dissertation]. University of Georgia, Georgia. <http://ma-serv.did.gu.se/matematik/thomas.htm> erisim tarihi 28.11.2020.

Lingefjard, T. (2002). Mathematical modeling for preservice teachers. a problem from anesthesiology. *International Journal of Computers for Mathematical Learning, 7*, 117-143.

Lingefjärd, T. (2004). *Assessing engineering student's modeling skills*. http://www.cdio.org/paper/assess_model_skls.pdf.

Lingefjard, T. (2006). Faces of mathematical modelling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(2), 96-112.

Lingefjard, T. (2012). Learning mathematics through mathematical modelling. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(5), 41-49.

Lingel, K., Götz, L., Artelt, C., & Schneider, W. (2014). *Mathematisches Strategiewissen für fünfte und sechste Klassen: MAESTRA 5-6+*. *Hogrefe-Schultests*. Göttingen: Hogrefe.

Litzinger, T., Lattuca, L. R., Hadgraft, R., & Newstetter, W. (2011). Engineering education and the development of expertise. *Journal of Engineering Education, 100*(1), 123-150.

Llinares, S., & Roig, A. I. (2005). Secondary School Students' Construction and Use of Mathematical Models in Solving Word Problems. *International Journal of Science and Mathematics Education, 6*, 502-532.

Ludwig, M. & Xu, B. (2010). A comparative study of Modelling competencies among chinese and german students. *Journal für Mathematik-Didaktik, 31*(1), 77-97.

Lyon, J. A., & Magana, A. J. (2020). A review of mathematical modeling in engineering education. *International Journal of. Engineering Education, 36*, 101-116.

Maaß, K. & Gurlitt, J. (2011). Designing a teacher questionnaire to Evaluate professional development in modelling. In V. Durand-Guerrier, S. Soury-Lavergne &

F. Arzarello (Eds.), *Proceedings of the 6th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education CERME* 6 (pp. 2056-2065). France: Lyon

Maaß, K. (2006). What Are Modelling Competencies? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 38*(2), 113-142.

Maaß, K. (2007). Modelling In Class: What Do We Want The Students To Learn? In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA 12): Education, Engineering and Economics. 63-78.

Maaß, K., &Mischo, C. (2011). Implementing Modelling into Day-to-Day Teaching Practice-The Project STRATUM and its Framework. *Journal für Mathematik-Didaktik, 32*, 103-131.

Malhotra, N. K., & Dash, S. (2011). *Marketing research: An Applied Orientation* (6th ed.). Dorling Kindersley Pvt. Ltd.

Markes, I. (2006). A review of literature on employability skill needs in engineering. *European Journal of Engineering Education, 31*(2), 637-650.

Martin, R., Maytham, B., Case, J., & Fraser, D. (2005) Engineering graduates' perceptions of how well they were prepared for work in industry. *European Journal of Engineering Education,30* (1),167-180.

Martinez, M. E. 1998. "What is Problem Solving?" *Phi Delta Kappan ,79* (8): 605–609.

Martinez-Luaces V. (2005). Engaging secondary school and university teachers in modelling: some experiences in South American Countries. *International Journal of Mathematics Education and Science Technology, 36*(2), 193–205.

Mason, J. (1988). Modelling: What Do We Really Want Pupils to Learn? In D. Pimm (Ed.), Mathematics, Teachers and Children. (pp. 201-215). London: Hodder & Stoughton.

Mayer, R. E., & Wittrock M.C. (2006). "Problem Solving." In *Handbook of Educational Psychology*, edited by P. A. Alexander and P. H. Winne, 287–303. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Mayring, P. H. (2014). Qualitative content analysis. Theoretical foundation, basic procedures and software solution. (free download via Social Science Open Access Repository SSOAR, URN: http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173).

Mazzoni, G.F., & Nelson, T. O. (1998). Metacognition and Cognitive Neuropsychology. Monitoring and Control Processes. Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum.

MEB (2018). *2018 Liselere geçiş sistemi (LGS): Merkezi sınavla yerleşen öğrencilerin performansı*. Eğitim Analiz ve Değerlendirme Serisi No:3. MEB Yayınları.

MEB. (2016). *STEM Eğitimi Raporu.* Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.

Merriam, S. B., & Grenier, R. S. (2019). *Qualitative research in practice: Examples for discussion and analysis*. San Francisco, CA: Jossey-Bass Publishers

Mevarech, Z., & Kramarski, B. (1997). IMPROVE: A multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. *American Educational Research Journal*, *34*(2), 365–394.

Michelsen, C. (2006). Functions: a modelling tool in mathematics and science. *ZDM*, *38*(3), 269-280.

Miles, M, B., & Huberman, A. M. (1994). Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.

Mousoulides, M., Pittalis, M., & Christou, C. (2006). Improving Mathematical Knowledge Through Modeling in Elementary Schools. In J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka and N. Stehlikova (Eds.). Proceedings 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, 4, 201-208.

Mousoulides, N. (2007). A Modeling Perspective in the Teaching and Learning of Mathematical Problem Solving. [Unpublished Doctoral Dissertation]. University of Cyprus.

Mousoulides, N. G., Christou, C., & Sriraman, B. (2008). A modeling perspective on the teaching and learning of mathematical problem solving. *Mathematical Thinking and Learning*, *10*(3), 293-304.

Moussavi, M. (1998). Mathematical modeling in engineering education. In *FIE'98. 28th Annual Frontiers in Education Conference. Moving from'Teacher-Centered'to'Learner-Centered'Education. Conference Proceedings (Cat. No. 98CH36214)* (Vol. 2, pp. 963-966). IEEE.

Mustoe, L. (2002). Mathematics in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, *27*(3), 237-240.

Mustoe, L., & Walker, D. (1970). The teaching of mathematics for engineers. *nternational Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 1, 389–401.

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

Nathan, M. J., Tran, N. A., Atwood, A. K., Prevost, A. M. Y., & Phelps, L. A. (2010). Beliefs and expectations about engineering preparation exhibited by high school STEM

teachers. *Journal of Engineering Education, 99*(4), 409-426. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2010.tb01071.x

National Council of Teachers of Mathematics .(NCTM) (1989). Curriculum and evaluation standards for school. Reston, VA: NCTM.

Nelson, T. O., & Narens, L. (1990). "Metacognition: A Theoretical Framework and New Findings". In G. Bower (Ed.), The Psychology of Learning and Motivation (Vol. 26) San Diego, CA: Academic Press. (pp. 125-141)

Newell, J., Dahm , K ., Harvey, R.,&Newell, H. (2004).Developingmetacognitive engineering teams. *Chemical Engineering Education, 38*(4), 316–320.

Niss, M., Blum, W., & Galbraith, P. L. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn ve M. Niss (Eds.), Modelling and Applications in Mathematics Education: The 14th ICMI study (3–32). New York: Springer.

Nyman, M., & Berry, J. (2002). Developing transferable skills in undergraduate mathematics students through mathematical modelling. *Teaching Mathematics and its Applications, 21*(1), 29-45.

OECD. (2003). The PISA 2003 assesment framework – mathematics, reading, science and problem solving knowledge and skills. Paris: OECD Publishing.

Orhunbilge, N. (1997). *Örnekleme Yöntemleri ve Hipotez Testleri*. İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayını.

Oswalt, S. (2012). Mathematical modeling in the high school classroom. [Unpublished Master's Thesis]. Mississippi State University, USA.

Ozay Köse, E. ve Gül, Ş. (2016). Biyoloji öğretmeni adaylarının bilimsel modeller ile ilgili anlayışları. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 9* (27/3), 162-180.

Özdemir, E. (2014). *Matematik eğitiminde modelleme üzerine öğrenme-öğretme uygulamaları* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Özgün, D. (2012). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının problem çözme sürecinde ürettiği matematik modellerinin nitel bir yaklaşımla incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Özsoy, G. ve Günindi, Y. (2011). Okulöncesi Öğretmen Adaylarının Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri. *İlköğretim Online,* 10(2), 430-440.

Özsoy, G., Çakıroğlu, A., Kuruyer, H. G. ve Özsoy, S. (2010). Sınıf öğretmeni adaylarının üstbilişsel farkındalık düzeylerinin bazı değişkenler bakımından incelenmesi. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Sempozyumu, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Özturan Sağırlı, M. (2010). *Türev konusunda matematiksel modelleme yönteminin ortaöğretim öğrencilerinin akademik başarıları ve öz-düzenleme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Atatürk Üniversitesi, Erzurum.

Öztürk, A. ve Açıl, F. B. (2020). Sosyal bilgiler öğretmen adaylarının üst bilişsel farkındalıklarının bazı değişkenlere göre incelenmesi. *Journal of Innovative Research in Social Studies, 3* (1), 54-69.

Panaoura, A., Gagatsis, A., & Demetriou, A. (2009). An intervention to the metacognitive performance: Selfregulation in mathematics and mathematical modeling. *Acta Didactica Universitatis Comenianae Mathematics, 9*, 63-79.

Pajares, F., & Graham, L. (1999). Self-efficacy, motivation constructs and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology, 24*,124-139.

Parry, S. B. (1996). The quest for competencies. *Training*, *33* (7), 48-56.

Peter-Koop, A. (2004). Fermi problems in primary mathematics classrooms: pupils' interactive modelling processes. In I. Putt, R. Farragher, ve M. McLean (Eds.), Mathematics education for the Third Millenium: Towards 2010 (Proceedings of the 27 th Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, pp. 454-461). Townsville, Queensland: MERGA.

Pollak, H. (1979). The interaction between mathematics and other school subjects. In UNESCO (Ed.), New trends in mathematics teaching IV (pp. 232–248). Paris: UNESCO.

Püsküllüoğlu, A. (1997). Arkadaş Türkçe Sözlük, ISBN 875-509-053-3, Ankara.

Rakoczy, K., & Klieme, E. (2005). *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie. "Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis": 1, Befragungsinstrumente*. Frankfurt: GFPF.

Rensaa, R. J. (2011). A task based two-dimensional view of mathematical competency used to analyse a modelling task. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, *19*(2), 37-50.

Restivo, S. (1993). *Math worlds, philosophical and social studies of mathematics and mathematics education*. Albany: State of University of NY.

Rodgers, K. J., Diefes-Dux, H. A., Madhavan, K., & Kong, Y. (2014, October). Mini workshop—Developing engineers for a changing world through modeling and

simulation-based pedagogy. In *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) Proceedings* (pp. 1-3). IEEE.

Rose, L.M. (1974). The application of mathematical modelling to process development and design. NY: Halsted Publication.

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, *68*(4), 20-26.

Schellings, G. L. M., van Hout-Wolters, B., Veenman, M., & Meijer, J. (2013). Assessing metacognitive activities: The in-depth comparison of a task-specific questionnaire with think-aloud protocols. *European Journal of Psychology of Education, 28*(3), 963–990.

Schneider, W., & Artelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. *ZDM Mathematics Education, 42*(2), 149–161.

Schoenfeld, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 334–370). New York: MacMillan.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press Inc.

Schoenfeld, A. H. (1994). Reflections on doing and teaching mathematics. *Mathematical thinking and problem solving*, 53-70.

Schorr, R. Y., & Lesh, R. (2003). A modeling approach for providing teacher development. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching (pp. 159–174). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Schröder, L. (2014). *Metakognitive Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten mathematischer Modellierungsaufgaben* [Unpublished masters thesis]. University of Hamburg, Hamburg.

Schukajlow, S., & Krug, A. (2013). Considering multiple solutions for modelling problems - design and first results from the MultiMa-Project. In W. Blum, J. Brown, G. Kaiser & G. Stillman (Eds.), International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling (ICTMA 15 Proceedings) (pp. 207-216). Heidelberg: Springer

Schukajlow, S., & Leiß, D. (2011). Selbstberichtete Strategienutzung und mathematische Modellierungskompetenz. *Journal für Mathematikdidaktik, 32*, 53–77.

Schunk, D.H., & Pajares F. (2005). Competence beliefs in academic functioning. In A. J. Elliot & C. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 85–104). New York: Guilford Press.

Sekerak, J. (2010). Competences of Mathematical Modelling of High School Students. *Mathematics Teaching, 220*, 8-12.

Sen, H.S. (2019). Lisans öğrencilerinin üst bilişsel okuma farkındalıkları: çeşitli değişkenlere göre bir inceleme. *Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 13*(30), 199-216. doi: 10.29329/mjer.2019.218.12

Shaughnessy, J. (2013). Mathematics in a STEM Context. *Mathematics Teaching in the Middle School*. 18. 10.5951/mathteacmiddscho.18.6.0324.

Singer, S. R., Nielsen, N. R., & Schweingruber, H. A. (2012). Discipline-based education research. *Washington, DC: The National Academies*.

Snyder, V. (1912). The fifth International Congress of Mathematicians, Cambridge, *Bulletin of the American Mathematical Society*, *19*(3), 107-130.

Snyder C R & Lopez S. (2002). *Handbook of positive psychology*. Oxford University Press, US.

Sole, M. A. (2013). A primer for mathematical modeling. *Journal of Mathematics Education at Teachers College*, *5*, 45-49.

Soon, W., Lioe, L. T., & McInnes, B. (2011). Understanding the difficulties faced by engineering undergraduates in learning mathematical modelling. *International Journal of Mathematical Education in Science & Technology*, *42*(8), 1023–1039.

Spanıer, J. (1980). Thoughts about the essentials of mathematical modelling. *Mathematical Modelling, 1*, 99-108.

Spanier, J. (1992). Modelling - a personel viewpoint. *Mathematical and Computer Modelling, 16*(5), 147-149.

Sriraman, B. (2005). Conceptualizing the Notion of Model Eliciting. Proceedings of the Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education. Sant Feliu de Guíxols, Spain.

Stacey, K. (2015). The real world and the mathematical world. İçinde K. Stacey ve R. Turner (Eds.), *Assessing mathematical literacy: The PISA experience* (s. 57-84). Springer.

STEM Akademi. (2016). Dünyada STEM. 21.05.2021 tarihinde www. stemakademi.com.tr. adresinden alındı.

Stender, P. (2016). *Wirkungsvolle Lehrerinterventionsformen bei komplexen Modellierungsaufgaben*. Springer.

Stewart, C. J., & Cash, W. B. (1985). *Interviewing: Principles and practices* (4. Baskı). Dubuque, IO: Wm. C. Brown Publication.

Stillman, G. (2011). Applying metacognitive knowledge and strategies in applications and modeling tasks at secondary school. In G. Kaiser, W. Blum, R. Borroemo Ferri, & G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling* (pp. 165–180). Dordrecht: Springer.

Stillman, G. A. (2004). Strategies employed by upper secondary students for overcoming or exploiting conditions affecting accessibility of applications tasks. *Mathematics Education Research Journal, 16*(1), 41–70.

Stillman, G., Galbraith, P., Brown, J., & Edwards, I. (2007). A framework for success in implementing mathematical modelling in the secondary classroom. In J. Watson & K. Beswick (Eds.), *Proceedings of MERGA 30* (pp. 688–707). Adelaide: Mathematics Education Research Group of Australasia.

Stohlman, M. (2013). Model eliciting activities: fostering 21st century learners. *Journal of Mathematics Education at Teachers College, 4,* 60-65.

Swan, M., Turner, R., & Yoon, C. (2006). The roles of modelling in learning mathematics. In W. Blum, P. Galbraith, H.-W. Henn & M. Niss (Eds.), Modelling and applications in mathematics education. The 14. ICMI study (pp. 275-284). New York: Springer.

Şahin, N., & Eraslan, A. (2017). Thinking processes of fourth-grade primary school students on the butter bean problem and challenges encountered. Educational Sciences: *Theory & Practice, 17*(1), 105–127.

Şahin, S. (2019). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme problemi hazırlama becerilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.

Şandır, H. (2010). *Matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının tasarladıkları ve uyguladıkları modellemelere ait süreçlerin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve Davranışsal Ölçümlerde Güvenilirlik ve Geçerlilik*. Seçkin Yayıncılık.

Şen-Zeytun, A. (2013). *An investigation of prospective teachers' mathematical modeling processes and their views about factors affecting these processes* [Unpublished doctoral dissertation]. Middle East Technical University, Ankara.

Tanner, H., & Jones, S. (1995): Developing metacognitive skills in mathematical modelling – a socio-contructivist interpretation. In C. Sloyer, W. Blum, I. Huntley, (Eds.*), Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications* (pp.61-70). Yorklyn: Water Street Mathematics.

Taşova, H. İ. (2011). *Matematik öğretmen adaylarının modelleme etkinlikleri ve performansı sürecinde düşünme ve görselleme becerilerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Taşova, H. İ., & Delice, A. (2011). An analysis of pre-service mathematics teachers' performance in modelling tasks in terms of spatial visualisation ability. In Smith, C. (Eds.) Proceeding of the Brtish Society for Research into Learning Mathematics, 31(3). [online]: http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip31-3/BSRLM-IP-31-3- 26.pdf (10.10.20).

Tekin Dede, A. (2015). *Matematik derslerinde öğrencilerin modelleme yeterliklerinin geliştirilmesi: bir eylem araştırması*. [Yayımlanmamış doktora tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Tekin-Dede, A. ve Bukova-Güzel, E. (2013). Matematik öğretmenlerinin model oluşturma etkinliği tasarım süreçleri ve etkinliklere yönelik görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *2*(1), 300-322.

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

Tekin-Dede, A., & Bukova-Güzel, E. (2018). A Rubric Development Study for the Assessment of Modeling Skills. *The Mathematics Educator*, *27*(2), 33-72.

Toy, S. (2019). *Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme süreçlerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.

Treagust, F. D. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, *24(*4), 357-368.

Treilibs, V. (1979). Formulation processes im mathematical modelling. Doctoral dissertation, Shell Centre for Mathematical Education, University of Nottingham.

Trelinski, G. (1983). Spontaneous mathematization of situations outside mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 14*, 275–284.

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

Tutak, T. ve Güder, Y. (2014). Matematiksel modellemenin tanımı, kapsamı ve önemi. *Turkish Journal of Educational Studies, 1* (1), 173-190.

Türk Dil Kurumu. (2012). TDK Büyük Türkçe Sözlük, http://tdkterim.gov.tr/bts/, (21 Şubat 2022).

Türker, B., Sağlam, Y., & Umay. A. (2010). Preservice teachers' performances at mathematical modeling process and views on mathematical modeling. *Procedia Social and Behavioral Sciences, 2* (2), 4622-4628.

Uçkun, C. G., Demir, B. & Yüksel, A. (2012). Meslek Yüksek Okullarında Görevli Akademik Yöneticilerin Üst Bilişsel Farkındalık Düzeylerinin İncelenmesi: Kocaeli Üniversitesi Örneği. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, (24)*, 51-74

Uçkun, C. G., Demir, B., ve Yüksel, A. (2013). Meslek Yüksek Okullarında Görevli Akademik Yöneticilerin Üst Bilişsel Farkındalık Düzeylerinden Kontrol Becerilerinin İncelenmesi ''Kocaeli Üniversitesi Örneği''. *21.Yy da Eğitim ve Toplum, Eğt. Bil. ve Sos. Araş. Dergisi,2*(5),19-33.

Urhan, S. ve Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanimi: öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 15* (59), 1279-1295.

Ünsal, S., Korkmaz, F. ve Perçin, S. (2016). Analysis of mathematics teachers' self-efficacy levels concerning the teaching process. *Journal of Education and Practice, 7*(24), 99-107.

Ünverdi, N. Ö. ve Ünverdi, N. A. (1999). Mühendislik Öğretiminin Değerlendirilmesi. *Mühendislik Mimarlık Eğitimi Sempozyumu*, İstanbul.

Ünveren, E. N. (2010). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının ispata yönelik tutumlarının matematiksel modelleme sürecinde incelenmesi*. [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.

Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' Knowledge of Models and Modelling in Science. *International Journal of Science Education, 21*(11), 1141- 1153.

Verschaffel, L., De Corte, E., & Borghart, I. (1997). Pre-service teachers' conceptions and beliefs about the role of real-world knowledge in mathematical modeling of school word problems. *Learning and Instruction, 7*(4), 339-359.

Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S. (1999). Children's conceptions about the role of real-world knowledge in mathematical modeling of school word problems. In W. Schnotz, S. Vosniadou, & M. Carretero (Eds.), New perspectives on conceptual change. Oxford: Elsevier.

Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. In K. P. Gravemeijer, R. Lehrer, H. J. Van Oers, and L. Verschaffel (Eds.), Symbolizing, Modeling and Tool Use in Mathematics Education (pp. 171-195). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Vorhölter, K., Krüger, A., & Wendt, L. (2019). Chapter 2: Metacognition in Mathematical Modeling – An Overview. https://doi.org/10.1007/978-3-030-04432-9_3.

Voskoglou, M. G. (2006). The Use of Mathematical Modelling as a Tool for Learning Mathematics. *Quaderni di Ricerca in Didattica. 16*, 53-60.

Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*, 4, 45-69.

Wake, G. (2014). Making sense of and with mathematics: the interface between academic mathematics and mathematics in practice. *Educational Studies in Mathematics 86***,** 271–290. https://doi.org/10.1007/s10649-014-9540-8

Wedelin, D., Adawi, T., Jahan, T., & Andersson, S. (2015). Investigating and developing engineering students' mathematical modelling and problem-solving skills. *European Journal of Engineering Education*, *40*(5), 557-572.

Wedelin, D., & Adawi, T. (2014). Teaching Mathematical Modelling and Problem Solving – A Cognitive Apprenticeship Approach to Mathematics and Engineering Education. *International Journal of Engineering Pedagogy,* 4(5): 49–55. https://doi.org/10.3991/ijep.v4i5.3555

Weinert, F.E. (1984). Metakognition und Motivation als Determinanten der Lernaktivität: Einführung und Überblick [Metacognition and motivation as determinants for learning activity: Introduction and overview]. In F.E. Weinert & R.H. Kluwe (Eds.), *Metakognition, Motivation und Lernen* [Metacognition, motivation, and learning] (pp. 9–21). Stuttgart: Kohlhammer.

Wessels, H. M. (2014). Levels of mathematical creativity in model-eliciting activities. *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(9), 22-40.

Whiteman, W. E., & Nygren, K. P. (2000). Achieving the right balance: Properly integrating mathematical software packages into engineering education. *Journal of Engineering Education, 89*(3). 331–339. https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2000.tb00533.x

Wollman, W. (1983). Determining the Sources of Error in a Translation from Sentence to Equation. *Journal for Research in Mathematics Education,* 14(3), 169-181.

Wood, Leigh. (2008). Engineering mathematics - What do students think?. *The Australian & New Zealand Industrial and Applied Mathematics Journal*, 49, 289-C301. https://doi.org/10.21914/anziamj.v49i0.360.

Yenilmez, K. ve Yıldız, Ş. (2019). Matematiksel modelleme ile ilgili lisansüstü tezlerin tematik içerik analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Armağan Özel Sayı*sı, 1-22.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri (6.Baskı).* Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B.ve Türk, C. (2018). STEM uygulamalarının kız öğrencilerin tutum ve mühendislik algılarına etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 30*, 842-884. https://doi.org/10.14520/adyusbd.368452.

Yılmaz, Ö. (2008). *Toprak kolonlarında ısısal özelliklerin belirlenmesi ve modellenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi, Konya.

Yılmaz, A., Çelik, A. ve Ulukapı, H. (2015). Çalışanların tinsel değerlere ilişkin algılarının iş stresi üzerindeki etkisinde birey-örgüt uyumunun aracılık rolü: Selçuk üniversitesi örneği. 23. Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi, 14-16 Mayıs 2015, Muğla.

Yoon, C., Dreyfus, T., & Thomas, O.J. (2010). How high is the tramping track? mathematising and applying in a calculus model-eliciting activity. *Mathematics Education Research Journal, 22*(1), 141-157.

Yurdakul, B. (2004). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrenenlerin problem çözme becerilerine, bilişötesi farkındalık ve derse yönelik tutum düzeylerine etkisi ile öğrenme sürecine katkıları* [Yayınlanmamış doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Yurt, E. ve Sünbül, A. M. (2012). Effect of modeling-based activities developed using virtual environments and concrete objects on spatial thinking and mental rotation skills. *Educational Sciences: Theory and Practice, 12*(3), 1987-1992.

Yurtsever, A. (2018). *6. sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yeterlikleri, matematik başarıları ve tutumları arasındaki ilişki* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Zambujo, M. (1989). Maths As A human and scientific value ın the computer age. M, Nıss, W, Blum ve I, Huntley (Ed.), Modelling Applications and Applied Problem Solving. England: Halsted Pres. 116-122.

Zawojewski, J. S., Hjalmarson, M. A., Bowman, K. J., & Lesh, R. (2008). A modeling perspective on learning and teaching in engineering education. In *Models and modeling in engineering education* (pp. 1-15). Brill Sense.

Zawojewski, J. S., Lesh, R., & English, L. (2003). A models and modelling perspective on the role of small group learning activities. In R. Lesh ve H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modelling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (ss. 337-358). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Zöttl, L. (2010). *Modellierungskompetenz fördern mit heuristischen lösungsbeispielen*. Hildesheim: Franzbecker.

EKLER

EK-1. Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 12/06/2020-E.38970

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu

Sayı : 10017888-020/
Konu : Öğr.Gör.Barış DEMİR (Anket Soruları-Değerlendirme/ Onay Belgesi Talebi),

HEREKE ÖMER İSMET UZUNYOL MESLEK YÜKSEKOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 03/06/2020 tarihli, 36503 sayılı ve "Öğr.Gör.Barış DEMİR (Anket Soruları-Değerlendirme/ Onay Belgesi Talebi)," konulu yazı

Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulunun 11/06/2020 tarih ve 2020/08 nolu toplantısında alınan 3, 4 ve 5 sıra sayılı kararı aşağıda sunulmuştur.

Gereğini arz ederim.

Prof.Dr. Adem ÇAYLAK
Kurul Başkanı

Karar No 4: Hereke Ömer İsmet Uzunyol Meslek Yüksekokulu Müdürlüğünün 03/06/2020 tarih ve 36503 sayılı yazısı görüşüldü. Öğr. Gör. Barış DEMİR'in "Teknoloji Fakültesi Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Özyeterlikleri ile Bilişsel Esneklik / Üstbilişsel Farkındalık Düzeyleri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi" başlıklı bilimsel çalışması kapsamında yapacağı anketin uygulanmasında bilimsel araştırma ve yayın etiği açısından bir sakınca olmadığına oy birliği ile karar verildi.

Mevcut Elektronik İmzalar

ADEM ÇAYLAK (Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu - Kurul Başkanı) 12/06/2020 15:03

Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu Kocaeli Üniversitesi Umuttepe Yerleşkesi 41380, Kocaeli
Tel:+90 (262) 303 10 01 Faks:+90 (262) 303 10 33
E-Posta :rekiletisim@kocaeli.edu.tr Elektronik Ağ :http://www.kocaeli.edu.tr

Bilgi için: Pelin ÜNALDI
Raportör
Telefon No: 303 10 49

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-2. Araştırma İzni

Evrak Tarih ve Sayısı: 03.03.2021-E.27967

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
Teknoloji Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-94127629-044-27967
Konu : Anket Talebi

HEREKE ÖMER İSMET UZUNYOL MESLEK YÜKSEKOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 01.03.2021 tarihli, 27433 sayılı ve "Anketler" konulu yazı

Meslek Yüksekokulunuzda görevli bulunan Öğr. Gör. Barş DEMİR'in İlgi yazıda, bahsi geçen konuda belirtilen çalışmayı öğrencilerimize uygulayabilme talebi uygun görülmüştür.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof.Dr. Mehmet YILDIRIM
Dekan

EK :
İlgi Yazı

Mevcut Elektronik İmzalar

Prof.Dr. MEHMET YILDIRIM (Teknoloji Fakültesi Dekanlığı - Dekan) 03.03.2021 13:53

Belge Doğrulama Kodu :*BELMANFE3* Belge Doğrulama Adresi :https://ebys.kocaeli.edu.tr/enVision/Validate_Doc.aspx
Fakülte Sekreterliği (Teknoloji Fak.) Kocaeli Üniversitesi Teknoloji Fakültesi, 41380 Umuttepe-İzmit/KOCAELİ
Bilgi için: Bahar Öztürk
Tel:0 (262) 303 2202 Faks:0 (262) 303 2203
E-Posta :teknoloji@kocaeli.edu.tr Elektronik Ağ :http://teknoloji.kocaeli.edu.tr/
Kep Adresi: kocaeliuniversitesi@hs01.kep.tr
Veri Hazırlama ve Kontrol İşletmeni
Telefon No: 3032207

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

EK-3. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi "Barış Demir" tarafından yürütülen teknoloji fakültesinde öğrenim gören mühendis adaylarının matematiksel modelleme becerilerini, matematiksel modelleme yöntemi hakkındaki duygu ve düşüncelerini ve bu becerilerin mühendislik eğitimine etkisi hakkında mühendis adaylarının görüşleri belirlenmesine yönelik araştırmamıza davet ediyoruz. Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Kesinlikle isim ve soy isim alınmayacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle verecek şekilde cevaplamanızdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup bilgileriniz **gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya e-posta adresi ve numaralı telefondan ulaşabilirsiniz. Araştırma tamamlandığında genel/size özel sonuçların sizinle paylaşılmasını istiyorsanız lütfen araştırmacıya iletiniz.

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı/araştırmacılar tarafından yapıldı. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

☐ kabul ediyorum ☐ kabul etmiyorum (lütfen uygun seçeneği işaretleyiniz)

Barış DEMİR

Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Öğrencisi

EK-4. Kişisel Bilgi Formu

Demografik Bilgiler

Bu bölümde, sizin kişisel özellikleriniz ile ilgili sorular bulunmaktadır. Lütfen en uygun yanıtı işaretleyiniz.

Cinsiyet:

( ) Kadın ( ) Erkek

Mezun olunan lise türü:

( ) Düz lise ( ) Meslek lisesi ( ) Anadolu lisesi ( ) Fen lisesi ( ) Diğer

Sınıfınız:

( ) 1.sınıf ( ) 2.sınıf ( ) 3.sınıf ( ) 4.sınıf

Modelleme ile ilgili bir ders ya da eğitim dersi aldınız mı?

( ) Evet ( ) Hayır

EK-5. Modeller ve Modelleme Ölçeği

Açıklama: Aşağıda modeller ve modelleme kavramların yönelik ifadeler verilmiştir. Sizden beklenen her ifadeyi dikkatle okumanız ve **"1" Tamamen Katılmıyorum, "5" ise Tamamen Katılıyorum** arasında bir değer vermenizdir.		Tamamen Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Tamamen Katılmıyorum
GÖRÜŞLER						
1	Bir bilimsel olayın farklı yönlerini göstererek bu olayın özelliklerini ifade etmek için birçok model kullanılabilir.	( )	( )	( )	( )	( )
2	Bir bilimsel olay için geliştirilen birden çok model, olayın farklı versiyonlarını (çeşitlerini)içerir.	( )	( )	( )	( )	( )
3	Modeller, fikirler arasındaki ilişkiyi açık bir şekilde gösterebilir.	( )	( )	( )	( )	( )
4	Bir cismin farklı yönlerini veya şekillerini göstermek için birden çok model kullanılabilir.	( )	( )	( )	( )	( )
5	Birden çok model, bir cismin farklı kısımlarını gösterir veya cisimleri farklı şekilde gösterir.	( )	( )	( )	( )	( )
6	Birden çok model farklı bilgilerin nasıl kullanıldığını gösterir.	( )	( )	( )	( )	( )
7	Bir model, bir bilimsel olayı göstermek veya açıklamak için gereken her şeyi içerir.	( )	( )	( )	( )	( )
8	Bir model tam bir kopya olmalıdır.	( )	( )	( )	( )	( )
9	Bir model gerçek nesneye benzemelidir.	( )	( )	( )	( )	( )
10	Bir model, hiç kimsenin reddedemeyeceği kadar, gerçek cisme tam olarak benzemelidir.	( )	( )	( )	( )	( )
11	Bir model ile ilgili her şey, modelin temsil ettiği olayı anlatabilmelidir.	( )	( )	( )	( )	( )
12	Bir model, boyutu hariç, gerçek cisme tam olarak benzemelidir.	( )	( )	( )	( )	( )
13	Bir model, doğru bilgi verecek ve cismin nasıl göründüğünü gösterecek şekilde, gerçek cisme benzemelidir.	( )	( )	( )	( )	( )
14	Bir model, gerçek cismin ne olduğunu ve nasıl göründüğünü gösterir.	( )	( )	( )	( )	( )
15	Modeller bir şeyin küçültülmüş halidir.	( )	( )	( )	( )	( )
16	Modeller, bir şeyi fiziksel veya görsel olarak temsil etmekte kullanılır.	( )	( )	( )	( )	( )
17	Modeller, bilimsel olayların zihninizde bir resmini oluşturmanıza yardımcı olur.	( )	( )	( )	( )	( )
18	Modeller bilimsel olayı açıklamakta kullanılır.	( )	( )	( )	( )	( )
19	Modeller bir fikri göstermekte kullanılır.	( )	( )	( )	( )	( )
20	Bir model, bir diyagram, bir resim, bir harita, grafik veya bir fotoğraf olabilir	( )	( )	( )	( )	( )
21	Modeller, bilimsel olaylar hakkındaki fikir ve teorilerin formüle edilmesine yardımcı olmak için kullanılır.	( )	( )	( )	( )	( )
22	Modellerin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanıldıklarını göstermek için yine modeller kullanılır.	( )	( )	( )	( )	( )
23	Modeller, bir bilimsel olay hakkında tahminde bulunmak ve tahminleri test etmek için kullanılır.	( )	( )	( )	( )	( )
24	Yeni teori veya olaylar farklı olguları doğruluyorsa bir model değişebilir.	( )	( )	( )	( )	( )
25	Yeni buluşlar olursa bir model değişebilir.	( )	( )	( )	( )	( )
26	Verilerde veya inançlarda değişiklik olursa bir model değişebilir.	( )	( )	( )	( )	( )
27	Modeller teoriler üzerinde çalışmanın sonucu ortaya çıkar	( )	( )	( )	( )	( )
28	Formül veya şema birer modeldir.	( )	( )	( )	( )	( )
29	Tablo ve kimyasal sembol birer modeldir.	( )	( )	( )	( )	( )
30	Maketler birer modeldir.	( )	( )	( )	( )	( )
31	Newton kanunları, Arşimet prensibi, Evrim teorisi ve Pisagor bağıntısı birer modeldir.	( )	( )	( )	( )	( )

EK-6. Matematiksel Modelleme Öz-yeterlik Ölçeği

MATEMATİKSEL MODELLEME ÖZYETERLİK ÖLÇEĞİ

Açıklama: Aşağıda matematiksel modelleme becerisi özyeterliğine yönelik ifadeler verilmiştir. Sizden beklenen her ifadeyi dikkatle okumanız ve **"1" Kesinlikle Katılmıyorum, "5" ise Kesinlikle Katılıyorum** arasında bir değer vermenizdir.	Kesinlikle Katılmıyorum				Kesinlikle Katılıyorum
İfadeler	**1** ←				→ **5**
1. Gerçek yaşam problemlerini farklı şekillerde tanımlayabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
2. Bir veri setini kullanarak geleceğe dönük kararlar verebilmeyi sağlayacak formül/grafikler üretebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
3. Matematiksel bir formül üzerinde derinlemesine düşünebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
4. Matematiksel bir problemin çözümü için geliştirilen formülü yeni formüllerin geliştirilmesinde kullanabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
5. Farklı matematik konularında matematiksel modeller tasarlayabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
6. Bir veri setine yönelik kestirimlerde bulunurken matematiksel ilişkilerden yararlanabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
7. Bir matematiksel model tasarlarken farklı araçlar (teknoloji, somut materyal vb.) kullanabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
8. Matematiksel bir modeli uygun matematiksel gösterimlerle (grafik, fonksiyon vb.) ifade edebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
9. Oluşturduğum matematiksel modeli farklı gerçek yaşam durumlarına genelleyebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
10. Matematiksel bir probleme dönük elde ettiğim çözümü gerçek yaşam durumlarına uygulayabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
11. Modelleme sürecinde olası hataları analiz ederek yaratıcı çözümler geliştirebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
12. Matematiksel modelleme sürecinde alternatif çözümler üretebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
13. Matematiksel bir formülün doğruluğunu gerçek yaşam durumlarında gösterebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
14. Farklı problem durumlarında geliştirilen matematiksel modelleri karşılaştırabilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
15. Matematiksel bir modelin doğruluğunu göstermede kendime güvenirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
16. Matematiksel problem durumu için çözüm geliştirdikten sonra modelleme sürecini gözden geçiririm.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
17. Matematiksel modelleme ile elde edilen çözümü eleştirel bir şekilde kontrol edebilirim.	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)

EK-7. Üstbilişsel Farkındalık Ölçeği

ÜSTBİLİŞSEL FARKINDALIK ÖLÇEĞİ	Hiçbir Zaman	Nadiren	Sık Sık	Genellikle	Her Zaman
1. Güçlü ve zayıf yönlerimin farkındayım.					
2. Öğrendiğim bilgileri hatırlama konusunda hafızama güvenirim.					
3. Bir konuya çalışırken bildiklerim ve bilmediklerimi kendime sorarım.					
4. Bir konuya çalışmaya başlamadan önce o konunun güçlük derecesini sorgularım					
5. Bir problemi başarıyla çözebilmek için neye ihtiyacım olduğunu bilirim.					
6. Çalışma becerilerimin arkadaşlarıma kıyasla daha iyi olduğunun farkındayım.					
7. Bir konuyu en iyi nasıl öğrenebileceğimi kendime sorarım.					
8. Bir konuyu öğrenebilmek için kendime ait stratejiler geliştirebilirim.					
9. Karşılaştığım bir problemi çözebilmek için, bütün alternatif çözüm yollarını değerlendiririm.					
10. Bir problemi çözmek için en doğru yolun hangisi olduğuna karar verebilirim.					
11. Verilen bir görevi tamamlamak için ne kadar zaman ve kaynağa ihtiyaç duyacağımı araştırırım.					
12. Yeni öğrendiklerim ile önceki bilgilerim arasında ilişki kurmaya çalışırım.					
13. Bir görevi yerine getirme sürecinde duraksar, izlediğim yolun doğru olup olmadığını sorgularım.					
14. Bir konuya çalışırken, "daha farklı nasıl çalışabilirim" diye kendime sorarım.					
15. Öğrenmem gereken konuları öğrendiğimden emin olmak için kendi kendime sorular sorarım.					
16. Bir problemi çözdükten sonra bütün çözüm yollarını gözden geçirip geçirmediğimi analiz ederim.					
17. Bir görevi tamamladıktan sonra bu görevi yapmanın daha kolay bir yolu olup olmadığını kendime sorarım.					
18. Bir problemi çözdüğümde elde ettiğim bilgiyi farklı problemlere nasıl uyarlayabileceğimi düşünürüm.					

EK-8 Giriş Problemi 1(Yılan Halkalarının Sayısı, Altun-2009)

Yılanın Halkalarının Sayısı



Bir tür yılan bir aylık olunca gövdesinde bir siyah halka beliriyor. Her ay bu siyah halkanın ortasında bir kırmızı halka beliriyor ve böylece iki siyah bir kırmızı halka oluşuyor. Takip eden aylarda bu değişim aynı şekilde sürüyor. Yani her siyah halka, ortasında kırmızı bir halka ile bölünüyor. Belli bir yaşa gelmiş bulunan bir yılanın kırmızı ve siyah halka sayıları bulunabilir mi?

EK-9 Giriş Problemi 2(Araç Kiralama)

Araç Kiralama

Semih çıkacağı tatil için bir araba kiralamak istiyor. X şirketindeki arabaların kiralama koşulları günlüğü 138 TL ve her km için de 2.60 TL ödeme yapılması şeklindedir. Y şirketinin koşulları ise, günlüğü 126 TL ve her km için de 3.20 TL ödeme olması şeklindedir. Semih'in tatili üç gün sürecektir. Semih için en uygun araba kiralama modelini oluşturunuz (seyahat süresi km gün konularında tavsiyeler verebilirsiniz)



EK-10 Giriş Problemi 3(Paraşütlü Gemiler)

Paraşütlü Gemiler

Dizel yakıtın litresinin 0,42 zed olmasından dolayı *Büyük Dalga* gemisinin sahipleri gemilerine paraşüt taktırmayı düşünmektedir.

Böyle bir paraşütün dizel yakıt tüketimini toplamda yaklaşık %20 azaltacağı tahmin edilmektedir.

Ad: *Büyük Dalga*

Tür: Yük gemisi

Uzunluk: 117 metre

Genişlik: 18 metre

Yük kapasitesi: 12 000 ton

Maksimum hız: 19 knot (denizcilikte kullanılan hız birimi)



Paraşütsüz bir yıllık dizel tüketimi: yaklaşık 3 500 000 litre

Büyük Dalga gemisine paraşüt takılmasının maliyeti 2 500 000 zed'dir.

Yapılan dizel yakıtı tasarrufu yaklaşık kaç yıl sonra paraşüt masrafını karşılar? Yanıtınızı destekleyen hesaplamalarınızı gösteriniz.

EK-11 Asıl Problem 1(Dosya Kağıdı, Altun-2016)

Dosya Kağıdı

Standart kâğıt boyutları olarak bilinen, baskı ve yazışmalarda kullanılan kâğıtlar büyükten küçüğe doğru A0, A1, A2, ... ,A8 olmak üzere dokuz tanedir. Her farklı boyuttaki kâğıt diğerlerinin benzeri olan bir dikdörtgendir.



A4 adlı olanı dosya kağıdı olarak da bilinir ve ölçüleri 21 cm x 29,7 cm' dır. Bir büyük boyutlu olanını elde etmek için aynı ebatlı iki kâğıdı uzun kenarı boyunca yan yana getirmek gerekir.

- A3'ün boyutlarını belirtiniz.
- Bu bilgiye göre boyutların **m** ve **n** olan bir kağıdın standart bir kağıt olabilmesi için **m** ve **n** arasında nasıl bir ilişki olması gerekir?

EK-12 Asıl Problem 2 (Test Maliyeti, Demir-2021)

Test Maliyeti

Biyomekanik bir çalışma yapmak istiyoruz. Çalışmada yapay kemik kullanılacaksa gerçek kemiğe oranla %151 fazla test yapılması gerekmektedir. Farklı kemik modelleri için bilgiler aşağıdaki gibidir.



Öneri 1: Yapay Kemik Modeli (%85 doğrulukta), tanesi 170 TL'dir.

Öneri 2: Gerçek Kemik (%100 doğrulukta), tanesi 395 TL'dir.

Laboratuvarımızda günde 10 test yapılabilmekte olup, akademik bir çalışma için en az 40 test yapılmalıdır. Fakat gerçek kemikler her gün özelliğini %5 oranında kaybetmektedir ve gerçek kemik günlük saklama maliyeti 1,41 TL'dir.

Çalışma için ekonomik çözümünüz nedir. 100 teste kadar yapılacak denemelerdeki doğruluk ve maliyet analizlerini yapınız.

EK-13 Asıl Problem 3 (Obezite, IM²C- 2016)

Obezite



29 Mayıs 2014. The Lancet tıp dergisinde yayınlanan Global Burden of Disease Study 2013'ün yeni analizine göre, dünya çapında yetişkin obezite oranları son 30 yılda yaklaşık yüzde 30 arttı. Avustralya'daki yetişkin obezite oranları dünyanın herhangi bir yerinden daha hızlı artıyor ve Amerika Birleşik Devletleri'ninkinden sadece biraz daha az. Avustralya'da yetişkinlerin yüzde 63'ü aşırı kilolu veya obezdir. Çalışmaya yanıt olarak, sağlık uzmanları Avustralya'daki hükümetleri aşırı kilo ve obeziteyi ele almak için ulusal bir strateji taahhüt etmeye çağırdı.

Birleşik Krallık'taki Oxford Üniversitesi'nden Profesör Klim McPherson, çalışmanın sonuçlarına ilişkin yorumlarda, dünya çapındaki obezite oranlarına yönelik uygun bir küresel tepkinin 'gıda endüstrileri için üretim ve pazarlamanın birçok yönünü kısıtlamaya' odaklanacağını belirtti.

Bu tür bir kamuoyu endişesi yeni değil. 2004'te Amerika'da, obezite ve gıda endüstrileri arasında algılanan bir bağlantıyla ilgili endişe, Obezite (2004) belgesel filminin yapılmasına yol açtı. Filmin yaratıcısı Morgan Spurlock Morgan, arka arkaya 30 gün boyunca, McDonald's yiyecek ve içeceklerinden başka hiçbir şey içermeyen (günde yaklaşık 5000 kalori tüketen) günde üç öğün yemek yedi. Bir 'büyütme' teklif edilirse, her zaman onu aldı ve günlük egzersizini ortalama bir Amerikalı ofis çalışanıyla sınırladı. McDonald's menüsündeki her şeyi en az bir kez yedi.

Matematiksel Problem

Morgan Spurlock'un yaşadığı kilo alımını tanımlamak için matematiksel bir model geliştirin ve değerlendirin. Kalori alımı ve egzersizin ilgili etkilerini keşfetmek için modeli kullanın. Bu sorunun sonundaki ekte enerji ve aktivite seviyeleri hakkında faydalı bilgiler bulabilirsiniz.

Aktivite	Enerji Kullanımı (kcal/kg/h)
Sessizce oturmak	0.4
Yazmak	0.4
Rahat bir şekilde ayakta durmak	0.5
Araba sürmek	0.9
Vacuuming	2.7
Hızla yürümek	3.4
Kaykay yapmak	5.0
Koşu	7.0
Tenis	7.0
Yüzme	7.9

Örnek fast food ürünleri	Enerji (kcal)
Sade hamburger: köfte, ızgara (40 gr), hamburger ekmeği (65 gr) ve salata	328
Sade hamburger ve orta boy cips: köfte, ızgara (40 gr), hamburger ekmeği (65 gr) ve salata	497
Çizburger: köfte, ızgara (40 gr), hamburger ekmeği (65 gr), marul, dilimlenmiş domates ve soğan, domates sos, peynir (16 gr)	391
Çizburger ve büyük cipsler: köfte, ızgara (40 gr), hamburger ekmeği (65 gr) ve salata, büyük parça cips	728
Çift hamburger ve orta boy cips: 2 köfte, ızgara (80 gr), hamburger ekmeği (65 gr) ve salata, orta porsiyon cips	606
Peynirli, domatesli ve zeytinli pizza: orta porsiyon (90 g)	223
Peynirli, domatesli ve zeytinli pizza: büyük porsiyon (340 g)	844
Limonata (375 ml)	158
Kuru zencefil (375 ml)	124
Bundaberg zencefilli bira (375 ml)	188
Coca Cola (375 ml)	158
Pepsi cola (375 ml)	169
Fanta (375 ml)	210

EK-14 Asıl Problem 4 (Nasıl Depolayalım, TÜBA,2016)

Nasıl Depolayalım?



Konserve üretimi yapan bir firma, ürettiği silindir şeklindeki konserve kutularını saklamak için kısa süreli depoya ihtiyaç duymaktadır. Firma bunu mümkün olan en az maliyetle yapmak istemektedir. Saklanmak istenen dik dairesel silindir şeklindeki konserve kutularının her biri 10 cm yarıçapında ve 30 cm yüksekliğindedir. Firma, 175 konserve kutusunu 2 ay süreyle depolamayı planlamaktadır. Firmanın depolama yapabileceği 3 farklı boyutta depolama dolabı mevcuttur. Her biri 100 cm yükseklikte olan bu depolama dolaplarının taban kenarlarının ölçülerine göre kiralama maliyetleri Tablo'1 de gösterilmektedir.

Tablo 1. Depoların boyutları ve aylık kira bedelleri

Genişlik (Cm)	Uzunluk (Cm)	Aylık Kira Bedeli (TL)
110	110	100
110	220	150
110	330	200

1. Siz firma sahibi olsaydınız maliyeti en aza indirmek için hangi depolama dolabını, hangi şekilde kullanırdınız?

2. Firma daha sonraki üretimlerde farklı sayılarda konserve kutularını depolamaya ihtiyaç duyabilir. Bunun için, firmanın hep aynı tür depolama dolaplarını kullanması uygun olur mu? Ne önerirsiniz?

Not: Kutuların depolarda dik konumda durması depoların güvenliği açısından önemlidir.

EK-15 Ön Görüşme Soruları

ÖN GÖRÜŞME

Çok değerli mühendis adayımız, bu görüşme formunun amacı mühendislik eğitiminde model ve matematiksel modellemeyle ilgili görüşlerinizi almaktır. Elde edilen bilgiler, sadece bilimsel amaçlı kullanılacak, kişisel hiçbir bilginiz açıklanmayacaktır. Tüm bilimsel etik kurallarına uyulacaktır.

Katkılarınız için teşekkür ederiz.

Görüşme soruları

1. Model denildiği zaman ne anlıyorsunuz? Model için günlük hayat ve mesleki anlamda hangi örnekler verilebilir? Sizce model kullanılmasının sebepleri neler olabilir?
2. İyi bir model nasıl oluşturulur? Hangi düşünceler önemlidir? Bu süreçte matematiğin kullanımına yönelik düşünceleriniz nelerdir?
3. Matematiksel model nedir? Matematiksel modelle ilgili örnekler verebilir misiniz? Bir matematiksel modeli oluşturma süreci ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?
4. Bir mühendis adayı olarak matematiksel modelleme kelimesi sizin için ne ifade etmektedir?
5. Matematiksel modelleme için gereken yeterlikler var mıdır? Varsa nelerdir?
6. Üniversitelerde mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim veriliyor mu? Bunun gerekliliği ve nasıl bir eğitim verilmesi gerektiğine yönelik görüşleriniz nelerdir?
7. Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını, eğer faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu nedenleri ile birlikte açıklayınız.
8. Matematiksel modelleme uygulamaları mesleki anlamda size bir katkı sağlar mı?

EK-16 Son Görüşme Soruları

SON GÖRÜŞME

Çok değerli mühendis adayımız, bu görüşme formunun amacı mühendislik eğitiminde model ve matematiksel modellemeyle ilgili görüşlerinizi almaktır. Elde edilen bilgiler, sadece bilimsel amaçlı kullanılacak, kişisel hiçbir bilginiz açıklanmayacaktır. Tüm bilimsel etik kurallarına uyulacaktır.

Katkılarınız için teşekkür ederiz.

Görüşme soruları

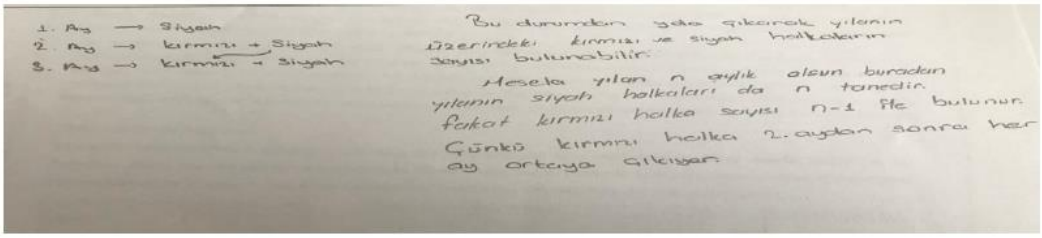
1. Model denildiği zaman ne anlıyorsunuz? Model için günlük hayat ve mesleki anlamda hangi örnekler verilebilir? Sizce model kullanılmasının sebepleri neler olabilir?
2. İyi bir model nasıl oluşturulur? Hangi düşünceler önemlidir? Bu süreçte matematiğin kullanımına yönelik düşünceleriniz nelerdir?
3. Matematiksel model nedir? Matematiksel modelle ilgili örnekler verebilir misiniz? Bir matematiksel modeli oluşturma süreci ile ilgili düşünceleriniz nelerdir?
4. Bir mühendis adayı olarak matematiksel modelleme kelimesi sizin için ne ifade etmektedir?
5. Matematiksel modelleme için gereken yeterlikler var mıdır? Varsa nelerdir?
6. Üniversitelerde mühendislik eğitimi sürecinde matematiksel modelleme ile ilgili bir eğitim veriliyor mu? Bunun gerekliliği ve nasıl bir eğitim verilmesi gerektiğine yönelik görüşleriniz nelerdir?
7. Üniversite süresince aldığınız eğitimin matematiksel modelleme ile ilgili bilgi ve becerinize faydasının olup olmadığını, eğer faydası olmuşsa hangi ders/dersler olduğunu nedenleri ile birlikte açıklayınız.
8. Matematiksel modelleme uygulamaları mesleki anlamda size bir katkı sağlar mı?
9. Etkinliklerdeki modelleme problemlerini çözerken güçlükle karşılaştınız mı? Karşılaştıysanız bu zorluklar nelerdir? Matematiksel modellemeyi oluştururken nasıl aşamalar izlediniz?
10. Etkinliklere başladığınızdaki, etkinlikler sırasındaki ve sonrasında kendinizi nasıl değerlendiriyorsunuz? Bu süreçte edindiğiniz kazanımlar nelerdir? Kendinizde gözlemlediğiniz değişim ve gelişimler nelerdir?

EK-17 Modelleme Yeterlikleri Değerlendirme Rubriği (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014)

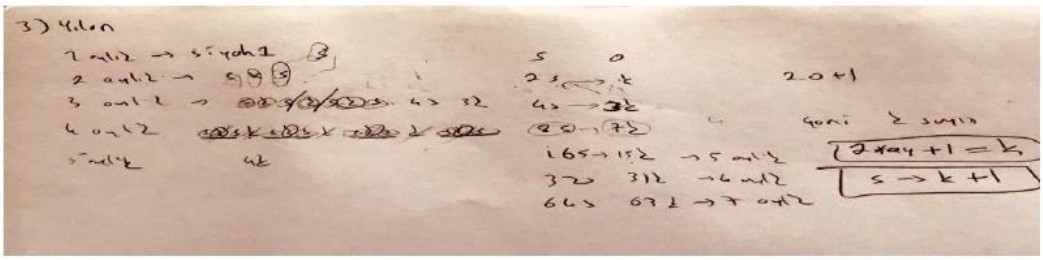
	Düzeyler Puanlar	Tanımlama
Problemi Anlama	Düzey 1*(0 puan)*	Problemi anlamadığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleyememe ve aralarında ilişki kuramama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 2*(1 puan)*	Problemi bir ölçüde anladığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri bir ölçüde belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 3*(2 puan)*	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ancak aralarında ilişki kurmama/yanlış ilişki kurma.
	Düzey 4*(3 puan)*	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirlerken önemsiz hatalar yapma, buna rağmen aralarında ilişki kurma.
	Düzey 5*(4 puan)*	Problemin tam olarak anlamlandırıldığını gösteren ifadelere yer verme, verilenleri ve istenenleri belirleme ve aralarında uygun bir ilişki kurma
Sadeleştirme	Düzey 1*(0 puan)*	Problemi sadeleştirmeme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirlememe ve yanlış varsayımlarda bulunma.
	Düzey 2*(1 puan)*	Problemi bir ölçüde sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri bir ölçüde belirleme ancak yanlış varsayımlarda bulunma
	Düzey 3*(2 puan)*	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlarda bulunma.
	Düzey 4*(3 puan)*	Problemi sadeleştirme, gerekli/gereksiz değişkenleri belirleme ve gerçekçi varsayımlarda bulunma
Matematikleştirme	Düzey 1*(0 puan)*	Matematiksel model oluşturmama veya yanlış model/ler oluşturma
	Düzey 2*(1 puan)*	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlar doğrultusunda eksik/hatalı matematiksel modeller oluşturma
	Düzey 3*(2 puan)*	Bir ölçüde kabul edilebilir varsayımlara dayalı doğru matematiksel model/ler oluşturma
	Düzey 4*(3 puan)*	Gerçekçi varsayımlar doğrultusunda eksik hatalı matematiksel model/ler oluşturma ve birbiriyle ilişkilendirme.
	Düzey 5*(4 puan)*	Gerçekçi varsayımlara göre gerekli matematiksel model/leri doğru bir şekilde oluşturma, model/modelleri açıklama ve birbiriyle ilişkilendirme.
Matematiksel Olarak Çalışma	Düzey 1*(0 puan)*	Matematiksel çözüm sunmama, oluşturulan matematiksel modelleri yanlış çözme veya yanlış matematiksel modeli çözmeye çalışma
	Düzey 2*(1 puan)*	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
	Düzey 3*(2 puan)*	Eksik/hatalı oluşturulan matematiksel modelleri doğru çözme.
	Düzey 4*(3 puan)*	Doğru oluşturulan matematiksel modellerin çözümünde hatalar/eksiklikler içerme.
Yorumlama	Düzey 1*(0 puan)*	Elde edilen matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında yanlış yorumlama veya hiç yorumlamama.
	Düzey 2*(1 puan)*	Hatalar içeren/eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik yorumlama.
	Düzey 3*(2 puan)*	Hatalar içeren/Eksik matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama
	Düzey 4*(3 puan)*	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında eksik bir şekilde yorumlama.
	Düzey 5*(4 puan)*	Elde edilen doğru matematiksel çözümü gerçek yaşam bağlamında doğru bir şekilde yorumlama.
Doğrulama	Düzey 1*(0 puan)*	Doğrulama yaklaşımında bulunmama veya yanlış doğrulama yapma.
	Düzey 2*(1 puan)*	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltmeme.
	Düzey 3 *(2 puan)*	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 4*(3 puan)*	Kısmen/Bir ölçüde doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 5*(4 puan)*	Doğrulama yaklaşımında bulunma, hatalar belirlenmesine rağmen bu hataları düzeltme.
	Düzey 6*(5 puan)*	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları bir ölçüde düzeltme.
	Düzey 7*(6 puan)*	Doğrulama yaklaşımında bulunma, belirlenen hataları düzeltme.

EK-18 Grupların Giriş Problemlerine Verdikleri Yanıtlar

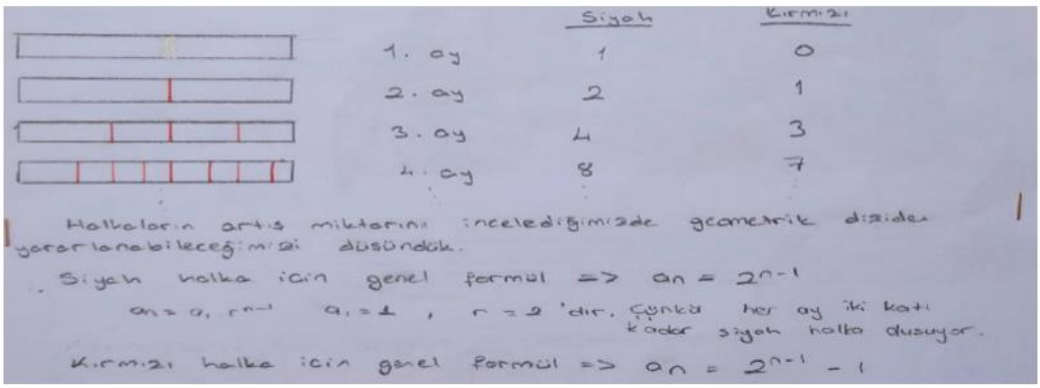
Grup Sefiller'in Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı



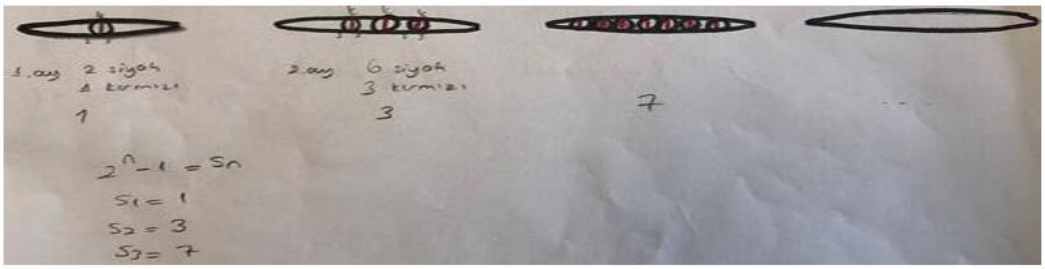
Grup Winx Club'ın Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı



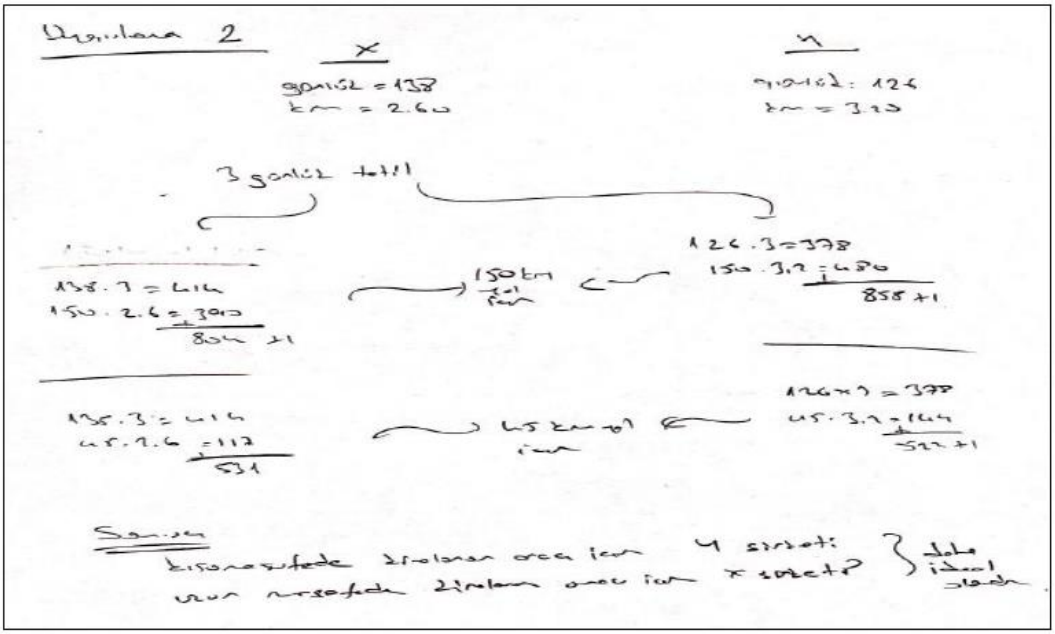
Grup Engineeringg'in Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı



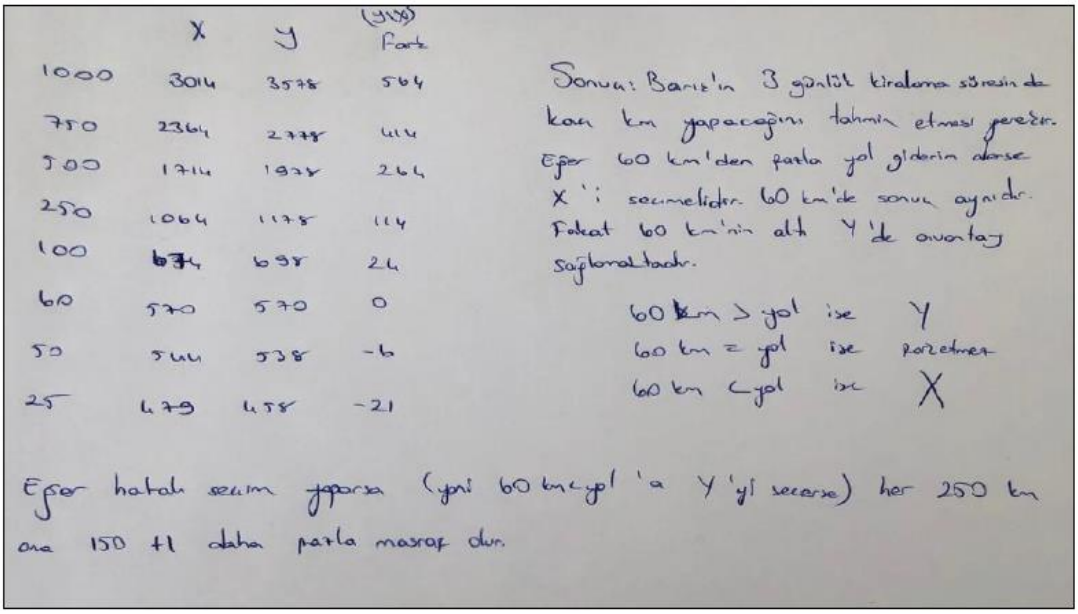
Grup Lord of The Rings'in Yılan Halkalarının Sayısı Sorusuna Cevabı



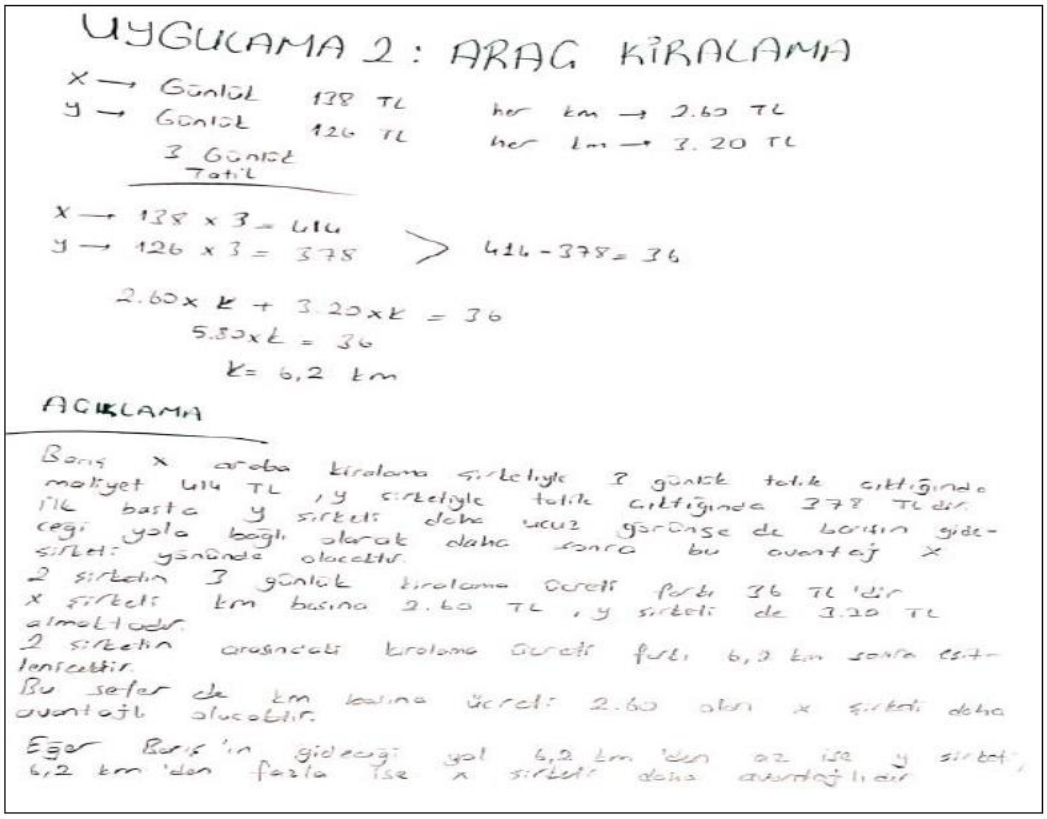
Grup Winx Club'ın Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



Grup Başka Memnu'nun Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



Grup Lord of The Rings'in Araç Kiralama Sorusuna Cevabı


UYGULAMA 2 : ARAÇ KİRALAMA

X → Günlük 138 TL — her km → 2.60 TL
Y → Günlük 126 TL — her km → 3.20 TL
3 Günlük Tatil

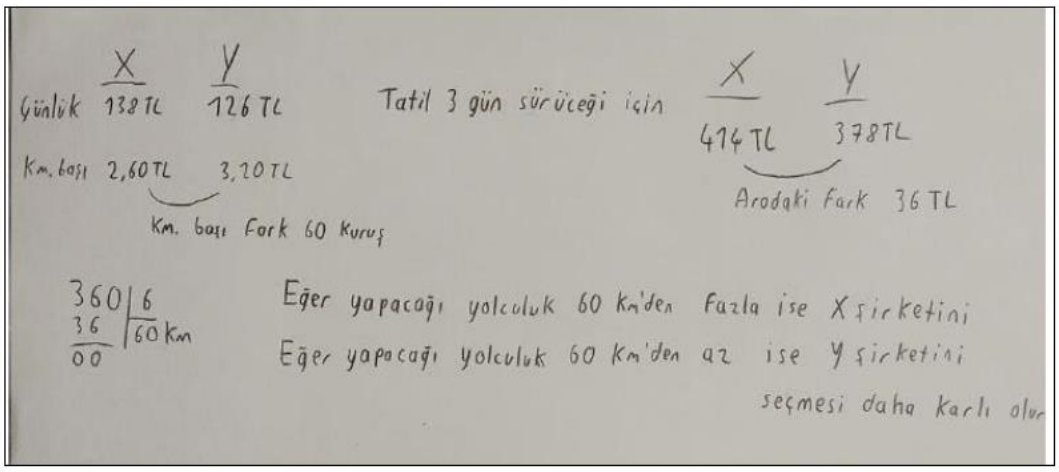
X → 138 x 3 = 414
Y → 126 x 3 = 378 > 414 - 378 = 36

2.60x k + 3.20x k = 36
5.80x k = 36
k = 6,2 km

AÇIKLAMA

Barış x araba kiralama şirketiyle 3 günlük tatile çıktığında maliyet 414 TL, y şirketiyle tatile çıktığında 378 TL'dir. İlk başta y şirketi daha ucuz görünse de barışın gideceği yola bağlı olarak daha sonra bu avantaj x şirketi yanında olacaktır.
2 şirketin 3 günlük kiralama ücreti farkı 36 TL'dir x şirketi km başına 2.60 TL, y şirketi de 3.20 TL almaktadır.
2 şirketin arasındaki kiralama ücreti farkı 6,2 km sonra eşitlenmektedir.
Bu sefer de km başına ücreti 2.60 olan x şirketi daha avantajlı olacaktır.
Eğer Barış'ın gideceği yol 6,2 km'den az ise y şirketi, 6,2 km'den fazla ise x şirketi daha avantajlıdır

Grup Scorpion'un Araç Kiralama Sorusuna Cevabı

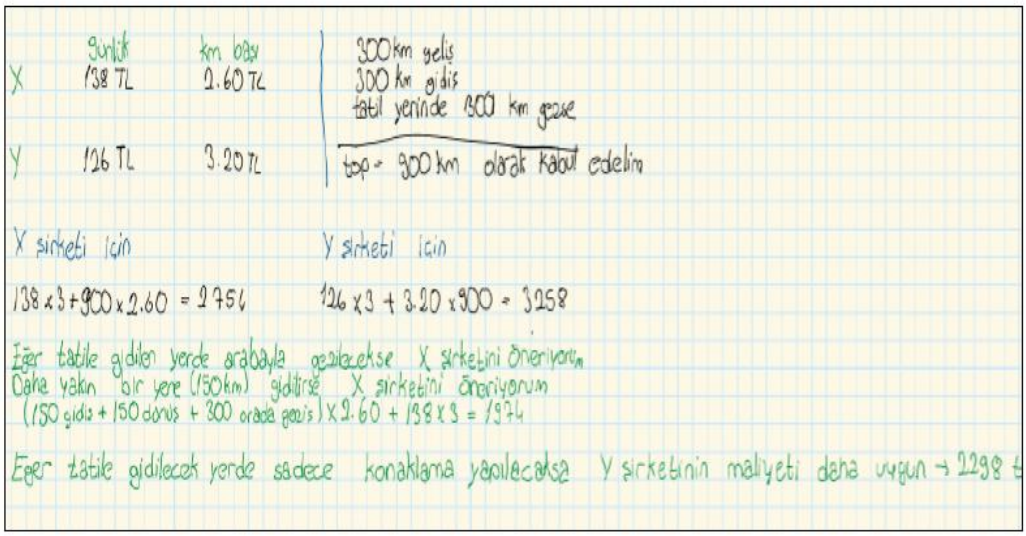

X Y
Günlük 138 TL 126 TL
Km. başı 2,60 TL 3,20 TL
Km. başı Fark 60 Kuruş

Tatil 3 gün sürüceği için X Y
414 TL 378 TL
Aradaki Fark 36 TL

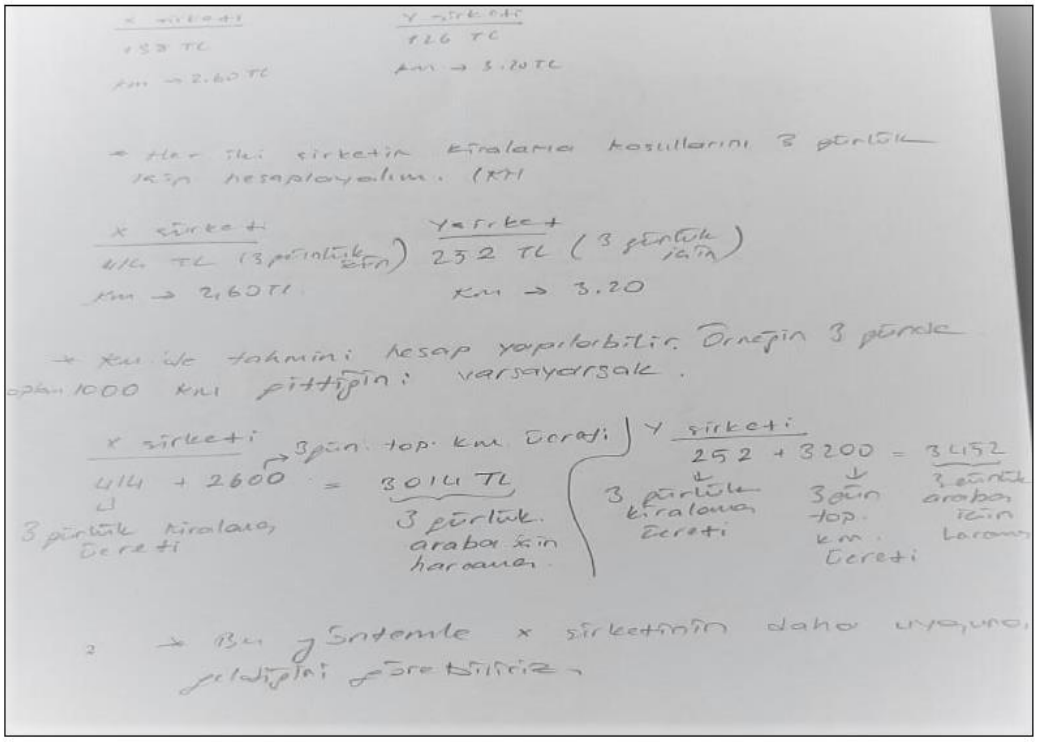
360 | 6
36 | 60 km
00

Eğer yapacağı yolculuk 60 Km'den fazla ise X şirketini
Eğer yapacağı yolculuk 60 Km'den az ise Y şirketini
seçmesi daha karlı olur

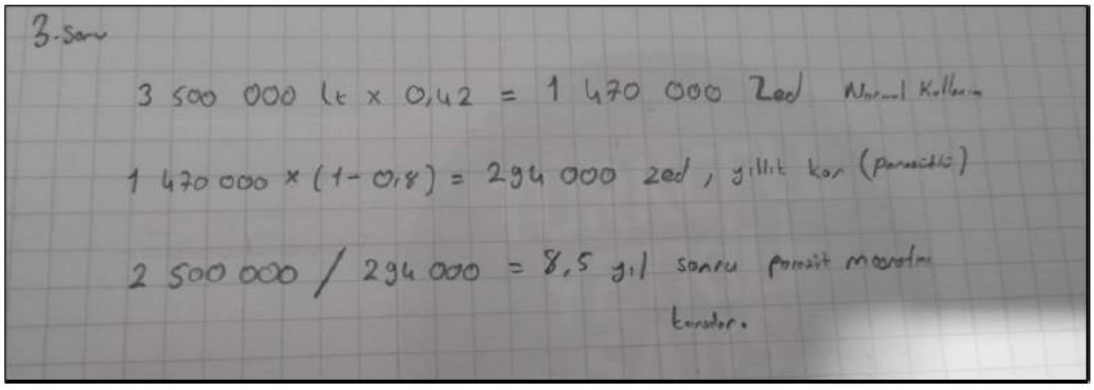
Grup Selena'nın Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



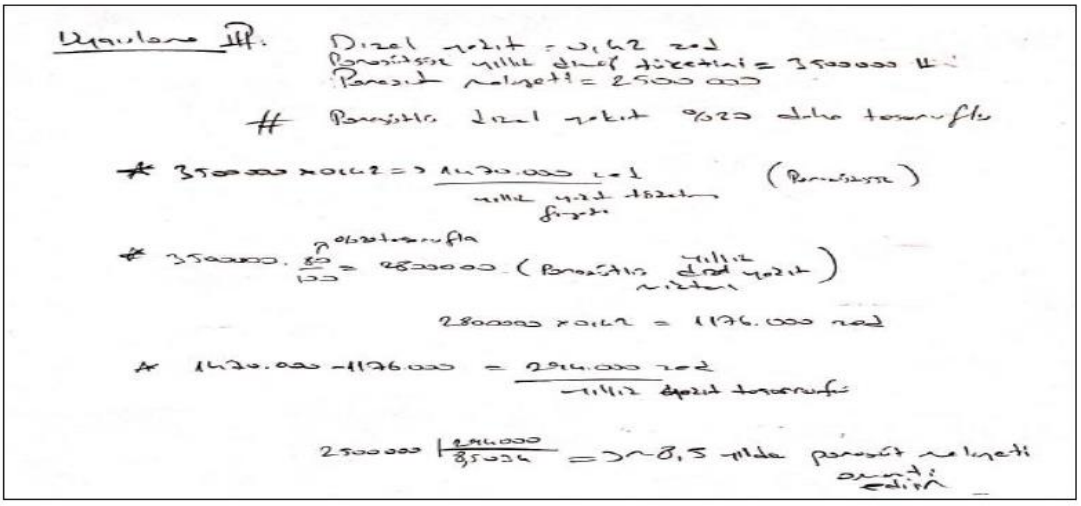
Grup Sefiller'in Araç Kiralama Sorusuna Cevabı



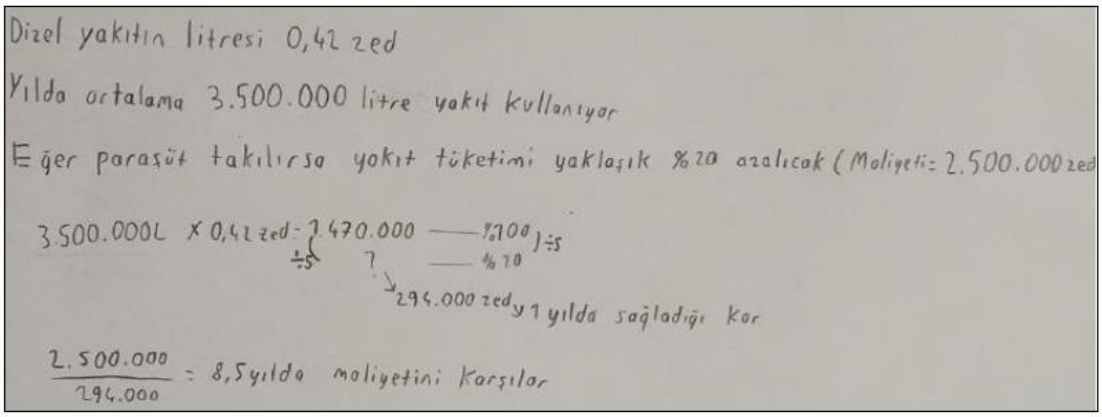
Grup Engineeringg'nin Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



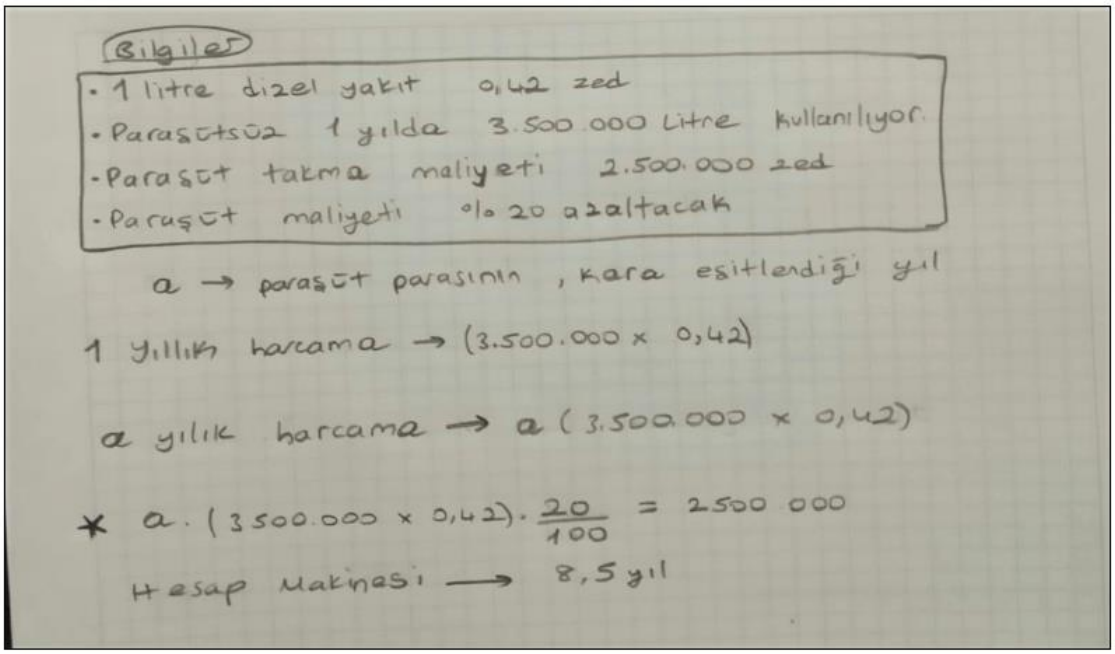
Grup Winx Club'ın Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



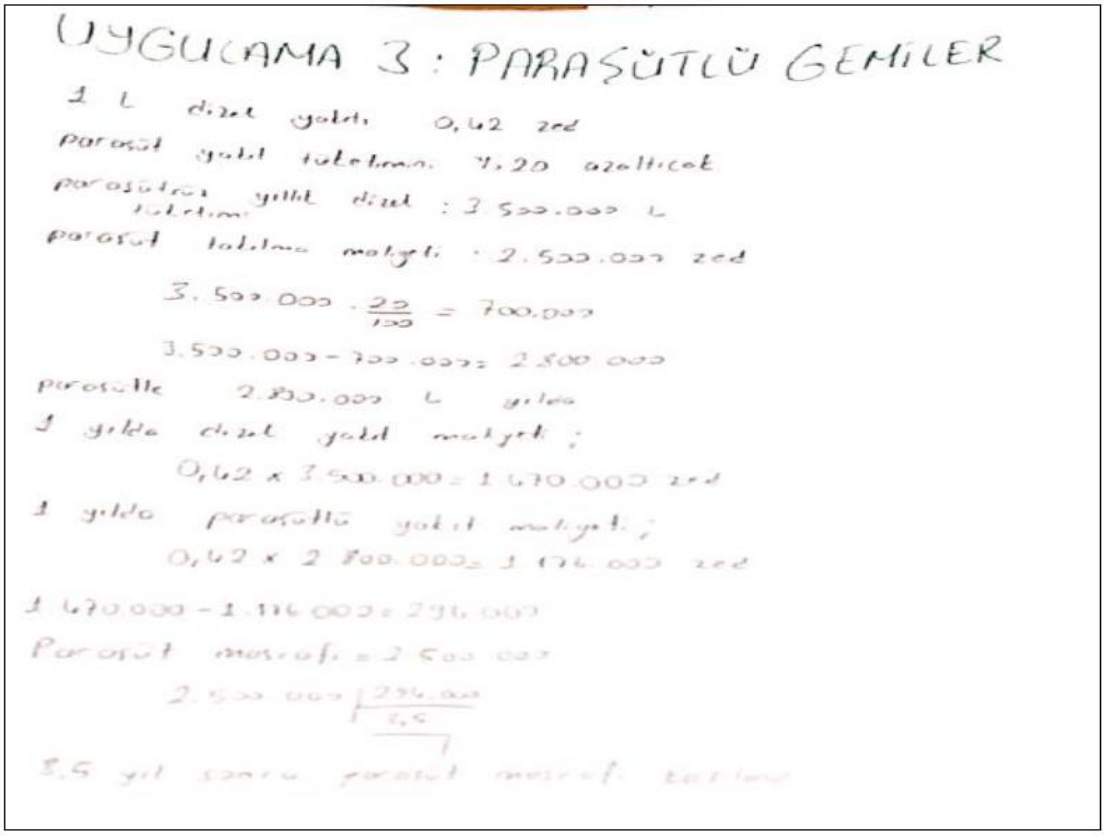
Grup Scorpion'ın Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



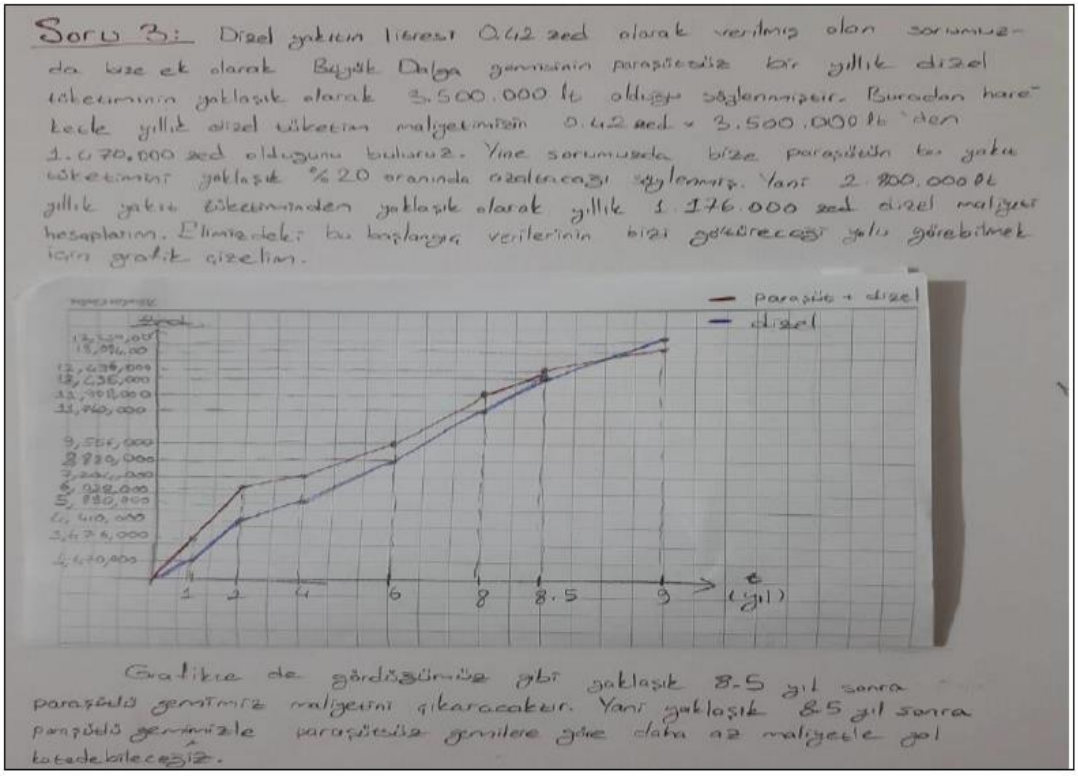
Grup Sefiller'in Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



Grup Lord Of The Rings'in Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



Grup Ninja Turtles'ın Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



Grup Ravenstorph'un Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı

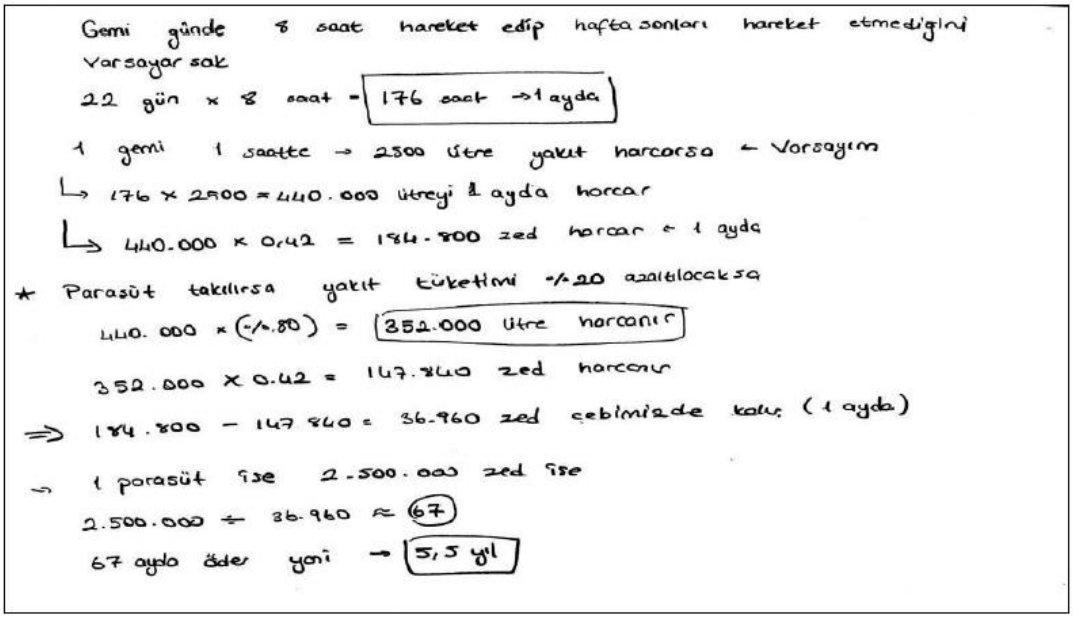
Uygulama 3: PARAŞÜTLÜ GEMİLER

Çözüm

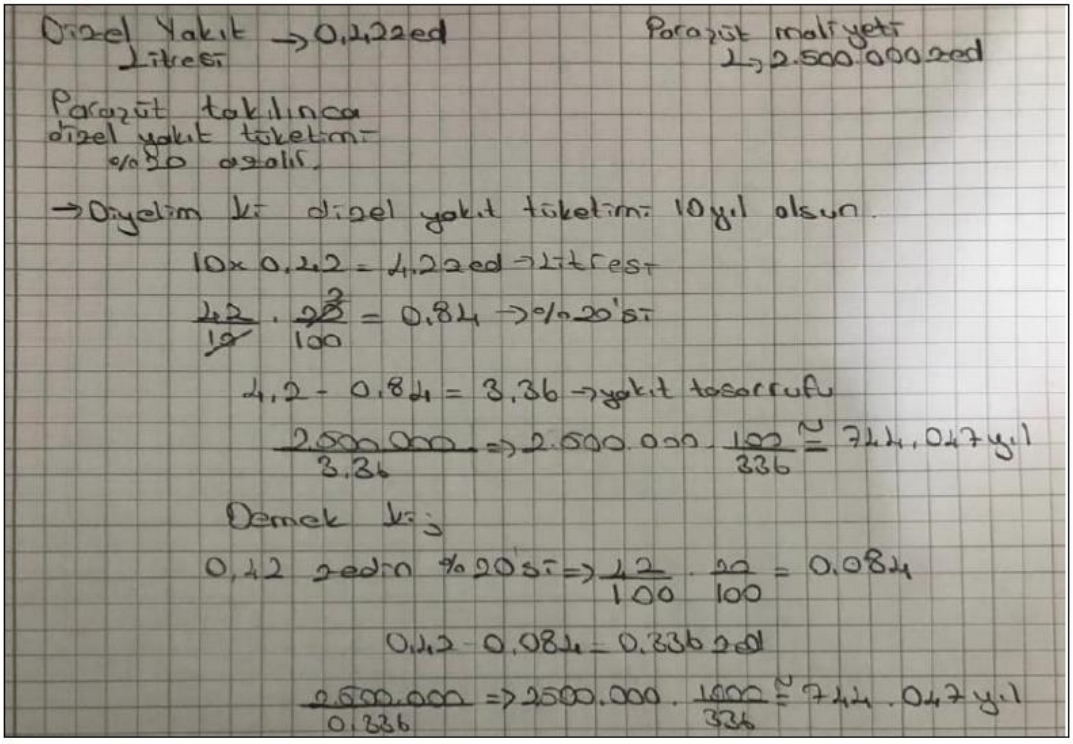
Öncelikle paraşüt takıldıktan sonraki tasarrufu hesaplayalım.

3 500 000*20/100=70 000 bu bir yıllık dizel tasarrufu. Bunu dizel fiyatı ile çarparsak. 29.400 zed yıllık tasarrufumuz oldu. Paraşüt takılma maliyeti 2.500.000 zed ise yıllık yaptığımız bu tasarrufumuzu bölelim. 2.500.000 /29.400 den yaklaşık 80-81 yılda paraşüt tasarrufunu karşılayacaktır. Tabi hurdaya çıkmaz veya geminin bunu görmeye ömrü yeterse ☺

Grup Westcoast'ın Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı

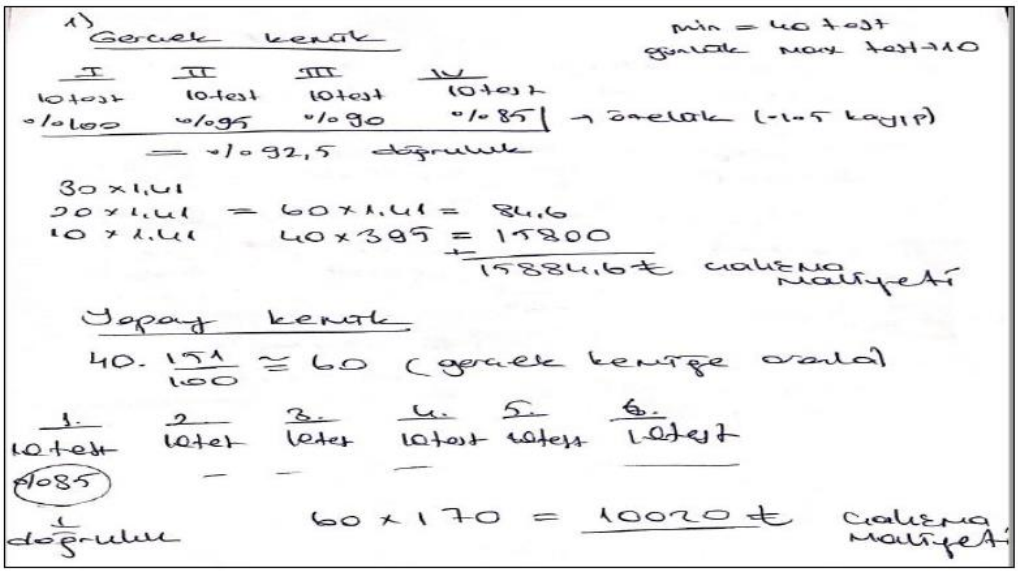


Grup Selena'nın Paraşütlü Gemiler Sorusuna Cevabı



EK-19 Grupların Asıl Problemlere Verdikleri Yanıtlar

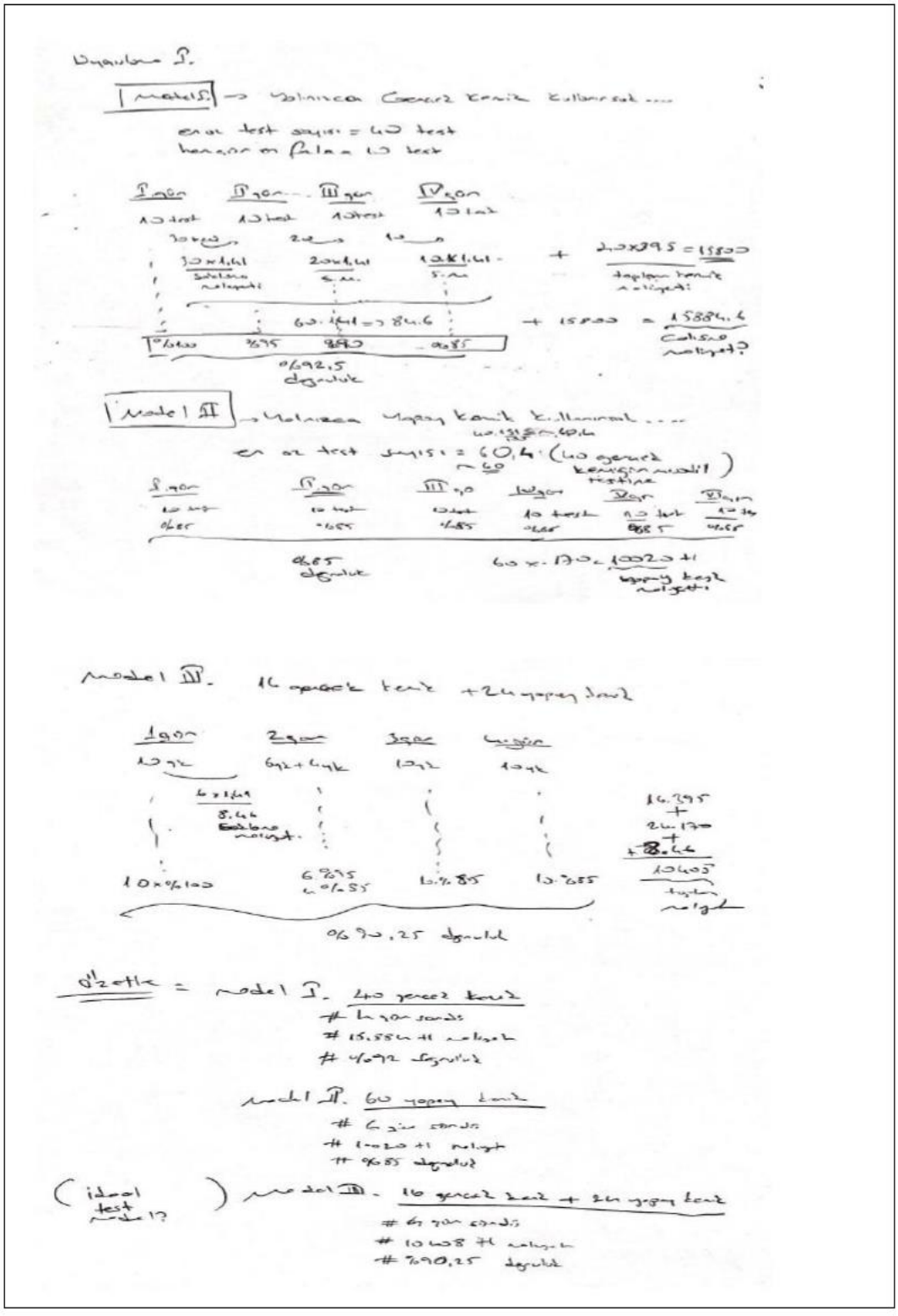
Grup La Casa de KOÜ'nün Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



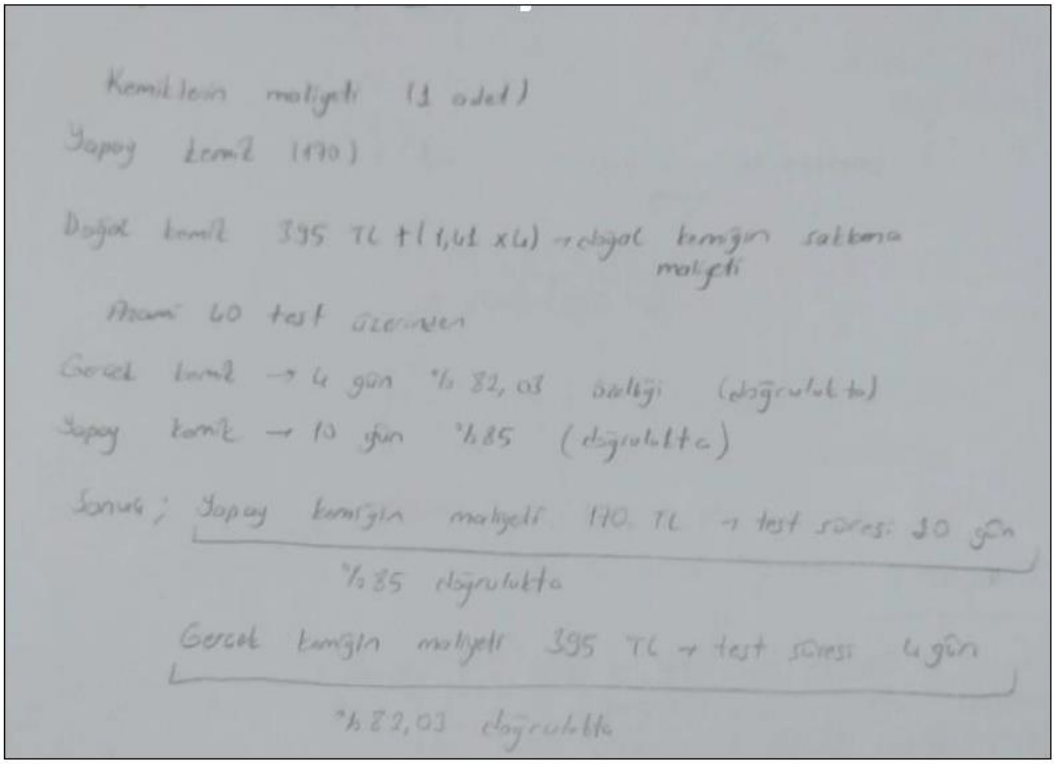
Grup Ravenstorph'un Test Maliyeti Sorusuna Cevabı

Her ne kadar gerçek kemik %100 oranda doğruluk verse de yapay kemik modeline kıyasla iki kat pahalı ve ayrıca saklama maliyeti ile bu fiyat git gide artmaktadır. 3 gün işlev görmemiş bir gerçek kemiğin yapay kemikle aynı doğruluk oranını vereceğini de hesaba katarsak yapay kemik kullanımı daha ekonomik olacaktır. Ancak doğruluk oranlarında ki kaymayı en aza indirmek için ekstra olaraktan istatistik kullanmamız gerekecek. Basit bir standart sapma iş görebilir. Yapılan deneylerin gerçeklikten uzaklaşma payı olan %15 hesaba katılırsa maksimum düzeyde doğruluk almak için birkaç matematik işlemi ile yapay kemik modeli kullanılabilir. Anlık kullanılan gerçek kemik modeli ile aynı sağlam verileri vermeyebilir ancak gerçeğe en yakın verileri en ucuz maliyetle halletmemize olanak sağlayacaktır. Yarı yarıya bile düştünecek olursak 100 tane yapay kemik almak ile 50 gerçek 50 yapay kemik almak arasında aşırı bir mali fark olacaktır. Saklama payları, ne kadar uzun süre saklanacağı ve %85 in altına inebilecek kemikleri hesaba katarsak yapay kemik en temiz tercih olacaktır.

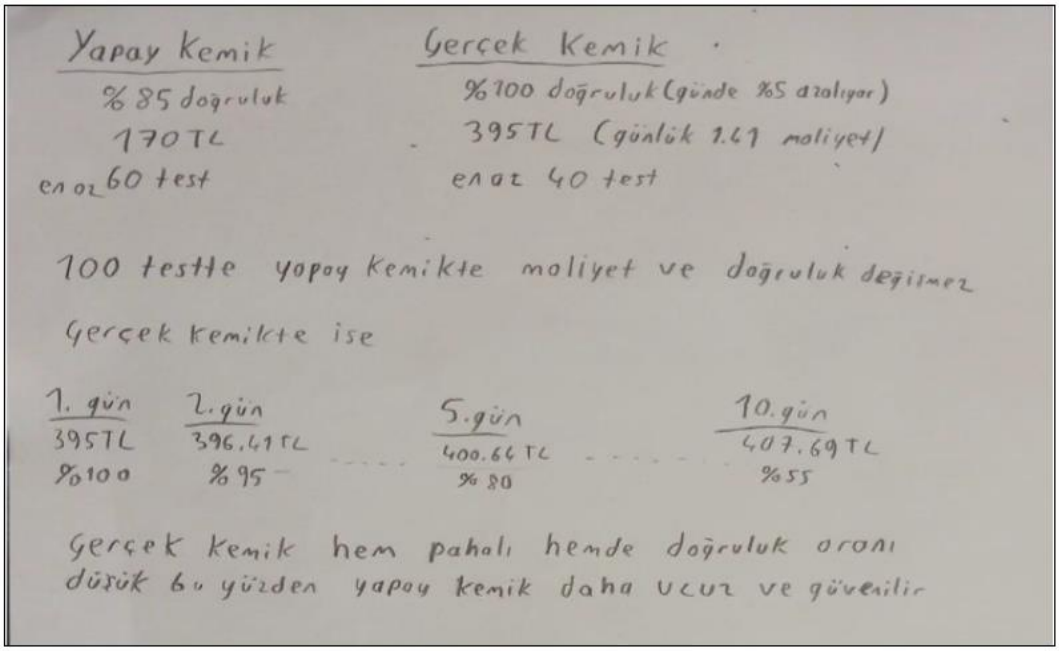
Grup Winx Club'un Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



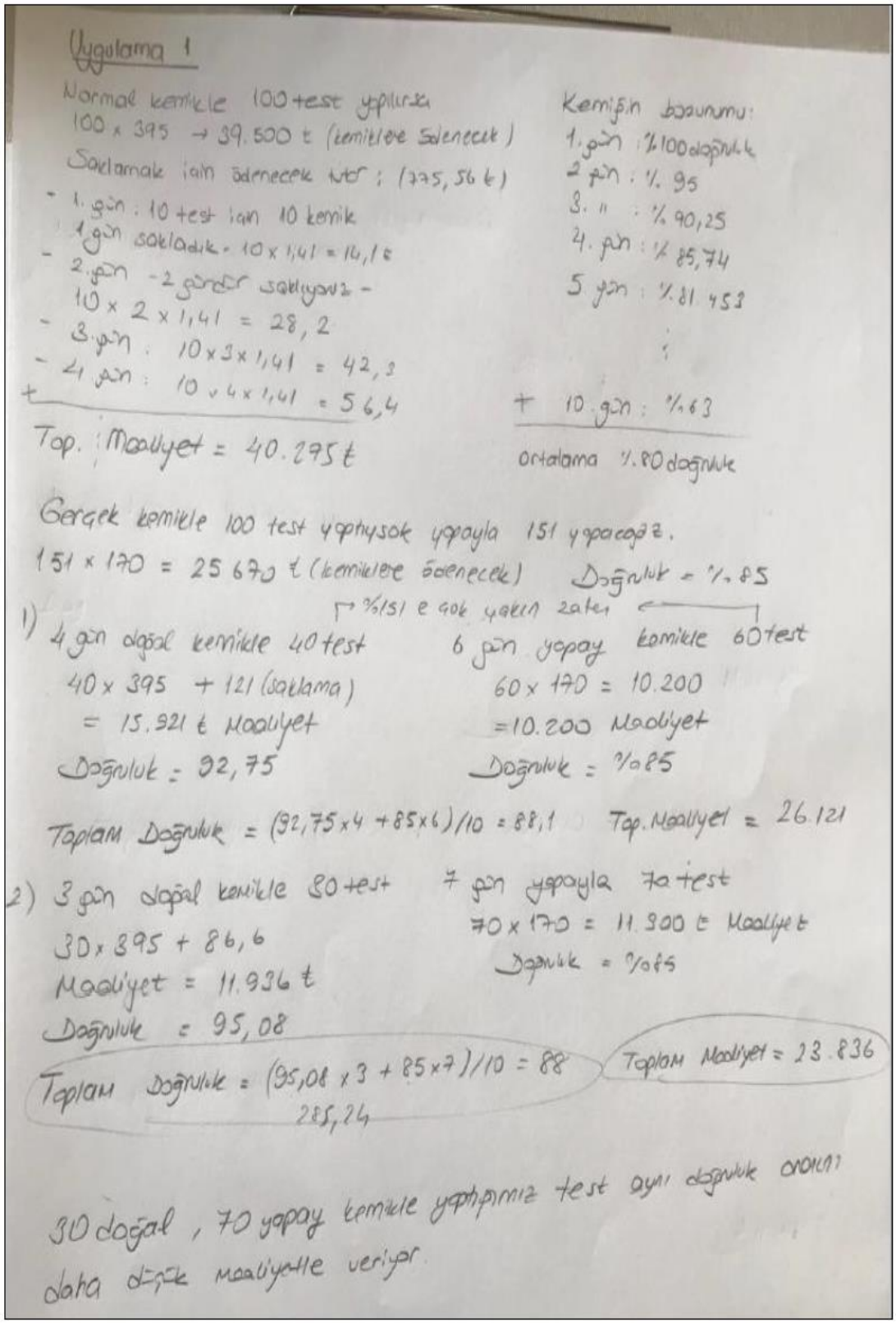
Grup Lord of The Rings'in Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



Grup Scorpion'in Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



Grup Başka Memnu'nun Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



Uygulama 1

Normal kemikle 100 test yapılırsa
100 x 395 → 39.500 ₺ (kemiklere ödenecek)
Saklamak için ödenecek ücret: (775,56 ₺)
- 1. gün: 10 test için 10 kemik
1 gün sakladık - 10 x 1,41 = 14,1 ₺
- 2. gün - 2 günden saklıyoruz -
10 x 2 x 1,41 = 28,2
- 3. gün: 10 x 3 x 1,41 = 42,3
- 4. gün: 10 x 4 x 1,41 = 56,4
+
Top. Maaliyet = 40.275 ₺

Kemiğin bozunumu:
1. gün: %100 doğruluk
2. gün: %95
3. " : %90,25
4. gün: %85,74
5 gün: %81.453
⋮
+ 10. gün: %63
ortalama %80 doğruluk

Gerçek kemikle 100 test yaptıysak yapayla 151 yapacağız.
151 x 170 = 25 670 ₺ (kemiklere ödenecek) Doğruluk = %85
↳ %151 e çok yakın zaten

1) 4 gün doğal kemikle 40 test
40 x 395 + 121 (saklama)
= 15.921 ₺ Maaliyet
Doğruluk = 92,75

6 gün yapay kemikle 60 test
60 x 170 = 10.200
= 10.200 Maaliyet
Doğruluk = %85

Toplam Doğruluk = (92,75 x 4 + 85 x 6)/10 = 88,1 Top. Maaliyet = 26.121

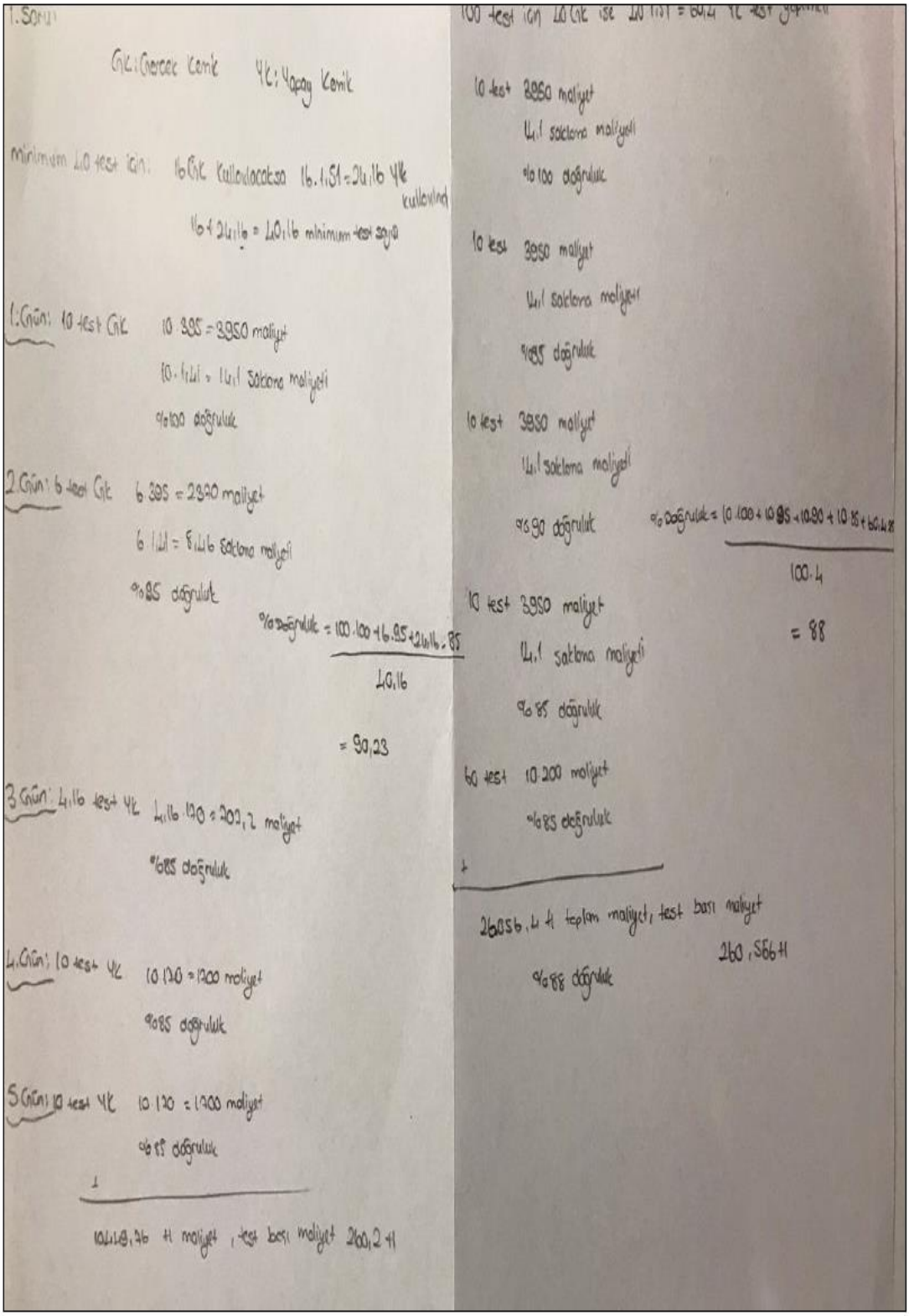
2) 3 gün doğal kemikle 30 test
30 x 395 + 86,6
Maaliyet = 11.936 ₺
Doğruluk = 95,08

7 gün yapayla 70 test
70 x 170 = 11.900 ₺ Maaliyet
Doğruluk = %85

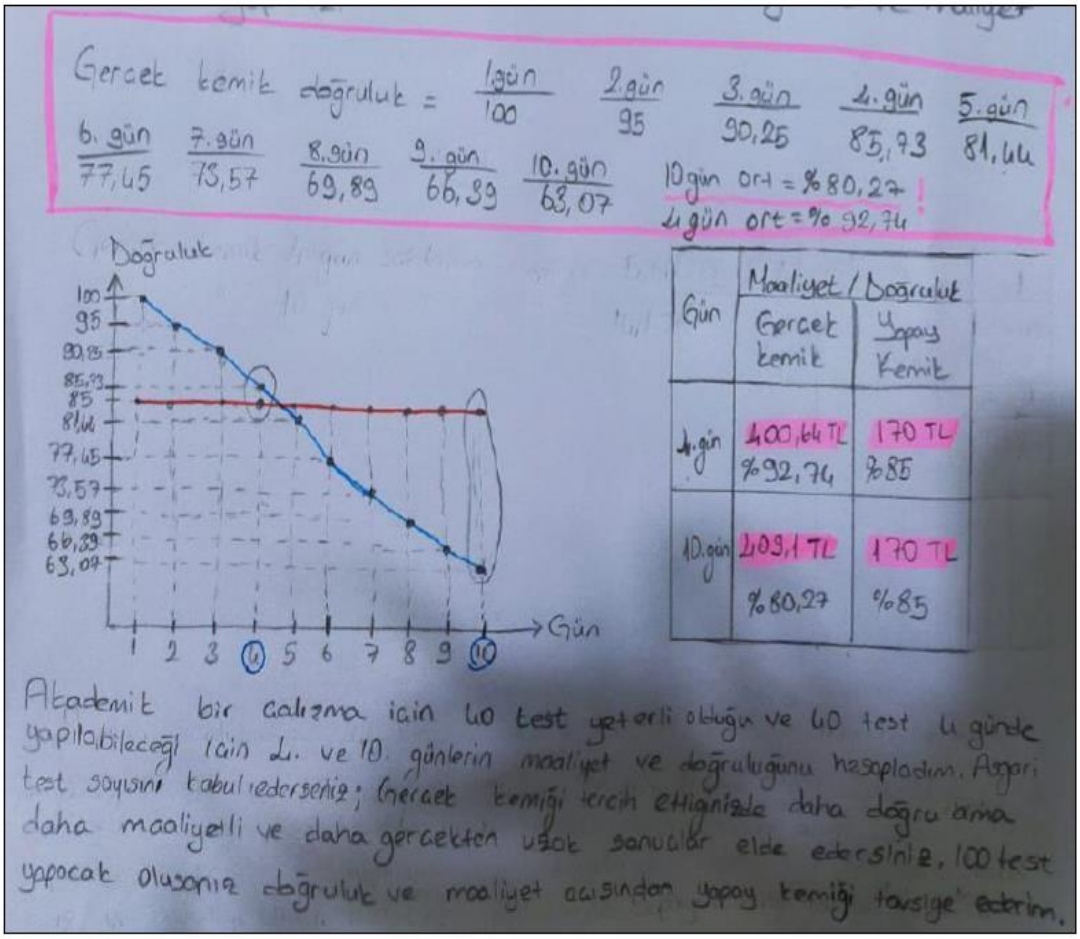
Toplam Doğruluk = (95,08 x 3 + 85 x 7)/10 = 88
285,24
Toplam Maaliyet = 23.836

30 doğal, 70 yapay kemikle yaptığımız test aynı doğruluk oranını daha düşük maaliyetle veriyor.

Grup Engineeringg'ın Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



Grup Ninja Turtles'in Test Maliyeti Sorusuna Cevabı



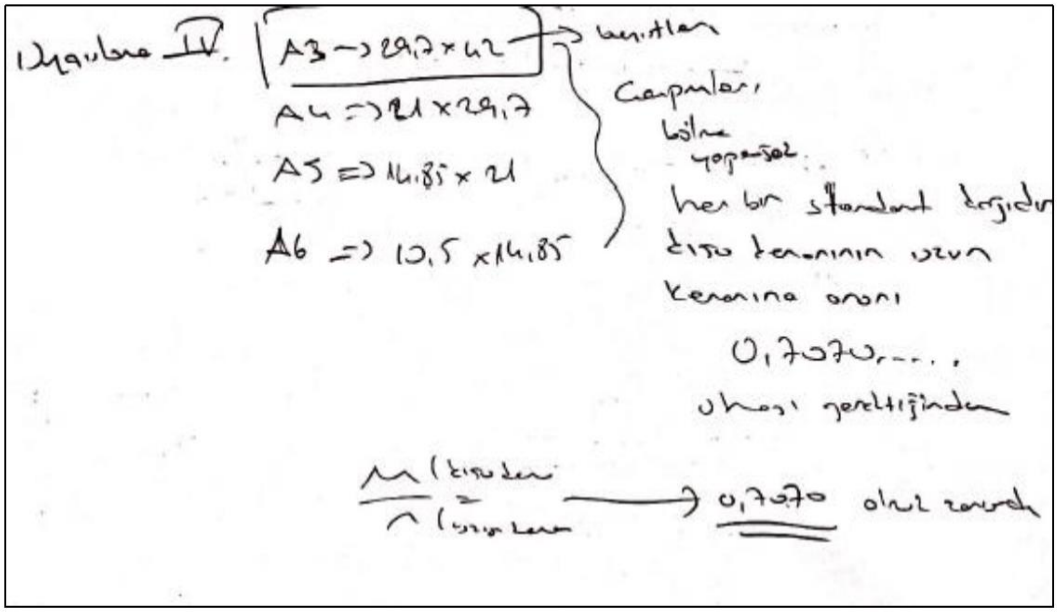
Grup Ravenstorph'un Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı

Uygulama 4: Dosya Kağıdı

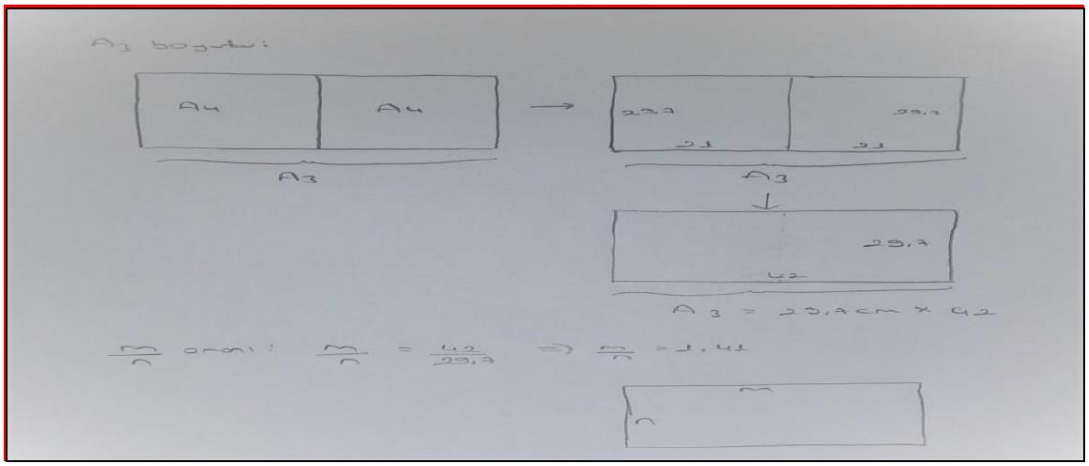
Çözüm:

Kağıt boyutları aslında birbirinin yarısı şeklinde ilerler. A1, A0 ın yarısı alana sahiptir, A2, A1 in yarısı gibi. Bu alan x veya y eksenindeki kısalmadan kaynaklı değişebilir. Mesela A0 ile A1 in alanlarının yarısı olma sebebi A1 in y ekseninde yarısı boyutunda ancak x ekseninde aynı boyutta kalmasıdır. A3 kağıdını inceleyelim. A4 kağıdının x ekseni 21 cm dir. A3 kağıdı tıpkı A1 de olduğu gibi x eksenin yarıdan bölünecek şekilde ayrılmıştır. O zaman A3 kağıdının x ekseni 42 cm. Y ekseni için ise bir A2 kağıdı y ekseni boyunca A3 ve A4 e eşit bölünür yani A3 kağıdının y ekseni de 29.7 cm olacaktır. 42x29.7 A3 kağıdının boyutları olacaktır. Örneğin bir standart kağıt için alanı a^2 olsun. Bu kağıttan oluşacak olan yeni küçük kağıdımız şu özelliği taşımalı. m x n=a^2/2 ve hatta bu kağıdımızdan oluşacak olan yeni kağıtlarımız da t x g=a^2/4 gibi alanın yarısı şeklinde ilerlemeli. M ve N kağıdın hangi eksenden oluşturulduğuna bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Eğer kağıdımız yatay bir kağıtsa x ekseni sabit kalıp y ekseni kısaltılmalı eğer kağıdımız dikey bir kağıtsa y ekseni sabit kalıp x ekseni alan kuralına uyacak şekilde kısaltılmalı.

Grup Winx Club'ın Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



Grup Westcoast'ın Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



Grup Ninja Turtles'in Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı

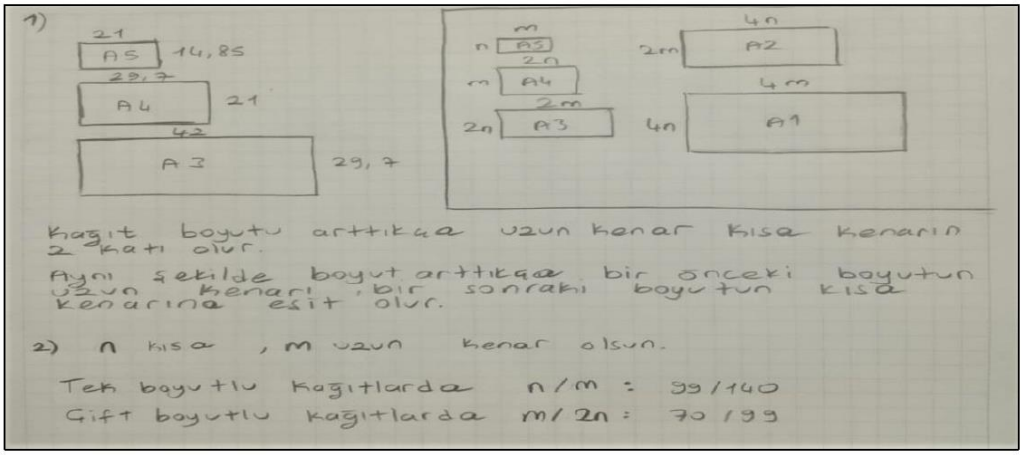
Verilen uygulamada büyükten küçüğe A0, A1, A2, ..., A8 olmak üzere dokuz tane ve her biri bir diğerinin benzeri olan dikdörtgenler verilmiş.
Bir büyük boyutlu olanı elde etmek için aynı cinsli iki kâğıdı uzun kenarı boyunca yan yana getirmek gerektiği söylenmiş. Ben burdan aynı boyutlu iki kağıdın kısa kenarının bir büyük boyutlu kağıdın uzun kenarına eşit olduğu çıkarımını yaptım. A4 dosya kağıdının boyutları 21cm x 29,7cm olarak verilmiş. A4'ün kısa kenarı 21cm olduğu için 21x2 'den A3'ün uzun kenarını 42 cm olarak buldum. $\frac{21 \times 29,7}{a \times 42}$ oranından da kısa kenar (a) bulunur.
Burdan a = 14,85cm bulunur.

	Kısa K.	Uzun K.
A4	21 cm	29,7 cm
A3	a cm	42 cm

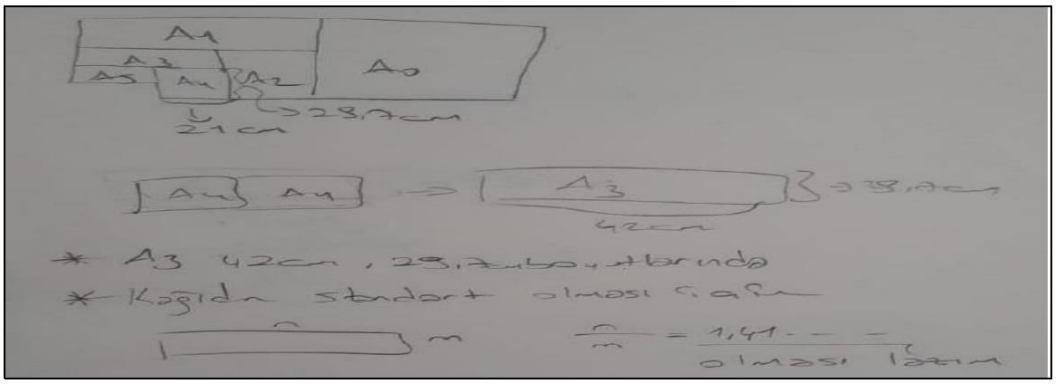
a = 14,85cm ⇒ A3 → 14,85cm x 42cm

Burdan yola çıkarak bize standart bir kağıdın kenar oranı olan $\frac{n}{n}$ oranını sormuş.
A3 'den yola çıkarsak n'e kısa kenar dersek $\frac{14,85cm}{42cm}$ 'den aralarında 0,353 oranı vardır diyebiliriz.

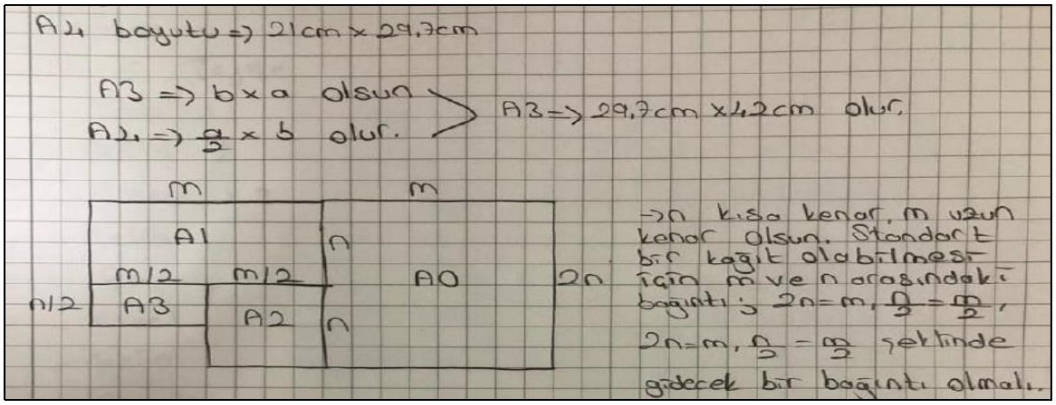
Grup Sefiller'in Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



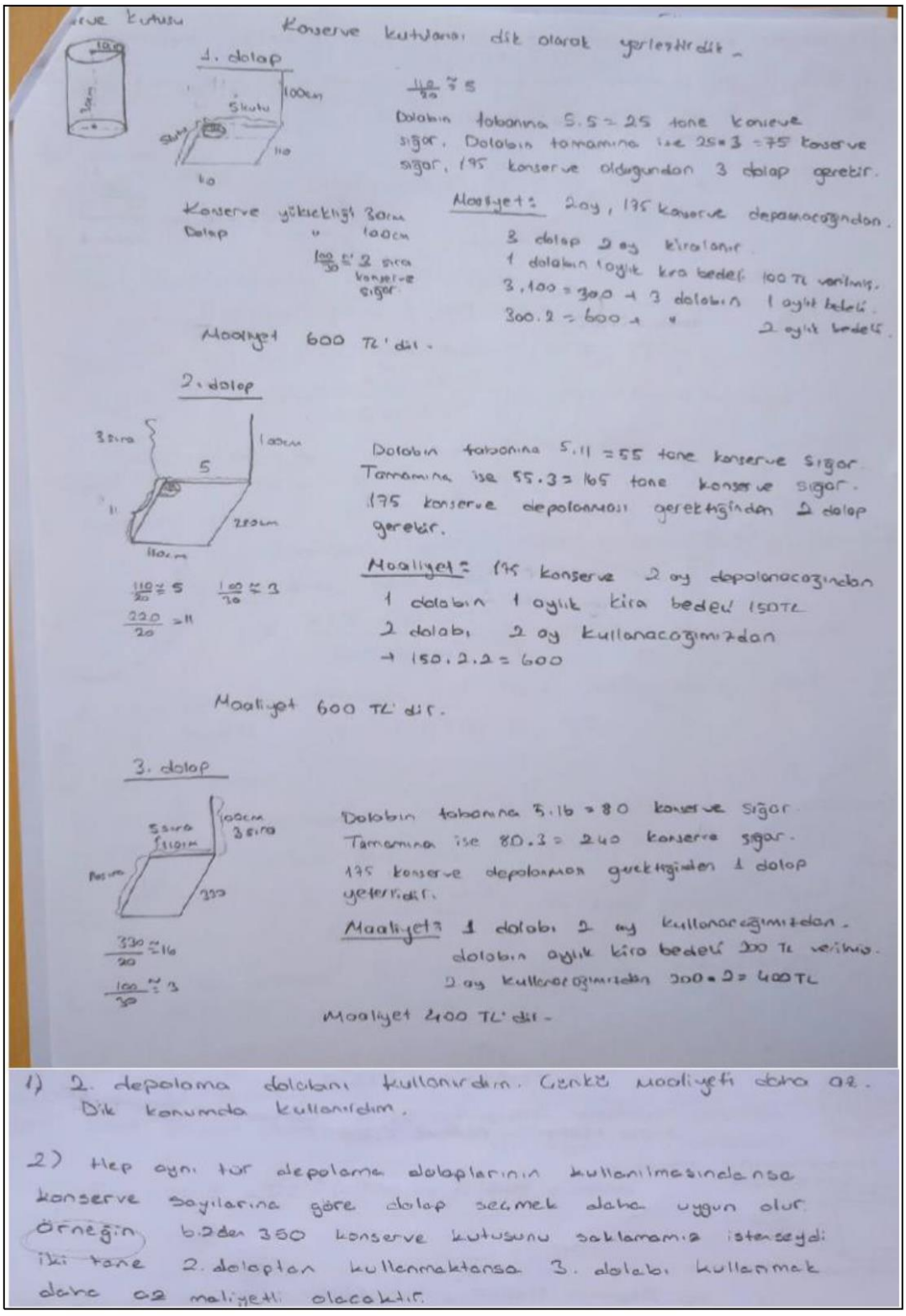
Grup Scorpion'un Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



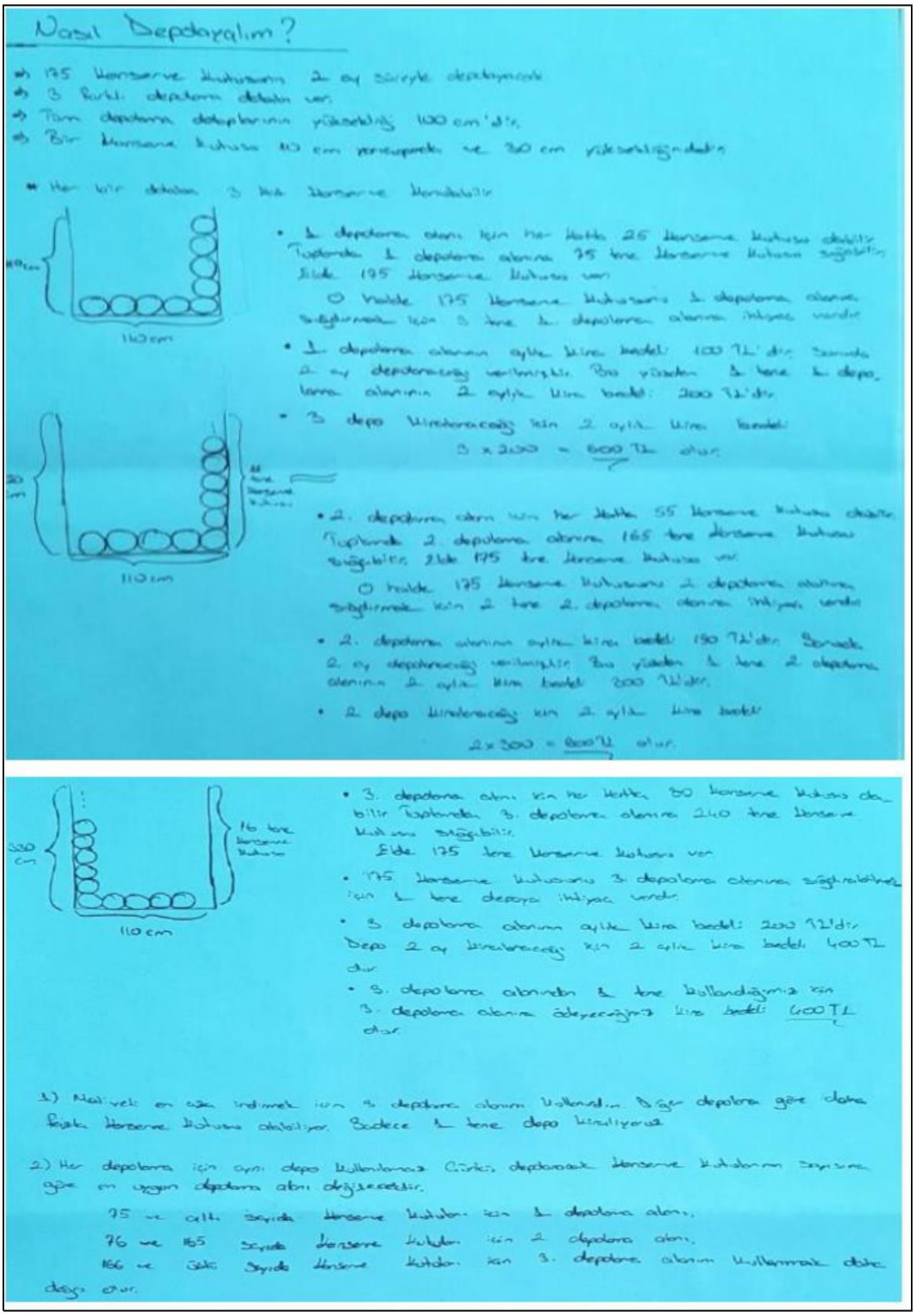
Grup Selena'nın Dosya Kağıdı Sorusuna Cevabı



Grup Lord Of The Rings Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



Grup Ninya Turtles Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



Grup Selena Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı

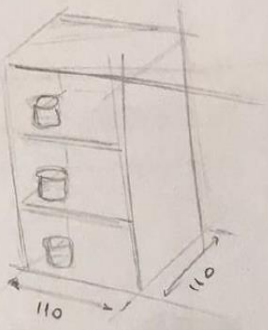
Bu konservelerden her rafa ortalama 58 adet konulması lazım buradan yola çıkılarak

[X] ↳ Kirası 100 tl olan a dolabı için;

5 x 5 'lik konserve alır her raf bu istenilen kriterleri sağlamaz.

[X] [X] ↳ Kirası 150 tl olan b dolabı için;

5 x 11 'lik konserve alır her raf.



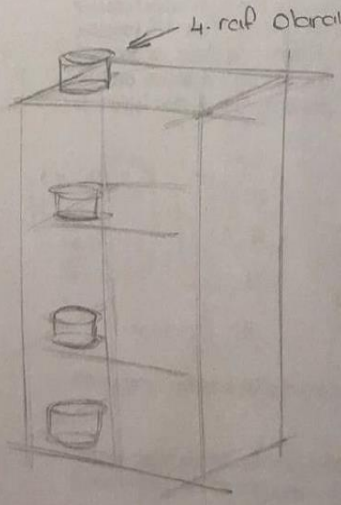
bu dolap istenilen kriterlere yaklaşıyor fakat bu da yeterli değil.

[✓] ↳ Kirası 200 tl olan c dolabı için;

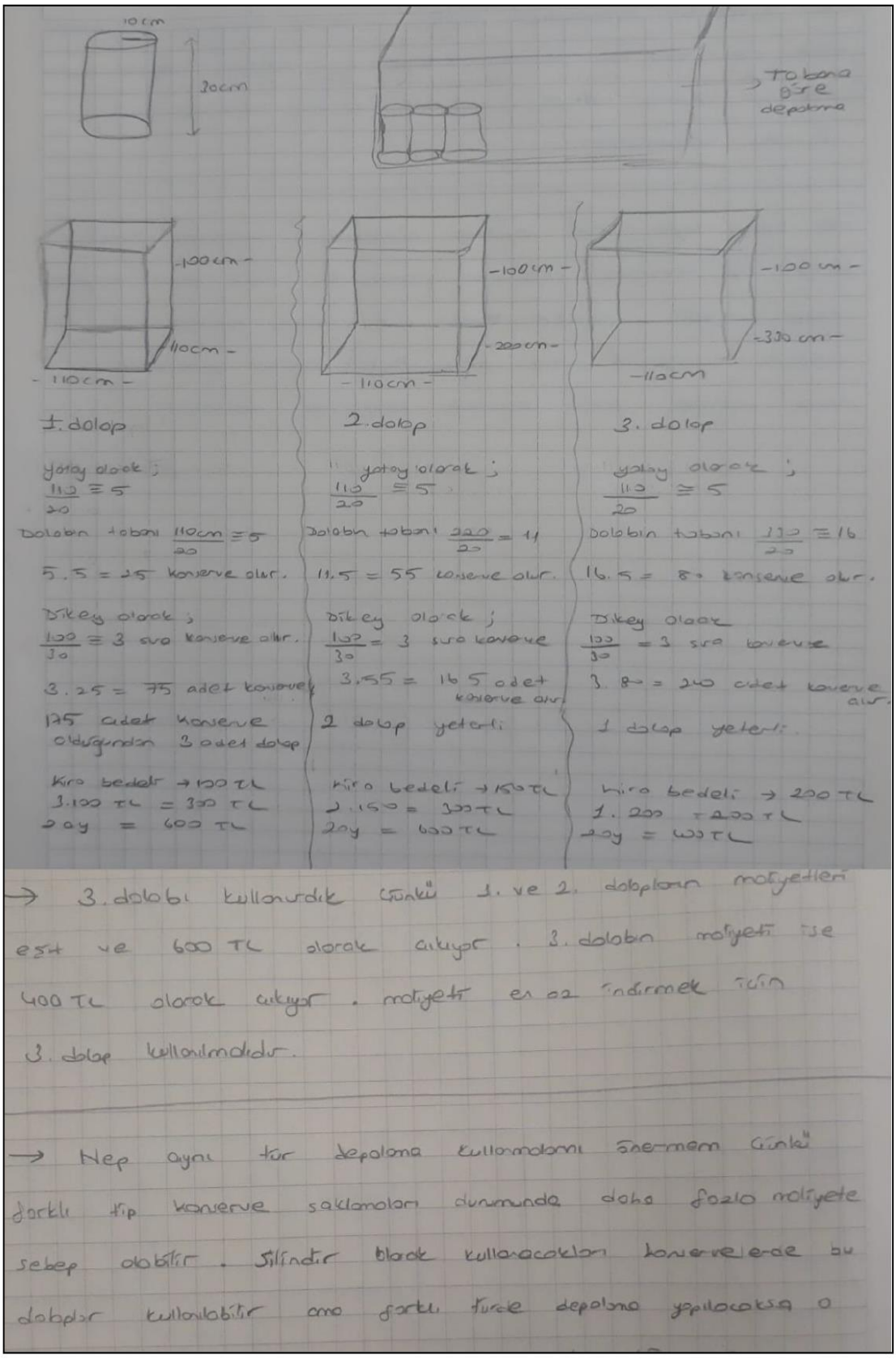
5 x 16 'lık konserve alır her raf.

bu dolap istenilen kriterleri fazlasıyla sağlıyor. Eğer üretici firma bu dolabı alır ise hem konservelerini rahatlıkla yerleştirir hemde fleriye dönük yatırım yapmış olur.

! Fakat aylık 150 tl kira verilen dolabı kiralarsa geriye 10 tane konserve kalır. Ve bu 10 konserveyide dolabın dışında muhafaza eder ise her ay 50 tl kâr elde etmiş olur.



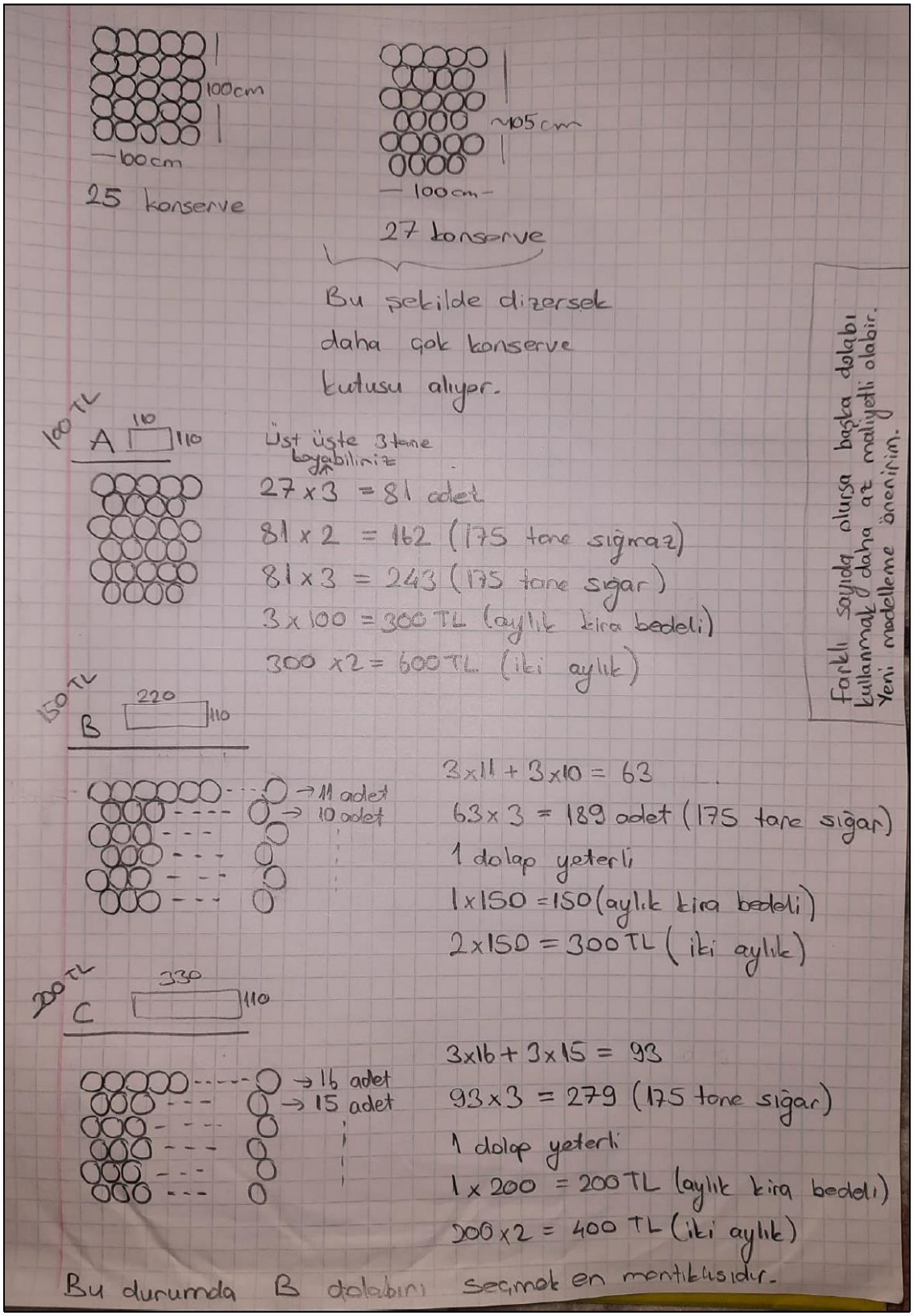
Grup Winx Club Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



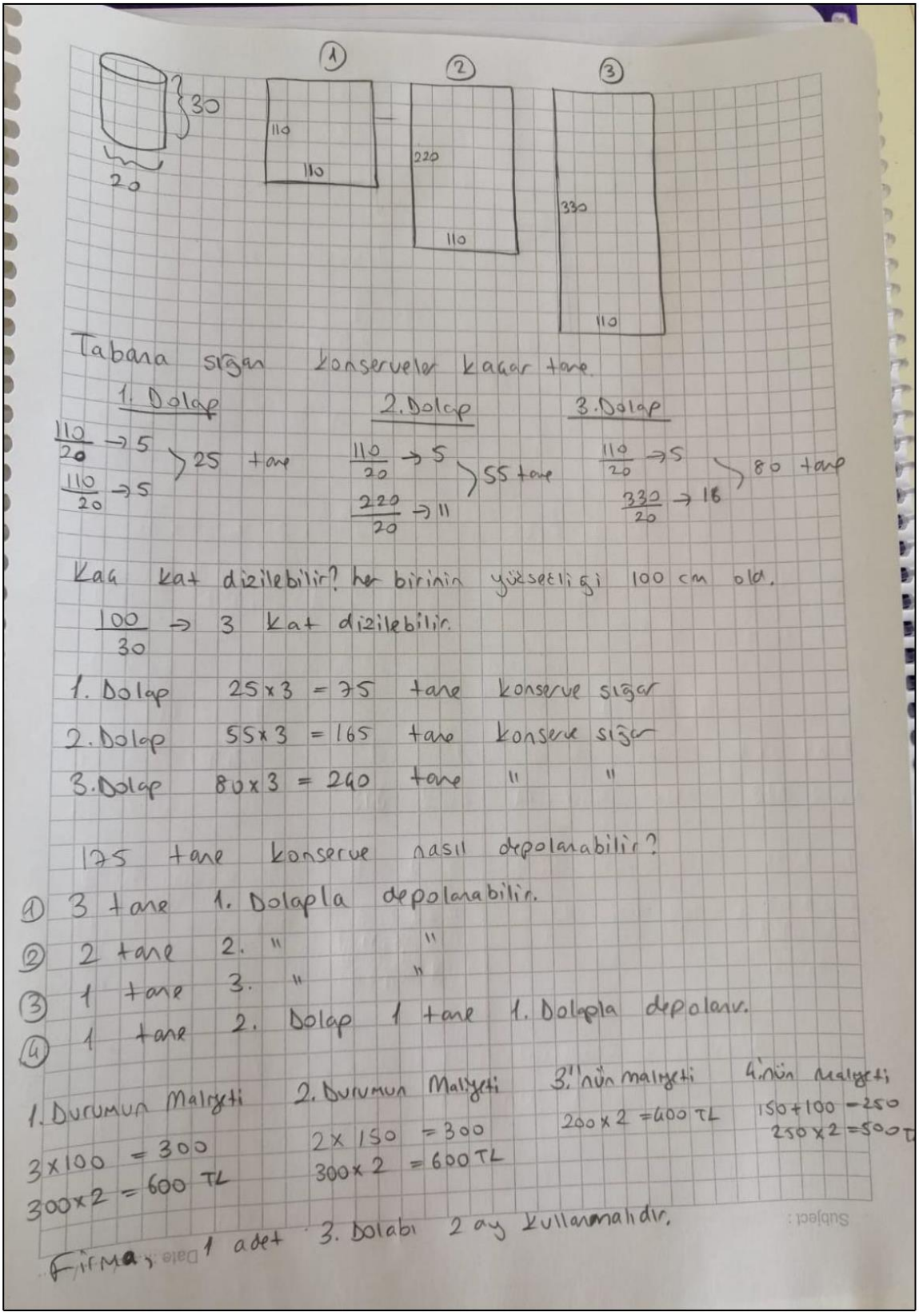
→ 3. dolabı kullandık çünkü 1. ve 2. dolapların maliyetleri eşit ve 600 TL olarak çıkıyor. 3. dolabın maliyeti ise 400 TL olarak çıkıyor. maliyeti en az indirmek için 3. dolap kullanılmalıdır.

→ Hep aynı tür depolama kullanmalarını önermem çünkü farklı tip konserve saklamaları durumunda daha fazla maliyete sebep olabilir. Silindir olarak kullanacakları konserveler de bu dolaplar kullanılabilir ama farklı türde depolama yapılacaksa o

Grup Başka Memnu'nun Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



Grup Ravanstorph'un Nasıl Depolayalım Sorusuna Cevabı



Tabana sığan konserveler kaçar tane.

1. Dolap

$\frac{110}{20} \rightarrow 5$

$\frac{110}{20} \rightarrow 5$ } 25 tane

2. Dolap

$\frac{110}{20} \rightarrow 5$

$\frac{220}{20} \rightarrow 11$ } 55 tane

3. Dolap

$\frac{110}{20} \rightarrow 5$

$\frac{330}{20} \rightarrow 16$ } 80 tane

Kaç kat dizilebilir? her birinin yüksekliği 100 cm old.

$\frac{100}{30} \rightarrow$ 3 kat dizilebilir.

1. Dolap $25 \times 3 = 75$ tane konserve sığar

2. Dolap $55 \times 3 = 165$ tane konserve sığar

3. Dolap $80 \times 3 = 240$ tane " "

175 tane konserve nasıl depolanabilir?

① 3 tane 1. Dolapla depolanabilir.

② 2 tane 2. " "

③ 1 tane 3. " "

④ 1 tane 2. Dolap 1 tane 1. Dolapla depolanır.

1. Durumun Maliyeti

$3 \times 100 = 300$

$300 \times 2 = 600$ TL

2. Durumun Maliyeti

$2 \times 150 = 300$

$300 \times 2 = 600$ TL

3'ünün maliyeti

$200 \times 2 = 400$ TL

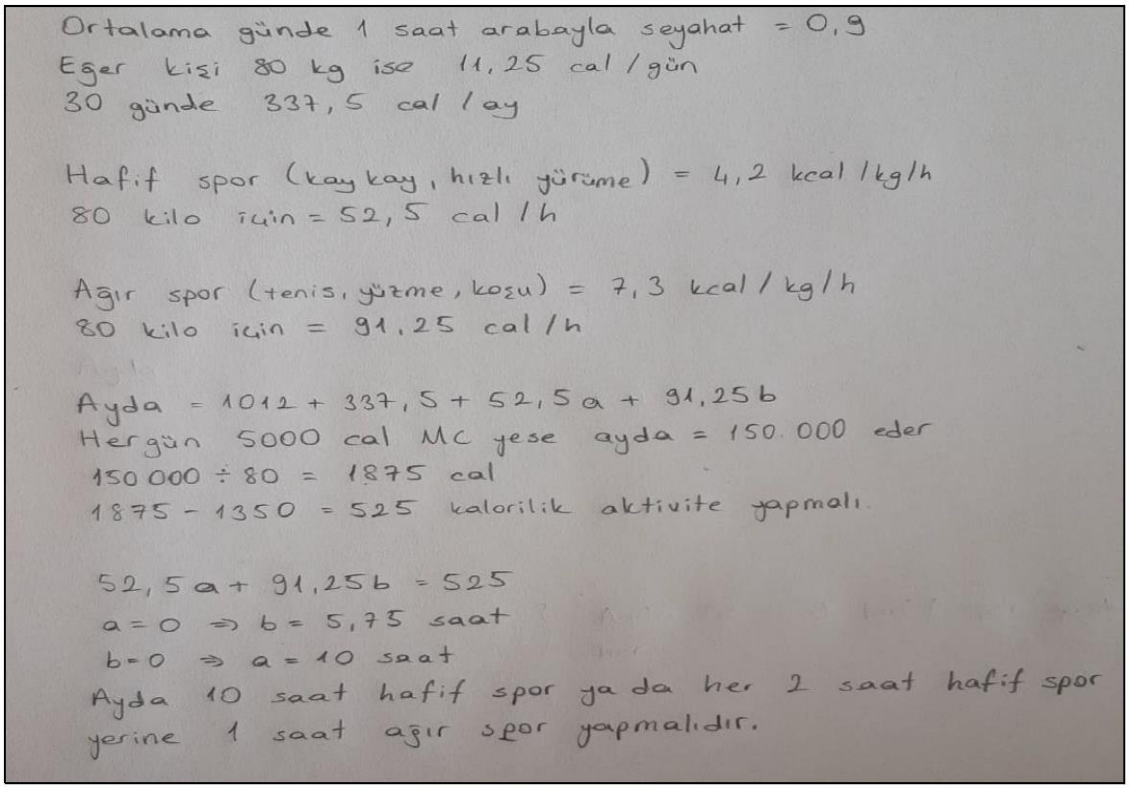
4'ünün maliyeti;

$150 + 100 = 250$

$250 \times 2 = 500$ TL

Firma; 1 adet 3. Dolabı 2 ay kullanmalıdır.

Grup Ninja Turtles Obezite Sorusuna Cevabı



Ortalama günde 1 saat arabayla seyahat = 0,9
Eğer kişi 80 kg ise 11,25 cal / gün
30 günde 337,5 cal / ay

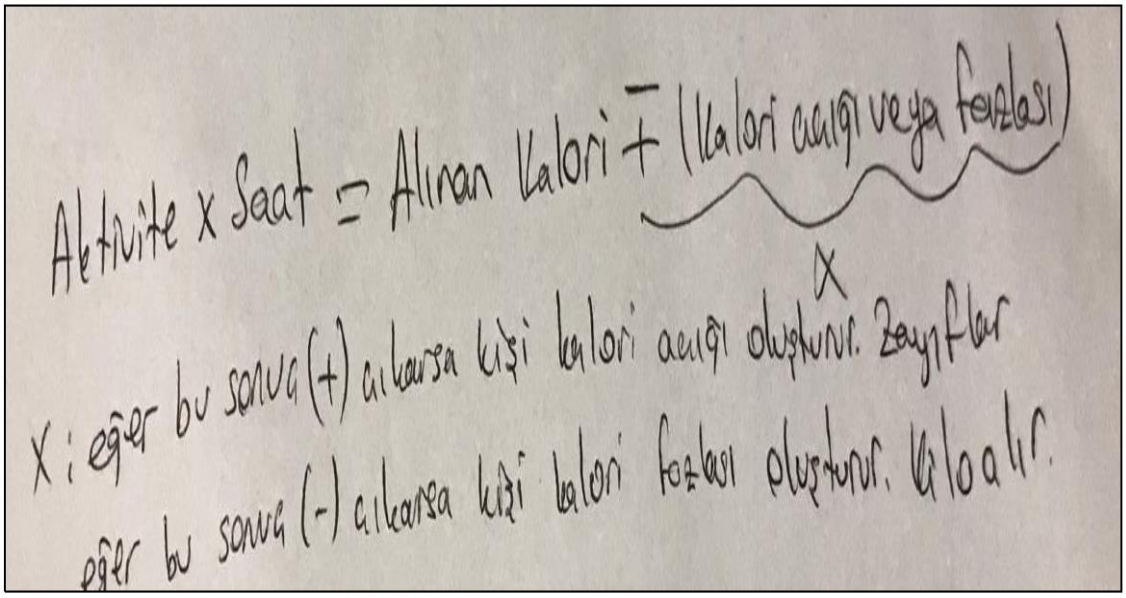
Hafif spor (kaykay, hızlı yürüme) = 4,2 kcal / kg / h
80 kilo için = 52,5 cal / h

Ağır spor (tenis, yüzme, koşu) = 7,3 kcal / kg / h
80 kilo için = 91,25 cal / h

Ayda = 1012 + 337,5 + 52,5a + 91,25b
Hergün 5000 cal MC yese ayda = 150.000 eder
150 000 ÷ 80 = 1875 cal
1875 - 1350 = 525 kalorilik aktivite yapmalı.

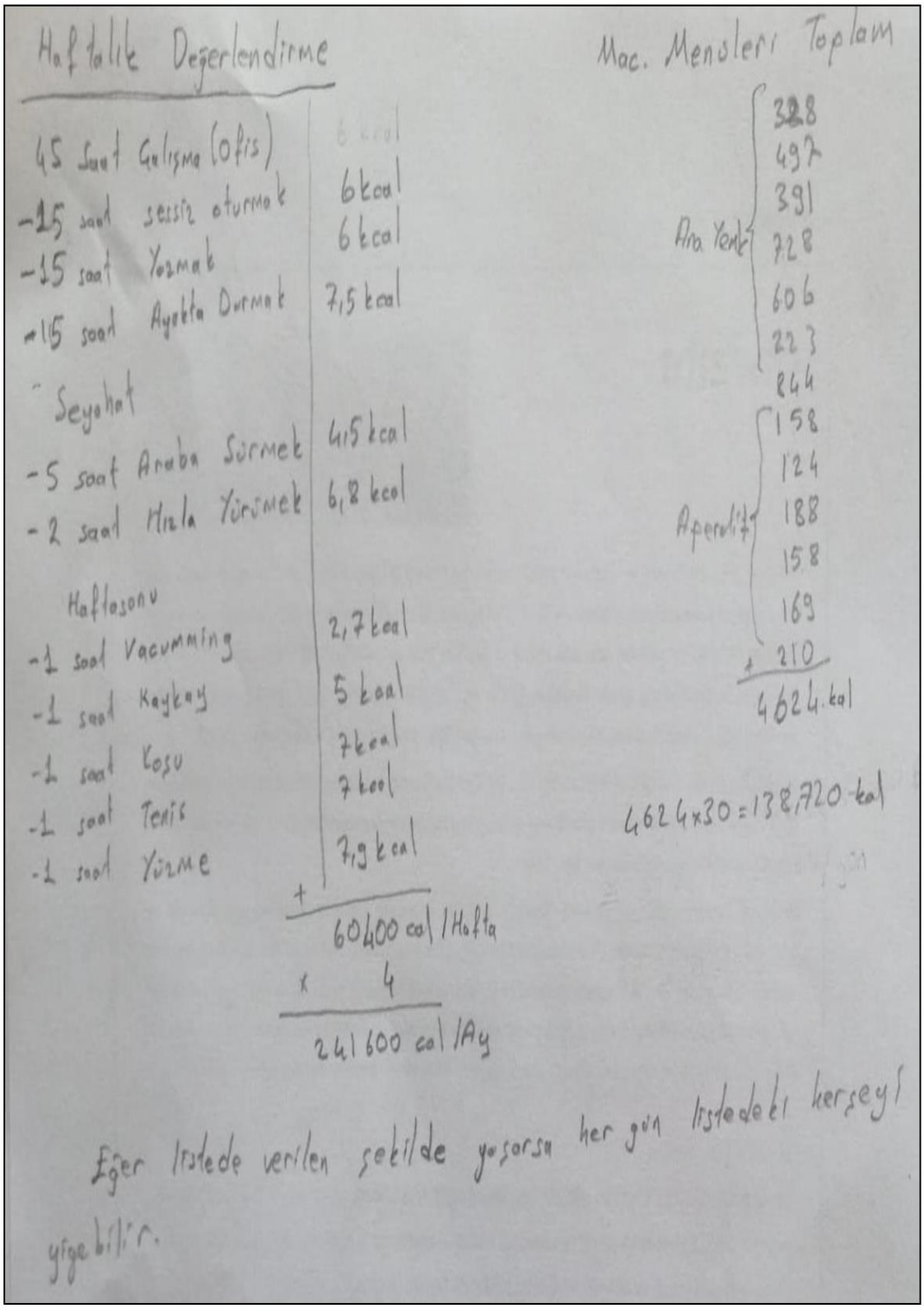
52,5a + 91,25b = 525
a = 0 ⇒ b = 5,75 saat
b = 0 ⇒ a = 10 saat
Ayda 10 saat hafif spor ya da her 2 saat hafif spor yerine 1 saat ağır spor yapmalıdır.

Grup Sefiller Obezite Sorusuna Cevabı



Aktivite x Saat = Alınan Kalori ∓ (kalori açığı veya fazlası)
X
X; eğer bu sonuç (+) çıkarsa kişi kalori açığı oluşturur. Zayıflar
eğer bu sonuç (-) çıkarsa kişi kalori fazlası oluşturur. Kiloalır.

Grup Scorpion Obezite Sorusuna Cevabı



Haftalık Değerlendirme

45 Saat Çalışma (ofis) 6 kcal
-15 saat sessiz oturmak 6 kcal
-15 saat Yazmak 6 kcal
-15 saat Ayakta Durmak 7,5 kcal

Seyahat
-5 saat Araba Sürmek 4,5 kcal
-2 saat Hızla Yürümek 6,8 kcal

Haftasonu
-1 saat Vacumming 2,7 kcal
-1 saat Kaykay 5 kcal
-1 saat Koşu 7 kcal
-1 saat Tenis 7 kcal
-1 saat Yüzme 7,9 kcal

+ 60400 cal / Hafta
x 4
241600 cal / Ay

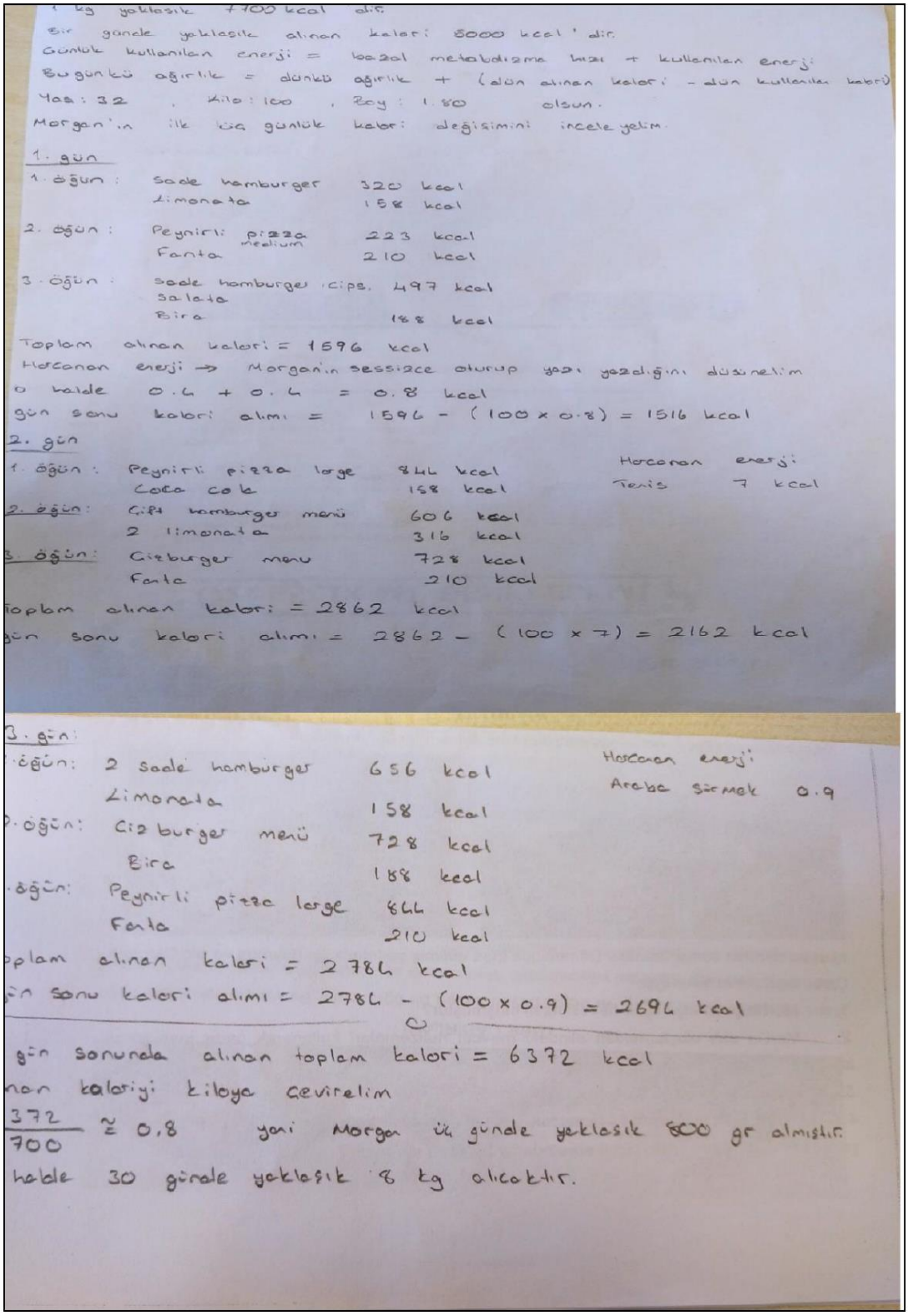
Mac. Menüleri Toplam

Ara Yemek: 328, 497, 391, 728, 606, 223, 844
Aperatif: 158, 124, 188, 158, 169, 210
4624 kcal

4624 x 30 = 138,720 kcal

Eğer İstede verilen şekilde yaşarsa her gün istedeki herşeyi yiyebilir.

Grup Başka Memnu Obezite Sorusuna Cevabı



1 kg yaklasik 7700 kcal dir.
Bir günde yaklasik alinan kalori 5000 kcal' dir.
Günlük kullanilan enerji = bazal metabolizma hizi + kullanilan enerji
Bugünkü agirlik = dünkü agirlik + (dün alinan kalori - dün kullanilan kalori)
Yas: 32 , Kilo: 100 , Boy: 1.80 olsun.
Morgan'in ilk üç günlük kalori degisimini inceleyelim.

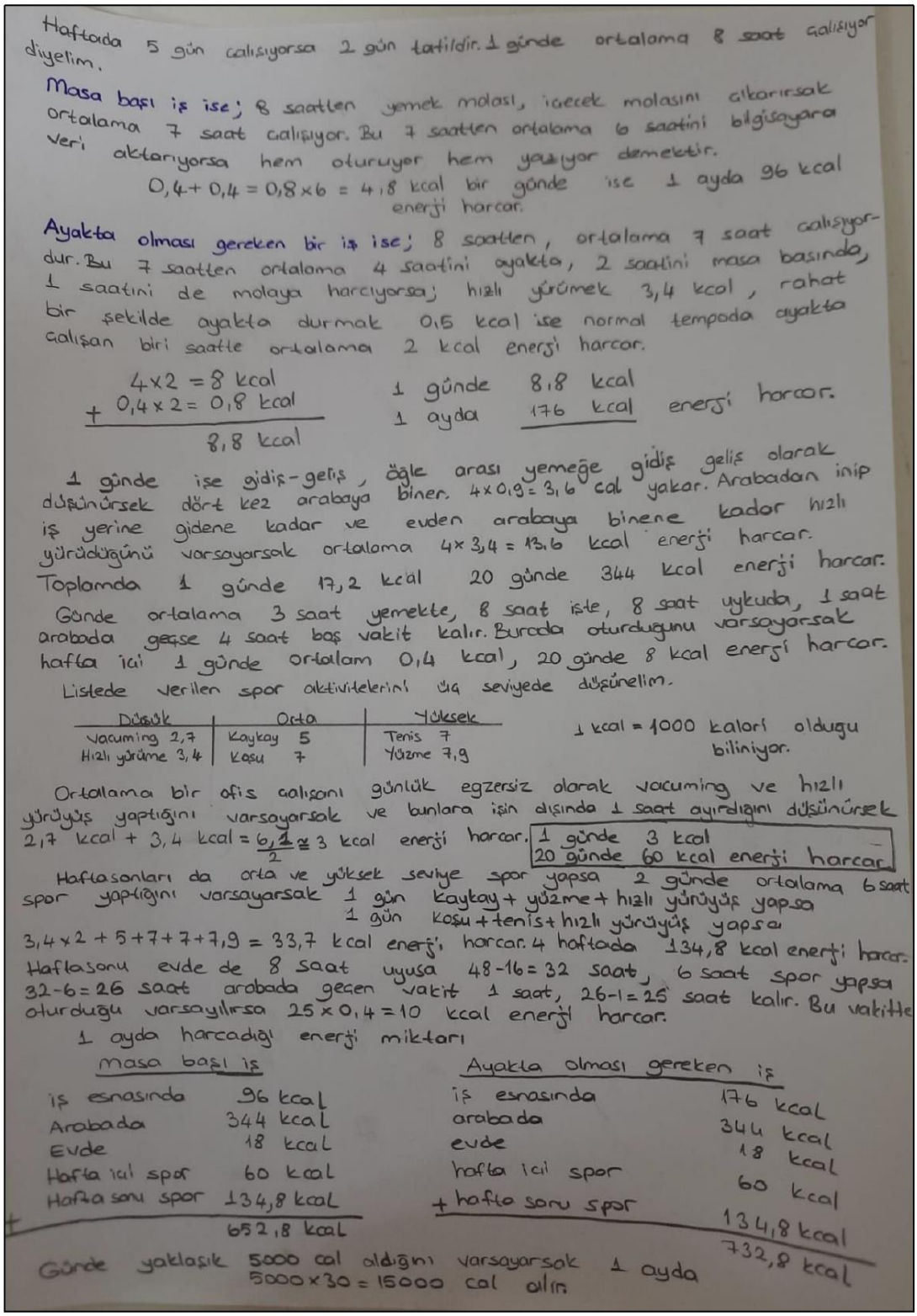
1. gün
1. öğün: Sade hamburger 320 kcal
Limonata 158 kcal
2. öğün: Peynirli pizza medium 223 kcal
Fanta 210 kcal
3. öğün: Sade hamburger cips. 497 kcal
Salata
Bira 188 kcal
Toplam alinan kalori = 1596 kcal
Harcanan enerji → Morgan'in sessizce oturup yazi yazdigini düsünelim
0 kalde 0.4 + 0.4 = 0.8 kcal
gün sonu kalori alimi = 1596 - (100 x 0.8) = 1516 kcal

2. gün
1. öğün: Peynirli pizza large 844 kcal
Coca cola 158 kcal
2. öğün: Cift hamburger menü 606 kcal
2 limonata 316 kcal
3. öğün: Cizburger menu 728 kcal
Fanta 210 kcal
Harcanan enerji:
Tenis 7 kcal
Toplam alinan kalori: = 2862 kcal
gün sonu kalori alimi = 2862 - (100 x 7) = 2162 kcal

3. gün:
öğün: 2 Sade hamburger 656 kcal
Limonata 158 kcal
öğün: Cizburger menü 728 kcal
Bira 188 kcal
öğün: Peynirli pizza large 844 kcal
Fanta 210 kcal
Harcanan enerji:
Araba sürmek 0.9
plam alinan kalori = 2784 kcal
gün sonu kalori alimi = 2784 - (100 x 0.9) = 2694 kcal

gün sonunda alinan toplam kalori = 6372 kcal
nan kaloriyi kiloya cevirelim
372/700 ≈ 0,8 yani Morgan üç günde yaklasik 800 gr almistir.
hâlde 30 günde yaklasik 8 kg alacaktir.

Grup Teletabiler Obezite Sorusuna Cevabı



Haftada 5 gün çalışıyorsa 2 gün tatildir. 1 günde ortalama 8 saat çalışıyor diyelim.

Masa başı iş ise; 8 saatten yemek molası, içecek molasını çıkarırsak ortalama 7 saat çalışıyor. Bu 7 saatten ortalama 6 saatini bilgisayara veri aktarıyorsa hem oturuyor hem yazıyor demektir.

$0,4 + 0,4 = 0,8 \times 6 = 4,8$ kcal bir günde ise 1 ayda 96 kcal enerji harcar.

Ayakta olması gereken bir iş ise; 8 saatten, ortalama 7 saat çalışıyordur. Bu 7 saatten ortalama 4 saatini ayakta, 2 saatini masa başında, 1 saatini de molaya harcıyorsa; hızlı yürümek 3,4 kcal, rahat bir şekilde ayakta durmak 0,5 kcal ise normal tempoda ayakta çalışan biri saatte ortalama 2 kcal enerji harcar.

$4 \times 2 = 8$ kcal
$+ \ 0,4 \times 2 = 0,8$ kcal
$8,8$ kcal

1 günde 8,8 kcal
1 ayda 176 kcal enerji harcar.

1 günde işe gidiş-geliş, öğle arası yemeğe gidiş geliş olarak düşünürsek dört kez arabaya biner. $4 \times 0,9 = 3,6$ cal yakar. Arabadan inip iş yerine gidene kadar ve evden arabaya binene kadar hızlı yürüdüğünü varsayarsak ortalama $4 \times 3,4 = 13,6$ kcal enerji harcar.
Toplamda 1 günde 17,2 kcal 20 günde 344 kcal enerji harcar.

Günde ortalama 3 saat yemekte, 8 saat işte, 8 saat uykuda, 1 saat arabada geçse 4 saat boş vakit kalır. Burada oturduğunu varsayarsak hafta içi 1 günde ortalam 0,4 kcal, 20 günde 8 kcal enerji harcar.

Listede verilen spor aktivitelerini üç seviyede düşünelim.

Düşük	Orta	Yüksek
Vacuming 2,7	Kaykay 5	Tenis 7
Hızlı yürüme 3,4	Koşu 7	Yüzme 7,9

1 kcal = 1000 kalori olduğu biliniyor.

Ortalama bir ofis çalışanı günlük egzersiz olarak vacuming ve hızlı yürüyüş yaptığını varsayarsak ve bunlara işin dışında 1 saat ayırdığını düşünürsek $2,7 \text{ kcal} + 3,4 \text{ kcal} = \frac{6,1}{2} \approx 3$ kcal enerji harcar.

1 günde 3 kcal
20 günde 60 kcal enerji harcar

Haftasonları da orta ve yüksek seviye spor yapsa 2 günde ortalama 6 saat spor yaptığını varsayarsak 1 gün kaykay + yüzme + hızlı yürüyüş yapsa
1 gün koşu + tenis + hızlı yürüyüş yapsa
$3,4 \times 2 + 5 + 7 + 7 + 7,9 = 33,7$ kcal enerji harcar. 4 haftada 134,8 kcal enerji harcar.
Haftasonu evde de 8 saat uyusa $48 - 16 = 32$ saat, 6 saat spor yapsa $32 - 6 = 26$ saat arabada geçen vakit 1 saat, $26 - 1 = 25$ saat kalır. Bu vakitte oturduğu varsayılırsa $25 \times 0,4 = 10$ kcal enerji harcar.

1 ayda harcadığı enerji miktarı

Masa başı iş

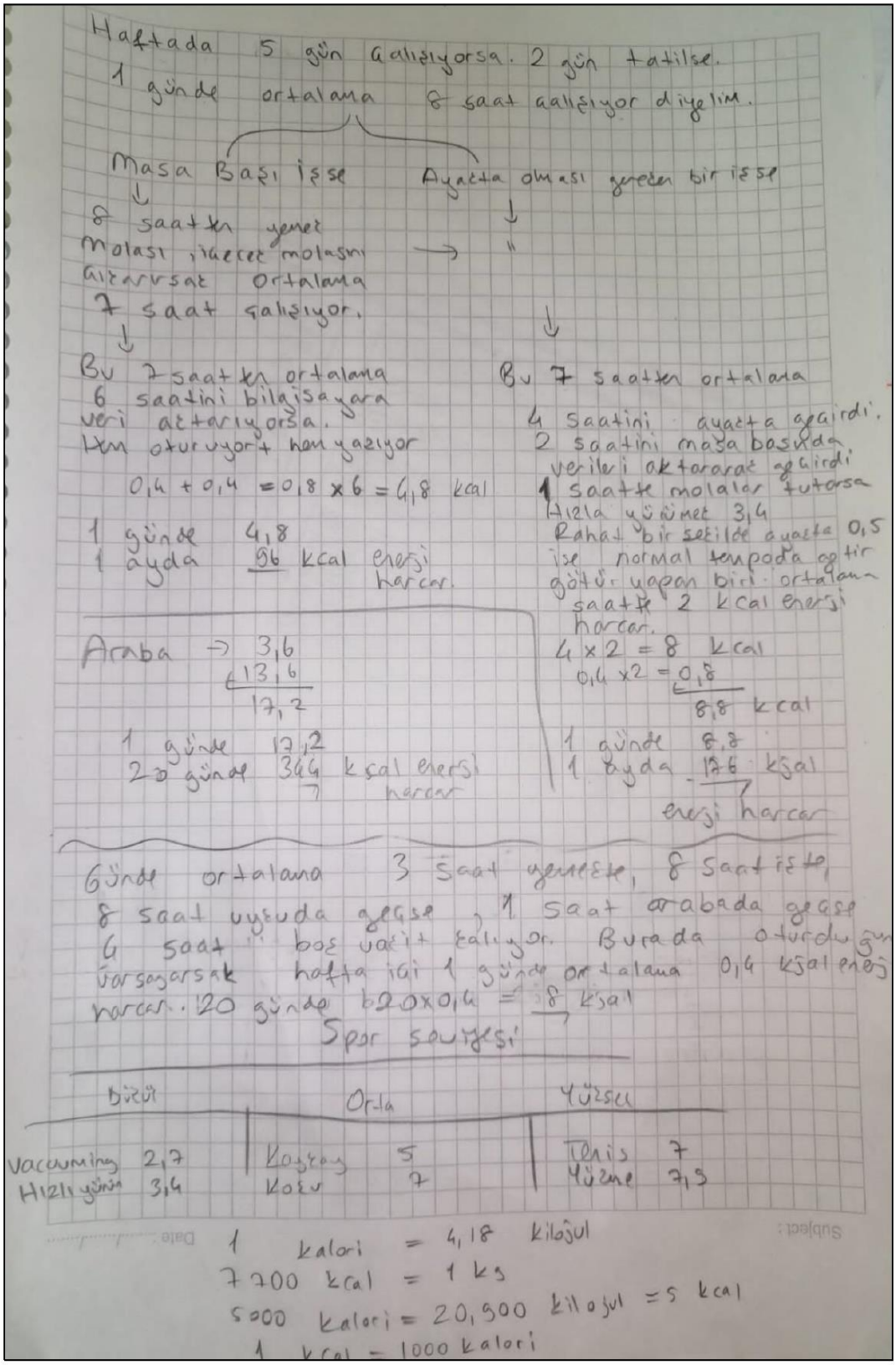
İş esnasında	96 kcal
Arabada	344 kcal
Evde	18 kcal
Hafta içi spor	60 kcal
Hafta sonu spor	134,8 kcal
	652,8 kcal

Ayakta olması gereken iş

İş esnasında	176 kcal
arabada	344 kcal
evde	18 kcal
hafta içi spor	60 kcal
+ hafta sonu spor	134,8 kcal
	732,8 kcal

Günde yaklaşık 5000 cal aldığını varsayarsak 1 ayda $5000 \times 30 = 15000$ cal alır.

Grup Winx Club Obezite Sorusuna Cevabı



EK-20 Tez Çoğaltma ve Elektronik Yayımlama İzin Formu

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Barış DEMİR
Tez Adı	Matematiksel Modellemenin Yaşama Yansıma Sürecinin İncelenmesi
Enstitü	Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Tez Türü	Doktora Tezi
Tez Danışman(lar)ı	Prof.Dr.Rıdvan EZENTAŞ
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni Kısıtlama	■ Patent Kısıt (2 yıl) ☐ Genel Kısıt (6 ay) ☐ Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum.

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 17/06/2022

İmza :

ÖZ GEÇMİŞ

ÖZGEÇMİŞ			
Adı, Soyadı	Barış DEMİR		
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce		
Eğitim Durumu	**Başlama -Bitirme**		**Kurum Adı**
Lise	1996	1999	Gölcük Barbaros Hayrettin Lisesi
Lisans	1999	2002	Gazi Üniversitesi Matematik Öğretmenliği
Yüksek Lisans	2002	2004	Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi
Doktora	2018	2022	Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi
Çalıştığı Kurum	**Başlama- Ayrılma**		**Çalışılan Kurumun Adı**
1.	2002	2006	Milli Eğitim Bakanlığı
2.	2007	Devam ediyor	Kocaeli Üniversitesi
Yayınlar	**Uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:** Altun Murat, Kaleli Yılmaz Gül, **Demir Barış**, Sert Çelik Hülya (2022). Statistical Anxiety and Metacognitive Awareness Levels of Graduate Students Studying in Mathematics Education Program. European Journal of Education Studies, 9(1), 44-70., Doi: 10.46827/Ejes.V9i1.4088 Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış** (2022). Matematiksel Modellemenin Kültürel Perspektifi: Etnomodelleme. Kültür Araştırmaları Dergisi, 12, 253-270., Doi: 10.46250/kulturder.1067167 **Demir Barış,** Kaleli Yılmaz Gül, Sert Çelik Hülya (2021). Teachers Attitudes and Opinions on Mathematics Lessons Conducted with Distance Education Due To Covıd-19 Pandemıc. Turkish Online Journal of Distance Education, 22(4), 147-163., Doi: 10.17718/tojde.1002812 **Demir Barış,** Güngör Ömer (2021). Türkiyede 2004-2021 Yılları Arasında İş Sağlığı ve Güvenliği Alanında Yapılmış Doktora Tezlerinin İncelenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 8(76), 2915-2920., Doi: 10.26450/jshsr.2893 **Demir Barış**, Yüksel Asiye, Tosun Aykut (2021). Özel Güvenlik ve Koruma Programı Öğrencilerinin Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 8, 3299-3303., Doi: 10.26450/jshsr.2882 Eşme Aslı, **Demir Barış,** Yağcı Çiğdem (2021). Öğretmen Adaylarının Çevre Sorunları ve Yenilenebilir Enerjiye Yönelik Farkındalık Düzeylerinin İncelenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 8, 2154-2166., Doi: 10.26450/jshsr.2669 **Demir Barış,** Yüksel Asiye, Tosun Aykut (2021). Özel Güvenlik ve		

	Koruma Programı Öğrencilerinin İletişim Becerilerinin İncelenmesi. Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, 7(52), 3104-3108., Doi: 10.31576/smryj.1194 Yüksel Asiye, **Demir Barış**, Tosun Aykut (2020). Bireysel Yenilikçilik Düzeyinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi: Kocaeli Üniversite Örneği. Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, 6(39), 2576-2582., Doi: 10.31576/smryj.733 **Demir Barış,** Yüksel Asiye, Tosun Aykut (2020). Covid-19 Sürecinde Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Uzaktan Eğitime Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. Journal of Social and Humanities Scıences Research (JSHSR), 7(63), 3905-3910., Doi: 10.26450/jshsr.2187 **Demir Barış,** Yüksel Asiye, Tosun Aykut (2020). Türkiye'de 2020 Yılı Pandemi Döneminde Uzaktan Eğitim Üzerine Yapılan Makalelerin Analizi. Journal of Academic Social Resources, 5(19), 835-838. Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış** (2020). Analysis of Thesis in Turkey between the years 2008-2020 on Mathematics Literacy. Sakarya University Journal of Education, 3(10), 667-685., Doi: 10.19126/suje.796422 **Demir Barış** (2020). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Uzaktan Eğitim ile Yürütülen Matematik Derslerine Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. Social Mentality and Researcher Thinkers Journal, 6(39), 2448-2454., Doi: 10.31576/smryj.716 **Demir Barış**, Yüksel Asiye, Tosun Aykut (2020). Özel Güvenlik ve Koruma Programı Öğrencilerinin Dijital Okuryazarlık Düzeylerinin Belirlenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 7(61), 3330-3335., Doi: 10.26450/jshsr.2214 **Demir Barış,** Gökkaya Öznur (2019). Akademisyenlerin Açık Liderlik ile Problem Çözme Becerileri Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 6(48), 4643-4645., Doi: 10.26450/jshsr.1716 Tosun Aykut, **Demir Barış**, Yüksel Asiye, Konak Orkun (2019). Spor Bilimleri Fakültesinde Okuyan Öğrencilerinin Spor Okuryazarlığı Düzeylerinin Belirlenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 6(45), 3814-3821., Doi: 10.26450/jshsr.1592 Tosun Aykut, Yüksel Asiye, Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış** (2019). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin İlk Yardım Farkındalığının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 6(42), 2869-2874., Doi: 10.26450/jshsr.1432 Tosun Aykut, **Demir Barış** (2019). Spor Aktivitelerinin Ortaöğretim Öğrencilerinin Başarı ve Motivasyonuna Etkisinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. International Journal of Disciplines In Economics

	and Administrative Sciences Studies (IDEAstudies), 5(12), 196-203., Doi: 10.26728/ideas.201 **Demir Barış**, Tosun Aykut, Konak Orkun, Uçkun Ceylan Gazi (2019). Özel Güvenlik Öğrencilerinin Fiziksel Aktivite Yeterliğinin Ölçülmesine Yönelik Bir Çalışma. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 6(47), 4242-4247., Doi: 10.26450/jshsr.1660 (Yayın No: 5714689) Yüksel Asiye, **Demir Barış** (2018). Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Becerilerinin Araştırma Geliştirme (Ar-Ge) Yeteneklerini Ortaya Koymaya Yönelik Etkilerinin İncelenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 5(24), 1872-1884., Doi: 10.26450/jshsr.557 Güngör Ömer, Gökkaya Öznur, **Demir Barış** (2018). Kocaeli Üniversitesi İktisadi İşletme Çalışanlarının İş Sağlığı ve Güvenliği Uygulamalarına Yönelik Görüşlerinin İncelenmesi. International Journal of Social Humanities Sciences Research (JSHSR), 5(31), 4769-4775., Doi: 10.26450/jshsr.958 **Demir Barış**, Gökkaya Öznur, Güngör Ömer, Kılıçaslan İsmail (2018). İktısadı İşletme Çalışanlarının İş Motıvasyonu Düzeylerinin Belirlenmesi. International Journal of Tourism, Economic and Business Sciences, 2(2), 503-508. Uçkun Ceylan Gazi, Can Efser, **Demir Barış**, Uçkun Seher (2017). Tersane Çalışanlarında Örgütsel Sessizlik ve Örgütsel Bağlılık Arasındaki İlişkinin İncelenmesi. Turan-Sam (stratejik araştırmalar merkezi), 9(35), 306-313. Uçkun Ceylan Gazi, Alkan Ertan, Uçkun Seher, **Demir Barış** (2017). Meslek Liselerinde Okuyan Öğrencilerin İş Güvenliği Farkındalığı. International Journal of Academic Value Studies (Javstudies JAVS), 3(15), 328-347., Doi: 10.23929/javs.561 Cesur Zafer, Memiş Salih, Gökkaya Öznur, **Demir Barış** (2016). Sosyal Medya Üzerinde Gösterilen Reklamların Ahlak Kavramı Açısından Değerlendirilmesi Üniversite Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma. TURAN-SAM: TURAN Stratejik Araştırmalar Merkezi, 8(32), 274-284. Gökkaya Öznur, Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış** (2016). Özel Öğretim Yöntemleri Dersinin Dönüştürücü Öğrenme Kuramı Kapsamında İncelenmesi. Turansam-Turan Stratejik Araştırmalar Merkezi Dergisi, 8(32), 199-207. Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış,** Yıldırım Zühal (2016). Yazma Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Tutumlarına Etkisi. Turansam-Turan Stratejik Araştırmalar Merkezi Dergisi, 8(32), 80-86. Latif Hasan, Uçkun Ceylan Gazi, Gökkaya Öznur, **Demir Barış** (2016). Perspectives of Generation 2000 and Their Parents on E Communication

	Addiction in Turkey. International Journal of Humanities and Social Science Invention (IJHSSI, 5(11), 51-61. Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış**, Uçkun Seher, Kuzgun Fatma (2016). Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi Paylaşımı Alanında İnternetin Kullanımına İlişkin Tutumlarının İncelenmesi. 21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(14), 111-134. Sayımer İdil, Yüksel Asiye, **Demir Barış** (2015). Transformatıon Of Instructıonal and Learnıng Paradıgm in Dıgıtal Age Socıal Networkıng Practıces and Academıc Expectatıons of Hıgher Educatıon Students in Turkey. The Turkish Online Journal of Educational Technology. Latif Hasan, Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış** (2015). Examining the Relationship Between E Social Networks and the Communication Behaviors of Generation 2000 Millennials in Turkey. Social Science Computer Review, 33(1), 43-60. Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış,** Yüksel Asiye, Uçkun Seher (2014). Örgüt Kültürünün Yapısı ve İnsani İlişkilerin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi "Kocaeli Üniversitesi İdari Personel Örneği". 21. Yüzyılda Eğitim ve Toplum Eğitim Bilimleri ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 3(7), 19-38. Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış**, Yüksel Asiye (2013). Meslek Yüksek Okullarında Görevli Akademik Yöneticilerin Üst Bilişsel Farkındalık Düzeylerinden Kontrol Becerilerinin İncelenmesi Kocaeli Üniversitesi Örneği. - 21. Yüzyılda Eğitim ve toplum, 2(5), 19-33. Uçkun Ceylan Gazi, Yüksel Asiye, **Demir Barış,** Yüksel İclal (2013). Kurumsal İtibarın Artırılmasında İş Sağlığı ve Güvenliği Kültürünün Rolü ile Meslek Yüksekokullarında Bulunan İş Güvenliği Uzmanlığı Programının Analizi. Elektronik Mesleki Gelişim ve Araştırmalar Dergisi, 1(2), 57-67. Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış,** Gültekin Ayhan (2013). Örgüt Kültürünün Yapısı ve İnsani İlişkiler ile Örgütsel Bağlılık Arasındaki İlişkinin İncelenmesi-Kocaeli Üniversitesi İdari Personel Örneği. Electronic Journal of Vocational Colleges. Yüksel Asiye, Uçkun Ceylan Gazi, Yanık Güler, **Demir Barış** (2013). İnovasyon Yeteneğinin Artırılmasında Üniversite Sanayi İşbirliğive Meslek Yüksekokullarının Rolü. Electronic Journal of Vocational Colleges. Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış**, Yüksel Asiye (2012). Meslek Yüksek Okullarında Görevli Akademik Yöneticilerin Üst Bilişsel Farkındalık Düzeylerinin İncelenmesi Kocaeli Üniversitesi Örneği. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2(24), 51-74. **Demir Barış**, Yeniçerioğlu Ali Fuat (2012). On The Stabılıty of Second Order"Neutral Delay Differantial Equation. Beykent University Journal

	of Science and Engineering, 5(1). Baran Kaya Tuğba, Arı Ayşe Arzu, Küçük Ahmet, **Demir Barış** (2011). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Özel Alan Yeterliklerine İlişkin Algılarının Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. Education Sciences, 6(3), 1984-2004. Küçük Ahmet, **Demir Barış,** Baran Kaya Tuğba (2010). İlköğretim Dördüncü ve Beşinci Sınıf Öğretmenlerinin Matematik Öğretimi Alanındaki Yeterlilik Düzeylerinin Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi. e-Journal of New World Sciences Academy, 5(4), 1778-1792. **Ulusal hakemli dergilerde yayımlanan makaleler:** Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış**, Baydar Işık Betül (2019). Matematik Eğitiminde Manga Çizgi Roman Kullanımı. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(2), 261-265. Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış**, Ar Tuğçe (2019). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının "Kültür ve "Matematik" Algılarının İncelenmesi. Bayburt Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Dergisi. 2(5), 61-71. Küçük Ahmet, **Demir Barış** (2009). İlköğretim 6 8 sınıflarda Matematik Öğretiminde Karşılaşılan Bazı Kavram Yanılgıları Üzerine Bir Çalışma. Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 13(13), 97-112. **Yazılan ulusal/uluslararası kitaplardaki bölümler:** Güvenlik Yönetimi, Bölüm adı:(Çatışma ve Çatışma Yönetimi) (2019)., **Demir Barış,** Umuttepe Yayınları, Editör: Uçkun Gazi, Konak Orkun, ISBN:978-605-7858-12-2, Türkçe (Bilimsel Kitap). Klasikten Moderne İşletme Yönetimine Bakış, Bölüm adı:(İşletmelerde Veri Analizi) (2018)., **Demir Barış,** Umuttepe Yayınları, Editör:C.Gazi Uçkun, ISBN:978-605-2012-66-6, Türkçe (Bilimsel Kitap). **Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler:** **Demir Barış** (2022). A Meta-Analysis Study on The Effect of Mathematical Modeling Approach on Students' Academic Achievement and Attitudes. IMASCONGRESS Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) **Demir Barış,** Altun Murat (2021). Investigation of Relationship Between Mathematical Modeling Self-Efficacy and Metacognitive Awareness Of Engineering Candidates. 5th International Symposium on Turkish Computer and Mathematics Education (TURCOMAT-5). **Demir Barış,** Uçkun Ceylan Gazi, Tosun Aykut, Konak Orkun (2019). Meslek Yüksekokulunda Görevli Öğretim Elemanların Akademik İletişim

	Becerilerinin İncelenmesi. IMASCONGRESS International Marmara Social Sciences Congress (Autumn), 547-550. Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış**, Baydar Işık Betül (2019). Studies Investigating the Effects of the Use of Manga Comics in Mathematics Teaching. International Marmara Social Sciences Congress (Autumn) Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış**, Ar Tuğçe (2019). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının "Kültür ve Matematik" Algılarının İncelenmesi. IMASCONGRESS International Marmara Social Sciences Congress (Autumn) **Demir Barış**, Arı Ayşe Arzu, İlknur Güneş (2019). Yenilenen İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programın İncelenmesi. IMASCONGRESS International Marmara Social Sciences Congress (Autumn) **Demir Barış,** Uzun Kübra, Sert Çelik Hülya (2019). Matematik Öğretmenlerinin Öğretim Sürecindeki Genel Eğitimsel Değerlere İlişkin Görüşleri. IMASCONGRESS Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) **Demir Barış**, Arı Ayşe Arzu, Sert Çelik Hülya (2019). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Bilişsel Esneklik Düzeylerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. IMASCONGRESS Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) **Demir Barış**, Gökkaya Öznur (2019). Meslek Yüksekokulunda Görevli Öğretim Elemanlarının Bilişsel Esnekliklerinin İncelenmesi. IMASCONGRESS Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) **Demir Barış**, Kaleli Yılmaz Gül, Sert Çelik Hülya (2019). Güncellenen Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programına İlişkin Öğretim Elemanlarının Görüşleri. IMASCONGRESS Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) **Demir Barış**, Tapan Broutın Menekşe Seden (2019). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Matematiksel Tahmin ve Değerlendirme Becerilerinin Dokümental Yaklaşım Bağlamında İncelenmesi. IMASCONGRESS Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) Uzun Kübra, Sert Çelik Hülya, Kaleli Yılmaz Gül**, Demir Barış** (2019). 5. Sınıf Matematik Ders Kitaplarının Genel Eğitimsel Değerler Bakımından İncelenmesi. IMASCONGRESS Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi (Bahar) Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış**, Şimşek Kandemir Aysen (2018). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Matematik Felsefesine Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi

	Demir Barış, Yüksel Asiye, Kılıçaslan İsmail (2018). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Girişimcilik Eğitimine Yönelik Görüşlerinin Belirlenmesi. Internatıonal Congress on Socıal Scıences IV **Demir Barış**, Arı Ayşe Arzu, Özkan Arif (2018). Biyomedikal Mühendisliği Programı Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Becerilerinin İncelenmesi. Internatıonal Congress on Socıal Scıences IV **Demir Barış**, Güngör Ömer, Yüksel Asiye, Cesur Zafer (2018). Meslek Yüksekokulu'nda Görevli Akademisyenlerin Mesleki Motivasyon Düzeylerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. 4.Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi Güngör Ömer, Gökkaya Öznur, **Demir Barış**, Cesur Zafer (2018). İş Sağlığı ve Güvenliği Programı Öğrencilerinin Problem Çözme Becerisi Algılarının İncelenmesi. 4. Uluslararası Sosyal Bilimleri Sempozyumu Gökkaya Öznur, Yüksel Asiye, **Demir Barış**, Güngör Ömer (2018). Öğrencilerin Matematiksel Düşünme Becerilerinin Araştırma Geliştirme (Ar-Ge)yeteneklerini Ortaya Koymaya Yönelik Etkilerinin İncelenmesi 4.Uluslararası Sosyal Bilimler Kongresi Tosun Aykut, Yüksel Asiye, Konak Orkun, **Demir Barış** (2017). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Spor Okuryazarlığı Düzeylerinin Belirlenmesi. International Conference on Quality in Higher Education (ICQH) **Demir Barış,** Tosun Aykut, Yüksel Asiye, Uçkun Ceylan Gazi, Gökkaya Öznur (2017). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Akademik Motivasyon Düzeylerinin Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma "Hereke Ö.İ Uzunyol MYO Örneği". International Conference on Quality in Higher Education (ICQH) Konak Orkun, Uçkun Ceylan Gazi, Gökkaya Öznur, Yüksel Asiye, **Demir Barış** (2017). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Yükseköğrenim Görmeye Yönelten Nedenler ve Sosyalleşme Taktikleri. International Conference on Quality in Higher Education (ICQH) Yüksel Asiye, Gökkaya Öznur, **Demir Barış**, Latif Hasan (2017). Endüstri 4.0 Çağında Ar-Ge/ Proje Yönetimi Dersi Kapsamında Akıllı Eğitim Pratikleri. Dmitri Yavorinitski 1. Uluslararası Avrupa Sosyal Bilimler Kongresi Güngör Ömer, Gökkaya Öznur, **Demir Barış**, Cesur Zafer (2017). Türkiye'de İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Kamu-Özel Sektör Çalışanlarının Beklentilerinin Karşılaştırması. Dmitri Yavorinitski 1. Uluslararası Avrupa Sosyal Bilimler Kongresi **Demir Barış,** Yüksel Asiye, Güngör Ömer, Cesur Zafer (2017). Üniversite Öğrencilerinin İnstagram'da Gösterilen Reklamlara Yönelik Tutumlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. II. Uluslararası

	Sosyal Bilimler Sempozyumu Cesur Zafer, **Demir Barış,** Güngör Ömer, Pehlivan Ekrem (2017). Meslek Yüksek Okulunda İşletme Yönetimi Eğitimi Alan Öğrencilerin İşletme Yönetimi Eğitimine Yönelik Beklenti ve Motivasyonlarının Belirlenmesine Yönelik Araştırma: Kocaeli Üniversitesi Hereke Ömer İsmet Uzunyol Meslek Yüksek Okulu Örneği. II. Uluslararası Sosyal Bilimler Sempozyumu Tosun Aykut, **Demir Barış**, Uçkun Ceylan Gazi, Yüksel Asiye (2017). Meslek Yüksekokulu Öğrencilerinin Sosyalleşmesine, Spor Aktivitelerinin Etkisinin İncelenmesi "Hereke Ömer İsmet Uzunyol MYO Örneği. VII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi Yüksel Asiye, Tosun Aykut, **Demir Barış,** Uçkun Ceylan Gazi (2017). Üniversite Öğrencilerinin Yeni Medya'da Gösterilen Eğitsel Bilgilere Yönelik Tutumlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. VII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi Memiş Salih, Cesur Zafer, **Demir Barış**, Gökkaya Öznur, Güngör Ömer (2017). Üniversite Öğrencilerinin Medya ve Televizyon Okuryazarlık Düzeylerinin Belirlenmesine Yönelik Alan Çalışması. VII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi Uçkun Ceylan Gazi, Uçkun Seher, Üzüm Burcu, **Demir Barış** (2016). Kişilik Özellikleri ile Kariyer Çapaları İlişkisine Yönelik Bir Çalışma Kocaeli MYO Örneği. Uluslararası Türk Dünyası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Kongresi Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış**, Pak Kübra (2016). Yansıtıcı Yazma Yönteminin Öğrencilerin Matematik Dersi Başarılarına Etkileri. International Conference on Quality in Higher Education (ICQH) Yüksel Asiye, **Demir Barış,** Gökkaya Öznur, Güngör Ömer (2016). Yeni Medyanın Eğitim Amaçlı Kullanımına Yönelik Bir Araştırma Öğretim Elemanı ve Öğrenci Görüşleri. International Conference on Quality in Higher Education (ICQH) Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış,** Yıldırım Zühal (2016). Yansıtıcı Yazma Yönteminin Matematik Dersine Yönelik Tutuma Etkileri. Uluslararası Türk Dünyası Eğitim Bilimleri ve Sosyal Bilimler Kongresi Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış** (2016). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Bilim Tarihi Dersine Yönelik Algılarının İncelenmesi. VI. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi Arı Ayşe Arzu, **Demir Barış** (2016). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Özel Öğretim Yöntemleri Dersinin Dönüştürücü Öğrenme Kuramı Açısından İncelenmesi. VI. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi Yüksel Asiye, **Demir Barış** (2016). Eğitim Pratiklerinde Kitle Kaynak

	Kullanımı Hereke Ö İ U Meslek Yüksekokulu Örneği. VI. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi Yüksel Asiye, **Demir Barış,** Uçkun Ceylan Gazi, Latif Hasan (2016). İnovasyon Yeteneğinin Uluslararası Boyutta Üniversite Sanayi İşbirliğindeki Rolü. 2. Uluslararası Multidisipliner Avrasya Kongresi (İMCOFE) Tosun Aykut, **Demir Barış**, Uçkun Ceylan Gazi, Konak Orkun (2015). Spor Aktivitelerinin Üniversite Öğrencilerinin Başarı ve Motivasyonu ile İlişkisi. IV. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu (UMYOS) Yüksel Asiye, **Demir Barış**, Gökkaya Öznur (2015). MYO'larda Yenilikçi Bakış Açısının Eğitim Boyutunda Değerlendirilmesi. IV. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu (UMYOS) Uçkun Ceylan Gazi, **Demir Barış**, Uçkun Seher (2014). Bologna Sürecindeki MYO'larda Öğrenci Merkezli Eğitim ÖME Öğretim Elemanı Görüşleri. 3. Uluslararası Meslek Yüksekokulları Sempozyumu (UMYOS) **Demir Barış,** Uçkun Ceylan Gazi, Konak Orkun, Yeniçerioğlu A Fuat (2011). Meslek Yüksekokulu Öğretim Elemanlarının Problem Çözme Becerilerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. 2. Uluslararası 6. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu **Demir Barış**, Uçkun Ceylan Gazi, Uçkun Seher (2011). Meslek Yüksek Okulu'nda Görevli Öğretim Elemanlarının Ders Verdikleri Öğrencilerin Özelliklerine İlişkin Görüşleri. 2. Uluslararası 6. Ulusal Meslek Yüksekokulları Sempozyumu **Ulusal bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında basılan bildiriler:** **Demir Barış**, Altun Murat (2021). Mühendislik Eğitiminde Matematiksel Modelleme. Acıbadem Üniversitesi Mühendislikte Matematik Eğitimi Konferansı **Demir Barış**, Altun Murat (2021). Mühendis Adaylarının Matematiksel Modelleme Özyeterliklerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi. Acıbadem Üniversitesi Mühendislikte Matematik Eğitimi Konferansı
Ödüller	Ahmet Yesevi Genç Araştırmacı Ödülü, Uluslararası Avrasya Eğitim Sendikaları Birliği (UAESEB), 2016
İletişim (e-posta):	
Tarih **İmza** **Adı Soyadı**	