HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜRECİNDE ÜST BİLİŞSEL BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

Simay ÇETİNKAYA

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2020

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyiye...

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

LİSE ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜRECİNDE ÜST BİLİŞSEL BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF METACOGNITIVE SKILLS IN MATHEMATICAL MODELLING PROCESS OF HIGH SCHOOL STUDENTS

Simay ÇETİNKAYA

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2020

Öz

Bilim ve teknolojideki gelişmelerin eğitimdeki yansımaları göz önüne alındığında üretken, bilgiyi yapılandıran, eleştirel düşünen, gerçek hayatta karşısına çıkan problemlerin çözümünde alternatifler üretebilen, iletişim becerileri yüksek bireylere ihtiyaç doğmuştur. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda yeni matematik öğretim programı üst bilişsel becerilerin kullanımına yönlendiren, disiplinlerarası ve günlük hayatla bütünleşmiş bir tasarıma sahip olacak şekilde yeniden düzenlenmiştir. Bireyin bu süreçte kendi öğrenmeleri üzerine düşünmesi, değişkenleri seçmesi, stratejiler geliştirmesi, uygulaması ve izlediği stratejileri değiştirmesi bu sürecin aynı zamanda üst bilişsel yeterlikleri de içerdiğini göstermektedir. Bu araştırmada lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilerin çoklu düzeyde incelenmesi amaçlanmıştır. Üst bilişsel beceriler bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde incelenerek, bu becerilerin karmaşık bir yapıya sahip olan matematiksel modelleme sürecini nasıl şekillendirdiği araştırılmıştır. Yapılan analizler sonucunda, model oluşturma etkinliklerinin öğrencilerde üst bilişsel becerileri kullanma eğilimini arttırdığı görülmüştür. Ayrıca üst bilişsel becerilerin açığa çıkmasının ve üst bilişin boyutları arasında geçişler yaşanmasının modelleme sürecini şekillendirdiği belirlenmiştir. Modelleme süreci içinde tek başına ilerleme gösteremeyen öğrencilerin akranlarının fikirleri üzerine düşünmesi sayesinde sürece katkıda bulunmaya devam ettikleri görülmüştür.

Anahtar sözcükler: matematik eğitimi, matematiksel modelleme, matematiksel modelleme süreci, model oluşturma etkinlikleri, üst biliş

Abstract

Considering the reflections of the developments in science and technology upon education, there is a need for individuals who are productive and who can, construct information, think critically, produce alternatives in solving real life problems and have high communication skills. In line with these needs, the new mathematics curriculum has been reorganized to have an interdisciplinary and integrated design that directs the use of metacognitive skills. The fact that the individual reflects on his / her own learning, selects variables, develops, implements and changes the strategies he / she follows shows that this process also includes metacognitive competences. In this study, it was aimed to investigate the metacognitive skills that emerged during the mathematical modelling process of high school students at multiple levels. Metacognitive skills were examined at the individual, social and environmental levels, and how metacognitive skills shaped the complex mathematical modelling process was investigated. As a result of the analyzes, it was observed that model building activities increased students' tendency to use metacognitive skills. In addition, it was determined that exposure of metacognitive skills and the transition between the dimensions of metacognition shaped the modelling process. It was seen that students who could not make progress by themselves in the modelling process continued to contribute to the process through reflecting on the ideas of their peers.

Keywords: mathematics education, mathematical modelling, mathematical modelling process, model-eliciting activities, metacognition

Teşekkür

Tez yazım sürecim boyunca fikirleri ve önerileri ile bana yol gösteren, her zaman destek olan danışmanım ve çok değerli hocam Doç. Dr. Ayşegül ALTAY UĞUR' a en içten teşekkürlerimi sunarım. Lisans ve yüksek lisans öğrenimimin tamamına etkisi yansımış olan, akademik gelişimime verdiği büyük katkının yanında varlığıyla her zaman güç veren kıymetli hocam Prof. Dr. Şenol DOST' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca jüri üyesi Dr. Öğr. Üyesi Zeynep EKEN' e değerli görüş ve önerileri için teşekkürü bir borç bilirim.

Mesleki gelişimime yön veren ve üzerimde çok büyük emekleri olan Prof. Dr. Ali BÜLBÜL başta olmak üzere tüm hocalarıma teşekkür ederim.

Sahip olduğum bütün değerlerde etkisini hissettiğim ve ilk öğretmenim olan babam Tansel YÖRÜKEREN' e, sevgili annem Nilgün YÖRÜKEREN' e ve biricik kardeşim Nilsu YÖRÜKEREN' e verdikleri tüm destekler için ayrı ayrı teşekkür ederim. Ayrıca attığım her adımda koşulsuz yanımda olan değerli eşim Sefa ÇETİNKAYA' ya sonsuz teşekkürler.

İçindekiler

Öz ii

Abstract iii

Teşekkür iv

Tablolar Dizini vii

Şekiller Dizini viii

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini ix

Bölüm 1 Giriş 1

Problem Durumu 1

Araştırmanın Amacı ve Önemi 7

Araştırma Problemi 7

Sayıltılar 8

Sınırlılıklar 8

Tanımlar 8

Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar 10

İlgili Araştırmalar 12

Matematiksel Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar 12

Üst Biliş Üzerine Yapılan Çalışmalar 15

Matematiksel Modelleme ve Üst Biliş Üzerine Yapılan Çalışmalar 18

Bölüm 3 Yöntem 22

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi 22

Veri Toplama Süreci 23

Veri Toplama Araçları 24

Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğinin Model Oluşturma Prensiplerine Göre İncelenmesi 25

Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğinin Model Oluşturma Prensiplerine Göre İncelenmesi 26

Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli? Etkinliğinin Model Oluşturma Prensiplerine Göre İncelenmesi 27
Verilerin Analizi 31
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar 36
Model Oluşturma Etkinliklerinin Model Oluşturma Prensiplerine Uygunluk Durumuna İlişkin Bulgular 36
Pilot Uygulamaya İlişkin Bulgular 37
Esas Uygulamaya İlişkin Bulgular 40
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler 63
Kaynaklar 68
EK -A: Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliği 76
EK-B: Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliği 77
EK-C: Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli? Etkinliği 82
EK:D Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu 84
EK-E: Etik Komisyonu Onay Bildirimi 86
EK F: Ağrı Valiliği Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzin Belgesi 87
EK-G: Etik Beyanı 88
EK-H: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu 89
EK-I: Thesis Originality Report 90
EK-İ: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı 91

Tablolar Dizini

Tablo 1 *Model Oluşturma Etkinliklerinde Bulunması Gereken Özellikler (Lesh vd., 2000)* 4
Tablo 2 *Model Oluşturma Etkinliklerinin İlişkili Olduğu Matematiksel Konu ve Kavramlar* 23
Tablo 3 *Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğinin MOE Prensiplerine Uygunluk Durumu* 25
Tablo 4 *Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğinin MOE Prensiplerine Uygunluk Durumu* 26
Tablo 5 *Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli Etkinliğinin MOE Prensiplerine Uygunluk Durumu* 27
Tablo 6 *Pilot Uygulama Kapsamında Hazırlanan Model Oluşturma Etkinlikleri* ... 29
Tablo 7 *Model Oluşturma Etkinlikleri Sürecinde Üst Bilişsel Becerilerin Analizine İlişkin Kriterler* 32
Tablo 8 *Üst Bilişsel Becerileri Çoklu Düzeylerde İncelemek Üzerine Yapılan Kodlama Şeması (Kim, Park, Moore ve Varma'dan (2013) uyarlanmıştır.)* 35
Tablo 9 *Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğinde Üst Bilişsel Becerilerin Kullanılma Sıklığının Boyutlara Ait Yüzdeleri* 42
Tablo 10 *Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğine İlişkin Zaman Grafiği* 42
Tablo 11 *Kazı Alanın En Geniş Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğinde Üst Bilişsel Becerilerin Kullanılma Sıklığının Boyutlara Ait Yüzdeleri* 45
Tablo 12 *Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğine İlişkin Zaman Grafiği* 46
Tablo 13 *Yörüngelerin Belirlenmesinde Göz Önüne Alınan Kriterler* 55
Tablo 14 *Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli? Etkinliğinde Üst Bilişsel Becerilerin Kullanılma Sıklığının Boyutlara Ait Yüzdeleri* 56
Tablo 15 *Uzay Aracı Hangi Yolu Tercih Etmeli ? Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Zaman Grafiği* 57
Tablo 16 *Üst Bilişin Kaynağının Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli Etkinliğinde Bireysel, Sosyal ve Çevresel Düzeyde Karşılaştırılması* 58
Tablo 17 *Öğrencilerin Matematiksel Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bakış Açısı* 59

Şekiller Dizini

*Şekil 1.*Modelleme sürecinin düğümleri (Doerr, 1997) 3
Şekil 2.Kazının en geniş olması için bölgeyi nasıl çevirmeliyiz? etkinliğine yönelik matematiksel model oluşturma süreci 37
*Şekil 3.*Alanın en büyük olması için sayılar vererek strateji geliştirilmesi 38
*Şekil 4.*Verilen değerlere göre en ve alan arasındaki parabolik ilişkinin görülmesi38
*Şekil 5.*Trafik kazaları neden artıyor? Kusur kimde? etkinliğine ilişkin matematiksel model oluşturma süreci 39
Şekil 6.Grup1'in trafik kazalarının nedenlerine ilişkin yaptıkları hesaplamalar..... 40
*Şekil 7.*Grup1'in kaza nedenlerine ilişkin oluşturdukları grafik 40
Şekil 8.Grup1'in model oluşturma süreci..... 41
*Şekil 9.*Grup2'nin kazı etkinliğine ilişkin model oluşturma süreci 44
*Şekil 10.*Grup2'nin kazı alanına ilişkin en-boy ilişkisi önerisi..... 44
*Şekil 11.*Grup2'nin genelleştirilmiş çözüm önerisi 45
Şekil 12.Grup3'ün çözüm önerisi olarak geliştirdiği küresel model 47
*Şekil 13.*Grup3'ün birinci yörüngeye ilişkin grafiği 49
*Şekil 14.*Grup3'ün güneşe en kısa olan uzaklığı şekil yardımıyla modellemesi 51
*Şekil 15.*Grup3'ün güneşten veri toplamak için atmosfer-çekirdek ilişkisini X-Y-Z uzaklıklarıyla modellemesi 52
*Şekil 16.*Grup3'ün uzay aracı etkinliğine ilişkin model oluşturma süreci 53
*Şekil 17.*Ö9 kodlu öğrencinin geliştirdiği yeni yörünge modeli 54
*Şekil 18.*Ö9'un kendi oluşturduğu yörünge modeline ilişkin detaylar 54

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

MMP: Model ve Modelleme Perspektifi

MOE: Model Oluşturma Etkinlikleri

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

Bölüm 1
Giriş

Tezin bu bölümü; problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, araştırma problemi, sayıltılar, sınırlılıklar ve tanımlar alt başlıkları altında verilecektir.

Problem Durumu

Matematik, üst düzeyde düşünsel ürünlerden meydana gelen, mantıksal akıl yürütmelere dayalı zengin bir sözdizimi olan evrensel bir dildir (King, 1999). Aynı zamanda okulda başarılı olunması gereken bir ders olmanın ötesinde, gerçek hayatın kendisi ile bağlantılıdır. Bu bağlantıların matematiksel kavramlarla ilişkilendirilmesi matematik öğretiminin genel olarak kabul edilen amaçlarından biridir (Dost vd., 2019). Matematik öğretimi ile bireylere günlük hayatında matematiği kullanabilme yeterliğinin ve yeteneğinin kazandırılması amaçlanmaktadır (Kaiser, 2005).

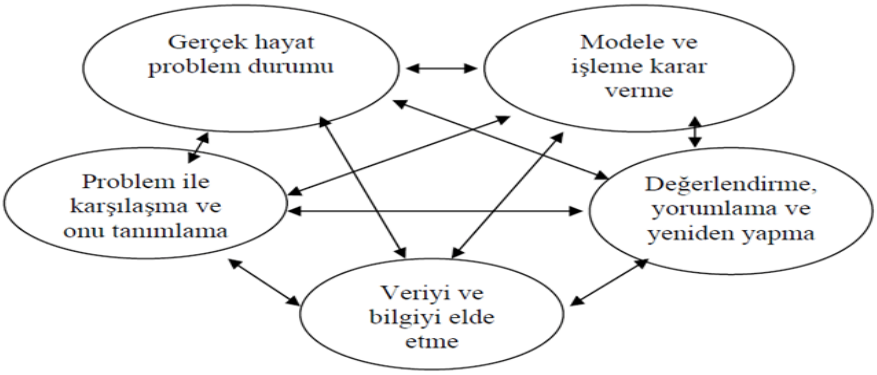
J.Fourier, matematiğe ait keşiflerin gerçekleşmesinde doğanın dikkatli ve derinden öğrenilmesi gerektiğine dikkat çekmiştir (Nasibov ve Kaçar, 2005). Elde edilen yeni keşifler, bilgiler ve araçlar matematiğe yönelik bakış açımızda, matematiği kullanma şeklimizde değişime neden olmaktadır. Bu değişimler matematik öğrenme ve öğretme sürecine de yansımakta ve süreci yeniden şekillendirmektedir. Teknolojideki gelişmeler başta olmak üzere, hayatımızda yaşanan değişimlerin açığa çıkardığı yeni problemler; matematiğe değer veren, matematiksel düşünme gücü gelişmiş, matematiği modelleme ve problem çözmede kullanabilen bireylere olan ihtiyacı arttırmaktadır. Matematik dersi öğretim programı ile öğrencilerin; problemlere dair çok yönlü bir bakış açışı geliştirerek problem çözme becerilerini ilerletmeleri, matematiksel düşünme ve uygulama becerileri kazanmaları, matematiksel ifadeleri doğru ve etkili bir biçimde kullanmaları, matematiğe ve matematik öğrenimine değer vermeleri, gerçek hayatta karşılaşılan bir sorunun problem olup olmadığına ilişkin karar verebilecek bilgi düzeyine ulaşmaları amaçlanmıştır (MEB, 2017).

Matematik öğretiminin kabul gören temel amaçlarından biri de öğrencilerin gerçek hayat problemlerini çözme sürecinde sahip oldukları matematiksel bilgi ve becerilerini kullanmalarını sağlamaktır (Blum ve Leiβ, 2007). Bu amaçlar

doğrultusunda bir matematik eğitimi verebilmek için sadece işlem bilgisi ile çözülebilen, belli başlı kalıpların ve stratejilerin kullanıldığı problemlerin ötesine geçmek gerekmektedir. Geleneksel problem çözme sürecinde, gerçek hayat problemlerine birçok değişkeni ve daha karmaşık durumları içermesi nedeniyle pek fazla yer verilmemektedir. Öğrencilerin iyi birer problem çözücü olabilmeleri için öğrendiklerini günlük hayatta kullanabilmeleri, matematiğin doğasının birbirinden kopuk olmayan ve gerçek hayatla ilişkilendirilmiş yapısını keşfetmeleri gerekmektedir.

Modelleme yaklaşımı, son yıllarda matematik eğitiminde giderek daha popüler hale gelmiştir (NCTM, 2000). Matematiksel modelleme, gerçek yaşam problemlerinin matematikleştirilerek çözüldüğü ve çözüm süreçlerinin değerlendirildiği periyodik bir döngü olarak nitelendirilmektedir. Bu sebeple matematiksel modelleme yaklaşımı, matematik ile gerçek hayat arasındaki boşluğu azaltan dinamik bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır (Ortiz ve Dos Santos, 2011). Matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel aktiviteleri inceleyen araştırmalar sonucu sürece ve aşamalarına dair birçok model öne sürülmüştür. Doerr (1997) çalışmasında matematiksel modelleme sürecini doğrusal olmayan, beş temel bileşenden meydana gelen döngüsel bir süreç olarak tanımlamıştır. Ayrıca sürecin alt basamaklarının herhangi bir sırayla olması gerekmediğini ve her birinin birbiriyle güçlü bir ilişki içinde olduğunu ifade etmektedir.

Bu süreçte öncelikle gerçek hayatta karşımıza çıkan bir problem durumundan hareketle, model oluşturma sürecine geçilmektedir. Modele ait işlemler yapılırken eldeki veriler ve bilgiler kullanılarak çeşitli örüntüler geliştirilir. Geliştirilen stratejiler değerlendirilerek modele ilişkin düzenlemeler yapılır. Elde edilen sonucun gerçek hayat problemini hangi oranda açıkladığı incelenir. Bu yaklaşımın model oluşturma sürecindeki aşamalar ve bu süreçler arasındaki geçişler yerine birbiriyle ilişkili olan birçok döngüden geçerek ortaya çıkan modele odaklandığı görülmektedir.



*Şekil 1.*Modelleme sürecinin düğümleri (Doerr, 1997)

Lesh ve Doerr (2003a; 2003b) modelleme etkinlikleri kavramı yerine, model ortaya çıkarma etkinlikleri kavramını kullanmaktadır. Model oluşturma etkinlikleri, matematiksel ifadelere daha az yer verildiği için öğrencileri çözüm bulmaya yönlendirmektedir. Bu etkinlikler ile öğrencilerin etkinliklerin çözüme ulaştırılmasında gereken matematiksel kavramları ihtiyaç olarak hissetmeleri ve sezgisel olarak ortaya çıkmaları beklenmektedir (Lesh ve Doerr, 2003a). Model oluşturma etkinliklerinde, verilenler ile ulaşılmak istenen hedef arasında birden fazla deneme döngüsü bulunmakta, kesin bir çözüm bulunmasından çok, bulunan çözümün geçerliliğinin test edilmesi ve gerektiği zaman çözümün tekrar düzenlenmesi söz konusudur (Lesh ve Doerr, 2003a; Zawojewski ve Lesh, 2003). Modelleme matematik öğretiminde "amaç" veya "araç" olmak üzere iki ana yaklaşım olarak görülmektedir (Stillman, 2012). Matematiksel modellemeyle öğrenme yaklaşımı, öğrencilerin düşünme yapılarına ve öğrenme ortamlarının tasarlanması noktasına odaklanmaktadır. Modelleme sürecini bu bağlamda ele alan Lesh ve Doerr (2003a; 2003b) tarafından önerilen *"Model ve Modelleme Perspektifi" (MMP)* öğrencilerde matematiksel bilginin gelişimi sürecinin çok boyutlu ele alınmasının önemi üzerinde durmaktadır. MMP' ye göre problem çözme alışılagelmiş kalıpların dışına çıkabilen, gerçek hayatla bütünleşmiş karmaşık durumları içeren, farklı düşünme stillerine açık ve farklı çözüm önerileri geliştirmeye uygun bir yapıda olmalıdır (Zawojewski ve Lesh, 2003).

Model ve modelleme perspektifine göre, insanların gerçek hayattaki durumları yorumlayabilmek amacıyla geliştirdiği analiz birimini model olarak tanımlamaktadır. Bu durumda insanlar gerçek yaşamda karşılaştıkları birbirinden farklı durumları modeller geliştirerek anlayıp yorumlarlar. Modeller ise gerçek

hayat durumlarını yorumlayabilmek ve anlayabilmek için zihinde mevcut olan kavramsal sistemler ile gösterimlerinin bütünü olarak nitelendirilmektedir (Lesh ve Doerr, 2003a). Model terimi sadece matematiksel modeller için geçerli olmamakla birlikte gerçek hayatı anlamlandırmak için zihinde mevcut olan kavramsal sistemler ve gösterimlerini kapsayan genel bir ifadedir. Matematiksel modeller ise gerçek hayatta var olan durumun fiziksel özelliklerine göre daha çok yapısal özelliklerini açıklamaya odaklanmaktadır (Lesh ve Schauble, 2003, 2007; Lesh ve Doerr, 2003a).

MMP' ye göre matematik eğitiminde önemli olan noktalardan biri verilen problem durumlarına karşı öğrencilerin kavramsal modeller geliştirmelerini sağlamaktır. Bu nedenle problem çözme sürecinde kavramsal modeller ortaya çıkarmalarını sağlayan problemler için ''model oluşturma etkinlikleri'' ifadesi tercih edilmektedir. Bu amaçla etkili bir model oluşturma etkinliğinin sahip olması gereken özellikler (Lesh vd., 2000) altı grupta toplanmıştır.

Tablo 1

Model Oluşturma Etkinliklerinde Bulunması Gereken Özellikler (Lesh vd., 2000)

Prensipler	Açıklama
Model Oluşturma Prensibi	Bu prensibe göre etkinlik, öğrenciye model oluşturmayı, geliştirmeyi bir ihtiyaç olarak hissettirebilmelidir.
Gerçeklik Prensibi	Modelleme etkinliği öğrencinin anlamlı bir gerçek hayat problemini çözebilmesini sağlamalıdır.
Öz Değerlendirme Prensibi	Öğrenci oluşturduğu modelin geliştirilmesine veya revize edilmesine gerek olup olmadığına karar verebilmelidir.
Model Açığa Çıkarma Prensibi	Model oluşturma etkinliği, öğrencilerin çözüm yollarını ortaya çıkaran yazılı bir belge oluşturmalarını gerektirmektedir.
Model Genelleştirme Prensibi	Oluşturulan modelin benzer durumlarda da kullanılabilmesini sağlamalıdır.

Etkili Prototip Prensibi	Modelleme etkinlikleri, benzer durumları yorumlamakta kullanılmasının yanında, aradan zaman geçse bile hatırlanabilir nitelikte olmalıdır.

Modelleme sürecinde mantıksal ve matematiksel sistemlerin kullanılmasının yanında bu süreçte duygular, sezgiler ve üst bilişsel süreçler de kullanılmaktadır (Doerr ve Lesh, 2011; Lesh ve Yoon, 2007). Flavell (1979)'e göre üst biliş; iletişim, problem çözme, okuduğunu anlayabilme, sosyal biliş, dikkat ve öz-kontrol gibi alanlarda etkin bir rol oynamaktadır. Flavell (1979) üst bilişsel bilgiyi, bireylerin kendi bilişsel süreçleri hakkındaki bilgisi olarak tanımlamakta ve bu bilginin bilişsel süreçleri denetlemek amacıyla kullanıldığını ifade etmektedir. Ayrıca Flavell (1979) üst bilişi, üst bilişsel bilgi, üst bilişsel deneyimler, hedefler ve stratejiler olmak üzere dört ayrı bileşene ayırmıştır. Burada üst bilişsel bilgiyi, kişi, görev ve strateji kategorilerine ilişkin etkileşim ile ifade etmiştir. Bilişsel eylemleri kontrol eden ve düzenleyen bilişsel veya duyuşsal yaşantıları üst bilişsel deneyim olarak belirtmiştir. Bir öğrencinin gerçek hayat durumunu keşfetme sürecinde mevcut bilgisine ilişkin değerlendirme yapmasını üst bilişsel hedef, bu hedeflere ulaşmak için kullanılan stratejileri de üst bilişsel stratejiler olarak tanımlamıştır. Brown (1987) üst bilişin, "süreci kontrol edebilme ve düzenleme" ile "öğrenmenin farkında olma" bileşenleri üzerinde durmuştur. Üst biliş öğrencilerin "Bu problem çok zor olduğu için adım adım gideyim" veya "Bir dakika! Bu soruyu anlamadım" gibi sözel ifadeleri kullandığında açığa çıkmaktadır. Bu nedenle çoğu zaman doğrudan ve net bir şekilde gözlemlenememektedir. Ancak bir takım bilişsel faaliyetler hakkında çıkarımlarda bulunarak üst bilişsel faaliyetlere dair bilgi sahibi olunabilir. Örneğin bir matematik problemini çözebilmek amacıyla öncelikle verilen bilgilerden hareketle çözüme ilişkin stratejiler geliştiren ve problemin çözümü için aşama aşama ilerleyen öğrencinin plan yaptığı sonucuna ulaşılabilir. Eğer bir öğrenci A işlemini öğrenmenin B işlemini öğrenmeye göre daha zor olduğunun fark ediyorsa; C' nin doğruluğunu kesin olarak kabul etmeden önce onu tekrar tekrar kontrol etmek zorunda olduğunu hissediyorsa; unutma ihtimaline karşılık D' yi daha dikkatli çalışması gerektiğini belirtiyorsa; E' nin doğruluğunu kabul etmek amacıyla birine sormayı düşünüyorsa, bu faaliyetler öğrencinin üst bilişsel faaliyetlerde

bulunduğunu göstermektedir (Flavell, 1976). Ayrıca bu süreçteki bilişsel faaliyetlerin kontrolüne veya izlenmesine ilişkin kontrol kararları, üst bilişsel stratejileri ortaya çıkarabilir ve üst bilişsel bilgi yardımıyla bilişsel ilerlemeler de açığa çıkabilir (Kluwe, 1987; akt. Stillman, 2011). Maaß (2006) çalışmasında, modelleme süreci boyunca iyi performansa sahip olan bireylerin modelleme sürecine ilişkin yüksek bir üst biliş bilgisine sahip olduğunu, düşük performansa sahip bireylerin ise modelleme sürecine dair düşük üst biliş bilgisine sahip olduklarını tespit etmiştir. Fakat üst bilişsel beceriler sadece bireysel düzeyde gerçekleşmemektedir. Birey tek başına kendi deneyimlerinden ve izleme becerilerinden yararlansa da problem üzerinde ilerleme kaydedemediği bir anda akranlarından, öğretmenlerinden aldığı bir dönüt sayesinde süreci kilitleyen noktayı aşabilmektedir. Bu da üst bilişin bireysel boyutunun yanı sıra çevresel ve sosyal boyutunun da göz önüne alınması gerektiğini göstermektedir. Üst bilişsel becerilerin sosyal, çevresel düzeylerinin ortaya çıkması için karmaşık durumlar içeren problem çözme aktiviteleri kullanılmalıdır (Kim, Park, Moore ve Varma, 2013).

Matematiksel modelleme sürecindeki bilişsel ve üst bilişsel eylemlerin ortaya çıkarılmasıyla ilgili çalışmalar (Maaß, 2006; Magiera ve Zawojewski, 2011; Galbraith ve Stillman, 2006; Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2015; Hıdıroğlu ve Bukova Güzel, 2016) mevcuttur ancak ulusal ve uluslararası düzeyde çalışmalar yok denecek kadar az sayıdadır.

Bu nedenle matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilerin çoklu düzeyde incelenmesinin üst bilişin doğasının anlaşılmasına yardımcı olacağı ve modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilerin hangi aşamalarda yoğun olarak kullanıldığının belirlenerek karmaşık olan modelleme sürecini açıklamada alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında, lise öğrencilerinin matematiksel model oluşturma etkinlikleriyle problem çözme sürecinde üst bilişsel becerilerin ortaya çıkacağı ve model oluşturma sürecinde başarılı olan öğrencilerin üst bilişsel becerileri daha yoğun olarak kullanacağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Modelleme yalnızca matematik dersinde değil tüm disiplinlerde kullanılmaktadır. Öğrencilerin gerçek birer problem çözücü olabilmeleri için karmaşık, yalnızca işlemsel beceriler içermeyen, çok yönlü düşünmeyi gerektiren problemlerle yüzleştirilmeleri önemlidir. Bu anlamda matematiksel modelleme etkinlikleri öğrencilerin hem zihinsel süreçlerine, düşünme yapılarına ilişkin bilgi sunmakta hem de iletişim becerilerini geliştirmektedir.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde amaç olarak matematiksel modelleme yaklaşımı kullanılan çalışmaların azlığı, matematiksel modellemenin nasıl daha etkili olacağının ve yapılan uygulamaların detaylı olarak betimlenmemesi, esas uygulama alanı olan okullarda yapılan çalışmaların sayıca az olması, bu süreçteki zihinsel eylemlerin yeterince açıklanmamış olması dikkat çekicidir (Aztekin ve Taşpınar Şener, 2015). Bu nedenle bu araştırmada lise öğrencilerinin seviyelerine uygun model oluşturma etkinlikleri geliştirilerek, matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilerin derinlemesine ve çoklu düzeyde incelenmesinin karmaşık olan bu süreci açıklamada faydalı olacağı düşünülmektedir.

Araştırma Problemi

Araştırmanın temel problemini “Lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel beceriler nasıl şekillenmektedir?” sorusu oluşturmaktadır.

Alt problemler.

1. Matematiksel modelleme sürecinin aşamalarında ortaya çıkan üst bilişsel beceriler nelerdir?
2. Modelleme döngüsü dikkate alındığında aşamalara göre hangi üst bilişsel beceriler yoğun olarak kullanılmaktadır?
3. Üst bilişsel beceriler bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde nasıl şekillenmektedir?
4. Üst bilişsel beceriler modelleme sürecinin yapısını ve başarıya ulaşmasını nasıl etkilemektedir?

5. Öğrencilerin matematiksel model oluşturma sürecine ilişkin bakış açısı hangi bileşenlerden oluşmaktadır?

Sayıltılar

Çalışmaya katılan öğrencilerin tüm uygulama ve görüşme sürecine içtenlikle ve yanlılıktan uzak katıldığı varsayılmaktadır.

Sınırlılıklar

1. Araştırmanın pilot uygulamasında yer alan katılımcılar bir devlet lisesinde öğrenim gören üç öğrenci ile; araştırmanın esas uygulamasında yer alan katılımcılar dokuz öğrenci ile sınırlıdır.
2. Araştırmanın pilot ve esas uygulaması 2019-2020 eğitim-öğretim yılı ile sınırlıdır.
3. Araştırmanın esas uygulaması geliştirilen üç model oluşturma etkinliği ile sınırlıdır.
4. Araştırmanın esas uygulamasının sonunda yapılan görüşmeler üç öğrenci ile sınırlıdır.

Tanımlar

Problem çözme. Problem çözme, sonuç bulmanın yanında bir yol bulma, güçlükten kurtulma halidir (Polya, 1973).

Model. Karmaşık yapıları anlamak için zihinde mevcut olan kavramsal yapılar ile bu yapılara ilişkin dış temsillerinin tamamıdır (Lesh ve Doerr, 2003a).

Matematiksel modelleme. Matematiksel modelleme, gerçek hayata ait problem durumlarının soyutlanarak matematik diline aktarıldığı, çözümlendiği ve çözümün test edildiği döngüsel bir süreçtir (Haines ve Crouch, 2010).

Model oluşturma etkinlikleri (MOE). Model oluşturma etkinlikleri, kesin ve tek bir yanıtı bulunan geleneksel sözel problemlerin aksine, farklı çözümler içeren, rutin olmayan gerçek yaşam durumlarını ifade eden, bireylerin bu durumu matematikleştirmelerini ve karar verebilmeleri için süreci matematiksel olarak

formüle etmelerini ve betimlemelerini gerektiren problem durumlarıdır (Mousoulides, 2007; Lesh ve Zawojewski, 2007).

Üst biliş. Kişinin kendi bilişsel süreçlerinin farkında olması ve bu süreçleri kontrol edebilmesidir (Flavell, 1979).

Bölüm 2
Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu tezin teorik çerçevesini matematiksel modelleme ve üst biliş oluşturmaktadır.

Model, karmaşık sistemleri anlamak ve yorumlamak için zihinde mevcut olan kavramsal yapıların ve bu yapıların gösterimlerinin oluşturduğu bir bütün olarak ifade edilmektedir (Doruk, 2010). Modelleme, ayrıntıların hangi şekillerde yer alacağının tespit edildiği, çok aşamalı aktiviteleri kapsayan kompleks bir süreçtir (Korkmaz, 2010).

Matematiksel modelleme ise, gerçek yaşamdaki durumun bir matematiksel model aracılığı ile matematiksel problem olarak ifade edilmesi; bir başka deyişle, matematiksel semboller ve ilişkilerden probleme uygun olanların belirlenmesi ile gerçek durumların temel özelliklerinin basitleştirilmiş bir şekilde sunulmasıdır (Voskoglou, 2007).

Matematiksel modelleme yaklaşımı ile öğrencilerin sıradan olmayan problemleri çözme sürecinde hem matematiksel kavramları daha iyi bir şekilde anlamalarına hem de eleştirel yönlerini keşfederek matematiğe karşı tutumlarına katkıda bulunulmaktadır (Blum, 2002; Niss, Blum ve Galbraith, 2007). Modelleme etkinlikleri öğrencilerin günlük hayatta karşımıza çıkan bir problem durumu üzerinde çalışırken, uygun çözüm için kendi matematiksel yapılarını oluşturmalarına ve ulaştıkları sonuçları tekrar gözden geçirip düzenlemelerine imkan sağlayan problem çözme etkinlikleridir (Lesh ve Doerr, 2003a).

Problem çözücülerin davranışlarını inceleyen Schoenfeld (1985, 1987, 1992) acemi ve usta problem çözücülerin birbirinden farklı evreler arası geçişlerini gösteren analiz çerçevesi oluşturmuştur. Bu çerçevede acemi ve usta problem çözücü bireylerin çözüm süreçlerine ilişkin grafikler karşılaştırıldığında acemi problem çözücülerin ilk başta seçtikleri yönteme bağlı kaldıkları, usta problem çözücülerin ise çözüm sırasında kontrol ve düzenleme davranışlarının ortaya çıktığı görülmektedir. Usta problem çözücülerin bu davranışlar sayesinde birkaç farklı yöntem üzerinde düşündükleri ve yöntemlerini test ederek en uygun olanı seçtikleri ortaya çıkmıştır. Burada Schoenfeld, problemi çözmek için gerekli olan aritmetik becerilere sahip olmasına rağmen başarısızlık gösteren acemi problem

çözücülerden yola çıkarak, problem çözmede bilişsel etkenlerin yeterli olmadığına dikkat çekmiştir. Araştırmalar belli bir seviyede gerçekleştirilen üst bilişsel faaliyetlerin bireylerin bilişsel sınırlarını telafi edebildiğini göstermektedir (Veenman, 2006). Bu durum öğrenmeyi öğrenme becerilerinin öneminin artmasına yol açmıştır ve bu becerilerin birçok ülkede kazandırılmak istenen temel yeterlikler arasında yer alması üst bilişin eğitim çalışmalarında daha fazla yer almaya başlamasına neden olmuştur. Modelleme sürecini özel hale getiren, bilişsel ve üst bilişsel eylemleri açığa çıkarması ve bu eylemlerin etkileşim içinde olduğu ortamları oluşturmasıdır (Maaβ, 2006; Magiera ve Zawojewski, 2011). Flavell (1979), üst bilişsel bilgiyi, bireylerin kendi bilişsel süreçlerine ilişkin bilgisi olarak tanımlamaktadır. Aynı zamanda bu bilginin bilişsel süreçleri denetlemek için kullanıldığını ifade etmektedir (Flavell, 1979). Brown (1987)'a göre üst biliş, "bilişsel eylemlerin amaçlı bir şekilde kontrol edilmesi" demektir. Fakat bu noktada üst bilişi tek başına ele almak doğru bir yaklaşım değildir. Üst bilişin, bilişten tamamen ayrışarak var olması mümkün değildir. Bu konuda Comte'nin paradoksuna göre bir birey, kendi benliğini ikiye bölemez; biliş ve üst biliş de ayrılamaz, bu kavramlar birbirini kapsamaktadır (Veenman vd., 2006). Veenman vd., (2006) üst bilişi, bilişi yöneten, ama aynı zamanda bilişin de bir parçası olan üst düzeyde bir yürütücü olarak ifade etmektedir. Üst biliş, performansı düzenlemeye yönelik bireysel talimatlar olarak düşünülürse, biliş bu talimatları uygulayan araç olarak görülmektedir. Ancak bu bilişsel faaliyetler de izleme, değerlendirme gibi üst bilişsel faaliyetlerden etkilenmektedir. Bilişsel ve üst bilişsel faaliyetlere yönelik bu döngüsel süreç, üst bilişin ölçümünde bu iki kavramın ayrımını zorlaştırır (Veenman vd., 2006).

Literatür incelendiğinde üst biliş kavramının doğası gereği farklı boyutlarda ele alındığı görülse de genel olarak biliş bilgisi, bilişin izlenmesi ve düzenlenmesi (Brown, 1977; Flavell, 1979; Schraw ve Moshman, 1995) boyutlarında ele alınmaktadır. Ayrıca Brown (1977) ve Schraw ve Moshman (1995) çalışmalarında üst bilişsel becerilerin, planlama, izleme, tahmin ve değerlendirme boyutlarına yoğunlaştıkları görülmektedir. Flavell (1979) üst bilişsel bilgiyi, bireylerin bilişsel eylemlerine etki eden faktörler hakkındaki bilgi ve inanışları şeklinde tanımlamaktadır. Üst bilişsel düzenlemeyi ise Flavell (1979) üst bilişsel deneyimler olarak ifade etmektedir ve bu süreci bilişsel bir eylemle ilgili bilişsel ya da duyuşsal

yaşantılar olarak tanımlamaktadır. Öğrencinin, öğretmenin söylediği bir şeyi anlamadığını fark etmesi üst bilişsel deneyim örneği olarak gösterilebilir. Yeni, zor ve karmaşık görevler daha fazla deneyimsel tepkiye yol açmakta, bilinen veya daha tanıdık olan görevler daha az üst bilişsel deneyim uyandırma eğilimi göstermektedir (Yetkin Özdemir ve Sarı, 2016).

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde tez çalışmasıyla ilgili ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan çalışmalara yer verilecektir.

Matematiksel Modelleme Üzerine Yapılan Çalışmalar

Deniz (2014), on üç matematik öğretmeni ile yürüttüğü çalışmasında matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yaklaşımına uygun etkinlikler geliştirebilme yeterliklerini incelemiştir. Her öğretmen üçer etkinlik geliştirerek sınıflarında uygulamıştır. Yapılan uygulamalar video ile kayıt altına alınmıştır. Araştırmada elde edilen bulgularda, geliştirilen etkinliklerin gerçeklik ve model genelleme prensiplerine uygun, öz değerlendirme prensibine ise bir ölçüde uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca matematik öğretmenleri yapılan görüşmelerde model oluşturma etkinliklerin öğrenci seviyesi iyi olduğunda kullanılabilir olduğunu, sınavda çıkan problemlere benzemediğini belirterek ve öğretmen adaylarının eğitimine vurgu yapmışlardır.

Şengil Akar (2017), çalışmasında üstün yeteneğe sahip ortaokul öğrencilerinin ortak ve bireysel olarak sergiledikleri matematiksel yaratıcılık düzeylerini matematiksel modelleme etkinlikleri yardımıyla incelemeyi amaçlamıştır. BİLSEM'de eğitim gören altı öğrenci ile çalışılmıştır. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri geliştirme süreci video kayıt altına alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğrencilerin çeşitli modelleme etkinliklerinde birbirinden farklı düzeylerde matematiksel yaratıcılık ortaya koydukları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin daha önceden bilmedikleri matematiksel bilgileri bu süreçte keşfettikleri gözlemlenmiştir. Bunun yanında öğrencilerin yaratıcılıklarını ortaya çıkaran modelleme etkinliklerinin özellikleri üzerinde durulmuştur.

Bakırcı (2016), ortaokul öğrencileri ile yürüttüğü çalışmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisini incelemiştir.

Bu amaca yönelik olarak yirmi dördü deney ve yirmisi kontrol grubunda olmak üzere kırk dört öğrenci ile çalışılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere "Matematiksel Modelleme Etkinlikleri" uygulanırken, kontrol grubundaki öğrencilere ise öğretmenlerinin MEB kitabına bağlı olarak uyguladığı etkinliklerin dışında herhangi bir etkinlik uygulanmamıştır. Araştırma sonucunda, deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre PISA matematik başarı düzeyinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yavuz Mumcu ve Baki (2017), lise öğrencilerinin matematiksel modelleme becerilerini kullanım biçimlerini yorumlamayı amaçlamıştır. Bu sürecin aşamalara göre değerlendirilebilmesi için araştırmacı tarafından "Modelleme Becerisi Dereceli Puanlama Ölçeği" geliştirilmiştir. Çalışma altı öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmanın sonuçlarına göre, matematiksel modelleme süreci aşamalara göre değerlendirildiğinde, matematiksel modelleme becerilerinin en etkili kullanıldığı basamağın problemi anlama olduğu ortaya çıkarılmıştır. Daha sonraki basamaklarda öğrenci puan ortalamalarının gittikçe azaldığı, en düşük değeri ise çözümü doğrulama aşamasında aldığı görülmüştür.

Bukova Güzel ve Uğurel (2010), ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının Analiz-I dersindeki akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımı arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmıştır. Çalışma on iki matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda, modelleme sürecinin ilk basamağında akademik başarı düzeylerine göre farklılaşma olmadığı görülmektedir. Yüksek başarı grubundaki öğretmen adaylarında modelleme sürecinin dördüncü basamağına geçişte, orta ve düşük başarı grubundaki öğretmen adaylarında ise üçüncü basamağa geçişte bir düşüş yaşadıkları gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, matematiksel modelleme sürecinin başarıya ulaşmasında akademik başarı unsurunun dikkate alınmasının yanında, matematiksel modelleme yaklaşımına ilişkin deneyim kazandırılmasının gerekliliğinin önemi üzerinde durulmuştur.

Sağıroğlu (2018), çalışmasında matematik öğretmenlerinin model oluşturma ve uygulama yeterliklerini incelemeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda çalışma beş matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda öğretim programında yer almasına rağmen matematik öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemine ilişkin yeterince bilgiye sahip olmadığı görülmüştür. Bu duruma ilişkin

yapılan görüşmelerde öğretmenlerin matematiksel modelleme gibi zaman alan yaklaşımları derste kullanmak isteseler bile öğretim programını yetiştirme kaygısı ile etkinliklere derslerinde yer vermediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmenlerin model oluşturma yeterliğinin düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Urhan ve Dost (2016), çalışmalarında matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yaklaşımına ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmayı ve matematiksel modelleme yaklaşımının öğretim sürecinde aktif olarak kullanılmasını engelleyen faktörleri açığa çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışma dokuz matematik öğretmeni ile yürütülmüştür. Araştırma sonucunda hem öğretmenlerin matematiksel modelleme yöntemine ilişkin yeteri düzeyde bilgi sahibi olmamalarının hem de bu yöntemin uygulamalarına ilişkin kaynakların sınırlı sayıda olmasının etkisi üzerinde durulmuştur. Ayrıca yükseköğretime geçiş sınavında sorulan soruların dışına çıkmak istemeyen öğrencilerin matematiksel modelleme gibi farklı bir yöntemi gereksiz ve zaman kaybı olarak değerlendirmesinin de öğretmenlerin modelleme etkinliklerini derste verimli bir şekilde kullanmasına engel olduğu belirtilmiştir.

Ata Baran (2019), sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme yaklaşımına dayalı bir öğrenme ortamında matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlığı performanslarının ve duyuşsal özelliklerinin arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırma on beş öğrenci ile yürütülmüştür. Araştırmanın sonucunda, matematiksel modelleme yaklaşımına uygun olarak tasarlanan bir öğrenme ortamının öğrencilerin matematiksel iletişim becerilerine katkıda bulunduğu ve bu katkının matematik okuryazarlığı performansına yansıdığı görülmüştür. Aynı zamanda bu öğrenme ortamının matematik özyeterliği, matematiksel motivasyon, problem çözmeye açıklık gibi özelliklerine de olumlu etkisi üzerinde durulmuştur.

Blum ve Ferri (2009), matematiksel modelleme yaklaşımının öğrenme üzerindeki olumlu etkilerine ilişkin araştırma sonuçlarına rağmen sınıf uygulaması olarak benimsenmesindeki ilerlemenin yavaş olduğuna dikkat çekmişlerdir. Eğitim araştırmaları ile okullardaki günlük uygulamalar arasındaki bu farkın temel nedeninin matematiksel modelleme yaklaşımının hem öğrenci hem de öğretmen için zorlukları barındırması olduğunu vurgulamışlardır. Araştırma kapsamında bu zorluklar ile nasıl başa çıkılacağına ilişkin öğretmenlere birden fazla çözüm

bulmayı teşvik etme noktasında gerekli stratejik müdahalelerin farkında olmalarını, öğrencinin bağımsızlığı ile öğretmen rehberliği arasındaki dengeye dikkat etmelerini önermişlerdir. Bu dengenin kurulmasına bağlı olarak en iyi sonuçların elde edildiği görülmüştür. Ayrıca matematiksel modellemenin öğretilebilir ve öğrenilebilir olduğunu belirterek öğretmen eğitimine dikkat çekilmiştir.

Lesh ve Lehrer (2003), yedinci sınıf öğrencilerinin model oluşturma etkinliği sürecini analiz ettiklerinde, öğrencilerin öncelikle gazete haberinden yola çıkarak üç farklı uçuş yolunu test ettiklerini belirlemişlerdir. Sürecin devamında ise uçulan toplam mesafe, hedefe uzaklık ve uçuş süresi gibi değişkenleri göz önüne alarak genel anlamda en iyi modeli açığa çıkarmaya çalışmışlardır. Süreç boyunca matematiksel yeteneklerin yanında birçok fikir ve beceriye ihtiyaç duyulduğu görülmüştür. Ayrıca grup tartışmaları hem modelin birçok döngüden geçmesini sağlamakta hem de matematiksel düşünme biçimleri noktasında yetersiz gözüken öğrencilerin dikkate değer başarılar göstermelerine yardımcı olmuştur. Bu durum, bilişsel gelişimin sosyal boyutuna dikkat çekildiğini göstermektedir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin karmaşık düşünme şekillerini ifade etmelerini sağlayan etkinliklerin matematiksel yeteneklerini açığa çıkarmada bir araç olarak görüldüğü belirtilmiştir.

Doerr, Ärlebäck ve O'Neil (2013), çalışmasında öğrencilerin model oluşturma ve yorumlama yeteneklerini desteklemek için tasarlanan model geliştirme dizisine odaklanmışlardır. Bu tasarım ile öğrencilerin diğer öğrenciler ile etkileşim içinde bulunarak ve sınıf içi tartışmalar yaparak çok sayıda açıklama, yorum ve varsayım ile ilgilendikleri görülmüştür. Araştırmada öğretmenin hem öğrencinin bağımsızlığını koruyacak hem de yeterli rehberliğin yapılmasını sağlayacak bir denge kurmasının önemine vurgu yapılmıştır. Araştırmanın sonucunda bu dengeyi sağlayabilmek amacıyla öğrencilerin fikirlerini ortaya çıkarmaları ve gözden geçirmeleri ile aşırı yönlendirme yapmadan temsiller geliştirmelerini desteklemeye uygun öğretim uygulamalarına dikkat çekmişlerdir.

Üst Biliş Üzerine Yapılan Çalışmalar

Schoenfeld (1985, 1987, 1992) çalışmalarında problem çözme davranışına ilişkin zaman grafikleri oluşturarak acemi ve usta problem çözücüler ve aralarındaki farkları ortaya koymuştur. Usta problem çözücülerin zamanını

problemi anlama ve problemi analiz etmeye yönelik kullanırken acemi problem çözücülerin bir yol seçip onun üzerine yoğunlaştığı gözlemlenmiştir. Ayrıca usta çözücülerin süreçte birkaç kez farklı basamaklara geri döndükleri, yani geliştirdikleri modeli revize ettikleri belirlenmiştir. Buradaki modelin geliştirilmesi ve değiştirilmesinde bireyler düzenleme ve kontrol davranışlarını kullanmışlardır. Ayrıca bu çalışmalarda problem çözmede üst bilişi destekleyen teknikler yer almaktadır. Üst bilişi açığa çıkarmak için "Ne yapıyorsunuz?", "Ayrıntılı açıklar mısınız?" gibi soruların kullanıldığı görülmüştür.

Akpunar (2011)'a göre, üst biliş kavramına ilişkin genelgeçer bir tanım olmadığı için bu kavramının çeşitli bağlamlarda ele alınması gerektiğine dikkat çelmiştir. Üst bilişi, biliş ve bilinç gibi kavramlar etrafında şekillendirerek bu kavramın doğasına ilişkin açıklamalarda bulunmuştur. Üst bilişi, biliş kavramından izole, kendisinden koparak "bir üst derece" olarak ele almanın doğru olmadığını vurgulamaktadır. Bu nedenle yapılacak çalışmaların üst bilişi çok boyutlu ve disiplinlerarası bir anlayışla kavramsallaştırmanın gerekliliği üzerinde durulmuştur.

Doğan (2013), çalışmasında son yıllarda önemi artan üst biliş kavramını farklı bağlamlarda ele almayı amaçlamıştır. Üst biliş farkındalığı ve becerilerinin kullanılmasının öğrenci başarısını arttırdığını ifade eden çalışmalardan yola çıkarak, öğretmenlerin bu becerileri öğrencilere öğretmesi gerekliliği üzerinde durmuştur. Üst bilişin öğrenilmesinde kullanılan stratejiler inceleme, soru sorma, kendi kendine anlatma, özetleme, rol yapma, model olma ve karşılıklı öğretim olarak gruplanmıştır. Bu yöntemler içerisinde model olma stratejisinin en etkili tekniklerden biri olması nedeniyle öğretmenin açıkça üst bilişi sergilemesinin önemi vurgulanmıştır. Ayrıca araştırmanın sonucunda, üst biliş kavramı üzerine birçok farklı tanımın olduğuna dikkat çekmiştir.

Yetkin Özdemir ve Sarı (2016), üst bilişi açıklayan modeller yardımıyla üst bilişin matematik öğrenmedeki etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Çalışmada üst bilişin ortaya çıkmasını destekleyen matematik öğrenme ortamlarına ilişkin bilgi verilmektedir. Genel olarak stratejilerin ne zaman ve hangi şekilde uygulanacağının öğretilmesi, öğretmenin bazı problemleri çözmeye yanlış başlayıp, izleme ve kontrol davranışlarını açıkça kullanarak çözümü düzenlemesi, öğretmenin problemin çözümünde ve üst bilişsel davranışların ortaya çıkmasında

rol model olması, yeni ve alışılmış olmayan problemlere yer verilmesinin üst bilişsel gelişimi desteklediği sonucuna ulaşıldığı görülmüştür.

Yong ve Kiong (2000), çalışmalarında üst bilişin problem çözme sürecindeki etkisini araştırmışlardır. Öğrenciler birinci aşamada dört farklı zorluk seviyesindeki problemleri çözmeye çalışmışlardır. Burada öğrencilerin çok az bir kısmının dördüncü seviyedeki problemlere geçebildiği görülmektedir. Bunun temel nedeni, dördüncü seviyedeki problemlerin temel matematik becerilerinden farklı becerilerin de kullanılmasını gerektirmesidir. Araştırmanın ikinci aşamasında ise on sekiz öğrencinin problem çözme süreçleri video kayıt altına alınmıştır. Problem çözme sürecini başarılı olarak tamamlayan ve süreçte başarılı olamayan iki öğrencinin sürece ilişkin aşamalara harcadıkları süreler zaman grafikleri ile ortaya çıkarılmıştır. Araştırmanın sonucunda, problem çözme sürecini başarılı olarak tamamlayamayan öğrencinin ilk planına sürekli olarak bağlı kaldığı ve önceki basamaklara geri dönmediği gözlemlenmiştir. Burada problem çözme sürecini başarılı olarak tamamlayan öğrencinin ise geliştirdiği stratejinin uygun olmadığını hissettiğinde, farklı basamaklara geri döndüğü, çözüm planını sürekli olarak kontrol ettiği yani üst bilişsel becerileri kullandığı ortaya çıkmıştır.

Van der Stel vd., (2010), 13-14 ve 14-15 yaş grubundaki öğrencilerin zeka, üst biliş ve matematik performansı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda üst bilişin niteliğinin ve niceliğinin yaşa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Ayrıca on üç yaşındaki öğrencilerin oluşturduğu grupta matematik performansında üst bilişsel faaliyetlerin zekaya göre daha etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ekenel (2005), lise son sınıf öğrencilerinin matematik dersine ilişkin başarıları ile sınav kaygıları ve üst biliş öğrenme stratejilerinin ilişkisini incelediği çalışmasının sonuçlarına göre, öğrencilerin matematik dersine ilişkin başarılarının artmasında üst bilişsel stratejilerden değerlendirme ve planlama becerilerini geliştirmenin ve sınav kaygısını azaltmanın önemli olduğunu belirtmiştir. Bu kapsamda sınav kaygısını azaltacak ve üst bilişsel stratejilerden planlama ve değerlendirme becerilerini geliştirecek çalışmalara matematik dersinde yer vermenin matematik dersi başarısını arttırdığını tespit etmiştir.

Matematiksel Modelleme ve Üst Biliş Üzerine Yapılan Çalışmalar

Maaβ (2006), öğrencilerin modelleme sürecinde gereken yeterlikleri tespit etmiştir. Burada üst bilişi, modelleme sürecinde gerekli bir değişken olarak kabul etmesi dikkat çekicidir. Çalışma kapsamında üst biliş, bireyin kendi düşünme süreçleri üzerine düşünmesi olarak ele alınmıştır. Ayrıca üst biliş, açıklayıcı üst biliş, işlemsel üst biliş ve güdüleyici üst biliş olmak üzere üç farklı başlıkta incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre, modelleme sürecinde açığa çıkan üst bilişsel eylemlerin modelleme yeterliklerinin gelişiminde önemli bir etken olduğuna ve üst bilişin problem çözmeye ilişkin stratejileri açığa çıkarma noktasında gerekliliğine dikkat çekmiştir.

Galbraith ve Stillman (2006), 14-15 yaş grubundaki öğrencilerin modelleme sürecinde yaşadıkları zorluklar gözlemlenmiştir. Öğrencilerin modelleme sürecindeki bilişsel eylemlerini açığa çıkarmaya odaklanan çalışmada, modelleme döngüsünün aşamalarına göre öğrencilerin hangi zorluklarla karşılaştıkları belirlenmiştir. Aynı zamanda buradaki geçiş süreçlerine ilişkin detaylı bir çerçeve oluşturulmuştur. Araştırmanın sonuçlarına göre, hangi bileşenlerin modelleme sürecinde tıkanıklıklar oluşturma potansiyelinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca modelleme sürecinde yaşanan zorluklar ve bu zorluklara ilişkin geçişlerden yola çıkarak, modelleme sürecinin doğrusal olmayan, döngüsel bir süreç olduğuna dikkat çekmişlerdir.

Hıdıroğlu (2012), çalışmasında; teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme sürecinde meydana gelen düşünme süreçleri ve yaklaşımlarını incelemiştir. Çalışma on dokuz öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Elde edilen veriler ile matematiksel modelleme sürecinin temel bileşenleri ve basamakları ortaya çıkarılmıştır. Araştırmada matematiksel modelleme sürecinde teknolojinin kullanılmasının farklı stratejileri, çok yönlü yaklaşımları ve öğrencilerin sahip olduğu becerileri ortaya çıkarma noktasında zengin bir süreç oluşturduğu görülmüştür.

Deniz (2017), elli beş onuncu sınıf öğrencisinin model oluşturma etkinlikleri uygulanmalarından önce ve sonraki üst biliş stratejilerini kullanma farkındalıkları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada nicel yaklaşımlardan tek grup ön test-son test deseni kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre, lise öğrencilerine

uygulanan matematiksel modelleme etkinliklerinin üst bilişsel farkındalık ve üst bilişsel düzenleme alt boyutunda ön test ve son test puanları açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmediği görülmüştür. Diğer yandan üst bilişsel bilgi alt boyutunda son test lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın var olduğu tespit edilmiştir.

Öte yandan Hıdıroğlu ve Güzel (2016), teknoloji destekli ortamda modelleme sürecinde ortaya çıkan bilişsel ve üst bilişsel eylemler arasındaki geçişleri incelemiştir. Çalışma dokuz öğretmen adayı ile yürütülmüştür. Matematiksel modelleme süreci boyunca açığa çıkan üst bilişsel eylemler planlama, izleme, değerlendirme ve tahmin boyutlarında ele alınmıştır. Araştırmanın sonucunda üst bilişsel eylemlerin içerisinde en fazla planlama en az ise tahmin boyutuna ait eylemler ile karşılaşıldığı görülmüştür. Ayrıca bilişsel ve üst bilişsel eylemlerin süreç boyunca ardışık bir şekilde meydana gelmediği, iç içe geçmiş bir süreci oluşturduğu belirtilmiştir.

Magiera ve Zawojewski (2011), matematiksel problem çözme sürecinde üst bilişsel eylemlerin kendiliğinden açığa çıktığı matematiksel problem durumlarını karakterize etmeyi amaçlamışlardır. Öğrencilerin problem çözme sürecini küçük gruplar ile yürütmüşlerdir. Bu süreçte açığa çıkan üst bilişsel eylemleri bireysel ve sosyal bağlamda ele alarak düzenleme, değerlendirme ve farkındalık boyutlarında ele almışlardır. Sonuç olarak, sosyal bağlamda üç ve bireysel bağlamda üç olmak üzere toplam altı farklı üst bilişsel eylemin açığa çıktığı tespit edilmiştir. Ayrıca küçük grup çalışmalarının sosyal bağlamda üst bilişsel eylemleri kendiliğinden açığa çıkarma noktasında zengin bir potansiyel oluşturduğu vurgulanmıştır.

Kim, Park, Moore ve Varma (2013), tanımı hala belirsizliğini koruyan üst bilişi bireysel, çevresel ve sosyal düzeyde yeniden kavramsallaştırmışlardır. Üst biliş sadece bireysel düzey ile sınırlı kalırsa problem durumunda süreç tıkandığında ilerleme mümkün olmamaktadır. Burada bireysel düzeyde problem çözmenin izleme ve öz düzenleme becerileri ile sınırlı olduğu vurgusu dikkat çekicidir. Oysa dış kaynaklar işe koşulduğunda aynı bireyin süreci başarı ile tamamlaması mümkündür. Bilişsel ve üst bilişsel eylemler izleme, düzenleme ve değerlendirme boyutları etrafında bireysel, sosyal ve çevresel düzeylerde kodlanmıştır. Elde edilen bulgulara göre grup içinde üst bilişsel dönütün bir

bireyden diğerine transfer edilebildiği ve bir öğrencinin hem bireysel hem de sosyal düzeyde üst bilişin gelişimi için katalizör etkisi yaratabildiği sonuçlarına ulaşılmıştır.

Yimer ve Ellerton (2006), öğretmen adaylarının rutin olmayan matematiksel problemleri çözerken açığa çıkan üst bilişsel süreç becerilerini ve örüntülerini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada öğretmen adaylarının rutin olmayan matematiksel problemlerin çözümüne ilişkin kullandıkları bilişsel ve üst bilişsel davranışlar meşgul olma, dönüştürme/formüle etme, uygulama, değerlendirme ve içselleştirme olmak üzere beş kategoride toplanmıştır.

Garrett, Mazzocco ve Baker (2006), öğrencilerin verilen bir problemin çözülmesi sürecinde kullanacakları düşünülen üst bilişsel becerileri tahmin ve değerlendirme boyutlarında araştırmışlardır. Araştırma kapsamında öğrencilerin hangi matematik problemlerini doğru çözeceklerine ilişkin tahminleri ve çözümlerinin doğruluğuna ilişkin değerlendirmeler yapmaları istenmiştir. Elde edilen bulgulara göre, problemin çözümüne ilişkin değerlendirme yeteneğinin zamanla geliştiği, tahmin boyutunda ise değişiklik olmadığı saptanmıştır. Ayrıca matematik problemi çözerken kendi kendilerini gözden geçirmenin etkisi vurgulanmıştır.

Shahbari, Daher ve Rasslan (2014), 6, 7 ve 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel bilgi ile bilişsel ve üst bilişsel süreçleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 6. sınıf öğrencilerinin bilişsel süreçleri, üst bilişsel süreçlere göre daha fazla kullandığı ve üst bilişsel süreçlerin kullanımının sınıf düzeyine bağlı olarak arttığı görülmüştür. Üst bilişsel süreçleri en fazla kullanan 8. sınıf öğrencileri için, üst biliş boyutlarına göre analiz edildiğinde daha fazla düzenleme ve değerlendirme boyutuna ait becerileri kullandıkları görülmüştür.

Çakmak Gürel (2018), matematiksel modelleme yeterliklerinin bilişsel açıdan ortaya çıkarılması amaçlanmaktadır. Çalışma otuz iki ilköğretim matematik öğretmeni adayı ile yürütülmüştür. Matematiksel modellemeyi öğrenme ortamına katılma durumunun, matematiksel modelleme sürecini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Araştırma sonucunda, öğrenme ortamına katılan adayların büyük çoğunluğunun matematiksel model aşamasına geçebildiği, öğrenme ortamına katılmayan adayların ise hem ön hem de son görüşmede matematiksel model aşamasına geçiş yapamadığı tespit edilmiştir.

Stillman (2011), matematiksel modelleme sürecinde yansıtıcı üst bilişsel etkinliklerin önemine dikkat çekmiştir. Bu nedenle lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde kullandıkları stratejiler ve üst bilişsel bilginin doğası yerine, gerçek hayat durumlarının modellenmesinde yansıtıcı etkinlikler ile öğrencilerin sergiledikleri üst bilişsel tepkilere odaklanmıştır. Araştırma sonucunda, öğrencilerin bu yeterliliklerinin geliştirilmesi için modelleme etkinliğinin başarılı sonuçlara ulaşmasının yanında yansıtıcı etkinliklerin modelleme amaçlarıyla birlikte ilerletilmesini ve öğretmenlerin, öğrencilerinin bu bilgi ve stratejileri etkin kullanımını düzenlemesi gerektiğini belirtmiştir.

Bölüm 3
Yöntem

Bu araştırma nitel bir çalışmadır. Nitel araştırma bireylerin yaşam şekillerini, davranışlarını ve toplumsal değişimi anlamlandırmaya dönük bilgi üretme süreçlerindendir (Strauss ve Corbin, 1990). Nitel araştırma, istatistiksel veri analizinin merkezde yer aldığı nicel araştırmadan farklı olarak, bireylerin olaylara nasıl anlamlar yükledikleri ve nasıl niteledikleri sorularına yanıt aramaktadır (Dey, 1993).

Bu araştırmada lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilerin çoklu düzeyde incelenmesi amaçlanmaktadır. Modelleme sürecinin aşamalarında hangi üst bilişsel becerilerin ön plana çıktığı, bu becerilerin karmaşık olan modelleme sürecini nasıl şekillendirdiği ve başarıya ulaşmasını nasıl etkilediği derinlemesine araştırılması amacıyla nitel araştırma desenlerinden durum çalışması benimsenmiştir. Durum çalışmalarında olgu, örüntüler ve ilişkilerle bütüncül bir yaklaşım ile ele alınır. Buradan hareketle, olguyu ve olguya ait olan parçaları birleştirebilmek amacıyla derinlemesine araştırma yapmak gerekir (Bassey 1999, Neuman, 2007, Yıldırım ve Şimşek, 2016, Creswell, 2007). Araştırmacı tarafından model oluşturma temel prensiplerine uygun olarak geliştirilen üç model oluşturma etkinliğinin her biri kendi içinde birer durum olarak ele alınarak, öğrencilerin bu süreçte kullandıkları üst bilişsel beceriler derinlemesine araştırılmıştır. Üst bilişsel becerilerin ve bu beceriler arası geçişlerin en çok ön plana çıktığı model oluşturma etkinliklerinin özelliklerini belirlemek için karşılaştırmalar yapılmıştır.

Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Bu araştırma için bir devlet lisesinde öğrenim gören dokuz lise öğrencisiyle çalışılmıştır.

Öğrencilerin katılımcı olarak belirlenmesinde geliştirilen model oluşturma etkinliklerinin çözümü sürecinde ihtiyaç duyacakları matematiksel kavramlar ve kazanımlar dikkate alınmıştır. Aşağıda verilen tabloda model oluşturma etkinliklerinin ilgili olduğu matematiksel konu ve kavramlara yer verilmiştir.

Tablo 2

Model Oluşturma Etkinliklerinin İlişkili Olduğu Matematiksel Konu ve Kavramlar

Model Oluşturma Etkinlikleri	İlgili Konu ve Kavramlar
1.Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?	Fonksiyon, Grafikler
2.Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?	İkinci Dereceden Denklem ve Fonksiyonlar, Türev
3.Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?	Koşullu Olasılık Yüzde Hesapları Oran – Orantı

Belirlenen öğrencilerin beşi kadın ve dördü erkektir. Katılımcıların belirlenmesinde model oluşturma etkinliklerinin içerdiği matematiksel kavramlar göz önüne alınarak seçilen öğrencilerin on ikinci sınıf öğrencileri olmasına dikkat edilmiştir. Her bir model oluşturma etkinliği için üç öğrenci belirlenerek grup çalışması uygulanmıştır. Matematik öğretmeninin de görüşleri alınarak öğrencilerin oluşturdukları grupların başarı düzeyi açısından heterojen olmasına özen gösterilmiştir. Süreç sonunda her gruptan gönüllü olarak belirlenen bir öğrenci ile birebir görüşmeler yapılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Araştırmanın verileri iki farklı kaynaktan sağlanmıştır. Bunlardan ilki model oluşturma etkinlikleridir. Etkinliklerin hazırlanmasında anlamlı bir gerçek hayat probleminin başlangıç noktası olması amacı ile gazete haberlerinden yararlanılmıştır. Model oluşturma etkinliklerinin tasarlanmasında altı prensibin gerçekleşmesi beklenmektedir (Lesh vd., 2000). Etkinlikler model oluşturma temel prensiplerine ve öğretim programındaki kazanımlara uygun olarak araştırmacı tarafından tasarlanmıştır. Model oluşturma etkinliği sürecinde açığa çıkan tüm üst bilişsel becerileri gözlemlemek adına grup çalışması sırasında ses kayıtları alınmıştır. İkinci olarak, grup çalışması ses kayıtlarının çözümlemeleri, yazılı yanıt kağıtları, uygulama sonrasında her gruptan gönüllülük esasına dayalı olarak belirlenen öğrenciler ile yapılan görüşmeler yardımıyla verilerin çoklu kaynaklar

yardımıyla desteklenmesi sağlanmıştır. Yapılan görüşmelerde diğer kaynaklardan toplanan verilerin dışında yeni bulgular elde edilmiştir. Her bir görüşme yaklaşık olarak on beş dakika sürmüştür.

Araştırmanın başında iki farklı matematiksel model oluşturma etkinliği ile bir pilot çalışma yapılarak esas uygulama etkinlikleri oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında geliştirilen esas uygulama etkinlikleri (Ek-A, Ek-B ve Ek-C), dokuz öğrenciye üç grup olacak şekilde dağıtılmıştır. Öğrencilere uygulama etkinliklerine başlamadan önce araştırmanın amacına ilişkin bilgilendirme yapılmıştır. Ayrıca uygulama süreci boyunca kullanacakları tüm yöntemleri ve bu yöntemlere ilişkin argümanlarını açıklamaları ve zihinlerinden geçen tüm stratejileri grup arkadaşlarıyla birlikte değerlendirmeleri istenmiştir.

Esas uygulama kapsamında Ek-A matematiksel model oluşturma etkinliğine yaklaşık yirmi dakika ayrıldığı, Ek-B ve Ek-C etkinliklerine ise otuz dakika ayrıldığı görülmüştür. Matematiksel model geliştirme süreci boyunca grup üyeleri tarafından yardım istendiği takdirde araştırmacı sürece dahil olmuştur.

Uygulama sonunda ise her gruptan gönüllü birer öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Bu sayede yazılı yanıt anahtarından elde edilen veriler ile çözüm sürecine ilişkin grup çalışması ses kayıtlarından elde edilen verilerin dışında öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine ilişkin bireysel katkısı, akranlarından aldığı dönütlerin katkısı ve bu dış kaynakların etkisi üzerine fikirleri alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada kapsamında kullanılacak olan model oluşturma etkinlikleri, model oluşturma temel prensiplerine uygun olarak geliştirilmiştir. Aşağıda verilen tablolarda etkinliklerdeki hangi ifadelerden hareketle, model oluşturma prensiplerine uygunluk durumuna karar verildiği görülmektedir. Bu sürecin sonrasında ise araştırmanın amacına hizmet etmesini sağlamak için bir pilot uygulama yapılmıştır.

Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğinin Model Oluşturma Prensiplerine Göre İncelenmesi

Tablo 3

Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğinin MOE Prensiplerine Uygunluk Durumu

Prensipler	Tamamen Uygun	Bir ölçüde uygun	Uygun değil	Belirlenemez
Gerçeklik	Tarihi bir garda buluntuların ortaya çıkmasına ilişkin gazete haberi ve problem durumu gerçek hayatta öğrencinin karşısına çıkabilir niteliktedir.			
Model Oluşturma	"…Bir arkeolog olarak bölgeyi en geniş alanlı olacak şekilde çevirecek bir model geliştiriniz." ifadesi yer almaktadır.			
Öz Değerlendirme		Direkt bir ifade yer almasa da problem verileri açıktır.		
Model Açığa Çıkarma (Belgeleme) Prensibi	"…bölgeyi en geniş alanlı olacak şekilde çevirecek bir model geliştiriniz ve yönteminizi ayrıntılı bir rapor haline getiriniz." İfadesi yer almaktadır.			
Model Genelleme	Farklı boyutlardaki arsalar için de uygulanabilirdir.			
Etkili Prototip				Aradan uzun

				zaman geçtiğinde geliştirilen modelin kullanılabileceğine ilişkin veri yoktur.

Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğinin Model Oluşturma Prensiplerine Göre İncelenmesi

Tablo 4

Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğinin MOE Prensiplerine Uygunluk Durumu

Prensipler	Tamamen Uygun	Bir ölçüde uygun	Uygun değil	Belirlenemez
Gerçeklik	Trafik kazalarının arttığına ilişkin gazete haberinin verilmesi ve TÜİK verilerine ilişkin istatistiklerin kullanılması gerçek hayat problem durumuna uygun olduğunu göstermektedir.			
Model Oluşturma	"…Ölümlü, yaralanmalı kazalar konusunda farkındalığı arttırmak ve önlem alınmasını sağlamak için sürücülere bir ölümlü, yaralanmalı kazanın olası nedenleri ve bu nedenlere bağlı kusurlar hakkında bilgi veren bir model geliştiriniz ve önerilerde bulununuz." ifadesi yer almaktadır.			

Öz Değerlendirme		Direkt bir ifade yer almasa da problem verileri açıktır.	
Model Açığa Çıkarma (Belgeleme) Prensibi	"…Hazırladığınız model ve önerileri bir rapor haline getiriniz. Bu rapor tüm sürücülerin maillerine gönderilecektir." ifadesi yer almaktadır.		
Model Genelleme	Farklı durumlardaki istatistiksel veriler için de uygulanabilirdir.		
Etkili Prototip			Aradan uzun zaman geçtiğinde geliştirilen modelin kullanılabileceğine ilişkin veri yoktur.

Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli? Etkinliğinin Model Oluşturma Prensiplerine Göre İncelenmesi

Tablo 5

Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli Etkinliğinin MOE Prensiplerine Uygunluk Durumu

Prensipler	Tamamen Uygun	Bir ölçüde uygun	Uygun değil	Belirlenemez
Gerçeklik	Problemin NASA'ya ait olan Parker Solar Probe adlı inceleme uydusunun güneşe en çok yaklaşan uydu aracı olmasına ilişkin haberin verilmesi gerçek hayatta karşımıza çıkabilecek bir durum olduğunu göstermektedir.			

Model Oluşturma	"…NASA biriminin başında olduğunuz için hangi yörüngenin tercih edilmesi gerektiğini açıklayan bir model geliştiriniz." ifadesi yer almaktadır.		
Öz Değerlendirme		Direkt bir ifade yer almasa da problem verileri açıktır.	
Model Açığa Çıkarma (Belgeleme) Prensibi	"…Diğer çalışanlara hangi yörüngenin tercih edilmesi gerektiğini grafiklerle açıklayan ikna edici bir sunum hazırlamanız beklenmektedir." ifadesi yer almaktadır.		
Model Genelleme	Farklı yörüngeler için de benzer yöntemler uygulanabilirdir.		
Etkili Prototip			Aradan uzun zaman geçtiğinde geliştirilen modelin kullanılabileceğine ilişkin veri yoktur.

Pilot çalışma. Pilot çalışmada, 2019-2020 eğitim-öğretim yılında bir devlet lisesinde öğrenim gören üç öğrenci ile çalışılmıştır. Öğrenciler model oluşturma etkinliklerinin içeriğine bağlı olarak on ikinci sınıf öğrencilerinden seçilmiştir. Pilot çalışma isimleri "Kazının En Geniş Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?" ve "Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?" olan iki farklı model oluşturma etkinliğinden oluşmaktadır. Aşağıdaki tabloda pilot uygulama

kapsamında hazırlanan model oluşturma etkinliklerinin içeriğine ve kullanabilecekleri yöntemlere ilişkin bilgi verilmektedir.

Tablo 6

Pilot Uygulama Kapsamında Hazırlanan Model Oluşturma Etkinlikleri

Etkinlikler	Etkinliğe İlişkin Yöntemler
"Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?" etkinliği kapsamında bir arkeolog olarak yeni keşfedilen buluntuların korunması için uzmanların giriş çıkışı açısından bir kenarı boş olacak şekilde bölgeyi sınırlı bir tel ile çevirecek ve en geniş alanı oluşturacak yöntemi bulmanız beklenmektedir.	Telin sınırlı olduğu bilgisi verilse de kaç metre olduğu söylenmemektedir. Buradan hareketle öğrencilerin herhangi bir sayıyı alarak çıkarımda bulunmaları ve en büyük dikdörtgenin en boy oranı arasındaki ilişkiyi keşfetmeleri beklenmektedir.
"Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?" etkinliği kapsamında ise öğrencilere artan trafik kazalarına ilişkin nedenlere dair TÜİK verileri sunulmuştur. Buradan hareketle ölümlü, yaralanmalı kazaların olası nedenleri ve bu nedenlere bağlı kusurlar hakkında bilgi verdikleri bir model geliştirmeleri beklenmektedir. Ayrıca sürücülere önerilerini içeren ve e-mail adreslerine gönderilecek olan bir rapor hazırlamaları istenmiştir.	Etkinlik kapsamında öğrencilerden trafik kazalarına bağlı en önemli nedenleri belirlemeleri ve bu kaynağa bağlı kusurları bulmaları beklenmektedir. Yönergelerin ve tabloların öğrencilere bulmaları gereken olasılık ve yüzde hesapları konusunda yardımcı olması beklenmektedir.

Pilot çalışma kapsamında sunulan iki farklı model oluşturma etkinliği incelenerek, bu iki problem arasındaki temel farklılıklar belirlenmiştir. Burada uygulanan etkinliklere ilişkin ortaya çıkan zaman grafiklerine bulgular kapsamında detaylı olarak yer verilecektir.

Pilot çalışma sonuçlarına göre, iki model oluşturma etkinliği incelendiğinde birinci etkinlikte üst bilişsel becerilerin ve farklı beceriler arası geçişlerin daha fazla kullanıldığı görülmektedir. Birinci model oluşturma etkinliğinin içeriğinde hiçbir sayı verilmediği için verilenleri ve istenenleri ayrıştırmak amacıyla daha fazla üst bilişsel beceriye ihtiyaç duyulurken ikinci problemde istenenler tablolar şeklinde verildiği

için öğrenciler doğrudan yüzde ve olasılık hesaplamalarına geçmişlerdir. Dolayısıyla plan takip edilmiş ve öğrenciler birkaç tahminden sonra direkt planı uygulamaya koymuşlardır. Her iki etkinlikte de üst bilişsel beceriler kullanılsa da ikinci etkinlikte daha az ortaya çıkmıştır. Burada temel fark, ikinci etkinliğin, birinci etkinliğe göre daha fazla yapılandırılmış olduğu düşüncesidir. İkinci etkinliğin çözüm önerisinde tablolara yer verilmesinin plana uymayan durumların fark edilmesi gibi izleme becerilerinin ve bu durumlara bağlı değerlendirme becerilerinin ortaya çıkmasının önüne geçtiği söylenebilir. İkinci etkinlikte daha çok mevcut plan takip edilmiştir. Buradan hareketle, üst bilişsel becerilerin; daha az yapılandırılmış, daha fazla değişkeni içeren ve sayı içermeyen, karmaşık yapıdaki etkinliklerde daha fazla ortaya çıktığı sonucuna ulaşılmış ve ikinci etkinliğin revize edilerek esas uygulamada kullanılmasına karar verilmiştir. Yapılan değişiklikler sonucunda esas uygulamada kullanılacak üç model oluşturma etkinliği (Ek-A, Ek-B, ve Ek-C) belirlenmiştir.

Alanyazın incelendiğinde genelde bir doğrunun iki ucu olarak ifade edilen iki tür görüşme tekniğinden bahsedilmektedir. Bunlardan ilki soruların önceden belirlendiği yapılandırılmış görüşme, diğeri ise açık uçlu sorular içeren yapılandırılmamış görüşmelerdir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Yarı yapılandırılmış görüşmeler ise bu iki uç nokta arasında yer almaktadır (Karasar, 2013). Geliştirilen matematiksel model oluşturma etkinlikleri uygulandıktan sonra lise öğrencilerinin model oluşturma etkinliklerine ilişkin görüşlerini açığa çıkarmak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme tekniğinde sorular önceden hazırlanmaktadır. Aynı zamanda görüşme sürecinde kısmi bir esneklik sağlaması nedeniyle soruların yeniden düzenlenmesini ve tartışılmasını sağlamaktadır (Ekiz, 2009). Görüşme sorularının hazırlanması sürecinde, alanyazın taramasına uygun olarak yapılmış çalışmaların sonuçları göz önüne alınmıştır (Kim, Park, Moore ve Varma, 2013; Yong ve Kiong, 2000; Schoenfeld, 1992; Lesh ve Lehrer, 2003; Stillman, 2011). Bu çalışmalarda problem çözme sürecinde kontrol ve düzenleme davranışlarının yeri, matematiksel modelleme sürecinde bilişsel gelişimin sosyal boyutu ve yansıtıcı üst bilişsel etkinliklerin önemi üzerine elde edilen sonuçlar dikkate alınarak aşağıdaki açık uçlu sorular sorulmuştur.

1) Modelleme sürecine ne kadar katkıda bulunabildiniz?
2) Grupla model oluşturma etkinlikleri üzerine çalışırken sıkışıp kaldığınız noktalarda hangi tür dış kaynaklara başvurdunuz? (materyal, grup arkadaşı, öğretmen) Bu dış kaynaklardan aldığınız rehberliğin size nasıl bir katkısı oldu?
3) Matematiksel modelleme sürecinde ne tür strateji ve beceriler kullandınız? Bu becerilere hangi koşullarda ihtiyaç duydunuz?
4) Genel olarak bu süreçte neler öğrendiğinizi her yönüyle nasıl açıklarsınız?

Bu sorulara ek olarak “ara sorular” da yöneltilmiştir.

Verilerin Analizi

Öğrencilerin matematiksel model oluşturma sürecinde yazılı yanıt kağıtları, uygulama esnasında alınan grup çalışması ses kayıtları ve görüşmelerden elde edilen veriler araştırmanın nitel verilerini oluşturmaktadır. Bu çalışmada, öğrencilerin model oluşturma etkinliği sürecinde ortaya çıkan verilere içerik analizi uygulanmıştır. İçerik analizinin temel amacı toplanan veriler üzerinden açıklama yapmak, bu verilere yönelik kavramlar oluşturmak ve kavramlar arasında anlamlı ilişkiler kurmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Strauss ve Corbin (1990), bilimin kavramlar etrafında var olduğunu; kavramların olguları anlamlandırmamıza yardımcı olduğunu belirtmiştir. Bir kavrama isim verildiğinde; o kavrama ilişkin sorular sorulabilir, incelemeler yapılarak başka kavramlarla ilişkilendirmeler yapılabilir. Bu amaçla veri analizi sürecinde model oluşturma etkinliklerinin ses kayıtları kelime kelime çözümlenerek yazılı yanıt kağıtları ile bütünleştirilmiştir. Model oluşturma etkinlikleri sürecindeki üst bilişsel beceriler ve sürecin sonunda öğrencilerle yapılan görüşmelerde sorulara verdikleri cevaplar anlamlı bölümlere ayrılarak, kodlanmıştır. Daha sonra ortaya çıkan kodların ortak özelliklerinden yola çıkarak uygun temalar bulunmuştur. Sürecin sonunda ise yapılan kodlama ve temalandırma sonucu toplanan veriler düzenlenerek, bulgular arasındaki ilişkiler açıklanmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Çalışmanın güvenirliğini sağlamak için ses kayıtları metne aktarılırken birden fazla kez dinlenmiştir. Veriler araştırmacı tarafından incelenmiş ve

kodlanmıştır. Çalışmanın güvenirliğini arttırmak amacıyla matematiksel model oluşturma sürecine ilişkin görseller kullanılmış ve doğrudan alıntılara yer verilmiştir. Alıntılar yapılırken öğrenciler Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8 ve Ö9 şeklinde kodlanmıştır. İlk üç öğrenci Grup1, sonraki üç öğrenci Grup2, ve son üç öğrenci Grup3'ü oluşturmaktadır. Veri kaynaklarının çeşitlendirilmesi ve farklı yöntemlerin birbirini teyit etmesi için kullanılması sonuçlara ilişkin geçerliği ve güvenirliği arttırmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Pilot uygulama ve esas uygulamada planlama, tahmin, izleme ve değerlendirme boyutlarına göre ortaya çıkan üst bilişsel beceriler incelenerek, analiz çerçevesi oluşturulmuştur. Öğrencilerin matematiksel model oluşturma sürecine ait verilere içerik analizi uygulandıktan sonra, üst bilişsel becerilerin ortaya çıkmasında dış kaynakların ve çevresel faktörlerin etkisinin daha net açıklanabilmesi için görüşmelere ait doğrudan alıntılara yer verilmiştir.

Tablo 7

Model Oluşturma Etkinlikleri Sürecinde Üst Bilişsel Becerilerin Analizine İlişkin Kriterler

Planlama	İzleme	Değerlendirme	Tahmin
Problemde verilen ve istenenlerin belirtilmesi, verilerin düzenlenmesi	Planın uygulanması, Plana uymayan durumların fark edilmesi, problemin kökünde yer almayan değişkenlerin ifade edilmesi	Farklı değişkenler ve varsayımların sonuca etkisine göre karar verilmesi	Problemin başında ön bilgi ve sezgiye dayalı olası ihtimallerin düşünülmesi
Plan için gerekli değişkenlerin seçilmesi, varsayımlarda bulunulması	Plana bağlı olmayan durumlara ilişkin yeni fikirlerin ortaya atılması	Stratejinin uygunluğunun ve uygulamasının değerlendirilmesi	Problemin başında hiçbir sayı verilmediği için tahmini bir sayı ile başlama

Şekil ve grafik yardımıyla problemin anlaşılması	Farklı değişkenlerin sonuca etkisinin görülmesi	Amaca yönelik değerlendirilmenin yapılması	Süreç esnasında eldeki veriler yardımıyla tahminde bulunma
Büyük bir veri setinden modele uygun değişkenleri seçme		Farklı sayılar için de sonucun doğruluğunun test edilmesi	
		Çözüm önerilerinin karşılaştırılması	

Model oluşturma etkinliği sonucunda ortaya çıkan üst bilişsel becerilerin analizine ilişkin örnek vermek gerekirse, “Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?” etkinliğinin başında sezgiye ve ön bilgiye dayalı olarak kazanın en büyük nedenlerinin insanlar, olumsuz hava koşulları, cep telefonu gibi durumlar olabileceği üzerine düşünmüşlerdir. Bu durum üst bilişsel becerilerin tahmin boyutunda kodlanmıştır. Öğrenciler problemi okuduklarında önce sürücü, yaya, yolcu, taşıt ve yol kaynaklı hataların neden olduğu kaza sayılarını saptamışlar ve bu sayılara uygun bir daire grafiği çizmişlerdir. Bu durumun şekil ve grafik yardımıyla problemi anlama olduğu tespit edilerek üst bilişsel becerilerin planlama boyutunda kodlanmıştır. Buna bağlı olarak ölümlü, yaralanmalı kazaların en büyük kaynağının sürücüler olduğu görülmüştür. Daha sonra sürücülere bağlı gelişen on dört farklı kusurdan en büyük sayıya sahip olan durumların seçilmesi, büyük bir veri setinden modele uygun değişkenleri seçme olarak kabul edilmiş ve üst bilişsel becerilerin planlama boyutunda kodlanmıştır. Sürücü kusurlarına ait durumların içinde en büyük yüzdeye sahip olan “aracın hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uyduramama” durumunun tüm kazalar içindeki payı hesaplanmıştır. Sürecin devamında ise öğrencilerin seçilen değişkenlere bağlı olarak oran orantı, yüzde ve olasılık hesapları yaptıkları görülmüştür. Başta seçilen değişkenlere bağlı kalındığı ve aşamalar arasında

yoğun geçişler yaşanmadığı tespit edilmiştir. Belirlenen plana bağlı olarak uygulamalar yapıldığı, plan dışı durumlar ve değişkenler üzerinde durulmadığı görülmektedir. Sürecin sonunda ise amaca yönelik yapılan değerlendirmeler yoğunlaşmaktadır.

"Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?" etkinliğinde ise sürecin başında problemin içinde hiçbir sayı yer almadığı için kazı bölgesi için gereken sınırlı telin boyunu tahmini olarak yirmi metre almaları, üst bilişsel becerilerin tahmin boyutu altında kodlanmıştır. Etkinlik sözel olarak verildiği için öğrenciler kazı alanının nasıl olması gerektiğine ilişkin tartışmışlar ve bir tarafı boş olacak şekilde alanı çizmişlerdir. Burada öğrenciler şekil ve grafik yardımıyla problemi anlamaya çalıştıkları için üst bilişsel becerilerin planlama boyutunda kodlanmıştır. Ayrıca sürece tahmini bir sayı vererek başladıkları için buldukları sonucu farklı sayılar için de test etmişlerdir. Bu durum ise üst bilişsel becerilerin değerlendirme boyutu kapsamında yer almaktadır. Öğrencilerin süreç boyunca plana uymayan durumları fark ederek planlama basamağına tekrar döndükleri ve bu durumlara ilişkin değerlendirmeler yaptıkları görülmektedir. Son olarak kazı alanının eni ve alanı arasındaki ilişkiyi grafiğe dökerek, buradaki parabolik ilişkiyi keşfetmişlerdir. Ayrıca bu parabolik ilişki yardımıyla türevin sıfır olduğu noktada alanın en büyük değerini aldığını göstermişlerdir.

Tezin esas uygulaması için geliştirilen "Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?" model oluşturma etkinliğine dair öğrencilerin geliştirdikleri model oluşturma süreci ve bu süreçte kullandıkları üst bilişsel becerilerin nasıl analiz edildiği aşağıda anlatılmaktadır.

Öğrencilerin model oluşturma sürecinde elde edilen ses kayıtları yardımıyla ortaya çıkan üst bilişsel beceriler Tablo 7'de verilen kriterlere göre gruplanmıştır. Örnek verecek olursak, öğrencilerden birinin "Şimdi burada amaç anladığıma göre grafiklerle ifade etmek. Bu üç yoldan hangi yol daha mantıklı? Güneşe göre?" demesi amaca yönelik değerlendirme kapsamına alınarak, üst bilişsel becerilerin boyutlarından "değerlendirme" düzeyinde kodlanmıştır. Ayrıca bu süreçte ortaya çıkan üst bilişsel beceriler bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde Tablo 8' de verilen kriterlere göre kodlanarak üst biliş farklı düzeylerde kavramsallaştırılmıştır. Öğrenciler kendileri yeni bir fikir ortaya attıklarında veya kendi hatalarından yola çıkarak düşündüklerinde üst bilişsel becerilerin kaynağı bireysel düzeyde, başka

bir öğrencinin işaret ettiği hata üzerinden düşünmeye başladıklarında ise üst bilişsel becerilerin kaynağı sosyal düzeyde alınarak kodlanmıştır. Bu sürece ilişkin örnek vermek gerekirse, öğrencilerden biri “Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?” etkinliğine yönelik olarak soru kökünde olmayan “sıcaklık” değişkenini plana eklediğinde üst biliş bireysel düzeyde, grup arkadaşının ise “Haklısın, o zaman uydu yörüngenin içinde yanabilir mi?” diyerek arkadaşının stratejisi üzerine düşünerek hareket ettiğinde üst biliş sosyal düzeyde kodlanmıştır. Öğrencilerin “Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?” etkinliğinde kazaların nedenlerine ilişkin oran orantı hesaplarında kullanılmak üzere hesap makinesi verildiğini düşündüklerinde ise üst bilişin kaynağı çevresel düzeyde kodlanmıştır. Üst bilişsel becerilerin hangi kriterlere göre bireysel, sosyal veya çevresel düzeyde kodlandığı aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 8

Üst Bilişsel Becerileri Çoklu Düzeylerde İncelemek Üzerine Yapılan Kodlama Şeması (Kim, Park, Moore ve Varma’dan (2013) uyarlanmıştır.)

	Bireyin Erişebildiği Kaynaklar		
	Bireysel Düzey	Sosyal Düzey	Çevresel Düzey
Üst Bilişsel Beceriler	Kendi hatalarından yola çıkarak bilgisi üzerine düşünme	Başka bir öğrencinin işaret ettiği hatadan yola çıkarak bilgisi üzerine düşünme	Problemin orijinal çözümünde olmayan değişkenlerden yola çıkarak bilgisi üzerine düşünme

Bölüm 4
Bulgular ve Yorumlar

Pilot uygulama ve esas uygulama kapsamında matematiksel model oluşturma etkinlikleri geliştirilerek süreç boyunca açığa çıkan üst bilişsel beceriler incelenmiştir. Bu beceriler planlama, tahmin, izleme ve değerlendirme boyutları etrafında kodlanmıştır. Etkinlik boyunca ortaya çıkan üst bilişsel beceriler bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde kodlanarak modelleme sürecinin başarıya ulaşmasında diğer kaynakların kullanılmasının etkisi incelenmiştir.

Öncelikle model oluşturma etkinliklerinin, model oluşturma prensiplerine uygunluk durumuna daha sonra ise pilot çalışma ve esas uygulamaya ilişkin bulgulara yer verilecektir. Son olarak, tüm süreci bütünüyle görebilmek adına zaman grafikleri yardımıyla matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel beceriler ve bu beceriler arası geçişler incelenecektir.

Model Oluşturma Etkinliklerinin Model Oluşturma Prensiplerine Uygunluk Durumuna İlişkin Bulgular

Pilot uygulamanın ilk problem durumu olan “Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?” etkinliği, model oluşturma prensiplerine göre incelenmiştir. Bu ölçütlere göre gerçeklik, model oluşturma, model genelleme ve model açığa çıkarma prensiplerine tamamen uyduğu, öz değerlendirme prensibine ise bir ölçüde uygun olduğu görülmektedir. Aradan zaman geçtiğinde modelin kullanılabilirliğine ilişkin veri bulunmadığından etkili prototip prensibine uygunluğunun belirlenemez olduğu tespit edilmiştir.

Pilot uygulamanın ikinci problem durumu olan “Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?” etkinliği, model oluşturma prensiplerine göre incelendiğinde model oluşturma, gerçeklik, model genelleme ve model açığa çıkarma prensiplerine tamamen uygun bulunmuştur. Problem durumu kendi çözüm yollarını değerlendirmek için açık bulunsa da direkt bir ifade yer almadığı için öz değerlendirme prensibine bir ölçüde uygun bulunmuştur.

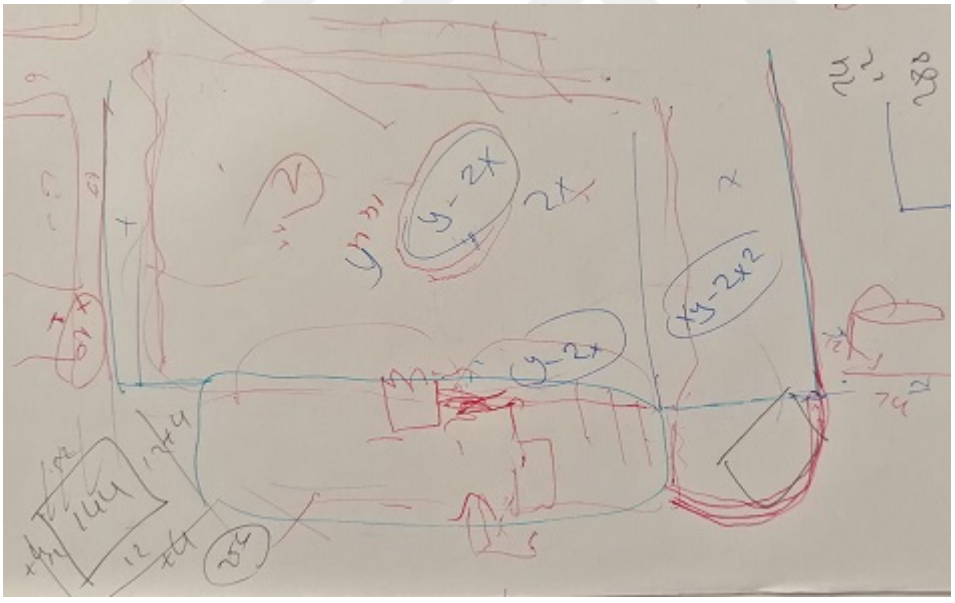
Esas uygulama kapsamında geliştirilen “Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?” etkinliğinin ise gerçeklik, model oluşturma, model genelleme ve model açığa çıkarma prensiplerine tamamen uygun olduğu belirlenmiştir. Problem

durumunun öz değerlendirme prensibine bir ölçüde uygun olduğu ve etkili prototip prensibine uygunluk durumunun belirlenemez olduğu görülmüştür.

Pilot Uygulamaya İlişkin Bulgular

Pilot uygulama kapsamında iki farklı model oluşturma etkinliğine yer verilmiştir. Model oluşturma etkinliklerinin geliştirilmesi sürecinde farklı üst bilişsel becerilerin ortaya çıkması için birinci etkinlikte herhangi bir matematiksel ifadeye veya sayıya yer verilmemiştir. İkinci etkinlikte ise trafik kazalarının artmasına ilişkin haberler ve gerçek verilere yer verildikten sonra kazaların nedenlerine ilişkin bir rapor hazırlamaları istenmiştir. Bu nedenlere bağlı işlemleri gerçekleştirirken kullanacakları yüzde hesaplarına ilişkin tablolar çözüm önerisine yerleştirilmiştir.

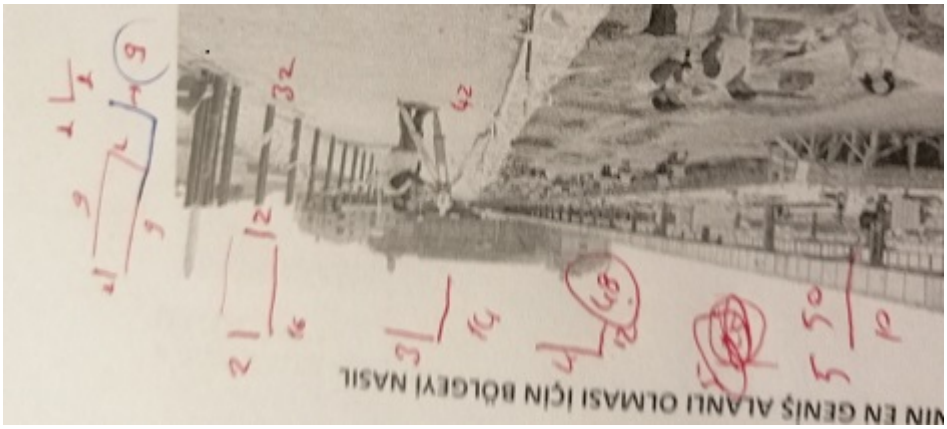
Birinci etkinlikte hiçbir sayıya yer verilmediği için kendileri bir sayı vererek yani üst bilişsel becerilerden tahmin becerilerini kullanarak başlamışlardır. Kazı alanının bir kenarını boş bırakacak şekilde bir plan oluşturmuşlardır. Bu noktada üst bilişsel becerilerden şekiller yardımıyla problemi anlama ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.Kazının en geniş olması için bölgeyi nasıl çevirmeliyiz? etkinliğine yönelik matematiksel model oluşturma süreci

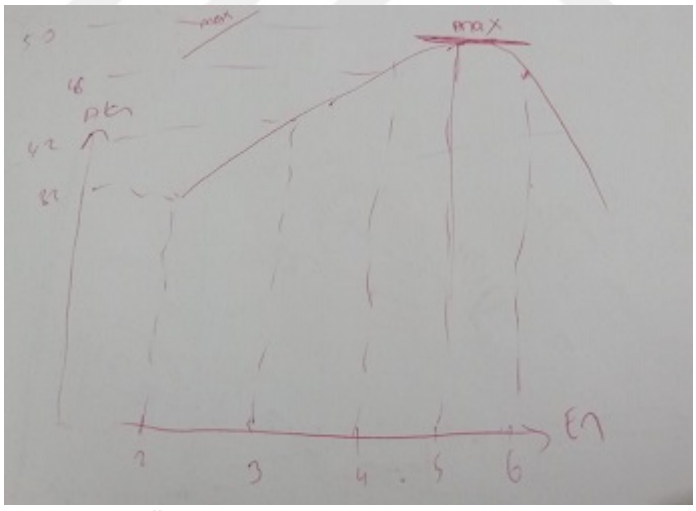
Süreç boyunca öğrenciler çeşitli stratejiler geliştirmişlerdir. Ellerindeki telin uzunluğunu tahmin becerilerini kullanarak yirmi metre almışlardır. Bir tarafı boş bırakarak, farklı sayılarla alan hesaplaması yapmışlardır. Bu işlemler sonucunda dikdörtgenin maksimum alanlı olması için en boy oranının 1:2 olması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca geliştirilen çözüm önerisinin doğruluğunu test

etmek için farklı sayılar için de aynı sonucun ortaya çıkma durumunu değerlendirmişlerdir.



*Şekil 3.*Alanın en büyük olması için sayılar vererek strateji geliştirilmesi

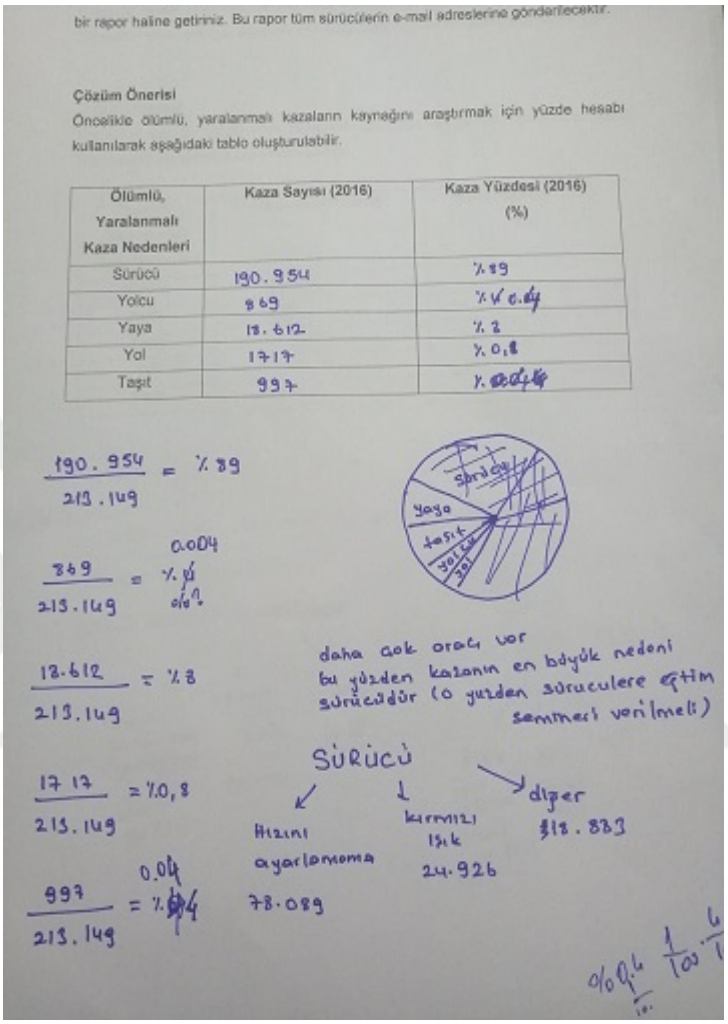
Farklı sayılar için de çözümün doğruluğunu tespit ettikten sonra kısa kenarın a birim, uzun kenarın ise 2a birim olduğunda dikdörtgenin alanının en fazla olduğuna karar vermişlerdir. Ayrıca telin eni ile alanı arasındaki değerler işaretlenerek parabolik ilişki görülmüş ve maksimum değerini aldığı noktanın tepe noktası olduğu tespit edilmiştir.



*Şekil 4.*Verilen değerlere göre en ve alan arasındaki parabolik ilişkinin görülmesi

İkinci model oluşturma etkinliğinde ise öğrenciler trafik kazalarının artmasına ilişkin verileri okuduktan sonra en önemli kaza nedenine odaklanmışlardır. Fakat çözüm önerisinin içine tablolar halinde bulunması gereken yüzdeler verildiğinden öğrenciler direkt olarak olasılık ve yüzde hesaplarına geçmişlerdir. Kazaların en önemli nedenlerinin sürücülere bağlı olduğunu tespit etmişlerdir. Daha sonrasında ise sürücülerin kazaya neden olan hatalarının

içinden en fazla ölümlü, yaralanmalı kazaya neden olan durumlara ilişkin olasılık hesapları yapmışlardır. Burada plan dışı durumların ortaya çıkmadığı ve bu nedenle yeni stratejiler geliştirilmediği görülmüştür. İkinci model oluşturma etkinliğine ilişkin süreç aşağıda verilmektedir.

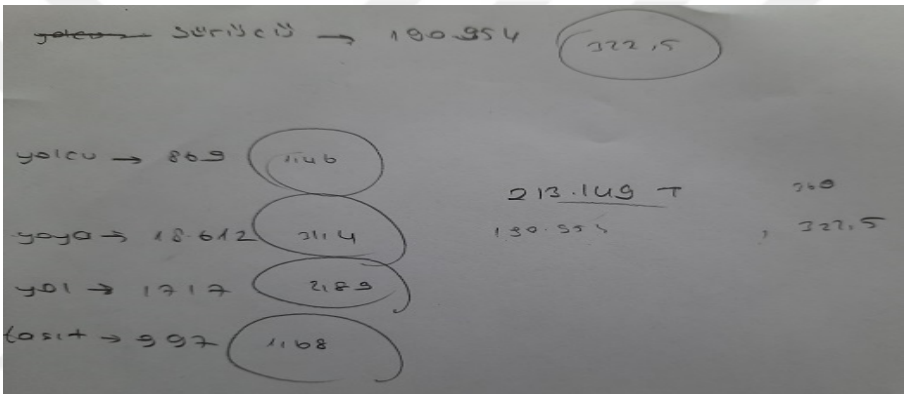


*Şekil 5.*Trafik kazaları neden artıyor? Kusur kimde? etkinliğine ilişkin matematiksel model oluşturma süreci

Bu model oluşturma etkinliği sürecine ilişkin çözüm önerisinde yüzde hesaplamalarının tablolar şeklinde verilmesinin, üst bilişsel becerilerin ortaya çıkmasının ve boyutlar arası geçişlerin oluşmasının önüne geçtiği düşünülerek, esas uygulamada düzenlemeler yapılarak etkinliğin kullanılmasına karar verilmiştir.

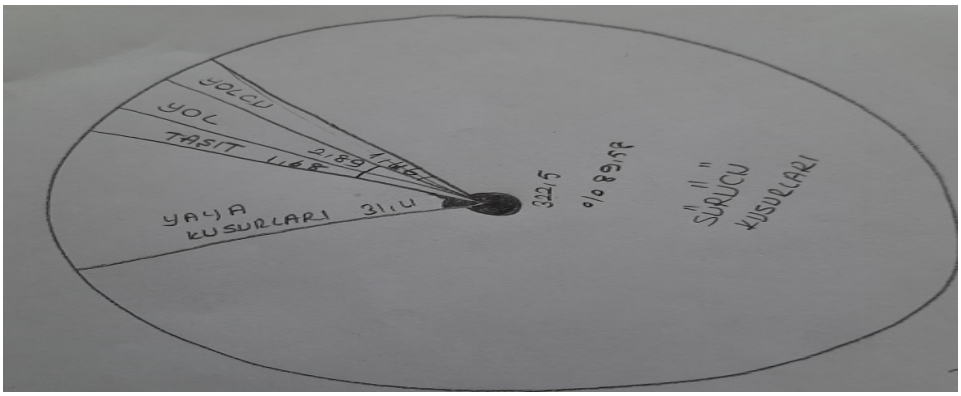
Esas Uygulamaya İlişkin Bulgular

Grup1'in model oluşturma sürecine ilişkin bulgular. Bu kapsamda öncelikle Grup1'in "Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?" etkinliğine ilişkin model oluşturma süreci aşamalarına göre aşağıda verilmektedir. Etkinliğin başında kazanın olası nedenlerine ilişkin ön bilgiye ve sezgiye dayalı olarak insanlar, cep telefonları, olumsuz hava şartları gibi tahminlerde bulunmuşlardır. Daha sonra ise gerekli değişkenleri seçerek, bu değişkenlere bağlı yüzde ve oran orantı hesaplamaları ile planın uygulandığı görülmektedir. Burada üst bilişin planlama boyutuna ait becerileri, izleme becerilerinin takip ettiği belirlenmiştir.



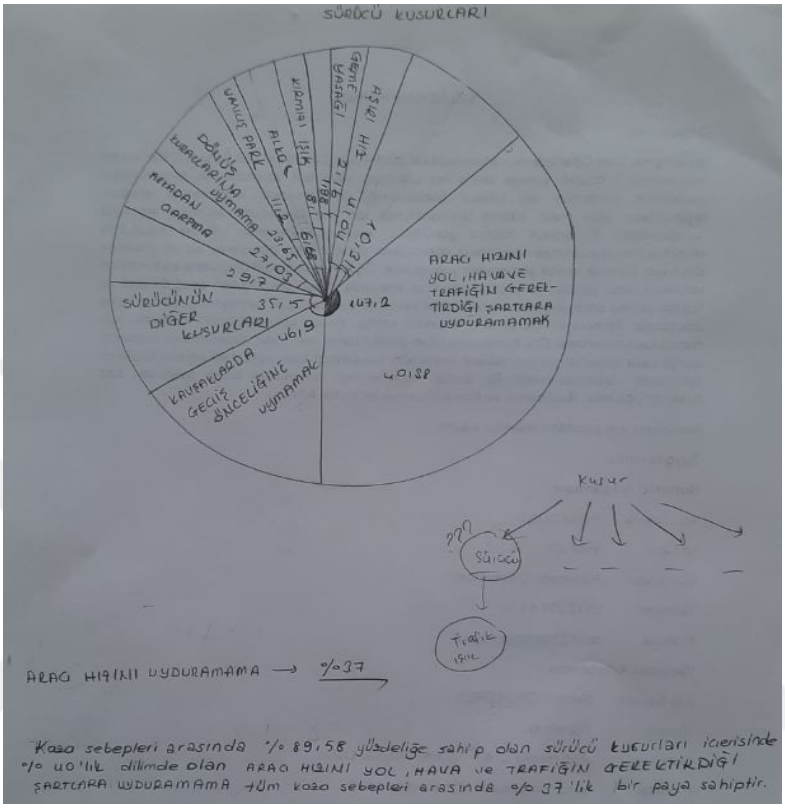
*Şekil 6.*Grup1'in trafik kazalarının nedenlerine ilişkin yaptıkları hesaplamalar

Sürecin devamında ise yukarıdaki hesaplamalara bağlı olarak bir daire grafiği ile problemin anlaşılmaya çalışıldığı ve üst bilişin planlama boyutunda ortaya çıktığı görülmektedir. Sürecin devamında eldeki verilerden hareketle, ölümlü, yaralanmalı kazaların en büyük nedeninin sürücüler olduğu belirlenmiştir. Bu durum üst bilişin değerlendirme boyutu kapsamında yer almaktadır.



*Şekil 7.*Grup1'in kaza nedenlerine ilişkin oluşturdukları grafik

Son olarak, en büyük kaza nedeni olan sürücülere ilişkin tüm kaza sebepleri incelenmiştir. Sadece sürücüden kaynaklanan kaza sebeplerine ilişkin yeniden bir daire grafiği daha çizilmiştir. Bu nedenler içerisinde en büyük paya sahip durumlar üzerinden hesaplamalar yapılmıştır.



Şekil 8.Grup1'in model oluşturma süreci

Daire grafikleri incelendiğinde, kaza sebepleri içerisinde %89,58'lik bir pay ile en büyük nedenin sürücüler olduğu ve sürücülere bağlı gelişen kazaların içerisinde %40'lık bir pay ile "aracın hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uyduramama" durumunun en önemli kaza nedeni olduğu belirtilmektedir. Yine aynı durumun tüm kaza sebepleri arasındaki yüzdelik payı hesaplanmıştır. Model oluşturma süreci genel olarak incelendiğinde, sayıca en çok üst bilişin planlama boyutuna ait beceriler, daha sonra ise değerlendirme ve izleme boyutlarına ait beceriler açığa çıkmaktadır. Grup1'in üst bilişsel becerileri kullanım sıklığının boyutlara ilişkin yüzdeleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 9

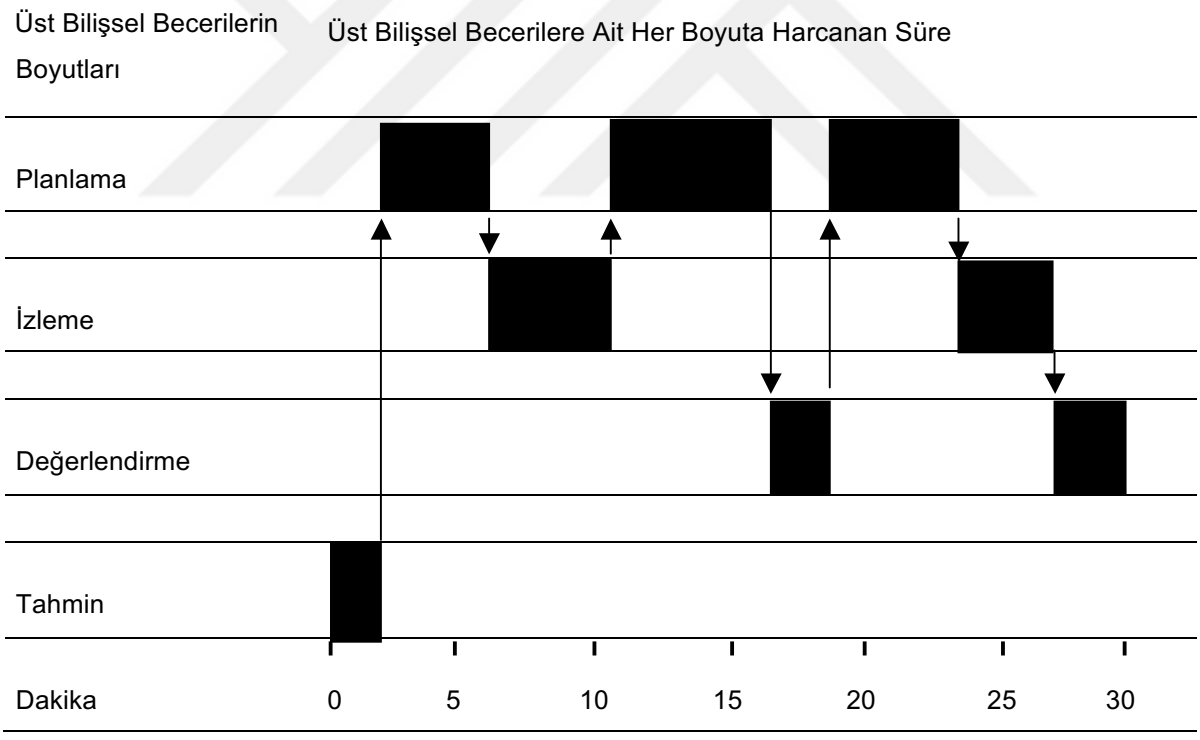
Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğinde Üst Bilişsel Becerilerin Kullanılma Sıklığının Boyutlara Ait Yüzdeleri

Süreç / Sınıf	Üst Biliş			
	Planlama	İzleme	Değerlendirme	Tahmin
12.sınıf	%38	%25	%25	%12

Aşağıdaki tabloda model oluşturma etkinliği sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilere ait zaman grafiği verilmektedir.

Tablo 10

Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliğine İlişkin Zaman Grafiği



Araştırmanın birinci alt problemini "Matematiksel modelleme sürecinin aşamalarında ortaya çıkan üst bilişsel beceriler nelerdir?" oluşturmaktadır. Buna göre zaman grafiği incelendiğinde, model oluşturma sürecinde üst bilişsel becerilerin tüm boyutlarda açığa çıktığı görülmektedir. Öğrenciler planlama boyutu

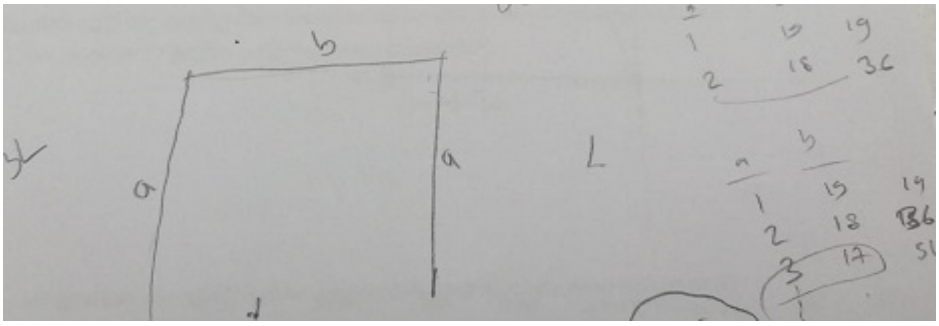
kapsamında plan için veri setinden uygun değişkenleri seçmekte, şekil ve grafik yardımıyla problemi anlamaya çalışmaktadırlar.

Araştırmanın ikinci alt problemini “Modelleme döngüsü dikkate alındığında, hangi üst beceriler daha yoğun olarak kullanılmaktadır?” oluşturmaktadır. Buna göre, sürecin başında üst bilişsel beceriler tahmin ve planlama boyutunda ortaya çıkmaktadır. Sürecin sonlarına doğru ise değerlendirme boyutuna ait becerilerin yoğunlaştığı görülmektedir.

Diğer yandan, araştırmanın üçüncü alt problemini “Üst bilişsel beceriler bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde nasıl şekillenmektedir?” oluşturmaktadır. Etkinlik kapsamında üst bilişin bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde açığa çıktığı görülmüştür. Sürecin başında ölümlü, yaralanmalı kaza nedenlerine ilişkin daire grafiği oluşturma fikri sosyal düzeyde gerçekleşmiştir. Ayrıca kazaların nedenlerine ilişkin oran orantı hesaplarında kullanılmak üzere hesap makinesi verildiğini düşünmeleri ise üst bilişin kaynağının çevresel düzeyde açığa çıktığını göstermektedir.

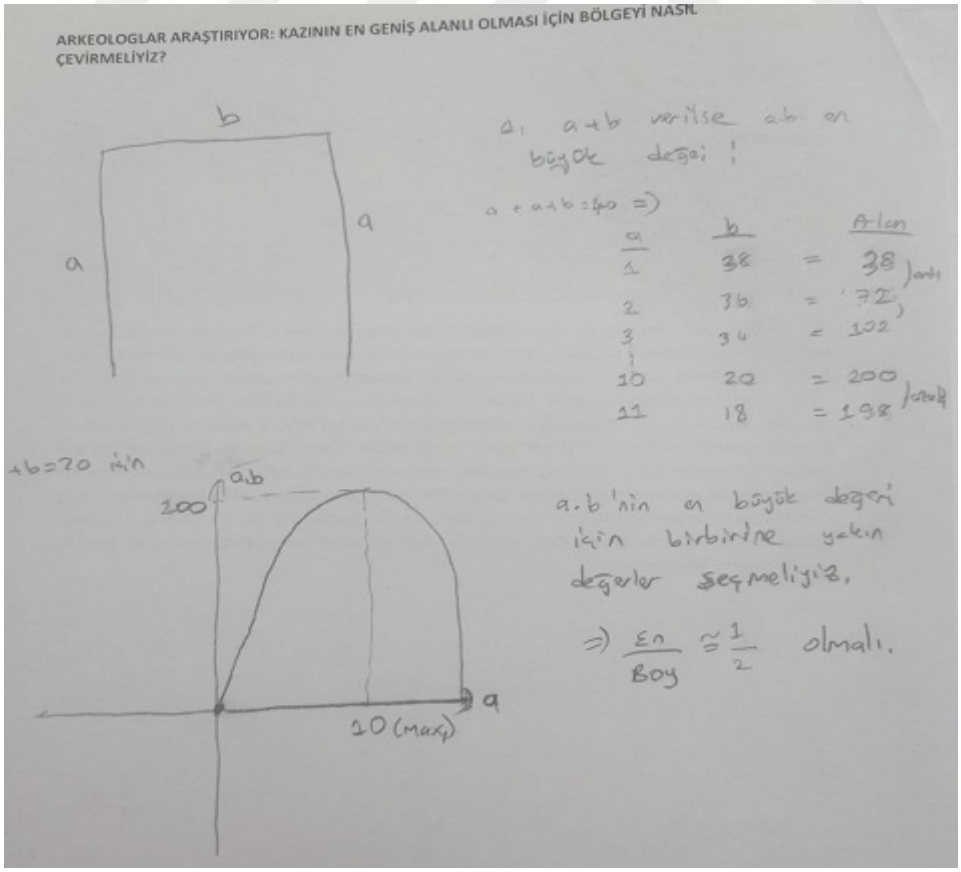
Araştırmanın dördüncü alt problemini “Üst bilişsel beceriler modelleme sürecinin yapısını ve başarıya ulaşmasını nasıl etkilemektedir?” oluşturmaktadır. Etkinlik süreci genel olarak incelendiğinde, öğrencilerin planlama boyutu kapsamında yer alan daire grafiklerinin çizimine ve hesaplamalara çok fazla zaman ayırdığı görülmektedir. Bu durum öğrencilerin işlemlere odaklanması nedeniyle plana uymayan durumlara bağlı olarak modellerini geliştirmelerinin önüne geçmektedir.

Grup2’nin model oluşturma sürecine ilişkin bulgular. “Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?” etkinliğine ilişkin model oluşturma süreci aşağıda örnekler ile verilmektedir. Etkinliğin başında öğrencilerin şekillerden yararlanarak kazı alanının en büyük değere sahip olacak şekilde bir kenarını boş bırakarak çizdikleri ve daha sonra herhangi bir sayı verilmediği için dikdörtgenin enine ve boyuna rastgele sayılar verdikleri görülmektedir. Burada sürecin başında üst bilişsel becerilerin tahmin ve planlama boyutunda ortaya çıktığı görülmektedir.



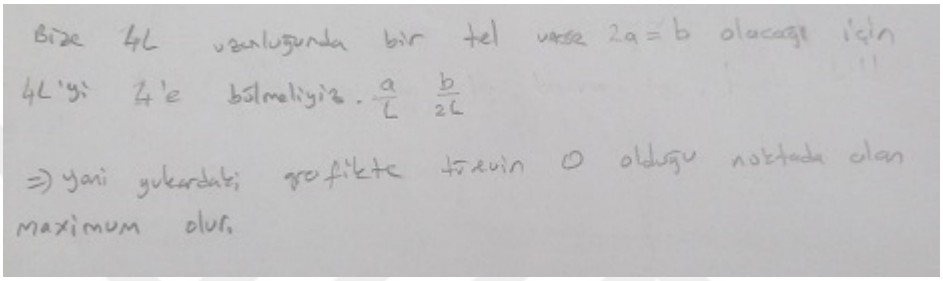
*Şekil 9.*Grup2'nin kazı etkinliğine ilişkin model oluşturma süreci

Sürecin devamında ise telin sınırlı olduğu bilgisi verildiği için 2a+b değerine rastgele 40 sayısının verildiği görülmektedir. Burada üst bilişsel becerilerin tahmin boyutunun ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Ö5 isimli öğrencinin a değerine 1'den başlayarak birer birer artımlar verilerek ve alan değerinin hesaplanma fikri grupça kabul görmüştür. Bu durum sürecin başında üst bilişsel becerilerin sosyal düzeyde gerçekleştiğini göstermektedir. Daha sonra ise verilen değerlere göre, alan değerinin belli bir değere kadar arttığı, daha sonra ise azalmaya başladığı belirlenerek bu durum grafikleştirilmiştir. Bu durumda planlama aşamasına geri döndükleri grafik yardımıyla problemi anlamaya çalıştıkları görülmüştür.



*Şekil 10.*Grup2'nin kazı alanına ilişkin en-boy ilişkisi önerisi

Grafik incelendiğinde, en-boy arası ilişkinin 1:2 oranında olması gerektiğine karar verilmiştir. Ayrıca kırk sayısı dışında farklı sayılar kullanılarak çözüm önerilerinin geçerliği test edilmiştir. Etkinlik içerisinde sayı yer almadığı için çözümün geçerliği farklı sayılar için de doğrulanması ile üst bilişsel becerilerin değerlendirme boyutu ortaya çıkmaktadır. Daha sonra telin uzunluğu 4L şeklinde genel bir ifade olarak alınmıştır. Sürecin sonunda yapılan görüşmede etkinlikte farklı sayılar için de sonucun doğrulanmasında izledikleri yönteme ilişkin tümevarımsal bir yaklaşım sergilediklerini belirtmişlerdir. Son olarak, grafikte türevin sıfır olduğu noktada alanın en büyük değeri aldığı sonucuna ulaşmışlardır.



*Şekil 11.*Grup2'nin genelleştirilmiş çözüm önerisi

Model oluşturma süreci genel olarak incelendiğinde, sayıca en çok üst bilişin planlama boyutuna ait beceriler, daha sonra ise değerlendirme ve izleme boyutlarına ait beceriler açığa çıkmaktadır. Grup2'nin üst bilişsel becerileri kullanım sıklığının boyutlara ilişkin yüzdeleri aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 11

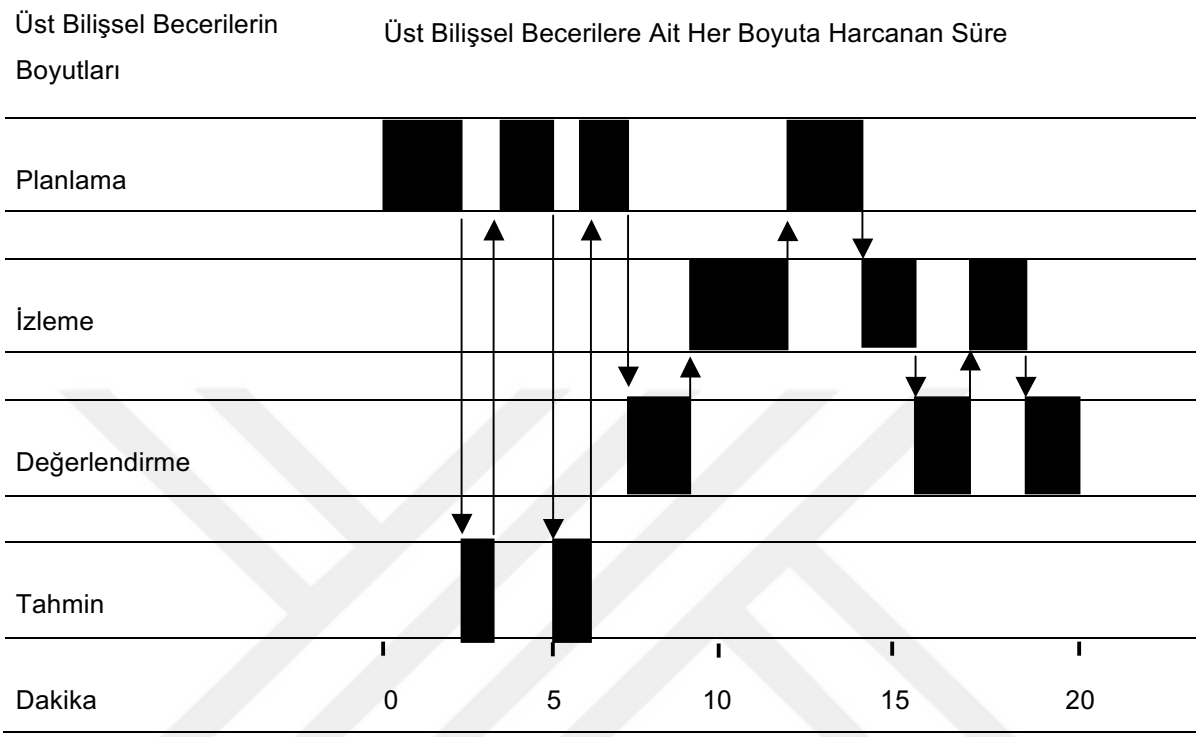
Kazı Alanın En Geniş Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğinde Üst Bilişsel Becerilerin Kullanılma Sıklığının Boyutlara Ait Yüzdeleri

Süreç / Sınıf	Üst Biliş			
	Planlama	İzleme	Değerlendirme	Tahmin
12.sınıf	%33	%25	%25	%17

Bu model oluşturma etkinliği sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilere ait zaman grafiği aşağıda verilmektedir.

Tablo 12

Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliğine İlişkin Zaman Grafiği



Araştırmanın birinci alt problemine ilişkin, model oluşturma süreci boyunca üst bilişsel becerilerin tüm boyutlarda açığa çıktığı belirlenmiştir. Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında ise sürecin başında üst bilişin planlama ve tahmin boyutlarının baskın olarak ortaya çıktığı, sürecin sonuna doğru ise izleme ve değerlendirme boyutlarına ilişkin becerilerin daha fazla açığa çıktığı görülmektedir.

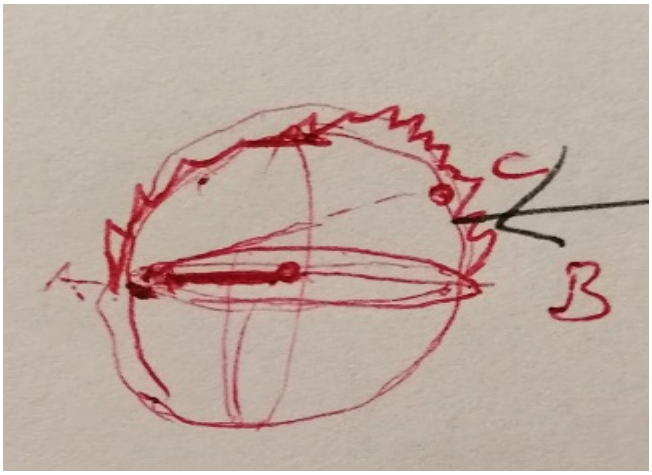
Neredeyse sürecin tamamında üst bilişsel geri bildirimler yardımıyla bir öğrencinin fikrinin diğerine transfer edilebildiği saptanmıştır. Buradan hareketle, araştırmanın üçüncü alt problemine yönelik olarak, üst bilişin kaynağının bireysel ve sosyal düzeyde gerçekleştiği tespit edilmiştir.

Araştırmanın dördüncü alt problemi kapsamında, etkinlik boyunca üst bilişin farklı boyutlarda açığa çıktığı görülmektedir. Öğrencilerin kazı bölgesinin şekline karar vermeleri, sınırlı tel için tahmini bir sayı ile başlamaları, buldukları çözüm önerisini farklı sayılar için test etmeleri gibi durumların ortaya çıkması ile modele ilişkin çözüm önerileri sürekli olarak güncellenmiştir.

Grup3'ün model oluşturma sürecine ilişkin bulgular. Son olarak, Grup3'ün "Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?" etkinliğinin model oluşturma süreci doğrudan aktarılarak daha önce verilen kriterlere göre üst bilişsel beceriler, hem planlama-izleme-tahmin-değerlendirme boyutlarında hem de bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde kodlanmıştır. Öğrenciler ilk olarak problemi yüksek sesle okumuşlar ve problemle ilgili sahip oldukları bilgileri anlamaya çalışmışlardır.

Ö8: Üç yoldan bahsediyor. (Planlama-Verilen ve İstenenlerin Belirlenmesi, Bireysel Düzey)

Ö9: Haklısın, kim nereden gitti anlamak için çizelim şekil üzerine.
(Ö9 çizim yapar.) (Planlama-Şekil ve grafik yardımıyla problemin anlaşılması, Ö8'in düşüncesinden yola çıkılmaktadır, Sosyal Düzey)
Ö7: Şimdi burada amaç anladığıma göre grafiklerle ifade etmek. Bu üç yoldan hangi yol daha mantıklı? Güneşe göre? (Değerlendirme-Amaca yönelik değerlendirme, Bireysel Düzey)
Ö9: Sıcaklıktan etkilenme olabilir mi o zaman sizce? (Planlama-Plan için gerekli değişkenlerin seçilmesi, Bireysel Düzey)
Araştırmacı: Grafik çizimleri yapıldıktan sonra sıcaklık faktörü gibi değişkenler de düşünülerek en mantıklı yol tercih edilebilir.
Ö8: Peki, A' dan B' ye olan yol çembersel mi yoksa üç boyutlu küresel mi düşünülecek? Sanki üç boyutlu gibi. (Tahmin-Problemin başında sezgiye ve ön bilgiye dayalı olası ihtimallerin düşünülmesi, Bireysel Düzey)



*Şekil 12.*Grup3'ün çözüm önerisi olarak geliştirdiği küresel model

Ö7: Ama bak, soruda çembersel diyor. Önce A'dan B'ye olan yolu bir grafikle çizelim. (Planlama-Grafik yardımıyla problemin anlaşılması, Sosyal Düzey)

Ö9: Şimdi şöyle anladım ben burada ilk birinci uydu düz yolu takip edecek ama sıcaklıktan etkilenecek, ikincisi ve üçüncüsü de buralardan. (Soru üzerinde gösterir.) (Planlama-Şekil ve grafik yardımıyla problemin anlaşılması, Bireysel Düzey)

Ö8: Ben şeyi anlamadım soruyu kısa yolu mu tercih edecek? (Planlama-Verilen ve istenenlerin belirtilmesi, Bireysel Düzey)

Ö7: Ortada güneş var ya ilki düz yol ikinci yay üzerinde üçüncü de farklı bir yol. Güneşe olan uzaklıklarına göre sıcaklık gibi diğer şeyler düşünülerek en mantıklısı seçilecek. (Değerlendirme-Amaca yönelik değerlendirme, Bireysel Düzey)

Ö9: Ben şunu anlamadım değişkenimiz güneşe olan uzaklık galiba sadece. (Tahmin-Problemin başında ön bilgi ve sezgiye dayalı olası ihtimallerin düşünülmesi, Bireysel Düzey)

Araştırmanın birinci alt problemini "Matematiksel modelleme sürecinin aşamalarında ortaya çıkan üst bilişsel beceriler nelerdir?" oluşturmaktadır. Buna göre, model oluşturma sürecinin başında planlama boyutuna ilişkin üst bilişsel beceriler ortaya çıktıktan sonra daha çok plana uymayan durumlar üzerine tartışmalar yapıldığı ve modelin revize edildiği görülmektedir. Örneğin öğrenciler birinci yolun grafiğinin doğrusal olarak önce azalıp, sonra artan bir grafik olduğunu düşünürken daha sonra "güneşin kütle çekim kuvvetine giren bir uydunun daha çok hızlanacağı" düşüncesiyle grafiği parabolikleştirerek plana yeni bir strateji eklemişlerdir.

Neredeyse sürecin tamamında izlemeye ilişkin üst bilişsel becerilerin ortaya çıktığı görülmektedir. Öğrencilerin sürecin başında tasarladıkları planda grafiklerin çizilmesinde sadece sıcaklık değişkeninin etkisi düşünürken sürecin içinde plan dışı noktalar açığa çıkmış ve plan izleme ve değerlendirme boyutuna ait üst bilişsel beceriler yardımıyla değiştirilmiştir.

Araştırmanın ikinci alt problemini "Modelleme döngüsü dikkate alındığında, hangi üst beceriler daha yoğun olarak kullanılmaktadır?" oluşturmaktadır. Buna göre, problemin başında öğrencilerin eldeki verileri ortaya koydukları ve modelin geliştirilmesinde kullanacakları değişkenlere ilişkin fikirler ortaya koydukları görülmektedir. Örneğin uyduların güneşe olan uzaklıklarının grafikleştirilmesinde uydunun güneşe çok yaklaşmaması açısından "sıcaklık" faktörünün de

değerlendirilmesi gerektiğiyle ilgili planlamalar yapmışlardır. Problemin başında üst bilişsel becerilerden daha çok planlama ve değerlendirme boyutlarına ilişkin düşüncelerin ortaya çıktığı görülmektedir. Ayrıca sürecin başında üç boyuta ait üst bilişsel becerilerin ve bu beceriler arası geçişlerin gözlemlenmesi modelleme sürecinin lineer olmayan yapısını ortaya çıkarır niteliktedir.

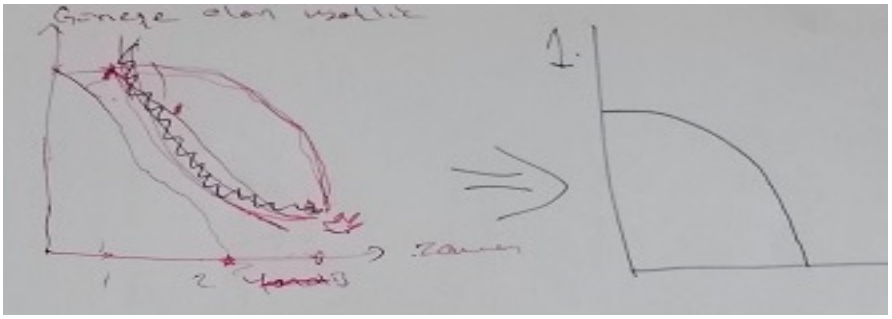
Araştırmanın üçüncü alt problemi olan "Üst bilişsel beceriler bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde nasıl şekillenmektedir?" sorusuna yönelik olarak model oluşturma etkinliğinin başında üst bilişin sosyal düzeyde ortaya çıktığı görülmektedir. Sürecin başında oluşan bu durum üst bilişsel becerilerin açığa çıkmasında grup çalışmasının önemini göstermektedir. Öğrenci kendi bilgisinin yeterli olmadığı noktada arkadaşlarının fikirleri üzerine düşünerek sürece katkı sağlamaya devam etmektedir. Tek başına olduğunda süreci başarılı olarak tamamlayamayan bir öğrencinin dış kaynaklar yardımıyla süreci başarılı bir şekilde tamamlayabildiği ve kendi bilişsel sınırlarının ötesine geçtiği görülmektedir.

Ö8: Evet. Bak şöyle birinci yolda önce güneşe yaklaşacak sonra uzaklaşacak. (İzleme-Planın uygulanması, Bireysel Düzey)

Ö9: Daha sonra devam edebilecek mi ki? Güneşin tam üstüne geldiğinde uydu yanacak, yukarıdaki haberde tam yaklaşılamıyor diyordu. (İzleme-Plana uymayan durumların fark edilmesi, Sosyal Düzey)

Ö8: Haklısın, peki yörüngenin içinde yanabilir mi? Ama biraz da olsa yaklaşır. Grafiğin önce azalıp sonra artması olmaz o zaman uydu yandı ve bitti ikinci aşamayı sileceğiz. (Değerlendirme-Farklı bir değişkenin etkisine göre karar verme, Sosyal Düzey)

Ö9: Evet katılıyorum, şuraya kadar olacak. Ben düzenleyeyim o zaman,1, 2 ve 3 şeklinde çizeyim.(1. grafik çizilir) Bir eksen güneşe olan uzaklık diğer eksen ise zaman olacak. (İzleme-Planın Uygulanması, Sosyal ve Bireysel Düzey)



*Şekil 13.*Grup3'ün birinci yörüngeye ilişkin grafiği

Ö9: Şimdi ne yapıyor? Uzaktan başladı ve güneşin tam üzerinde yandı. Şimdi 2. yolumuza geçebiliriz. (Değerlendirme-Stratejinin uygulamasının değerlendirilmesi, Bireysel Düzey)

Ö8: Bir şey soracağım bu uzay aracı güneşi mi inceleyecek? O zaman ilk yolda güneşin en yakınına kadar geldi inceledi ve yandı. (Değerlendirme-Amaca yönelik değerlendirme, Bireysel Düzey)

Ö9: Yanarsa nasıl inceler, anladım o ana kadar veri gönderir diyorsun doğru. En yakına da bu yolla ulaşıyor o zaman en mantıklısı olabilir. (Tahmin-Süreç esnasında eldeki veriler yardımıyla tahminde bulunma, Sosyal Düzey)

Ö7: Doğrusal mı peki bu yol? Parabolik gibi sanki. (Tahmin-Sezgiye Dayalı, Bireysel Düzey)

Ö9: Kesit üzerindeyse doğrusal bu yol ama A-C yolu kesinlikle parabolik. (Planlama-Plan için gerekli değişkenlerin seçilmesi, Sosyal Düzey)

Ö8: Neden ilk yol da parabolik bence. A-C de evet parabolik. (İzleme-Plana uymayan durumlara ilişkin yeni bir fikirlerin ortaya atılması, Bireysel Düzey)

Ö9: Doğru söylüyorsun, şöyle bir şey de var güneşin yakınına gittikçe kütle çekim kuvvetinden daha da çok hızlanabilir. Parabolik o zaman. (Değerlendirme, Stratejinin uygunluğunun değerlendirilmesi, Sosyal Düzey)

Ö7: Kesit üzerinde giderken güneşe uzaklığı hiç değişmiyor ki.. O zaman ikinci yol düz gidebilir. (İzleme-Planın uygulanması, Bireysel Düzey)

Ö9: Evet ikide mesafe hiç değişmiyor o zaman. (Değerlendirme-Stratejinin uygulamasının değerlendirilmesi, Sosyal Düzey)

Ö8: O zaman 1. yolda parabolik olup hızlanması gerekiyor. Aşağı doğru hızlanan. (İzleme-Plana bağlı olmayan durumlara ilişkin yeni fikir ortaya atılması, Bireysel Düzey)

Ö9: Aa evet ama parabolikten ziyade bence eğim değişmez mi? Birin grafiği bu mu? (İzleme-Farklı değişkenlerin sonuca etkisinin görülmesi, Sosyal Düzey)

Ö8: İleri doğru hızlanan evet ve güneşe uzaklık azalıyor. Amacımız güneşe en çok yaklaşıp veri toplamaksa bu en mantıklısı. (Değerlendirme-Amaca yönelik değerlendirme, Sosyal Düzey)

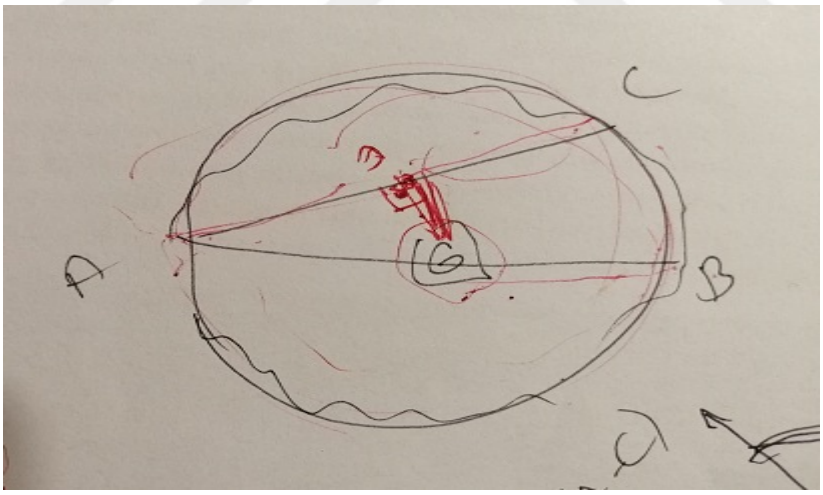
Süreçte önce sezgiye ve eldeki verilere bağlı tahmin boyutundaki becerilerin ortaya çıkmasından sonra plana uyan ve uymayan durumlar değerlendirilmekte ve izleme boyutuna ait beceriler ortaya çıkmaktadır. Planın revize edilmesinden sonra “en uygun”, “en mantıklı” gibi ifadelerle genellikle değerlendirme boyutuna ait

beceriler açığa çıkmıştır. Değerlendirme boyutuna ait becerilerin genellikle sosyal düzeyde olduğu görülmektedir.

Sürecin devamında birinci yolu seçmeleri durumunda uydunun patlama sonucu tekrar kullanılamayacağı, üçüncü yolda ise uydu patlamadığı için uydunun tekrar kullanılabilir olacağı düşünülmüştür. Ayrıca üçüncü durumda "daha fazla yakıt kullanılmasının maliyeti arttıracağı" stratejisi plana eklenmiştir. Birinci yol ve üçüncü yol arasında karar vermeye çalışırken uydunun verileri güneşin atmosferinden mi yoksa çekirdeğinden mi toplayacağına ilişkin durumun da dikkate alındığı görülmektedir.

Ö7: Üçüncü yola bakalım, önce bir yaklaşıyor, sonra tekrar gidiyor dimi? Ama bu patlamaz dikkat edin.(İzleme-Planın Uygulanması, Bireysel Düzey)

Ö9: Diyelim burası E olsun. A' dan E' ye kadar hızlanacak. E' den C' ye kadar yavaşlayacak. Hatta E' nin olduğu yer dikse bir saniye öncesi ve sonrasını düşün tam dik olunca mesafe en kısa olur. Yorumlayalım A-C kullanılacaksa güneşten sonrası için daha çok yakıt tüketmesi lazım. (Planlama-Şekil yardımıyla problemin anlaşılması, İzleme-Problemin kökünde olmayan değişkenlerin ifade edilmesi, Sosyal Düzey)



*Şekil 14.*Grup3'ün güneşe en kısa olan uzaklığı şekil yardımıyla modellemesi

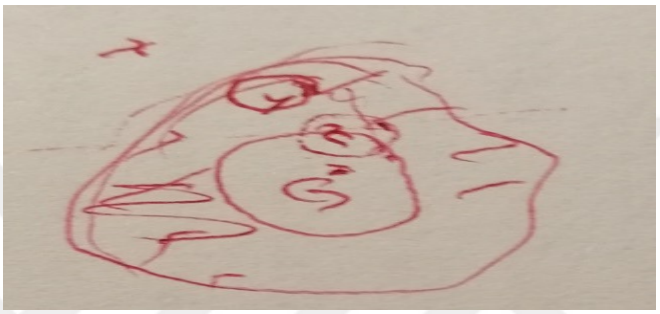
Ö7 : Yakıt demiyor soruda.

Ö9: Ama en mantıklı yolu seçeceksek yakıtı da düşünmemiz lazım. Çünkü aşırı maliyetli ve yük yani. (Değerlendirme-Amaca yönelik değerlendirme, Bireysel Düzey)

Ö8: En mantıklı yol A-B işte. İkinci yolda yarıçap kadar kullanacak hem de çok yaklaşamıyor veri toplayamaz diğeri kadar. Güneşin en yakınına gidebilen bu.

(Değerlendirme-Farklı değişkenlerin sonuca etkisine göre karar verme, Sosyal Düzey)

Ö9: Atmosferi çekirdeğinden daha sıcak, uzay aracı Z' ye gelince patlıyorsa, eğer atmosferden veri toplayacaksak bizim Y kadar yaklaşmamızda yeterli olur. Ama eğer çekirdeğine ulaşacaksak birinci yörünge veya daha çok derine dalmamız gerekiyorsa, eğer atmosferi inceleyeceksek dibine kadar gidip uydu aracının patlamasına gerek yok. Üçüncü yoldan da görevini yapabilir. Daha çok uzun süre veri de toplanabilir. (Değerlendirme-Çözüm önerilerinin karşılaştırılması, Bireysel Düzey)



*Şekil 15.*Grup3'ün güneşten veri toplamak için atmosfer-çekirdek ilişkisini X-Y-Z uzaklıklarıyla modellemesi

Ö8: İyi de birinci de topladı zaten yanana kadar, oradan sonra veri toplamaya devam etmesi önemli mi? (Değerlendirme-Stratejinin uygunluğunun değerlendirilmesi, Sosyal Düzey)

Ö7: Hem öyle dediği gibi olursa patlama da olmaz. (Değerlendirme-Stratejinin uygulamasının değerlendirilmesi, Sosyal Düzey)

Ö9 : Roketler tekrar indirilebiliyor artık.

Ö7: Öyle mi? Sanmıyorum.

Ö9: Evet, internet üzerinden göstereyim hemen. (Değerlendirme-Stratejinin uygunluğunun değerlendirilmesi, Çevresel Düzey)

Ö8: Ya yakıt masrafı uzay aracının maliyetinden daha fazlaysa? (İzleme-Plana bağlı olmayan durumlara ilişkin yeni fikirlerin ortaya atılması, Sosyal Düzey)

Ö9 : 3. grafiği çizer. Patlamadan devam ediyor burada roket. Kütle çekiminden dolayı parabolik. En kısa mesafeden sonra hafif yavaşlayacak sanki.(Planlama-Şekil ve grafik yardımıyla problemin anlaşılması, Bireysel Düzey)

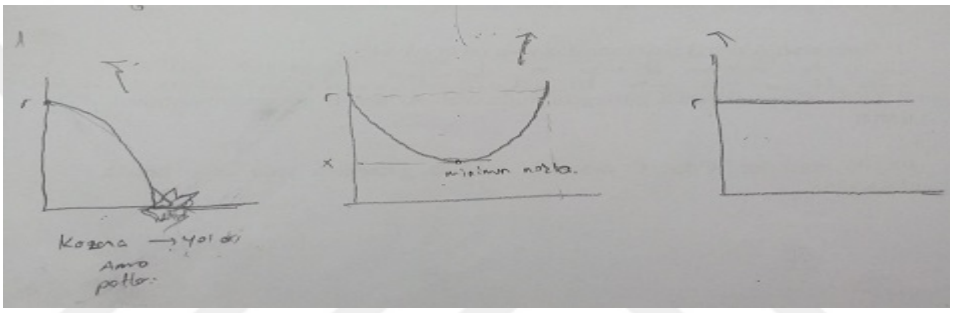
Ö7: 3.yolda risk yok. Patlama riski ortadan kalktı. (İzleme-Planın uygulanması, Sosyal Düzey)

08: O zaman da birinci yola göre süre uzuyor. Süre demek maliyet demek. (Değerlendirme-Çözüm önerilerinin karşılaştırılması, İzleme-Plana bağlı olmayan durumlara ilişkin yeni fikirlerin ortaya atılması, Sosyal Düzey)

Ö9 : Amacımız önemli bence. Eğer çekirdeğe inecek kadar dayanıyorsa 1, ama atmosferi inceleyeceksek aracı bence roketin patlamasına gerek yok ve veri toplamaya da devam eder. (Değerlendirme,Amaca yönelik değerlendirme, Bireysel Düzey)

Ö8: Atmosfer sıcaklığına dayanıyordur. Atmosfer daha sıcaksa, Atmosfere dayanan çekirdeğe de dayanır. O zaman yine 1.yol olur.(Değerlendirme-Farklı değişkenlerin sonuca etkisine göre karar verme, Sosyal Düzey)

Ö7 :Bence de 1.



*Şekil 16.*Grup3'ün uzay aracı etkinliğine ilişkin model oluşturma süreci

Ö9:Evet ama benim bir fikrim daha var aslında.1.yol ve 3.yolun birleşimi gibi yeni bir yörünge oluştursak.(İzleme-Plana bağlı olmayan durumlara ilişkin yeni fikir ortaya atılması, Bireysel Düzey).

Ö7: Nasıl yani?

Ö9: Eğer en ideal bilgi alma yolunu istiyorsak hem sürenin kısalması hem de uydunun kurtarılması gerekiyor. (Değerlendirme-Amaca yönelik değerlendirme, bireysel düzey.)

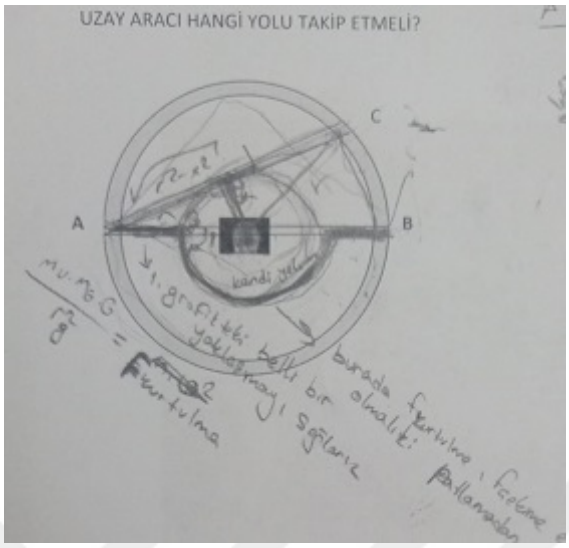
Ö8: Ben hala 1.yoldan güneşe maksimum düzeyde yaklaşılacağı için dünyaya en iyi veri akışının sağlanacağını düşünüyorum. Veriyi aldıktan sonra uydunun yok olmasının önemi kalmıyor.(Değerlendirme-Farklı değişkenlerin sonuca etkisine göre karar verme, Sosyal Düzey)

Ö7: Evet birinci yolda üçüncü yola göre uydu geri dönmediği için geri dönüş maliyetinden de kazanç var. (Değerlendirme-Çözüm önerilerinin karşılaştırılması, Sosyal Düzey)

Ö9: Şöyle olsa, Önce 1. grafik üzerinden giden ve süreyi azaltan bir yoldan gitsin, A ile merkez arasında bir yerde kuvvet dengelenerek uydu ideal kuvvetle

kurtarılır. Yani 1. ve 3. grafik birleştirilir. Çünkü 1. yolda yoldan kazanç, 3. yolda da risk olmadığı için ikisi birlikte daha ideal olur. (Şekil çizer.)

(Planlama-Şekil ve grafik yardımıyla problemin anlaşılması, Bireysel Düzey)

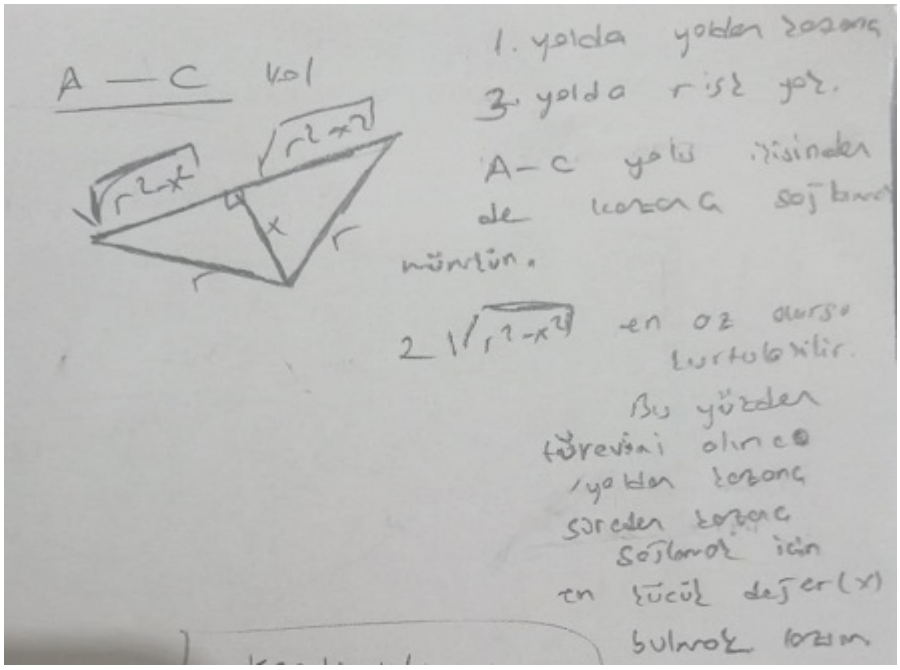


*Şekil 17.*Ö9 kodlu öğrencinin geliştirdiği yeni yörünge modeli

Ö8: O dengeleme nasıl olur peki?

Ö9: Bu çizdiğim yol üzerinde F kurtulma, F çekime eşit olur ki bu da uydunun patlamasını engeller, hem de 3. yol için süre dezavantajı var demiştik o da ortadan kalkar. Burada $\sqrt{r^2 - x^2}$ ifadesinin en az olması lazım. Türevini alınca hem süre hem yoldan kazanç sağlayacak en küçük x değerini bulmak lazım.

(İzleme-Planın uygulanması, Bireysel Düzey)



*Şekil 18.*Ö9'un kendi oluşturduğu yörünge modeline ilişkin detaylar

Ö7: Mantıklı geldi bana. Hem süreden kazandık hem de uydu patlamadı. (Değerlendirme-Farklı değişkenlerin etkisine göre karar verilmesi, Sosyal Düzey)

Ö8: Şöyle diyelim, Eğer bu 3 yoldan birini seçeceksek 1 ama kendi yolumuzu yaratabiliyorsak 1 ve 3'ün birleşimi olan yeni yörünge. (Değerlendirme-Çözüm önerilerinin karşılaştırılması, Sosyal Düzey)

Ö9:Bence de.

Araştırmanın dördüncü alt problemi "Üst bilişsel beceriler modelleme sürecinin yapısını ve başarıya ulaşmasını nasıl etkilemektedir?" sorusuna yönelik olarak sürecin tamamı düşünüldüğünde son ana kadar planın birçok kez revize edildiği görülmektedir. Sorunun içinde yer almayan sıcaklık, kütle çekim kuvveti, yakıt tüketimi, maliyet, uydunun gözlem süresi, uydunun tekrar kullanılabilmesi gibi birçok değişkenin plana sonradan eklendiği görülmektedir. Araştırmanın ikinci alt problemine ilişkin, sürecin sonlarına doğru üst bilişsel becerilerin daha çok değerlendirme boyutunda ortaya çıktığı ve sosyal düzeyde gerçekleştiği görülmektedir. Bunun nedenine ilişkin sürecin sonuna doğru karar verme bilincine bağlı olarak değerlendirme boyutuna ait üst bilişsel becerilerin kullanım sıklığının arttığı düşünülmektedir. Ayrıca amaca yönelik değerlendirmenin ön plana çıktığı ve öğrencilerin soru kökünde bulunmayan birçok değişkeni modellerine ekledikleri görülmektedir. Aşağıdaki tabloda sürecin tamamında yörüngelerin tercih edilme veya edilmeme durumlarına ilişkin göz önüne alınan kriterlere yer verilmektedir. Sürecin sonunda verilen üç farklı yörünge dışında hem süreden kazanç sağlayacakları hem de uydunun yok olmayacağı veri akışı açısından ideal olan yeni bir yörünge önerisi geliştirmişlerdir.

Tablo 13

Yörüngelerin Belirlenmesinde Göz Önüne Alınan Kriterler

1. Yörünge	2. Yörünge	3. Yörünge	Geliştirilen Yeni Yörünge
Güneşe en çok yaklaşabilme ihtimali, bu durumda son ana kadar veri toplanması	Güneşe hep sabit bir uzaklıkta hareket edecek olması	Uydu yok olmayacağı için veri akışına devam etmesi ve risk olmaması	3. yörüngeye göre süreden kazanç sağlaması

Güneşin tam üzerine geldiğinde uydunun yok olması nedeniyle tekrar kullanılamaması	Süre artacağı için daha fazla yakıt kullanılması gerektiği	1. yörüngeye göre uydunun yok olmaması ve riskin olmaması
Uydu yok olacağı için geri dönüş maliyetinin olmamasının yakıt tasarrufuna yol açması	Yakıt masrafının uzay aracının maliyetinden fazla olması	Süreden sağlanan kazançla en küçük x değerine bağlı olarak maliyetin minimalize edilmesi

Aşağıdaki tabloda model oluşturma sürecinde üst bilişsel becerilerin kullanılma sıklığının boyutlara ait yüzdeleri verilmektedir. Üst bilişsel becerilerin matematiksel model oluşturma sürecinin tamamı boyunca açığa çıktığı ve en çok değerlendirme boyutuna ait üst bilişsel becerilerin daha sonra ise izleme boyutuna ait üst bilişsel becerilerin kullanıldığı görülmektedir.

Tablo 14

Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli? Etkinliğinde Üst Bilişsel Becerilerin Kullanılma Sıklığının Boyutlara Ait Yüzdeleri

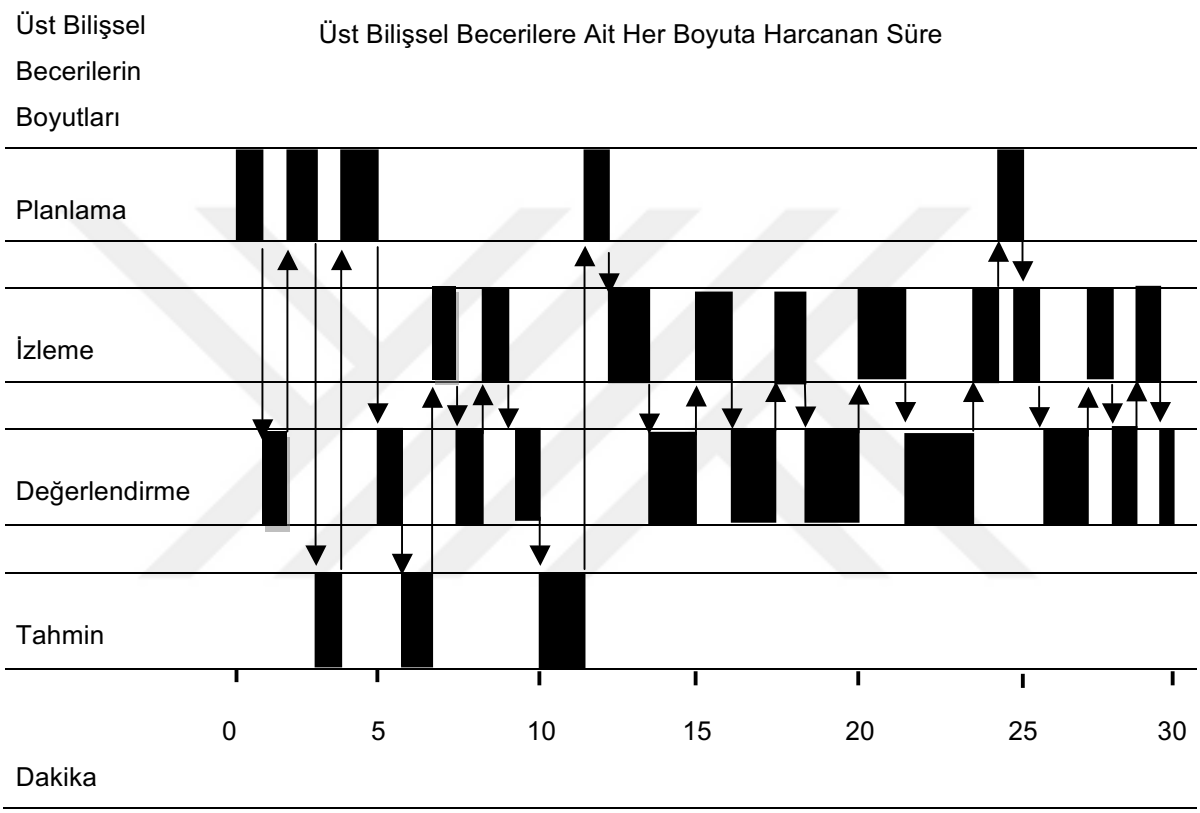
Süreç / Sınıf	Üst Biliş			
	Planlama	İzleme	Değerlendirme	Tahmin
12.sınıf	%20	%28	%44	%8

Aşağıdaki tabloda “Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?” etkinliğine ilişkin zaman grafiği verilmiştir. Araştırmanın dördüncü alt problemine ilişkin olarak karmaşık olan modelleme sürecinin örneği görülmektedir. Modelleme etkinliği boyunca üst bilişsel becerilerin çeşitli boyutlarda ortaya çıkması ve bu boyutlar

arası geçişlerin olması matematiksel modelleme sürecinin doğrusal olmadığını ispatlamaktadır. Sürece ilişkin zaman grafiği incelendiğinde tüm boyutlar arası güçlü bir ilişki olduğu görülmektedir.

Tablo 15

Uzay Aracı Hangi Yolu Tercih Etmeli ? Model Oluşturma Etkinliğine İlişkin Zaman Grafiği



"Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli" etkinliğinin zaman grafiği incelendiğinde, sürecin başında planlama boyutuna ait üst bilişsel becerilerin ortaya çıktığı görülmektedir. Öğrenciler verilen ve istenenleri belirledikten sonra, şekiller yardımıyla problemi anlamaya çalışmışlardır. Daha sonra uydunun güneşin sıcaklığından etkileneceğine karar vermişlerdir. "1. yolda uydunun güneşin tam üzerine geldiği için tekrar kullanılamayacağı", "3. yolda ise daha fazla yakıt kullanılması gerektiği", "güneşin kütle çekim kuvvetine gireceği için grafiklerin parabolikleştirilmesi", "verilerin güneşin atmosferinden mi yoksa çekirdeğinden mi toplaması gerektiği", "yakıt masrafı ile uzay aracının maliyetinin karşılaştırılması''

gibi birçok soruda bulunmayan değişkenin etkisi fark edilmiş ve bu değişkenlerin etkisine göre değerlendirmeler yapılmıştır.

Ayrıca üst bilişsel becerilerin açığa çıkması ve sosyal düzeyde gerçekleşmesi sayesinde karmaşık modelleme sürecinin başarıya ulaştığı görülmektedir. Aşağıdaki tabloda "Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?" etkinliğinde üst bilişin kaynağının bireysel, sosyal ve çevresel düzeyde karşılaştırılması verilmektedir.

Tablo 16

Üst Bilişin Kaynağının Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli Etkinliğinde Bireysel, Sosyal ve Çevresel Düzeyde Karşılaştırılması

Bireysel Düzey	Sosyal Düzey	Çevresel Düzey
%51	%47	%2

Yukarıdaki tablo incelendiğinde üst bilişin bireysel ve sosyal düzeyde gerçekleşme yüzdelerinin birbirine yakın olduğu görülmektedir. Sürecin en başında üst bilişin sosyal düzeyde ortaya çıkması tek başına iken ilerleme gösteremeyecek olan öğrenci için de sürecin başarı ile tamamlamasını sağlamaktadır. Ayrıca üst bilişin kaynağı çevresel düzeyde, bireysel ve sosyal düzeylere oranla daha az açığa çıkmaktadır.

Üç etkinliğe ilişkin model oluşturma süreci genel olarak kıyaslandığında, "Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde?" etkinliğinde üst bilişsel becerilerin diğer iki etkinliğe oranla sayıca daha az açığa çıktığı ve üst bilişin boyutları arasında daha az yoğunlukta geçişlerin yaşandığı görülmektedir. Ayrıca üst bilişsel becerilerin tahmin boyutu sürecin en başında açığa çıktıktan sonra tekrar bu basamağa dönülmemektedir. "Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?" etkinliği diğer iki etkinlik ile kıyaslandığında, üst bilişin tahmin boyutunun daha fazla ön plana çıktığı belirlenmiştir. "Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?" etkinliğinde ise diğer iki etkinliğe göre üst bilişsel becerilerin sayıca daha fazla açığa çıktığı ve boyutlar arası daha yoğun geçişler yaşandığı tespit edilmiştir. Ayrıca üst bilişsel becerilerin değerlendirme boyutunun daha fazla ortaya çıktığı görülmektedir.

Araştırmanın beşinci alt problemine ilişkin, uygulamalar sonunda her gruptan birer öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler sonucu elde edilen veriler aşağıdaki kriterlere göre kodlanmıştır. Öğrencilerin matematiksel model oluşturma etkinliklerine ilişkin görüşleri dört tema altında toplanmıştır.

Tablo 17

Öğrencilerin Matematiksel Model Oluşturma Sürecine İlişkin Bakış Açısı

Kategori	Tema	Kod
Öğrencilerin matematiksel model oluşturma sürecine bakış açısı	Matematiksel model oluşturma etkinlikleri alışılmış problemlerden farklıdır.	PISA soruları Yeni nesil sorular
		Hesap makinesinden farklı düşünmek
		Fikir alışverişi gerektirmesi
		Uzun sorular
		Tümevarımla sonuca ulaşma
		Çözümün birçok algoritma içermesi
		Tek bir yolun olmaması
		Yeniden çözülse farklı sonuçlar bulunabilmesi
	Dış kaynakların rehberliği ve iletişim önemlidir.	Eksik kapatma
		Kendini ifade etme
		Arkadaşını anlama
		Arkadaşının yorumu
		Arkadaşlarını ikna etme
		Arkadaşından öğrenme
		İnternetten yardım alma
	Matematiksel model oluşturma sürecinde farklı becerilere ve stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır.	Problemi tekrar tekrar okuma
		Amacı düşünme
		Problemi basitleştirme
		Şekiller, grafikler çizme
		Çözümü sürekli kontrol etme
		Farklı fikirlere açık olma
		Gerçek verilerdeki sayılarla uğraşmanın zorluğu
		Hesap makinesi gerektirmesi

	Matematiksel model oluşturma sürecinde yaşanan zorluklar vardır.	Uzun olması
		Arkadaşının fikrini düşünüp, doğru veya yanlış olduğuna karar verme
		Çözümün doğruluğuna ilişkin belirsizlik

Öğrencilerin matematiksel model oluşturma etkinlikleri alışılmış problemlerden farkları konusundaki görüşlerini "PISA soruları", "yeni nesil sorular", "uzun sorular", "hesap makinesinden farklı düşünmek", "tümevarımla sonuca ulaşma", "çözümün birçok algoritma içermesi", "tek bir yolun olmaması", "fikir alışverişi gerektirmesi" şeklindeki ifadeleri kullanarak aktarmışlardır. Öğrencilerin bu görüşlerine ilişkin doğrudan ifadelere aşağıda yer verilmektedir.

"Mesela bizim uzay aracı sorusunu düşünelim. Bir mühendis yetiştirmek istiyorsak, güneşin kütle çekim kuvvetinin uyduya nasıl bir etkisi olacağını bilmesi lazım. Gerekli bazı önlemleri alması için. Birçok şeyi aynı anda düşünebilmeli. Geriye kalan işlemleri hesap makinesi de yapar zaten. Farklı olmalı. Bu problemler bu işe yarayabilir bence. Ayrıca çözümün içinde birçok aşama var, mesela biz ilk başta farklı bir sonuç düşünmüştük sonra yeni bir yol oluşturduk, tek bir doğru cevap yok aslında."(Ö9)

"Üniversite sınavında yeni çıkan sorulara, PISA sorularına falan benziyor. Mesela trafik sorusu kaç sayfa sürüyor ama aslında anlatmak istediğini anlayabilirsen işlemleri kolay. Bence soru biraz daha kısa olabilir. Bir de sayılar gerçek kaza sayıları olduğu için yüzde hesaplamalarında zorlandık. Hesap makinesi bazı durumlarda kullandık. Diğer gruplardaki arkadaşlarımın çözümlerine baktım mesela grafik problemleri daha kısaydı. Bizim problemimizde önemli olan okuduğunu anlamak. Test kitabı sorularına da benzemiyor orda fikir alışverişi yok, arkadaşının fikri önemli değil, bireysel."(Ö2)

"Bu sorular kesinlikle alıştığımız sorulardan farklı. En başta uzun, senin anlamanı bekliyorlar. Bir de sürekli arkadaşını dinlemen gerekiyor, ben mesela tek başıma soru çözmeyi daha çok seviyorum ama bu soruları çözerken herkesin fikri alınıyor. Bir de bulduğumuz çözüm doğru mu bunu şu an bilmiyorum, belirsizlik oluşturdu ben de. Mesela bizim sorumuzda hiçbir sayı yoktu. Kafamıza göre

kendimiz sayılar vererek denedik, en son genellemeye çalıştık. Aslında tümevarım gibi oldu." (Ö4)

Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliklerinin çözümünde dış kaynakların rehberliği ve iletişim kapsamındaki görüşlerini "eksik kapatma'', "kendini ifade etme ve arkadaşını anlama'' , "arkadaşından öğrenme", "arkadaşını ikna etme'' ve "internetten yardım alma''şeklindeki ifadelerle aktarmışlardır. Bu duruma ilişkin örnekler aşağıda verilmektedir.

"Bu soruların en farklı yanı bence sürekli konuşmak. Konuştukça açıkların ortaya çıkıyor ve birimizin açığını diğeri kapatıyor. Hem kendini ifade etmen gerekiyor hem de mesela benim yanlış düşündüğüm yerleri anlamam gerekiyor. Mesela kazı probleminde benim arada sırada kafam durdu hissettim ama arkadaşlarım bana anlattıktan sonra anladım, sanırım onlar açıklamasa soruya daha fazla bakmazdım.'' (Ö4)

"Bazen soru uzun olduğu için kafan karışıyor ve o anda arkadaşın ya da öğretmenin senin anlamana yardımcı oluyor. Hatta biz bir ara internetten bile yardım aldık uzay aracı sorusu için. Arkadaşlarım bir roketin tekrar kullanılamayacağını söyledi. İnternetten tekrar kullanılabilir roketlere baktık. Bir yandan da düşündüğün şeyi o an kanıtlaman ve güzelce anlatabilmen, ikna etmen gerekiyor.'' (Ö9)

"Biz trafik sorusunda ilk başta çok zorlandık ama sonra tekrar tekrar okuduğumuzda sorunun ne demek istediğini anlamaya başladık. Orada arkadaşlarım bir daha okuyup, tartışmasa ben düşünmeyi bırakabilirdim. Onları dinlerken yeniden düşünmeye başladım.'' (Ö2)

Öğrenciler matematiksel model oluşturma etkinlikleri sürecinde ihtiyaç duydukları becerilere ve kullandıkları stratejilere ilişkin görüşlerini "problemi tekrar tekrar okuma", "amacı düşünme", problemi basitleştirme", "şekiller, grafikler çizme", "çözümü sürekli kontrol etme", "farklı fikirlere açık olma" şeklindeki ifadeler kullanarak yansıtmışlardır. Öğrencilerin bu görüşlerine ait ifadeler aşağıda doğrudan alıntılarla verilmektedir.

"*Bence bu problemler çok uzun olduğu için sürekli yeniden okumak gerekiyor. Mesela arkeologlarla ilgili soruda iyice anladıktan sonra arazinin şeklini çizdik, her okuduğumuzda şekil değişti ve soruyu düşünmek kolaylaştı. Burada*

yeni fikirlere açık olmak gerekiyor. Bir arkadaşım sayı olmadığı için biz sayı verelim dediğinde denemeye açık olmalıyız. Ayrıca sonucu kontrol etmeniz gerekiyor. Çünkü en son haline gelene kadar birçok kez fikrimiz değişti.''(Ö4)

"En etkili yol sanırım şekiller kullanmak. Uzay aracı sorusunda çizdiğimiz son grafikler neden o yolu seçtiğimizi konuyu bilmeyen birine anlatabilir. Problemleri çözmek için biraz basitleştirmek gerekiyor. Başta çok karışık gelse de arkadaşımın fikri sayesinde başka şeyler ortaya çıkabiliyor, en zor kısmı ise o fikrin amaca uygun olup olmadığını anlamak. Şu an tekrar çözsem farklı bir şeyler daha düşünebilirim gibi geliyor.''(Ö9)

"Trafik sorusunda artık kazaya neden olan şeylere karar verdiğimizde, sürücülere bunları anlatacak şekilde grafikler kullandık. Mesela 2-3 sayfalık bir problemin sonucu kısa bir grafikle anlaşılır oldu. Bir de en çok tekrar okuma yoluna gittik, ilk başta hiçbir şey yapamayacağız gibi gözükse de anlamaya başladıkça devamı geliyor.'' (Ö2)

Son olarak, öğrenciler matematiksel model oluşturma sürecinde yaşanan zorluklara ilişkin görüşlerini "gerçek verilerdeki sayılarla uğraşmanın zorluğu", "hesap makinesi gerektirmesi", "uzun olması" , "arkadaşının fikrinin doğru veya yanlışlığına karar verme" ve "çözümün doğruluğuna ilişkin belirsizlik" şeklindeki ifadelerle aktarmışlardır. Bu duruma ilişkin örnekler aşağıda verilmektedir.

"Trafik sorusu gerçekten çok uzundu. Evet gerçek hayattaki matematiği görüyorsun ama bir yandan gerçek sayılarla uğraştığımız için yüzde hesaplarında ve oran-orantı kısmında zorlandık, hesap makinesinden yararlandık bu problemler sanki grafik sorularında daha uygun gibi."(Ö2)

"Bence zorluk kısmı biraz şu. Mesela ben sizin verdiğiniz üç yoldan başka yeni bir yol ürettim. Arkadaşlarıma başta mantıklı gelmedi ama sonra yöntemimi açıkladığımda evet dediler. Birinin fikrinin doğru veya yanlış olduğuna o an karar verme kısmı biraz zor."(Ö9)

"Genel olarak zorlayıcı kısmı arkadaşlarının fikirlerine göre ilerlemek. Çünkü ortaya çıkan çözüm doğru mu emin olamıyorsun. Bir belirsizlik oluyor ben mesela düşünüyorum acaba bizim sorumuzu diğerleri nasıl çözerdi, aynı yoldan mı giderdi diye."(Ö4)

Bölüm 5
Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmanın amacı, lise öğrencilerinin matematiksel model oluşturma sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilerini açığa çıkarmaktır. Bu amaç doğrultusunda birbirinden farklı iki model oluşturma etkinliği geliştirilerek, pilot çalışma yapılmıştır. Birinci etkinlikte hiçbir matematiksel ifade veya sayıya yer verilmezken, ikinci etkinliğin içerisinde sayısal ifadeler, istatistiksel bilgiler ve çözüm önerisinde bulunması gereken yüzde hesapları tablolar halinde verilmiştir. Öğrenciler birinci etkinlikte hiçbir sayı verilmediği için çeşitli stratejiler geliştirerek ve bu stratejileri test etmişlerdir. Burada öğrencilerin planlama basamağına tekrar tekrar döndükleri tespit edilmiştir. Ayrıca yapılan tahminlere ilişkin varsayımlar test edilmiş, çözüm stratejisi farklı sayılar için de denendikten sonra genelleme yapılmıştır. Bu durum birinci etkinlikte daha fazla üst bilişsel becerinin açığa çıkmasına ve bu beceriler arası geçişlerin daha yoğun olarak yaşanmasına sebep olmaktadır. İkinci etkinlikte ise sürecin başında kazaların olası nedenlerine ilişkin basit tahminler yapıldıktan sonra büyük bir veri setinden modele uygun değişkenler seçilmiştir. Etkinlik süreci genel olarak değerlendirildiğinde ve zaman grafikleri incelendiğinde ikinci etkinlikte ilk plana bağlı kalındığı, plan dışı noktaların çok fazla açığa çıkmadığı, izleme becerilerini değerlendirme becerilerini takip ettiği ve öğrencilerin doğrudan yüzde ve olasılık hesaplarına geçtikleri belirlenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda, yapılandırılmamış, içerisinde çok fazla sayı ve matematiksel ifadeler bulundurmayan matematiksel model oluşturma etkinliklerinde üst bilişsel becerilerin daha fazla ortaya çıktığı görülmüştür.

"Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? etkinliği kapsamında analiz edilen matematiksel model oluşturma sürecinde, üst bilişsel becerilerin ve bu becerilere arası geçişlerin diğer iki etkinliğe göre daha az sayıda açığa çıkmasında etkinliğin çözüm önerisinin matematiksel işlem ve hesapları daha fazla barındırmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrenciler zamanlarının büyük bir kısmını işlemlere ayırdığı için plana bağlı kalmışlardır. Buradan hareketle, üst bilişin ve üst bilişsel becerilerin boyutları arasındaki geçişlerin yoğun olarak ortaya çıkması için işlemsel boyutun daha geri planda olduğu etkinlikler geliştirilebilir.

“Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz?” etkinliği kapsamında analiz edilen matematiksel model oluşturma sürecinde, problemin içerisinde hiçbir sayı verilmediği için öğrenciler sürecin başında ön bilgi ve sezgiye dayalı ihtimalleri düşünmüşlerdir ve rastgele bir sayı vererek başlamışlardır. Etkinliğin içerisinde hiçbir sayı verilmemesinin üst bilişsel becerilerin tahmin boyutunun diğer etkinliklere göre daha fazla açığa çıkmasına neden olduğu söylenebilir. Buradan hareketle üst bilişsel becerilerin tahmin boyutunda daha fazla ortaya çıkması için içerisinde sayı bulunmayan problemlerin geliştirilmesinin uygun olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda geliştirilen modelin başlangıç noktası rastgele bir sayı olduğu için çözümün doğruluğunu test etme ihtiyacı doğmuştur. Bu amaçla öğrenciler kazı alanının maksimum olması için geliştirdikleri en-boy oranı arasındaki ilişkinin geçerliliğini farklı sayılar için de incelemişlerdir. Diğer model oluşturma etkinliklerinde değerlendirmenin bu boyutu ile ortaya çıkmadığı görülmüştür.

Esas uygulama kapsamında geliştirilen “Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?” etkinliğinde ise problemin içinde yer almayan birçok değişkenin plana eklendiği ve farklı stratejilerin uygunluğunun değerlendirildiği görülmektedir. Öğrenciler uydunun kütle çekim kuvvetinden etkileneceğini düşünerek, grafikleri parabolikleştirmişlerdir. Bu noktada fizik bilgilerinin de kullanıldığı, çözüm stratejisinin disiplinlerarası bir yöntemle geliştirildiği söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin model oluşturma etkinliğinin başında şekil ve grafikler yardımıyla problemi anlamaya çalışmışlardır. Tüm süreç boyunca problemin kökünde yer almayan değişkenlerin tespit edildiği ve bu değişkenlerin amaca etkisi göz önüne alınarak planın güncellendiği görülmektedir.

Öğrencilerin sürekli çözüm önerilerine yeni stratejiler ekleyerek izleme becerilerine geri dönmesi, amaca uygun değerlendirmeler yapması, matematiksel modelleme sürecinin lineer bir süreç olmadığını ve aynı zamanda üst bilişsel becerilerin ortaya çıkmasının matematiksel modelleme sürecini şekillendirdiğini göstermektedir.

Diğer yandan, geliştirilen üç farklı matematiksel model oluşturma etkinliği süresince ortaya çıkan üst bilişsel beceriler incelendiğinde, Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli? etkinliğinde daha fazla üst bilişsel becerinin açığa çıktığı ve üst bilişin boyutları arasında daha yoğun olarak geçişlerin yaşandığı görülmektedir. Bu noktada geliştirilen etkinliğin doğal yapısının öğrenciyi farklı değişkenleri

düşünmeye itecek ve yeni değişkenlere bağlı olarak alternatif çözüm önerilerini kapsayacak şekilde tasarlanmasının önemli olduğu söylenebilir. Aynı zamanda etkinliğin çok fazla işlem becerisi gerektirmemesi nedeniyle öğrencilerin daha çok strateji ürettikleri düşünülmektedir. Bu durumun model oluşturma sürecinde üst bilişsel becerilerin en fazla değerlendirme boyutunda açığa çıkmasına neden olduğu söylenebilir.

Ayrıca yapılan görüşmelerde, öğrencilerin sürecin tekrar gerçekleşmesi halinde mevcut çözümlerinden farklı bir çözüm üretebileceklerini düşünmeleri ve bir mühendisin güneşin kütle çekim kuvvetinin etkisini bilmesi gerektiği, geriye kalan işlemleri hesap makinesinin de yapabileceğine ilişkin düşünceleri etkinliklerin yaratıcı fikirler etrafında esnek bir düşünme ortamı sağladığını göstermektedir.

Araştırma kapsamında ortaya çıkan matematiksel model oluşturma sürecinin başarıya ulaşmasında üst bilişsel becerilerin farklı boyutlarda ortaya çıkmasının ve bu basamaklar arası yoğun geçişlerin olmasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu durum Yong ve Kiong'un (2000), problem çözme sürecini başarılı olarak tamamlayan öğrencinin problem çözme basamaklarında farklı basamaklara gitmesi ve çözüm planını sürekli değiştirmesi sonucu ile paralellik göstermiştir.

Schoenfeld'in (1992), usta ve acemi problem çözücülerin davranışlarına ait zaman grafikleri kullandığı çalışmasında usta problem çözücülerin, problem çözme basamakları arasında geçişler yaptıkları ve tek bir çözüm yoluna bağlı kalmadıkları görülmüştür. Acemi problem çözücülerin ise başlangıçta seçilen yola bağlı kaldıkları, yanlış olsa bile bu yol üzerinden sonuca ulaşmaya devam ettikleri tespit edilmiştir. Bu durum çalışmada ortaya çıkan sayıca en çok üst bilişsel becerinin açığa çıktığı iki model oluşturma etkinliğinde başlangıçtaki plan üzerinde birçok kez revizenin yapılması ve üst bilişin boyutları arasındaki geçişler yardımıyla yeni stratejiler eklenerek bu stratejilerin test edilmesinin matematiksel model oluşturma sürecini olumlu bir şekilde etkilediği sonucu ile benzerdir.

Üst bilişsel becerilerin en çok ortaya çıktığı "Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli?" etkinliğinde boyutlara ilişkin yüzde sonuçları incelendiğinde, sayıca değerlendirme boyutuna ait üst bilişsel becerilerin daha fazla ortaya çıktığı, daha sonra ise izleme becerilerinin geldiği görülmektedir. Magiera ve Zawojewski de (2011), problem çözme sürecinde üst bilişsel değerlendirmelerin daha yaygın olarak açığa çıktığı sonucuna ulaşmışlardır.

Hıdıroğlu ve Bukova Güzel'in (2015), üst bilişin planlama boyutuna ait olarak planlama yapılarından "amaç ve imkan analizini yapma" çalışmada ortaya çıkan "problemde verilen ve istenenlerin belirlenmesi" üst bilişsel becerisi ile benzerlik göstermektedir. Yine aynı çalışmada izleme yapılarında yer alan "plan dışı durumları ortaya koyma" çalışmada ortaya çıkan "planın uygulanması ve plana uymayan durumların fark edilmesi" üst bilişsel becerisi ile ve değerlendirme yapılarında yer alan "farklı şekillerde ulaşılan sonuçları karşılaştırma" üst bilişsel becerisi ile "farklı sayılar için de sonucun doğruluğunun test edilmesi" üst bilişsel becerisinin benzer olduğu görülmektedir.

Öğrenciler yapılan birebir görüşmelerde, tek başına belli bir yere kadar gelebileceklerini, grup çalışması sayesinde sürecin daha farklı boyutlarının ortaya çıktığını ve çözüme ulaştığını vurgulamışlardır. Özellikle süreç boyunca birbirlerini ikna edebilmeleri için iletişim becerilerinin önemli olduğuna dikkat çekmişlerdir. Bu durum Ata Baran (2019)'ın, matematiksel modelleme yaklaşımına uygun bir şekilde tasarlanan öğrenme ortamlarının matematiksel iletişim becerisini desteklediği sonucu ile uygunluk göstermektedir.

Aynı zamanda tüm etkinliklerde matematiksel modelleme sürecinin en başında üst bilişin sosyal düzeyde ortaya çıktığı görülmektedir. Tek başına iken süreci başarısız olarak tamamlayacak olan öğrencilerin, akranlarından aldıkları dönütler yardımıyla sürece katkıda bulundukları ve model oluşturma sürecini başarı ile tamamladıkları görülmüştür. Bu sonuç, Kim, Park, Moore ve Varma (2013)'nın, öğrencilerin sosyal bir ortamda grup arkadaşlarından aldıkları geri bildirimler ve eleştiriler yoluyla bireysel sınırların ötesine geçtiği ve üst bilişin birden fazla düzeyde yeniden kavramsallaştırılmasının önemli olduğu sonucu ile benzerlik göstermektedir. Buradan hareketle, üst bilişsel becerilerin ortaya çıkmasında dış kaynakların aktif bir şekilde kullanılmasının öneminin ortaya çıktığı söylenebilir.

Öğretmenlere, öğrencilerin üst bilişsel becerilerinin gelişimlerini desteklemek amacıyla derslerinde model oluşturma etkinliklerini kullanmaları önerilmektedir. Üst bilişsel becerilerin açığa çıkacağı öğrenme ortamları geliştirmelerinin ve akran etkileşimi gibi sosyal kaynakları dikkate almalarının etkili olacağı düşünülmektedir.

Üst bilişsel becerilerin daha farklı noktalarda açığa çıkması için özgün, işlemsel boyutun daha geri planda olduğu, disiplinlerarası bir çözüm yaklaşımı içeren model oluşturma etkinlikleri tasarlanması önerilmektedir.

Ayrıca öğretmenlerin yukarıdaki özelliklere sahip olan model oluşturma etkinliklerini geliştirebilmeleri ve derslerde etkili bir şekilde kullanabilmeleri için hizmet içi eğitimlere katılmaları faydalı olacaktır. Hem öğretmenlere yol gösterici olması hem de öğretim programının hedeflediği matematiksel düşünme gücü gelişmiş öğrencilerin yetişmesine katkıda bulunmak amacıyla, ders kitaplarında bu etkinliklere yer verilebilir.

Kaynaklar

Akpunar, B. (2011). Biliş ve üstbiliş (metabiliş) kavramlarının zihin felsefesi açısından analizi. *Turkish Studies - International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, *6*(4), 353-365.

Ata Baran, A. (2019). *Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde 8.sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Aztekin, S. ve Taşpınar Şener, Z. (2015). Türkiye'de matematik eğitimi alanındaki matematiksel modelleme araştırmalarının içerik analizi: Bir meta- sentez çalışması. *Eğitim ve Bilim Dergisi, 40*(178). 139-161.

Bakırcı, C. (2016). *Matematiksel modelleme etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin PISA matematik başarı düzeylerine etkisi.* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bassey, M. (1999). *Case study research in educational settings*. McGraw-Hill Education (UK).

Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education - Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, *51*(1-2), 149-171.

Blum, W. & Ferri, R. B. (2009). Mathematical modelling: Can it be taught and learnt? *Journal of Mathematical Modelling and Application, 1*(1), 45-58.

Blum, W., & Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling*: *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics*: *ICTMA 12* (pp. 222- 231). Chichester: Horwood Publishing.

Brown, A. L. (1977). *Knowing when, where, and how to remember : A problem of metacognition*. Technical Report No.47. ED146562

Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.),

Metacognition, motivation, and understanding (pp. 65-116). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

Bukova Güzel, E. & Uğurel, I. (2010). Matematik öğretmen adaylarının analiz dersi akademik başarıları ile matematiksel modelleme yaklaşımları arasındaki ilişki. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29*(1), 69-90.

Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.

Çakmak Gürel, Z. (2018). *Matematik öğretmeni adayların matematiksel modelleme süreçlerinin bilişsel açıdan incelenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Deniz, D. (2014). *Ortaöğretim matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine uygun etkinlik oluşturabilme ve uygulayabilme yeterlikleri*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Deniz, D. (2017). Öğretmen adaylarının uyguladıkları model oluşturma etkinliklerinin onuncu sınıf öğrencilerinin üstbiliş farkındalıklarına etkisi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6*(2), 580-595.

Dey, I. (1993). *Qualitative data analysis: A user-friendly guide for social scientists*. London: Routledge Publications.

Doerr, H. M. (1997). Experiment, simulation and analysis: An integrated instructional approach the concept of force. *International Journal of Science Education*, *19*, 265-282.

Doerr, H. M., Ärlebäck, J.B., & O'Neil, A. H. (2013). Teaching practices and modelling changing phenomena. *Proceedings of CERME8, February 6-10* (pp. 1041-1050).

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.

Doğan, A. (2013). Üstbiliş ve üstbilişe dayalı öğretim. *Middle Eastern ve African Journal of Educational Research*, *3*(6), 6-20.

Doruk, B. K. (2010). *Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Dost, Ş. (Ed.), Sezen-Yüksel, N., Sağlam-Kaya, Y., Urhan, S., Şefik, Ö. (2019). *Matematik Eğitiminde Modelleme Etkinlikleri*. Ankara: Pegem Yayınları.

Ekenel, E. (2005). *Matematik dersi başarısı ile bilişötesi öğrenme stratejileri ve sınav kaygısının ilişkisi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü,Eskişehir.

Ekiz, D. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. In L. Resnick (Ed.), *The Nature of Intelligence* (pp. 231-235). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive development inquiry. *American Psychologist, 34*, 906-911.

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.

Garrett, A. J., Mazzocco, M. M., & Baker, L. (2006). Development of the metacognitive skills of prediction and evaluation in children with or without math disability. *Learning Disabilities Research & Practice, 21*(2), 77-88.

Haines, C., & Crouch, R. (2010). Remarks on a modelling cycle and interpretation of behaviours. In R., Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines and A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (ICTMA 13) (pp. 145–154), New York: Springer.

Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Hıdıroğlu, Ç. N., & 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., & 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.

Kaiser, G. (2005). Mathematical modelling in school-examples and experiences. *Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festband für Werner Blum*, 99-108.

Karasar, N. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Akademik Yayıncılık.

Kim, Y. R., Park, M. S., Moore, T. J., & Varma, S. (2013). Multiple levels of metacognition and their elicitation through complex problem-solving tasks. *Journal of Mathematical Behavior, 32*(3), 377-396. DOI: 10.1016/j.jmathb.2013.04.002

King, J. P. (1999). *Matematik Sanatı* (N. Arık, Çev.). TÜBİTAK.

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

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003a). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 3–34). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003b). In what ways does a models and modeling perspective move beyond constructivisim. In R. Lesh, & H. M. Doerr (Eds), *Beyond constructivisim: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning and teaching* (pp.519-556). Manwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A.,& Post, T.(2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In R. Lesh, & A. Kelly (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp.591-645). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., & Lehrer, R. (2003). Models and modeling perspectives on the development of students and teachers. *Mathematical Thinking and Learning, 5(2&3),* 109-129.

Lesh, R., & Schauble, L. (2003). Origins and evaluation of model-based reasoning in mathematics and science. In R.Lesh,& H.M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivisim: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 59-70). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Lesh, R., & Schauble, L. (2007). A developmental approach for supporting the epistemology of modeling. In W.Blum, P. L. Galbraith, H-W. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modeling and application in mathematics education.* (pp. 153-160). New York, NY: Springer.

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. S. (2007). Problem solving and modeling. In F. 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, NC: Information Age Publishing.

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

Magiera, M. T. & Zawojewski, J. S. (2011). Characterizations of social-based and self-based contexts associated with students' awareness, evaluation, and regulation of their thinking during small-group mathematical modeling. *Journal for Research in Mathematics Education, 42*(5), 486-520.

MEB, (2017). Milli eğitim bakanlığı talim terbiye kurulu başkanlığı. *Ortaöğretim matematik dersi 9. 10. 11. 12. sınıflar öğretim programı.*

Mousoulides, N., Sriraman, B., & Christou, C. (2007). From problem solving to modeling – the emergence of models and modelling perspectives. *Nordic Studies in Mathematics Education, 12*(1), 23-47.

Nasibov, F., & Kaçar, A. (2005). Matematik ve matematik eğitimi hakkında. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, *13*(2), 339-346.

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

Neuman, W. L. (2007). *Toplumsal araştırma yöntemlerinde nitel ve nicel yaklaşımlar*. (Ö. Sedef, Çev.). İstanbul: Yayın Odası.

Niss, M., Blum. W., & Galbraith, P. (2007). Introduction. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. Henn, & M. Niss (Eds.), *Modelling and applications in mathematics education: 14th ICMI study* (pp.1-32). New York: Springer.

Ortiz, J., & Dos Santos, A. (2011). Mathematical modelling in secondary education: A case study. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferri and G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling: ICTMA 14* (pp. 127-135). Netherlands: Springer.

Polya, G. (1973). *How to solve it?: A new aspect of mathematical method* (2nd ed.). Princeton, NJ: Princeton University Press.

Sağıroğlu, D. (2018). *Matematik öğretmenlerinin matematiksel modelleme yöntemine yönelik etkinlik oluşturma ve uygulama süreçlerinin incelenmesi.* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical problem solving*. Orlando: Academic Press, Inc.

Schoenfeld, A. H. (1987). What's all the fuss about metacognition? In Schoenfeld, A. H. (Ed.), *Cognitive science and mathematics education* (pp. 189-215). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

Schoenfeld, A. H. (1992). Learning to think mathematically: Problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp.334-370). New York, NY: McMillan.

Shahbari, J. A., Daher, W. M. & Rasslan, S. (2014). Mathematical knowledge and the cognitive and metacognitive processes emerged in model-eliciting activities. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications, 5*(2), 209-2019.

Schraw, G., & Moshman, D. (1995). Metacognitive theories. *Educational Psychology, 7*(4), 351-371.

Stillman, G. (2011). Applying metacognitive knowledge and strategies in applications and modelling tasks at secondary school. In G. Kaiser, W. Blum, R. B. Ferriand G. Stillman (Eds.), *Trends in teaching and learning of mathematical modelling (*pp. 165-180). Netherlands: Springer.

Stillman, G. (2012). Applications and modelling research in secondary classrooms: What have we learnt? *Pre-proceedings of ICME12, The International Congress on Mathematical Education* (pp. 902-921). Seoul, Korea, July 8-15, 2012.

Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.

Şengil Akar, Ş. (2017). *Üstün yetenekli öğrencilerin matematiksel yaratıcılıklarının matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde incelenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Urhan, S., & Dost, Ş. (2016). Matematiksel modelleme etkinliklerinin derslerde kullanımı: Öğretmen görüşleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 15*(59), 1279-1295.

Van der Stel, M., Veenman, M. V. J., Deelen, K., & Haenen, J. (2010). The increasing role of metacognitive skills in math: A cross-sectional study from a developmental perspective. *ZDM Mathematics Education, 42,* 219-229.

Veenman, M. V. J. (2006). The role of intellectuel and metacognitive skills in math problem solving. In A. Desoete and M. V. J. Veenman (Eds.), *Metacognition in mathematics education* (pp. 35-50). New York: Nova Science Publishers.

Veenman, M. V. J., & Van Hout-Wolters, B. H. A. M., & Afflerbach, P. (2006). Metacognition and learning: Conceptual and methodological considerations. *Metacognition Learning, 1*, 3-14.

Voskoglou, M. (2007). A stochastic model for the modeling process. In C. Haines P. Galbraith W. Blum and S. Khan (Eds.), *Mathematical modeling: education, engineering and economics* (pp*. 149–157). ICTMA12*, Chichester: HorwoodPub.

Yavuz Mumcu, H., & Baki, A . (2017). Matematiği kullanma aktivitelerinde matematiksel modellemenin yorumlanması. *On Dokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi , 36* (1) , 7-33 .

Yıldırım, A., Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yetkin Özdemir, E., & Sarı, S. (2016). Matematik öğrenme ve problem çözmede üstbilişin rolü. In E. Bingölbali, S. Arslan, & İ.Ö. Zembat (Eds.), *Matematik eğitiminde teoriler* (pp. 655-676). Ankara: Pegem Akademi.

Yimer, A. & Ellerton N. F. (2006). Cognitive and metacognitive aspects of mathematical problem solving: An emerging model. *Mathematics Education Research Group of Australasia, Conference Proceedings*, 575-582.

Yong, H. T., & Kiong, L. N. (2000). Metacognition aspect of mathematics problem solving, *MARA University of Malaysia.*

Zawojewski, J. S., & Lesh, R. (2003). A models and modelling perspective on problem solving. In R. A. Lesh, & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivisim: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (pp. 317-336). Manwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

EK -A: Kazının En Geniş Alanlı Olması İçin Bölgeyi Nasıl Çevirmeliyiz? Etkinliği



2018 yılında ülkemizde 350'ye yakın arkeolojik kazı çalışması yapıldı. Tarihi Haydarpaşa garının peronlarının iyileştirilmesi çalışmaları sırasında yepyeni buluntular ortaya çıkarıldı. İstanbul Arkeoloji Müzeleri tarafından sürdürülen kurtarma kazılarında Khalkedon şehrine ait sur duvarları veya antik limanın mendireği olduğu ihtimalleri üzerinde durulmaktadır. Siz de bu buluntuların duvar yapısı ve taşlarının yapısını araştırmak üzere görevlendirilen arkeologlardan birisiniz. Kazılara başlamadan önce güvenlik açısından bölgenin tel ile çevrilmesi gerekmektedir. Çünkü bu bölge İstanbul'un kalabalık yerleşim yerlerinden biridir. Dikdörtgen şeklinde çevrilecek bölgenin uzmanların giriş çıkışı açısından bir kenarı tel ile çevrilmeyecektir. Bunun için gereken malzemeniz sınırlı olmakla birlikte araştırmanın derinlemesine olması açısından en geniş alanlı olacak şekilde tel ile bu bölgeyi çevirmeniz gerekmektedir. Sizden bir arkeolog olarak bölgeyi en geniş alanlı olacak şekilde çevirecek bir model geliştirmeniz ve yönteminizi açıklayan ayrıntılı bir rapor yazmanız beklenmektedir.

EK-B: Ölümle Sonuçlanan Trafik Kazaları Neden Artıyor? Kusur Kimde? Etkinliği



Geçtiğimiz günlerde ABD Ulusal Güvenlik Konseyi tarafından yeni bir trafik raporu yayınlandı. Yayınlanan rapor, ölümle sonuçlanan trafik kazalarının oranının bir önceki yıla oranla %6 arttığını gösteriyor. Diğer yandan, otomotiv endüstrisi her geçen gün gelişiyor; araçlar daha güvenli hale geliyor; sürüş destek ve uyarı sistemleri, dikkati dağılan sürücülere yardım ederek kazalarda alınabilecek hasarları en düşük seviyeye indiriyor. Anlaşılan, son dönemlerde ya otomotiv endüstrisine bir şeyler oluyor ya da sürücülere.

Türkiye'de de ölümlü kazaların her yıl arttığı aşağıdaki tabloda görülmektedir. Ölümlü ve yaralanmalı kazaların sayısının her geçen yıl artması, bu kazalara neden olan kusurların araştırılmasını gerektirmektedir.

TABLO 1: TRAFİK KAZA İSTATİSTİKLERİ

YILLAR	TOPLAM KAZA SAYISI	ÖLÜMLÜ, YARALANMALI KAZA SAYISI	MADDİ HASARLI KAZA SAYISI	ÖLÜ SAYISI			YARALI SAYISI
				TOPLAM	KAZA YERİNDE	KAZA SONRASI (1)	
2008	950.120	104.212	845.908	4.236	4.236	-	184.468
2009	1.053.345	111.121	942.224	4.324	4.324	-	201.380
2010	1.105.201	116.804	988.397	4.045	4.045	-	211.496
2011	1.228.928	131.845	1.097.083	3.835	3.835	-	238.074
2012	1.296.634	153.552	1.143.082	3.750	3.750	-	268.079
2013	1.207.354	161.306	1.046.048	3.685	3.685	-	274.829
2014	1.199.010	168.512	1.030.498	3.524	3.524	-	285.059
2015	1.313.359	183.011	1.130.348	7.530	3.831	3.699	304.421
2016	1.182.491	185.128	997.363	7.300	3.493	3.807	300.812

(1) Trafik kazasında yaralanıp sağlık kuruluşlarına sevk edilenlerden kazanın sebep ve tesiriyle otuz gün içinde ölenleri kapsamaktadır.
- Bilgi yoktur.
Kaynak: TÜİK, EGM

Türkiye İstatistik Kurumu'nun 2016 yılı trafik kazası istatistiklerine göre, toplam 213.149 adet ölümlü, yaralanmalı kaza gerçekleşmiştir. 2016 verilerine göre, bu ölümlü, yaralanmalı kazaların 190.954'ünün sürücü, 869 'unun yolcu, 18.612'sinin yaya, 1717'sinin yol ve 997'sinin taşıt kusurundan kaynaklandığı belirlenmiştir.
Ayrıca aşağıdaki tabloda sürücü, yolcu, yaya, yol ve taşıttan kaynaklanan kusurların nedenlerine ilişkin tablo verilmiştir.

Ölümlü yaralanmalı kazaya neden olan kusurlar, 2016

Kusurlar	Toplam Total
Toplam	213.149
Sürücü kusurları	190.954
Alkollü araç kullanmak	3.544
Araç hızını yol, hava ve trafiğin gerektirdiği şartlara uydurmamak	78.089
Arkadan çarpmak	14.339
Aşırı hızla araç kullanmak	2.143
Doğrultu değiştirme (dönüş) kurallarına uymamak	12.546
Geçme yasağı olan yerlerden geçmek	1.151
Kavşaklarda geçiş önceliğine uymamak	24.926
Kırmızı ışık veya görevlinin dur işaretine uymamak	4.299
Kurallara uygun olarak park etmiş araçlara çarpmak	5.975
Manevraları düzenleyen genel şartlara uymamak	15.757
Şerit ihlali yapma	2829
Taşıt giremez işareti bulunan yerlere girmek	5.472
Yaya ve okul geçitlerinde yavaşlamamak, yayalara geçiş hakkı vermemek	1.051
Sürücünün diğer kusurlu halleri	

	18.833
Yolcu kusurları –	869
Kask kullanmamak	145
Emniyet kemeri takmamak	123
Araçlara kontrolsüz şekilde binmek ve inmek	34
Trafiği güçleştirecek şekilde yola bir şey atmak-dökmek	52
Alkollü olarak seyahat etmek	14
Yolcuya ait diğer kusurlar	501
Yaya kusurları –	18.612
Geçit ve kavşakların bulunmadığı yerlerde geçme kurallarına uymamak	8.504
Trafik ışık ve işaretlerine uymamak	2.272
Taşıt yolu üzerinde trafiği tehlikeye düşürücü hareketlerde bulunmak	2 929
Karşıdan karşıya geçişlerde trafik kurallarına uymamak	1.532
Taşıt yoluna girmek	1.117
Taşıt yolunda sol kenardan gitmemek	326
Gece ve gündüz görüşün az olduğu hallerde çarpmayı önleyici tedbirler almamak	332
Trafiği güçleştirecek şekilde yola bir şey atmak-dökmek	10
Alkollü yola çıkmak	5
Yayaya ait diğer kusurlar	1.585
Yol kusurları -	1.717
Tekerlek izinde oturma	59
Şerit çökmesi	

Kismi veya münferit çökme	122
Düşük banket	69
Yol sathında gevşek malzeme	28
Yolda münferit çukur	542
Diğer yol kusurları	186
	711
Taşıt kusurları –	997
Kusurlu fren	262
Kusurlu rot	63
Makas, şaft, şanzıman, vites arızası	41
Aks kırılması	42
Kusurlu direksiyon	46
Far kusuru	43
Arka lambalar	33
Dönüs sinyali	18
Kapı kusuru	35
Lastik patlaması	299
Araca ait diğer kusurlar	115

TÜİK, Karayolu Trafik Kaza İstatistikleri, 2016

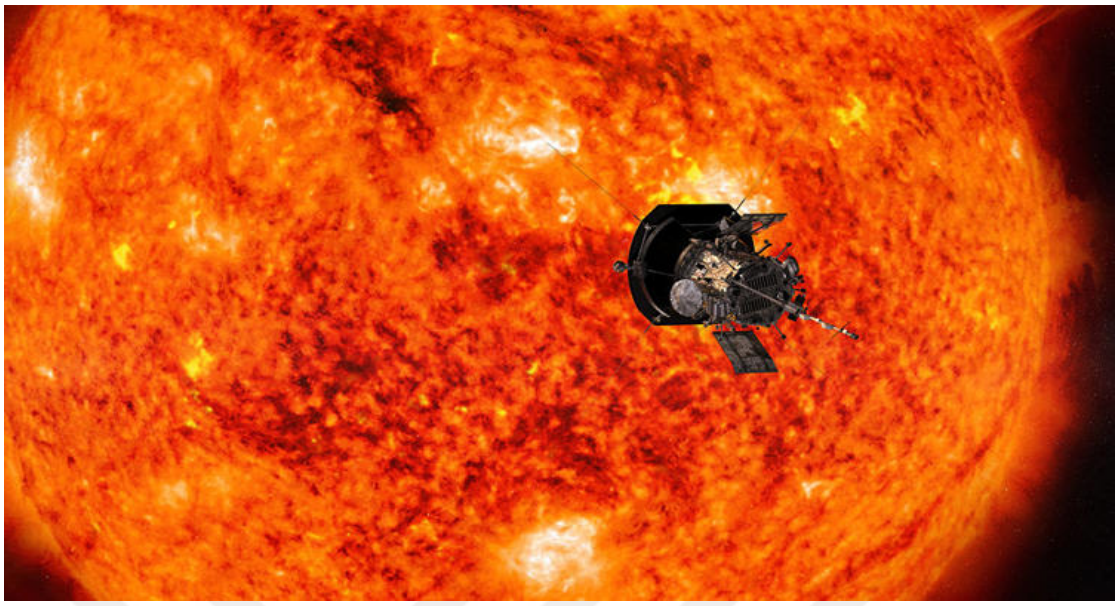
Karayolu Güvenliği Yüksek Kurulu, trafik güvenliği konusundaki alınacak önlemlerle ilgili yasal düzenlemeleri yapan Trafik Güvenliği Kurulu'nun önerilerini değerlendirip karar almakta ve bu kararları uygulamaya koymaktadır. Kurul bir sonraki toplantısı için sizden yardım beklemektedir. Ölümlü, yaralanmalı kazalar konusunda farkındalığı arttırmak ve önlem alınmasını sağlamak için sürücülere bir ölümlü, yaralanmalı kazanın olası nedenleri ve bu nedenlere bağlı kusurlar hakkında bilgi veren bir model geliştiriniz ve önerilerde bulununuz. Hazırladığınız model ve önerileri bir rapor haline getiriniz. Bu rapor tüm sürücülerin e-mail adreslerine gönderilecektir.

Çözüm Önerisi

Öncelikle ölümlü, yaralanmalı kazaların kaynağını araştırmak için yüzde hesabı kullanılarak aşağıdaki tablo oluşturulabilir.

Ölümlü, Yaralanmalı Kaza Nedenleri	**Kaza Sayısı (2016)**	**Kaza Yüzdesi (2016) (%)**
Sürücü		
Yolcu		
Yaya		
Yol		
Taşıt		

EK-C: Uzay Aracı Hangi Yolu Takip Etmeli? Etkinliği



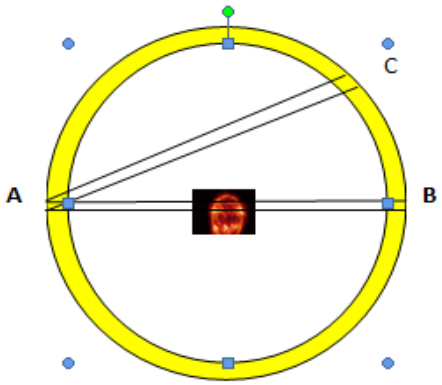
NASA'nın Parker Solar Probe adındaki inceleme uydusu Ağustos ayında Güneş yolculuğuna başlamıştı. Bu uydu güneşe en çok yaklaşan uzay aracı olurken Güneş'in atmosferine dalış yapan ilk insan yapımı nesne olarak tarihe geçti.

Aşağıda güneşin etrafındaki çembersel yörünge verilmektedir. Merkezde güneş bulunmakla birlikte NASA 3 farklı uyduyu 3 farklı yörüngede uzaya gönderecektir. Bu birimin başında siz olduğunuz için bu farklı yörüngelerin hangisinin tercih edilmesi gerektiğini anlatacağınız bir model geliştiriniz. Burada NASA çalışanlarına bu uzay araçlarının güneşe olan uzaklıklarını grafikler yardımıyla anlatarak ikna edici bir sunum hazırlamanız beklenmektedir.

1. Uydu aracı A'dan B noktasına düz yolu takip ederek;

2. Uydu aracı sarı renkli güzergahı kullanarak A 'dan B noktasını araştırmak üzere;

3.Uydu aracı ise A'dan C noktasını aşağıda gösterilen yolu takip ederek ulaşacaktır.



EK:D Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

GİRİŞ

Merhaba, ben lise öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde ortaya çıkan üst bilişsel becerilerinin incelenmesi üzerine bir araştırma yapıyorum. Bu görüşmede amacım, öğrencilerin matematiksel modelleme sürecinde kullandıkları stratejileri, becerileri belirlemek ve bu becerileri derinlemesine araştırmaktır. Lise öğrencileriyle görüşüyorum çünkü, öğretim programında matematiksel modelleme gibi yeni yöntemlere yer verilmesine rağmen uygulamadaki eksiklikler nedeniyle bu yeni yöntemlerin derslere yansımadığını düşünüyorum. Bu araştırmada ortaya çıkacak sonuçların, matematik öğretiminde farklı problem çeşitlerine de yer verilmesi noktasında etkili olacağına inanıyorum.

1. Bana görüşme sürecinde söyleyeceklerinizin tümü gizlidir. Bu bilgileri araştırmacıların dışında herhangi birinin görmesi mümkün değildir.
2. Başlamadan önce, bu söylediklerimle ilgili bana sormak istediğiniz bir soru var mı?
3. Görüşmeyi izin verirseniz kaydetmek istiyorum. Bunun sizce bir sakıncası var mı?
4. Bu görüşmenin yaklaşık on beş dakika süreceğini düşünüyorum. İzin verirseniz sorulara başlamak istiyorum.

GÖRÜŞME SORULARI

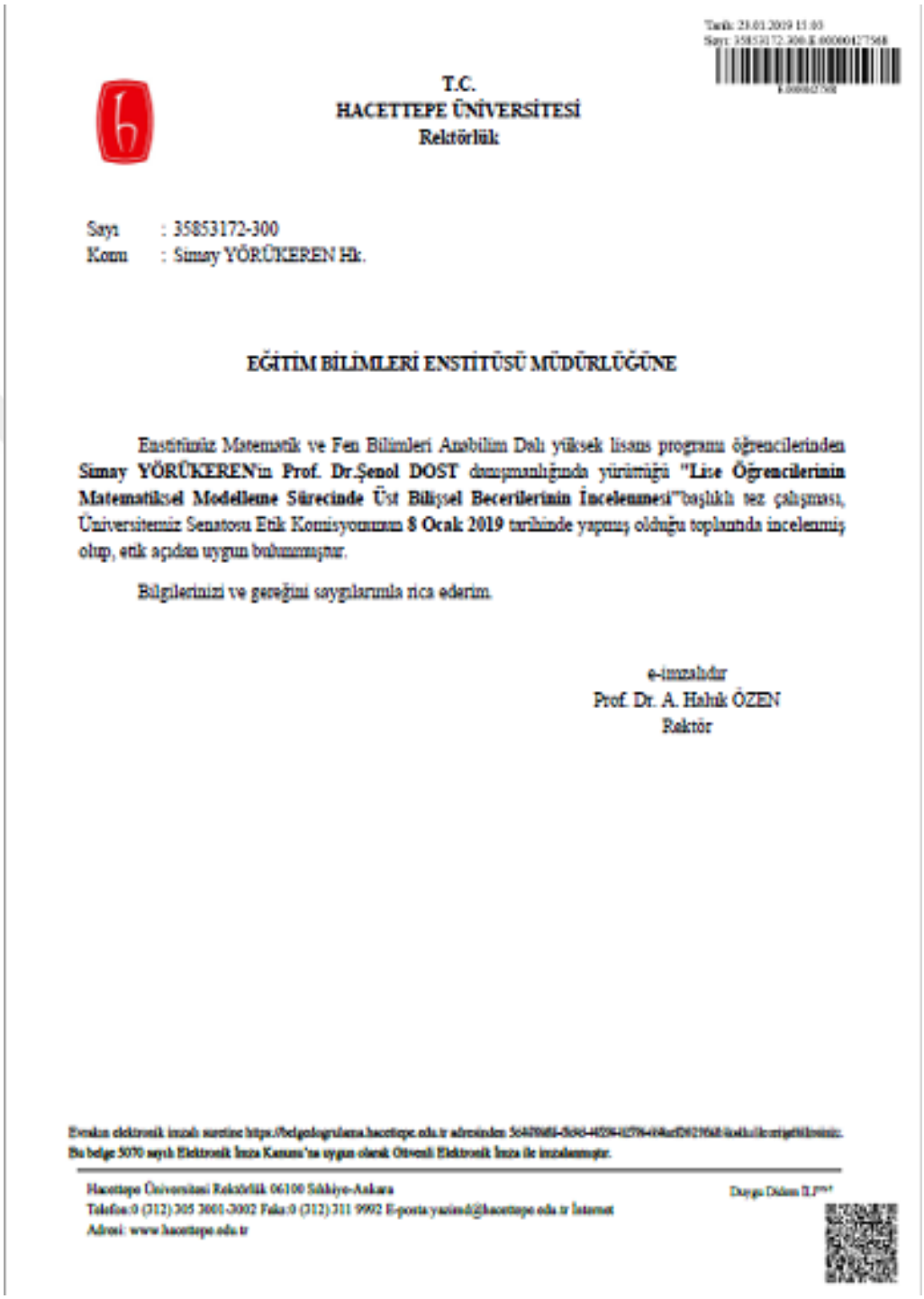
1) Modelleme sürecine ne kadar katkıda bulunabildiniz?

2) Grupla model oluşturma etkinlikleri üzerine çalışırken sıkışıp kaldığınız noktalarda hangi tür dış kaynaklara başvurdunuz?(materyal,grup arkadaşı,öğretmen) Bu dış kaynaklardan aldığınız rehberliğin size nasıl bir katkısı oldu?

3) Matematiksel modelleme sürecinde ne tür stratejiler ve beceriler kullandınız? Bu becerilere hangi koşullarda ihtiyaç duydunuz?

4) Genel olarak bu süreçte neler öğrendiğinizi her yönüyle nasıl açıklarsınız?

EK-E: Etik Komisyonu Onay Bildirimi



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Rektörlük

Sayı : 35853172-300
Konu : Sinay YÖRÜKEREN Hk.

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı yüksek lisans programı öğrencilerinden **Sinay YÖRÜKEREN**'in **Prof. Dr.Şenol DOST** danışmanlığında yürümüğü **"Lise Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Sürecinde Üst Bilişsel Becerilerinin İncelenmesi"**başlıklı tez çalışması, Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **8 Ocak 2019** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini saygılarımla rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. A. Haluk ÖZEN
Rektör

Evrakın elektronik imzalı suretine https://belgedogrulama.hacettepe.edu.tr adresinden [illegible] erişebilirsiniz.
Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu'na uygun olarak Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

Hacettepe Üniversitesi Rektörlük 06100 Sıhhiye-Ankara
Telefon:0 (312) 305 3001-3002 Faks:0 (312) 311 9992 E-posta yazisma@hacettepe.edu.tr İnternet Adresi: www.hacettepe.edu.tr

EK F: Ağrı Valiliği Milli Eğitim Müdürlüğü Araştırma İzin Belgesi

T.C.
AĞRI VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 34550427-20-E.4831855 05/03/2020
Konu : Uygulama İzni
(Simay ÇETİNKAYA)

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Ankara Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün bila tarih ve 51944218-300 sayılı yazısı.

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı yüksek lisans programı öğrencilerinden Simay ÇETİNKAYA'nın Prof Dr. Şenol DOST danışmanlığında yürütüğü lise öğrencilerinin Matematiksel Modelleme sürecinde üst bilişsel becerilerinin incelenmesi başlıklı tez çalışmasını İlimiz Hüseyin Celal Yardımcı Fen Lisesinde uygulama yapma talep yazısı müdürlüğümüz tarafından değerlendirilmiştir. Bahse konu yazı doğrultusunda yapılan değerlendirmeler sonucunda yapılacak olan çalışmaların müdürlüğümüz bilgisi dahilinde 2019-2020 Eğitim - Öğretim yılı içerinde yapılması ve sorumluluğun ilgili kurumda olması şartı ile yapılması müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Mehmet Faruk TEKİN
Milli Eğitim Müdürü

OLUR
05/03/2020

Yusuf CIBIR
Vali a.
Vali Yardımcısı

GÜVENLİ ELEKTRONİK İMZALI ASLI İLE AYNIDIR 05/03/2020

EK-G: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin bütününü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

03/06/2020

Simay ÇETİNKAYA

EK-H: Yüksek Lisans Tez Çalışması Orijinallik Raporu

02/06/2020

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Lise Öğrencilerinin Matematiksel Modelleme Sürecinde Üst Bilişsel Becerilerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
02/06/2020	65	103850	15/05/2020	%6	1336486289

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nı inceledim ve 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 eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Simay ÇETİNKAYA
Öğrenci No.: N17120192
Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi
Programı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi- Y. Lisans
Statüsü: ☒Y. Lisans ☐ Doktora ☐ Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.
Doç. Dr. Ayşegül ALTAY UĞUR

EK-I: Thesis Originality Report

02/06/2020

HACETTEPE UNIVERSITY

Graduate School of Educational Sciences

To The Department of Matematics and Sciences Education

Thesis Title: Investigation of Metacognitive Skills in Mathematical Modelling Process of High School Students

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
02/06 /2020	65	103850	15/05 /2020	%6	1336486289

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Simay ÇETİNKAYA

Student No.: N17120192

Department: Mathematics and Science Education

Program: Mathematics and Science Education- Masters

Status: ☒ Masters ☐ Ph.D. ☐ Integrated Ph.D.

ADVISOR APPROVAL

APPROVED

Doç. Dr. Ayşegül ALTAY UĞUR

EK-İ: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı(kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına ilişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.(1)
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren... ay ertelenmiştir.(2)
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.(3)

03/06/2020

Simay ÇETİNKAYA

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

(1) Madde6.1.Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

(2) Madde6.2.Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3.şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanın önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

(3) Madde7.1.Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir.Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.*
Madde7.2.Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

** Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.*