T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

BİLSEM LİSE MATEMATİK YARDIMCI DERS MATERYALİ ETKİNLİKLERİNİN PURDUE MODELİ VE ETKİNLİK TASARIM PRENSİPLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

Cemile CAN

(Yüksek Lisans Tezi)

İstanbul, 2024

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI

MATEMATİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

BİLSEM LİSE MATEMATİK YARDIMCI DERS MATERYALİ ETKİNLİKLERİNİN PURDUE MODELİ VE ETKİNLİK TASARIM PRENSİPLERİNE GÖRE İNCELENMESİ

INVESTIGATION OF BILSEM HIGH SCHOOL MATHEMATICS SUPPLEMENTARY COURSE MATERIAL ACTIVITIES WITH RESPECT TO PURDUE MODEL AND TASK DESIGN PRINCIPLES

Cemile CAN

(Yüksek Lisans Tezi)

Danışmanlar

Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KÜPCÜ

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇEZİKTÜRK

İstanbul, 2024

Tüm kullanım hakları

M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.

© 2024

ONAY

Cemile CAN tarafından hazırlanan "Bilsem Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Etkinliklerinin Purdue Modeli ve Etkinlik Tasarım Prensiplerine Göre İncelenmesi" konulu bu çalışma, 02/02/2024 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda aşağıdaki jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	Adı Soyadı	**İmza**
TEZ DANIŞMANI	Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KÜPCÜ	
JURİ ÜYESİ	Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇANAKÇI	
JURİ ÜYESİ	Dr. Öğr. Üyesi Muhammet ŞAHAL	

ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

17/01/2024

(İmza)

Cemile CAN

ÖZGEÇMİŞ

Lisans: Gazi Üniversitesi-Eğitim Fakültesi (Gazi)-Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi-Matematik Eğitimi/Öğretmenliği (Lisans + TEZSİZ Yüksek Lisans)

Görev Yaptığı Kurumlar

2012 yılında Bursa Yenişehir Yusuf Ateş Anadolu İmam Hatip Lisesi'nde matematik öğretmeni olarak görev yapmaya başlamış, 2016-2023 yılları arasında görevine İstanbul'daki çeşitli okullarda devam etmiştir. 2019-2023 yılları arasında (1 yıl Zeytinburnu Bilim ve Sanat Merkezi, 3 yıl Esenyurt Bilim ve Sanat Merkezi olmak üzere) BİLSEM'lerde görev yapmıştır. 2023 yılında tayin olduğu Manisa Alaşehir Şehit Evren Kara Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi'nde görevinde devam etmektedir. Çalıştığı kurumlarda başta Tübitak Ortaokul/Lise Araştırma Projeleri olmak üzere, Teknofest, eTwinning gibi çeşitli projelerle ilgilenmektedir.

Danışman olarak görev aldığı projelerden bazıları:

- TÜBİTAK 2204/B Ortaokul Araştırma Projeleri Yarışması 1689B012136680 numaralı proje - İstanbul Avrupa Bölge Birinciliği
- TÜBİTAK 2204/B Ortaokul Araştırma Projeleri Yarışması 1689B012212896 numaralı proje - İstanbul Avrupa Bölge Üçüncülüğü
- TÜBİTAK 2204/A Lise Öğrencileri Araştırma Projeleri Yarışması 1689B012339296 numaralı Proje (İstanbul Avrupa Bölge Sergisinde sergilendi)

Aldığı Hizmet İçi Eğitimlerden Bazıları:

Üstün Zekalılar Eğitmenlik Eğitimi, Dinamik Matematik Yazılımı Kursu, Python Programlama Eğitimi Kursu, Proje Hazırlama Yöntem ve Uygulamaları Kursu

Katıldığı Çalıştay ve Kongreler

- İstanbul Bilim ve Sanat Merkezlerinin Geliştirilmesi Çalıştayı 2023
- Antalya Gençlik Kongresi 2023 – 'Çizge Teorisi'nin Kullanım Alanlarına Genel Bir Bakış' isimli bildiri ile

İletişim Bilgileri

Manisa Alaşehir Şehit Evren Kara Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

ÖNSÖZ

Öncelikle çalışmam süresince bana yol gösteren ve rehberlik eden değerli danışman hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Ali Rıza KÜPCÜ ve Dr. Öğretim Üyesi Özlem ÇEZİKTÜRK'e en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Değerli görüşleri ile çalışmama katkıda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Orhan ÇANAKÇI'ya ve Dr. Öğr. Üyesi Muhammet ŞAHAL'a ve yüksek lisans ders döneminde bilgi ve tecrübelerinden faydalandığım tüm hocalarıma teşekkür ederim. Araştırmamda yol gösteren Prof. Dr. Cihat ABDİOĞLU'na, görüşleri ile destek veren Doç. Dr. Hatice ÇETİN'e, her ihtiyaç duyduğumda fikir veren, tecrübelerini aktan Avcılar BİLSEM Matematik Öğretmeni Didem KOLOĞLU'na, yine fikirleriyle çalışmama katkı sağlayan zümrem Semiha ÇAKAR YAKUT'a, manevi desteklerini esirgemeyen tüm mesai arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak tüm hayatım boyunca bana destek olan ve tez sürecimde beni her daim motive eden aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Cemile CAN

İstanbul, 2024

ÖZET

Bu çalışmada ‘Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Analiz Modülü’nde yer alan etkinliklerin Üç Aşamalı Purdue Modeli ve etkinlik tasarım prensiplerine göre incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Dünya çapında üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılan bir model olan Purdue Modeli’nin birinci aşaması bilimsel süreç becerileri, ikinci aşaması problem çözme, üçüncü aşaması ise bağımsız proje çalışmasından oluşmaktadır. Bu bağlamda araştırmanın dokümanlarını oluşturan 6 etkinliğin her biri Purdue Modeli’nin üç aşaması için ayrı ayrı analiz edilmiştir. Etkinlik tasarım prensipleri kapsamında yapılan incelemede ise her bir etkinlik amaç, zaman kullanımı, öğrenci grubunun organizasyonu, araçlar, öğretmen ve öğrenci rolleri, öğrenci ön bilgileri, öğrenci zorluk ve yanılgıları, ölçme ve değerlendirme prensipleri bağlamında analiz edilmiştir. Purdue Modeli bağlamında elde edilen sonuçlara göre etkinliklerde en fazla yer alan beceriler temel süreç becerilerinden gözlem yapma becerisi ve bütünleyici süreç becerilerinden model oluşturma becerisidir. En fazla yer verilen diğer beceriler ise bilimsel iletişim kurma, işe vuruk tanım yapma ve sonuç çıkarma becerileridir. Bununla birlikte bazı bütünleyici süreç becerilerinin etkinliklerde çok az yer aldığı görülmüştür. Purdue Modeli ikinci aşama bağlamında etkinliklerde yer alan problemler incelenmiş ve problemlerin özelliklerine ilişkin birtakım bulgular elde edilmiştir. Problem çözmeye verilen ağırlığın etkinliklere göre değişkenlik gösterdiği, bazı etkinliklerde bu aşamaya çok az yer verildiği belirlenmiştir. Ayrıca etkinliklerin hiçbirinin grup çalışması içermediği tespit edilmiştir. Purdue Modeli üçüncü aşama kapsamında etkinliklerin tamamında bağımsız proje çalışması önerilerine yer verildiği belirlenmiştir. Etkinlik tasarım prensipleri bağlamında elde edilen sonuçlara göre ise öğrenci zorluk ve yanılgılarını aşmaya yönelik alt etkinliklerin çok az olduğu, araçların etkinlik amaçlarına uygun ve kolay ulaşılabilir olduğu ancak bazı araçlar için yönergelerin yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Üstün yetenekli öğrencilere hazırlanan etkinliklerde hipotez kurma ve test etme gibi becerilere daha fazla yer verilebileceği, etkinliklerde problem çözme aşamasına daha fazla ağırlık verilebileceği, etkinliklerin tasarımında öğrenci zorluk ve yanılgılarının giderilmesine yönelik alt etkinliklerin artırılabileceği, ileride yapılacak çalışmalar için Purdue Modeli’nin etkinlik değerlendirmede çerçeve olarak kullanılabileceği gibi öneriler sunulmuştur.

Anahtar kelimeler: matematik, üstün yeteneklilik, etkinlik, BİLSEM, Purdue Modeli

ABSTRACT

In this study, it is aimed to examine the activities in the 'Science and Art Centers High School Mathematics Supplementary Course Material Analysis Module' according to the Three Stage Purdue Model and activity design principles. Document analysis method, one of the qualitative research methods, was used in the study. The first stage of the Purdue Model, which is a model used worldwide in the education of gifted students, consists of science process skills, the second stage consists of problem solving, and the third stage consists of independent project work. In this context, each of the six activities that constitute the documents of the study was analyzed separately for the three stages of the Purdue Model. Each activity was analyzed in terms of purpose, use of time, organization of the student group, tools, teacher and student roles, student prior knowledge, student difficulties and misconceptions, measurement and evaluation principles. According to the results obtained in the context of the Purdue Model, the skills most frequently included in the activities were observation skills from basic process skills and modeling skills from integrative process skills. The other skills most frequently included were scientific communication, making useful definitions and drawing conclusions. However, it was observed that some of the integrative process skills were included very little in the activities. In the context of the second stage of the Purdue Model, the problems in the activities were analyzed and some findings were obtained regarding the characteristics of the problems. It was determined that the weight given to problem solving varied according to the activities, and some activities gave very little space to this stage. It was also found that none of the activities involved group work. In the context of the third stage, it was determined that independent project study proposals were included in all of the activities. According to the results obtained in the context of activity design principles, it was determined that there were very few sub-activities to overcome student difficulties and misconceptions, the tools were appropriate and easily accessible for the purposes of the activity, but the instructions for some tools were not sufficient. Suggestions were made such as the skills such as hypothesizing and testing could be included more in the activities prepared for gifted students, more emphasis could be placed on the problem solving stage in the activities, sub-activities to overcome student difficulties and misconceptions could be increased in the design of the activities, and the Purdue Model could be used as a framework for activity evaluation for future studies.

Keywords: mathematics, giftedness, activity, BİLSEM, Purdue Model

İÇİNDEKİLER

ONAY i

ETİK BEYANI ii

ÖZGEÇMİŞ iii

ÖNSÖZ iv

ÖZET v

ABSTRACT vi

İÇİNDEKİLER vii

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ xi

TABLOLAR LİSTESİ xii

ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

1.1. Problem Durumu 1

1.2. Araştırmanın Amacı 4

1.3. Araştırmanın Önemi 4

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları 5

1.5. Araştırmanın Varsayımları 5

1.6. Araştırma Tanımları 5

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 7

2.1. Üstün Yeteneklilik 7

2.1.1. Üstün Yeteneklilik Kavramı 7

2.1.2. Üstün Yeteneklilik Modelleri 9

2.1.2.1. Üç Halka Modeli (Three Ring Conception of Giftedness) 9

2.1.2.2. Ayrımsal Üstün Zeka ve Üstün Yetenek Modeli (Differentiated Model of Giftedness and Talent) 10

2.1.2.3. Başarılı Zekâ Teorisi (Theory of Successful Intelligence) 11

2.1.3. Matematik Alanında Üstün Yeteneklilik 11

2.1.4. Bilim ve Sanat Merkezleri 15

2.2. Etkinlik Kavramı ve Etkinlik Tasarım Prensipleri 18

2.2.1. Etkinlik Kavramı 18

2.2.2. Etkinlik Tasarım Prensipleri 19

2.2.3. Matematikte Üstün Yetenekli Öğrenciler İçin Hazırlanmış Etkinliklerin Özellikleri 23

2.3. Purdue Modeli 25

2.3.1. Purdue Modeli'nin Hedefleri 25

2.3.2. Modelin Tarihçesi 25

2.3.3. Modelin Aşamaları 26

2.3.4. Modelin Uygulamaları 28

2.4. Bilsem Programı ve Purdue Modeli İlişkisi 29

2.5. Bilimsel Süreç Becerileri 30

2.6. İlgili Araştırmalar 33

BÖLÜM III: YÖNTEM 39

3.1. Araştırma Modeli 39

3.2. Verilerin Analizi 41

BÖLÜM IV: BULGULAR 44

4.1. Etkinliklerin Üç Aşamalı Purdue Modeli Çerçevesinde Analizine İlişkin Bulgular 45

4.1.1. Fonksiyonlar Etkinliği ile İlgili Bulgular 45

4.1.2. Fonksiyonun Sıfırları Etkinliği ile İlgili Bulgular 55

4.1.3. Sanal Dünya Etkinliği ile ilgili Bulgular 64

4.1.4. Fonksiyonlardan Dizilere Etkinliği ile İlgili Bulgular 69

4.1.5. Özel Diziler Etkinliği ile İlgili Bulgular 76

4.1.6. Trigonometri Etkinliği ile İlgili Bulgular 84

4.1.7. Purdue Modeline İlişkin Genel Bulgular 89

4.2. Etkinlik Tasarım Prensipleri Çerçevesinde Yapılan Analize İlişkin Bulgular .. 93

4.2.1. Fonksiyonlar Etkinliği ile İlgili Bulgular 93

4.2.2. Fonksiyonun Sıfırları Etkinliği ile İlgili Bulgular 100

4.2.3. Sanal Dünya Etkinliği ile İlgili Bulgular 107

4.2.4. Fonksiyonlardan Dizilere Etkinliğine İlişkin Bulgular 111

4.2.5. Özel Diziler Etkinliğine İlişkin Bulgular 115

4.2.6. Trigonometri Etkinliğine İlişkin Bulgular 119

4.2.7.Etkinlik Tasarım Prensiplerine İlişkin Genel Bulgular 123

BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER 130

5.1. Sonuç ve Tartışma 130

5.2. Öneriler 136

KAYNAKÇA 137

EKLER 145

KISALTMALAR VE SEMBOLLER LİSTESİ

BİLSEM: Bilim ve Sanat Merkezi

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

ÖYG: Özel Yetenekleri Geliştirme

ÖYGP: Özel Yetenekleri Geliştirme Programı

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1: Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması ……. 30

Tablo 4. 1: Analiz Modülündeki Etkinliklerin Genel Çerçevesi 44

Tablo 4. 2: Purdue Birinci Aşama Bilimsel Süreç Becerilerinin İncelenen Etkinliklerde Yer Alma Durumuna İlişkin Bulgular 90

Tablo 4. 3:Purdue Birinci Aşama Bilimsel Süreç Becerilerinin Etkinliklerin Tamamında Yer Alma Durumuna İlişkin Bulgular 91

Tablo 4. 4: Purdue Modeli 3. Aşamaya İlişkin Bulgular 93

Tablo 4. 5: Amaç Prensibine İlişkin Bulgular..... 123

Tablo 4. 6: Zaman Yönetimi ve Öğrenci Grubunun Organizasyonu Prensiplerine İlişkin Bulgular 124

Tablo 4. 7: Etkinlikte Kullanılacak Araçlara Yönelik Analize İlişkin Bulgular 125

Tablo 4. 8: Öğrenci Ön Bilgileri Prensibine İlişkin Bulgular..... 125

Tablo 4. 9: Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları Prensibine İlişkin Bulgular..... 126

Tablo 4. 10: Öğretmen Rollerine İlişkin Bulgular..... 127

Tablo 4. 11: Öğrenci Rollerine İlişkin Bulgular 128

Tablo 4. 12: Ölçme ve Değerlendirme Prensibine İlişkin Bulgular 129

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1: Üçlü Halka Modeli (Renzulli, 2021) 9

Şekil 2. 2: Matematikte Üstün Yetenekli Öğrenciler İçin Farklılaştırılmış Etkinliklerin Özellikleri (Özdemir ve Işıksal Bostan, 2021) 23

Şekil 2. 3: Purdue Modeli'nin Aşamaları 27

Şekil 4. 1:Fonksiyonlar Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 270) 45

Şekil 4. 2: Koordinat Sistemindeki Noktalar (MEB, 2022, s. 271) 46

Şekil 4. 3: Farklı Temsiller (MEB, 2022, s. 272) 47

Şekil 4. 4: Fonksiyonların Sınıflandırılması-Örnek (MEB,2022, s. 276) 47

Şekil 4. 5: Etkinlik Formu 2. Soru (MEB, 2022, s. 284) 48

Şekil 4. 6: Tablo Yazılımı Uygulaması (MEB, 2022; s. 274) 49

Şekil 4. 7: Birebir ve Örten Fonksiyonların Grafikleri (MEB, 2022; s. 278) 50

Şekil 4. 8: Fonksiyon Uygulamaları (MEB, 2022; s. 280) 51

Şekil 4. 9: Fonksiyon Grafiği (MEB, 2022, s. 281) 51

Şekil 4. 10: Görüntü ve Ters Görüntü (MEB, 2022, s. 283) 52

Şekil 4. 11: Etkinlik Formu-8 (MEB,2022, s. 287) 53

Şekil 4. 12: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 282) 54

Şekil 4. 13: Fonksiyonun Sıfırları Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 288) 55

Şekil 4. 14: Fonksiyonun Sıfırları (MEB, 2022, s. 292) 56

Şekil 4. 15: Fonksiyonun Sıfırları (MEB, 2022, s. 292) 56

Şekil 4. 16: Diskriminantın Farklı Durumları – 1 (MEB, 2022, s. 296) 57

Şekil 4. 17: Diskriminantın Farklı Durumları – 2 (MEB, 2022, s. 297) 57

Şekil 4. 18: Diskriminantın Farklı Durumları – 3 (MEB, 2022, s. 297) 57

Şekil 4. 19: Kökler Toplamı ve Çarpımı – Örnek 1 (MEB, 2022, s. 299)..... 58

Şekil 4. 20: Kökler Toplamı ve Çarpımı – Örnek 2 (MEB, 2022, s. 299)..... 59

Şekil 4. 21: Kökler Toplamı ve Çarpımı – Örnek 3 (MEB, 2022, s. 299)..... 60

Şekil 4. 22: Kökler Toplamı ve Çarpımının Genel Kuralı (MEB, 2022, s. 299)..... 60

Şekil 4. 23: Parçalı Fonksiyon-1. Etkinlik (MEB, 2022, s. 289)..... 61

Şekil 4. 24: Parçalı Fonksiyonun Grafiğinin Oluşturulması ile İlgili Komutlar (MEB, 2022, s. 290) 62

Şekil 4. 25: Kodlama Etkinliği-2. Etkinlik (MEB, 2022, s. 291) 62

Şekil 4. 26: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 300)..... 63

Şekil 4. 27: Sanal Dünya Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 304) 64

Şekil 4. 28: Karmaşık Sayıların Koordinat Sisteminde Gösterimi (MEB, 2022, s. 306) 65

Şekil 4. 29: Başlarken (MEB, 2022, s. 304)..... 65

Şekil 4. 30: Etkinlik Formu-7 (MEB ,2022, s. 313) 66

Şekil 4. 31: Etkinlik Formu-8 (MEB, 2022, s. 313) 66

Şekil 4. 32: Etkinlik Formu 3 (MEB, 2022, s. 312) 68

Şekil 4. 33: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 309)..... 68

Şekil 4. 34: Fonksiyonlardan Dizilere Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 314) 69

Şekil 4. 35: Başlarken (MEB, 2022, s. 314)..... 70

Şekil 4. 36: Sabit Dizi Dinamik Matematik Yazılımı Uygulaması (MEB, 2022, s. 319).... 71

Şekil 4. 37: Fonksiyon ile Dizi Arasındaki İlişki' (MEB, 2022, s. 315)..... 72

Şekil 4. 38: Dizinin Grafiği (MEB, 2022, s. 317) 73

Şekil 4. 39: Etkinlik Formu-6 (MEB, 2022, s. 323) 74

Şekil 4. 40: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 321)..... 75

Şekil 4. 41: Özel Diziler Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 324) 76

Şekil 4. 42: Geometrik Dizi (MEB, 2022, s. 327)..... 78

Şekil 4. 43: Eşkenar Üçgenlerin Kenar Uzunlukları (Meb,2022, s. 327)..... 78

Şekil 4. 44: Özyinelemeli Diziler (MEB, 2022, s. 328) 79

Şekil 4. 45: Etkinlik Formu-8 (MEB, 2022, s. 332) 79

Şekil 4. 46: Fayans Sayısı (MEB, 2022, s. 325)..... 80

Şekil 4. 47: Basket Topu Problemi (MEB, 2022, s. 335) 80

Şekil 4. 48: Basket Topu Probleminin Çözümü (MEB, 2022, s. 355)..... 81

Şekil 4. 49: Geometrik Dizide Terimler Toplamı (MEB, ,2022, s. 356) 81

Şekil 4. 50: Banka Kredisi Problemi (MEB, 2022, s. 336) 82

Şekil 4. 51: Etkinlik Formu -11 (MEB ,2022, s. 340) 82

Şekil 4. 52: Sayı Yerleştirme Etkinliği (MEB, 2022, s. 328)..... 83

Şekil 4. 53: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 337)..... 83

Şekil 4. 54: Trigonometri Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 341)..... 84

Şekil 4. 55: Yönlü Açılar (MEB, 2022, s. 343) 85

Şekil 4. 56: Kosinüs ve Sinüs fonksiyonlarının Tanım ve Değer Kümesi (MEB, 2022, s. 347) 85

Şekil 4. 57: Başlarken (MEB, 2022, s. 341) 87

Şekil 4. 58:Trigonometrik Oranlar (Meb,2022, s. 342) 87

Şekil 4. 59: Etkinlik Formu 2 (MEB, 2022, s. 352) 88

Şekil 4. 60: Etkinlik Formu 3 (MEB,2022, s. 352) 88

Şekil 4. 61: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, ,2022, s. 350) 89

Şekil 4. 62: Arkadaş Buluşması Etkinliği (Meb,2022, s.276) 94

Şekil 4. 63: Etkinlik Formu-6 (MEB, 2022, s. 286) 95

Şekil 4. 64: Etkinlik Formu-7 (MEB, 2022, s. 286) 95

Şekil 4. 65: Fonksiyonun Grafiği (MEB, 2022, s. 282) 96

Şekil 4. 66: Fonksiyonun Birebir ve Örtenliğinin İncelenmesi – 1 (MEB, 2022, s. 277-278) 97

Şekil 4. 67: Fonksiyonun Birebir ve Örtenliğinin İncelenmesi – 2 (MEB, 2022, s. 277) ... 98

Şekil 4. 68: Köklerin Varlığı ile Diskriminantın Farklı Durumları Arasındaki İlişki (MEB, 2022, s. 298) 101

Şekil 4. 69: Tam Kareye Tamamlama Yöntemi ile İlgili Örnek (MEB, 2022, s. 295) 102

Şekil 4. 70: İkinci dereceden Denklemin Genel Çözümü (MEB, 2022, s. 295)..... 103

Şekil 4. 71: Denklemin Köklerinin Dinamik Matematik Yazılımı ile Bulunması (MEB, 2022, s. 295) 105

Şekil 4. 72: Karmaşık Sayılarda Bölme İşlemi (MEB, 2022, s. 308)..... 107

Şekil 4. 73: Dizilerin Eşitliği (MEB, 2022, s. 320) 112

Şekil 4. 74: 1. Etkinlik (MEB, 2022, s. 329 117

Şekil 4.75: Trigonometrik Fonksiyonlar (MEB, 2022, s. 345) 119

BÖLÜM I: GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Üstün (özel) yetenekli bireylerin ülkelerin geleceğinin şekillenmesinde önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir (Genç, 2016). Dolayısıyla bu bireylerin potansiyellerinin en üst düzeyde geliştirilmesi önem arz etmektedir. Üstün yetenekli öğrenciler kendilerine özgü sosyal, duygusal ve akademik ihtiyaçlara sahiptir. Bu öğrencilerin sosyal, duygusal ihtiyaçlarının karşılanması ve potansiyellerini üst düzeyde geliştirmelerinin sağlanması için gelişim özelliklerine, bilişsel ve duyuşsal farklılıklarına uygun eğitim programlarının tasarlanması kaçınılmazdır (Kirişçi, 2023). Üstün yetenekliler açısından zorunluluk olan farklılaştırılmış eğitim Türkiye'de Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM) ile karşılanmaktadır (Genç, 2016).

Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM'ler) üstün (özel) yetenekli öğrencilerin bireysel yeteneklerinin farkında olmaları ve kapasitelerini geliştirerek en üst düzeyde kullanmalarını sağlamak amacıyla Milli Eğitim Bakanlığı tarafından açılmış kurumlardır (MEB, 2007). Bilim ve Sanat Merkezlerinde, Türk milli eğitiminin genel amaçları ve öğrencilerin özel yetenekleri doğrultusunda bilimsel çalışma disiplini kazanmaları ve belirlenen ihtiyaçları karşılamaya yönelik projeler gerçekleştirmeleri amaçlanmaktadır. BİLSEM'de öğrenciler süreç boyunca; uyum, destek eğitimi, bireysel yetenekleri fark ettirme, özel yetenekleri geliştirme, proje üretimi ve yönetimi programlarında eğitim almaktadırlar (MEB, 2023). Özel yetenekleri geliştirme (ÖYG) matematik programı ise bir önceki program olan bireysel yetenekleri fark ettirme programı sonunda yapılan değerlendirmede matematik alanına yönlendirilmiş olan öğrencilerin, bu alanda derinlemesine bilgi, beceri kazanmaları ve bu doğrultuda üretimde bulunmalarının amaçlandığı programdır (MEB, 2023).

Zamanla değişen paradigmalar sonucunda üstün yetenekli bireylerin eğitiminde bazı düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır (Dai, 2019). 2021 yılında mevcut gelişmeler dikkate alınarak BİLSEM öğretim programları yenilenmiş ve Milli Eğitim Bakanlığı Özel Yeteneklerin Geliştirilmesi Daire Başkanlığı tarafından BİLSEM programlarında kullanılmak üzere yardımcı ders materyalleri yayınlanmıştır. Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali de özel yetenekleri geliştirme (ÖYG) programında matematik alanına yönlendirilmiş öğrencilerin derslerinde kullanılmak üzere hazırlanmış bir

etkinlik kitabıdır (MEB, 2022). Türkiye'de üstün (özel) yetenekliler alanına olan ilginin artmasının sonucu olarak konu ile ilgili bilimsel çalışmalar yaygınlaşmakta, yeni araştırma ve çalışmalar yapılmaktadır (Çal, 2018; Kirişçi, 2023). Bununla birlikte Bilim ve Sanat Merkezi matematik alanı ders materyallerinin incelenmesine yönelik çalışmaya rastlanmamaktadır. Örnek etkinlik geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarda ise lise kazanımlarına yönelik yapılan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Ders materyallerinde yer alan etkinliklerin niteliği, BİLSEM programlarının hedeflerine ulaşılması bağlamında önem arz etmektedir. Özel yetenekleri geliştirme programında kullanılmak üzere hazırlanmış olan 'BİLSEM Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali'nde yer alan etkinliklerin ne durumda olduğunun ortaya konulmasının bu alana yönelik materyal geliştirme ile ilgili yapılacak bilimsel çalışmalara ve ders materyalinde yapılacak revize işlemlerine yön verebileceği düşünülmektedir. Özel eğitimin amacı ve doğası gereği öğretmenlerin öğrenci gurubunun özellikleri doğrultusunda uygun etkinlikleri seçmeleri, seçtikleri etkinlikleri farklılaştırılıp zenginleştirmeleri gerekmektedir (MEB, 2022). Çepni ve diğerleri (2002) çalışmasında üstün yeteneklilerin öğretmenlerinde olması gereken özelliklerden birinin 'üstün yetenekli öğrenciler için öğrenme modelleri ve etkinlikleri hazırlayabilme becerisi' (Feldhusen, 1997) olduğunu belirtmektedir. Dolayısıyla etkinlik kitabında yer alan etkinliklerin literatür ışığında analiz edilmesi, bilsem öğretmenlerinin etkinliklerde yapacakları farklılaştırma işlemlerine ışık tutması bakımından da önem taşımaktadır.

Üstün yetenekli öğrencilere potansiyellerini en iyi şekilde kullanmalarına olanak sağlayacak nitelikte bir etiğim sağlanabilmesi için bu bireylerin eğitiminde yer alan uygulamaların bilimsel temellere dayanması önemlidir (Porekh vd., 2018; aktaran Kirişçi, 2013). Bu doğrultuda Bilim ve Sanat Merkezi ders materyallerinin özel yetenekli öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına uygun (Aslan ve Arıkan, 2023) ve bilimsel temellere dayalı olarak hazırlanması gerekmektedir. Dolayısıyla BİLSEM etkinlik kitaplarının tasarlanmasında literatürdeki üstün yetenekli bireylerin ihtiyaç ve özellikleri dikkate alınarak geliştirilmiş olan eğitim modellerinin dikkate alınması beklenebilir.

BİLSEM'lerde tüm etkinliklerin temelinde proje üretme ve geliştirme çalışmaları yer almaktadır (MEB, 2023). BİLSEM'lerde uygulanan proje temelli program ile dünya çapında üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılan proje temelli bir model olan Purdue Modeli arasındaki benzerlikler dikkat çekmektedir. Purdue Modeli'nin ülkemizdeki sistemde (BİLSEM) üstün yetenekliler eğitimi için uygun modellerden en önemlerinden

birisi olduğu ve matematik konularıyla da uyumlu olduğu düşünülmektedir (Çepni vd., 2002; Güler, 2013). Ülkemizde üstün yetenekli öğrenciler için fen ve matematik alanına yönelik proje tabanlı etkinlikler geliştirilmesi ile ilgili çalışmalarda Purdue Modeli'nden yararlanıldığı görülmektedir (Altıntaş, 2009; Çepni vd, 2002; Güler, 2013).

Purdue Modeli son aşamasını bağımsız proje çalışmasının oluşturduğu üç aşamalı bir modeldir (Feldhusen, 1997). Modelde, ele alınan konuya ilişkin içerikle birlikte bilimsel süreç becerileri ve problem çözme becerisinin kazandırılmasına yönelik etkinlikler yapılmakta, nihai olarak edinilen bilgi ve becerilerin proje üretimine dönüşmesi hedeflenmektedir. BİLSEM programlarında da eğitim öğretim etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel araştırma yapabilme, problem çözme becerilerinin geliştirilmesine yönelik olarak yürütülmesi esas alınmakta ve BİLSEM programlarının son aşamasını proje üretimi ve yönetimi programı oluşturmaktadır. Ayrıca süreçte yapılan tüm etkinlikler proje temelli olarak yürütülmektedir (MEB, 2023). Dolayısıyla BİLSEM programlarında uygulanacak etkinliklerin Purdue Modeli ile uyumlu olması beklenmektedir. Bu çalışmada birinci amaç bağlamında Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali'ndeki etkinlikler, üstün yetenekli öğrencilerin eğitimi için geliştirilmiş proje temelli bir model olan Purdue Modeli'ne göre incelenmiştir. Bununla birlikte ders materyalindeki etkinliklerin, etkinlik tasarımında dikkate alınması gereken temel prensiplerle de uyumlu olması gerektiği düşünülmektedir. Özmantar ve Bingölbali (2009) çalışmalarında etkinlik tasarımında dikkate alınması gereken bazı ortak prensiplerin varlığından bahsetmiş ve ilgili literatür ışığında ortaya koydukları 'etkinlik tasarım prensiplerini' açıklamışlardır. Çalışmada etkinliklerin incelenmesinde dikkate alınan diğer bir çerçeve etkinlik tasarım prensipleridir. Çalışmanın ikinci amacı bağlamında bu prensipler çerçevesinde inceleme yapılmıştır.

Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Cebir ve Sayılar Teorisi, Analiz, Sonlu Matematik ve Geometri olmak üzere dört modülden oluşmaktadır. Modüllerde her bir konu, bir veya birkaç etkinlik kapsamında ele alınmıştır. Her bir etkinlik; konu içeriğine yönelik açıklamalar, örnekler, sorular ve alt etkinlikler içerecek şekilde oldukça kapsamlı ve uzundur. Bu sebeple bilimsel düşünme becerileri ve gerçek yaşam ile bağlantısı göz önüne alınarak çalışmada Analiz modülünün ele alınmasına karar verilmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı ‘Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Analiz Modülü’nde yer alan etkinlikleri Purdue Modeli’ ve ‘Etkinlik Tasarım Prensipleri’ çerçevesinde incelemektir. Bu amaç bağlamında araştırmanın alt problemleri aşağıdadır:

1) ‘Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Analiz Modülünde yer alan etkinliklerin Purdue Modeli’ne uygunluğu ne düzeydedir?

2) ‘Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Analiz Modülünde yer alan etkinlikler etkinlik tasarım prensipleri (amaç, zaman kullanımı, öğrenci grubunun organizasyonu, kullanılacak araçlar, öğretmen ve öğrenci rolleri, öğrenci ön bilgileri, öğrenci zorluk ve yanılgıları, ölçme ve değerlendirme) prensiplerine uygunluğu ne düzeydedir?

1.3. Araştırmanın Önemi

Bu çalışmada ‘Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali’nde yer alan etkinliklerin Purdue Modeli ve etkinlik tasarım prensiplerine göre incelemesi sunulmaktadır. Bilim ve sanat merkezleri ders materyalleri ve etkinlikleri ile tez ve makaleler incelendiğinde; Aslan ve Arıkan (2023)’ın çalışmasında sosyal bilgiler ders materyalinin bilim ve sanat merkezi öğretmenlerinin görüşlerine göre incelendiği, Güler (2023)’in çalışmasında bilim ve sanat merkezi matematik öğretmenlerine yönelik etkinlikler hazırlandığı ve öğretmen görüşlerine göre değerlendirildiği görülmektedir. Çaylak (2009) ise çalışmasında bilim ve sanat merkezlerinde uygulanan fen bilimleri etkinliklerini incelemiştir. Yapılan çalışmalar arasında Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan BİLSEM matematik ders materyallerinde yer alan etkinliklerin incelenmesine yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile konu ile ilgili literatürdeki eksikliğin giderilmesine katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada incelenen ders materyali matematik alanına yönlendirilmiş üstün yetenekli öğrencilerin derslerinde kullanılmak üzere 2021 yılında yenilenen BİLSEM öğretim programına uygun olarak hazırlanmıştır ve Milli Eğitim Bakanlığı internet sayfasında yayınlanan, lise seviyesi kazanımlarına yönelik ilk BİLSEM matematik etkinlik kitabı olma özelliğini taşımaktadır. Dolayısıyla kitapta yer alan etkinliklerin üstün

yetenekliler alanına özgü literatür ve etkinlik tasarımına yönelik genel prensipler bağlamında ne durumda olduğunun ortaya konulması önem arz etmektedir.

BİLSEM'lerin il ve ilçelerde erişilebilirliğini artırmak amacıyla bu kurumların sayısı giderek artırılmaktadır. Çalışma kapsamında yapılan incelemeler BİLSEM'lerde çalışan matematik öğretmenleri ve dolayısıyla onların öğrencileri açısından önem taşımaktadır. Etkinliklerin incelenmesiyle elde edilen bulgu ve sonuçların bilsem matematik öğretmenlerinin derslerini daha etkili planlamalarında yol gösterici olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bakanlık tarafından etkinliklerde yapılacak muhtemel revize işlemlerine de katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bunlarla birlikte bu çalışma ile uygulama ve teorinin bir araya getirilmesi sağlanmaktadır. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlamış ve halihazırda Bilim ve Sanat Merkezlerinde matematik alanına yönlendirilmiş öğrencilerin eğitiminde kullanılmakta olan örnek etkinliklerin incelenmesinin, teorinin uygulamaya yansımasının görülmesi anlamında da değer taşıyacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışma Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Alanı Yardımcı Ders Materyali Analiz modülünde yer alan etkinlikler ile sınırlıdır. Modülde yer alan 6 etkinliğin tamamı incelenmiştir.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

İncelenen ders materyalinin tüm Bilim ve Sanat Merkezlerinde Özel Yetenekleri Geliştirme Programı matematik alanına devam eden öğrencilerin derslerinde kullanıldığı varsayılmıştır.

1.6. Araştırma Tanımları

Özel (üstün) yetenekli birey: Yaşıtlarına göre daha hızlı öğrenen; yaratıcılık, sanat, liderliğe ilişkin kapasitede önde olan, özel akademik yeteneğe sahip, soyut fikirleri anlayabilen, ilgi alanlarında bağımsız hareket etmeyi seven ve yüksek düzeyde performans gösteren bireyi ifade eder (MEB, 2023).

Bilim ve Sanat Merkezi (BİLSEM): Özel yetenekli öğrencilerin kapasitelerini geliştirerek en üst düzeyde kullanmalarını sağlamak amacıyla özgün ürün, proje ve üretimlerin gerçekleşmesi için öğrencilerin yeteneklerine uygun proje tabanlı, disiplinler

arası, zenginleştirilmiş, farklılaştırılmış eğitim programı uygulandığı ve etkinliklerin düzenlendiği Milli eğitim Bakanlığı tarafından açılmış eğitim kurumudur. (MEB, 2022).

Özel yetenekleri geliştirme Programı (ÖYGP): Müzik ve resim yetenek alanından uyum programını, genel zihinsel yetenek alanından ise bireysel yetenekleri fark ettirme programını tamamlayan öğrencilerin özel yeteneklerini geliştirmek amacıyla yürütülen BİLSEM eğitim programıdır.

Bireysel yetenekleri fark ettirme programı (BYF): Genel zihinsel yetenek alanından tanılanan ve destek eğitim programını tamamlayan öğrencilerin bireysel yeteneklerini fark etmeleri amacıyla yürütülen BİLSEM eğitim programıdır (MEB, 2023).

Destek eğitim programı: Genel zihinsel yetenek alanından tanılanan öğrencilerin tüm alan/disiplinlerle ilişkilendirilerek yürütülen eğitim programıdır (MEB, 2023).

Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali: ÖYGP programında, matematik alanına yönlendirilmiş öğrencilerin eğitiminde, matematik öğretmenlerine rehberlik etmesi için hazırlanmış olan matematik dersi etkinlik kitabı (MEB, 2022).

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Üstün Yeteneklilik

2.1.1. Üstün Yeteneklilik Kavramı

Toplumlar günün şartlarına göre toplumun ihtiyacını karşılayacak, problemlere çözüm üretecek yetişmiş insan gücüne ihtiyaç duymaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanması yetenekli bireylerin yeteneklerinin en üst seviyede geliştirilmesi ile mümkündür. Bu bağlamda üstün yetenekliliğin tanımlanması ve unsurlarının ortaya konulması; üstün yetenekli bireyleri belirleme ve ihtiyaç duydukları eğitimi sağlama açısından önem arz etmektedir (Budak, 2008). Bu bölümde üstün yeteneklilik kavramı ele alınacak; konu ile ilgili yapılan bilimsel çalışmalar, tarihsel süreç ve günümüzde üstün yetenekliliği açıklamak için ortaya atılan modeller açıklanacaktır.

Antik Sparta'da üstün yeteneklilik liderlik ve savaş yeteneği ile eşdeğer görülmüştür. Eski Çin'de çoklu yetenek anlayışı benimsenmiş ve üstün yeteneklilik liderlik, hayal gücü, orjinallik ile mantık, hafıza kapasitesi, okuma hızı gibi algısal ve zihinsel yeteneklerle tanımlanmıştır. Rönesans dönemi Avrupa'sında (1300-1700) mimari, sanat ve edebiyat alanlarında önemli eserler verilmiştir. Bu alanlarda eserler veren yaratıcı yetenekli bireyler (Dante Alighieri, Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simon gibi) aranan ve desteklenen kişiler olmuştur (Davis ve Rimm, 1994).

Osmanlı İmparatorluğu dönemindeki Enderun Mektebi ise üstün yetenekli bireylerin seçimi, eğitim safhaları ve yönlendirilmesi bakımından tarihte orijinal bir örnek niteliğindedir (Bilgili, 2004). Enderun eğitimindeki temel amaç devlette ileri hizmetler için yetenekli gençleri keşfetmek ve bu doğrultuda teorik ve uygulamalı eğitim vererek onlardan yararlanmaktır (Akkutay, 1984, s.63; aktaran Bilgili, 2004). Üstün yetenekli çocukların terfi sistemini esas alan bir eğitimden geçirildiği Enderun sisteminde ehliyet, liyakat ve sadakati temel alan bir mekanizma inşa edilmiştir (Arı, 2004).

Üstün yetenekliliğin tanımı zamana ve topluma göre değişmektedir. Çünkü üstün yetenekli birey prototipini toplumun değişen ihtiyaçları şekillendirmektedir (Budak, 2008). Farklı toplumların üstün yetenekliliğe yükledikleri anlamlara ilişkin güncel araştırmalar, Konfüçyüs ve Budist öğretilerin etkisi altında kalmış doğu toplumlarının sosyal becerilere ve kişilerarası ilişkilere daha fazla değer verdiğini, aydınlanma felsefesinin etkisi altında

kalan batı toplumlarının eleştirel düşünme becerileri ve yaratıcı düşünmeyi daha fazla önemsediklerini göstermektedir (Demirel ve Sak, 2011). Literatürde üstün yetenekliliği açıklamayı amaçlayan modeller de modelleri ortaya koyan kişilerin inanç ve düşüncelerini yansıtır niteliktedir (Demirel ve Sak, 2011; Yazgan-Sağ; 2019).

Üstün yetenekliler ile ilgili ilk bilimsel çalışmaların Francis Galton, Alfred Binet, Lewis Terman ve Leta Hollingworth ile başladığı düşünülmektedir. İngiliz Bilim insanı Francis Galton (1822-1917) zekanın duyuşsal yetenekle bağlantılı olduğuna inanıyordu. Galton çalışmalarında bireylerin duyu (görme, işitme, dokunma) keskinliği ve tepki süresi ile ilgili birtakım testler kullanmış ve zekanın kalıtsal yönüne vurgu yapmıştır. 1869 yılında yazdığı Hereditary Genius (Kalıtsal Yetenekler) isimli ünlü kitabında konu ile ilgili görüşlerini dile getirmiştir (Davis ve Rimm, 1994).

Üstün yeteneklilik kavramı 1900'lü yıllarda Lewis Terman tarafından zeka katsayısı/bölümü (İntelligence Quotitent – IQ) ile ilişkilendirmiştir (Budak, 2008). Esasında IQ kavramının temelini, Alfred Binet ve Theodore Simon'ın 1890'lı yıllarda yürüttükleri çalışmalar oluşturmaktadır. Binet ve Simon Fransa'da okullarda öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin tespit edilerek özel eğitime yönlendirilmesini sağlayacak bir araç geliştirmeyi amaçlamışlar ve çalışmalarının sonunda Binet – Simon Zeka testini (1905) ortaya koymuşladır. Bu test modern zeka testlerinin temelini oluşturmuştur. Alana yaptığı katkılardan dolayı üstün yetenekliler eğitiminin babası kabul edilen Standford Üniversitesi psikoloğu Lewis Terman ise Binet- Simon testini yeniden yapılandırarak Amerikan kültürü ile uyumlu hale getirmiştir. Böylece 1916 yılında Standford - Binet Zeka Testi ortaya çıkmıştır. IQ puanı

(Zihinsel Yaş / Takvim Yaşı) x 100

Şeklinde formüle edilmiştir. Zihinsel yaş ise bireyin sözel, sayısal ve performans alanlarına yönelik zeka testinden elde edilen sonucu göstermektedir (Davis ve Rimm, 1994; Budak, 2008).

Amerikalı diğer bir psikolog Leta Hollingwort üstün yetenekliler için (ilk kez) bir eğitim programı başlatmış; öğrencilere yabancı dil, müzik, drama, satranç gibi konuları da öğretmeyi içeren zenginleştirilmiş bir program yürütmüştür. Hollingworth üstün yetenekli öğrencilerin duygusal ihtiyaçlarını vurgulamış ve bu öğrencilere 'counseling' (danışmanlık) yapılması konusunda ilk katkıları sağlamıştır. 1926 yılında yazdığı Gifted Children: Their

Nature and Nurture (Üstün yetenekli çocuklar: Mizaçları ve Yetiştirilmeleri) ve 1942 yılında yazdığı Children Above 180 IQ Standford-Binet: Origin and Development isimli kitaplarında üstün yetenekli öğrencilerle ilgili deneyimlerini özetlemiştir (Davis ve Rimm, 1994).

1957 yılında Sovyetler Birliği tarafından uzaya ilk uydunun (Sputnik) fırlatılması özellikle Amerika ve diğer Batı ülkeleri için üstün yetenekliler eğitiminin yeniden değerlendirilmesi konusunu gündeme getirmiştir. Tanılama ve eğitimin farklılaştırılması gibi konularda çalışmalar artırılmış, fen ve teknoloji eğitimi için fonlar sağlanmış, matematik ve fen dersleri için yeni öğretim programları geliştirilmiştir (Yazgan Sağ, 2019; Davis ve Rimm, 1994). Türkiye'de ise 1964 yılında ilk fen lisesinin ve aynı dönemde Türkiye Bilim ve Teknolojik Araştırma Kurumu'nun kurulmasının bu bağlamda üstün yetenekliler eğitimi alanında atılan en önemli adımlar olduğu söylenebilir (Sak vd., 2015).

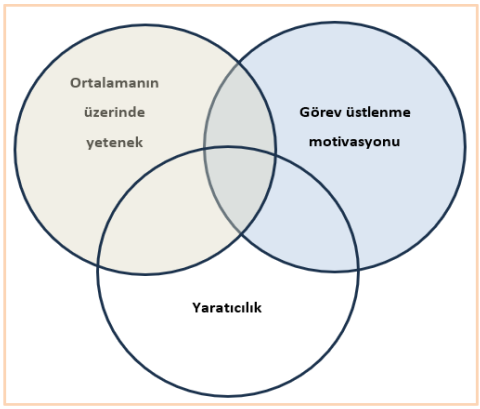
Zekâ ve üstün yeteneklilik kavramları iç içe kavramlardır. Zekâ, üstün yetenekliliğin önemli bir unsurudur (Budak, 2008) ancak tek başına üstün yetenekliliği tanımlamada veya değerlendirmede yeterli değildir. Yalnızca IQ puanını temel almak öğrencinin karakter, motivasyon veya yaratıcılığı konusunda herhangi bir değerlendirme sağlamamaktadır. (Davis ve Rimm, 1994; Budak, 2008).

Yakın tarihimizde üstün yeteneklilik kavramını açıklamaya yönelik birtakım modeller ortaya atılmıştır. Bu modeller üstün yeteneklilik kavramını zekadan başka diğer bileşenlerle birlikte ele almakta ve kavrama ilişkin daha geniş bir perspektif sunmaktadır (Budak, 2008, Yazgan – Sağ, 2019).

2.1.2. Üstün Yeteneklilik Modelleri

2.1.2.1. Üç Halka Modeli (Three Ring Conception of Giftedness)

Üstün yeteneklilik literatüründe en fazla kabul gören modellerden bir tanesi Renzulli'nin Üç Halka Modeli'dir (Güler, 2013). Bu model, ortalamanın üzerinde (çok yüksek olması gerekmeyen) yetenek, görev üstlenme motivasyonu ve yaratıcılıktan oluşan üç temel özelliğin etkileşimine dayanmaktadır. Modele göre bu özelliklerden bir tanesi tek başına üstün yetenekliliği ifade etmez. Üstün yetenekli davranış bu üç özelliğin kesişimi ile ortaya çıkmaktadır. Modeli açıklayan görsel aşağıdadır:



Genel Yetenek Alanı		
Matematik	Sosyal bilimler	Felsefe
Görsel sanatlar	Hukuk	Müzik
Fiziksel bilimler	Din	Yaşam bilimleri
Felsefe	Dil sanatları	

Özel Yetenek Alanı		
Karikatür	Mikro fotoğrafçılık	Çocuk bakımı
Astronomi	Şehir planlaması	Yemek pişirme
Takı tasarımı	Dokuma	Tüketicinin korunması
Kareografi	Oyun yazarlığı	Navigasyon
Harita yapımı	Moda tasarımı	Mobilya tasarımı
İstatistik	Pazarlama	Aşçılık
Peyzaj mimarlığı	Meteoroloji	Heykel
Elektronik	Reklamcılık	Film eleştirisi

Şekil 2. 1:Üçlü Halka Modeli (Renzulli, 2021)

Modeldeki ortalamanın üzerinde yetenek, hem genel yeteneği hem de özel yeteneği içermektedir. Genel yetenek; bilgiyi işleme, deneyimleri yeni durumlara aktarma, sözel ve sayısal muhakeme ve soyut düşünme, hafıza ve kelime akıcılığı kapasitesi olarak tanımlanmaktadır. Özel yetenek ise bilgi/beceri edinerek bir veya daha fazla alana yüksek performansla uygulama kapasitesini ifade etmektedir. Genel ve özel yetenekle ilgili bazı örneklere Şekil 2.1'de yer verilmiştir. Görev üstlenme motivasyonu, belli bir performans alanı veya probleme yönelik odaklanmış motivasyonu ifade etmektedir. Bu özellik genel zihinsel yetenek kadar kolay belirlenememekle birlikte üstün yetenekli davranışı oluşturmada önemli bir etkendir (Renzulli, 2021). Yaratıcılık ise problemlere farklı ve orijinal çözümler getirebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Yazgan – Sağ, 2019).

2.1.2.2. Ayrımsal Üstün Zeka ve Üstün Yetenek Modeli (Differentiated Model of Giftedness and Talent)

Gagne (2004) Ayrımsal Üstün Zekâ ve Üstün Yetenek Modeli'nde doğuştan sahip olunan yetenekler ile belli bir alanda sistematik olarak geliştirilmiş yetenekleri birbirinden ayırmaktadır. Doğuştan sahip olunan (potansiyel) yetenekler: zihinsel, yaratıcı, sosyal ve duyusal motor olmak üzere dört alanda görülmektedir. Bunlar okuma, yabancı dil öğrenme, matematiksel içerikleri anlama, iletişim kuma, problem çözme, orijinal bir ürün ortaya koymada ihtiyaç duyulan yeteneklerdir. Modele göre doğuştan sahip olunan yetenekler; uzun süreli formal ve informal öğrenme sürecinin çevre, kişisel özellikler (öz denetim,

motivasyon, kişilik) ve şans faktörleri ile etkileşimi aracılığıyla akademi, sanat, iş dünyası, spor gibi alanlarda sistematik olarak geliştirilmiş yeteneklere dönüşmektedir.

2.1.2.3. Başarılı Zekâ Teorisi (Theory of Successful Intelligence)

Sternberg (2003) Başarılı Zekâ Teorisinde (Theory of Successful Intelligence) zekanın analitik, yaratıcı ve pratik yeteneklerden oluştuğunu ifade etmektedir. Analitik yetenekler, karşılaştırma yapma, analiz etme, değerlendirme ve karar verme ile ilgilidir. Yaratıcı yetenekler, orijinal fikirleri üretmede etkili olan yeteneklerdir. Pratik yetenekler ise gerçek yaşamda karşılaşılan problemler için analitik ve yaratıcı yeteneklerin kullanılmasını içermektedir. Sternberg (2003) üstün yetenekli bireylerin bu üç yeteneği aynı anda bulundurduğunu ifade etmektedir (aktaran Yazgan-Sağ, 2019).

Tannenbaum (1986) ise üstün yetenekliliği beş faktörden oluşan bir modelle açıklamaktadır. Modeldeki bu beş faktör: genel yetenek, özel yetenek, zihinsel olmayan faktörler, çevresel faktörler ve şans faktörüdür. Genel yetenek, genel zekâyı; özel yetenek matematik, sanat, dil gibi özel alanlara ilişkin becerileri ifade etmektedir. Ego kontrolü, göreve adanmışlık, azim, başarılı olma isteği de üstün yeteneklilik için gerekli, zihinsel olmayan faktörleri oluşturmaktadır. Modele göre çevresel faktörler yeteneğin ortaya çıkmasında çift yönlü etkiye sahip olup yeteneği gelişmesine katkı sağlayabilmekte veya körelmesine sebep olabilmektedir. Modeldeki bir diğer faktör olan şans faktörü ise yeteneğin ortaya çıkması için doğru zamanda doğru yerde olmayla ilgilidir ve başarıya ulaşmayı kolaylaştıran bir faktördür (aktaran Demirel ve Sak, 2011).

Günümüzde yaygın olarak kabul görmüş üstün yeteneklilik modelleri incelendiğinde zekâ, motivasyon ve yaratıcı düşünmeye vurgu yaptıkları ve çevrenin yeteneğin ortaya çıkmasındaki etkisi üzerinde durdukları görülmektedir. Tüm bu tanımlar ışığında üstün yeteneklilik kavramı ortalama üzeri zihinsel ve yaratıcı düşünce, motivasyon ve çevresel faktörlerin etkisiyle bireyin potansiyelinin ürüne dönüşmesi olarak tanımlanabilir (Budak, 2008).

2.1.3. Matematik Alanında Üstün Yeteneklilik

Literatürde genel üstün yetenekliliğin olmadığı gibi matematikte üstün yetenekliliğin de standart bir tanımı bulunmamaktadır. Assmus ve Fritzlar (2016)'a göre matematikte üstün yetenekliliği açıklarken üzerinde durulması gereken üç temel sorudan bahsedilebilir:

Birincisi matematiksel üstün yetenekliliğin alana özgü bir takım bilişsel özelliklerin ifadesi mi olduğu yoksa genel üstün zekanın bir sonucu mu olduğu, ikincisi 'matematiksel üstün yeteneklilik mevcut olağanüstü başarıları mı yoksa ilerideki başarılara yönelik potansiyeli mi ifade eder?' sorusudur. Üçüncü temel soru ise 'matematiksel üstün yeteneklilik tek bir yapı mıdır yoksa farklı üstün yeteneklilik profilleri var mıdır?' şeklindedir.

Üstün yeteneklilik kavramı ortalama üzeri zihinsel ve yaratıcı düşünce, motivasyon ve çevresel faktörlerin etkisiyle bireyin potansiyelinin ürüne dönüşmesi olarak tanımlanmaktadır (Budak, 2008). VanTassel-Baska (2021) özellikle yetişkinlikte bireyin üstün yetenekli olabilmesi için genel zekasını ve yeteneklerini belli bir alana katkı sağlamak yönünde kullanması gerektiğini ifade etmekte ve üstün yetenekliliğin alana özgü yönüne vurgu yapmaktadır. VanTassel-Baska'ya göre belli bir alanda özgün ürün ortaya koyma yeteneği, o alanda derinlemesine bilgi sahibi olmayı gerektirir. Dolayısıyla üstün yeteneğin yaratıcı bir performans veya ürünle ifade edilmesi alana özgüdür. Assmus ve Fritzlar (2016) da çalışmalarında matematiksel üstün yetenekliliğin genel zekadan türetilemeyeceğini veya matematiksel üstün yetenekliliği kapsayan genel bir üstün yeteneklilik fikrinin korunamayacağını literatürden örneklerle açıklamışlardır.

Alandaki çalışmaları en fazla kabul gören ve muhtemelen en fazla atıf alan Krutetskii'ye (1976) göre matematiksel üstün yeteneklilik; matematiksel aktivitelerde başarılı performans olasılığını ortaya çıkaran eşsiz matematiksel yeteneklerin birleşimini ifade etmektedir (Sheffield, 2017). Krutetskii' nin ortaya çıkması muhtemel başarılara yönelik potansiyele vurgu yaptığı görülmektedir. Literatürde üstün yetenekliliğe dair, mevcut başarılara atıfta bulunan performans odaklı tanım yaklaşımları ve üstün performans potansiyeline atıfta bulunan yetkinlik odaklı yaklaşımlar yer almaktadır. Krutetskii' nin matematiksel üstün yeteneklilik tanımı göz önüne alındığında yetkinlik odaklı bir üstün yetenek tanımının matematik alanı için uygun olduğu söylenebilir. Çünkü özellikle küçük yaşlarda çocuklar olağanüstü matematiksel başarılar için gereken bilgi ve deneyime sahip olmayabilirler (Assmus ve Fritzlar, 2016).

Krutetskii'ye (1976) göre matematik alanında üstün yetenekli birey 'matematiksel düşünüş' adı verilen eşsiz bir zihinsel organizasyona sahiptir. Matematiksel düşünüş dünyayı matematiksel gözle algılama eğilimidir. Krutetskii'nin matematiksel düşünüş şekilleriyle ilgili öğretmenlerle birlikte yaptığı bir çalışmaya göre; 56 öğretmenden 52 tanesi öğrencilerinin bazılarının cebirde, bazılarınınsa geometride daha iyi olduklarını

belirtmektedir. Cebirsel düşünüş şekline sahip öğrencilerin çoğu geometri sorusunu cebirsel olarak yorumlama eğiliminde olduğu, geometrik düşünüş şekline sahip bazı öğrencilerinse cebirsel problemleri geometrik terimlerle ifade etmeye çalıştıkları ifade edilmektedir. Krutetskii (1976) yaptığı araştırmada 6. Ve 10. Sınıf arasındaki öğrencilerin matematiksel düşünme şekillerini; analitik tip, geometrik tip ve harmonik tip olmak üzere üç tip düşünüş şekli olarak ortaya çıkarmıştır (aktaran Güler, 2013):

Analitik düşünüş şekline sahip öğrencilerin sözel-mantıksal yapıları görsel-resimsel yapılarından daha fazla gelişmiştir. Bu gruptaki öğrenciler soyut fikirleri kolayca anlarlar ve problem çözme esnasında görsel objelere ihtiyaç duymazlar, problem görseller içeriyorsa bile bunu mümkün olduğunca soyut düşünceye aktarmaya çalışırlar. Geometrik düşünüş şekline sahip öğrencilerin görsel-resimsel yapıları sözel-mantıksal yapılarına göre daha fazla gelişmiştir. Bu öğrenciler soyut matematiksel ilişkileri anlama ve yorumlamada görsel araçlara ihtiyaç duyarlar. Görsel destek oluşturamadıklarında soyut şemaları çözümlemede zorluk yaşarlar. Basit muhakeme ile çözülebilecek durumlar için bile görsel kullanmada ısrarcı davranabilirler. Uyumlu (harmonik) tip kapsamındaki öğrencilerinse hem sözel-mantıksal hem de görsel-resimsel özellikleri gelişmiştir. Uzaysal kavramları ve soyut ilişkileri görsel olarak yorumlama yetenekleri oldukça gelişmiştir (aktaran Güler, 2013).

Çalışmasında üç farklı tip düşünüş şeklini ortaya koyan Kutetskii, üstün yetenekli bireylerin matematiksel düşünme yapısına ilişkin kompozisyonlarının bireysel olarak farklı olabileceğini vurgulamıştır. Sonuç olarak matematiksel üstün yeteneğin tek boyutlu bir yapı değildir ve farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Özellikle, düşünme süreçlerinin hızı, sayma becerileri, semboller, sayılar ve formüller için belirgin bir hafıza, görsel düşünme ve soyut matematiksel ilişkileri ve bağımlılıkları canlı bir şekilde hayal etme yeteneği gibi, yararlı ancak mutlaka gerekli olmayan özellikler de mevcuttur. Yapılan araştırmalar matematiksel üstün yeteneğin farklı profillerinin ilkokul çağından itibaren zaten var olduğunu (Fuchs 2006; Käpnick 1998), bununla birlikte alana özgü deneyim arttıkça bireyler arası farklılıkların fazlalaştığı kabul edilmektedir (Assmus ve Fritzlar).

Günümüzde üstün yeteneklilik ile ilgili yapılan çalışmaların odak noktasını üstün yetenekli bireylerin nasıl düşündüğü oluşturmaktadır. Konu ile ilgili yapılan çalışmaların büyük bir kısmı matematiksel üstün yeteneğe sahip bireylerin karakteristik özelliklerini ortaya koymayı amaçlamıştır. Mingus ve Grassl (1999) çalışmalarında matematikte üstün yetenekli öğrencilerin özelliklerini özetlemişlerdir. Buna göre üç ana özellik; çok çalışmaya

istekli olma, yüksek yaratıcılık ve doğuştan matematiksel yetenektir. Çok çalışmaya istekli olma; odaklanma, adanma, enerjik ve ısrarcı olma, kendinden emin olma, stres ve dikkat dağınıklığına karşı dayanıklı olmayı içerir. Yüksek yaratıcılığa sahip bireyler; ıraksak düşünebilme ve birbirinden bağımsız görünen alanlara ait deneyim ve becerileri yeni bir ürün veya fikir için sentezleyebilme yeteneğine sahip bireylerdir. Burada ifade edilen çok çalışmaya istekli olma ve yüksek yaratıcılığa sahip olma özellikleri sadece matematik alanına özgü özellikler değildir. Doğuştan matematiksel yeteneğe sahip bireylerse; matematiksel problemin bağlamından formal yapıyı çıkarma ve bu yapı ile çalışma, genelleme ve mantıksal sorgulama, yaklaşımlar arası esneklikle geçiş yapabilme, üretken olmayan yaklaşımlardan kaçınma, semboller ve uzamsal kavramlar ile işlem yapma, benzerlikleri, farklılıkları ve örüntüleri hızlıca fark etme, iddialarında açık, sade, ekonomik ve mantıklı olma özelliklerinden bazılarına veya tamamına sahip olabilirler.

Freiman (2003) da çalışmasında matematiğe yetenekli öğrencilerin karakteristik özelliklerini sıralamıştır. Buna göre matematikte üstün yetenekli öğrenciler:

- Matematiği severler; matematiksel etkinliklere zaman ayırmaya hazırdırlar ve matematik yapmaktan hoşlanırlar. Matematiksel formüller ve ilişkilerdeki güzelliği görebilirler.
- Matematikle ilgili daha çok şey öğrenmek isterler. Bu istek onlarda motivasyon, merak, ısrarcı olma, keşif odaklı olma, girişimci olma ve geniş ilgi alanı olarak gözlemlenebilir.
- Çeşitli okul durumlarında; bilgi toplayıp organize etme, örüntüleri ve ilişkileri analiz etme genelleme yapma, soyut akıl yürütme, sayma ve hesaplama, eldeki veriyi yorumlama, açıklama ve mantıksal ispat yapmalarını sağlayacak şekilde matematiksel düşünürler.
- Matematik etkinliklerine başarılı olma şanslarını artıracak davranışlar gösterirler. Çok çalışırlar, uzun dikkat süresine ve iyi bir hafızaya sahiptirler. Planlama, kontrol etme ve doğrulama, hızlı düşünme, derin ve eleştirel düşünme, odaklanabilme, başladığı işi tamamlayabilme özelliklerine sahiptirler. Elde ettiği sonuçlara ilişkin sözlü ve yazılı iletişim kurabilirler. Ayrıntılara dikkat etme, yapının bütününü görme, rekabet edebilme gibi davranışlar gösterirler.
- Dünyayı ‘matematiksel göz’, ‘matematiksel yaratıcılık’ ve ‘matematiksel mantık’ ile keşfederler.

Miller (1990) ise matematiksel yeteneğin öğrenilmiş prosedürleri tekrar etme ve aritmetik işlem yapma hızından çok matematiksel fikirleri anlama ve matematiksel akıl yürütme ile ilgili olduğunu vurgulamaktadır. Matematiksel yetenek doğru algılanmadığında yeteneğin belirlenmesinde bazı önemli ipuçlarının gözden kaçabileceğini ve daha az önemli bazı özelliklerin gereğinden fazla önemsenebileceğini ifade eden Miller (1990), yüksek matematiksel yeteneğin keşfedilmesi ile ilgili ipucu verecek bazı özellik ve davranışları şu şekilde sıralamıştır:

- Sayı bilgisi ile ilgili alışılmadık derecede güçlü bir farkındalık ve yoğun merak
- Matematiksel fikirleri öğrenme, anlama ve uygulamada alışılmadık hızlılık
- Örüntüleri ve matematiksel ilişkileri görmede, soyut düşünme ve çalışmada yüksek kabiliyet
- Matematiksel problemlerin çözümünde standart yöntemler yerine esnek ve yaratıcı yöntemler izleme
- Bilgiyi yeni ve daha önce öğrenilmemiş matematiksel durumlara aktarmada alışılmadık yetenek

Matematik alanında yetenekli bireylerin literatürde ifade edilen karakteristik özellikleri yukarıda özetlenmiştir. Literatürde ayrıca ‘matematiksel olarak üstün yetenekli yerine’ ‘matematiksel olarak gelecek vaadeden’ (mathematically promising) ifadesinin kullanılabileceği önerisi yer almaktadır. Bu terim 1990’lı yıllarda NCTM (National Council of Teachers of Mathematics – Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi) tarafından ortaya atılmıştır (Sheffield ve diğerleri, 1999). Gelecek vaat eden teriminin kullanımıyla; daha geniş bir öğrenci yelpazesini kapsayacak şekilde üstün yeteneklilik tanımın genişletilmesi amaçlanmaktadır. Bu bağlamda sadece halihazırda matematiksel tutkuya ve uzmanlığa sahip öğrencileri belirlemek yerine; motivasyon, inançlar, deneyimler ve fırsatlar gibi değişkenleri en üst düzeye çıkararak öğrencilerde üstün matematiksel yetenekler geliştirme olasılığını açmak hedeflenmektedir (Sheffield ve diğerleri, 1999; aktaran Sheffield, 2017).

2.1.4. Bilim ve Sanat Merkezleri

Günümüzde bilgi, yaratıcılık ve farklı bakış açısının önem kazandığı bir rekabet dünyası vardır. Ülkeler, üstün yetenekli bireyleri bir kaynak olarak görmektedir. Dolayısıyla üstün yetenekli bireylerin eğitimi ve istihdamı önem taşımaktadır (Güler, 2013). Bu doğrultuda

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından üstün (özel) yetenekli öğrencilerin bireysel yeteneklerinin farkında olmaları ve kapasitelerini geliştirerek en üst düzeyde kullanmalarını sağlamak amacıyla 1995 yılında bilim ve sanat merkezleri (BİLSEM) açılmış ve Özel Eğitim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü bünyesinde hizmet vermeye başlamıştır (MEB, 2022). Bu kurumlarda hem genel zihinsel alanda hem de sanat alanında tanılanmış üstün yetenekli öğrenciler haftanın bir veya birkaç günü eğitim almaktadır (MEB, 2007).

BİLSEM'lerde farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş öğretim uygulanmaktadır. Farklılaştırma programın içerik, eğitim durumları, ürün ve değerlendirme boyutlarının öğrenci özelliklerine göre uyarlanmasını; zenginleştirme ise daha üst düzey konuları içerecek şekilde program içeriğinin derinleştirilmesini ifade etmektedir. Zenginleştirme, eğitim programını çeşitlendirerek kapsamının ötesine taşımayı amaçlayan bir farklılaştırma stratejisidir (MEB, 2021).

BİLSEM'ler, Bilim ve Sanat Merkezleri Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 370 saylı Kurul Kararı Millî Eğitim Bakanlığı Bilim ve Sanat Merkezleri Yönergesi esaslarına göre hizmet vermektedir. Bilim ve Sanat Merkezleri'nin amaçları ve eğitim öğretim hizmetlerinin yürütülmesi ile ilgili hususlar aşağıda sunulmaktadır (MEB, 2023, MADDE 6)

> a) Atatürk ilke ve inkılaplarını benimseyen; ailesini, vatanını, milletini seven, ülkesine karşı görev ve sorumluluklarını bilen, bunları davranış hâline getirmiş bireyler olarak yetiştirilmesi,
>
> b) Ülkesinin millî, ahlaki, insani, manevi ve kültürel değerlerini benimseyen, koruyan ve geliştiren; hür ve bilimsel düşünme gücüne, geniş bir dünya görüşüne sahip; lider, yapıcı, yaratıcı ve ülke kalkınmasına katkıda bulunan bireyler olarak yetiştirilip geliştirilmesi,
>
> c) Bilimsel düşünce ve davranışlarla estetik değerleri birleştiren, üretken, sorun çözen, kendini gerçekleştirmiş bireyler olarak yetişmeleri, yetenekleri ve yaratıcılıklarını erken yaşta fark ederek en üst düzeyde kullanmaları,
>
> ç) Yaratıcı düşünce, keşif, icat, sosyal ilişkilerde başarı, inovasyon, liderlik, iletişim ve sanatsal beceriler kazanmaları,
>
> d) Özel yetenekleri doğrultusunda bilimsel çalışma disiplini kazanmaları, disiplinler arası düşünme, sorunları çözme, belirlenen ihtiyaçları karşılamaya yönelik projeler gerçekleştirmeleri amaçlanır.

BİLSEM'de özgün ürün, proje ve üretimlerin gerçekleşmesi için öğrencilerin yeteneklerine uygun proje tabanlı, disiplinler arası, zenginleştirilmiş ve farklılaştırılmış eğitim programı uygulanır. Öğrenciler sırası ile; uyum, destek eğitimi, bireysel yetenekleri fark ettirme, özel yetenekleri geliştirme, proje üretimi ve yönetimi programlarına alınırlar (MEB, 2023, MADDE 15). Aşağıda bu eğitim programları ile ilgili açıklamalar aşağıdadır:

“Uyum programı, BİLSEM’e yeni kaydı yapılan genel zihinsel yetenek, müzik ve resim yetenek alanı öğrencilerinin BİLSEM’e uyumunu sağlamak amacıyla kurumu, programları tanıma ile öğretmen ve diğer öğrencileri tanımalarını içeren programdır.” (MEB, 2023, MADDE 18),

“Destek eğitimi programı, Uyum programını tamamlayan genel zihinsel yetenek alanından tanılanan öğrencilerin geliştirmesi gereken temel becerileri tüm alan/disiplinlerle ilişkilendirilmesini esas alan eğitim programıdır.” (MEB, 2023, MADDE 19).

> Bireysel yetenekleri fark ettirme programı, genel zihinsel yetenek alanında tanılanan ve destek eğitim programını tamamlayan öğrencilerin bireysel yeteneklerini fark etmeleri amacıyla yürütülen eğitim programıdır. (…) Bu programda öğrencilerin bireysel yeteneklerini fark ettirebilmek amacıyla yaratıcılıklarını öne çıkaran disiplinlere yönelik programlar hazırlanır ve uygulanır. Öğrencinin en çok ilgi duyduğu, yetenekli olduğu ve üzerinde derinlemesine çalışmalar yapabileceği alanları belirlemek için her bir alana özgü tutum ve becerileri fark ettirici etkinlikler ilgili alan öğretmeni tarafından planlanır. (…) Bireysel yetenekleri fark ettirme programının tamamlanmasını takiben öğrenciler, öğretmenler kurulunca çoklu değerlendirme yöntemiyle değerlendirilerek özel yetenekleri geliştirme programı alanlarına yönlendirilir. Program öğrencinin bütün alanları tanıyacağı şekilde (…) toplamda iki eğitim ve öğretim yılı olarak planlanır (MEB, 2023, MADDE 20)

> Özel yetenekleri geliştirme programı (müzik ve resim yetenek alanından uyum programını) genel zihinsel yetenek alanından bireysel yetenekleri fark ettirme programını tamamlayan öğrencilerin özel yeteneklerini geliştirmek amacıyla yürütülen eğitim programıdır. (…) Öğrencilerin özel yetenek alanı/alanlarına yönelik bilimsel (veya sanatsal) etkinlik temelli çalışmalara özel yetenekleri geliştirme programı döneminde yoğunluk kazandırılır. (…) Özel yetenekleri geliştirme programının uygulanması sürecinde, disiplinler arası ilişkiler dikkate alınarak öğrencilerin yönlendirildiği disiplin/disiplinlerde derinlemesine, ileri düzeyde bilgi, beceri, davranış kazanmaları ve bu doğrultuda üretimde bulunmaları sağlanır (MEB, 2023, MADDE 21).

Proje üretimi ve yönetimi programı, özel yetenekleri geliştirme programını tamamlayan öğrencilerin ilgi, istek ve yetenekleri doğrultusunda bir alanda/disiplinde grupla veya bireysel olarak yürütülen eğitim programıdır. Proje üretimi ve yönetimi aşamasında öğrenci her eğitim ve öğretim yılında en az bir proje hazırlar. Bu programda yürütülen etkinliklerde öğrencilerin belirlenen projeler doğrultusunda çalışmaları ve süreç içerisinde öğrenmeleri temel alınır. (MEB, 2023, MADDE 22).

Bilim ve Sanat merkezleri yönergesine göre (2023) eğitim programları öğrencilerin problem çözme, karar verme ve yaratıcılık gibi becerileri kazanmalarını sağlayacak şekilde hazırlanır. Gerçek yaşam problemlerine çözüm üreten, bilimsel araştırma ve buluş yapabilen bireyler olarak yetişmelerini sağlayacak şekilde yürütülür. BİLSEM’de gerçekleştirilen bütün etkinliklerin temelinde proje üretme ve geliştirme çalışmaları esas alınır.

2.2. Etkinlik Kavramı ve Etkinlik Tasarım Prensipleri

2.2.1. Etkinlik Kavramı

Etkinlik kavramının literatürde üzerinde fikir birliğine varılmış bir tanımı bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde kavramın merkezinde İngilizce literatürde 'task' olarak ifade edilen terimin yer aldığı görülmektedir (Özmantar, Bozkurt, Demir, Bingölbali ve Açıl, 2010). 'Task' kavramı Türkçe'ye 'görev' olarak çevrilebilmekte ancak bu çeviri terimin kastedilen anlamını tam olarak karşılayamamaktadır. (Özmantar ve Bingölbali, 2009). Etkinlik kavramına yönelik daha sağlıklı bir tanım yapılabilmesi için öncelikle task kavramının incelenmesi yararlı olacaktır.

Task kavramı için çeşitli araştırmacılar faklı tanımlar yapmışlardır. Brousseau (1997) task kavramını birden fazla aşama içeren ve bilinen bir algoritmanın uygulanması ile hemen çözülemeyen problem olarak ifade etmiştir. Herbst (2008) ise task kavramının problemin ötesinde bir anlam ifade ettiğini dile getirmiş ve başka birtakım özellikler içerdiğini vurgulamıştır. Herbst'e göre task kavramı öğretmen ve öğrencilerden oluşan belli bir sosyal gurubun eylem ve iletişimi ile ele alınmalı ve belirli kaynaklardan yararlanılmasını gerekli kılmalıdır (aktaran Özmantar vd., 2010). Bu yaklaşım Doyle'un ortaya koyduğu 'akademik task' kavramı ile bağlantılıdır.

Doyle'e (1986, 1988) göre task, birbiriyle ilişkili dört temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; ürün, operasyonlar, kaynaklar ve sorumluluktur. Buna göre taskın, sonuçta ortaya çıkması beklenen bir ürüne sahip olması gerekir. Operasyonlar, ürünün ortaya çıkarılması için gerçekleştirilmesi gereken eylemler; kaynaklar ise eylemlerin gerçekleştirilmesi için başvurulması gereken ulaşılabilir araçlar olarak ifade edilmektedir. Sorumluluk ise beklenen ürünün ortaya çıkması ile ilgili olarak taskın sahip olduğu etkinin belirlenmesidir.

Doyle'un task kavramına ilişkin ortaya koyduğu bu dört temel bileşenin birbiriyle ilişkisi göz önüne alındığında taskın sınıfta uygulanış biçiminin önem kazandığı görülmektedir. Watsona göre (2008) ise task sadece bir araçtır ve öğretmen ve öğrencilerle birlikte anlam kazanmaktadır; sınıf içi etkinliklerle şekillendiği gibi etkinlikleri şekillendirme etkisine de sahiptir. Dolayısıyla sınıf içi analizlerde task ve onun uygulanış şekli; pedagoji birlikte ele alınmalıdır.

Sullivan, Clarke ve Clarke (2013), Watson ve Sullivan'dan (2008) yola çıkarak taskı öğrencilerin aktif olmasını teşvik etme amacına hizmet eden, öğrenmenin başlangıç noktasını ve içeriği oluşturan, öğrencilere sunulmuş soru, durum, açıklama ve yönergeler olarak ifade etmektedirler. Taska karşılık öğrencinin her türlü düşünce ve eylemini ise 'activity' (etkinlik) olarak tanımlamaktadırlar.

Sullivan vd. (2013) taskı matematik öğretimi ve öğrenimi için anahtar kavram olarak görmektedir. Bu bağlamda öğrenme, öğrencilerin öğretmen tarafından amaçlı olarak seçilen tasklar üzerinde çalışmasının bir ürünü olarak ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla öğrenme büyük ölçüde öğrencilere sunulan tasklarla belirlenmektedir. Sullivan ve diğerlerine 2013) göre öğretmen bilgisi (konu alanı bilgisi ve pedagojik içerik bilgisi), öğretmenlerin inanç ve tutumları, amaçları ve öğretmen tarafından tahmin edilen olası öğrenci zorlukları, taskın uygulanmasını etkileyen önemli faktörlerdir. Tüm bu faktörlerin Watson (2008) tarafından önemi vurgulanan pedagoji kavramına işaret ettiği söylenebilir. Bu bağlamda etkinlik kavramı taskın belli bir pedagojik yaklaşımla hayata geçirilmesi olarak tanımlanabilir (Özmantar ve Bingölbali, 2009). Etkinlik kavramına yönelik daha kapsamlı bir tanım şu şekilde Özmantar vd. (2010) tarafından şu şekilde verilmektedir (s.383):

"Etkinlik öğrencilerin sorumluluk üstlenerek aktif katılımlarını gerektiren, birtakım araçlar ve kaynaklar yardımıyla gerçekleştirilen eylemleri içeren, belli bir kazanım ya da kazanımlara yönelik sonuçta bir ürün ortaya koymayı amaçlayan ilgi çekici ve merak uyandırıcı eğitsel çalışmalardır."

2.2.2. Etkinlik Tasarım Prensipleri

Özmantar ve Bingölbali (2009) etkinlik tasarımı konusunda yapılan çalışmaları incelemişlerdir. Yapılan çalışmaların çoğunlukla faklı prensipler (amaç ve kullanışlılık, bağlam prensibi vs.) üzerine araştırma amaçlı gerçekleştirildiğini (Ainley vd., 2006; Stylianides ve Stylianides, 2008) dolayısıyla etkinlik tasarımı ile ilgili her yerde geçerli prensiplerin ortaya konulmasının zor olduğunu bununla birlikte bazı ortak prensiplerin varlığından söz edilebileceğini ifade etmişlerdir. Özmantar ve Bingölbali (2009) yaptıkları incelemede etkinlik tasarımına ilişkin ortak olarak ifade edilen özellikleri şu şekilde sıralamışlardır:

- Etkinliğin amacı
- Sınıf yönetimi

- Etkinliğin birden fazla başlangıç noktasına sahip olması
- Etkinlik kapsamında kullanılacak araçlar
- Etkinliğin uygulanmasında öğrenci ve öğretmen rolleri
- Öğrencilerin önbilgileri
- Öğrenci zorluk ve yanılgıları
- Ölçme ve değerlendirme

Etkinliğin amacı

Özmantar ve Bingölbali (2009) etkinliğin amacının üç farklı seviyede ele alınması gerektiği ifade edilmektedir. Bunlar; etkinliğin ne için hazırlandığı (aim), hangi öğrenme çıktıları ya da kazanımların (learning objectives) hedeflendiği ve öğrencilerin etkinliğin amacı olarak ne algılayacaklarıdır (purpose). 'Etkinlik ne için hazırlandı' başlığı altındaki amaçlar dört farklı şekilde sınıflandırılmıştır:

1. Yeni bir öğrenme için tasarlanan etkinlikler
2. Öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik etkinlikler
3. Öğrenci zorluk ve yanılgılarının aşılmasına yönelik etkinlikler
4. Alanın epistemolojik yapısına dair farkındalık oluşturmaya yönelik etkinlikler: Matematiğin doğası, matematiksel bilginin oluşturulması, genellemelere nasıl ulaşılabileceği, matematikte ispat ve temellendirmenin nasıl yapılacağına dair farkındalık oluşturmak amacıyla tasarlanan etkinlikler bur gruba girmektedir.

'Hangi öğrenme çıktıları veya kazanımlar hedefleniyor' başlığı altındaki amaçlar, etkinlik başarıyla tamamlandığında öğrencilerin konu veya kavrama ilişkin hangi kazanımlara ulaşacağı ile ilgilidir. Bu amaçların uygulayıcı tarafından net olarak bilinmesi ve sınıf yönetiminden materyal kullanımına kadar pek çok faktörle birlikte düşünülüp ele alınması önem arz etmektedir. 'Öğrenciler amaç olarak ne algılayacak' başlığı altındaki amaçlarsa öğrencilerin kendilerinden ne istendiğini düşünecekleri ile ilgilidir. Etkinlikte öğrenciden ne beklenildiğinin ve uygulama talimatlarının net bir şekilde ifade edilmesi önemlidir (Özmantar ve Bingölbali, 2009).

Sınıf yönetimi

Sınıf yönetiminin etkinlik tasarımına bakan boyutu üç özellik bağlamında ele alınmaktadır: zaman yönetimi, sınıf organizasyonu ve öğretmenin müdahale şekli. Zaman yönetiminde ekinlik için ayrılan toplam süre ve toplam sürenin nasıl bölümlere ayrılacağı ile ilgilidir. Sınıf organizasyonu boyutunda öğrencilerin çalışma şekli (bireysel, küçük gurup, tüm sınıf tartışması vb.) ve öğretmenin etkinliği nasıl sonlandıracağı üzerinde düşünülmüş olması önem arz etmektedir. Öğretmenin müdahale şekli ise etkinliğin uygulanmasında doğabilecek potansiyel problemler ve ne tür müdahalede bulunulacağı üzerinde düşünülmüş olması ile ilgilidir. Hata ve yanlışların öğrenmeye ihtiyaç hissettirmek için kullanılması da öğretmen müdahale şekli ile ilgili önem arz eden durumlardandır (Özmantar ve Bingölbali, 2009).

Etkinliğin birden fazla başlangıç noktasına sahip olması

Etkinliğin birden fazla başlangıç noktasına sahip olması, etkinliğe farklı şekillerde giriş yapabilme imkânı sunması ile ilgilidir. Farklı özellik ve seviyelerdeki öğrencilerin etkinliğe dahil olabilmesinin sağlanması bakımından etkinlik tasarımında bu özelliğin dikkate alınması önem arz etmektedir (Özmantar ve Bingölbali, 2009; Polat, 2015).

Etkinlik kapsamında kullanılacak araçlar

Kullanılacak materyallerin çıktılara ulaşmada ne tür rol oynayacağının belirlenmiş olması önemlidir. Hangi araçların kullanılacağı, öğrencilere araçlarla ilişkin ne tür açıklamalar yapılacağı, öğrencilerin araçları kullanmaya yönelik ön bilgisinin yeterli olup olmadığı ve araçların ulaşılabilirliği, etkinlik tasarımında ele alınması gereken noktalardandır.

Öğrenci ve öğretmen rolleri

Öğretmen ve öğrenci rollerinin ne olacağı etkinlik tasarımında dikkate alınması gereken bir diğer özelliktir. Etkinlikte öğrenci rollerini iki seviyede ele almak mümkündür. Birincisi etkinliğe özel roller, diğer ise sınıf kültürü kapsamındaki rollerdir. Etkinliğe özel roller, etkinliğin uygulanması esnasında öğrencinin gerçekleştirmesi beklenen görevleri ifade etmektedir. Etkinlik tasarımında bu rollerin belirlenmesi ve etkinliğin uygulanmasında talimatların açık bir şekilde ifade edilmesi önemlidir. Sınıf kültürü kapsamındaki rollerse sınıf içi normlarla ilgilidir. Öğretmenin sahip olduğu pedagojik anlayış öğrenci ve öğretmen

rollerin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Yorumlayıcı anlayışa sahip bir öğretmen rehberlik edici rol üstlenirken, değerlendirmeci anlayışa sahip bir öğretmen doğruyu buldurmaya yönelik rol üstlenmesi beklenmektedir (Özmantar ve Bingölbali, 2009).

Öğrenci ve öğretmenlerin rollerinin belli olması sınıf içinde yaşanabilecek karmaşaya engel olacaktır. Bundan dolayı etkinliklerde öğretmen ve öğrenci rollerinin belirtilmesi önem arz etmektedir (Kerpiç ve Bozkurt, 2011).

Öğrenci önbilgileri

Etkinlik tasarımında dikkate alınması gereken bir diğer özellik öğrenci ön bilgileridir. Öğrencilerin içerik, araç gereç ve diğer konulara ilişkin ön bilgilerinin yeterli olup olmadığı, etkinliğin amacına ulaşması bakımından büyük önem taşımaktadır. Etkinlik tasarımında bu noktalar üzerinde düşünülmesi, gerekirse hazırlayıcı etkinliklere yer verilmesi gerekir. Hazır olarak sunulmuş bir etkinlik kullanılacaksa öğrenci ön bilgileri bağlamında ne tür değişikliklere ihtiyaç duyulduğu değerlendirilmelidir. (Özmantar ve Bingölbali, 2009).

Öğrenci zorluk ve yanılgıları

Öğrenci zorluk ve yanılgıları etkinlik tasarımı bağlamında iki farklı şekilde ele alınabilir. Birincisi etkinliğin uygulanması esnasında ortaya çıkabilecek zorluk yanılgılar üzerinde önceden düşünülmüş olmasıdır. Böylece uygulama esnasında bu tür zorluklarla karşılaşıldığında öğrenciye ne şekilde yanılgısının gösterilebileceği belirlenebilir. İkinci olaraksa doğrudan belli bir zorluk ve yanılgıyı ortadan kaldırmaya yönelik etkinlik tasarımı yapılabilir (Özmantar ve Bingölbali, 2009).

Ölçme ve değerlendirme

Ölçme ve değerlendirme etkinlik tasarımında dikkate alınması gereken bir diğer konudur. Özmantar ve Bingölbali'ye (2009) göre etkinlik uygulamasında karşılaşılan sorunların çoğunun öğretmenlerin değerlendirme becerilerinin eksikliğiyle ilgilidir. Öğrencilerin etkinliğin uygulanması sırasındaki performanslarının gözetim altında tutulması ve gerektiğinde uygun müdahalelerin yapılması önemlidir.

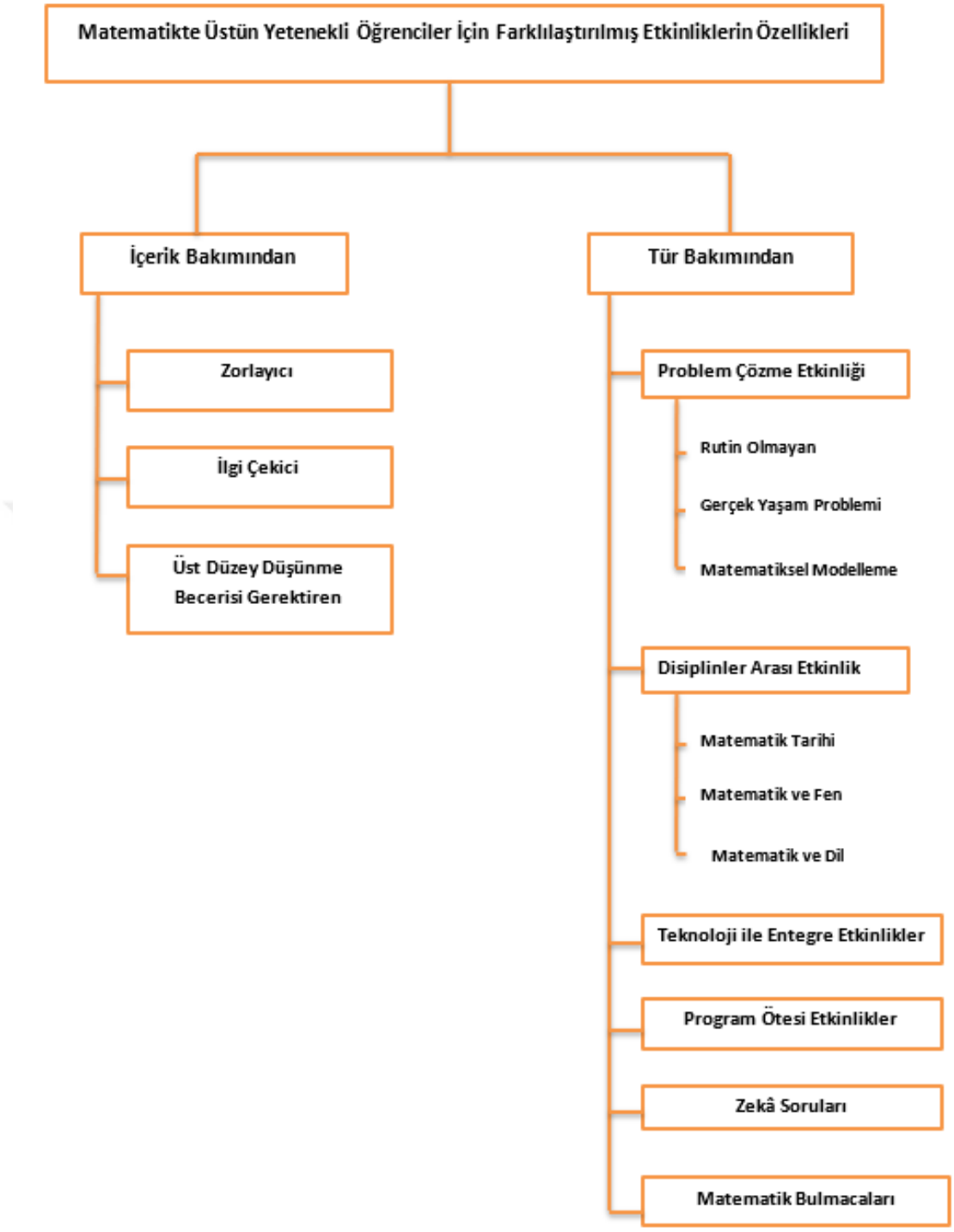
Etkinliklerin uygulanması ile ilgili de dikkat edilmesi gereken bazı huşular vardır. Bunlar; esneklik, öğrencilerin dikkatini yönlendirme ve alana özgü uygun dil geliştirme olarak ifade edilmiştir. Sonuçta da öğretmenler etkinlik geliştirmenin yanında sıklıkla

kendilerine hazır olarak sunulan etkinliklerden yararlanmaktadır. Hazır etkinlikler ne kadar profesyonel tasarımcılar tarafından titizlikle tasarlanmış olsa da sınıf ortamına taşındığında birtakım değişikliklerin yapılması gerekir. Dolayısıyla etkinliklerin söz konusu tasarım prensipleri ışığında yeniden ele alınıp değerlendirilmesi ve sınıfta uygulanmak üzere uyarlanması önemlidir (Özmantar ve Bingölbali, 2009).

2.2.3. Matematikte Üstün Yetenekli Öğrenciler İçin Hazırlanmış Etkinliklerin Özellikleri

Özdemir ve Işıksal Bostan (2021) yaptıkları tasarım tabanlı araştırmada matematikte özel yetenekli öğrencilere yönelik olarak hazırlanmış etkinliklerin özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmaları sonucunda, içerik ve tür olmak üzere iki boyutta ele aldıkları birtakım özellikler ortaya koymuşlar ve iyi bir etkinliğin bu iki boyuttan en az birer özellik taşıması gerektiği belirtmişlerdir.

Özdemir ve Işıksal Bostan (2021)'ın çalışmalarında sunduğu özellikler Şekil 2. 2'de özetlenmektedir.



Şekil 2. 2: Matematikte Üstün Yetenekli Öğrenciler İçin Farklılaştırılmış Etkinliklerin Özellikleri (Özdemir ve Işıksal Bostan, 2021)

2.3. Purdue Modeli

Üç Aşamalı Purdue Modeli üstün yetenekliler eğitiminde, eğitim programı ve müfredat geliştirme için genel bir çerçevedir. Modelin hedefleri, tarihçesi, aşamaları ve uygulamaları ayrı bölümler halinde ele alınacaktır.

2.3.1. Purdue Modeli'nin Hedefleri

Purdue modeli üstün yetenekli öğrencilerin karakteristik özellikleri ve temel ihtiyaçları göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Modelin temel olarak dört hedefi vardır. Bu hedefler aşağıdadır (Feldhusen ve Kollof, 1986**;** Altıntaş, 2009):

1) Yetenekli öğrencilerin zihinsel kapasitelerini etkin bir şekilde kullanmalarını sağlamak.

2) Yetenekli diğer öğrencilerle küçük grup etkileşimi sağlayarak benlik ve özgüvenlerinin gelişimine yardımcı olmak.

3) Zorlayıcı öğretimsel etkinlikler ile zihinsel ve yaratıcı düşünme yeteneklerinin en üst düzeyde gelişimine katkıda bulunmak.

4) Yetenekli öğrencileri bağımsız çalışabilen ve etkili öğrenen bireyler haline getirmek.

Sonuç olarak Purdue Modeli'nde çeşitli etkinliklerle öğrencilerin düşünme becerilerinin ve zihinsel kapasitelerinin gelişimi, bireysel farkındalıklarının gelişimi, diğer gençlerle etkileşimlerinden tecrübe kazanmaları, özgüven geliştirmeleri ve bağımsız çalışma yeteneği kazanmaları hedeflenmektedir (Feldhusen ve Kollof, 1986; Altıntaş, 2009). Modelin hedeflerin uzun vadeli olarak gerçekleşmesi ve öğrencilerin gelişiminin sürekliliğinin sağlanması isteniyorsa, ilköğretim, ortaöğretim ve yüksek okul boyunca bu modele dayalı etkinliklere devam edilmelidir (Feldhusen ve Kollof, 1986; Çalışkan Karakulak, 2019).

2.3.2. Modelin Tarihçesi

Üç aşamalı model ilk olarak 1973'te Feldhusen, Linden ve Ames tarafından üniversite öğrencileri için kurs tasarımına yönelik olarak oluşturulmuş ve uygulanmıştır (Feldhusen ve Kollof, 1986). Modelin ilk uygulamalarında 1. aşamada temel bilgilerin kazanılmasına odaklanılmış, ikinci aşamada bilginin probleme uygulandığı bir grup çalışması ile devam edilmiştir. Final aşaması olan üçüncü aşamada ise önceki aşamalarda edinilen bilgi ve beceri bireysel projelere uygulanmıştır. Model öğrenmenin sorumluluğunu öğrenciye yüklemiş,

öğrencinin aktif öğrenmesine vurgu yaparak öğretmeni rehber konumuna getirmiştir (Moon, Kolloff, Robinson, Dixon ve Feldhusen, 2009).

Model 1977 yılında ilkokul seviyesindeki zeki ve yetenekli öğrencilerle uygulanmaya başlanmış ve başarılı sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Aşamalar aşağıdaki gibi uyarlanarak, üstün yetenekli tanısı almış öğrencilerin eğitiminde zenginleştirme için bir çerçeve niteliği kazandırılmıştır ((Moon vd., 2009; Feldhusen ve Kollof, 1986):

- 1. Aşama: Ayırıcı ve birleştirici düşünme becerileri ve içeriğin öğrenimi
- 2. Aşama: Yaratıcı ve eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri
- 3. Aşama: Bağımsız çalışma becerileri

Purdue Modeli ile yapılan ilk denemeler sonucunda üstün yetenekli öğrencilerin eğitimi için elverişli olduğu görülmüş ve ilerleyen yıllarda modelin farklı eğitim düzeylerine yönelik pek çok uygulaması yapılmıştır.

2.3.3. Modelin Aşamaları

Birinci aşama: Bilimsel süreç becerileri

Birinci aşama temel düşünme becerileri ve konunun temelini oluşturan akademik içeriğin öğretimine yönelik etkinliklerle başlar. Bu aşamada konu alanı ile ilgili ayırıcı ve birleştirici düşünme becerilerine dengeli bir şekilde yer verilir. Çoğunlukla öğretmen tarafından tasarlanan ve yönetilen, kısa süreli (10-60) dk sınıf içi etkinlikler yapılır. Ev ödevleri, okuma parçaları, bulmacalar, bireyselleştirilmiş öğretim paketleri içerebilir. İdeal olan, bu aşamadaki etkinliklerin mümkün olduğunca ilgi çekici olması ve sonraki aşamalarda (2. Ve 3. Aşama) içeriği daha derinden keşfetmeye motive edici nitelikte olmasıdır (Moon vd., 2009). Akıcılık, esneklik, orjinallik, olgunlaşma, hayal gücü ve soru sorma gibi düşünme becerilerinin kazandırılmasında modelin birinci aşaması kullanılır (Feldhusen ve Kollof, 1986; Altıntaş, 2009).

İkinci aşama: Problem çözme

Bu aşama üstün yetenekli öğrencilerin kompleks problem çözme etkinlikleri ile iç içe oldukları aşamadır (Moon vd., 2009). Öğrenciler seçilen bir problemle karşı karşıya bırakılır ve çözümü için farklı yöntemler uygulanır. Problemin çözümünde genellikle küçük grup çalışması uygulanır (Çepni vd., 2002). Burada sıklıkla doğrudan spesifik problem çözme

yöntemleri öğretilir. Örneğin morfolojik sentez veya belirli tarz problemler için yaratıcı bir problem çözme modeli öğretilebilir (Feldhusen ve Trefifnger,1985; aktaran Moon vd., 2009). Etkinlikler 1. aşamadakilerden daha uzun sürelidir (1-10 saat). Öğretmen rehber rolündedir. Mantıksal sonuç çıkarma, eleştirel düşünme ve yaratıcı problem çözme gibi karmaşık düşünme stratejilerinin öğretiminde modelin ikinci aşaması kullanılır (Feldhusen ve Kollof, 1986; Altıntaş, 2009).

Üçüncü aşama: Bağımsız proje çalışması

Üçüncü aşamada öğrenciler yetenek alanlarında birer profesyonel gibi çalışırlar. Önceki aşamalarda edindikleri bilgi ve beceriyi gerçek yaşam problemlerine uygular ve gerçek seyircilerle paylaşılmak üzere gerçek ürünler ortaya koyarlar. Proje konuları öğrenciler tarafından seçilir, dolayısıyla öğrenci ilgileri bu aşamada önemli bir motivasyon kaynağıdır. Öğrenciler bu aşamada diğer aşamalarda olduğundan daha bağımsız bir şekilde -bireysel veya küçük gurupla- çalışırlar. Bu aşama yapılan çalışmalar üstün yetenekli öğrencilere karar verme, planlama, öz farkındalık, öz düzenleme gibi bireysel becerilerini geliştirme olanağı sağlar (Moon, 2003; aktaran Moon vd., 2009). Bu aşamada öğretmen rehber ve kaynak kişi konumundadır.

Üçüncü aşamada öğrencinin yüksek seviyede bağımsız çalışma yapabilmesi, diğer iki aşamadaki düşünme becerileri ve problem çözme stratejileri ile ilgili altyapısının yeterli olmasıyla doğrudan ilişkilidir. Dolayısıyla birinci ve ikinci aşamaların dikkatli planlanıp uygulanması bu aşamada kendini gösterecektir (Kutlu ve Gökdere, 2013).

Modelin aşamaları Şekil 2.3'te özetlenmektedir.

	1. Aşama	2. Aşama	3. Aşama
Hedefler	Temel içerik ve becerilerde uzmanlaşma Ayırıcı ve birleştirici düşünme becerileri	Temel içerik ve becerilerde uzmanlaşma Kompleks problem çözme becerileri	Bilgiyi gerçek problemlere uygulama Yetenek alanında profesyonel olarak çalışma Gerçek ürün ortaya koyma ve sunma
Aktiviteler	Okuma ödevleri Bireyselleştirilmiş çalışma yaprakları Videolar, konuşmacılar Öğretmen yönetiminde kısa süreli yaratıcı düşünme aktiviteleri (beyin fırtınası vs)	Buluş yoluyla öğrenme Yaratıcı problem çözme Küçük gurup tartışmaları Üst düzey düşünme becerisi gerektiren yapılandırılmış görevler	Bireysel yaratıcı üretim Bağımsız proje çalışması
Öğretmen Rolleri	Sınıfa liderlik etmek	Öğrenme ortamını düzenlemek Öğrenmeyi kolaylaştırmak	Rehber ve kaynak kişi konumunda
Öğrenci rolleri	Temel içerik ve becerilerde uzmanlaşma Üst düzey düşünme ve eleştirel düşünme becerileri	Sorumluluk alma Diğerleriyle işbirliği içinde çalışma Orijinal fikirler geliştirme ve paylaşma Göreve bağlılık gösterme	Uygun seçimler yapma Hedefler belirleme Hedefe yönelik gerçekçi plan yapma Planı uygulama Proje sürecini ve ürününü medya araçlarını kullanarak paylaşma Öz değerlendirme
Değerlendirme	Yansıtıcı günlük, quizler, yazılı sınavlar	Çaba, gelişim, katılım ve paylaşım Öğrenilenlerin uygulaması Öğretmenlerle görüşme/danışma	Ürün değerlendirme kontrol listesi Akran değerlendirme Öz değerlendirme Uzman değerlendirmesi

Şekil 2. 3: Purdue Modeli'nin Aşamaları

2.3.4. Modelin Uygulamaları

Bu bölümde Purdue Modeli'nin uygulamaları ele alınacaktır. Üstün yetenekli öğrenciler ergenlik döneminde normal fiziksel gelişimlerinin ötesinde oldukça ileri düzey bir bilişsel gelişim gösterebilmektedirler (Moon vd., 2009). Feldhusen ve arkadaşları ergenlik dönemindeki üstün yetenekli gençlerin gelişimsel özellikleri ve ihtiyaçlarını göz önüne alarak kapsamlı bir 'Purdue Ortaöğretim Modeli' (Purde Secondery Model) geliştirmişleridir. Bu kapsamlı program; rehberlik hizmetleri, seminerler, mesleki yönlendirme, onur sınıfları, matematik – fen hızlandırma, yabancı dil, sanat, kültür

deneyimi, kariyer eğitimi, mesleki programlar ve okul sonrası eğitim şeklinde 11 bölümden oluşan bir içeriğe sahiptir. Purdue Ortaöğretim Modeli ile yapılan uygulamalar, modelin ortaöğretim okullarının yapısına oldukça uygun ve kullanışlı olduğunu ortaya koymuştur (Feldhusen ve Reilly, 198; Feldusen ve Robinson 1986; akt. Moon vd. 2009).

Purdue Modeli'de dayalı olarak ortaöğretime yönelik farklı program türleri de geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Yaygın olarak kullanılan program türlerinden biri, 'ileri düzey sınıflar'dır (advanced courses). Purdue Üniversitesi tarafından yürütülmüş olan; matematiksel modelleme yeteneği ve yaratıcılığın geliştirilmesini amaçlayan matematiksel modelleme aktiviteleri (Model Eliciting Activities – MEAs) kursu ile matematik, fen ve dil öğretimini amaçlayan adli bilim kursu bu program türünün uygulama örneklerindendir. Her iki program da haftasonu ve yaz kursu olarak uygulanmıştır. Yaygın olarak uygulanmış bir diğer program türü ise 'bağımsız öğrenme grupları'dır. Program belli bir disiplin temelinde uygulanır, amaçlardan biri de disipline özgü bilimsel metodolojinin öğretilmesidir. Birinci sömestr Purdue Modeli'nin 1. ve 2. Aşamlarına ayrılır; araştırmaya değer bir problemin nasıl olduğunun öğretilmesi üzerinde durulur. 2. ve 3. Sömestrde öğrenciler -çoğunlukla bir üniversiteden bir mentor ile- kendi araştırmalarını yürütürler. Son sömestrde de araştırma sonuçlarını ulusal düzeyde bilim yarışmalarında sunarlar. (Moon vd., 2009).

Sonuç olarak Purdue Modeli'nin ortaöğretim düzeyine yönelik çok çeşitli uygulamaları mevcuttur. Üstün yetenekli gençlerin ihtiyaç ve özellikleri ile uyumlu olması ve ortaöğretimin yapısına uygun olması, farklı şekillerde uygulanabilmesine olanak sağlamıştır. Model, ileri düzey sınıflar, disiplinler arası ve disipline özgü programlar, seminer programları, bağımsız öğrenme gurupları gibi çeşitli programların geliştirilmesinde rahatlıkla kullanılabilmektedir (Moon vd., 2009).

2.4. Bilsem Programı ve Purdue Modeli İlişkisi

Bilim ve Sanat Merkezleri eğitim ve öğretim programlarında temel alınan ilkelere göre eğitim öğretim programları; öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenen, gerçek yaşam problemlerine çözüm üreten, bilimsel araştırma ve buluş yapabilen bireyler olarak yetişmelerini sağlayacak şekilde yürütülür. Programlar etkin problem çözme, karar verme gibi becerileri kazanmalarını sağlayacak şekilde hazırlanır, üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesini sağlayan etkinliklerin planlanmasına ve uygulanmasına dikkat edilir. BİLSEM'de gerçekleştirilen bütün etkinliklerin temelinde proje üretme ve geliştirme

çalışmaları esas alınmaktadır (MEB, 2023). Bilsem eğitim programlarının tümünün temelini oluşturması beklenen proje çalışmaları program aşamaları ilerledikçe (destek eğitimi, bireysel yetenekleri fark ettirme, özel yetenekleri geliştirme, proje üretimi ve yönetimi) yoğunluk kazanmaktadır. BİLSEM yönergesinde (2023) Özel yetenekleri geliştirme programının uygulanması sürecinde, disiplinler arası ilişkiler dikkate alınarak öğrencilerin yönlendirildiği disiplinde derinlemesine, ileri düzeyde bilgi, beceri, davranış kazanmaları ve bu doğrultuda üretimde bulunmasının esas alındığı ifade edilmektedir. Öğrencilerin özel yetenek alanlarına yönelik bilimsel temelli çalışmalara yoğunluk kazandırılacağı ifade edilmektedir.

Üç aşamalı Purdue Modeli -ilgili bölümde tanıtıldığı gibi- üstün yetenekli üstün yetenekli öğrencilerin kapasitelerinin en üst düzeyde geliştirilmesini hedefleyen, proje temelli bir modeldir. Modelin birinci aşaması bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasına, ikinci aşama problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerine odaklanır. Son aşama ise proje üretimine odaklanılan aşamadır. BİLSEM programlarının ilkeleri ve eğitim etkinlikleri ile ilgili esaslar göz önüne alındığında programların Üç Aşamalı Purdue Modeli ile benzerlikler gösterdiği görülmektedir. Ülkemizde üstün yetenekli öğrenciler için etkinlik geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalarda (fen ve matematik alanında) Purdue Modeli'nin kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Altıntaş, 2009; 2019; Çepni vd, 2002; Güler, 2013). Bilsem programları ile Purdue Modeli arasındaki benzerlikler göz önüne alındığında Bilim ve Sanat Merkezleri'nde kullanılan ders etkinliklerinin Purdue Modeline göre ne durumda olduğu sorusu önem arz etmektedir. Daha özelde ise bilimsel çalışmaların yoğunluk kazandığı BİLSEM programı olan Özel Yetenekleri Geliştirme Geliştirme Programı'nda matematik alanında uygulanan etkinliklerin Purdue Modeli ile uyumunun ne durumda olduğu araştırılmaya değer görülmektedir. Etkinlik tasarlamada olduğu gibi, matematik alanında üstün yetenekli öğrenciler için hazırlanmış etkinlikleri değerlendirmede de Purdue Modeli'nden bir çerçeve olarak yararlanılabileceği düşünülmektedir.

2.5. Bilimsel Süreç Becerileri

Bilimsel süreç becerileri ilk olarak Gagne tarafından ele alınmıştır. Gagne'ye (1965) göre bu beceriler bilimsel sorgulama sürecinin temelini oluşturmaktadır. Diğer bir ifade ile tümevarım yoluyla geçerli çıkarımlarda bulunmak için gerekli kavram ve ilkelerin öğrenilmesinde ihtiyaç duyulan genellenebilir becerilerdir (Finley, 1983; Şöhretli, 2014). Bilimsel süreç becerileri birçok disiplinle ilişkilendirilebilir; veri toplama ve düzenlemede,

problemler üzerinde düşünme ve sonuçları irdelemede, bu süreçte ortaya çıkan aksaklıkları belirlemede kullanılabilirler.

Bilimsel süreç becerileri temel ve bütünleyici beceriler olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Bu beceriler Çelik'in Padilla (1990), Martin (1997), ve Bağcı-Kılıç'ın (2006) çalışmalarından aktarımı ile Tablo 2.1'de sunulmaktadır.

Tablo 2. 1: Bilimsel Süreç Becerilerinin Sınıflandırılması

BİLİMSEL SÜREÇ BECERİLERİ
Temel Süreç Becerileri
Gözlem Yapma
Sınıflandırma
Ölçme
Bilimsel İletişim Kurma
Önceden Kestirme (Tahmin)
Sonuç Çıkarma (Çıkarım Yapma)
Bütünleyici Süreç Becerileri
Hipotez Kurma
Verileri Yorumlama
Model Oluşturma
Deney Yapma
İşe Vuruk Tanım Yapma
Değişkenleri Belirleme ve Kontrol Etme

(Aktaran Çelik, 2013)

Temel süreç becerileri düşünme yetisinin gelişmesiyle ortaya çıkan ve bütünleyici becerilerin gelişmesine zemin hazırlayan becerilerdir (Çalışkan-Karakulak, 2019). Temel süreç becerilerinden olan gözlem yapma duyularımız aracılığıyla ya da çeşitli aletler

kullanarak nesne veya olayların incelenmesidir. (Bağcı-Kılıç, 2003). Bilimsel süreçlerden en temel olanıdır. Sınıflandırma, gözlemler yoluyla toplanan verilerin düzenlenmesini ifade eder. Nesneleri genel özelliklerine göre gruplara ayırma sürecidir. Sınıflandırma becerisi sayı ve işlem kavramının gelişimi için temel oluşturur (Şöhretli, 2014). Bilimsel iletişim kurma ele alınan konuya ilişkin bilgi ve fikirlerin sözlü ya da yazılı olarak paylaşılmasını ifade eder. Elde edilen verilerden grafik çizmek, tablolar ve şekiller oluşturmak bilimsel iletişim becerisini desteklemek amacıyla kullanılabilir (Aydınlı, 2007, Bağcı Kılıç, 2003).

Ölçme ise bir gözlemin nicel veriye çevrilmesidir. Öğrencinin bu beceriyi geliştirmesi içinde etkinliklerde ölçüm yapması gerekir. Öğrencilerin boylarını ölçmeleri, termometre ile sıcaklık ölçmeleri gibi etkinler gözlem becerisini geliştirmek için kullanılabilir (Aydınlı, 2007).

Tahmin (önceden kestirme) geçmiş deneyim ve gözlemlere ya da verilerin yayılımına bağlı olarak gelecekteki bir oluşumu önceden kestirmeyi ifade etmektedir (Bağdaş, 2007). Sonuç çıkarma (çıkarım yapma) ise gözlemler sonucu elde edilen bilgilerin veya önceki bilgilere dayalı olarak yapılan gözlemlerin yorumlanması veya açıklanmasıdır. (Bağcı-Kılıç, 2003). Tahminler gelecekte olması muhtemel durumlarla ilgili iken çıkarımlar geçmişte gerçekleşmiş olayların muhtemel açıklamalarıdır. (Carin, Bass ve Contant, 2005; Demir, 2007). Çıkarım yapma becerisi gelişmiş bir öğrenci kanıta dayalı çıkarım yapar; grafik, tablo ve birtakım deneysel verileri yorumlar (Martin, 2002).

Bütünleyici süreç becerilerinden bir tanesi hipotez kurma becerisidir. Hipotez kurma, geçmiş deneyimler ve doğru olduğu düşünülen fikirlerden temel alan test edilebilir ifadeler oluşturmaktır. Hipotezler, gözlemler ve çıkarımlara dayalı olarak oluşturulur ve araştırmaya yol gösterme özelliğine sahiptir (Carin ve diğerleri, 2005). Bağcı-Kılıç'a göre (2003) hipotezler tahminlere çok benzer ancak daha formaldir. Hipotez doğru olmak zorunda değildir, oluşturulduktan sonra doğruluğunun sınanması gerekmektedir.

Araştırma sürecinde toplanan nitel ya da nicel verilerin düzenlendikten sonra yorumlanması gerekmektedir. Verileri yorumlamak, verilerden ne anlaşıldığının ortaya konulmasını ve verilere dayalı olarak sonuç çıkarılmasını ifade eder. (Şöhretli, 2014; Bağcı-Kılıç, 2003). Bir diğer bütünleyici süreç becerisi model oluşturma becerisidir. Model oluşturma süreci bir deney veya gözlem sonucu eldeki verilerin tablo, şekil, çizelge, grafik vb. araçlar kullanılarak birçok duyuya hitap edecek şekilde gösterilmesini içerir. (Artur,

1993; aktaran Şöhretli ,2014). Eldeki verilerden yararlanarak matematiksel ifadelere ve tasarımlara varmayı ifade eder (Çelik, 2013). Deney yapma ise temel olarak kurulan hipotezin test edilmesini ifade etmekle birlikte tüm bilimsel süreci birleştiren bir basamak olarak görülmektedir (Bağcı-Kılıç, 2003).

İşe vuruk tanım yapma becerisi öğrencilerin gözlem ve deneyimlerinden temel alan bilgilere dayalı olarak tanımlar oluşturmalarını ifade eder. Örneğin oksijenin yanma olayı üzerindeki etkisini araştırmak için yapılan bir deneyin ardından bir öğrenci yola çıkarak, 'Oksijen yanmayı sağlayan gazdır' şeklinde tanım yaparsa öğrenci burada deneyden elde ettiği bilgi ve deneyime dayalı tanım yapıyor demektir. Değişkenleri belirleme ve kontrol etme ise bir sonucu etkileyen faktörlerin belirlenmesi ve bir değişkenin değiştirilerek diğer değişkende buna bağlı değişimlerin izlenmesidir (Bağcı-Kılıç,2003; Demir, 2007).

2.6. İlgili Araştırmalar

Özdemir ve Işıksal-Bostan (2021) çalışmalarında matematik alanında üstün yetenekli öğrenciler için etkinlik tasarlamaya yönelik özellikleri ortaya koymayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında önce literatür taraması ve ihtiyaç analizleri sonucu birtakım prensipler belirlenmiştir. Daha sonra belirlenen özelliklere uygun olarak tasarlanmış etkinlikler 12 öğrenci ve 4 matematik öğretmeni ile uygulanmış ve elde edilen sonuçlar ışığında tasarım prensiplerine son hali verilmiştir. Çalışma sonunda matematik alanında üstün yetenekli öğrenciler için etkinlik tasarlamaya yönelik prensipler, içerik ve tür olmak üzere iki boyuttan oluşacak şekilde belirlenmiştir.

Zorlu (2021) tarafından yapılan çalışmada Üç Aşamalı Purdue Modeline dayalı 8. sınıf basınç ünitesi ile ilgili etkinlikler hazırlanması ve bu etkinliklere ilişkin öğretmen-öğrenci görüşlerinin alınması amaçlanmıştır. Araştırma kapsamında tasarlanan ders etkinlikleri 3 hafta süre ile normal gelişim gösteren 35 öğrenciye uygulanmıştır. Veriler görüşme ve gözlem yoluyla toplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, uygulanan etkinlikler sınıfın tamamının derse katılımını sağlamıştır. Etkinliklerin öğrencilerin başarma hissini yaşamalarına ve yaparak-yaşayarak öğrenmelerine katkı sağladığı belirlenmiştir.

Çalışkan-Karakulak (2019) çalışmasında Purdue Modeline uygun olarak oluşturulmuş matematik etkinlikleri ile yapılan öğretimin öğrencilerin matematik başarısı, matematik dersine yönelik tutum ve yaratıcı düşünme becerilerine olan etkisini araştırmıştır. 46 öğrencinin katılımıyla yürütülmüş olan araştırmada deney ve kontrol gruplu ön test – son

test deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, Purdue Modeli'ne dayalı olarak oluşturulan etkinlikler ile yapılan öğretimin öğrencilerin matematik başarılarını, sözel ve şekilsel alandaki yaratıcı düşünme becerini anlamlı olarak arttırdığı ortaya konulmuştur. Bununla birlikte öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları üzerinde ise anlamlı bir etki görülmemiştir.

Güler çalışmasında (2013) Bilim ve sanat Merkezlerinde görev yapan matematik öğretmenlerine yönelik olarak üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılabilecek örnek etkinliklerin hazırlanması ve değerlendirilmesini amaçlamıştır. Etkinlikler Purdue modeline dayalı olarak geliştirilmiştir. Özel durum çalışması yönteminin kullanıldığı çalışmada 10 matematik öğretmeninin geliştirilen etkinliklere ilişkin görüşleri mülakat ve katılımcı gözlem yoluyla toplanmıştır. Geliştirilen etkinliklerin öğretmenler tarafından olumlu olarak değerlendirildiği sonucuna ulaşılmış, üstün yetenekli öğrencilerin potansiyellerinin geliştirilmesi adına örnek etkinliklerin sayısının ve etkinliklerdeki çeşitliliğin artırılması önerisinde bulunulmuştur.

Kutlu ve Gökdere (2013) çalışmalarında fen ve teknoloji dersi "kuvvet ve hareket" ünitesine yönelik olarak Purdue modeli'ne uygun örnek etkinlik tasarlamayı amaçlamışlardır. Fen ve teknoloji dersi kazanımları temel alınarak oluşturulan taslak materyal, 2 sınıf öğretmeni, 4 alan eğitimcisi ve 2 alan uzmanını tarafından incelenmiş ve bu şekilde materyale son şekli verilmiştir. Sonuçta modele dayalı geliştirilen etkinliklerin bütün seviyelerdeki öğrencilere önemli öğrenme fırsatları sağlayabileceği ve öğretmenlerin modeli özümsemeleri için hizmet içi eğitimler düzenlenmesi önerisinde bulunulmuştur.

Altıntaş (2009) çalışmasında Purdue Modeline dayalı olarak matematik alanında, 7. Sınıf Bilinçli Tüketim Aritmetiği konusu ile ilgili tasarlanmış olan örnek etkinliklerle yapılan öğretimin üstün yetenekli öğrencilerin başarısına, eleştirel düşünme becerisine ve matematik problemi çözme tutumlarına etkisinin olup olmadığını araştırmayı amaçlamıştır. Araştırma 25 üstün yetenekli, 22 normal seviyedeki öğrenci ile yürütülmüş ve araştırma modeli olarak öntest-sontest kontrol gruplu model kullanılmıştır. 9 hafta süren araştırmanın sonucunda Purdue Modeline uygun olarak geliştirilen etkinlikler aracılığıyla yapılan derslerin öğrencilerin başarı, eleştirel düşünme ve matematik problemi çözme tutumlarını arttırmada, ders müfredatındaki etkinliklerle yapılan derslere göre daha etkili olduğu sonucu elde edilmiştir.

Çepni, Gökdere ve Küçük tarafından yapılan çalışmada (2002) Purdue Modelini tanıtmak ve zihinsel alanda üstün yetenekli öğrenciler için fen alanında çözeltiler konusu ile ilgili örnek materyal tasarlamak amaçlanmıştır. Geliştirilen materyal fen bilimleri uzmanları tarafından incelenerek materyale son şekli verilmiştir. Çalışmanın sonunda modele dayalı olarak geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin temel içerik bilgisi, problem çözme ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine önemli katkılar sağlayacağı yönünde ön değerlendirmede bulunulmuştur.

Moon vd. (1994) tarafından yapılan çalışmada üstün yetenekli gençlere yönelik yürütülen Purdue Modeli'ne dayalı bir programının uzun vadeli etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda programın katılımcı öğrencilerin çoğunun bilişsel, duygusal ve sosyal gelişimi üzerinde uzun vadeli olumlu bir etkisinin olduğu, gelişimsel olarak uygun bir yetenek geliştirme deneyimi olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmadan elde edilen bulgular, Purdue Üç Aşamalı Modeli'nin zenginleştirme programları için etkili bir çerçeve olduğunu göstermiştir.

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili yapılan çalışmalar matematik alanı bağlamında incelendiğinde; bilimsel süreç becerilerinin bütünleştirilmiş fen ve matematik etkinlikleri aracılığıyla kazandırılması (Adsız ve Kutluca, 2023), öğrencilerin matematik etkinliklerine yönelik tutumları ile bilimsel süreç becerileri arasındaki ilişki (Baş ve Şahin, 2023), Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (Stem/Fetemm) temelli etkinliklerin öğrenciler veya öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi (İzgi, 2020; Kongül, 2019; Uysal, 2018) konularında yapıldığı görülmektedir.

Bilimsel süreç becerileri ile ilgili etkinlik değerlendirme bağlamında yapılan çalışmaların ise çoğunlukla fen alanında yapıldığı görülmektedir. Çolak (2023) çalışmasında fen bilimleri 7. sınıf ders kitaplarındaki etkinliklerin bilimsel süreç becerilerini ne düzeyde kapsadığını ortaya koymayı amaçlamıştır. Doküman analizi yönteminin kullanıldığı araştırmanın 7. sınıf düzeyinde okullarda okutulan iki fen bilimleri ders kitabı incelenmiştir. Aynı sınıf düzeyinde okutulan iki fen bilimleri ders kitabının da etkinlik sayıları ve bilimsel süreç becerileri dağılımı açısından sistematik olmadığı, temel ve nedensel süreçlere deneysel süreçlerden daha fazla ağırlık verildiği, en fazla sonuç çıkarma ve gözlem becerilerine rastlanıldığı ve hipotez kurma becerisine hiç rastlanılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Turan (2020) tarafından yapılan çalışmada 6, 7 ve 8. sınıf fen bilimleri ders kitaplarındaki " etkinlikler, bilimsel süreç becerileri açısından doküman analizine yöntemi ile incelenmiştir. Araştırma sonucunda bilimsel süreç becerilerinin etkinliklere sistematik olarak dağılmadığı görülmüştür. Etkinliklerde gözlem, ölçme, sınıflama, sonuç çıkarma, verileri kaydetme, verileri yorumlama, deney yapma ve karar verme becerilerinin daha fazla yer aldığı belirlenmiştir. Etkinliklerde daha az yer alan becerilerinse değişkenleri belirleme, hipotez oluşturma, sayı ve uzay ilişkisi kurma, verileri kullanma ve model oluşturma, değişkenleri değiştirme ve kontrol etme" becerileri olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda ders kitaplarındaki etkinliklerin uygulanmasında mümkün olduğunca fazla beceriye yer verilmesi ve kitaplarda az yer alan becerilerin kullanılmasına daha fazla önem verilmesi önerisinde bulunulmuştur.

Demiray (2019) çalışmasında 2013 yılı ile 2018 yılı 5. Sınıf Fen Bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinlikleri bilimsel süreç becerileri bakımından karşılaştırarak incelemeyi amaçlamıştır. Çalışmada doküman analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu kararı ile tarafından ders kitabı olarak kabul edilmiş, iki adet 5. Sınıf ders kitabı incelenerek analiz edilmiştir. Veriler betimsel analiz ve içerik analizi teknikleri ile yorumlanmıştır. Sonuçta incelenen ders kitaplarındaki etkinliklerde yer verilen bilimsel süreç becerilerinin sistematik dağılım göstermediği görülmüş, 2013 yılı ders kitabındaki ilgili ünitelerin incelenen beceriler yönüyle daha zengin olduğu belirlenmiştir. İncelenen etkinliklerde bilimsel süreç becerilerine yer verildiği fakat yeterli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Dökme (2005) çalışmasında 6. sınıf Fen Bilgisi ders kitabındaki etkinlikleri bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirmiştir. Çalışma sonucunda kitaptaki etkinliklerin belli oranlarda tüm süreç becerilerini kapsadığı; tahminde bulunma, sınıflama, iletişim kurma, hipotez kurma becerisinin etkinliklerde diğer becerilerden daha az yer aldığı belirlenmiştir. Süreç becerilerinin etkinliklere sistematik dağılmadığı ancak süreci de öğreten bir fen öğretimi için açısından gelişime açık durumda olduğu ifade edilmiştir. Bilimsel süreç becerilerinin ders kitaplarını hazırlamada ve incelemede temel alınan kriterlere etkili bir şekilde ilave edilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Etkinlik tasarım prensipleri bağlamında yapılan çalışmalara bakıldığında çeşitli prensipler açısından etkinliklerin değerlendirildiği görülmüştür. Gençer Kayahan (2019) çalışmasında 5. Sınıf Bilişim Teknolojileri ve Yazılım dersi öğretmen rehber kitabındaki

etkinliklerin, etkinlik tasarım prensiplerine göre değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma desenlerinden doküman incelemesi yönteminin kullanıldığı araştırmada öğretmen rehber kitabında yer alan 121 adet etkinlik Özmantar ve Bingölbali'nin (2009) belirlediği etkinlik tasarım prensipleri bağlamında incelenmiştir. Araştırma sonucunda etkinliklerin tasarımında genel olarak etkinliğin amacı, sınıf yönetimi, öğrenci ön bilgileri, öğretmen ve öğrenci rolleri, etkinlik kapsamında kullanılacak araçlar gibi prensiplerin yer aldığı görülmüştür. Ancak ölçme değerlendirme, öğrenci zorluk ve yanılgıları ve etkinliğin birden fazla başlangıç noktasına sahip olması prensiplerinin etkinlik tasarımında yeterince dikkat alınmadığı ortaya konulmuştur.

Bozkurt (2018) çalışmasında ortaokul 6. sınıf matematik ders kitabındaki etkinlikleri amaç, öğrenci çalışma biçimi ve uygulanabilirlik yönleriyle incelemeyi amaçlamıştır. Doküman incelemesi yönteminin kullanıldığı çalışmada Milli eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan ders kitabındaki 71 adet etkinlik incelenmiştir. Etkinliklerin analizinde betimsel analiz ve içerik analizi kullanılmıştır. Araştırma sonucunda ders kitabındaki etkinliklerin çoğunlukla yeni bir kazanımı elde etmeye veya pekiştirme amacına uygun olarak tasarlandığı ancak bazı etkinliklerin istenen amaca ulaşmayı sağlamayabileceği veya uygulama aşamasında sorun yaşanmasına sebep olabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca etkinliklerin genellikle bireysel çalışmaya uygun olarak tasarlandığı ve genellikle ilgili kazanım anlatıldıktan sonra ek bir çalışma niteliğinde verildiği belirlenmiştir.

Üçüncü, Sakız ve Ada (2016) çalışmalarında 4. Sınıf fen bilimleri dersine yönelik olarak beyin temelli öğrenme modeline uygun etkinlikler tasarlamayı ve değerlendirmeyi hedeflemişlerdir. İlk olarak seçilen ünitenin hedeflerine uygun etkinlikler tasarlanmış ve ardından tasarlanan etkinlikler uzman görüşüne sunularak öğrenme hedefleri, gelişimsel uygunluk, ön bilgi, zaman yönetimi etkinliği, sınıf organizasyonu, öğretmen-öğrenci rolleri, görev zorluğu ve materyal uygunluğu prensipleri açısından değerlendirilmiştir. Sonuçta tasarlanan etkinliklerin geçerli ve etkinlik tasarım prensiplerine uygun olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra, bu görevler eğitim alanındaki uzmanlara sunularak her bir görevin öğrenme hedefleri, gelişimsel uygunluk, ön bilgi, zaman yönetimi etkinliği, sınıf organizasyonu, öğretmen-öğrenci rolleri, görev zorluğu ve materyal uygunluğu açısından faydalarına ilişkin bilgi edinilmiştir.

Jones ve Pepin (2016) yaptıkları derleme çalışmasında matematik öğretmenlerinin etkinlik tasarımındaki görevleriyle ilgili çalışmaları incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada

‘matematiksel etkinliklerin rolü’, ‘etkinlik tasarımının doğası’ ve ‘matematik eğitiminde etkinlik tasarımı için ortaklıklar’ başlıkları altında literatür incelemesi sunulmaktadır. Çalışma sonucunda etkinliklerin ne amaçla tasarlanacağı, hangi tür araçların faydalı olacağı ve hangi koşullar altında tasarlanacağına dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiş, etkinlik tasarımında dijital araçların kullanımının avantajları ve dezavantajlarının göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca öğretmenlerin etkinliklerin sadece uygulayıcısı olmakla kalmayıp tasarım sürecine ortak olmalarının mesleki gelişimleri açısından fayda sağlayacağı savunulmuştur.

Kale-Özkan (2013) tarafından yapılan çalışmada etkinlik tasarımı ve temel tasarım prensipleri üzerinde verilen bir mesleki gelişim programının etkililiğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma 100 sınıf öğretmeninin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Veriler açık uçlu anket ile toplanmış ve verilerin analizinde içerik analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda sunulan mesleki eğitim programının öğretmenlerin bilgi ve uygulama düzeylerine ilişkin gelişimlerine katkı sağladığı görülmüştür.

Kerpiç çalışmasında (2011) 7. Sınıf matematik ders kitabındaki etkinlikleri etkinlik tasarım prensipleri çerçevesinde değerlendirmeyi amaçlamıştır. Araştırmada doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Milli eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan ders kitabındaki etkinlikler analiz edilmiştir. Sonuçta incelenen etkinliklerin genel olarak amaç, araç ve gereçler, öğrencilerin ön bilgileri, öğretmen ve öğrenci rolleri, ölçme-değerlendirme gibi prensiplere uygun tasarlandığı görülmüştür. Bununla birlikte sınıf yönetimi, etkinliğin birden fazla başlangıç noktasına sahip olması gibi etkinlik tasarım prensiplerinin yeteri kadar dikkate alınmadığı görülmüştür.

Ainley ve Pratt (2005), ‘Etkinlik Tasarımı Neden Önemidir?’ sorusu etrafında gerçekleştirdikleri çalışmalarında 11-12 yaşlarındaki öğrencilerin öğrenmesine etkisini araştırmışlardır. Çalışma kapsamındaki etkinlikler orantısal akıl yürütme konusuna yönelik olarak seçilmiştir. Sonuçta öğretmenin öğretim yaklaşımını anlamasının etkinliği kontrol etme ve geliştirme üzerinde önemli bir rolünün olduğu görülmüştür. Öğretmenlerin uygun etkinlik seçme ve kendi etkinliklerini tasarlama konusunda cesaretlendirilmesi gerektiği ifade edilmiştir.

BÖLÜM III: YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden doküman incelemesi yöntemi kullanılmıştır. Doküman incelemesi, araştırılması hedeflenen olgu veya olaylar hakkında bilgi içeren yazılı materyallerin analizini kapsar. Nitel araştırmalarda doküman incelemesi tek başına bir veri toplama yöntemi olabileceği gibi diğer veri toplama yöntemleriyle de birlikte kullanılabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu araştırmada Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali'nde Analiz Modülünde yer alan etkinlikler Üç Aşamalı Purdue Modeli ve etkinlik tasarım prensipleri bağlamında incelenmiştir.

Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali'ne Milli Eğitim Bakanlığı Özel Öğretim ve Rehberlik Hizmetleri Genel Müdürlüğü internet sayfasından ulaşılmıştır. Bu ders materyali Cebir ve Sayılar Teorisi, Analiz, Sonlu Matematik ve Geometri olmak üzere dört modülden oluşmaktadır. Modüller ise 'etkinlik' adı altındaki ayrı bölümlerden oluşmaktadır. Modüllerde yer alan bu etkinliklerin her biri; konu içeriğine yönelik açıklamalar, örnekler, sorular ve alt etkinlikler içermekte olup kapsamlı bir şekilde hazırlamıştır. Dolayısıyla tüm modüllerde yer alan etkinliklerin tamamı yerine bir modülün ele alınmasına karar verilmiştir. Modüllerde yer alan etkinliklerin konuları incelenmiş; konuların bilimsel düşünme ve problem çözme ile bağlantısı göz önüne alınarak Analiz Modülü'nde yer alan etkinlikler araştırmanın dokümanı olarak belirlenmiştir. Bu modülde yer alan 6 etkinlik ilgili çerçeveler kapsamında incelenmiştir.

Doküman analizi dört aşamadan oluşmaktadır: analize konu olan veriden örneklem seçme, kategorilerin geliştirilmesi, analiz biriminin saptanması ve sayısallaştırma (Bailey, 1982; aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2013).

a) Analize konu olan veriden örneklem seçme: BİLSEM Lise Matematik Yardımcı ders Materyali Analiz Modülü'nde yer alan 6 adet etkinlik etkinlikler çalışmaya dahil edilmiştir.
b) Kategori geliştirme: Araştırmacı, araştırmasına başlamadan önce, alandaki kuramlardan yola çıkarak veya kendi geliştirdiği kategorilerle işe başlayabilir. Bu kategoriler veya temalar, yapılacak doküman analizinin de temel kategoriler olacaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Bu çalışmada Üç Aşamalı Purdue Modeli bağlamında yapılan doküman analizinde, birinci aşama; temel süreç becerileri ve bütünleyici süreç becerileri kategorilerinden oluşmaktadır. Temel süreç becerileri kategorisi; gözlem, sınıflandırma, ölçme, bilimsel iletişim kurma, tahmin, sonuç çıkarma alt kategorilerinden; bütünleyici süreç becerileri kategorisi ise hipotez kurma, verileri yorumlama, model oluşturma, deney yapma, değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama ve işe vuruk tanım yapma alt kategorilerinden oluşmaktadır. İkinci aşama, problem çözme etkinliği ve grup çalışması kategorilerinden oluşmaktadır. Üçüncü aşama ise bağımsız proje çalışması kategorisinden oluşmaktadır.

Etkinlik tasarım prensipleri bağlamında yapılan doküman analizinde; amaç, zaman kullanımı, öğrenci grubunun organizasyonu, kullanılan araçların uygunluğu, araçların temini, araçlarla ilgili açıklama ve yönergeler, öğretmen rolleri, öğrenci rolleri, öğrenci ön bilgileri, öğrenci zorluk ve yanılgıları, ölçme ve değerlendirme prensipleri temel kategorileri oluşturmaktadır. Amaç prensibi; yeni bir öğrenme, pekiştirme, epistemolojik farkındalık ve öğrenci zorluk ve yanılgılarını giderme kategorilerinden oluşmaktadır. Zaman kullanımı; toplam süre ve toplam sürenin bölümlere olarak alt boyuta ayrılmaktadır. Bu prensipler bağlamında etkinliklerde toplam süre belirtilmiş/toplam süre belirtilmemiş şeklinde kodlama yapılarak alt kategoriler oluşturulmuştur. Öğrenci grubunun organizasyonu, kullanılan araçların uygunluğu, araçların temini, araçlarla ilgili açıklama ve yönergeler, öğrenci ön bilgileri, öğrenci zorluk ve yanılgıları, ölçme ve değerlendirme prensipleri için de benzer şekilde kodlama yapılarak alt kategoriler elde edilmiştir (Örneğin öğrenci grubunun organizasyon şekli belirtilmiş / belirtilmemiş, araçlar uygun / uygun değil şeklinde kodlama yapılmıştır). Öğrenci ve öğretmen rollerinde ise rollere ilişkin ifadeler incelenerek, ilgili ifadelerde öğrenci veya öğretmene verilen görevlere göre kodlama yapılmış, daha sonra birbiri ile ilişkili olanlar bir araya getirilerek öğrenci ve öğretmen rollerinin alt kategorileri oluşturulmuştur. Bulgular tablolaştırılırken belirlenen bu alt kategoriler kullanılmıştır.

c) Analiz biriminin saptanması: Analiz modülündeki 6 etkinlik incelenirken etkinliklerin tamamı (etkinliklerde yer alan açıklamalar, alt etkinlikler, örnekler) ele alınmıştır.
d) Sayısallaştırma: Purdue modeli birinci ve üçüncü aşama kapsamında ve etkinlik tasarım prensipleri kapsamında ilgili kategorilere yönelik sayısallaştırma yapılmış; sıklık ve yüzdelikler belirlenerek tablolaştırılmıştır. Purdue ikinci aşama

kapsamında sayısallaştırma yapılmamış, incelenen problemlerin özelliklerine ilişkin bulgular sıralanmıştır.

3.2. Verilerin Analizi

Bu çalışmada verilerin analizinde betimsel analiz tekniği kullanılmıştır. Betimsel analizde amaç elde edilen bulguları düzenlenmiş ve yorumlanmış biçimde okuyucuya sunmaktır. Bu amaçla veriler önce sistematik ve açık bir biçimde betimlenir. Daha sonra bu betimlemeler açıklanır ve yorumlanır, birtakım sonuçlara ulaşılır. (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Bu bağlamda Bilim ve Sanat Merkezleri Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Analiz Ünitesinde yer alan 6 etkinlik, belirlenen kavramsal çerçeveler bağlamında analiz edilmiştir.

Üç Aşamalı Purdue Modeli çerçevesinde yapılan değerlendirmede etkinlikler her bir aşama için ayrı ayrı ele alınmıştır. Purdue Modeli'nin birinci aşaması bilimsel süreç becerileri aşamasıdır. Bu aşamada konun temel kavramlarını temel ve bütünleyici süreç becerileri ile entegre şekilde kazandırmaya yönelik etkinlikler yapılır. Dolayısıyla birinci aşama bağlamında yapılan değerlendirmede etkinliklerin gözlem, sınıflandırma, ölçme, bilimsel iletişim kurma, tahmin, sonuç çıkarma, hipotez kurma, verileri yorumlama, model oluşturma, deney yapma, değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama, işe vuruk tanım yapma becerilerini içerme durumları araştırılmıştır. Her bir etkinliğin ilgili süreç becerilerine yönelik olduğu tespit edilen bölümleri görsellerle verilerek açıklanmıştır.

Modelin ikinci aşaması problem çözme aşamasıdır. Purdue Modeli'nin bu aşamasında problem çözme etkinlikleri yaptırılır ve genellikle grup çalışması önerilir. Problem, kişinin soruyu cevaplayacak yeterli yöntem ve algoritma bilgisine sahip olmadığı durum olarak tanımlanmaktadır (Altun, 2016, s.65). Bu doğrultuda öğretilen algoritmaların tekrarı niteliğinde olmayan, öğrenciler açısından nispeten yeni durumlar problem çözme etkinliği olarak ele alınmıştır. Purdue Modeli'nin ikinci aşaması bağlamında yapılan değerlendirmede; etkinliklerde yer alan problemlerin özellikleri incelenmiş ve etkinliklerin grup çalışması içerip içermeme durumları araştırılmıştır.

Purdue Modeli'nin üçüncü aşaması bağımsız proje çalışması aşamasıdır. Üçüncü aşama kapsamında etkinlikler, bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler içerip içermemesi bakımından incelenmiştir. Etkinliklerin tek tek analiz edilmesinden sonra tüm etkinliklerden elde edilen genel bulgular tablolar ile gösterilmiştir.

Etkinlik tasarım prensipleri bağlamında yapılan incelemede ise her bir etkinlik; amaç, zaman kullanımı, sınıf organizasyonu, kullanılan araçların uygunluğu, araçların temini, araçlarla ilgili açıklama ve yönergeler, öğretmen rolleri, öğrenci rolleri, öğrenci ön bilgileri, öğrenci zorluk ve yanılgıları, ölçme ve değerlendirme prensipleri bağlamında Özmantar ve Bingölbali 'nin (2009) açıklamaları dikkate alınarak incelenmiştir.

Amaç prensibi bağlamında etkinlik ne için tasarlandı (yeni bir öğrenme, öğrenilen bir kavramı pekiştirme, öğrenci zorluk ve yanılgılarını aşma, alanın epistemolojik yapısına yönelik farkındalık oluşturma) sorusuna yanıt aranmış ve belirlenen her bir amaç için etkinliğin o amaca yönelik alt bölümlerinden örnekler paylaşılarak açıklanmıştır. Zaman kullanımı bağlamında etkinliğe ayrılan sürenin ve toplam sürenin nasıl bölümlere ayrılacağının, sınıf organizasyonu bağlamında etkinliğin alt bölümlerinde öğrencilerin çalışma şeklinin (bireysel, küçük grup vs) belirtilip belirtilmediği araştırılmıştır. Kullanılan araçların uygunluğu bağlamında etkinlikte kullanılacak araçların etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlarla uyumlu olup olmadığı, araçların temini bağlamında araçların ulaşılabilirliği, araçlarla ilgili yönergeler bağlamında, araçlara ilişkin etkinlikte sunulan açıklamaların yeterli veya açık olup olmadığı araştırılmıştır. Öğretmen ve öğrenci rolleri bağlamında etkinliğin alt bölümlerinde öğretmen ve öğrencilerden hangi rollerin beklendiği (rehberlik etme, açıklama yapma; keşfetme, uygulama vb.) örneklerle açıklanmış ve etkinliğin genelinde hangi rollerin öne çıktığı belirlenmiştir. Öğrenci ön bilgileri bağlamında etkinlikte, öğrencilerin öğrenilecek kavramlar ve kullanılacak araçlara yönelik ön bilgilerinin dikkate alınıp alınmadığı araştırılmıştır. Öğrenci zorluk ve yanılgıları bağlamında etkinlikte öğrencilerin yaşayabileceği zorluklar, kavram yanılgıları ve bunların nasıl aşılabileceğinin dikkate alınıp alınmadığı belirlenmiştir. Ölçme değerlendirme prensibi bağlamında ise etkinlikte ölçme değerlendirmeye yer verilip verilmediği, yer verilmişse ne tür araçlar kullanılacağı araştırılmıştır. Etkinlik tasarım prensipleri ile ilgili her bir etkinliğin ayrı ayrı analiz edilmesinden sonra, elde edilen genel bulgular tablolar ile gösterilmiştir.

3.3. Geçerlik ve Güvenirlik

Sonuçların inandırıcılığı bilimsel araştırmanın en önemli ölçütlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan geçerlik ve güvenirlik araştırmalarda en yaygın olarak kullanılan ölçütlerdir. Geçerlilik genel anlamda araştırma sonuçlarının doğruluğunu konu edinir. Güvenirlik ise araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliği ile ilgilidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Nitel araştırmalarda geçerlik araştırmacının araştırdığı olguyu, olduğu haliyle ve olabildiğince yansız biçimde gözlemlemesi anlamına gelmektedir (Kirk ve Miller, 1986; aktaran Yıldırım ve Şimşek, 2013). Toplanan verilerin araştırmacı tarafından ayrıntılı olarak raporlaştırılması ve sonuçlara nasıl ulaşıldığının detaylı açıklanması nitel araştırmalarda geçerliğin en önemli ölçütlerindir. Örneğin betimsel analizin kullanıldığı bir araştırmada doğrudan alıntılara yer vermek ve bunlardan yola çıkarak sonuçları açıklamak geçerliği sağlama açısından önemlidir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). BİLSEM Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali'ndeki etkinliklerin incelendiği bu çalışmada araştırmanın geçerliliğini sağlamak amacıyla bulguların sunumunda etkinliklerden doğrudan alıntılara ve görsellere yer verilerek yapılan analizler detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın dış güvenirliğini sağlamak amacıyla verilerin analizinde kullanılan kavramsal çerçeveler yöntem bölümünde ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. İç güvenirliği sağlamak amacıyla iki alan uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşü için Ek1 ve Ek 2'deki veri toplama materyalleri kullanılmıştır. Araştırmacı ve uzmanların yaptığı kodlamalar karşılaştırılmış, görüş ayrılığı olan durumlar üzerinde tartışılarak ortak karara varılmıştır. Ayrıca yapılan analizlerde danışmanlar ile sürekli fikir alışverişinde bulunularak gerekli düzeltmeler yapılmış, bu şekilde araştırmanın iç güvenirliği artırılmıştır. Yine veri analizinin önceden tanımlanmış bir kavramsal çerçeveye bağlı olarak yapılmış olması da araştırmanın iç güvenirliğini zenginleştirmeye katkı sağlamıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

BÖLÜM IV: BULGULAR

İncelemesi yapılan Analiz modülde yer alan etkinliklerin isimleri ve konuları tabloda sunulmaktadır. Ardından etkinliklerin genel yapısı ile ilgili bilgi verilecektir.

Tablo 4. 1: Analiz Modülündeki Etkinliklerin Genel Çerçevesi

Etkinlik Adı	**Konusu**
Fonksiyonlar	Fonksiyonlar
Fonksiyonun Sıfırları	Fonksiyonlar
Sanal Dünya	Karmaşık Sayılar
Fonksiyonlardan Dizilere	Diziler
Özel Diziler	Diziler
Trigonometri	Trigonometri

Her bir etkinlik, etkinlik ile ilgili tanıtıcı bilgilerin yer aldığı bir bölüm ile başlamaktadır. Bu bölüm etkinlik karekodu, modül/konu adı, kazanımlar, süre, kullanılacak materyaller ve etkinliğin amacını içermektedir. Etkinlik karekodu ile ölçme değerlendirme formları, etkinlik formu ve varsa etkinlik ile ilgili diğer materyallere ulaşılabilmektedir.

Tanıtıcı bilgiler bölümünün ardından ‘Başlarken’ bölümü yer almakta; bu bölümde konu ile ilgili (örneğin matematik tarihi ile bağlantılı) kısa bir bilgi sunulmakta veya düşündürücü soru yöneltilmektedir. Devamında etkinliğin konusuna göre alt başlıklar yer almakta ve bu başlıklar altında konu içeriği verilmektedir (keşfettirilmektedir). Konu içeriği kısmında örneklere ve alt etkinliklere (1. etkinlik vb.) yer verilmektedir. Ayrıca ilgili yerlerde etkinlik formundaki maddelere (sorulara) göndermeler yapılarak formun kullanımı ile ilgili yönergeler verilmektedir. Örneğin, ‘Etkinlik formu 6’ya benzer çalışmalar yapılır’ gibi ifadeler yer almaktadır. Konu içeriği verildikten sonra ‘Ek Etkinlik Önerisi’ başlığı altında araştırma sorularına, ardından yararlanılan kaynaklara yer verilmektedir. En sonda ise etkinlik formunun cevapları ve etkinlik formu yer almaktadır.

İncelenen etkinliklerin genel yapısı yukarıda açıklanmıştır. Bu bölümün devamında araştırmada kullanılan her iki çerçeve için 6 etkinliğin analizinden elde edilen bulgular önce

her bir etkinlik için ayrı ayrı sunulacak, daha sonra tüm etkinliklerden elde edilen genel bulgulara yer verilecektir.

4.1. Etkinliklerin Üç Aşamalı Purdue Modeli Çerçevesinde Analizine İlişkin Bulgular

4.1.1. Fonksiyonlar Etkinliği ile İlgili Bulgular


Etkinlikle ilgili tüm materyallere ulaşmak için karekodu okutunuz.

ETKİNLİK ADI : **FONKSİYONLAR**

MODÜL/KONU : Analiz/Fonksiyonlar

KAZANIMLAR :
1. Gerçek sayılarda tanımlı ve değerli fonksiyonu açıklayarak temsiller arası ilişki kurar.
2. İki fonksiyonun eşit olma şartlarını belirler.
3. Fonksiyonları tanım ve görüntü kümelerine göre sınıflandırır.

SÜRE : 4 ders saati

KULLANILACAK MATERYALLER : Etkinlik Formu, dinamik matematik yazılımı

Etkinliğin Amacı

Analiz'in giriş konusu olan fonksiyonlara yönelik hazırlanan bu etkinlikte; fonksiyonun tanım, kural, değer ve görüntü kümelerini buldurmaya ve aralarındaki ilişkiyi sembolik olarak göstermeye yönelik çalışmalar yer almaktadır. Öğrencilerin fonksiyonun farklı temsillerini oluşturması ve aralarında ilişki kurması amaçlanmıştır. İki fonksiyonun eşit olması için gerekli şartların neler olduğu sorgulatıldıktan sonra fonksiyon çeşitlerine yer verilecektir. İçine, örten, birebir ve birim fonksiyonları incelemeye yönelik çalışmalar yapılacaktır. Bir fonksiyonun birebir ve örtenliğinin incelenmesine olanak tanıyan yatay doğru testinin öğrenciler tarafından açıklanması hedeflenmektedir. Ayrıca bir fonksiyonun grafiği üzerinde görüntü ve ters görüntüyü inceleme çalışmaları yapmaları istenecektir.

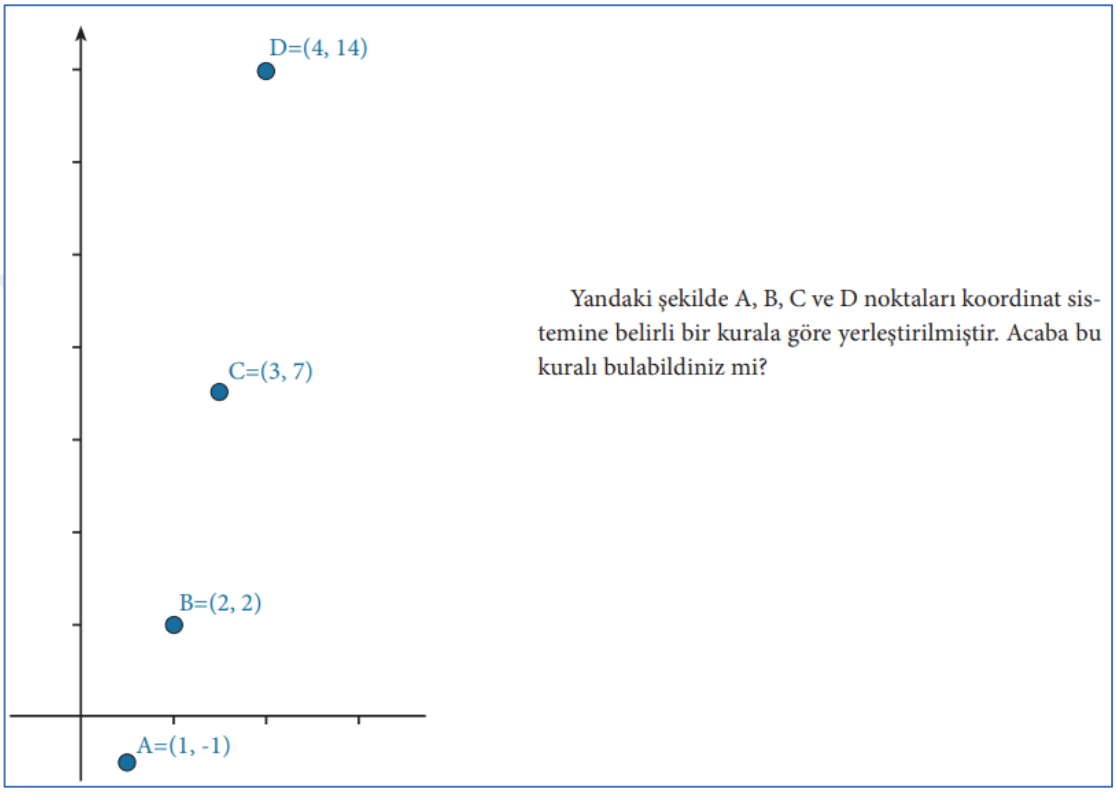
Şekil 4. 1: Fonksiyonlar Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 270)

1. Aşama: Temel ve Bütünleyici Bilimsel Süreç Becerileri

Fonksiyonlar etkinliği bilimsel süreç becerilerinden gözlem, sınıflandırma, ölçme, bilimsel iletişim kurma, tahmin, sonuç çıkarma, model oluşturma, değişkenleri belirleme ve değişenler arasındaki ilişkileri tanımlama ve işe vuruk tanım yapma becerilerini

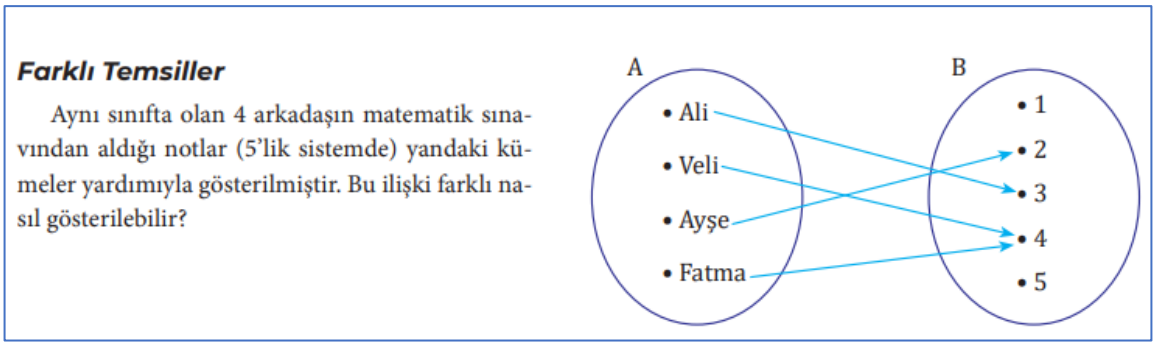
içermektedir. Etkinliğin ilgili süreç becerilerine yönelik olduğu tespit edilen bölümlerinden örnekler aşağıda görsellerle açıklanmaktadır.

Gözlem: Etkinliğin Şekil 4. 2'de verilen bölümünde öğrencilerin verilen noktaların koordinatları arasındaki ilişkiyi gözlemlemesi beklenmektedir. Etkinlik gözlem becerisi içermektedir.

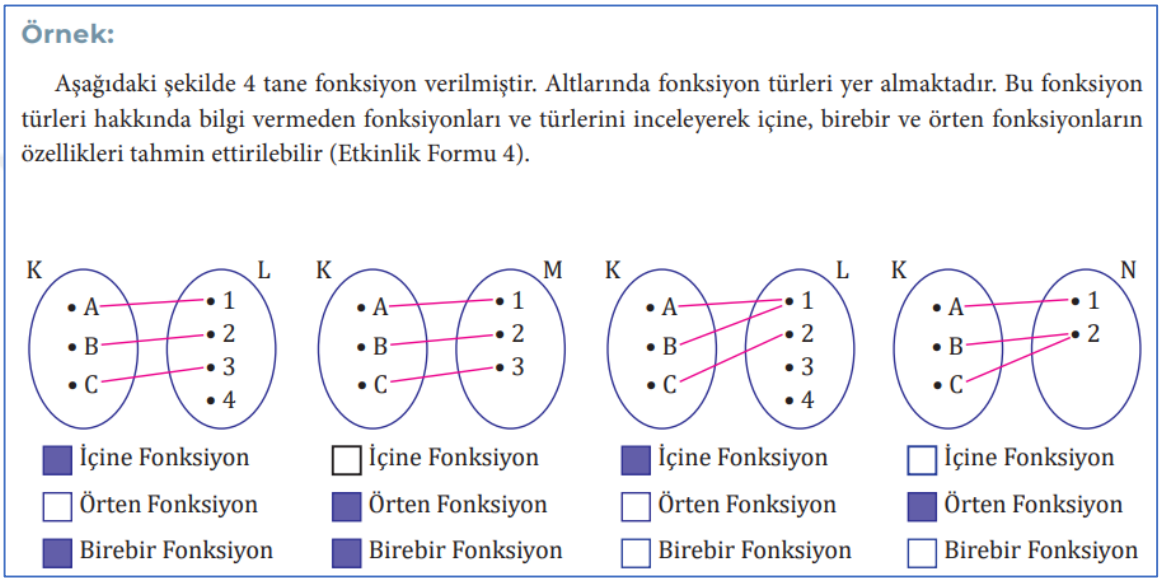


Şekil 4. 2: Koordinat Sistemindeki Noktalar (MEB, 2022, s. 271)

Tahmin: Şekil 4. 3'te öğrencilerin isimleri ile aldıkları notlar arasındaki bağıntının farklı şekillerde nasıl gösterilebileceği sorulmuştur. Öğrencinin bağıntı/fonksiyon kavramının farklı temsillerinin neler olduğunu tahmin etmeleri beklenmektedir. Şekil 4. 4'te ise Venn şeması yöntemiyle gösterilmiş fonksiyon örneklerinin içine fonksiyon, birebir fonksiyon, örten fonksiyon türlerinden hangilerine ait oldukları belirtilmiştir. Öğrencilerin örnekleri inceleyerek ilgili fonksiyon türlerinin özellikleri ile tahminde bulunmaları beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik tahmin becerisini içermektedir.

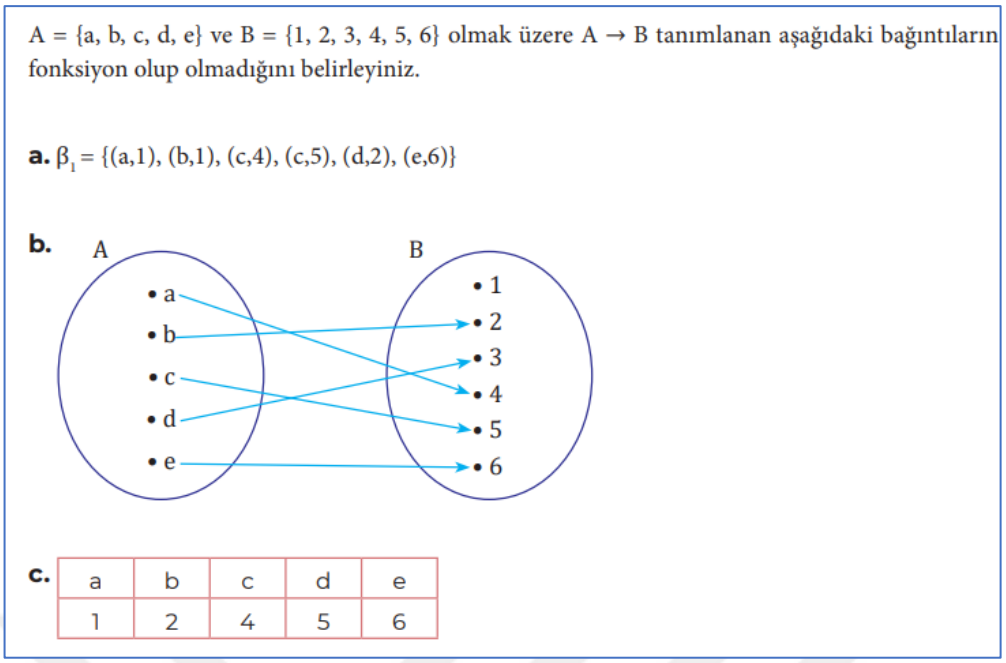


Şekil 4. 3: Farklı Temsiller (MEB, 2022, s. 272)



Şekil 4. 4: Fonksiyonların Sınıflandırılması-Örnek (MEB,2022, s. 276)

Sınıflandırma: Şekil 4. 5'te farklı temsillerle verilen bağıntıların fonksiyon olup olmadıklarının belirlenmesi; dolayısıyla verilen bağıntıların fonksiyondur veya fonksiyon değildir şeklinde sınıflandırılması beklenmektedir. Etkinlik Formu 6'da verilen fonksiyonların birebir olanlar/birebir olmayanlar şeklinde sınıflandırılması, Etkinlik Formu 7'de ise verilen fonksiyonun örtendir veya örten değildir şeklinde sınıflandırılması istenmektedir (s.286). Dolayısıyla etkinlik temel bilimsel süreç becerilerinden olan sınıflandırma becerisini içermektedir.


A = {a, b, c, d, e} ve B = {1, 2, 3, 4, 5, 6} olmak üzere A → B tanımlanan aşağıdaki bağıntıların fonksiyon olup olmadığını belirleyiniz.

a. $\beta_1 = \{(a,1), (b,1), (c,4), (c,5), (d,2), (e,6)\}$

b.

c.

a	b	c	d	e
1	2	4	5	6

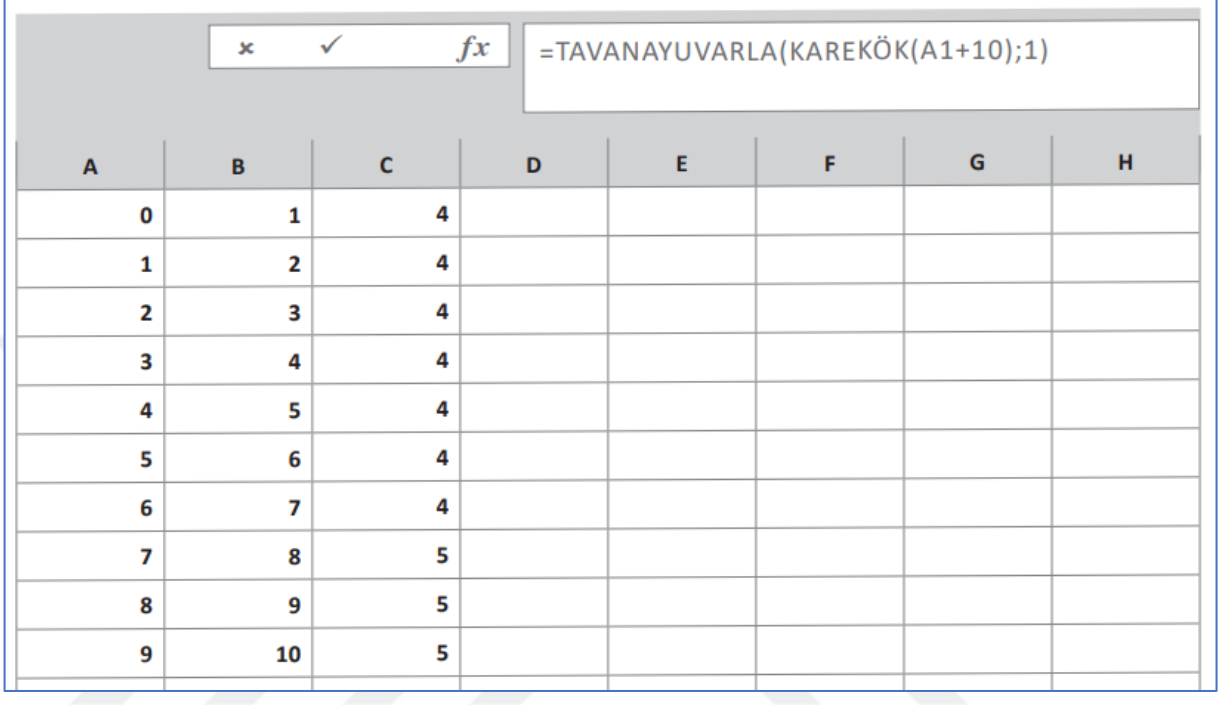
Şekil 4. 5: Etkinlik Formu 2. Soru (MEB, 2022, s. 284)

Ölçme: Etkinlikte fonksiyon uygulamaları bölümünde taksiyle 1,2,3, … 10 km gidecek kişilerin ödeyeceği taksi ücretinin daha önce modellenmiş olan fonksiyon kuralı ile bulunması (s. 280) istenmektedir. Etkinlik ölçme becerisini içermektedir.

Bilimsel İletişim Kurma: Bilimsel iletişim kurma becerisi öğrencilerin bilgi ve fikirlerini sözlü, yazılı ve görsel araçlarla ifade edebilmelerini içermektedir. Öğrenciler iletişim kurmada grafikler, şekiller, şemalar, tablolar kullanabilirler (Demir, 2007; Şöhretli, 2014). Fonksiyonlar etkinliği bilimsel iletişi kurma becerisi içerisi içermektedir. Etkinliğin ilgili bölümlerinden örnekler aşağıdadır.

Tablo Yazılımı Uygulaması

Tablo yazılımında A sütununa oluşturulacak fonksiyonun tanım kümesinin elemanları yazılır (Örnek; rakamlar kümesi). B sütununa ise oluşturulacak fonksiyonun değer kümesinin elemanları yazılır (Örnek; 1'den 20'ye kadar olan tam sayılar). Fonksiyon ekle menüsünden tanım kümesindeki elemanları değer kümesindeki elemanlara eşleyebilecek, görüntü kümesi C sütunu olan bir fonksiyon bulmaları istenir (Örnek; tanım kümesindeki elemanların 10 fazlasının karekökünü kendisinden küçük olmayan en küçük tam sayı ile eşler.).



A	B	C	D	E	F	G	H
0	1	4					
1	2	4					
2	3	4					
3	4	4					
4	5	4					
5	6	4					
6	7	4					
7	8	5					
8	9	5					
9	10	5					

Şekil 4. 6: Tablo Yazılımı Uygulaması (MEB, 2022; s. 274)

Şekil 4. 6'da verilen tablo yazılımı uygulaması öğrencilerin elektronik tablo ile uygun fonksiyonu bularak ifade etmeleri hedeflemektedir, dolayısıyla görsel ve teknolojik bir araçla iletişim kurmayı içermektedir. Bir diğer örnek Fonksiyonların sınıflandırılması bölümünde yer almaktadır ve sözel iletişim kurma ile ilgilidir. İlgili bölümde öğrencilerin fonksiyon tanımı ve verilen örneklerden yola çıkarak tanım ve değer kümesi ile ilgili yöneltilen sorulara ilişkin fikirlerini sözel olarak ifade etmeleri istenmektedir (s. 275), dolayısıyla etkinlik sözel iletişim becerisi içermektedir.

Sonuç Çıkarma: Şekil 4. 7'de verilen örnekte cebirsel kuralı verilen fonksiyonların her biri için grafiklerin dinamik yazılımla çizilerek fonksiyonların birebir olma durumlarının hem grafik üzerinden hem de cebirsel olarak incelenmesi istenmektedir. Etkinliğin devamında *'Birebir olan fonksiyonlar ile birebir olmayan fonksiyonların grafikleri hakkında bir çıkarım yaptırılabilir. Fonksiyonun birebir olduğunu belirlemek için yatay doğru testini keşfettirilebilecek sorular sorulabilir'* ifadeleri yer almaktadır (s.279). Şekil 4. 7'de f

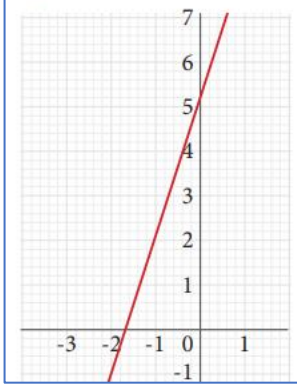
fonksiyonu için olduğu gibi diğer fonksiyonlar için de çözüm yapıldıktan sonra öğrencilerin birebir olan ve olmayan fonksiyonların grafiklerini inceleyerek -öğretmenin yönlendirici soruları yardımıyla- yatay doğru testi ile ilgili çıkarımda bulunmaları beklenmektedir. Etkinliğin amacında (Şekil 4. 1) yer alan *'Bir fonksiyonun birebir ve örtenliğinin incelenmesine olanak tanıyan yatay doğru testinin öğrenciler tarafından açıklanması hedeflenmektedir'* ifadeleri de bunu desteklemektedir.

Ayrıca Etkinlik Formu 5. Soruda *'4. soruda yer alan ilk 2 fonksiyonu tekrar inceleyin. İki fonksiyon da birebir iken birinin örten diğerinin içine fonksiyon olması neye bağlıdır?'* (s.286) sorusu yöneltilmektedir. Etkinlik Formunda yer alan bu soru ile ilgili etkinlik içinde *'Birebir ve örten fonksiyonların grafikleri ile ilgili çalışmalara yer vermeden önce bir fonksiyonun birebir olması değer kümesinden bağımsız iken örten olmasının değer kümesine bağlı olduğu fark ettirilir (Etkinlik Formu 5)'* (s.277) yönergesi yer almaktadır. Dolaysıyla öğrencinin 'fonksiyonun birebir olması değer kümesinden bağımsız iken örten olmasının değer kümesine bağlıdır' çıkarımını yapması beklenmektedir. Etkinlik sonuç çıkarma becerisini içermektedir.

Örnek:

Reel sayılardan reel sayılara tanımlanan $f(x) = 3x + 5$, $g(x)=x^2 + 2x+1$, $h(x) = x^2$, $p(x) = x^3 + 2$, $q(x) = x^3+3x^2 + x - 1$ fonksiyonlarının grafikleri ve cebirsel gösterimleri incelenerek birebir olup olmadıkları belirlenir.

Çözüm:



$f(x) = 3x + 5$ fonksiyonunun grafiği incelendiğinde tanım kümesinde yer alan her elemanın görüntüsünün farklı olduğu görülmektedir. f fonksiyonu birebirdir.

Ayrıca; $f(a) = f(b) \Rightarrow 3a + b \Rightarrow a = b$ cebirsel olarak da f fonksiyonunun birebir olduğu görülür.

Şekil 4. 7: Birebir ve Örten Fonksiyonların Grafikleri (MEB, 2022; s. 278)

Değişkenleri Belirleme ve Değişkenler Arasındaki İlişkileri Tanımlama:

Fonksiyon Uygulamaları

İstanbul'da taksilerin ücretlendirmesinde açılış ücreti 5,55 TL olup kilometre başına 3,45 TL alınmaktadır. İnsanların gideceği yerlere göre taksi ücretini tahmin etmek için bir program yazıp bunu internet sitenize koymak istiyorsunuz. Bu program için nasıl bir fonksiyon oluşturursunuz.

$f(x) = 3{,}45x + 5{,}55$ (x = gidilecek mesafe, $f(x)$ = ödenecek ücret)

Peki İstanbul'da taksiyle 1, 2, 3, …10 km gidecek kişiler için bir tablo oluşturup bunu da internet sitenize yerleştireceksiniz.

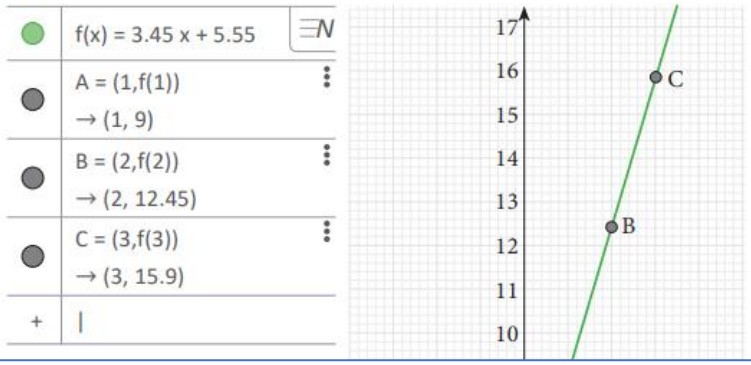
KAREKÖK ▼ | × ✓ fx | =3,45*A1

	A	B	C	D	E
1		=3,45*A1			
2		12,45			
3		15,9			
4		19,35			
5		22,8			
6		26,25			
7		29,7			
8		33,15			
9		36,6			
10		40,05			

Şekil 4. 8: Fonksiyon Uygulamaları (MEB, 2022; s. 280)

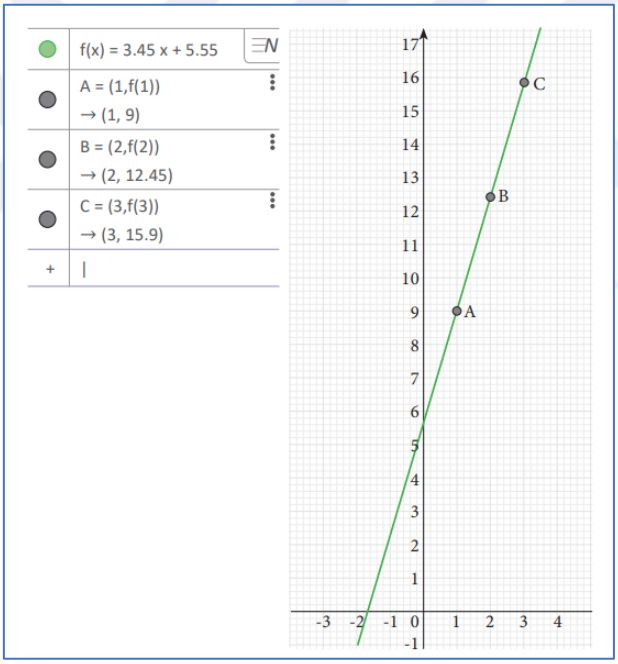
Etkinliğin Şekil 4. 8'deki bölümünde öğrencilerin açılış ücreti ve km başına ücret bilgilerini kullanarak insanların gidecekleri km miktarına göre ödeyecekleri taksi ücretini veren bir fonksiyon oluşturmaları istenmektedir. Öğrencilerin değişkenleri (gidilecek km mikarı, ödenecek ücret) belirlemeleri, aralarındaki ilişkiyi fonksiyonun kuralı ile tanımlamaları, değişkenlerden birine değerler vererek diğerinin alacağı değerleri kontrol etmeleri beklenmektedir. Etkinlik değişkenleri belirleme ve aralarındaki ilişkileri tanımlama becerisi içermektedir.

Bu fonksiyonun grafiğini de dinamik matematik yazılımı yardımıyla çizip onu da sitenize eklemek istiyorsunuz.



Şekil 4. 9: Fonksiyon Grafiği (MEB, 2022, s. 281)

Model Oluşturma: Model oluşturma becerisi, eldeki verilerden yararlanarak matematiksel ifadelere ve tasarımlara varmayı (Çelik, 2013); verilerin birçok duyu organına hitap edecek şekilde tablo grafik, çizelge vb. ile gösterilmesini içerir (Şöhretli, 2014). Şekil 4. 8 ve Şekil 4. 9'daki bölümlerde öğrencilerin taksi ücretini cebirsel olarak modellemesi, değişkene verilen değerler için hesaplamalar yapması ve dinamik matematik yazılımı kullanarak grafiğe aktarması beklenmektedir. Dolayısıyla etkinliğin bu bölümü bütünleyici düşünme becerilerinden model oluşturma becerisine yönelik olarak değerlendirilmiştir. Bu bölümün devamında (Şekil 4.10) çizilen grafik üzerinden görüntü ve ters görüntü kavramlarını kazandırmak amaçlanmıştır. Dolayısıyla hem konunun temel kavramlarının bilimsel süreç becerileri ile birlikte kazandırılmasına yönelik olarak hazırlandığı söylenebilir.



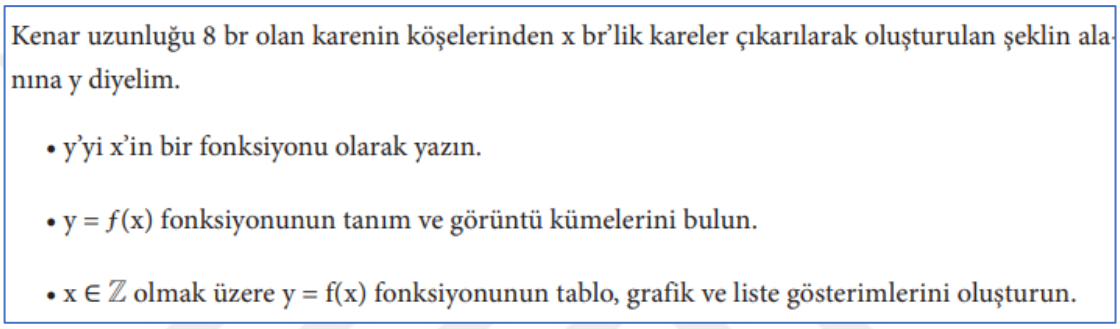
Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi tabloda yer alan ilk 3 değer grafikte gösterilmiştir. Bu şekle göre (aynı zamanda tablodan da) 3 km gidecek kişinin ödeyeceği ücretin 15,9 TL olduğu anlaşılmaktadır. Bu değer f fonksiyonunda 3'ün görüntüsüdür. Benzer şekilde f fonksiyonunda 1'in görüntüsü 9, 10'un görüntüsü de 40,05 olacaktır. 9'un ters görüntüsü ise; 1, 12, 45'in ters görüntüsü ise 2 olacaktır. Bu değerler şu şekilde gösterilir. $f^{-1}(9) = 1, f^{-1}(12{,}45) = 2$ Bu fonksiyonu oluşturduktan sonra sitenize aşağıdaki soruları sormak isteyen kullanıcılar nasıl cevaplar alacaklardır?

Şekil 4. 10: Görüntü ve Ters Görüntü (MEB, 2022, s. 283)

İşe Vuruk Tanım Yapma: Etkinliğin 'Giriş' bölümünde çocuklar ve anneler kümesi arasındaki ilişkiye yönelik sorular yöneltilmekte (s. 271), devamında iki kümenin

elemanlarının eşleşme durumları incelenerek fonksiyon kavramına giriş yapılabileceği ifade edilmektedir (s. 272). Daha sonra 'Farklı Temsiller' bölümünde iki küme arasındaki ilişkinin farklı şekilde nasıl gösterilebileceği sorulmakta (şekil 4. 5), ardından farklı temsiller ile verilen bu ilişkinin fonksiyon kavramına bir örnek olduğu belirtilmekte ve formel tanım verilmektedir (s. 272). Fonksiyon kavramı incelenen durumlar üzerinden edinilen deneyime dayalı olarak tanımlanmaktadır. Benzer şekilde fonksiyonların eşitliği (s. 275), birebir fonksiyon ve örten fonksiyon (s. 277) kavramları da deneyime dayalı olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla etkinlik işe vuruk tanım yapma becerisini içermektedir.

2. Aşama: Problem Çözme

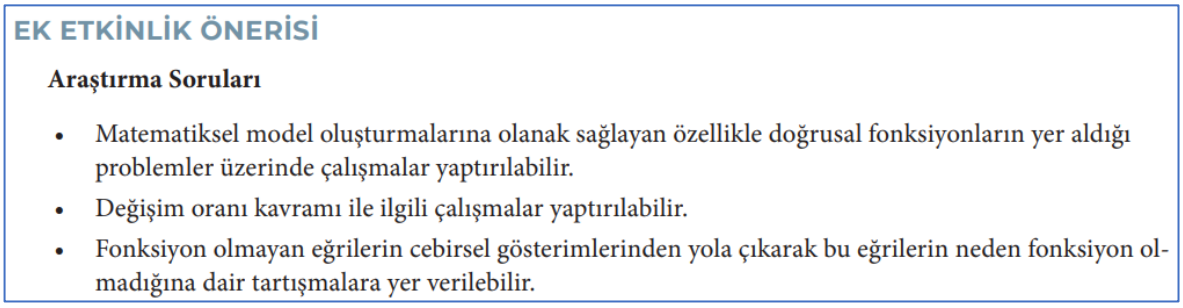

Kenar uzunluğu 8 br olan karenin köşelerinden x br'lik kareler çıkarılarak oluşturulan şeklin alanına y diyelim.

- y'yi x'in bir fonksiyonu olarak yazın.
- $y = f(x)$ fonksiyonunun tanım ve görüntü kümelerini bulun.
- $x \in \mathbb{Z}$ olmak üzere $y = f(x)$ fonksiyonunun tablo, grafik ve liste gösterimlerini oluşturun.

Şekil 4. 11: Etkinlik Formu-8 (MEB,2022, s. 287)

Şekil 4.11'deki problemde sözel ifadede verilen x ve y arasındaki ilişkinin fonksiyon ile modellenmesi beklenmektedir. İkinci maddede özel olarak sayı kümesi belirtilmediğinden tanım ve görüntü kümelerinin gerçek sayı aralığı olarak istendiği düşünülebilir. Öğrencinin karenin kenar uzunluğunun ve oluşan alan değerinin negatif olamayacağını göz önünde bulundurarak aralıkların sınırlarını belirlemesi gerekecektir. Üçüncü maddede x değeri tamsayı olmak üzere tanım ve görüntü kümesinin incelemesi, fonksiyonun farklı gösterimleri arasında geçiş yapması beklenmektedir. Rutin olmayan bir problemdir ve matematiksel modelleme içermektedir. Purdue Modeli ikinci aşamaya uygun bir problem çözme etkinliği olduğu söylenebilir. Bununla bu birlikte problemde veya Fonksiyonlar Etkinliği'nin başka bir bölümünde grup çalışması ile ilgili herhangi bir ifadeye rastlanmamıştır. Etkinlik grup çalışması içermemektedir.

3. Aşama: Bağımsız Proje Çalışması



EK ETKİNLİK ÖNERİSİ

Araştırma Soruları

- Matematiksel model oluşturmalarına olanak sağlayan özellikle doğrusal fonksiyonların yer aldığı problemler üzerinde çalışmalar yaptırılabilir.
- Değişim oranı kavramı ile ilgili çalışmalar yaptırılabilir.
- Fonksiyon olmayan eğrilerin cebirsel gösterimlerinden yola çıkarak bu eğrilerin neden fonksiyon olmadığına dair tartışmalara yer verilebilir.

Şekil 4. 12: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 282)

Fonksiyonlar etkinliğinin sonunda Şekil 4. 12'deki araştırma sorularına yer verilmektedir. Gruptaki öğrencilerin bireysel veya 2-3 kişilik halinde araştırma sorularından seçtikleri bir tanesi üzerinde çalışmaları ve grup arkadaşlarına sunum yapmaları sağlanabilir. Dolayısıyla etkinlik bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler içermektedir.

4.1.2. Fonksiyonun Sıfırları Etkinliği ile İlgili Bulgular


Etkinlikle ilgili tüm materyallere ulaşmak için karekodu okutunuz.

ETKİNLİK ADI : **FONKSİYONUN SIFIRLARI**
MODÜL/KONU : Analiz/Fonksiyonlar
KAZANIMLAR : **1.** Parçalı fonksiyonu ve grafiğini oluşturur.
2. Bir f fonksiyonunun grafiği ile $f(x) = 0$ denkleminin kökleri ve cebirsel ifadesi arasındaki ilişkiyi kurar.
3. İkinci dereceden denklemin köklerini veren genel kuralı ispat eder.
SÜRE : 4 ders saati
KULLANILACAK MATERYALLER : Etkinlik Formu, dinamik matematik yazılımı

Etkinliğin Amacı

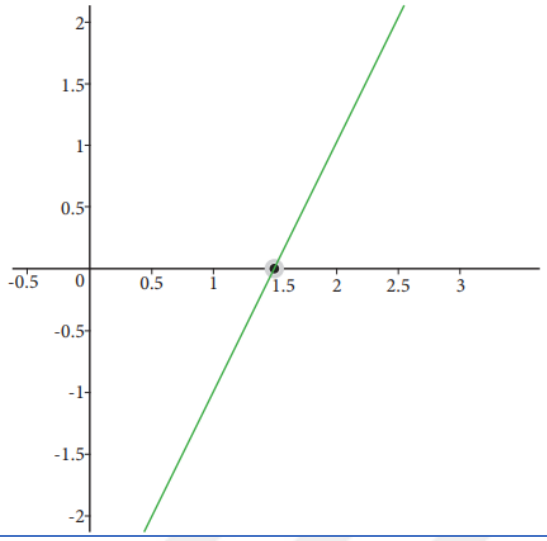
Parçalı fonksiyon ile ilgili öğrencilerin uygulama yapması hedeflenmiştir. Fonksiyonun grafiğinin x eksenini kestiği noktalar ile $f(x) = 0$ denkleminin köklerinin aynı olduğunu keşfetmeleri beklenmektedir. İkinci dereceden denklemlerin köklerini veren genel kuralın öğrenciler tarafından bulunması amaçlanmıştır. Öğrencilerin diskriminantın farklı durumlarını incelemesi ve denklemin kökleri ile katsayıları arasındaki ilişkileri fark etmesi beklenmektedir.

Şekil 4. 13: Fonksiyonun Sıfırları Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 288)

1. Aşama: Temel ve Bütünleyici Bilimsel Süreç Becerileri

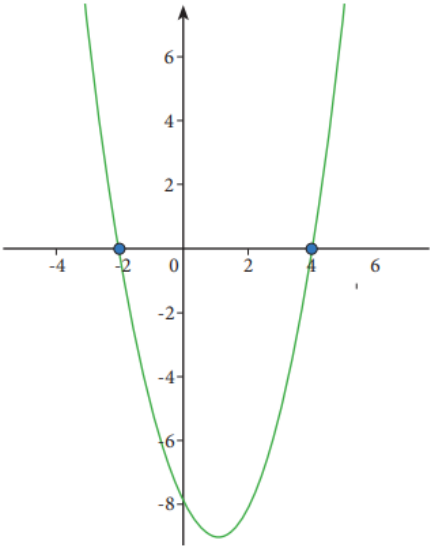
Gözlem: Şekil 4. 14 ve Şekil 4. 15'te f(x) = 0 denkleminin çözümlerinin cebirsel olarak bulunması ve bulunan değerlerin fonksiyon grafiğinde işaretlenmesi istenmektedir. Etkinlik denklemlerin köklerinin grafik üzerinde gözlemlemesini içermektedir.

$f(x) = 2x - 3$ fonksiyonunun grafiğini çizin. Ayrıca $2x - 3 = 0$ denkleminin çözüm kümesini bulun. $2x - 3 = 0$ denkleminin çözüm kümesini $f(x) = 2x - 3$ fonksiyonunun grafiğinde belirleyin.



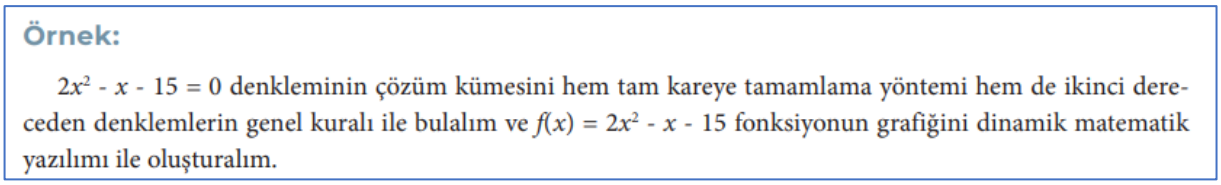
Şekil 4. 14: Fonksiyonun Sıfırları (MEB, 2022, s. 292)

Benzer şekilde $g(x) = x^2 - 3x - 10$ fonksiyonun grafiğini dinamik matematik yazılımında oluşturun. $x^2 - 3x - 10 = 0$ denkleminin çözüm kümelerini bulun. Ve bu x değerlerini g fonksiyonunun grafiğinde belirleyin.



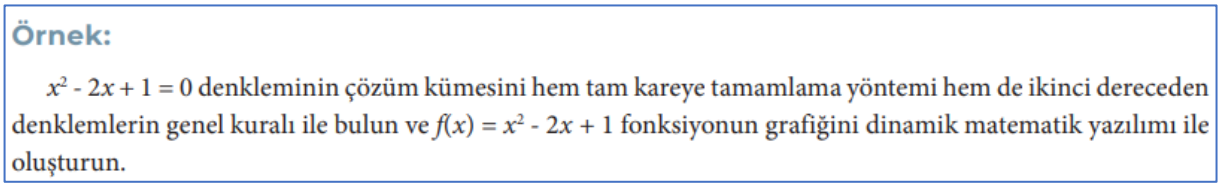
Şekil 4. 15: Fonksiyonun Sıfırları (Meb,2022, s. 292)

Fonksiyonun Sıfırları etkinliğinde ikinci dereceden denklemlerin kökleri ile ilgili üç adet örneğe ve çözümlerine yer verilmektedir.


Örnek:

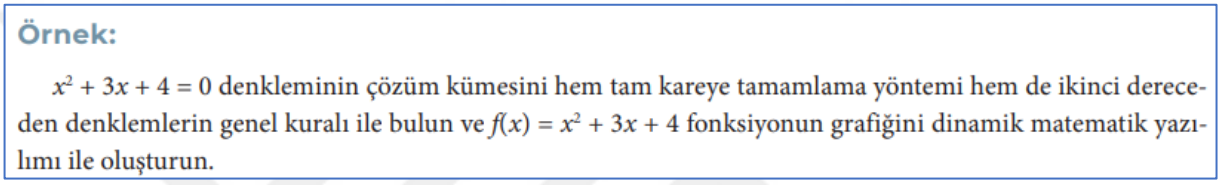
$2x^2 - x - 15 = 0$ denkleminin çözüm kümesini hem tam kareye tamamlama yöntemi hem de ikinci dereceden denklemlerin genel kuralı ile bulalım ve $f(x) = 2x^2 - x - 15$ fonksiyonun grafiğini dinamik matematik yazılımı ile oluşturalım.

Şekil 4. 16: Diskriminantın Farklı Durumları – 1 (Meb,2022, s. 296)


Örnek:

$x^2 - 2x + 1 = 0$ denkleminin çözüm kümesini hem tam kareye tamamlama yöntemi hem de ikinci dereceden denklemlerin genel kuralı ile bulun ve $f(x) = x^2 - 2x + 1$ fonksiyonun grafiğini dinamik matematik yazılımı ile oluşturun.

Şekil 4. 17: Diskriminantın Farklı Durumları – 2 (Meb,2022, s. 297)


Örnek:

$x^2 + 3x + 4 = 0$ denkleminin çözüm kümesini hem tam kareye tamamlama yöntemi hem de ikinci dereceden denklemlerin genel kuralı ile bulun ve $f(x) = x^2 + 3x + 4$ fonksiyonun grafiğini dinamik matematik yazılımı ile oluşturun.

Şekil 4. 18: Diskriminantın Farklı Durumları – 3 (Meb,2022, s. 297)

Şekil 4. 16'daki örneğin çözümünün sonunda '*Fonksiyonun grafiği incelendiğinde fonksiyonun sıfırlarının 2 tane olduğu görülmektedir*' (s. 296) ifadesi,

Şekil 4. 17'deki örneğin çözümünün sonunda '*Fonksiyonun grafiği incelendiğinde fonksiyonun sıfırının tek olduğu görülmektedir*' (s. 297) ifadesi,

Şekil 4. 18'deki örneğin çözümünün sonunda '*Fonksiyonun grafiği incelendiğinde fonksiyonun sıfırlarının olmadığı görülmektedir*' (s. 298) ifadesi yer almaktadır. Etkinliğin amacında (Şekil 4. 13) geçen '*öğrencilerin diskriminantın farklı durumlarını incelemesi beklenmektedir'* ifadesi ile bağlantılı olarak öğrencilerin diskrıminantın faklı durumları ile denklemin köklerinin varlığı arasındaki ilişkiyi gözlemlemesi beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik gözlem becerisini içermektedir.

Ölçme: Şekil 4. 23'te verilen parçalı fonksiyon etkinliğinin çözümünde *'Örneğin yolculuğun 80. km'sinde ödenecek ücret ne olmalıdır?'* (s.289) ifadesi yer almakta; oluşturulan fonksiyon kullanılarak belli bir kilometre değeri için ödenecek taksi ücretinin hesaplanması beklenmektedir. Etkinlik ölçme becerisini içermektedir.

Bilimsel İletişim Kurma: Şekil 4. 23 ve Şekil 4. 25'teki bölümlerde öğrencilerin verilen duruma uygun olarak oluşturdukları fonksiyonun grafiğini çizmeleri dolayısıyla bilgi ve fikirlerini görsel-teknolojik yolla ifade etmeleri beklenmeketedir. Etkinlik bilimsel iletişim kurma becerisi içermektedir.

Sonuç Çıkarma: Şekil 4. 14 ve Şekil 4. 15'eki alt etkinliklerle öğrencilerin denklemin köklerinin grafik üzerindeki konumlarına ilişkin yaptıkları gözlem sonucunda denklemin kökleri ile grafiğin x eksenini kestiği noktaların aynı olduğuna dair sonuç çıkarmaları beklenmektedir (s. 292). Bu durum etkinliğin amacında (Şekil 4. 13) '*fonksiyon grafiğinin x eksenini kestiği noktalar ile f(x) = 0 denkleminin köklerinin aynı olduğunu keşfetmeleri beklenmektedir*' şeklinde ifade edilmektedir.

Etkinlikte Şekil 4. 16, Şekil 4. 17 ve Şekil 4. 18'deki örnekler ve çözümleri verildikten sonra '*İkinci dereceden denklemlerin* $(ax^2 + bx + c = 0)$ *çözüm kümesi ile ilgili 3 tane örneği incelediğinizde* $\Delta = b^2 - 4ac$ *değeri ile fonksiyonun sıfırları arasında bir ilişki fark ettiniz mi?*' (s.298) ifadeleri yer almaktadır. Bu bölümde öğrencilerin diskriminantın faklı durumları ile köklerin varlığı arasındaki ilişkiye dair çıkarımda bulunmaları beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik sonuç çıkarma becerisini içermektedir.

Hipotez Kurma:

$x^2 + 5x - 2 = 0$ denkleminin köklerini bulun ve köklerin toplamını ve çarpımını hesaplayın.

$$x_{1,2} = \frac{-5 \mp \sqrt{25 + 8}}{2}$$

$$x_1 + x_2 = \frac{-5 - \sqrt{33}}{2} + \frac{-5 + \sqrt{33}}{2} = -5$$

$$x_1 \cdot x_2 = \frac{-5 - \sqrt{33}}{2} \cdot \frac{-5 + \sqrt{33}}{2} \cdot \frac{25 - 33}{4} = -2$$

Şekil 4. 19: Kökler Toplamı ve Çarpımı – Örnek 1 (MEB, 2022, s. 299)

$3x^2 - 2x - 7 = 0$ denkleminin köklerini bulun ve köklerin toplamını ve çarpımını hesaplayın.

$$x_{1,2} = \frac{2 \mp \sqrt{4 + 84}}{6}$$

$$x_1 + x_2 = \frac{2 - \sqrt{88}}{6} + \frac{2 + \sqrt{88}}{6} = \frac{2}{3}$$

$$x_1 \cdot x_2 = \frac{2 - \sqrt{88}}{6} \cdot \frac{2 + \sqrt{88}}{6} = \frac{7}{3}$$

Şekil 4. 20: Kökler Toplamı ve Çarpımı – Örnek 2 (MEB, 2022, s. 299)

Şekil 4. 19 ve Şekil 4.20'de etkinliğin 'ikinci dereceden denklemlerin kökleri ile katsayıları arasındaki bağıntılar' bölümündeki iki örnek ve çözümü verilmektedir. Bölümün devamında '*Yukarıdaki ikinci dereceden denklemlerin köklerinin toplamları ve çarpımları ile denklemin katsayıları arasında bir ilişki bulabilir misiniz? Tahminlerinizi aşağıdaki ikinci dereceden denklemde uygulayın ve denklemi çözerek tahminlerinizi kontrol edin'* (s. 299) ifadeleri yer almaktadır. Burada öğrencilerin daha önce çözülen örneklerden yola çıkarak denklemlerin kökler toplamı ve çarpımı ile denklemin katsayıları arasındaki ilişkiyi açıklayan bir ifade oluşturmaları ve (bir sonraki örneğe uygulayarak) test etmeleri beklenmektedir. Sonuç olarak öğrencilerin önceki gözlem ve çıkarımlara dayalı olarak test edilebilir ifadeler oluşturmaları istenmektedir. Dolayısıyla etkinlik hipotez kurma becerisi içermektedir.

Deney Yapma: Etkinlikte öğrencilerin denklemlerin kökler toplamı ve çarpımı ile katsayıları arasındaki ilişkiye ilişkin kurdukları hipotezi test etmeleri istenmektedir. '*Tahminlerinizi aşağıdaki ikinci dereceden denklemde uygulayın ve denklemi çözerek tahminlerinizi kontrol edin*' (s. 299) ifadelerinin ardından Şekil 24'teki denklem verilmektedir. Öğrencilerin Şekil 4. 21'de verilen denklemin kökler toplamı ve çarpımını hipoteze dayalı olarak bulduktan sonra gerçek sonuçlarla karşılaştırmaları istenmektedir. Kurulan hipotezin yoklanmasını gerektirdiğinden dolayı etkinlik deney yapma becerisini içermektedir.

$-2x^2 + x + 5 = 0$ denkleminin köklerini bulun ve köklerin toplamını ve çarpımını hesaplayın.

$$x_{1,2} = \frac{-1 \mp \sqrt{1 + 40}}{-4}$$

$$x_1 + x_2 = \frac{-1 - \sqrt{41}}{-4} + \frac{-1 + \sqrt{41}}{-4} = \frac{1}{2}$$

$$x_1 \cdot x_2 = \frac{-1 - \sqrt{41}}{-4} \cdot \frac{-1 + \sqrt{41}}{-4} = -\frac{5}{2}$$

Tahmininiz doğru mu?

Şekil 4. 21: Kökler Toplamı ve Çarpımı – Örnek 3 (MEB, 2022, s. 299)

Model Oluşturma: Şekil 4. 21'de örnek üzerinden hipotezin test edilmesi sağlandıktan sonra ikinci dereceden denklemin köklerinin genel formları kullanılarak kökler toplamı ve çarpımının bulunması istenmiştir (Şekil 4. 22). Böylece kökler toplamı ve çarpımının genel kuralını veren model oluşturulması sağlanmıştır. Etkinlik model oluşturma becerisi içermektedir.

$ax^2 + bx + c = 0$ ikinci dereceden denkleminin kökler toplamı ve kökler çarpımı için bir kural belirleyebilir misiniz?

$$x_{1,2} = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x_1 + x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} + \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = -\frac{b}{a}$$

$$x_1 \cdot x_2 = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \cdot \frac{-b + \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \frac{b^2 - (b^2 - 4ac)}{2a} = \frac{c}{a}$$

Şekil 4. 22: Kökler Toplamı ve Çarpımının Genel Kuralı (MEB, 2022, s. 299)

Değişkenleri Belirleme ve Değişkenler Arasındaki İlişkileri Tanımlama: Şekil 4. 23'te ve Şekil 4. 25'te verilen bölümlerde (s. 289, s. 291) ve Etkinlik Formu 1. Soruda (s. 302) öğrencilerin değişkenleri belirlemesi (alınan yol – taksi ücreti, kişinin yaşı – boy uzunluğu, park süresi ücret) ve değişkenler arasındaki ilişkiyi fonksiyon yardımıyla tanımlaması gerekmektedir. Dolayısıyla etkinliğin ilgili bölümleri değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama becerisini içermektedir.

İşe Vuruk Tanım Yapma: Şekil 4. 23'te verilen bölümün ardından yapılan çözümde taksi ücretini veren fonksiyon oluşturulduktan sonra '*Bu fonksiyona parçalı fonksiyon denir'*

(s. 289) ifadesi yer almaktadır. Deneyime dayalı tanım yapıldığından dolayı etkinlik işe vuruk tanım yapma becerisini içermektedir.

2. Aşama: Problem Çözme



Şekil 4. 23: Parçalı Fonksiyon-1. Etkinlik (MEB, 2022, s. 289)

Şekil 4. 23'teki etkinlik 'parçalı fonksiyonu ve grafiğini oluşturur' kazanımına yönelik olarak hazırlanmıştır. Bir önceki bölüm olan Fonksiyonlar Etkinliği'nde fonksiyon uygulamaları bölümünde (s.280), verilen gerçek yaşam durumunu ifade eden fonksiyonu oluşturma ile ilgili uygulamalara yer verilmektedir. Burada ise öğrencilerin fonksiyonun tanım kümesinin farklı alt aralıklarında farklı kurallarının olabileceğini fark etmeleri, iki alt aralık için iki farklı fonksiyon kuralı tanımlamaları ve oluşturdukları (parçalı) fonksiyonun grafiğini dinamik yazılımı ile çizmeleri beklenmektedir. Matematiksel modelleme içeren bir gerçek yaşam problemidir. Ayrıca çözümünde teknoloji kullanımı gerektirmektedir (Şekil 4. 24).

Fonksiyonun kuralı aralıklara göre değiştiğinden dolayı grafiğinin çiziminde farklı komutların kullanılması gerekmektedir (Şekil 4. 24). Dolayısıyla teknoloji kullanımı bakımından da üst düzey bir problem olduğu söylenebilir. Bu alt etkinlik ile parçalı fonksiyon kavramı tanımlanmakta fonksiyonlar konu içeriğinde uzmanlaşmaya devam edilmesi sağlanmaktadır. İkinci aşamaya uygun bir problem çözme etkinliğidir, bununla birlikte etkinlikte herhangi grup çalışması ifadesi geçmemektedir. Dolayısıyla etkinlik Purdue modeli 2. Aşamasının önemli bir ögesi olan grup çalışmasını içermemektedir.

Bu fonksiyonun dinamik matematik yazılımı yardımıyla grafiği şu şekilde çizilir.

Giriş penceresine

Eğer (<Şart>, <Doğruysa>, <Doğru Değilse>)

Ve <Doğru Değilse> yerine ise

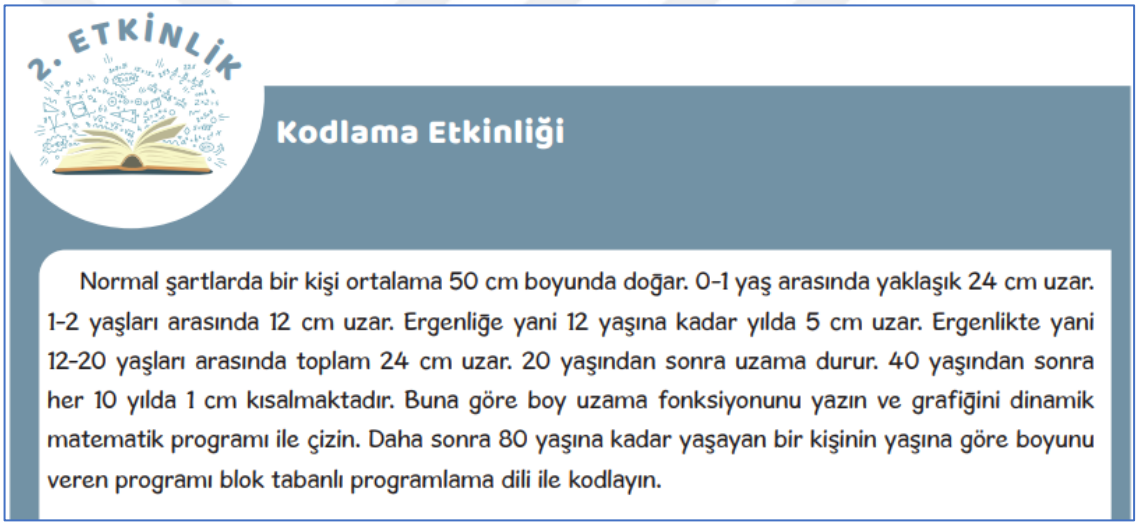
Eğer (<Şart>, <Doğruysa>) komutları kullanılacaktır.

$f(x)$ = Eğer ($0 \le x \le 75$, $3.40\,x + 4.60$, Eğer ($75 < x$, $3.70\,(x - 75) + 263.5$))

Eğer (<Şart>, <Doğruysa>, Eğer(<Şart>, <Doğruysa>))

$$f(x)=\begin{cases} 3{,}4x + 4{,}6 & : 0 \le x \le 75 \\ 3{,}7\,(x - 75) + 263{,}5 & : x > 75 \end{cases}$$

Şekil 4. 24: Parçalı Fonksiyonun Grafiğinin Oluşturulması ile İlgili Komutlar (MEB, 2022, s. 290)



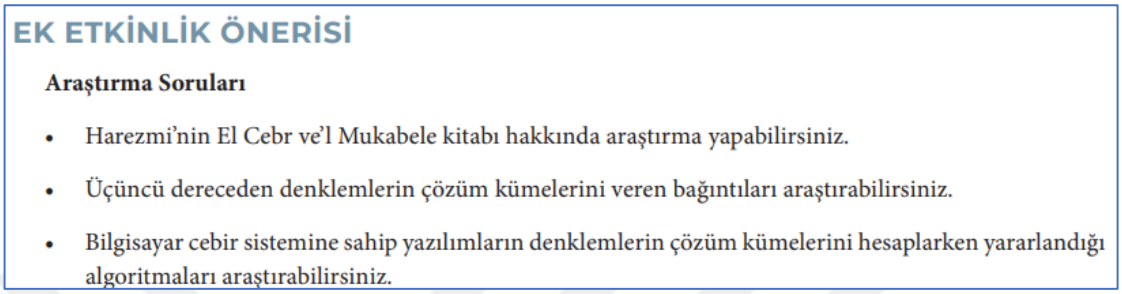
Şekil 4. 25: Kodlama Etkinliği-2. Etkinlik (MEB, 2022, s. 291)

Şekil 4. 25'teki etkinlikte 80 yaşına kadar yaşayan bir kişinin boy uzama durumunu ifade eden parçalı fonksiyonun oluşturulması, dinamik yazılım ile grafiğinin çizilmesi ve kişinin yaşına göre boyunu veren programın blok tabanlı kodlama ile oluşturtulması istenmektedir. Matematiksel modelleme içeren bir gerçek yaşam problemidir. Dinamik matematik yazılımı ve blok tabanlı programlama kullanımı gerektirmektedir. Dolayısıyla teknoloji entegrasyonu içermektedir ve disiplinler arası bir etkinliktir. İkinci aşamaya uygun bir problem çözme etkinliği olduğu söylenebilir.

Etkinlik formu 7'de denklemin diskriminantının aynı zamanda denklemin bir kökü olan bir durum üzerinden kökler çarpımı sorulmakta, etkinlik formu 8'de ise verilen ikinci

dereceden denklemin köklerinin bir hareketlinin gidiş ve dönüş hızlarını oluşturduğu ifade edilerek ortalama hızın bulunması istenmektedir (s.303). Her ikisi de etkinlik içinde doğrudan benzeri çözülmeyen durumlar olup öğrenciler için problem niteliği taşıdığı söylenebilir. Bununla birlikte Fonksiyonun Sıfırları Etkinliği grup çalışması içermemektedir.

3. Aşama: Bağımsız Proje Çalışması



EK ETKİNLİK ÖNERİSİ

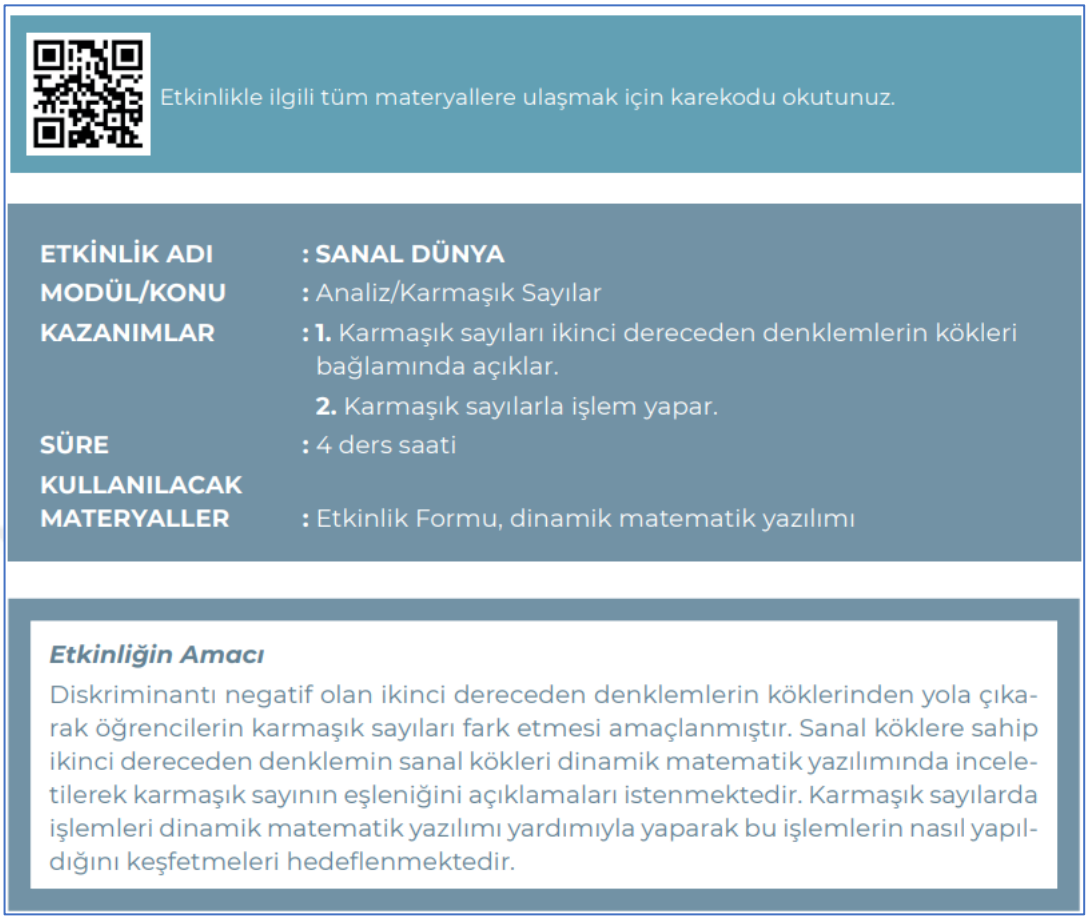
Araştırma Soruları

- Harezmi'nin El Cebr ve'l Mukabele kitabı hakkında araştırma yapabilirsiniz.
- Üçüncü dereceden denklemlerin çözüm kümelerini veren bağıntıları araştırabilirsiniz.
- Bilgisayar cebir sistemine sahip yazılımların denklemlerin çözüm kümelerini hesaplarken yararlandığı algoritmaları araştırabilirsiniz.

Şekil 4. 26: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 300)

Fonksiyonun Sıfırları etkinliğinin sonunda Şekil 4.26'daki araştırma soruları yer almaktadır. Öğrencilerin bireysel olarak veya 2-3 kişilik küçük gruplar halinde çalışmaları, seçtikleri araştırma sorularından biri üzerinde proje hazırlayarak grup arkadaşlarına sunum yapmaları sağlanabilir. Dolayısıyla etkinlik bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler içermektedir.

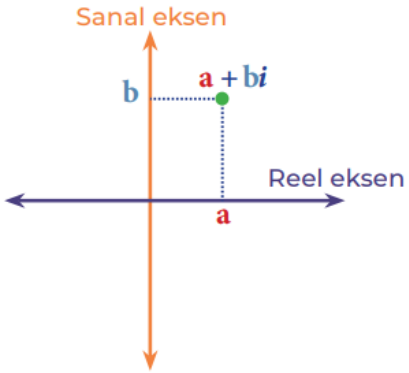
4.1.3. Sanal Dünya Etkinliği ile ilgili Bulgular



Şekil 4. 27: Sanal Dünya Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 304)

1. Aşama: Temel ve Bütünleyici Bilimsel Süreç Becerileri

Gözlem: Şekil 4. 28'de etkinliğin 'Karmaşık Sayıların Eşleniği' bölümünden bir kesit verilmektedir. '*1 − 2i ve 1 + 2i sayıları dinamik matematik yazılımı yardımıyla koordinat sisteminde nerede oldukları görülebilir*' ifadesi 1-2i ve 1+2i sayılarının koordinat sistemindeki yerlerinin gözlemlenmesini ifade etmektedir. Bu bölümde aynı zamanda Etkinlik Formu Soru 4'teki denklemlerin köklerinin dinamik matematik yazılımında oluşturularak aralarındaki ilişkinin gözlemlenmesi beklenmektedir. Etkinlik gözlem becerisi içermektedir.



$1 - 2i$ ve $1 + 2i$ sayıları dinamik matematik yazılımı yardımıyla koordinat sisteminde nerede oldukları görülebilir. Aynı şekilde Etkinlik Formu Soru 4'teki reel katsayılı karmaşık köke sahip denklemlerin kökleri de dinamik matematik yazılımında oluşturulup bu kökler arasındaki ilişkiden yola çıkarak karmaşık sayının eşleniği kavramı tanıtılır. Koordinat düzleminde bu sayıların x eksenine göre simetrik oldukları ile ilgili çıkarım yapılması sağlanır.

Şekil 4. 28: Karmaşık Sayıların Koordinat sisteminde Gösterimi (MEB, 2022, s. 306)

Tahmin: Şekil 4. 29'da etkinliğin 'Başlarken' bölümü verilmektedir. Üçüncü dereceden denklemlerin çözümü ile ilgili verilmiş olan formül denklemine uygulandığında neyin ters gideceği sorulmaktadır. Öğrencilerin karekök içinde oluşan negatif sayının sorun oluşturacağına dair tahmin beklenmektedir. Etkinlik tahmin becerisini içermektedir.

Başlarken...

Negatif sayıların karekökü olur mu?

Her reel sayının karesi pozitif bir sayı olduğuna göre negatif sayıların karekökü olamaz. Olduğunu varsayalım. O zaman negatif bir sayının karekökü nasıl olurdu?

$x^3 + ax = b$ üçüncü dereceden denklemlerin çözümünü Ferro ve Tarraglia şu şekilde bulmuştur;

$$x=\sqrt[3]{\frac{b}{2}+\sqrt{\frac{a^3}{27}+\frac{b^2}{4}}}+\sqrt[3]{\frac{b}{2}-\sqrt{\frac{a^3}{27}+\frac{b^2}{4}}}$$



Ancak Cardono, çözümlerinden biri x=4 olduğu görülebilen $x^3=15x+4$ denklemi için bu formülü uygulandığında bazı şeylerin ters gittiğini fark etmiştir. Sizce ters giden ne olabilir?

Şekil 4. 29: Başlarken (Meb, 2022, s. 304)

Bilimsel İletişim Kurma: Etkinlikte *'diskriminantı sıfırdan küçük olan reel katsayılı ikinci dereceden denklemlerin karmaşık kökleri $a\pm bi$ formundadır. Bunun kök bulma formülünün bir sonucu olduğu tartışılır'* (s.306) ifadesi yer almaktadır. Öğrencilerin ilgili konuyu tartışmaları; bilgi ve fikirlerini sözel olarak dile getirmeleri beklenmektedir. Ayrıca

Şekil 4. 29'de sorun oluşturan durumla ilgili fikirlerini ifade etmeleri, Etkinlik Formu 7., 8. Ve 9. Sorularda (s.307) dinamik matematik yazılımı tarafından işlemlerin nasıl yapıldığına dair fikirlerini açıklamaları beklenmektedir. Etkinlik bilimsel iletişim kurma becerisi içermektedir.

Sonuç Çıkarma:

Analitik düzlemde $z_1 = 1 - i$, $z_2 = 2 + 3i$ ve $z_3 = -2 + 5i$ sayılarını oluşturun. Ve aşağıdaki çarpma işlemlerini dinamik matematik yazılımı yardımıyla yapınız.

a. $3 \,.\, z_1 =$

b. $\frac{1}{5} \,.\, z_2 =$

c. $-2 \,.\, z_3 =$

Dinamik matematik yazılımından elde ettiğiniz sonuçlara göre; yazılımın ne tür bir kural kullandığını düşünüyorsunuz? Açıklayınız.

$z = a + bi$ karmaşık sayısı için $\alpha \in \mathbb{R}$ olmak üzere $\alpha.z$ çarpımının kuralını oluşturunuz.

Şekil 4. 30: Etkinlik Formu-7 (MEB ,2022, s. 313)

Analitik düzlemde $z_1 = 1 - i$, $z_2 = 2 + 3i$ ve $z_3 = -2 + 5i$ sayılarını oluşturunuz ve aşağıdaki çarpma işlemlerini dinamik matematik yazılımı yardımıyla yapınız.

a. $z_1 \,.\, z_2 =$

b. $z_1 \,.\, z_3 =$

c. $z_2 \,.\, z_3 =$

Dinamik matematik yazılımından elde ettiğiniz sonuçlara göre; yazılımın ne tür bir kural kullandığını düşünüyorsunuz? Açıklayınız.

$z_1 = a + bi$ ve $z_2 = c + di$ karmaşık sayıları için $z_1 \,.\, z_2$ çarpımının kuralını oluşturunuz.

Şekil 4. 31: Etkinlik Formu-8 (MEB, 2022, s. 313)

Şekil 4. 28'de, '*Koordinat düzleminde bu sayıların x eksenine göre simetrik oldukları ile ilgili çıkarım yapılması sağlanır'* (306) ifadesi yer almaktadır. Dolayısıyla bu bölümde öğrencilerin yaptıkları gözlemlerden yola çıkarak eşlenik olan karmaşık sayıların koordinat düzleminde x eksenine göre simetrik olduklarına dair sonuç çıkarmaları beklenmektedir. Karmaşık sayılarda dört işlem bölümünde ise i'nin kuvvetleri ile ilgili yapılan işlemlerden sonra *'şu sonuca ulaşılmaya çalışılır'* (s.307) ifadesi ile sonuç çıkarılması beklenmektedir. Benzer şekilde Etkinlik Formu 7. soru (Şekil 4. 30), Etkinlik Formu 8. Soru (Şekil 4. 31) ve Etkinlik Formu 9. Soruda (s.313) dinamik yazılımda yapılan işlemler sonucunda yazılımın

bu işlemlerde ne tür kurallar kullandığına dair sonuç çıkarılması beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik sonuç çıkarma becerisini içermektedir.

Model Oluşturma: Etkinliğin 'Karmaşık Sayılarda Dört İşlem' bölümünde:

'Öğrencilerden z = a + bi karmaşık sayısı için k ∈ ℝ olmak üzere k.z çarpımının kuralını oluşturmaları istenir' (s.307)

'Öğrencilerden $z_1 = a + bi,\ z_2 = c + di$ *karmaşık sayıları için* $z_1.z_2$ *çarpımının kuralını oluşturmaları istenir*' (s.307)

' $z.\bar{z}$ *ile ilgili bir kural bulunabilir mi sorusu öğrencilere yöneltilerek bun kuralı cebirsel olarak göstermeleri istenebilir.'* (s.308)

'Öğrencilerden $z_1 = a + bi,\ z_2 = c + di$ *karmaşık sayıları için* $\frac{z_1}{z_2}$ *çarpımının kuralını oluşturmaları istenir*' (s.308) ifadeleri yer almaktadır. Öğrencilerin dinamik matematik yazılımında yaptıkları işlemlere dair gözlem ve çıkarımları sonucunda ilgili işlemlerin kuralını ifade eden matematiksel modelleri oluşturmaları beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik model oluşturma becerisini içermektedir.

İşe Vuruk Tanım Yapma: Etkinlikte kümelerin genişletilmesi ile ilgili örneklere (Etkinlik Formu 1-3) yer verilmesine dair yönergenin ardından yapılan açıklamadan 3. soruda verilen denklemlerin çözümünde karesi -1 olan ifadelerle karşılaşılacağı ifade edilmektedir. Bu ifadenin i ile gösterileceği belirtilmekte ve bu doğrultuda karmaşık sayı kavramı tanımlanmaktadır (s.305). Etkinlik formu 3. Soru (Şekil 4. 32) ile edinilen deneyime dayalı olarak tanım yapıldığı için, etkinlikte işe vuruk tanım yapma becerisi yer almaktadır.

2. Aşama: Problem Çözme

Aşağıdaki denklemleri 2. soruda belirlediğiniz kümede çözünüz.

a. $x^2 - 3x + 1 = 0$

b. $x^3 - 5 = 0$

c. $x^2 + 1 = 0$

d. $x^2 - 2x + 5 = 0$

İkinci soruda belirlediğiniz kümede çözüm kümesi boş küme olan denklemler için çözüm kümesinin boş küme olmadığı bir küme belirleyin. Eğer böyle bir küme bilmiyorsanız kendiniz bir küme inşa edebilirsiniz.

Şekil 4. 32: Etkinlik Formu 3 (MEB, 2022, s. 312)

Etkinlikte karmaşık sayı kavramı tanımlanmadan önce Şekil 4. 32'de verilmiş olan Etkinlik Formu 3. Sorunun çözülmesi beklenmektedir. Öğrencilerin çözüm kümesinin boş küme olmadığı bir küme belirlemeleri istenmektedir. Verilen denklemlerin çözülmesi öğrenciler için öğrenilmiş prosedürlerin tekrarını içerdiğinden alıştırma gibi görünse de çözümün boş küme olmadığı yeni bir kümenin inşa edilmesi istendiği için öğrenilmiş algoritmalarla çözülebilecek bir soru değildir. Dolayısıyla problem niteliği taşıdığı söylenebilir. Bununla birlikte etkinlikte grup çalışması yer almamaktadır.

3. Aşama: Bağımsız Proje Çalışması

EK ETKİNLİK ÖNERİSİ

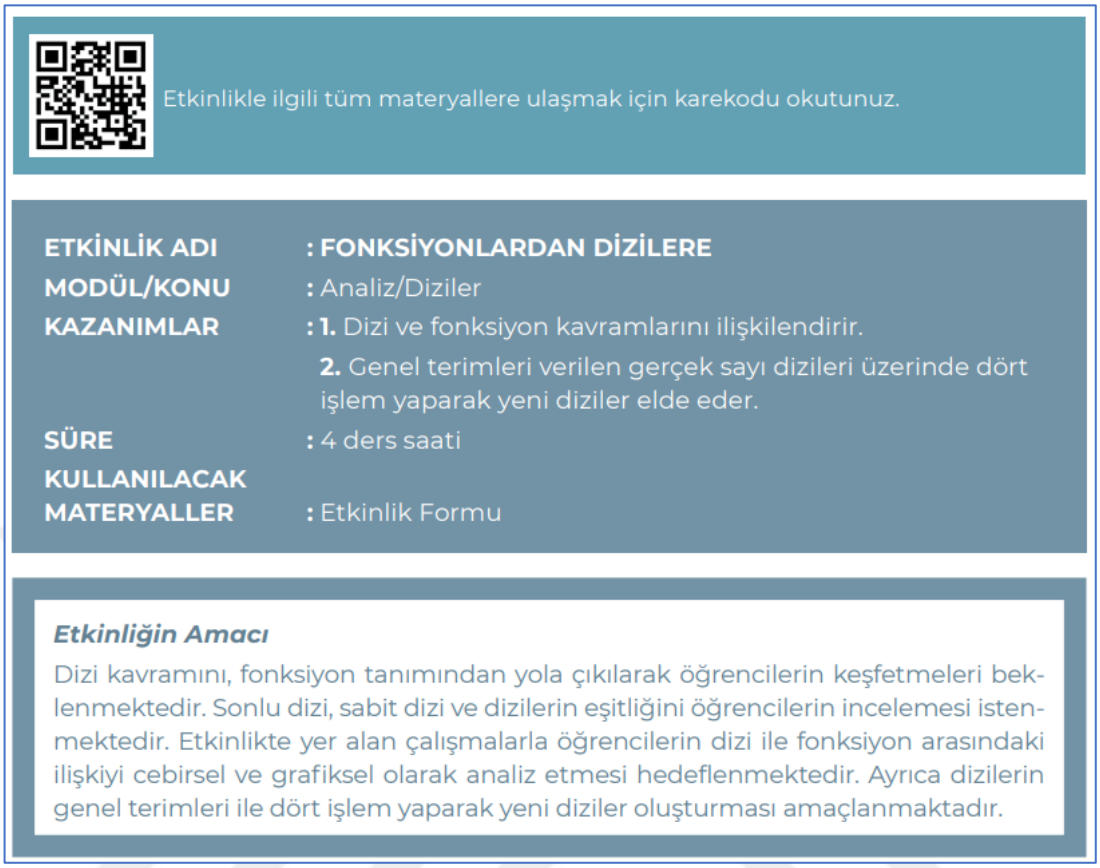
Araştırma Soruları

- Karmaşık sayıların elektrik devre analizinde kullanımı yönünde araştırma yaptırılabilir.
- Bir karmaşık sayı ile eşleniği çarpıldığında çarpımın değerinin mutlak değeri karmaşık sayının orijine olan uzaklığını verir. Bunun keşfine yönelik dinamik matematik yazılımının kullanılacağı etkinlikler yaptırılabilir.
- $y = ax^2 + bx + c$ fonksiyonunun reel kökleri bu fonksiyonun grafiğinin x eksenini kestiği noktalardır. Ancak karmaşık köke sahip olan reel katsayılı 2. dereceden fonksiyonların grafikleri ile karmaşık kökleri arasında nasıl bir ilişki vardır? Dinamik matematik yazılımı yardımıyla bu problem üzerinde çalışılabilir.
- İki karmaşık sayı büyük ve küçük olarak sıralanabilir mi? Karmaşık sayılar kümesinde sıralama bağıntısı var mı? Buna yönelik çalışmalar yapılabilir.

Şekil 4. 33: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 309)

Etkinliğin sonunda Şekil 4. 33'teki araştırma soruları verilmektedir. Öğrencilerin bireysel veya kişilik küçük gruplar ile seçtikleri araştırma soruları ile ilgili proje hazırlayıp sunmaları sağlanabilir. Dolayısıyla etkinlik bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler içermektedir.

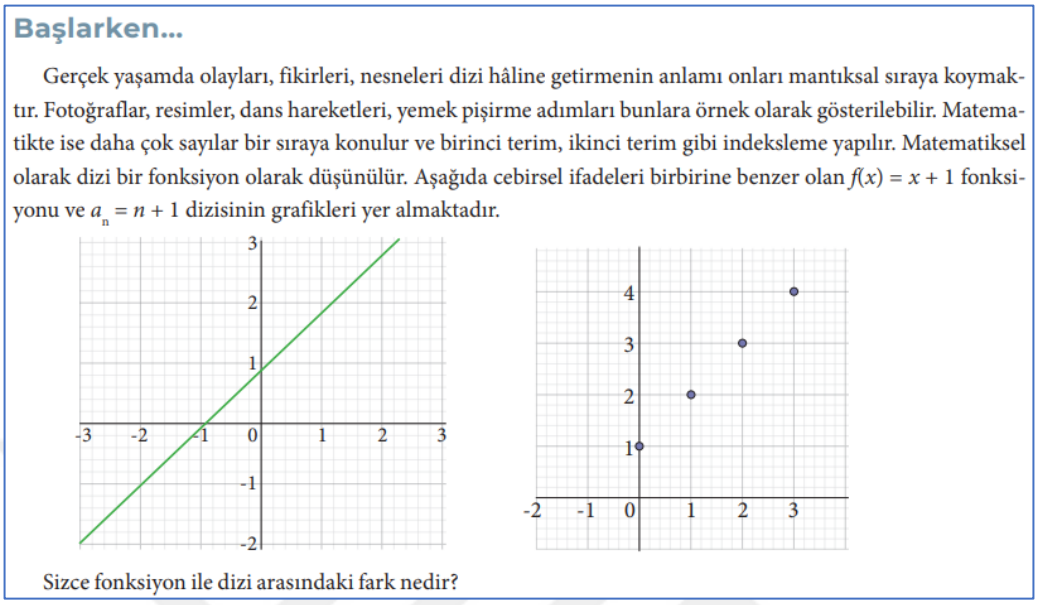
4.1.4. Fonksiyonlardan Dizilere Etkinliği ile İlgili Bulgular



Şekil 4. 34: Fonksiyonlardan Dizilere Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 314)

1. Aşama: Temel ve Bütünleyici Bilimsel Süreç Becerileri

Gözlem:

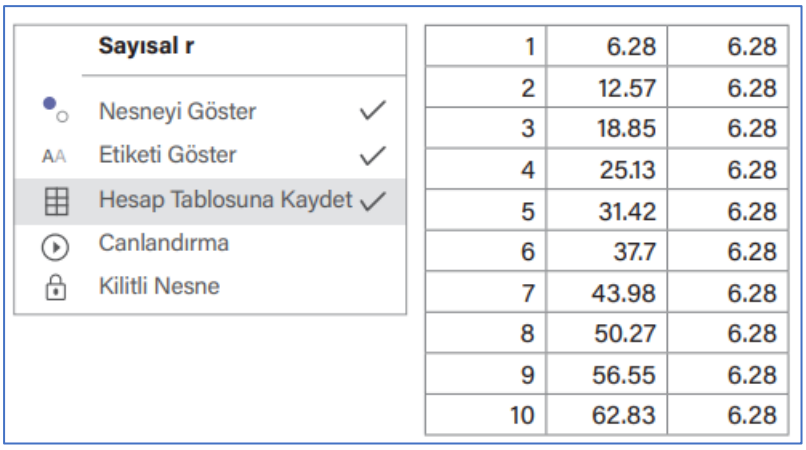


Şekil 4. 35: Başlarken (MEB, 2022, s. 314)

Şekil 4. 35'te etkinliğin 'Başlarken' bölümü ile ilgili görsel yer almaktadır. Bu bölümde öğrencilerin ilgili grafikler üzerinden fonksiyon ve dizi kavramları arasındaki farka ilişkin gözlem yapmaları beklenmektedir. Etkinliğin 'Sabit Dizi' bölümünde ise dinamik matematik yazılımında yapılan bazı işlemler yapılmakta Şekil 4. 36'da verilen görselin ardından:

'Üçüncü sütundaki değerin hep sabit kaldığı öğrenciler tarafından gözlemlenir…' (s.319)

'Üçüncü sütundaki değerleri bir dizinin terimleri olarak yazacak olursak (2π, 2π, 2π, …) dizinin tüm terimlerinin aynı olduğu görülür ve bu diziler özel olarak adlandırılır'(s.319) ifadeleri yer almaktadır. Bu bölümde öğrencilerin sabit dizinin tüm terimlerinin aynı olduğunu gözlemlemeleri beklenmektedir. Sayfa 317'de ise dizi ve fonksiyonun dinamik matematik yazılımında çizilen grafiklerinin incelenmesi söz konusudur. Dolayısıyla etkinlik gözlem becerisini içermektedir.



1	6.28	6.28
2	12.57	6.28
3	18.85	6.28
4	25.13	6.28
5	31.42	6.28
6	37.7	6.28
7	43.98	6.28
8	50.27	6.28
9	56.55	6.28
10	62.83	6.28

Şekil 4. 36: Sabit Dizi Dinamik Matematik Yazılımı Uygulaması (MEB, 2022, s. 319)

Sınıflandırma: 'Fonksiyon ile Dizi arasındaki İlişki' bölümünde A kümesindeki sayıların belli bir kurala göre sıralanması istenmektedir (s. 315). Dolayısıyla sınıflandırma becerisinin kullanılması beklenmektedir.

Ölçme: 'Sabit Dizi' bölümünde, dinamik yazılımda oluşturulan farklı yarıçap değerine sahip çemberlerin çevre uzunluğunun ölçülmesi söz konusudur. Dolayısıyla etkinlik ölçme becerisini içermektedir.

Bilimsel İletişim Kurma: Şekil 4. 35'te '*Sizce fonksiyon ile dizi arasındaki fark nedir?* ve Şekil 4. 38'de '*…aynı ekranda* $f(x) = 2x^2 - 2x + 5$ *fonksiyonunun grafiğini dinamik matematik yazılımı ile oluşturursak yukarıdaki grafiğe göre ne gibi değişiklikler olacaktır?'* ifadeleri yer almaktadır. Öğrencilerin konu ile ilgili bilgi ve fikirlerini sözel olarak ifade etmeleri beklenmektedir. Etkinlik bilimsel iletişim kurma becerisi içermektedir.

Tahmin: Etkinliğin 'Başlarken' bölümünde (Şekil 4. 35) öğrencilerin fonksiyon ve dizi kavramları arasındaki farka ilişkin tahminde bulunmaları beklenmektedir (s. 314). Dolayısıyla ilgili bölüm tahmin becerisini içermektedir.

Sonuç Çıkarma: 'Sabit Dizi' bölümünde dinamik matematik yazılımında yapılan işlemlerim ardından, *'Üçüncü sütundaki değerin hep sabit kaldığı öğrenciler tarafından gözlemlenir ve bu değerin hangi sayı olduğu sorulur? (2πr /r =2π)"* (s.319) ifadesi yer almaktadır. Burada, dinamik yazılımda yapılan işlemlerden ve değerlerin sabit kaldığı gözleminden yola çıkarak bu değerin 2π sayısına eşit olduğu sonucuna ulaşılması beklenmektedir. İlgili bölüm sonuç çıkarma becerisini içermektedir.

Değişkenleri Belirleme ve Değişkenler Arasındaki İlişkileri Tanımlama: Etkinliğin 'Fonksiyon ile Dizi Arasındaki İlişki' bölümünde '*A kümesinde yer alan sayıları belli bir kurala göre sıralayabilir misiniz? Kuralı cebirsel olarak yazınız. A = {5,1,26,2,37,50,17,65,82,10}'* (s.315) sorusu yer almaktadır. Çözümünde A kümesindeki sayıların 1,2,10,17,26,37,50,65,82 şeklinde sıralanarak ve Şekil 4. 37'deki tablo ile gösterilmektedir. Verilen sayılar küçükten büyüğe sıralanarak bir dizinin terimleri olarak ele alınmakta ve terim numaraları ile dizinin terimleri arasındaki ilişki incelenmektedir. Dizinin Grafiği bölümünde (Şekil 4. 38) ise terim numaraları ve dizinin terimler sıralı ikililer halinde dinamik matematik yazılımında oluşturularak grafik oluşturulmaktadır. Etkinlik değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama becerisini içermektedir.

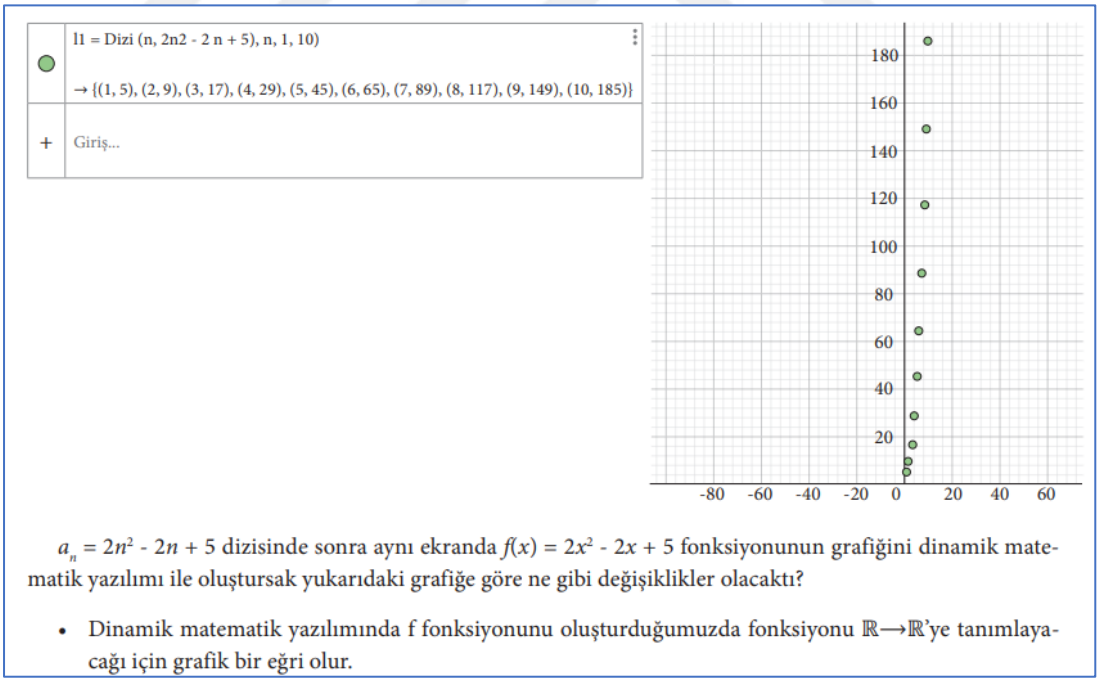
1. terim	a_1	1
2. terim	a_2	2
3. terim	a_3	5
4. terim	a_4	10
5. terim	a_5	17
6. terim	a_6	26
7. terim	a_7	37
8. terim	a_8	50
9. terim	a_9	65
10. terim	a_{10}	82

Şekil 4. 37: Fonksiyon ile Dizi Arasındaki İlişki' (MEB, 2022, s. 315)

Model Oluşturma: Etkinlikte Şekil 4. 37'nin devamında dizinin kuralının $a_n = (n-1)^2 + 1$ olarak bulunabileceği ifade edilmektedir. Bu bölümde, terim numaraları ile terimler arasındaki ilişki modellenmektedir. Ardından yer alan örnekte yine terimleri verilen bir dizinin genel kuralının modellenmesi (s.316) söz konusudur. Dizinin grafiği bölümünde, kuralı verilen dizi ve fonksiyonun dinamik matematik yazılımı aracılığıyla grafiğe

aktarılması (s.317) sabit dizi bölümünde çemberin çevresinin yarıçapına oranındaki değişimin gözlemlenmesi amacıyla sürgü oluşturulması ve elde edilen değerlerin hesap tablosu ile gösterilmesi (s.319) söz konusudur. Dolayısıyla etkinlik model oluşturma becerisi içermektedir.

Hipotez Kurma: Etkinliğin 'Dizinin Grafiği' bölümünde $a_n = 2n^2 - 2n + 5$ genel terimi ile verilen dizinin grafiği dinamik matematik yazılımı ile oluşturulmaktadır. İlgili yönergelerin ardından dinamik yazılımda oluşan ekran görüntüsü verilmekte ve *'$a_n = 2n^2 - 2n + 5$ dizisinde sonra aynı ekranda $f(x) = 2x^2 - 2x + 5$ fonksiyonunun grafiğini dinamik matematik yazılımı ile oluşturursak yukarıdaki grafiğe göre ne gibi değişiklikler olacaktır?'* sorusu yöneltilmektedir (Şekil 4. 38). Bu soru ile öğrencilerden dinamik yazılımdaki grafikte ne gibi bir değişiklik olacağına dair test edilebilir ifade oluşturmaları beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik hipotez kurma becerisi içermektedir. Yöneltilen sorunun ardından yer alan *'Dinamik matematik yazılımında f fonksiyonunu oluşturduğumuzda fonksiyonu $\mathbb{R} \longrightarrow \mathbb{R}$ 'ye tanımlayacağı için grafik bir eğri olur'* cümlesinin de kurulması beklenen hipotezi ifade ettiği söylenebilir.



Şekil 4. 38: Dizinin Grafiği (MEB, 2022, s. 317)

Deney Yapma: 'Sabit Dizi' bölümünde çemberin çevresinin yarıçapına oranını araştırmak için dinamik yazılımda sürgü oluşturularak farklı yarıçap değerleri için deneme

yapılmakta ve elde edilen sonuçlar kaydedilmektedir. Etkinliğin bu bölümünde deney yapma becerisinin kullanılmasının beklendiği söylenebilir.

Verileri Yorumlama: 'Dizinin Grafiği' bölümünde dinamik yazılımda oluşturulan grafik üzerinden verilerin yorumlanması (s. 317), 'Sabit Dizi' bölümünde ise tabloya kaydedilen verilerin yorumlanması (s. 319) yorumlanması beklenmektedir. Etkinlik verilerin yorumlanması becerisini içermektedir.

İşe Vuruk Tanım Yapma: Etkinlikte dizi ile fonksiyon arasındaki farkın gözlemlenmesi (Şekil 4. 35) ve iki kavram arasında ilişki kurulmasına yönelik verilen örneğin ardından dizi kavramı fonksiyon kavramına bağlı olarak tanımlanmaktadır (s.315). Benzer şekilde ilgili bölümde çözülen örneğe dayalı olarak sonlu dizi kavramı (s.318); dinamik yazılımda yapılan işlemler sonucunda oluşturulan dizinin tüm terimlerinin aynı olduğu gözlemine dayalı olarak sabit dizi kavramı (s.319) tanımlanmaktadır. Yine eşit diziler kavramı, ilgili bölümde verilen örnekteki iki dizinin aynı terimlerden oluştuğunun gözlemlenmesi (s.320) sonucunda tanımlanmaktadır. Deneyime dayalı olarak tanımlar yapıldığından dolayı etkinlik işe vuruk tanım yapma becerisini içermektedir.

2. Aşama: Problem Çözme

'8 kibrit çöpüyle yandaki gibi iki basamaklı bir merdiven yapabiliyorum. 11 kibrit çöpüyle yandaki gibi üç basamaklı bir merdiven yapabiliyorum. Buna göre 100 basamaklı merdiven yapmak için kaç tane kibrit çöpüne ihtiyacım var?' (Etkinlik Formu-3, s. 323)

Etkinlik Formu-3'teki problemde 100 basamaklı merdiven için ihtiyaç duyulan kibrit çöpü sayısı istenmektedir. Bunun için öğrencilerin basamak sayısına göre kibrit çöpü sayısını veren bir model oluşturmaları gerekmektedir. Kibrit çöpü sayıları dizinin terimleri olarak alındığında dizinin genel teriminin oluşturulması gerekmektedir. Matematiksel modelleme içeren bir problemdir.

1. $\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \ldots$ dizisinin genel terimini bulunuz.

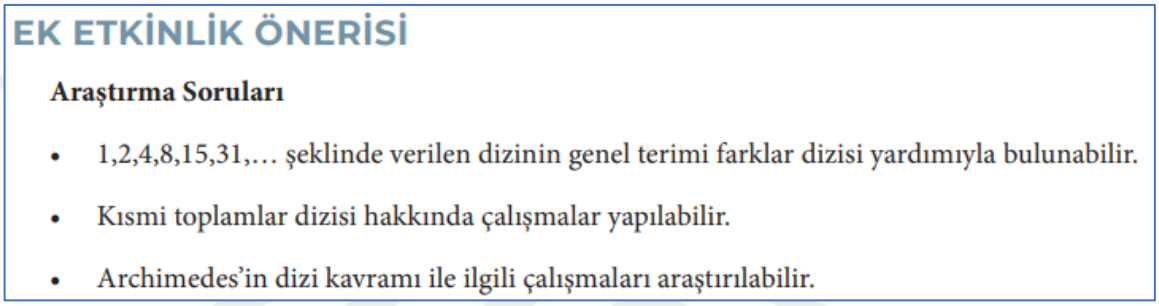
2. 3,8,15,24… dizisinin genel terimini bulunuz.

Şekil 4. 39: Etkinlik Formu-6 (MEB, 2022, s. 323)

Etkinlik formu 1. Ve 2. (Şekil 4. 39) sorularda dizilerin genel terimlerinin bulunması istenmektedir. Öncesinde etkinlik içinde genel terim bulmaya yönelik örneklere yer verilmiş olsa da burada öğrencilerin sonuca ulaşmak için terim ve terim numarası arasındaki ilişkiyi inceleyerek bağıntı bulması gerekmektedir. Öğrencilerin genelleme becerilerinin gelişimine katkı sağlayabilecek birer problem olduğu söylenebilir.

Etkinlik problem çözme bağlamında ele alınabilecek sorular içermekle birlikte grup çalışması içermemektedir.

3. Aşama: Bağımsız Proje Çalışması



EK ETKİNLİK ÖNERİSİ

Araştırma Soruları

- 1,2,4,8,15,31,… şeklinde verilen dizinin genel terimi farklar dizisi yardımıyla bulunabilir.
- Kısmi toplamlar dizisi hakkında çalışmalar yapılabilir.
- Archimedes'in dizi kavramı ile ilgili çalışmaları araştırılabilir.

Şekil 4. 40: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 321)

Etkinliğin sonunda Şekil 4. 40'teki araştırma sorularına yer verilmektedir. Öğrenciler bireysel olarak veya 2-3 kişilik küçük gruplar halinde araştırma soruları ile ilgili proje hazırlayıp sunabilirler. Dolayısıyla etkinlik bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler içermektedir.

4.1.5. Özel Diziler Etkinliği ile İlgili Bulgular


Etkinlikle ilgili tüm materyallere ulaşmak için karekodu okutunuz.

ETKİNLİK ADI	**: ÖZEL DİZİLER**
MODÜL/KONU	: Analiz/Diziler
KAZANIMLAR	: **1.** Özel dizilerle işlem yapar. **2.** Genelleştirilmiş toplama ve çarpma sembollerini kullanarak işlem yapar. **3.** Aritmetik ve geometrik diziler ile modellenebilecek problemler kurar ve çözer.
SÜRE	: 4 ders saati
KULLANILACAK MATERYALLER	: Etkinlik Formu

Etkinliğin Amacı

Özel diziler olarak aritmetik, geometrik, öz yinelemeli (Rekürsif) ve yinelemeli (iteratif) dizilerle işlem yapması istenmektedir. Bu diziler ile günlük yaşam durumlarındaki çokluklar arası ilişkileri modellemeleri beklenmektedir. Genelleştirilmiş toplama ve çarpma sembollerine neden ihtiyaç duyduklarını keşfetmeleri ve bu semboller ile örüntüleri eşleştirme çalışmaları yapmaları hedeflenmektedir. Aritmetik ve geometrik diziler ile modellenebilecek problemler kurması ve çözmesi amaçlanmaktadır.

Şekil 4. 41: Özel Diziler Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 324)

1. Aşama: Temel ve Bütünleyici Bilimsel Süreç Becerileri

Gözlem: Geometrik Dizi bölümünde Şekil 4. 43'ün ardından *'Tablodaki sayılar incelendiğinde ardışık iki terim arasında bir oran olduğunu fark edebilirsiniz'* (s.327) ifadesi yer almaktadır. Tablodaki sayıların incelenmesi istendiğinden dolayı gözlem becerisinin kullanılması beklenmektedir. Aritmetik dizi bölümünde tanımın ardından verilen örnekte öğrencilerin sorunun çözümü için öğrencilerin ardışık şekillerin fayans sayıları arasındaki artışı gözlemlemesi (s.325) gerekmektedir. Benzer şekilde Şekil 4. 44 ve Şekil 4. 45'teki bölümlerde ise her bir adımdaki durum sayının incelenmesinden yola çıkılarak n uzunluğundaki dizi için durum sayısının oluşturulması istenmektedir (s. 328, s. 330). Dolayısıyla ilgili bölümlerde gözlem becerisinin kullanılması gerekmektedir.

Sınıflandırma: Etkinlikte aritmetik dizinin tanımlanmasından sonra verilen bir örnekte *'Aşağıda verilen dizilerin aritmetik dizi olup olmadıklarını belirleyelim'* (s.326) ifadesi yer almaktadır. İlgili dizilerin aritmetik dizidir veya aritmetik dizi değildir şeklinde gruplandırılması beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik sınıflandırma becerisi içermektedir.

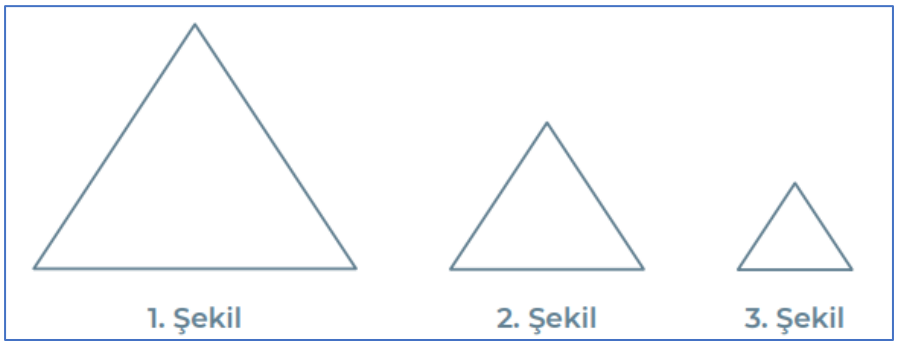
Ölçme: Şekil 4.47'deki problemde basket topunun dikeyde ne kadar yol alacağının hesaplanması beklenmektedir (s. 335). Etkinlik ölçme becerisini içermektedir.

Bilimsel İletişim Kurma: Yinelemeli Diziler ve Özyinelemeli Diziler ile ilgili bölümlerde, metin tabanlı yazılım kullanılarak verilen dizilerin istenen terimini bulan program yazılması istenmektedir (s. 329 ve s. 331). Dolayısıyla teknolojik araçla iletişim kurulması beklenmektedir. Yine etkinlikte yer alan *'Peki 3.5.7.9…23 işlemini daha kısa nasıl gösterebiliriz?'* (s.334) ifadesi ile öğrencilerin sözel olarak, *'bir tablo oluşturalım ve 8. şekle kadar eşkenar üçgenlerin kenar uzunluklarını bulalım'* (s.327) ifadesi ise görsel ve yazılı olarak bilgi ve fikirlerini ifade etmeleri gerekmektedir. Etkinlik bilimsel iletişim becerisi içermektedir.

Tahmin: Aritmetik dizi bölümünde tanımın ardından verilen örnekte fayans sayılarında gözlemlenen artış miktarına bağlı olarak 10. Şekildeki fayans sayısının tahmin edilmesi beklenmektedir (s.325). Etkinliğin Genelleştirilmiş Toplama ve Çarpma Sembolleri' bölümünde çarpım sembolünün tanımlanmasından önce, *'1.2.3…20 işlemini 20! olarak kısa bir şekilde yazabiliyoruz. 12.13…20 işlemini de 20! / 11! şeklinde göstermeyi biliyoruz. Peki 3.5.7.9…23 işlemini daha kısa nasıl gösterebiliriz?'* (s.334) sorusu yer almaktadır. Öğrencilerin verilen işlemin daha kısa şekilde nasıl gösterilebileceği ile ilgili tahminde bulunması beklenmektedir. Etkinlik tahmin becerisi içermektedir.

Sonuç Çıkarma: Şekil 4.44 ve şekil 4. 45'te n uzunluğundaki dizi için istenen durumların sayısının, kendinden önceki durumların sayısına bağlı olarak nasıl ifade edilebileceğine dair sonuç çıkarılması beklenmektedir (s. 328, s. 331). Dolayısıyla ilgili bölümler sonuç çıkarma becerisini içermektedir.

Verileri Yorumlama: Etkinliğin 'Geometrik Dizi' bölümünde bir kenarı 12 br uzunlukta olan eşkenar üçgen verilmekte, bu eşkenar üçgenin her adımda kenar uzunluklarının ortalanarak ikiye bölündüğü ve alt tarafının atıldığı ifade edilmektedir (Şekil 4. 42).



Şekil 4. 42: Geometrik Dizi (MEB, 2022, s. 327)

Bu doğrultuda bir tablo oluşturularak eşkenar üçgenlerin kenar uzunlukları bulunmaktadır (Şekil 4. 43). Devamında *'Tablodaki sayılar incelendiğinde ardışık iki terim arasında bir oran olduğunu fark edebilirsiniz'* (s.327) ifadeleri yer almaktadır. Bu bölümde oluşan her bir üçgenin kenar uzunluğuna ilişkin veriler tablo olarak düzenlendikten sonra veriler yorumlanmaktadır. Dolayısıyla etkinlik bütünleyici bilimsel süreç becerilerinden olan verileri yorumlama becerisini içermektedir.

n. Şekil	Eşkenar Üçgenin Kenar Uzunluğu
1. Şekil	12
2. Şekil	6
3. Şekil	3
4. Şekil	3/2
5. Şekil	3/4
6. Şekil	3/8
7. Şekil	3/16
8. Şekil	3/32

Şekil 4. 43: Eşkenar Üçgenlerin Kenar Uzunlukları (MEB ,2022, s. 327)

Model Oluşturma: Aritmetik dizi bölümünde tanımın ardından verilen örnekte n. fayans sayısı istenmekte, dolayısıyla n. adımdaki fayans sayısını veren model oluşturulması beklenmektedir (s. 325). 'Geometrik Dizi' bölümünde tanımın ardından Şekil 4. 43'teki dizide 40. Şekilde eşkenar üçgenin kenar uzunluğunun kaç birim olacağı sorulmaktadır. Bu geometrik dizi formülü kullanılarak n. şekildeki eşkenar üçgen sayısının modellenmesi beklenmektedir (s.327).

Bir 0-1 dizisi 0 ve 1'lerden oluşan bir dizidir. 0-1 dizileri bilgisayar dilindeki binary kodlarda kullanıldığı için, bir olayın olup olmama gibi günlük hayat durumlarının modellenmesinde kullanılabilir. Dizideki 0-1'lerin sayısı dizinin uzunluğunu belirtir. Aşağıdaki tabloda n uzunluğundaki 0-1 dizilerinde 00'ın yan yana gelmediği durumların bulunulması istenmektedir.

Dizinin Uzunluğu	00'ın Yan Yana Gelmediği Durumlar	00'ın Yan Yana Gelmediği Durum Sayısı
1	0,1	2
2	01,10,11	3
3	010,011,101,110,111	5
4	0101,0110,0111,1010,1011,1101,1110,1111	8
⋮		
n		$a_{n-1} + a_{n-2}$

Şekil 4. 44: Özyinelemeli Diziler (MEB, 2022, s. 328)

n birim uzunluğundaki 0-1 dizilerinde 001'in yan yana gelmediği durumların sayısını veren bir bağıntı bulunuz.

Dizinin Uzunluğu	001'in Yan Yana Gelmediği Durumlar	00'ın Yan Yana Gelmediği Durum Sayısı
1		
2		
3		
4		
5		
⋮		
n		

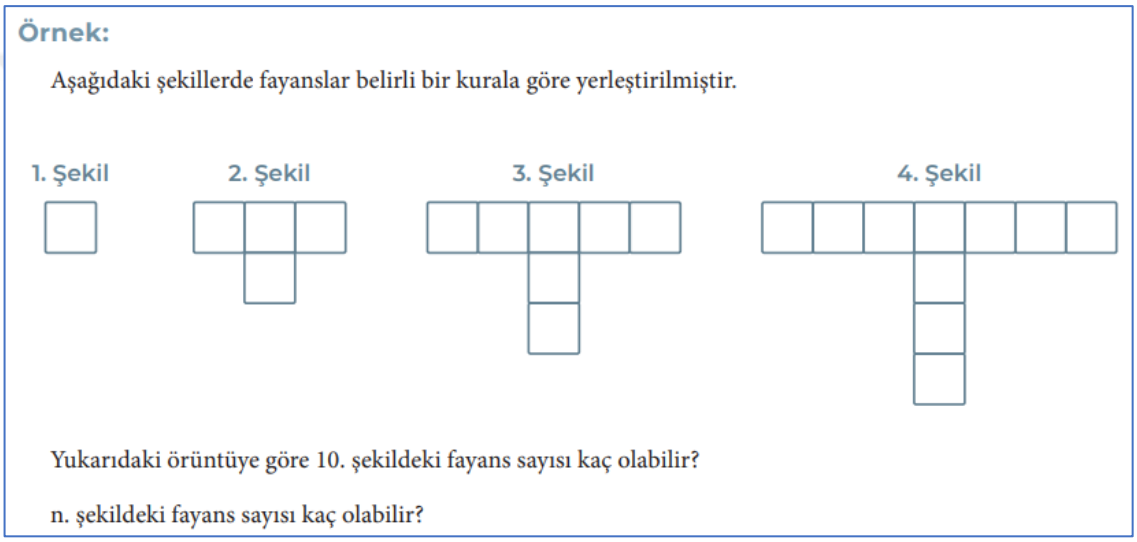
Şekil 4. 45: Etkinlik Formu-8 (MEB, 2022, s. 332)

Şekil 4. 44 ve Şekil 4. 45'te ise Etkinliğin 'Özyinelemeli Diziler' ve 'Yinelemeli Diziler' bölümlerinden kesitler sunulmakta olup her iki bölümde de n. Terimin kendinden önceki terimlere bağlı olarak modellenmesi beklenmektedir (s.328, s. 330). Etkinlik model oluşturma becerisi içermektedir.

Değişkenleri Belirleme ve Değişkenler Arasındaki İlişkileri Tanımlama: Şekil 4. 43, Şekil 4. 44 ve Şekil 4. 45'teki bölümler ile aritmetik dizi bölümünde tanımın ardından verilen örneğin çözümü, değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama becerisinin kullanımını gerektirmektedir (s. 327, s. 328, s. 332, s. 326).

İşe Vuruk Tanım Yapma: Şekil 4. 44'teki bölümün ardından *'Yukarıdaki dizinin genel terimi Fibonacci dizinin genel terimi ile aynıdır ve bu şekilde ifade edilen dizilere özyinelemeli diziler denir'* (s.329) ifadesi yer almaktadır. Özyinelemeli dizi kavramı ilgili bölümde edinilen deneyime dayalı olarak tanımlanmaktadır. Benzer şekilde yinelemeli dizi kavramı Şekil 4. 45'teki bölümde edinilen deneyime dayalı olarak (s. 332), aritmetik ve geometrik dizi kavramları ise öncesinde çözülen konu ile ilgili örnekler sonucunda tanımlanmaktadır (s. 325, s. 327). Dolayısıyla etkinlik işe vuruk tanım yapma becerisi içermektedir.

2. Aşama: Problem Çözme



Şekil 4. 46: Fayans Sayısı (MEB, 2022, s. 325)

Şekil 4. 46'daki problemde n. şekildeki fayans sayısının aritmetik dizi ile modellenmesi beklenmektedir.



Şekil 4. 47: Basket Topu Problemi (MEB ,2022, s. 335)

Şekil 4. 47'deki problemde öğrencilerin topun ilk zıplamadaki yükselme oranının geometrik dizinin ortak çarpanını oluşturduğunu fark etmeleri, geometrik dizi formülünü uygulayarak her bir zıplama için yükselme miktarını ve dikeyde alınan toplam yolu bulmaları beklenmektedir. Etkinliğin önceki bölümlerinde geometrik dizi formülü tanıtılmıştı. Bu problemin devamında, problemin çözümünde oluşan durum üzerinden geometrik dizinin ilk n teriminin toplamını veren formül tanıtılmakta ve probleme uygulanmaktadır (Şekil 4. 48 ve Şekil 4. 49). Matematiksel modelleme içeren bir gerçek yaşam problemidir. İkinci aşamaya uygun bir problem çözme etkinliğidir ve konuda uzmanlaşmaya devam edilmesine olanak sağlamaktadır ancak grup çalışması içermemektedir.

$$200 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right) \cdot 2 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^2 \cdot 2 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^3 \cdot 2 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^4 \cdot 2$$

$$= \left(200 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right) + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^2 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^3 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^4\right)$$

$$+ \left(200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right) + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^2 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^3 + 200 \cdot \left(\frac{13}{18}\right)^4\right)$$

Şekil 4. 48: Basket Topu Probleminin Çözümü (MEB, 2022, s. 355)

TANIM

Birinci terimi a_1 ve ortak çarpanı r olan $(r \neq 1)$ bir (a_n) geometrik dizisinin ilk n teriminin toplamı $S_n = a_1 \cdot \frac{1 - r^n}{1 - r}$ olur.

Yukarıdaki işlemde 2 tane geometrik dizi varmış gibi düşünürsek birinci dizinin ilk terimi 200, ortak çarpanı $\frac{13}{18}$, ikinci dizinin ilk terimi $200 \cdot \frac{13}{18}$, ortak çarpanı ise yine $\frac{13}{18}$ dir.

$$200 \cdot \frac{1-\left(\frac{13}{18}\right)^5}{1-\frac{13}{18}} + 200 \cdot \frac{13}{18} \cdot \frac{1-\left(\frac{13}{18}\right)^4}{1\frac{13}{18}} = 957{,}05 \text{ cm}$$

Şekil 4. 49: Geometrik Dizide Terimler Toplamı (MEB, 2022, s. 356)

Örnek:

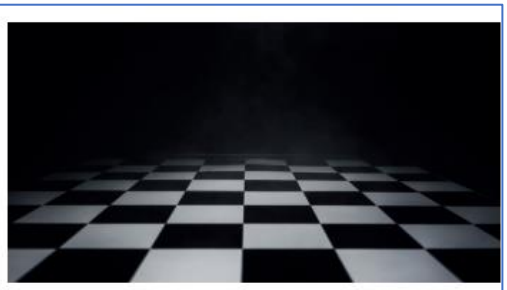
Ev almak için bankaya kredi çekmeye giden Ali 150.000 TL'ye ihtiyacı olduğunu belirtir. Banka çalışanı şu an için uygun bir kampanya olduğunu ve ilk ay 2000 TL olmak üzere aylık ödemelerin her ay 50 TL artacak şekilde 60 ayda ödeyebileceğini söylemiştir. Ali 60 ay sonunda çektiği 150.000 TL ev kredisi için bankaya toplam kaç TL ödeme yapacaktır?



Şekil 4. 50: Banka Kredisi Problemi (MEB, 2022, s. 336)

Şekil 4. 50'de öğrencilerin verilen durumu aritmetik dizi olarak modellemesi ve dizinin ilk 60 teriminin toplamını bulması beklenmektedir. Birinci aşamada yapılan alt etkinlikler kapsamında aritmetik dizi kavramını öğrenmiş olan öğrenciler problemde ifade edilen durumu modelleyebilir ve çeşitli stratejiler kullanarak istenen toplamı bulabilirler. Aynı zamanda etkinliğin devamında problemde verilen durum üzerinden aritmetik dizinin ilk n teriminin toplamının formülü tanıtılmaktadır (s.336). Sonuç olarak verilen problem matematiksel modelleme içeren bir gerçek yaşam problemidir ve konu içeriğinde uzmanlaşmaya devam edilmesine olanak sağlamaktadır. Purdue Modeli ikinci aşamaya uygun bir problem olduğu söylenebilir. Etkinliğin devamında yer alan bir diğer problem Şekil 4.51'tedir.

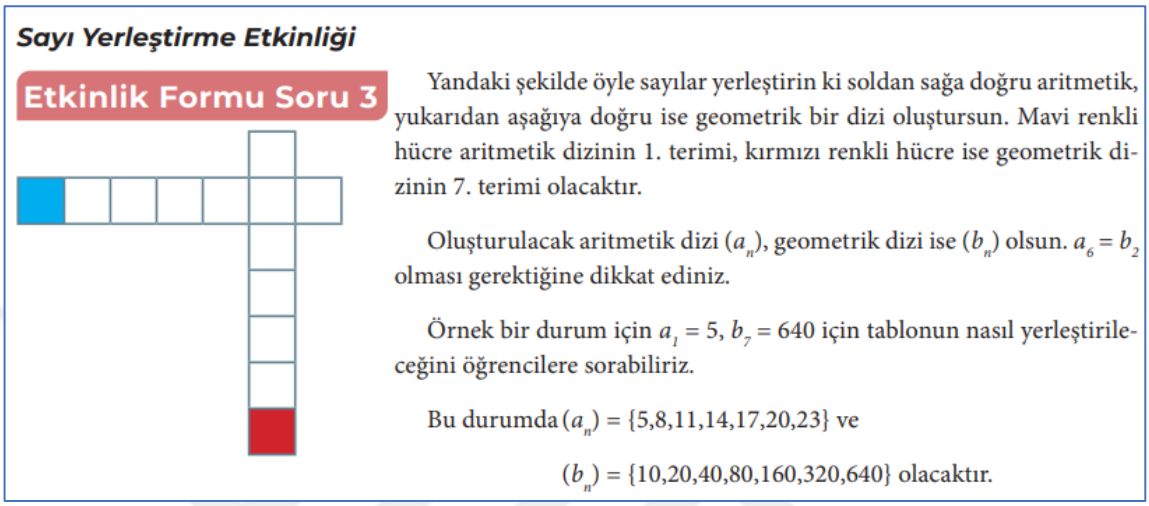
Satranç ile ilgili meşhur hikâyeyi biliyorsunuzdur. Rivayete göre satrancı bulan kişiyi ödüllendirmek isteyen kral, adama ne istediğini sorunca şöyle bir cevap almıştır: "Satranç tahtasının ilk karesine 1 buğday tanesi konulduktan sonra her kareye bir önceki kareye konulanın 2 katı kadar buğday tanesi konulsun. Bu şekilde 64 kareye konulacak kadar buğday tanesi istiyorum." Sizce bu adam ne kadar buğday tanesi istemektedir?



Şekil 4. 51: Etkinlik Formu -11 (MEB ,2022, s. 340)

Şekil 4. 51'de verilen problemde öğrencilerin verilen durumu geometrik dizi ile modellemeleri ve geometrik dizide ilk n terimin toplamını veren formülü kullanarak buğday tanelerinin sayısını hesaplamaları gerekmektedir. Verilen matematiksel modelleme ve problem gerçek yaşam problemidir. İkinci aşamaya uygun bir problem çözme etkinliğidir ancak grup çalışması içermemektedir.

Şekil 4. 52'de ise öğrencilerin istenen şartları sağlayan aritmetik ve geometrik dizleri oluşturacak şekilde sayılar belirleyerek kutulara yerleştirmeleri gerekmektedir. Tek bir doğru cevabı olmayan bir problemdir. Bununla birlikte bu problemde veya Özel Diziler Etkinliği'nin herhangi bir bölümünde grup çalışması ile ilgili herhangi bir ifade yer almamaktadır. Dolayısıyla etkinlik grup çalışması içermemektedir.



Sayı Yerleştirme Etkinliği

Etkinlik Formu Soru 3

Yandaki şekilde öyle sayılar yerleştirin ki soldan sağa doğru aritmetik, yukarıdan aşağıya doğru ise geometrik bir dizi oluştursun. Mavi renkli hücre aritmetik dizinin 1. terimi, kırmızı renkli hücre ise geometrik dizinin 7. terimi olacaktır.

Oluşturulacak aritmetik dizi (a_n), geometrik dizi ise (b_n) olsun. $a_6 = b_2$ olması gerektiğine dikkat ediniz.

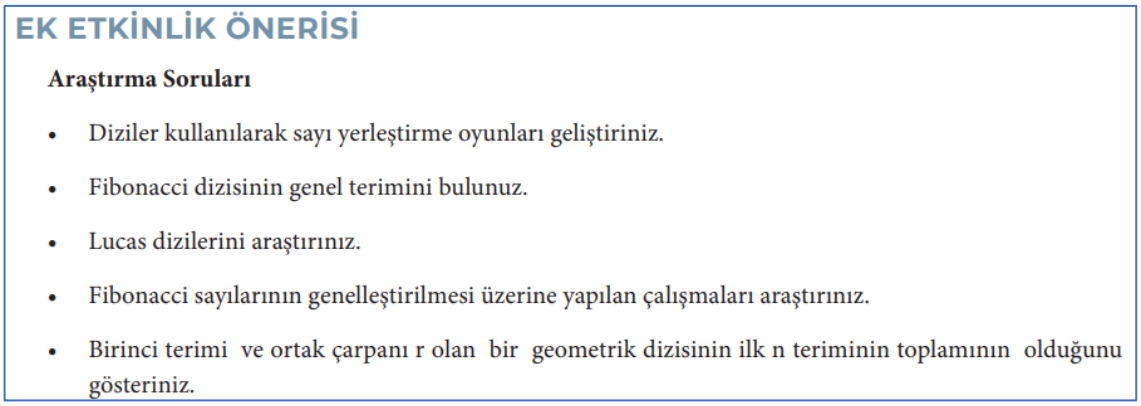
Örnek bir durum için $a_1 = 5$, $b_7 = 640$ için tablonun nasıl yerleştirileceğini öğrencilere sorabiliriz.

Bu durumda $(a_n) = \{5,8,11,14,17,20,23\}$ ve

$(b_n) = \{10,20,40,80,160,320,640\}$ olacaktır.

Şekil 4. 52: Sayı Yerleştirme Etkinliği (MEB, 2022, s. 328)

3. Aşama: Bağımsız Proje Çalışması



EK ETKİNLİK ÖNERİSİ

Araştırma Soruları

- Diziler kullanılarak sayı yerleştirme oyunları geliştiriniz.
- Fibonacci dizisinin genel terimini bulunuz.
- Lucas dizilerini araştırınız.
- Fibonacci sayılarının genelleştirilmesi üzerine yapılan çalışmaları araştırınız.
- Birinci terimi ve ortak çarpanı r olan bir geometrik dizisinin ilk n teriminin toplamının olduğunu gösteriniz.

Şekil 4. 53: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, 2022, s. 337)

'Özel Diziler' etkinliğinin sonunda Şekil 4. 53'teki 5 adet araştırma sorusu yer almaktadır. Etkinlik kapsamında öğrenilen dizileri kullanarak oyun geliştirme, bir dizi ailesini araştırma, belli bir dizi çeşidinin özel bir formu üzerinde çalışma gibi çeşitli alternatiflerin sunulduğu görülmektedir. Önerilerden yola çıkılarak faklı araştırma soruları türetilebilir. Öğrencilerin ilgileri doğrultusunda bir araştırma sorusu belirleyerek bireysel

veya küçük grup ile proje hazırlayıp sunmaları sağlanabilir. Etkinlik bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler içermektedir.

4.1.6. Trigonometri Etkinliği ile İlgili Bulgular


Etkinlikle ilgili tüm materyallere ulaşmak için karekodu okutunuz.

ETKİNLİK ADI	**: TRİGONOMETRİ**
MODÜL/KONU	: Analiz/Trigonometri
KAZANIMLAR	: **1.** Yönlü açıyı açıklayarak açı ölçü birimlerini inceler. **2.** Trigonometrik fonksiyonları birim çember yardımıyla oluşturur.
SÜRE	: 4 ders saati
KULLANILACAK MATERYALLER	: Etkinlik Formu, dinamik matematik yazılımı

Etkinliğin Amacı

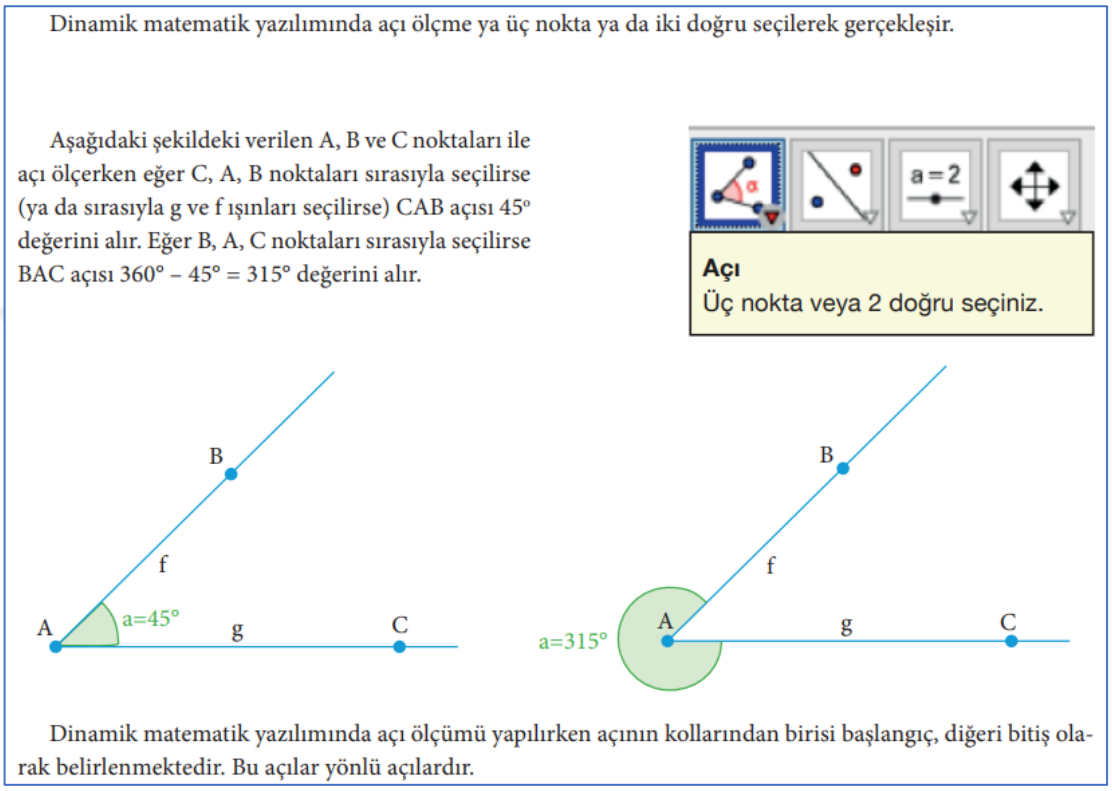
Yönlü açı ve derecenin alt birimleri tanıtıldıktan sonra dik üçgen üzerinde trigonometrik oranlar verilip bu trigonometrik oranların birim çember yardımıyla trigonometrik fonksiyonlara dönüştürülmesi amaçlanmaktadır. Etkinlikte, birim çember üzerinde trigonometrik fonksiyonlar tanımlanırken sinüs, kosinüs, tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının tanım ve değer kümelerinin belirlenmesi ve trigonometrik fonksiyonlar arasındaki temel özdeşliklerin incelenmesi hedeflenmiştir.

Şekil 4. 54: Trigonometri Etkinliği ile İlgili Tanıtıcı Bilgiler (MEB, 2022, s. 341)

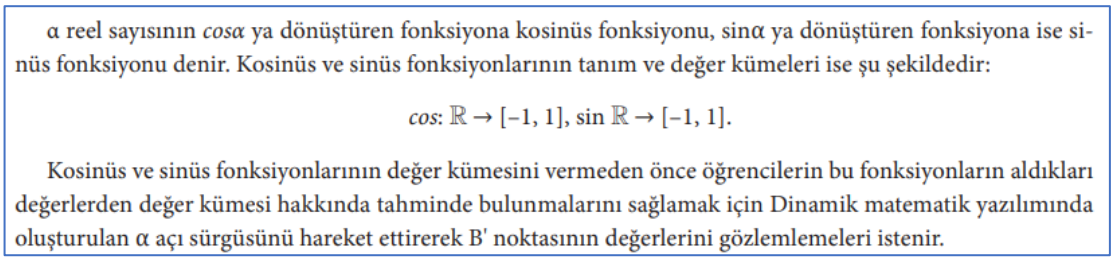
1. Aşama: Temel ve Bütünleyici Bilimsel Süreç Becerileri

Gözlem: Şekil 4. 55'te etkinliğin yönlü açılar bölümünden bir kesit verilmektedir. Açı ölçümünde noktaların C, A, B ve B, A, C şeklinde sıralanması sonucu farklı açı ölçü değerleri oluştuğu görülmektedir. Öğrencilerin iki ölçüm arasındaki farktan yola çıkarak açının kollarından birinin başlangıç diğerinin bitiş olarak belirlendiğini gözlemlemeleri beklenmektedir (s.343). Ayrıca Şekil 4. 56'daki bölümde öğrencilerin dinamik yazılımda yapılan işlemler sonucunda kosinüs ve sinüs fonksiyonlarının değerlerindeki değişimi

gözlemlemesi (s. 347) beklenmekte; yine tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının tanımlandığı bölümde ise *'...dinamik matematik yazılımı yazılımında oluşturulan α açı sürgüsünü hareket ettirerek E ve G noktalarının değerlerini gözlemlemeleri istenir'* (s.350) ifadeleri yer almakta ve öğrencilerin ilgili fonksiyonların değerlerindeki değişimi gözlemlemesi beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik gözlem becerisi içermektedir.



Şekil 4. 55: Yönlü Açılar (MEB, 2022, s. 343)



Şekil 4. 56: Kosinüs ve Sinüs fonksiyonlarının Tanım ve Değer Kümesi (MEB, 2022, s. 347)

Ölçme: Etkinlikte Şekil 4. 58'de verilen bölümde binanın yüksekliğinin nasıl hesaplanacağı sorulmaktadır. Devamında; binanın yüksekliğinin ölçülmesi probleminin çözümü için 40 derecenin trigonometrik oranlarının bilinmesi gerektiği, trigonometri cetveli

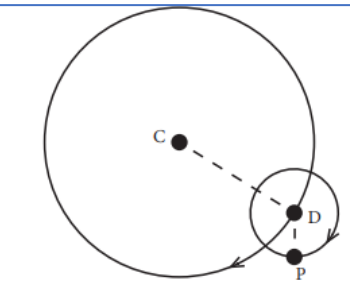
veya hesap makinasının bu amaçla kullanılabileceği ifade edilmektedir (s.343). Etkinlik ölçme becerisi içermektedir.

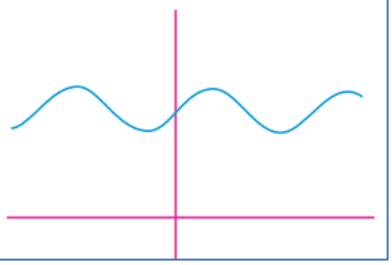
Bilimsel İletişim Kurma: 'Trigonometrik fonksiyonlar' bölümünde kosinüs fonksiyonunun dinamik matematik yazılımda çizilmesi ile ilgili adımların verilmesinin ardından *'...neden trigonometrik fonksiyonlarda radyan kullanıldığına yönelik tartışmalar yaptırılabilir'* (s. 349) ifadesi yer almaktadır. Tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının birim çember üzerinde oluşturulması ile ilgili bölümde ise adımlar açıklanmadan önce ilk olarak öğrencilere sorulabileceği ve yorum yapmalarının sağlanabileceği (s.349) belirtilmektedir. İlgili bölümler sözel iletişim kurma becerisi içermektedir. Ayrıca sinüs fonksiyonunun grafiğinin ve tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının grafiklerinin öğrenciler tarafından dinamik matematik yazılımında oluşturulabileceği (s. 349, s. 350) ifade edilmektedir. İlgili bölümlerde öğrencilerin görsel-teknolojik yolla bilgilerini ifade etmelerinin beklendiği söylenebilir. Etkinlik bilimsel iletişim kurma becerisi içermektedir.

Tahmin: Sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının (Şekil 4. 56) ve tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının tanıtıldığı bölümlerde öğrencilerin dinamik yazılımda açı sürgüsünü hareket ettirerek yapacakları gözlem sonucunda ilgili fonksiyonların (s.350, s.347) değer kümesi hakkında tahminde bulunmaları beklenmektedir. Ayrıca Şekil 4. 57'de verilen bölümde öğrencilerin verilen grafiğin hangi fonksiyona ait olduğu ve bu fonksiyonun değerinin nasıl hesaplanacağı ile ilgili tahmin yapmaları (s.340) Şekil 4. 58'de verilen bölümde ise eldeki bilgileri (açı değeri ve uzaklık) kullanarak binanın yüksekliğinin nasıl hesaplanabileceği ile ilgili tahminde bulunmaları beklenmektedir (s. 341). Etkinliğin ilgili bölümleri tahmin becerisinin kullanılmasını içermektedir.

Başlarken...

Johannes Kepler, yörüngelerin elips şeklinde olduğunu keşfetmeden önce, gezegenlerin hareketleriyle ilgili yapılan çalışmaların temelini Ptolemaious'un (Batlamyus) çalışmaları oluşturuyordu. Ptolemaious'un modelinde küçük çember merkezinin büyük çemberin üstünde döndüğünü göstermiştir. Dış çember şeması ile dairesel hareketleri birleştiren Ptolemaious'un modelinde P noktası D noktası etrafında hareket ederken, D noktası da C noktası etrafında düzgün hareket ediyor. Zamanın gök bilimcileri P noktasının hareketini incelediklerinde (P noktasının C noktasına olan uzaklığı) aşağıdaki gibi bir grafik elde etmişlerdir.





Sizce bu hangi fonksiyonun grafiği olabilir ve bu fonksiyonun değerleri nasıl hesaplanabilir?

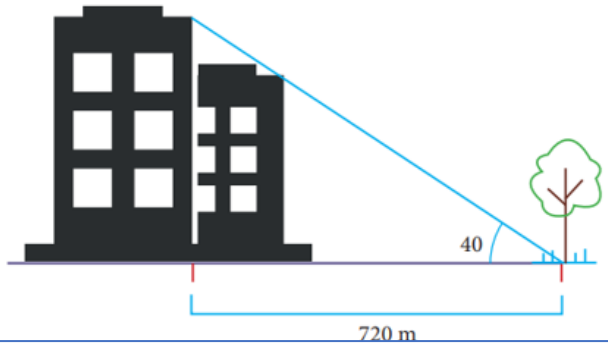
Şekil 4. 57: Başlarken (MEB, 2022, s. 341)

Trigonometrik Oranlar

Resimdeki binaların yükseklikleri ile ilgili bir problem üzerinde çalışan bir mühendis çözüme ulaşmak için aşağıdaki çizimi yapmıştır ve çizdiği doğru parçasının zemin ile yaptığı açıyı 40° olarak hesaplamıştır.



Bu çizim, gerçek dünyada yer aldığı için mühendis şekildeki ağaçtan uzunluğunu belirlemek istediği soldaki binanın uzunluğunu telefonundaki navigasyon uygulaması ile yürüyerek hesaplamıştır. Bu bilgileri kullanarak mühendis sol taraftaki binanın yüksekliğini nasıl hesaplayabilir?



Şekil 4. 58: Trigonometrik Oranlar (MEB, 2022, s. 342)

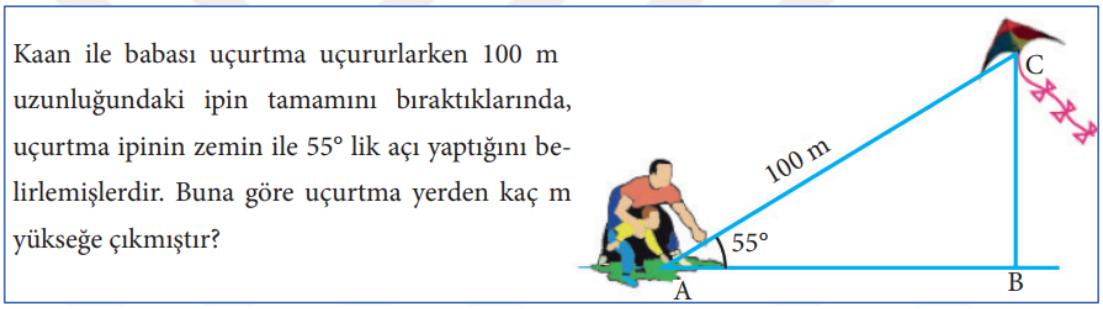
Sonuç Çıkarma: Etkinlikte öğrencilerin kosinüs ve sinüs fonksiyonlarının koordinat sistemindeki bölgelerde pozitif, negatif, artan ve azalan olduklarını belirlemelerine yönelik Etkinlik Formu 8. Soruda öğrencilerin dinamik matematik yazılımı kullanarak bir sürgü yardımıyla α açısı oluşturmaları istenmekte ve açının sinüs ve kosinüs değerlerinin pozitif negatifliğinin, artan azalan olduğu bölgelerin belirlenmesi istenmektedir (s.354)

Öğrencilerin oluşturdukları sürgüyü kullanarak yapacakları gözlemler sonucunda çıkarımda bulunmaları beklenmektedir. Dolayısıyla etkinlik sonuç çıkarma becerisi içermektedir.

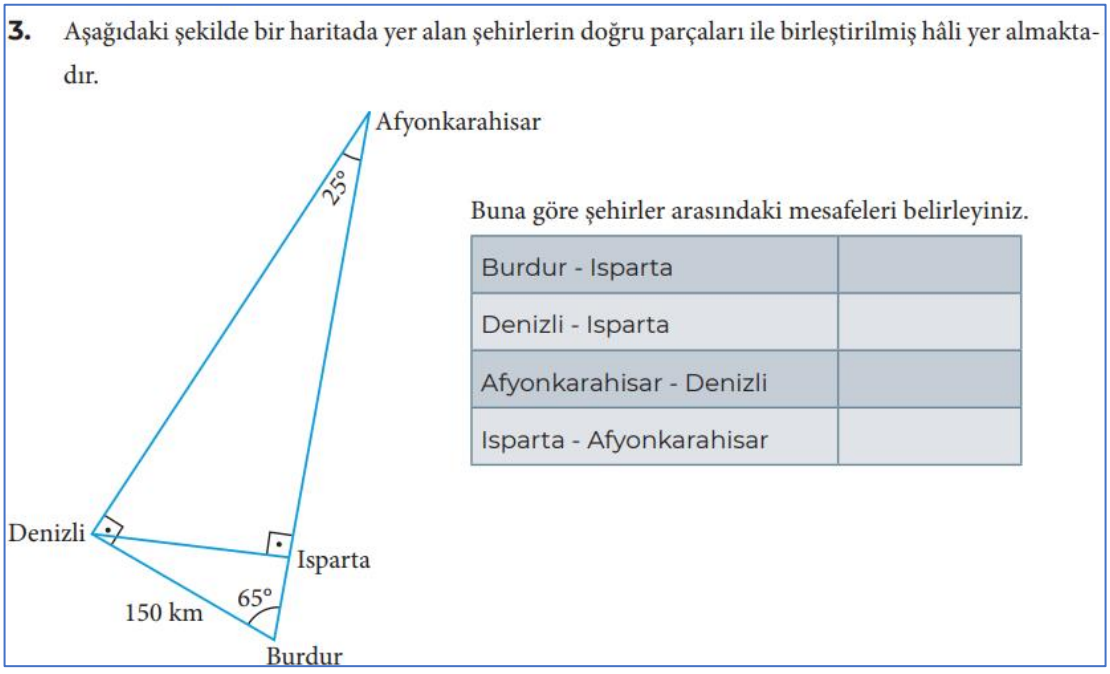
Model Oluşturma: Etkinlik formu 9. ve 10. Sorularda dinamik matematik yazılımında sinüs fonksiyonu ile (s.354) tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının grafiğinin oluşturulması (s.354) istenmektedir. Öğrencilerin ilgili fonksiyonların alacağı değerleri grafiğe aktarmaları beklenmektedir. Etkinlik model oluşturma becerisi içermektedir.

İşe Vuruk Tanım Yapma: Şekil 4. 55'te verilen bölümde yönlü açı kavramı, açı ölçüsünün iki farklı şekilde ölçülmesiyle ile yapılan gözleme dayalı olarak tanımlanmaktadır. Etkinlik işe vuruk tanım yapma becerisi içermektedir.

2. Aşama: Problem Çözme:



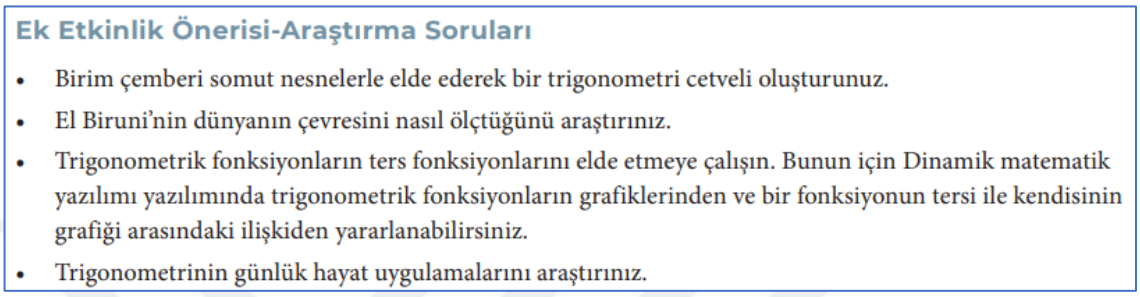
Şekil 4. 59: Etkinlik Formu 2 (MEB, 2022, s. 352)



Şekil 4. 60: Etkinlik Formu 3 (MEB,2022, s. 352)

Şekil 4. 59 ve Şekil 4. 60'ta verilen problemlerde açıların trigonometrik değerlerinden yararlanılarak (bunun hesap makinesi veya trigonometri cetvelinden yararlanılabileceği etkinlik içinde trigonometrik oranlar bölümünde belirtilmişti) istenen yüksekliğin ve şehirler arası mesafelerin bulunması beklenmektedir. İlgili problemler trigonometrik oranların kullanımını gerektiren birer gerçek yaşam problemidir.

3. Aşama: Bağımsız Proje Çalışması


Ek Etkinlik Önerisi-Araştırma Soruları

- Birim çemberi somut nesnelerle elde ederek bir trigonometri cetveli oluşturunuz.
- El Biruni'nin dünyanın çevresini nasıl ölçtüğünü araştırınız.
- Trigonometrik fonksiyonların ters fonksiyonlarını elde etmeye çalışın. Bunun için Dinamik matematik yazılımı yazılımında trigonometrik fonksiyonların grafiklerinden ve bir fonksiyonun tersi ile kendisinin grafiği arasındaki ilişkiden yararlanabilirsiniz.
- Trigonometrinin günlük hayat uygulamalarını araştırınız.

Şekil 4. 61: Ek Etkinlik Önerisi (MEB, ,2022, s. 350)

Etkinliğin sonunda Şekil 4. 61'deki araştırma soruları yer almaktadır. Öğrencilerin ilgileri doğrultusunda bir araştırma sorularından birini seçerek bireysel olarak veya küçük gruplar halinde proje hazırlayıp sunmaları sağlanabilir. Etkinlik bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler içermektedir.

4.1.7. Purdue Modeline İlişkin Genel Bulgular

Bu bölümde etkinliklerin Purdue Modeli'ne göre analizinden elde edilen genel bulgular sunulmaktadır.

Purdue Modeli'nin birinci aşamasını oluşturan bilimsel süreç becerilerinin incelenen 6 etkinliğin her birinde yer alma durumuna ilişkin bulgular Tablo 4.2'dedir. Bilimsel süreç becerilerinin etkinliklerin tamamında yer alma durumuna ilişkin bulgular ise Tablo 4. 3'te sunulmaktadır.

Tablo 4. 2: Purdue Birinci Aşama Bilimsel Süreç Becerilerinin İncelenen Etkinliklerde Yer Alma Durumuna İlişkin Bulgular

	Kategoriler	Fonksiyonlar		Fonksiyonun Sıfırları		Sanal Dünya		Fonksiyonlardan Dizilere		Özel Diziler		Trigonometri	
		f	%	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Temel Süreç Becerileri	Gözlem Yapma	14	35,00	5	22,72	4	19,05	3	10,72	4	11,77	3	15,00
	Sınıflandırma	3	7,50	0	0,00	0	0,00	1	3,57	1	2,94	0	0,00
	Ölçme	2	5,00	1	4,55	0	0,00	1	3,57	1	2,94	5	25,00
	Bilimsel İletişim Kurma	5	12,50	2	9,09	6	28,57	3	10,72	4	11,77	3	15,00
	Tahmin	2	5,00	0	0,00	1	4,76	1	3,57	2	5,88	4	20,00
	Sonuç Çıkarma	4	10,00	2	9,09	5	23,81	1	3,57	3	8,82	1	5,00
Bütünleyici Süreç Becerileri	Hipotez Kurma	0	0,00	1	4,55	0	0	1	3,57	0	0	0	0,00
	Verileri Yorumlama	0	0,00	0	0,00	0	0	2	7,14	3	8,82	0	0,00
	Model Oluşturma	5	12,50	6	27,23	4	19,05	7	25,00	7	20,59	3	15,00
	Deney Yapma	0	0,00	1	4,55	0	0,00	1	3,57	0	0	0	0,00
	Değişkenleri Belirleme ve Aralarındaki İlişkileri Tanımlama	1	2,50	3	13,64	0	0,00	3	10,72	4	11,77	0	0,00
	İşe Vuruk Tanım Yapma	4	10,00	1	4,55	1	4,76	4	14,28	5	14,70	1	5,00
	Toplam	40	100,00	22	100,00	21	100,00	28	100,00	34	100,00	20	100,00

Tablo 4. 2'de görüldüğü gibi Fonksiyonlar Etkinliğinde en fazla yer alan beceri gözlem becerisidir (14 kez). Bu becerinin etkinlikte yer alan tüm beceriler içindeki oranı %35,00' dır. Fonksiyonlar etkinliğinde en çok yer alan diğer beceriler bilimsel iletişim (%12,50) ve model oluşturma (%12,50) becerileridir. Hipotez kurma, verileri yorumlama ve deney yapma becerileri bu etkinlikte yer almamaktadır. Fonksiyonun Sıfırları etkinliğinde en fazla yer alan beceriler model oluşturma (%27,23) ve gözlem (%22,72) becerileri iken sınıflandırma, tahmin ve verileri yorumlama becerilerine bu etkinlikte yer verilmemektedir.

Sanal Dünya etkinliğinde bilimsel iletişim kurma (28,57) ve sonuç çıkarma (%23,81) becerileri en fazla yer alan becerilerdir. Etkinlikte bunlar haricinde gözlem (%19,05) ve işe vuruk tanım yapma (%4,55) becerileri yer almakta, diğer beceriler ise bu etkinlikte yer almamaktadır. Fonksiyonlardan Dizilere etkinliğinde tüm beceriler yer almakta olup en fazla yer alan beceri model oluşturma becerisidir (% 25,00).

Özel Diziler etkinliğinde en fazla yer alan beceri model oluşturma (% 20,59) becerisidir. Hipotez kurma ve deney yapma becerileri bu etkinlikte yer almamaktadır. Trigonometri etkinliğinde ise en fazla yer verilen beceriler ölçme (% 25,00) ve tahmin (%20,00) becerileri olup sınıflandırma, hipotez kurma, verileri yorumlama, değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama becerilerine bu etkinlikte yer verilmemektedir.

Tablo 4. 3:Purdue Birinci Aşama Bilimsel Süreç Becerilerinin Etkinliklerin Tamamında Yer Alma Durumuna İlişkin Bulgular

	Kategoriler	**f**	**%**
Temel Süreç Becerileri	**Gözlem Yapma**	33	20,00
	Sınıflandırma	5	3,03
	Ölçme	10	6,06
	Bilimsel İletişim Kurma	23	13,93
	Tahmin	10	6,06
	Sonuç Çıkarma	16	9,70
	Toplam	97	58,79
Bütünleyici süsüş Becerileri	**Hipotez Kurma**	2	1,21
	Verileri Yorumlama	5	3,03
	Model Oluşturma	32	19,39
	Deney Yapma	2	1,21
	Değişkenleri Belirleme ve Aralarındaki İlişkileri Tanımlama	11	6,66
	İşe Vuruk Tanım Yapma	16	9,70
	Toplam	68	41,21
	Genel Toplam	165	100,00

Tablo 4.3'e göre incelenen etkinliklerde en fazla yer alan bilimsel süreç becerileri 33 kez yer alan gözlem yapma becerisi ve 32 kez yer alan model oluşturma becerileridir. Gözlem yapma becerisinin tüm beceriler içindeki oranı %20,00 ve model oluşturma becerisinin %19,39'dur. Etkinliklerde en fazla yer alan diğer beceriler sırası ile; bilimsel iletişim kurma 23 kez (%13,93), işe vuruk tanım yapma 16 kez (%9,70) ve sonuç çıkarma 16 kez (%9,70), değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkileri tanımlama becerisi 11 kez (%6,66) ve tahmin becerisi 10 kez (%6,06) şeklindedir. Hipotez kurma 2 kez (%1,21) ve deney yapma 2 kez (%1,21) yer almakta olup etkinliklerde en az yer alan becerilerdir. Etkinliklerde temel süreç becerileri toplamda 97 kez (%58,79), bütünleyici beceriler ise 64 kez (%41,21) yer almaktadır.

Purdue modeli ikinci aşama kapsamında etkinlikler problem çözme ve grup çalışması bağlamında analiz edilmiştir. Elde edilen bulgulara göre etkinliklerde yer alan problem çözme etkinlikleri sayısal olarak değerlendirmemektedir. Etkinliklerin tamamında problem çözme bağlamında ele alınabilecek sorulara/durumlara yer verildiği; bazı etkinliklerde problem çözmeye geniş yer ayrılmışken (Özel Diziler Etkinliği), bazılarında çok az yer verildiği (Sanal Dünya Etkinliği) belirlenmiştir. Bununla birlikte problem kavramının öznelliğinden dolayı etkinliklerde yer alan problemlere ilişkin net sayılar belirlemenin zor olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Nitelik açısından yapılan incelemeler sonucunda, problemlerin özellikleri ile ilgili bulgulara ulaşılmıştır. Buna göre etkinliklerde; gerçek yaşam problemleri, matematiksel modelleme içeren problemler, çözümünde teknoloji kullanımını gerektiren problemler, diğer disiplinlerle ilgili bilgi/becerilerin kullanımını gerektiren (disiplinler arası) problemler, genelleme becerisinin geliştirilmesine yönelik problemler, birden fazla doğru çözümü olan problemler yer almaktadır. Purdue Modeli ikinci aşama bileşenlerinden olan grup çalışması bağlamında yapılan analize göre ise etkinliklerin hiçbirinde grup çalışması yer almamaktadır.

Purdue Modeli 3. Aşama kapsamında yapılan analize ilişkin bulgular Tablo 4. 4'te sunulmaktadır.

Tablo 4. 4: Purdue Modeli 3. Aşamaya İlişkin Bulgular

Üçüncü Aşama	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri
Bağımsız Proje Çalışması Olarak Uygulanabilecek Öneriler	3	3	4	3	5	4

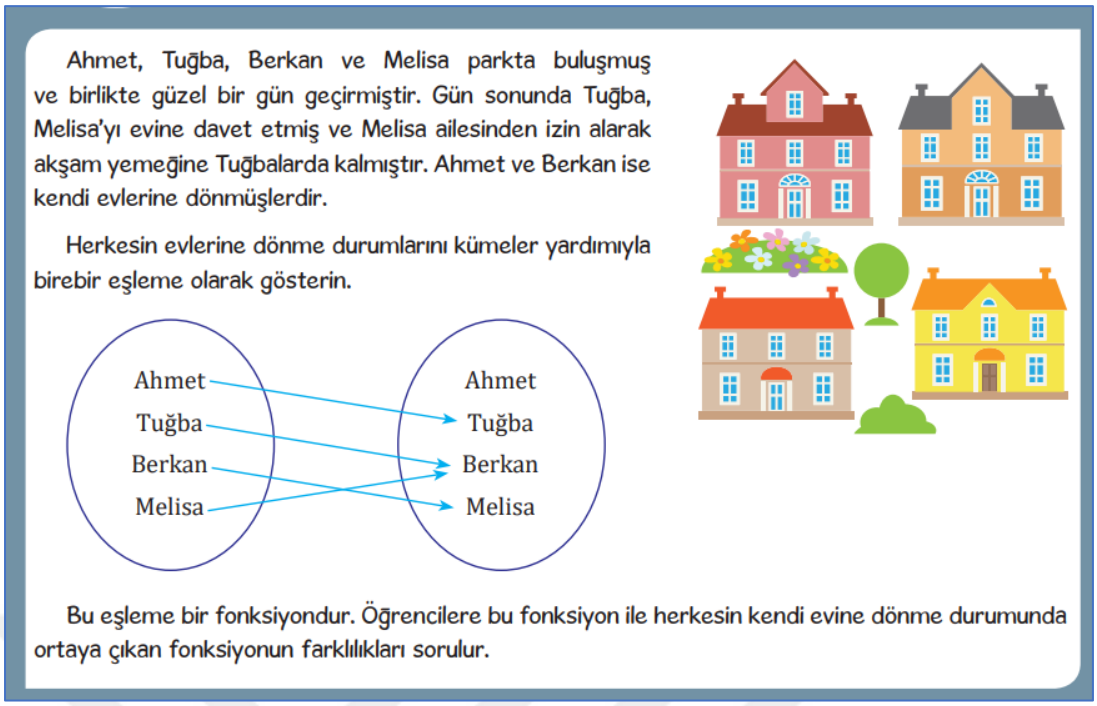
Tablo 4. 4'e göre etkinliklerin tamamında bağımsız proje çalışması olarak uygulanabilecek öneriler yer almaktadır. Özel Diziler etkinliğinde 5 tane, Sanal dünya ve Trigonometri etkinliklerinde 4'er tane, Fonksiyonun Sıfırları ve Fonksiyonlardan Dizilere etkinliklerinde 3'er tane proje önerisi yer almaktadır.

4.2. Etkinlik Tasarım Prensipleri Çerçevesinde Yapılan Analize İlişkin Bulgular

4.2.1. Fonksiyonlar Etkinliği ile İlgili Bulgular

Amaç: Etkinliğin amacı ve ilgili kazanımlar Şekil 4. 1'de verilmiştir. Bu amaç doğrultusunda etkinliğin içeriğinde; yeni bir öğrenmeye yönelik, öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik ve öğrenci zorluk ve yanılgılarının aşılmasına yönelik alt etkinlikler yer almaktadır. Aşağıda bu üç amaç sınıfının her birine yönelik alt etkinliklerden örnekler verilmiştir:

Yeni bir öğrenmeye yönelik örnekler:



Şekil 4. 62: Arkadaş Buluşması Etkinliği (MEB, 2022, s.276)

Şekil 4. 62'deki alt etkinlik fonksiyonların sınıflandırılması başlığı altında yer almaktadır. Öğrencilerin iki durumda ortaya çıkan fonksiyonları karşılaştırarak tanım ve görüntü kümelerine göre farklı fonksiyon türlerinin varlığı hakkında fikir edinmesi amaçlanmaktadır. Şekil 4. 4'teki alt etkinlikte de 'bu fonksiyonların türleri hakkında bilgi vermeden fonksiyon ve türlerini inceleyerek içine, birebir ve örten fonksiyonların özellikleri tahmin ettirilebilir' ifadesi yer almaktadır. Devamında ise birebir örten ve içine fonksiyon kavramlarının formel tanımlarına yer verilmiştir. Dolayısıyla Şekil 4. 4 ve Şekil 4. 62'deki etkinliklerin her ikisi de 'Fonksiyonları tanım ve görüntü kümelerine göre sınıflandırır' kazanımı ile ilişkili olup etkinlik amacı olarak yeni bir öğrenmeye yönelik etkinlikler kapsamındadır.

Öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik örnekler:

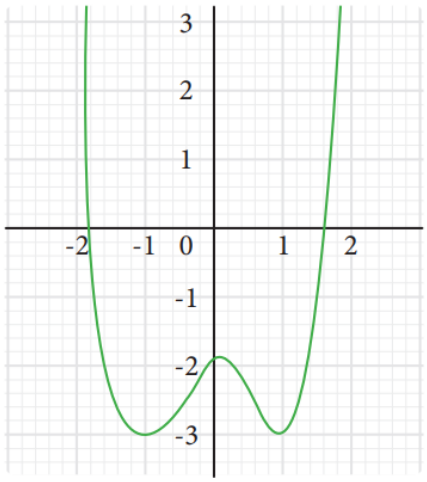
Etkinlikte yatay doğru testi ile fonksiyonların birebirlik özelliklerinin nasıl inceleneceği açıklandıktan sonra 'Fonksiyonların birebir özellikleri ile ilgili Etkinlik Formu 6 ve 7. sorular kullanılarak benzer çalışmaların yaptırılabileceği belirtilmektedir (s. 279, s. 280). Etkinlik Formu 6 (Şekil 4. 63) ve Etkinlik formu 7'deki (Şekil 4.64) alt etkinliklerin her ikisi de öğrenilmiş bir kavram olan yatay doğru testini pekiştirmeye yönelik alt etkinliklerdir.

Reel sayılarda tanımlı aşağıdaki fonksiyonların cebirsel gösterimlerinden veya dinamik matematik yazılımında çizeceğiniz grafikleri yardımıyla fonksiyonların birebir olup olmadıklarını belirleyin.

- $f(x) = \frac{1}{2}x + 3$
- $g(x) = x^2 - x+2$
- $h(x)=x^3 + x + 3$

Şekil 4. 63: Etkinlik Formu-6 (MEB, 2022, s. 286)

Aşağıdaki $g : \mathbb{R} \to [-3,\infty)$ tanımlanan fonksiyonun grafiği verilmiştir. Bu fonksiyonun örten olup olmadığını belirleyiniz.



Şekil 4. 64: Etkinlik Formu-7 (MEB, 2022, s. 286)

Öğrenci zorluk ve yanılgılarının aşılmasına yönelik örnekler:

Etkinlikte fonksiyonun grafiği başlığı altında *'Fonksiyonun grafiği ile ilgili kavram yanılgıları göz önüne alınarak bir f fonksiyonunda f(0), f(x) = 0 ve f(x) = y ifadelerinin koordinat sistemindeki karşılıklarına değinilir'* ifadeleri yer almaktadır (sf. 281). Devamında Şekil 4. 65'teki alt etkinlik yer almakta olup bu etkinliğin fonksiyon grafikleri ile ilgili kavram yanılgılarını aşmaya yönelik olarak hazırlandığı görülmektedir.

Örnek:

Dinamik matematik yazılımında $f(x) = 3x - 3$ fonksiyonunun grafiğini çiziniz.

- $f(0)$, $f(1)$ ve $f(2)$ değerlerini bulunuz ve grafik üzerinde işaretleyiniz.

  $f(0) = -3 \Rightarrow (0, 3)$

  $f(1) = 0 \Rightarrow (1, 0)$

  $f(2) = 3 \Rightarrow (2, 3)$

- -3, 0 ve 3 değerlerinin ters görüntülerini belirleyiniz.

  $(0, -3) = f^{-1}(-3) = 0$

  $(1, 0) = f^{-1}(0) = 1$

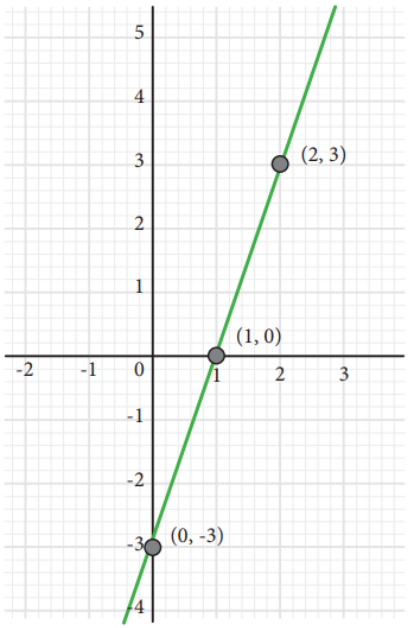
  $(2, 3) = f^{-1}(3) = 2$

- Aynı fonksiyon üzerinde 12, 10 ve 6 değerlerinin ters görüntülerini belirleyin.

  $3x - 3 = 12 \Rightarrow x = 5 \Rightarrow f^{-1}(12) = 5$

  $3x - 3 = 10 \Rightarrow x = \frac{13}{3} \Rightarrow f^{-1}(10) = \frac{13}{3}$

  $3x - 3 = 6 \Rightarrow x = 3 \Rightarrow f^{-1}(6) = 3$



Şekil 4. 65: Fonksiyonun Grafiği (MEB, 2022, s. 282)

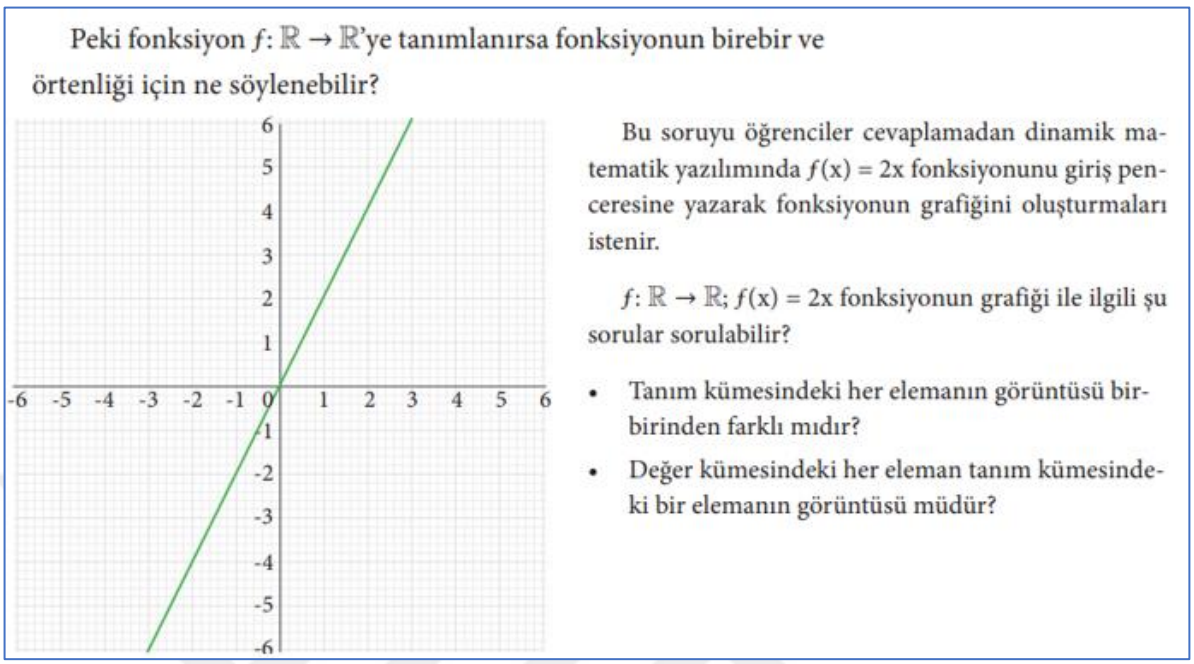
Zaman Kullanımı: Fonksiyonlar Etkinliği ile ilgili tanıtıcı bilgilerin verildiği kısımda (Şekil 4. 1) etkinliğin süresi 4 ders saati olarak belirtilmiş ve etkinlik için üç adet kazanım tanımlanmıştır. 4 ders saati etkinliğin toplam süresini ifade etmektedir. Bununla birlikte tanıtıcı bilgilerin verildiği kısımda veya etkinlik içinde her bir kazanım veya alt etkinlik için toplam sürenin ne kadarının kullanılabileceği ile ilgili herhangi bir ifade yer almamaktadır. Dolaysısıyla Fonksiyonlar Etkinliğinin toplam süresi belirtilmiş ancak toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmemiştir.

Sınıf Organizasyonu: Etkinlikte öğrenci grubunun organizasyonuna yönelik (küçük grup, bireysel vs) herhangi bir ifade yer almamaktadır.

Kullanılacak Araçların Uygunluğu: Etkinlikte kullanılacak araçlar Etkinlik Formu ve dinamik matematik yazılımıdır (Şekil 4. 1). Etkinlik Formu'nda (s.284-287) yer alan 9 adet sorunun tamamı etkinliğin yönelik olduğu kazanımlar ve etkinliğin amacı (Şekil 4. 1) ile uyumludur.

Etkinliğin amacında ifade edilen yatay doğru testi ile fonksiyonun birebir ve örtenliğinin incelenmesi (Şekil 4. 66) ve fonksiyonun grafiği üzerinden görüntü ve ters görüntü incelemeye yönelik çalışmalarla (Şekil 4. 65) ilgili alt etkinlikler dinamik geometri yazılımının kullanımını içermektedir. Dinamik geometri yazılımı söz konusu incelemelerin

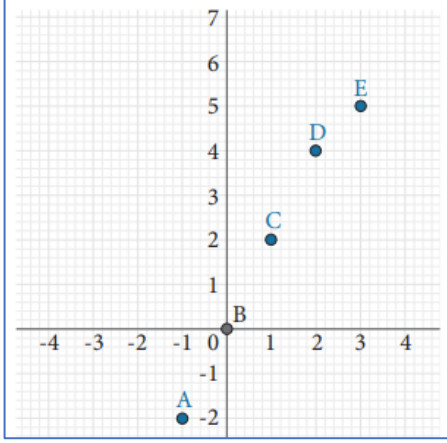
yapılmasını kolaylaştırıcı nitelikte olup, hedeflerle uyumludur. Dolayısıyla etkinlikte kullanılan araçlar uygun niteliktedir.



Şekil 4. 66: Fonksiyonun Birebir ve Örtenliğinin İncelenmesi – 1 (MEB, 2022, s. 277-278)

Araçların Temini: Etkinlik Formu etkinlikle birlikte hazır olarak verilmektedir. Dinamik matematik yazılımları ise internete üzerinden çevrimiçi olarak erişilebilir/kullanılabilir olduğundan etkinlikte kullanılacak araçların kolay ulaşılabilir araçlar olduğu görülmektedir.

Araçlarla ilgili Açıklamalar/Yönerge: Etkinlikte geçen *'Bu etkinlik ile ilgili aşağıdaki tablo öğrencilere doldurtulabilir (Etkinlik Formu 1)', 'Formel tanım verilmeden önce Etkinlik formu 3'te yer alan çalışmalar yaptırılır', 'Fonksiyonların birebir özellikleri ile ilgili Etkinlik Formu 6 ya da benzer çalışmalar yaptırılabilir'* gibi ifadeler Etkinlik Formu ile ilgili yönergeler olup, aracın nerede nasıl kullanılacağı açık bir şekilde ifade edilmiştir. Ancak Fonksiyonlar Etkinliği (modüldeki ilk etkinlik olması dolayısıyla) bulunduğu modülde dinamik matematik yazılımının kullanımını içeren ilk etkinlik olma özelliğini taşımaktadır. Buna rağmen etkinlikte dinamik matematik yazılımı olarak hangi yazılımların kullanılabileceği, bunlara nereden (hangi web sitesinden) ve nasıl ulaşılabileceği belirtilmemiştir. Dolayıyla araca ilişkin yönergelerin yetersiz olduğu söylenebilir. Örneğin Şekil 4. 67'deki bölüm etkinlikte dinamik matematik yazılımı aracının kullanıldığı ilk bölümdür ve araçla ilgili yeterli yönerge içermemektedir.



Dinamik matematik yazılımında A = {−1, 0, 1, 2, 3} ve B = {−2, −1, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6} olmak üzere f: A → B ye $f(x) = 2x$ fonksiyonun grafiğini çizip fonksiyonun birebir ve örtenliğini inceleyiniz.

Yanda grafik gösterimi verilen fonksiyon birebirdir, ancak görüntü kümesi değer kümesinden farklı olduğu için fonksiyon örten değildir. Ancak değer kümesi B kümesi yerine C = {−2, 0, 2, 4, 6} kümesi olsaydı fonksiyon birebir olup aynı zamanda örten bir fonksiyon olacaktır.

Peki fonksiyon f: ℝ → ℝ'ye tanımlanırsa fonksiyonun birebir ve örtenliği için ne söylenebilir?

Şekil 4. 67: Fonksiyonun Birebir ve Örtenliğinin İncelenmesi – 2 (MEB, 2022, s. 277)

Öğretmen Rolleri: Etkinlikte belirtilen öğretmen rollerine ilişkin:

'Fonksiyon uygulamaları ile ilgili benzer çalışmalar yaptırılır'(sf.281) ifadesi ile uygulama yaptırma rolü,

'Bu oklar ile ilgili aşağıdaki soruları yönlendirelim. (...) Çocuk sayısı kadın sayısından fazla olsa bu durum neyi ifade eder?

'Fonksiyon tanımı ve şu ana kadar verilen örnekler göz önüne alınarak aşağıdaki soruların cevaplanması istenir. Tanım kümesindeki her elemanın değer kümesindeki görüntüsü farklı olmak zorunda mıdır? ...' (s.275) ifadeleri ile keşfettirici/yönlendirici sorular sorma ve yorum/açıklama yaptırma rolü,

'...gibi sorular öğrencilere yönlendirilerek iki fonksiyonun eşit olma şartlarını belirlemeleri sağlanır' (sf.275)

'Birebir olan fonksiyonlar ile birebir olmayan fonksiyonların grafikleri hakkında bir çıkarım yaptırılabilir. (...) yatay doğru testini keşfettirilebilecek sorular sorulabilir (sf.279) ifadeleri ile keşfettirici/yönlendirici sorular sorma ve çıkarım yaptırma rolü,

'Birebir ve örten fonksiyonların grafikleri ile ilgili çalışmalara yer vermeden önce bir fonksiyonun birebir olması değer kümesinden bağımsız iken örten olmasının değer kümesine bağımlı olduğu fark ettirilir' (sf.277) ifadesi ile çıkarım yaptırma rolü,

'Birebir ve örten fonksiyonun özellikleri tahmin ettirilebilir' (s.276) ifadesi ile tahmin ettirme rolü,

'...dinamik matematik yazılımın f=2x fonksiyonunu giriş penceresine yazarak fonksiyonun grafiğini oluşturmaları istenir' (s.278) ifadesi ile model oluşturulmasını sağlama,

'Fonksiyonun grafiği ile ilgili kavram yanılgıları göz önüne alınarak (...) ifadelerinin koordinat sistemindeki karşılıklarına değinilir' (sf.281) ifadesi ile kavram yanılgılarının aşılmasına yönelik açıklama yapma rolü verilmektedir.

Dolayısıyla etkinlikte öğretmen rolleri olarak uygulama yaptırma, keşfettirici/yönlendirici sorular sorma, yorum/ açıklama yaptırma, çıkarım yaptırma, tahmin ettirme, model oluşturulmasını sağlama, kavram yanılgılarının aşılmasına yönelik yönelik açıklamada bulunma rolleri bulunmaktadır.

Öğrenci Rolleri: Öğretmen rollerinin verildiği ifadeler aynı zamanda öğrenci rollerini de belirtmektedir. Bunlar haricinde etkinlikte doğrudan öğrencilere yönelik olarak yer alan:

'Bu fonksiyonun grafiğini dinamik matematik yazılımı yardımıyla çizip onu da sitenize eklemek istiyorsunuz' (sf.281)

'Dinamik matematik yazılımında f(x) = 3x – 3 fonksiyonunun grafiğini çiziniz' (sf. 282) ifadelerinde öğrencilere model oluşturma ve teknolojiyi etkin kullanma rolleri verilmektedir.

Sonuç olarak öğrenci rollerinde uygulama yapma, yorum/açıklama yapma, sonuç çıkarma, tahmin etme, model oluşturma ve teknolojiyi etkin kullanma rollerinin var olduğu görülmektedir.

Öğrenci Ön Bilgileri: Etkinlikte fonksiyon kavramının formel tanımı bağıntı kavramı üzerinden yapılmaktadır:

'*A, B boş olmayan iki küme ve f, A dan B ye bir bağıntı olsun. Eğer her a ∈ A için (a, b) ∈ f olacak şekilde bir tek B varsa o zaman f ye A dan B ye bir fonksiyon, A kümesine f fonksiyonunun tanım kümesi, B kümesine de fonksiyonun değer kümesi denir*' (s. 272).

Ancak etkinlikte öğrencilerin bağıntı kavramı ile ilgili ön bilgilerine herhangi bir atıfta bulunulmamaktadır. Bir önceki modül olan Cebir ve Sayılar Teorisi modülünde bağıntı kavramı yer alıyor olmakla birlikte modüllerin tamamının veya işlenmesi veya sıralı olarak işlenmesi ile ilgili bir zorunluluk bulunmamaktadır. Öğretim programında, özel yetenekleri geliştirme programında modüllerinden öğrenci grubunun ilgisine göre bir veya birkaçının

seçilerek işlenebileceği ifade edilmektedir (MEB, 2021) Dolayısıyla gruptaki öğrencilerin bağıntı kavramına sahip olmayabilirler. Buna rağmen etkinlikte öğrencilerin bağıntı kavramına ilişkin ön bilgilerinin gözden geçirilmesi ile ilgili herhangi bir ifade yer almamaktadır. Ayrıca Fonksiyonlar Etkinliği modüldeki ilk etkinlik olduğundan dolayı aynı zamanda dinamik matematik yazılımı ve tablo yazılımı uygulamasının kullanımını içeren ilk etkinlik olma özelliğini de taşımaktadır. Ancak etkinlikte öğrencilerin ilgili araçlara ilişkin ön bilgi eksiğinin olup olmadığının kontrol edilmesi, varsa giderilmesine ilişkin ifadeler/öneriler yer almamaktadır. Dolayısıyla etkinlikte öğrenci ön bilgileri yeterince dikkate alınmamaktadır.

Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları: Etkinliğin amacı bağlamında yapılan incelemede Fonksiyonlar Etkinliği'nin fonksiyonun grafiği ile ilgili kavram yanılgılarının aşılması amacına yönelik alt etkinlik içerdiği tespit edilmiştir. Dolayısıyla etkinlikte öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmıştır.

Ölçme ve Değerlendirme: Etkinliğin sonunda yer alan ölçme değerlendirme bölümünde etkinliğe ait Dereceli Puanlama Anahtarı Ölçeği Formu'na etkinlik karekodu okutularak ulaşılabileceği ifade edilmektedir (sf. 282). Karekod kullanılarak (Şekil 4.1) EBA üzerinden ulaşılabilen ölçek ile öğrencilerin etkinliğe yönelik bilgi ve becerilerinin ölçülmesi hedeflenmektedir. Dolayısıyla etkinlik ölçme değerlendirme aşaması içermektedir.

4.2.2. Fonksiyonun Sıfırları Etkinliği ile İlgili Bulgular

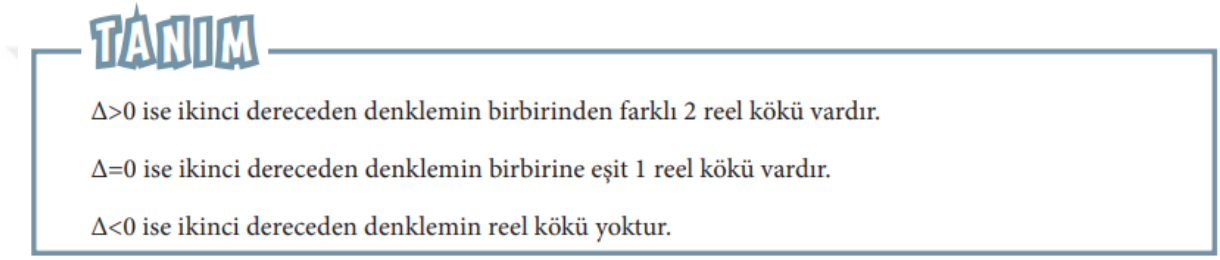
Amaç: Etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar Şekil 4.12'de verilmektedir. Bu amaç ve kazanımlar doğrultusunda etkinliğin içeriğinde; yeni bir öğrenmeye yönelik, öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik ve epistemolojik farkındalığa yönelik alt etkinlikler yer almaktadır. Aşağıda her üç amaca yönelik alt etkinliklerden örnekler verilmektedir.

<u>Yeni bir öğrenmeye yönelik örnekler:</u>

Şekil 4. 23'te verilen alt etkinlikte öğrencilerin taksi ücretini veren fonksiyonun tek bir kuralı olmadığını fark etmeleri ve etkinlikte ifade edilen duruma göre tanım kümesinin farklı aralıkları için farklı fonksiyon kuralı tanımlamaları gerekmektedir. Etkinliğin sonunda *'Bu şekilde oluşturulan fonksiyona parçalı fonksiyon denir'* (s.289) ifadeler yer almaktadır.

Dolayısıyla Şekil 4. 23'te verilen etkinlik *'Parçalı fonksiyonu ve grafiğini oluşturur'* kazanımı ile ilişkili olup yeni bir öğrenmeye yöneliktir.

Şekil 4. 16, Şekil 4. 17 ve Şekil 4. 18'de verilen örneklerin ardından '*İkinci dereceden denklemlerin* ($ax^2 + bx + c = 0$) *çözüm kümesi ile ilgili 3 tane örneği incelediğinizde* $\Delta = b^2 - 4ac$ *değeri ile fonksiyonun sıfırları arasında bir ilişki fark ettiniz mi?*' (s.298) ifadeleri yer almakta devamında diskriminantın farklı durumları ile köklerin varlığı arasındaki ilişki açıklanmaktadır (Şekil 4. 68). Dolayısıyla etkinliğin Şekil 4. 16, Şekil 4. 17 ve Şekil 4. 18'deki bölümleri bu ilişkinin keşfedilmesine yönelik olup, yeni bir öğrenmeye yönelik etkinlikler kapsamındadır.



Şekil 4. 68: Köklerin Varlığı ile Diskriminantın Farklı Durumları Arasındaki İlişki (MEB, 2022, s. 298)

'İkinci Dereceden Denklemin Kökleri ile Katsayıları Arasındaki Bağıntılar' bölümünde yer alan alt etkinliklerde (Şekil 4. 19, Şekil 4. 20, Şekil 4. 21 ve Şekil 4. 22) kökler toplamı ve kökler çarpımı ile ilgili kuralların öğrenciler tarafından oluşturulması beklenmektedir. Etkinlik içinde '*Yukarıdaki ikinci dereceden denklemlerin köklerinin toplamları ve çarpımları ile denklemin katsayıları arasında bir ilişki bulabilir misiniz?', '*$ax^2 + bx + c = 0$ *ikinci dereceden denkleminin kökler toplamı ve kökler çarpımı için bir kural belirleyebilir misiniz?'* (s.399) ifadeleri yer almaktadır. Bu bölümde yer alan etkinlikler etkinliğin amacında yer alan *'denklemin kökleri ile katsayıları arasındaki ilişkileri fark etmesi beklenmektedir'* (Şekil 4.13) ifadesi ile ilişkili olup yeni bir öğrenmeye yöneliktir.

Öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik örnekler:

Etkinlikte parçalı fonksiyon kavramı açıklandıktan sonra *'Parçalı fonksiyon ile ilgili uygulamalar yapılır. (Etkinlik Formu Soru 1-2)'* (s.294) ifadesi yer almaktadır. Etkinlik Formu'ndaki 1. Ve 2. Sorular parçalı fonksiyon kavramını pekiştirmeye yöneliktir. Benzer şekilde fonksiyonun sıfırları ile ilgili yapılan örneklerden sonra (s.292-293) *'Fonksiyonun sıfırları ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 3-4)'* ifadesi, ikinci

dereceden denklemlerin tam kareye tamamlama yöntemi ile çözümü açıklandıktan sonra (s.295) *'Tam kareye tamamlama yöntemi ile ikinci dereceden denklemlerin çözüm kümelerini bulma uygulamalarına yer verilir (Etkinlik Formu Soru 5)'* (s.295) ifadesi yer almaktadır. Etkinlik Formu'ndaki 3. ve 4. sorular fonksiyonun sıfırları kavramını, 5. Soru ise ikinci dereceden denklemlerin tam kareye tamamlama yöntemi ile çözüm yönteminin pekiştirilmesine yöneliktir.

Epistemolojik farkındalığa yönelik örnekler:

Şekil 4. 69'da denklemin köklerinin tam kareye tamamlama yöntemi ile bulunması örnek üzerinden açıklandıktan sonra Şekil 4. 70'te aynı yöntemle denklemin genel formu üzerinden köklerin bulunması istenmektedir. Burada yapılması beklenen çalışma, ikinci dereceden denklemin köklerini veren genel kuralının matematiksel olarak ispatlanmasını içermektedir. Bu bölüm *'İkinci dereceden denklemin köklerini veren genel kuralı ispat eder'* (Şekil 4. 13) kazanımı ile ilişkili olup, yeni bir öğrenmenin yanında epistemolojik farkındalık amacına yöneliktir.

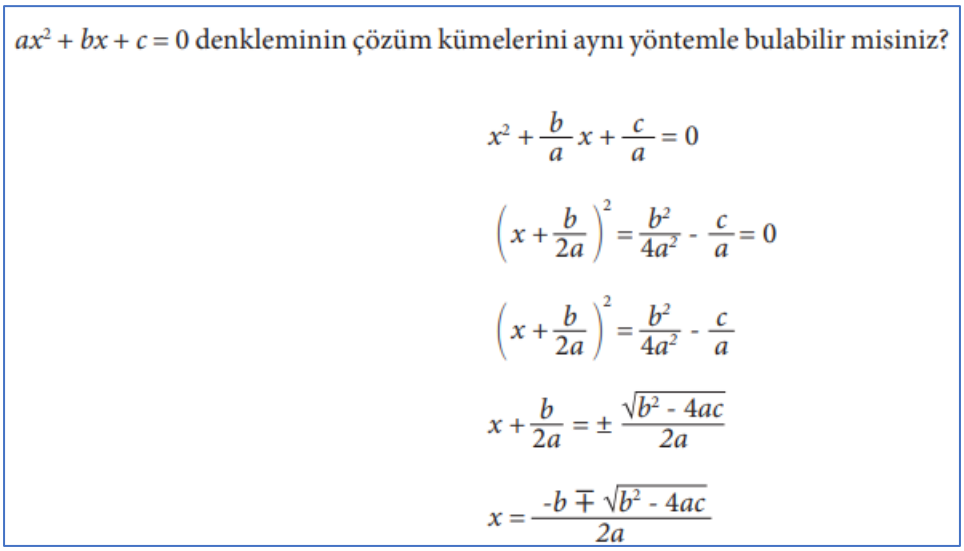
O zaman $x^2 + 10x = 39$ denkleminin çözüm kümelerini farklı bir şekilde bulmaya çalışalım. $x^2 + 10x - 39 = 0$ denkleminin çözümü için tam kareye tamamlama yöntemi uygun bir çözüm yolu olarak düşünülebilir.

$x^2 + 10x$ ifadesi hangi iki terimin tam keresinden gelebilir?

$(x + 5)^2 = x^2 + 10x + 25$ olduğu için $x^2 + 10x - 39 = 0$ denklemi $(x + 5)^2 - 25 - 39 = 0$ şeklinde tekrar yazılabilir.

$(x + 5)^2 = 64 \Longrightarrow x = 3, x = -13$ olarak denklemin çözüm kümeleri bulunur.

Şekil 4. 69: Tam Kareye Tamamlama Yöntemi ile İlgili Örnek (MEB, 2022, s. 295)


$ax^2 + bx + c = 0$ denkleminin çözüm kümelerini aynı yöntemle bulabilir misiniz?

$$x^2 + \frac{b}{a}x + \frac{c}{a} = 0$$

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 = \frac{b^2}{4a^2} - \frac{c}{a} = 0$$

$$\left(x + \frac{b}{2a}\right)^2 = \frac{b^2}{4a^2} - \frac{c}{a}$$

$$x + \frac{b}{2a} = \pm \frac{\sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x = \frac{-b \mp \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

Şekil 4. 70: İkinci dereceden Denklemin Genel Çözümü (MEB, 2022, s. 295)

Şekil 4. 19, Şekil 4.20 Şekil 4. 21'teki bölümlerde kökler toplamı ve çarpımı ile ilgili hipotez kurulması ve test edilmesi aşamalarından sonra Şekil 4. 22'de kökler toplamı ve kökler çarpımının kuralının ikinci dereceden denklemin köklerinin genel formlarından yola çıkılarak bulunması beklenmektedir. Bu bölümde yapılması beklenen çalışma, ilgili kuralların matematiksel ispatını içermektedir; dolayısıyla epistemolojik farkındalık amacına yöneliktir.

Zaman Kullanımı: Etkinliğin süresi 4 ders saati olarak verilmektedir (Şekil 4. 13). Etkinliğin toplam süresi belirtilmiş ancak toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmemiştir.

Sınıf Organizasyonu: Etkinlikte öğrenci grubunun organizasyonuna yönelik (küçük grup, bireysel vb.) herhangi bir ifade yer almamaktadır.

Kullanılacak Araçların Uygunluğu: Etkinlikte kullanılacak araçlar 'Etkinlik Formu' ve dinamik matematik yazılımdır. Etkinlik Formu ile ilgili;

'Parçalı fonksiyon ile ilgili uygulamalar yapılır (Etkinlik Formu Soru 1-2)' (s.292)

'Fonksiyonun sıfırları ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 3-4)' (s.294)

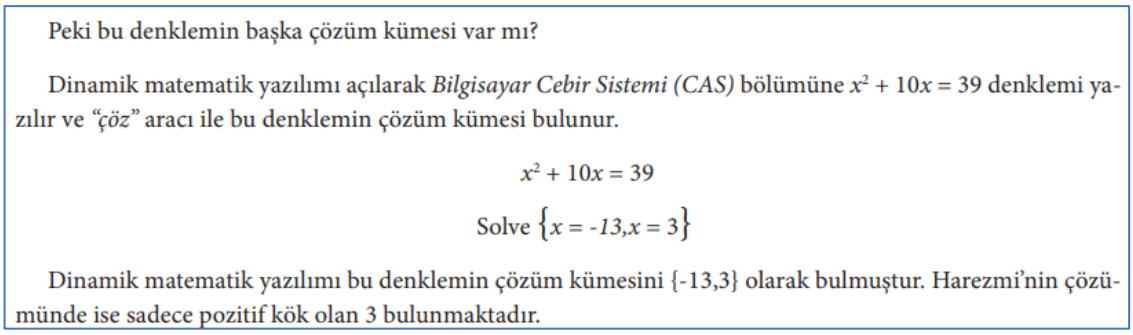
'Tam kareye tamamlama yöntemi ile ikinci dereceden denklemlerin çözüm kümelerini bulma uygulamalarına yer verilir (Etkinlik Formu Soru 5)' (s.295)

'İkinci dereceden denklemler ile ilgili uygulamalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 6)'

'İkinci dereceden denklemlerin kökleri ile katsayıları arasındaki bağıntılara yönelik uygulamalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 7, 8)' ifadeleri yer almaktadır. Etkinlik formunda yer alan 8 sorunun tamamının etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar (Şekil 4. 13) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Dinamik matematik yazılımı ise parçalı fonksiyonun grafiğinin çiziminde (Şekil 4. 23) fonksiyonun sıfırlarının fonksiyon grafiği üzerindeki yerinin gözlemlenmesinde (Şekil 4. 15) diskriminantın farklı durumları için fonksiyonun sıfırlarının (köklerinin) gözlemlenmesi ve aradaki ilişkinin fark ettirilmesinde (Şekil 4. 16, Şekil 4. 17, Şekil 4. 18) kullanılmaktadır. Dinamik matematik yazılımı aracının kullanımı etkinliğin amaçları ve ilişkili olduğu kazanımlarla uyumludur. Dolayısıyla etkinlikte kullanılan araçlar uygun niteliktedir.

Araç Temini: Etkinlik Formu etkinlikle birlikte hazır olarak verilmektedir. Dinamik matematik yazılımı ise internet üzerinden çevrimiçi olarak erişilebilir/kullanılabilir olduğundan etkinlikte kullanılacak araçların kolay ulaşılabilir nitelikte olduğu görülmektedir.

Araçlarla ilgili Açıklamalar/Yönerge: Etkinlikte kullanılacak araçlardan birincisi olan Etkinlik Formu ile ilgili yönergeler kullanılacak araçların uygunluğu bölümünde açıklanmıştır. İlgili yönergeler incelendiğinde aracın nerede nasıl kullanılacağının açık bir şekilde ifade edildiği görülmektedir. Etkinlikte kullanılacak diğer araç dinamik matematik yazılımıdır. Şekil 4. 23'te verilen etkinlik modül içerisinde parçalı fonksiyon türündeki bir fonksiyonun grafiğinin çizimini gerektiren ilk etkinliktir. Etkinliğin çözüm kısmında fonksiyonun grafiğinin dinamik matematik yazılımında çizilmesine ilişkin yönergelerin açık bir şekilde verildiği görülmektedir (Şekil 4.24). Benzer şekilde 'İkinci dereceden Denklemlerin Çözümü' bölümünde dinamik matematik yazılımında ikinci dereceden denklemin köklerinin bulunması işlemi ile ilgili açıklamalar açıktır (Şekil 4. 71). Bunlar haricinde etkinlikte dinamik matematik yazılımı fonksiyon grafiklerinin çiziminde kullanılmaktadır ve nasıl yapılacağına ilişkin açıklamalar bir önceki modülde verilmektedir. Dolayısıyla etkinlikte kullanılacak her iki araca ilişkin yönergeler yeterli ve açıktır.



Peki bu denklemin başka çözüm kümesi var mı?

Dinamik matematik yazılımı açılarak *Bilgisayar Cebir Sistemi (CAS)* bölümüne $x^2 + 10x = 39$ denklemi yazılır ve *"çöz"* aracı ile bu denklemin çözüm kümesi bulunur.

$$x^2 + 10x = 39$$

$$\text{Solve } \{x = -13, x = 3\}$$

Dinamik matematik yazılımı bu denklemin çözüm kümesini {-13,3} olarak bulmuştur. Harezmi'nin çözümünde ise sadece pozitif kök olan 3 bulunmaktadır.

Şekil 4. 71: Denklemin Köklerinin Dinamik Matematik Yazılımı ile Bulunması (MEB, 2022, s. 295)

Öğretmen Rolleri: Kullanılacak araçların uygunluğu bölümünde açıklanmış olan Etkinlik Formu ile ilgili yönergeler aynı zamanda etkinlikte belirtilmiş olan öğretmen rollerini de yansıtmaktadır. Ayrıca:

'...fonksiyonunun grafiğini dinamik matematik yazılımında oluşturalım' (s.296) ifadesi yer almaktadır. İlgili ifadelerde öğretmen rolleri olarak öğrenilenlerin uygulamasını yaptırma ve model oluşturulmasını sağlama rollerinin var olduğu görülmektedir.

Öğrenci Rolleri: Etkinlikte öğrenci rollerine ilişkin;

'Bu yolculuğa ait taksi ücretinin alınan yola göre değerini veren fonksiyonları oluşturup grafiğini dinamik matematik yazılımında çiziniz' (s.289)

'...boy uzama fonksiyonunu yazın ve grafiğini dinamik matematik programı ile çizin. Daha sonra 80 yaşına kadar yaşayan bir kişinin yaşına göre boyunu veren programı blok tabanlı programlama dili ile kodlayın' (s.291) ifadeleri yer aldığı bölümlerde öğrencilerin gerçek yaşam durumunu fonksiyonla modelleme, grafiğini çizme ve bir programlama dili ile kodlama görevlerini gerçekleştirmeleri beklenmektedir. Dolayısıyla öğrencilere model oluşturma ve teknolojiyi etkin kullanma rolleri verilmektedir.

'Fonksiyonun grafiği incelendiğinde fonksiyonun sıfırlarının 2 tane olduğu görülmektedir' (s. 296) ifadeleri ile gözlem yapma rolü,

'...3 tane örneği incelediğinizde diskriminant değeri ile fonksiyonun sıfırları arasında bir ilişki fark ettiniz mi?' (s.298) ifadeleri ile fark etme, çıkarım yapma rolleri,

'$ax^2 + bx + c = 0$ denkleminin çözüm kümelerini aynı yöntemle bulabilir misiniz?' (s.295)

‘$ax^2 + bx + c = 0$ ikinci dereceden denkleminin kökler toplamı ve kökler çarpımı için bir kural belirleyebilir misiniz?’ (s.399)’ ifadelerinin yer aldığı bölümlerde genelleme ve ispat yapma rolleri verilmektedir.

‘Yukarıdaki ikinci dereceden denklemlerin köklerinin toplamları ve çarpımları ile denklemin katsayıları arasında bir ilişki bulabilir misiniz? Tahminlerinizi aşağıdaki ikinci dereceden denklemde uygulayın ve denklemi çözerek tahminlerinizi kontrol edin’ (s.299) ifadelerinin yer aldığı bölümlerde öğrencilere hipotez oluşturma ve test etme rollerinin verildiği görülmektedir. Ayrıca öğretmen rollerinde belirtilen öğrenilen bilgilerin uygulamasını yaptırma rolü aynı zamanda öğrenci rolünü belirtmektedir. Sonuç olarak etkinlikte model oluşturma, gözlem yapma, teknolojiyi etkin kullanma çıkarım yapma rolü, ispat yapma, hipotez oluşturma ve test etme, öğrenilen bilgilerin uygulamasını yapma öğrenci rolleri bulunmaktadır.

Öğrenci Ön Bilgileri: Şekil 4. 25’te verilen kodlama etkinliğinde 80 yaşına kadar yaşayan bir kişinin yaşına göre boyunu veren programın blok tabanlı programlama dili ile kodlanması istenmektedir. Bu etkinlik Analiz Modülü içinde blok tabanlı programlama dilinin kullanımını gerektiren ilk etkinliktir. Bununla birlikte öğrencilerin blok tabanlı programlama diline ilişkin ön bilgilerinin yeterli olup olmadığının kontrol edilmesine, varsa ön bilgi eksiklerinin giderilmesine ilişkin herhangi bir ifade yer almamaktadır. Etkinliğin devamında *‘Bu etkinliğin blok tabanlı programlama dili ile oluşturulmuş uygulamasına etkinlik karekodunu okutarak ulaşabilirsiniz’* (s.291) ifadesi yer almakla ancak etkinlik karekodu (Şekil 4. 13) okutulduğunda blok tabanlı programlama dili ile oluşturulmuş herhangi bir uygulamaya da ulaşılamadığı görülmektedir. Dolayısıyla etkinlikte öğrenci ön bilgileri yeterince dikkate alınmamıştır.

Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları: Etkinlikte öğrencilerin yaşayabileceği zorluk ve yanılgılar veya bunların aşılması ile ilgili herhangi bir ifade yer ifade yer almamaktadır. Dolayısıyla öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmamıştır.

Ölçme ve Değerlendirme: Etkinliğin sonunda yer alan ‘Ölçme Değerlendirme’ *bölümünde ‘Bu etkinliğe ait Dereceleme Ölçeği Değerlendirme Formu’na etkinlik karekodunu okutarak ulaşabilirsiniz’* (s.300) ifadesi yer almaktadır. Öğrencilerin etkinliğe yönelik bilgi ve becerilerinin ölçülmesi hedefine yönelik olarak hazırlanmış olan ölçeğe, etkinlikle ilgili tanıtıcı bilgilerin verildiği bölümde (Şekil 4. 13) yer alan etkinlik karekodu

kullanılarak EBA üzerinden ulaşılabilmektedir. Sonuç olarak etkinlik ölçme değerlendirme aşaması içermektedir.

4.2.3. Sanal Dünya Etkinliği ile İlgili Bulgular

Amaç: Etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar Şekil 4. 27'de verilmektedir. Bu amaç ve kazanımlar doğrultusunda etkinliğin içeriğinde; yeni bir öğrenmeye yönelik, öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik ve epistemolojik farkındalığa yönelik alt etkinlikler yer almaktadır. Aşağıda her üç amaca yönelik alt etkinliklerden örnekler verilmektedir.

Yeni bir öğrenmeye yönelik örnekler:

Şekil 4. 28'deki alt etkinlikte denklemlerin kökleri arasındaki ilişkiden yola çıkarak eşlenik sayıların tanıtılacağı ve bu sayıların koordinat sistemindeki konumu ile ilgili çıkarım yapılmasının sağlanacağı belirtilmektedir. Devamında ise eşlenik kavramının tanımı verilmektedir (s.307). Bu bölüm etkinliğin amacında yer alan *'Sanal köklere sahip ikinci dereceden denklemin sanal kökleri dinamik matematik yazılımında inceletilerek karmaşık sayının eşleniğini açıklamaları istenmektedir'* ifadesi ile ilişkili olup yeni bir öğrenmeye yöneliktir. Şekil 4. 30, Şekil 4. 31 ve Şekil 4. 65'teki bölümler ise etkinliğin amacında yer alan *'Karmaşık sayılarda işlemleri dinamik matematik yazılımı yardımıyla yaparak bu işlemlerin nasıl yapıldığını keşfetmeleri hedeflenmektedir'* ifadesi ile ilişkili olup yine yeni bir öğrenmeye yönelik etkinlikler kapsamındadır.

İki karmaşık sayının bölümü için Etkinlik Formu Soru 9'da yer alan işlemler dinamik matematik yazılımında yapılır ve bu işlemlerin yazılım tarafından nasıl yapıldığı sorgulatılır. Öğrencilerden $z_1 = a + bi$ ve $z_2 = c + di$ ve karmaşık sayıları için $\frac{z_1}{z_2}$ bölümünün kuralını oluşturmaları istenir.

a, b, c ve $d \in \mathbb{R}$ olmak üzere $z_1 = a + ib$ ve $z_2 = c + di$ için

$$\frac{(a+ib)}{(c+id)} = \frac{(a+ib)(c-id)}{(c+id)(c-id)} = \frac{(ac+bd)+i(bc-ad)}{(c^2+d^2)} = \frac{(ac+bd)}{(c^2+d^2)} + i\,\frac{(bc-ad)}{(c^2+d^2)}\text{'dir.}$$

Şekil 4. 72: Karmaşık Sayılarda Bölme İşlemi (MEB, 2022, s. 308)

Öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik örnekler:

Etkinlikte kümelerin genişletilmesi kavramı açıklandıktan sonra *'Kümelerin genişletilmesiyle ilgili örneklere yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 1-3)'* (s.305) ifadesi,

eşlenik kavramı tanımlandıktan sonra *'Karmaşık sayıların eşleniklerini bulmaya yönelik alıştırmalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 5)'* (s.307) ifadesi, i sayısının kuvvetleri açıklandıktan sonra *'i sayısının kuvvetleri ile ilgili uygulamalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 6)'* ifadesi yer almaktadır. Etkinlik Formu'ndaki 1-3'teki sorular kümelerin genişletilmesini, 5. Soru eşlenik kavramını, 6. Soru ise i sayısının kuvvetlerini pekiştirmeye yöneliktir.

Epistemolojik farkındalığa yönelik örnekler:

Etkinlikte *'Karmaşık sayıların eşlenikleri ile ilgili bazı özellikler vardır ve bu özellikler öğrenciler tarafından ispatlanabilir'* (s.308) ifadesinin ardından ilgili özellikler verilmekte devamında bu özelliklerin ispatları yer almaktadır. Etkinliğin bu bölümü matematiksel özelliklerin ispatlanmasını içerdiği için epistemolojik farkındalığa yönelik etkinlikler kapsamındadır.

Zaman Kullanımı: Etkinliğin süresi 4 ders saati olarak verilmektedir (Şekil 4. 27). Etkinliğin toplam süresi belirtilmiş ancak toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmemiştir.

Sınıf Organizasyonu: Etkinlikte öğrenci grubunun organizasyonuna yönelik (küçük grup, bireysel vb.) herhangi bir ifade yer almamaktadır.

Kullanılacak Araçların Uygunluğu: Etkinlikte kullanılacak araçlar 'Etkinlik Formu' ve dinamik matematik yazılımdır. Etkinlik Formu ile ilgili;

'Kümelerin genişletilmesiyle ilgili örneklere yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 1-3')

'Benzer şekilde kökleri karmaşık sayı olan reel katsayılı ikinci dereceden denklemlere yer verilir. (Etkinlik formu-4)'

'Karmaşık sayıların eşleniklerini bulmaya yönelik alıştırmalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 5)'

'i sayısının kuvvetleri ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 6)' ifadeleri yer almaktadır. Benzer şekilde karmaşık sayılarda dört işlemle ilgili kuralların öğrenciler tarafından oluşturulmasında Etkinlik Formu 7, 8 ve 9. soruların kullanılacağı

belirtilmektedir (s. 307, s. 308). Etkinlik formunda yer alan 9 sorunun tamamı etkinliğin amacı ve kazanımları ile uyumludur.

Dinamik matematik yazılımı ise karmaşık sayıların koordinat sisteminde gösterimi, eşlenik sayıların koordinat sisteminde birbirlerine göre konumlarının gözlemlenmesi (Şekil 4. 28) karmaşık sayılarda dört işlemin yazılım yardımıyla yapılması ve bundan yola çıkarak işlemlerde ne tür kural kullanıldığının öğrencilere sorgulatılmasında (Şekil 4. 30, Şekil 4. 31, Şekil 4. 65) kullanılmaktadır. Dinamik matematik yazılımı aracının kullanımı da etkinliğin amaçları ve ilişkili olduğu kazanımlarla uyumludur. Dolayısıyla etkinlikte kullanılan araçlar uygun niteliktedir.

Araç Temini: Etkinlik Formu etkinlikle birlikte hazır olarak verilmektedir. Dinamik matematik yazılımı ise internet üzerinden çevrimiçi olarak erişilebilir olduğundan etkinlikte kullanılacak araçlar kolay ulaşılabilir niteliktedir.

Araçlara İlişkin Açıklamalar/Yönerge: Etkinlik Formu ile ilgili etkinlikte yer alan yönergeler, kullanılacak araçların uygunluğu bölümünde açıklanmıştır. İlgili yönergeler incelendiğinde aracın nerede nasıl kullanılacağının açık bir şekilde ifade edildiği görülmektedir. Ancak etkinlikte dinamik matematik yazılımının kullanılacağı bölümler göz önüne alındığında karmaşık sayının koordinat sisteminde nasıl gösterileceği (Şekil 4. 28), karmaşık sayılarla ilgili işlemlerin (Şekil 4. 30, Şekil 4. 31, Şekil 4. 65) yazılımda nasıl yapılacağı ile ilgili herhangi bir açıklamanın yer almadığı görülmektedir. Dolayısıyla etkinlikte dinamik matematik yazılımı aracı ile ilgili yönergeler yeterli değildir.

Öğretmen Rolleri: Etkinlikte yer alan öğretmen rollerine ilişkin

'Burada sorun çıkartan $\sqrt{-1}$ *ifadesi i ile gösterilerek karmaşık sayılar şu şekilde tanımlanır'* (s.305)

'Burada "Hangi sayının karesi "−1" dir?" sorusu yöneltilerek (x – 1) / 2 sayısının ± i'ye eşit olduğu fark ettirilir' (s.305)

'1 − 2i ve 1 + 2i sayıları dinamik matematik yazılımı yardımıyla koordinat sisteminde nerede oldukları görülebilir' (s.306)

'...bu sayıların x eksenine göre simetrik oldukları ile ilgili çıkarım yapılması sağlanır' (s.306)

'Bunun kök bulma formülünün bir sonucu olduğu tartışılır'

'...Etkinlik Formu Soru 7'de yer alan işlemler dinamik matematik yazılımında yapılır ve bu işlemlerin yazılım tarafından nasıl yapıldığı sorgulatılır' (s.307) (Etkinlik formu 8 ve 9'da da benzer ifadeler yer almaktadır)

'Karmaşık sayıların eşleniklerini bulmaya yönelik alıştırmalara yer verilir'

'Buradan yola çıkarak şu sonuca ulaşılmaya çalışılır…' (s.307)

'...$z_1.z_2$ çarpımının kuralını oluşturmaları istenir' (s.307)

'...bu kuralı cebirsel olarak göstermeleri istenebilir' (s.308)

'...bu özellikler öğrenciler tarafından ispatlanabilir' ifadeleri incelendiğinde öğretmen rolleri olarak tanımlama, gözlem yaptırma, çıkarım yaptırma, keşfettirici/yönlendirici sorular sorma, tartışma yaptırma, sorgulatma, yorum / açıklama yaptırma, uygulama yaptırma, kural bulunmasını/model oluşturulmasını sağlama, ispat yaptırma rollerinin var olduğu görülmektedir.

Öğrenci Rolleri: Öğretmen rollerinin verildiği ifadeler aynı zamanda öğrenci rollerini de belirtmektedir. Öğretmen rolleri ile ilgili ifadelerde göndermelerin yapıldığı Etkinlik formu 7 ve 8. Sorularda;

'Dinamik matematik yazılımından elde ettiğiniz sonuçlara göre; yazılımın ne tür bir kural kullandığını düşünüyorsunuz? Açıklayınız' (s. 313) ifadeleri yer almaktadır. İfadeler birlikte incelendiğinde etkinlikte öğrenciye verilen rollerin; çıkarım yapma, ulaşılan sonucu tartışma, sorgulama, kural bulma/model oluşturma, ispat yapma, gözlem yapma, teknolojiyi etkin kullanma öğrenilen bilgilerin uygulamasını yapma ve yorum / açıklama yapma şeklinde olduğu görülmektedir.

Öğrenci Ön Bilgileri: Etkinlikte karmaşık sayı kavramının, diskriminantı negatif olan ikinci dereceden denklemin köklerinden yola çıkarak fark ettirilmesi amaçlanmakta (Şekil 4. 27), reel katsayılı ikinci dereceden denklemlerin karmaşık köklerinin bulunmasında kök bulma formülünün kullanılması beklenmektedir (s.306). Dolayısıyla etkinlik, daha önceki etkinliklerde (Fonksiyonun Sıfırları) öğrenilmiş olan diskriminant ve ikinci dereceden

denklemlerin köklerinin genel kuralı ile ilgili bilgilere dayalı olarak tasarlanmıştır. Etkinliğin öğrenci ön bilgilerine uygun olduğu söylenebilir.

Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları: Etkinlikte öğrencilerin yaşayabileceği zorluk ve yanılgılar veya bunların aşılması ile ilgili herhangi bir ifade yer ifade yer almamaktadır. Dolayısıyla öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmamıştır.

Ölçme ve Değerlendirme: Etkinliğin sonunda yer alan 'Ölçme Değerlendirme' bölümünde, etkinlikle ilgili Tanılayıcı Ağaç Değerlendirme Formlarına (2 adet) etkinlik karekodu okutularak ulaşılabileceği belirtilmektedir (s. 310). etkinlikle ilgili tanıtıcı bilgilerin verildiği bölümde (Şekil 4. 27) yer alan etkinlik karekodu kullanılarak ilgili forma ulaşılabilmektedir. Sonuç olarak etkinlik ölçme değerlendirme aşaması içermektedir.

4.2.4. Fonksiyonlardan Dizilere Etkinliğine İlişkin Bulgular

Amaç: Etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar Şekil 4. 34'te verilmektedir. Bu amaç ve kazanımlar doğrultusunda etkinliğin içeriğinde; yeni bir öğrenmeye yönelik ve öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik alt etkinlikler yer almaktadır. Aşağıda her iki amaca yönelik alt etkinliklerden örnekler verilmektedir.

Yeni bir öğrenmeye yönelik örnekler:

Şekil 4. 35'teki alt etkinlikte verilen grafikler üzerinden fonksiyon ve dizi arasındaki farkın gözlemlenmesi/tahmin edilmesi beklenmektedir. Devamında dizi kavramının tanımı fonksiyon kavramından yola çıkılarak yapılmaktadır. Dolayısıyla Şekil 4. 35'te verilen etkinlik *'Dizi ve fonksiyon kavramlarını ilişkilendirir'* (Şekil 4. 34) kazanımı ile ilişkili olup yeni bir öğrenmeye yöneliktir.

Etkinliğin 'Sabit Dizi' bölümünde dinamik matematik yazılımında yapılan bazı işlemlerle tüm terimleri 2π olan bir dizi oluşturulmaktadır (s.318-319) (Şekil 4. 36). Devamında '*…dizinin tüm terimlerinin aynı olduğu görülür ve bu diziler özel olarak adlandırılır'* (s.319) ifadeleri yer almakta, ardından sabit dizinin tanımı verilmektedir. Etkinliğin bu bölümü yeni bir kavram olan sabit dizi kavramının öğrenilmesine yöneliktir. Benzer şekilde 'Dizilerin Eşitliği' bölümünde Şekil 4. 73'teki alt etkinlikte, verilen iki dizinin terimlerinin aynı olduğu gözlemlenmesinin ardından dizilerin eşitliği ile ilgili tanım yapılmaktadır (s.320). Dolayısıyla Şekil 4. 73 yeni bir öğrenmeye yöneliktir.

$(a_n) = (-1)^n$ ile $(b_n) = \begin{cases} -1 & n \text{ tek ise} \\ 1 & n \text{ çift ise} \end{cases}$ şeklinde genel terimleri verilen dizilerin ilk 10 terimini yazınız ($n \in \mathbb{N}^+$).

$a_n = \{-1,1,-1,1,-1,1,-1,1,-1,1\}$

$b_n = \{-1,1,-1,1,-1,1,-1,1,-1,1\}$

Şekil 4. 73: Dizilerin Eşitliği (MEB, 2022, s. 320)

Öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik örnekler:

Etkinlikte, dizi ve dizinin genel terimi kavramlarının tanımlanması ve terimleri verilen dizinin genel teriminin bulunması ile ilgili verilen örnek verilmesinin ardından *'Dizinin genel terimini bulma ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 1-3)'* (s.316) ifadesi, sabit dizinin tanımlanması ve örnek verilmesinin ardından *'Sabit dizi ile ilgili uygulamalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 4)'* (s.319) ifadesi, dizilerde dört işlemle yeni dizilerin elde edilebileceği açıklandıktan ve örnekler çözüldükten sonra *'Dizilerde işlemler ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 5, 6)'* ifadesi yer almaktadır.

Etkinlik Formu'ndaki 1-3. Sorular dizinin genel teriminin bulunmasını, 4. Soru sabit dizi kavramını, 5. ve 6. sorular dizilerde dört işlemi pekiştirmeye yönelik olarak tasarlanmıştır.

Zaman Kullanımı: Etkinliğin süresi 4 ders saati olarak verilmektedir (Şekil 4. 30). Etkinliğin toplam süresi belirtilmiş ancak toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmemiştir.

Sınıf Organizasyonu: Etkinlikte öğrenci grubunun organizasyonuna yönelik (küçük grup, bireysel vb.) herhangi bir ifade yer almamaktadır.

Kullanılacak Araçların Uygunluğu: Etkinlikte araç olarak 'Etkinlik Formu'nun kullanılacağı belirtilmektedir (Şekil 4. 34). Etkinlik Formu ile ilgili;

'Dizinin genel terimini bulma ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 1-3)'

'Sabit dizi ile ilgili uygulamalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 4)'

*'Dizilerde işlemler ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 5, 6)'*ifadeleri yer almaktadır. Etkinlik formunda yer alan 6 sorunun tamamının etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar (Şekil 4. 34) ile uyumlu olduğu görülmektedir. Dolayısıyla etkinlikte kullanılacak araç uygun niteliktedir.

Araç Temini: Kullanılacak tek araç olan Etkinlik Formu, etkinlikle birlikte hazır olarak verilmektedir. Dolayısıyla kolay ulaşılabilir niteliktedir.

Araçlara İlişkin Açıklamalar/Yönerge: Etkinlik Formu ile ilgili etkinlikte yer alan yönergeler, kullanılacak araçların uygunluğu bölümünde açıklanmıştır. İlgili yönergeler incelendiğinde aracın nerede nasıl kullanılacağının açık bir şekilde ifade edildiği görülmektedir. Araca ilişkin yönergeler yeterlidir.

Öğretmen Rolleri: Araçların uygunluğu bölümünde açıklanan Etkinlik Formu ile ilgili ifadeler aynı zamanda öğretmen rollerini belirtmektedir. Bunlar haricinde öğretmen rolleri ile ilgili

'...genel terimi ile verilen dizinin grafiğini dinamik matematik yazılımı ile oluşturalım' (s.316)

'...dizinin tüm terimlerinin aynı olduğu görülür ve bu diziler özel olarak adlandırılır' (s.319)

'...bu değerin hangi sayı olduğu sorulur' (s.319) ifadeleri yer almaktadır. Etkinlikte belirtilmiş olan öğretmen rollerinde öğrenilen bilgilerin uygulamasını yaptırma, soru sorma, model oluşturulmasını sağlama, gözlem yaptırma, tanım yapma rolü bulunmaktadır.

Öğrenci Rolleri: Etkinlikte öğrenci rollerine ilişkin;

'A kümesinde yer alan sayıları belli bir kurala göre sıralayabilir misiniz? Kuralı cebirsel olarak yazınız' (s.315)

'5,9,17,29… şeklinde verilen dizinin genel terimini bulunuz' (s.316)

'...genel terimi ile verilen dizinin grafiğini dinamik matematik yazılımı ile oluşturalım' (s.316)

'...Daha sonra giriş penceresine "Çevre(c)/r" değerini girerek a değerini oluşturun' (s.319)

'Üçüncü sütundaki değerin hep sabit kaldığı öğrenciler tarafından gözlemlenir ve bu değerin hangi sayı olduğu sorulur ($2\pi r/r = 2\pi$*)'*(s.319)

'Üçüncü sütundaki değerleri bir dizinin terimleri olarak yazarsak ($2\pi, 2\pi, 2\pi, \ldots$*) dizinin tüm terimlerinin aynı olduğu görülür ve bu diziler özel olarak adlandırılır'*(s.319)

'...şeklinde genel terimleri verilen dizilerin ilk 10 terimini yazınız' (s.320)

'Genel terimleri $a_n = n^2 - 2n - 3$ *ve* $b_n = n + 1$ *şeklinde olan diziler ile ilgili aşağıdaki işlemleri yaparak yeni diziler oluşturun ve bu dizilerin ilk beş terimlerini yazın'* ifadeleri yer almaktadır. Ayrıca etkinlik formu ile ilgili yönergeler aynı zamanda öğretmen rollerini ve dolayısıyla öğrenci rollerini ifade etmektedir. İfadeler incelendiğinde öğrencilerden bir sayı örüntüsünün cebirsel kuralını bulma, dizinin genel terimini bulma, dizinin grafiğini çizme, dinamik matematik yazılımında belli işlemleri gerçekleştirme, gözlem sonucunda elde edilen verileri yorumlama, dizinin istenen terimini bulma, dizilerin genel terimleri üzerinde işlemler yapma görevlerinin beklendiği görülmektedir. Bu doğrultusunda etkinlikte öğrencilere model oluşturma, teknolojiyi etkin kullanma, gözlem yapma, verileri yorumlama öğrenilen bilgilerin uygulamasını yapma rollerinin verildiği söylenebilir.

Öğrenci Ön Bilgileri: Etkinlik dizi kavramının fonksiyon kavramından yola çıkılarak keşfettirilmesi, dizi ile fonksiyon arasındaki ilişkinin cebirsel ve grafiksel olarak analiz edilmesi amacına uygun olarak tasarlanmıştır. Dolayısıyla fonksiyon kavramı, fonksiyonun grafiği ve farklı temsilleri 'Fonksiyonlardan Dizilere Etkinliği' için gerekli önkoşul öğrenmeleri oluşturmaktadır ve bunlar modülde yer alan daha önceki etkinliklerle (Fonksiyonlar) kazandırıldığından dolayı etkinliğin öğrenci ön bilgilerine uygun olduğu söylenebilir.

Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları: Etkinlikte öğrencilerin yaşayabileceği zorluk ve yanılgılar veya bunların aşılması ile ilgili herhangi bir ifade yer ifade yer almamaktadır. Dolayısıyla öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmamıştır.

Ölçme ve Değerlendirme: Etkinliğin sonunda yer alan 'Ölçme Değerlendirme' bölümünde *'Bu etkinliğe ait Dereceli Puanlama Anahtarı Ölçeği Değerlendirme Formu'na*

etkinlik karekodunu okutarak ulaşabilirsiniz' (s.321) ifadesi yer almaktadır. Öğrencilerin etkinliğe yönelik bilgi ve becerilerinin ölçülmesi hedefine yönelik olarak hazırlanmış olan ölçeğe, etkinlikle ilgili tanıtıcı bilgilerin verildiği bölümde (Şekil 4. 34) yer alan etkinlik karekodu kullanılarak EBA üzerinden ulaşılabilmektedir. Etkinlik ölçme değerlendirme aşamasını içermektedir.

4.2.5. Özel Diziler Etkinliğine İlişkin Bulgular

Amaç: Etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar Şekil 4. 41'te verilmektedir. Bu doğrultuda etkinliğin içeriğinde; yeni bir öğrenmeye yönelik, öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik ve epistemolojik farkındalığa yönelik alt etkinlikler yer almaktadır. Aşağıda her üç amaca yönelik alt etkinliklerden örnekler verilmektedir.

Yeni bir öğrenmeye yönelik örnekler:

Etkinliğin 'Geometrik Dizi' bölümünde ilk olarak kenar uzunluğu 12 br olan ve her adımda kenar uzunluğu ikiye bölünen bir eşkenar üçgen verilmekte üçgenin her bir adımdaki kenar uzunluğunu veren tablo oluşturulduktan ardışık terimler arasında bir oran olduğu ifade edilmektedir. Ardından geometrik dizi tanımlanmaktadır. Etkinliğin bu bölümü yeni bir kavram olan geometrik dizinin öğrenilmesine yöneliktir.

'Özyinelemeli Diziler' bölümünde de ilk olarak Şekil 4. 45'teki alt etkinlik verilmekte devamında ise *'Yukarıdaki dizinin genel terimi Fibonacci dizinin genel terimi ile aynıdır ve bu şekilde ifade edilen dizilere özyinelemeli diziler denir'* (s.329) ifadesi yer almakta ve özyinelemeli dizinin formel tanımı verilmektedir. Benzer şekilde 'Yinelemeli Diziler' bölümünde ilk olarak Etkinlik Formu 8'deki alt etkinlik (Şekil 4. 46) verilmekte etkinliğin çözümünün ardından yinelemeli diziler tanımlanmaktadır. Şekil 4. 45 ve Şekil 4. 46'da verilen alt etkinlikler yeni bir öğrenmeye yöneliktir.

Öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik örnekler:

Etkinlikte aritmetik dizinin tanımı ve örnekler verildikten sonra *'Aritmetik diziler ile ilgili uygulamalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 1, 2)'* (s.326) ifadesi, geometrik dizi tanımlandıktan sonra *'Geometrik dizi ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 4)'* (s.328) ifadesi, özyinelemeli dizilerin tanımı ve örnekler verildikten sonra *'Özyinelemeli diziler ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 6, 7)'* (s.330) ifadesi, yinelemeli dizilerin tanımı ve örnekler verildikten sonra *'Yinelemeli diziler ile ilgili*

uygulamalara yer verilir. (Etkinlik Formu Soru 9' (s.333) ifadesi, toplam sembolü tanıtıldıktan sonra *'Toplam sembolü ile ilgili uygulamalara yer verilir (Etkinlik Formu Soru 10)'* (s.334) ifadesi yer almaktadır. Etkinlik Formu'ndaki 1. ve 2. Sorular aritmetik dizi kavramını, 4. Soru geometrik dizi kavramını, 6. Ve 7. Sorular özyinelemeli dizi kavramını, 9. Soru yinelemeli dizi kavramını, 10. Soru ise toplam sembolünü pekiştirmeye yöneliktir.

Epistemolojik farkındalığa yönelik örnekler:

'Özyinelemeli Diziler' bölümünde Şekil 4. 45'de ilgili bağıntı bulunduktan sonra *'bu bağıntının ispatı öğrencilere verilebilir'* (s.328) ifadesi yer almakta ve ardından bağıntının nasıl ispatlanacağı açıklanmaktadır (s.328-329). Benzer şekilde 'Yinelemeli Diziler' bölümünde Şekil 4. 46'daki etkinlikte bağıntı bulunduktan sonra *'Bu bağıntının ispatı öğrencilere verilebilir'* (s.330) ifadesi yer almakta ve bağıntının ispatı açıklanmaktadır. Etkinliğin ilgili bölümleri, oluşturulan bağıntıların matematiksel ispatını içerdiğinden dolayı epistemolojik farkındalığa yöneliktir.

Zaman Kullanımı: Etkinliğin süresi 4 ders saati olarak verilmektedir (Şekil 4. 41). Etkinliğin toplam süresi belirtilmiş ancak toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmemiştir.

Sınıf Organizasyonu: Etkinlikte öğrenci grubunun organizasyonuna yönelik (küçük grup, bireysel vb.) herhangi bir ifade yer almamaktadır.

Kullanılacak Araçların Uygunluğu: Etkinlikte araç olarak 'Etkinlik Formu'nun kullanılacağı belirtilmektedir (Şekil 4. 41). Aritmetik dizi kavramı ile ilgili uygulama yapmak için Etkinlik Formu 1. Ve 2. Soruların (s. 326), geometrik dizi uygulaması için 4. Sorunun (s. 328), özyinelemeli dizilerle ilgili uygulama yapmak için 6. Ve 7. Soruların, yinelemeli diziler için 8. Ve 9. soruların (s. 330, s. 333), toplam sembolü ile ilgili uygulama yapmada 10. Sorunun, aritmetik ve geometrik dizi modelleme problemleri ile ilgili olarak 11. ve 12. Soruların kullanılabileceği (s. 334, s. 336) belirtilmektedir

Etkinlik formunda yer alan 12 sorunun tamamının etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar ile uyumlu olduğu görülmektedir. Etkinlikte kullanılacak araç uygun niteliktedir.

Araç Temini: Kullanılacak tek araç olan Etkinlik Formu, etkinlikle birlikte hazır olarak verilmektedir. Dolayısıyla kolay ulaşılabilir niteliktedir.

Araçlara İlişkin Açıklamalar/Yönerge: Etkinlik Formu ile ilgili etkinlikte yer alan yönergeler, kullanılacak araçların uygunluğu bölümünde açıklanmıştır. İlgili yönergeler incelendiğinde aracın nerede nasıl kullanılacağının açık bir şekilde ifade edildiği görülmektedir. Araca ilişkin yönergeler yeterlidir.

Öğretmen Rolleri: Etkinlikte öğretmen rolleri ile ilgili verilen;

'Örnek bir durum için $a_1 = 5,\ b_7 = 640$ *için tablonun nasıl yerleştirileceğini öğrencilere sorabiliriz'* (s.328)

'Bu bağıntının ispatı öğrencilere verilebilir' (s.328)

İfadeleri yer almaktadır. Ayrıca kullanılacak araçların uygunluğu bölümünde açıklanmış olan etkinlik formuna ilişkin yönergeler etkinlikte belirtilen öğretmen rollerini de yansıtmaktadır. İfadeler incelendiğinde öğretmen rolleri olarak yönlendirici soru sorma, ispat yaptırma ve öğrenilen bilgilerin uygulamasını yaptırma rollerinin var olduğu görülmektedir.

Öğrenci Rolleri: Etkinlikte öğrenci rollerine ilişkin

'…Tablodaki sayılar incelendiğinde ardışık iki terim arasında bir oran olduğunu fark edebilirsiniz' (s.327)

'Yandaki şekilde öyle sayılar yerleştirin ki soldan sağa doğru aritmetik, yukarıdan aşağıya doğru ise geometrik bir dizi oluştursun' (s.328)

'Aşağıdaki tabloda n uzunluğundaki 0-1 dizilerinde 00'ın yan yana gelmediği durumların bulunulması istenmektedir' (s.328)

'Fibonacci dizisinin özyinelemeli dizi olmasını kullanarak metin tabanlı yazılım programı ile n. terimi bulan bir program yazınız ve 10. terimini bulunuz' (s.329)

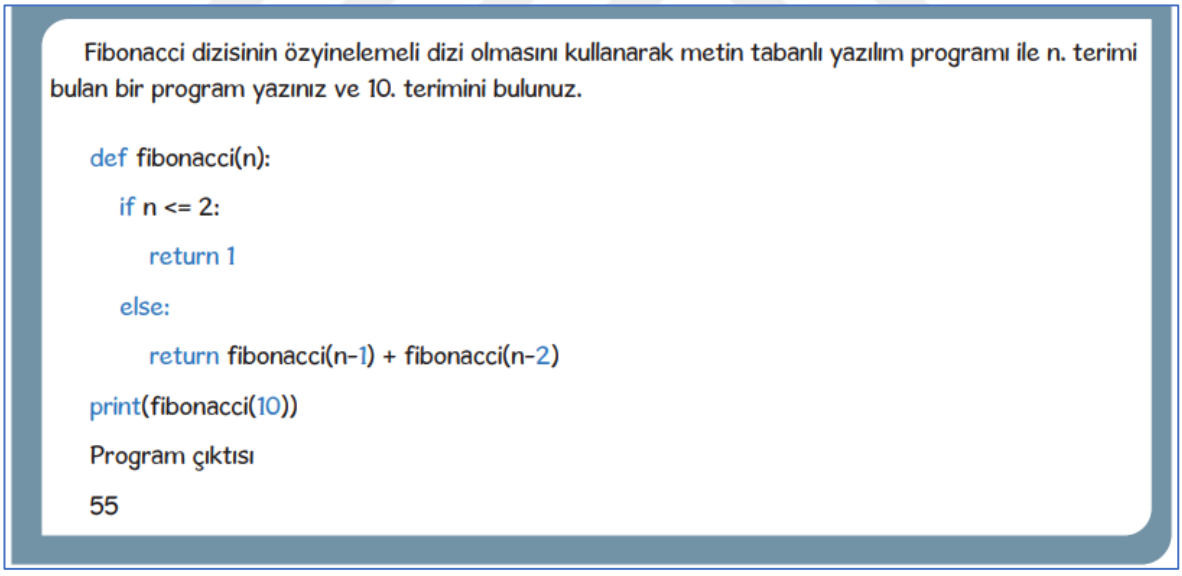
'...indirgeme bağıntısı ile verilen (a_n) *dizisinin genel terimini ve 15. terimini bulalım'* (s.331)

'Peki 3.5.7.9…23 işlemini daha kısa nasıl gösterebiliriz?' (s.334)

İfadeler incelendiğinde, yapılan gözlem sonucunda elde edilen verileri yorumlama ve sonuca varma, istenen şartlara uygun aritmetik ve geometrik dizi oluşturma, bir dizinin n.

Terimini kendinden önceki terimlere bağlı olarak belirleme, metin tabanlı yazılım programı ile özyinelemeli bir dizinin istenen terimini bulan programı yazma, indirgeme bağıntısı verilen bir dizinin n. Terimini bulma, bir çarpımın daha kısa nasıl gösterilebileceği ile ilgili tahminde bulunma, çarpım sembolü ile işlem yapma görevlerinin beklendiği görülmektedir. Bu doğrultusunda etkinlikte öğrenci rolleri olarak gözlem yapma, verileri yorumlama, model oluşturma, teknolojiyi etkin kullanma, tahminde bulunma, öğrenilen bilgilerin uygulamasını yapma, ispat yapma rollerinin öne çıktığı söylenebilir.

Öğrenci Ön Bilgileri: Etkinlikte özyinelemeli dizi karamı tanıtılmasından sonra metin tabanlı yazılım programının kullanımını gerektiren bir alt etkinlik yer almaktadır (Şekil 4. 74). Bu etkinlik Analiz Modülü içinde metin tabanlı programlama dilinin kullanımını gerektiren ilk etkinliktir. Etkinliği gerçekleştirmede kullanılabilecek örnek kodlar verilmiş olmakla birlikte öğrencilerin metin tabanlı programlama diline ilişkin ön bilgilerinin yeterli olup olmadığının kontrol edilmesine, varsa ön bilgi eksiklerinin giderilmesine ilişkin herhangi bir ifade yer almamaktadır. Dolayısıyla etkinlikte öğrenci ön bilgileri yeterince dikkate alınmamıştır.


Fibonacci dizisinin özyinelemeli dizi olmasını kullanarak metin tabanlı yazılım programı ile n. terimi bulan bir program yazınız ve 10. terimini bulunuz.

```
def fibonacci(n):
    if n <= 2:
        return 1
    else:
        return fibonacci(n-1) + fibonacci(n-2)
print(fibonacci(10))
```

Program çıktısı

55

Şekil 4. 74: 1. Etkinlik (MEB, 2022, s. 329)

Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları: Etkinlikte öğrencilerin yaşayabileceği zorluk ve yanılgılar veya bunların aşılması ile ilgili herhangi bir ifade yer ifade yer almamaktadır. Dolayısıyla öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmamıştır.

Ölçme ve Değerlendirme: Etkinliğin sonunda yer alan Ölçme Değerlendirme bölümünde, etkinlik karekodu okutularak dereceleme ölçeği formuna ulaşılabileceği belirtilmektedir. İlgili karekod etkinlikle ilgili tanıtıcı bilgilerin yer aldığı bölümde (Şekil 4. 41) bulunmaktadır. Etkinlik ölçme değerlendirme aşamasını içermektedir.

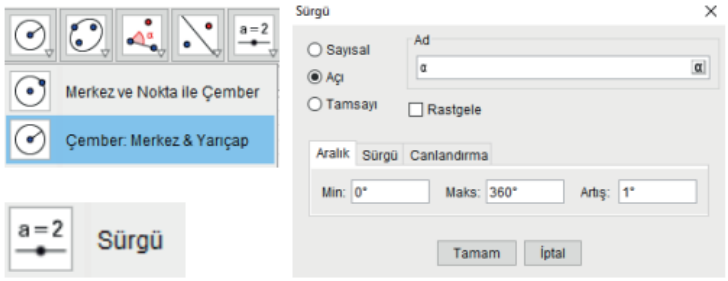
4.2.6. Trigonometri Etkinliğine İlişkin Bulgular

Amaç: Etkinliğin amacı ve ilişkili olduğu kazanımlar Şekil 4. 54'te verilmektedir. Bu amaç ve kazanımlar doğrultusunda etkinliğin içeriğinde; yeni bir öğrenmeye yönelik ve öğrenilen kavramları pekiştirmeye yönelik alt etkinlikler yer almaktadır. Aşağıda her iki amaca yönelik alt etkinliklerden örnekler verilmektedir.

Yeni bir öğrenmeye yönelik örnekler:

Etkinliğin Şekil 4.55'teki bölümünde yer alan alt etkinlik yönlü açı ile ilgili ilk etkinliktir ve devamında yönlü açı kavramının tanımı yer almaktadır (s.344). Dolayısıyla Şekil 4.55'te verilen etkinlik *'Yönlü açıyı açıklayarak açı ölçü birimlerini inceler'* kazanımı ile ilişkili olup yeni bir öğrenmeye yöneliktir.

Trigonometrik fonksiyonlar bölümünde *'Dinamik matematik yazılımında birim çember çizilerek birim çember üzerinde oluşturulan dik üçgende sinüs ve kosinüs tanımlanır'* ifadesi yer almakta ve ardından dinamik yazılımda yapılacak olan etkinliğin adımları açıklanmaktadır (s.345-346). Etkinlikten bir kesit Şekil 4. 75'te verilmektedir. Devamında sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının tanımları yapılmaktadır. Dolayısıyla Şekil 4. 75'te bir kesiti verilmiş olan alt etkinlik *'Trigonometrik fonksiyonları birim çember yardımıyla oluşturur'* kazanımı ile ilişkili olup yeni bir öğrenmeye yöneliktir.

1.	Çember menüsündeki araçlar kullanılarak birim çember çizilir ve sürgü aracı ile sürgü oluşturulur.	

Şekil 4.75: Trigonometrik Fonksiyonlar (MEB, 2022, s. 345)

Zaman Kullanımı: Etkinliğin süresi 4 ders saati olarak verilmektedir (Şekil 4. 54). Etkinliğin toplam süresi belirtilmiş ancak toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmemiştir.

Sınıf Organizasyonu: Etkinlikte öğrenci grubunun organizasyonuna yönelik (küçük grup, çalışması, bireysel çalışma vb.) herhangi bir ifade yer almamaktadır.

Kullanılacak Araçların Uygunluğu: Etkinlikte kullanılacak araçlar 'Etkinlik Formu' ve dinamik matematik yazılımdır. Dik üçgende açıların trigonometrik oranlarını belirleme çalışmaları için Etkinlik Formu 1, 2 ve 3. Soruların (s.342, s. 343) yönlü açı ile ilgili olarak 4. Sorunun (s. 344), açı ölçü birimleri ile ilgili olarak 5. Sorunun (s. 345), derece, dakika ve saniye kavramları ile ilgili uygulamalar için 6. Sorunun (s. 345), kosinüs ve sinüs arasındaki bağıntı ile ilgili 7. Sorunun (s. 347), kosinüs ve sinüs fonksiyonları için 8. Ve 9. Soruların (s. 347, s. 349), tanjant ve kotanjant fonksiyonları ile ilgili olarak 10. Sorunun çözülebileceği (s. 350) ifade edilmektedir. Dolayısıyla Etkinlik formunda yer alan 10 sorunun tamamı etkinliğin amacı ve kazanımları (Şekil 4. 54) ile uyumludur.

Dinamik matematik yazılımı ise açı ölçümü yapılırken kollarından birinin başlangıç diğerinin bitiş olarak belirlendiğinin gözlemlenmesi ve buna dayalı olarak yönlü açı kavramının tanıtılmasında (Şekil 4. 55), birim çember yardımıyla sinüs ve kosinüs fonksiyonlarının oluşturulmasında (s.345-346), kosinüs ve sinüs fonksiyonlarının koordinat sistemindeki bölgelerde pozitif, negatif, artan ve azalan olduklarını belirlemelerinin sağlanmasında (Etkinlik Formu-8, s.354, kosinüs fonksiyonunun (s.348) ve sinüs fonksiyonunun (Etkinlik formu-9, s.354) grafiğinin çizilmesinde, birim çember yardımıyla tanjant ve kotanjant fonksiyonlarının oluşturulmasında (s.349) ve grafiklerinin çizilmesinde

(Etkinlik formu-10, s.354) kullanılmaktadır. Dinamik matematik yazılımı aracının kullanımı da etkinliğin amaçları ve ilişkili olduğu kazanımlar ile uyumludur. Dolayısıyla etkinlikte kullanılan araçlar uygun niteliktedir.

Araç Temini: Etkinlik Formu etkinlikle birlikte hazır olarak verilmektedir. Dinamik matematik yazılımı ise internet üzerinden çevrimiçi olarak erişilebilir olduğundan etkinlikte kullanılacak araçlar kolay ulaşılabilir niteliktedir.

Araçlara İlişkin Açıklamalar/Yönerge: Etkinlik Formu ile ilgili etkinlikte yer alan yönergeler, kullanılacak araçların uygunluğu bölümünde açıklanmıştır. İlgili yönergeler incelendiğinde aracın nerede nasıl kullanılacağının açık bir şekilde ifade edildiği görülmektedir. Dinamik matematik yazılımı aracının kullanıldığı bölümlerde de yapılacak işlemlerin adımları açıklanmaktadır (s.345-346, 348, 349). Etkinlikte kullanılacak araçlara ilişkin yönergeler yeterli ve açıktır.

Öğretmen Rolleri: Etkinlikte öğretmen rollerine ilişkin:

'Birim çember üzerinde oluşturulan dik üçgende sinüs ve kosinüs tanımlanır' (s.345)

'Birim çember üzerinde tanımlanan açının tüm reel sayılarda tanımlı olabileceğini öğrencilere fark ettirmek için dinamik matematik yazılımında oluşturulan açı sürgüsünün özelliklerinden açı tanım aralığı genişletilebilir' (s.347)

'Kosinüs ve sinüs fonksiyonlarının koordinat sistemindeki bölgelerde pozitif, negatif, artan ve azalan olduklarını belirlemelerine yönelik Etkinlik Formu 8 ya da benzeri bir etkinlik yaptırılır' (s.347)

'...öğrencilerin bu fonksiyonların aldıkları değerlerden değer kümesi hakkında tahminde bulunmalarını sağlamak için Dinamik matematik yazılımı yazılımında oluşturulan α açı sürgüsünü hareket ettirerek ... noktalarının değerlerini gözlemlemeleri istenir' (s.347 - 350)

'...neden trigonometrik fonksiyonlarda radyan kullanıldığına yönelik tartışmalar yaptırılabilir' (s.348)

'...Bu adımlar ilk olarak öğrencilere sorularak öğrencilerin yorum yapmaları sağlanabilir' (s.349)

'$cos^2\alpha + sin^2\alpha = 1$ özdeşliği ile ilgili uygulamalar yaptırılabilir' (s.347)

'Etkinlik Formunda yer alan benzer problemler çözülür (s.343)

'Açı ölçü birimlerinin birbirine dönüştürüldüğü uygulamalar yapılabilir (s.345) ifadeleri yer almaktadır. İfadeler incelendiğinde etkinlikte öğretmen rolleri olarak tanım yapma, gözlem yapılmasını isteme, gözlem sonucunda tahminde bulunulmasını sağlama, gözlem sonucunda çıkarım yapılmasını sağlama, tartışma yaptırma, yorum yaptırma, öğrenilenlerin uygulamasını yaptırma ve model oluşturulmasını sağlama rollerinin var olduğu görülmektedir.

Öğrenci Rolleri: Öğretmen rollerinin verildiği ifadeler aynı zamanda öğrenci rollerini de belirtmektedir. Ayrıca etkinlikte doğrudan öğrenci rollerine yönelik olarak yer alan ifadelerden örnekler aşağıdadır:

'Sinüs fonksiyonun grafiği de aynı şekilde Dinamik matematik yazılımında öğrenciler tarafından oluşturulur' (s.349)

'α açısının kosinüs ve sinüs fonksiyonlarının koordinat sistemindeki bölgelerde pozitif, negatif, artan ve azalan olduklarını birim çember üzerindeki açı bitim noktasının koordinatları yardımıyla belirleyin' (s.354)

'Dinamik matematik yazılımı yardımıyla sinüs fonksiyonun grafiğini oluşturun' (s.354)

'Aşağıda birbirinden farklı ölçüler ile verilmiş açıları birbirine dönüştürün' (s.353)

Bu bağlamda etkinlikte öğrenciye verilen roller; gözlem yapma, gözlem sonucunda tahminde bulunma gözlem sonucunda çıkarım yapma, tartışma, yorum yapma, teknolojiyi etkin kullanma, öğrenilen bilgileri uygulama, model oluşturma şeklindedir.

Öğrenci Ön Bilgileri:

'Açılarına göre özel üçgenlerin (30°−60°−90° ve 45°−45°−90°) kenar uzunlukları oranları bilindiği için bu açıların trigonometrik oranlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılabilir' (s.342)

Etkinlikte öncelikle dik üçgende trigonometrik oranlar tanıtılmakta, ardından özel üçgenlerin kenar uzunlukları oranının öğrenciler tarafından bilindiği ifade edilmekte ve

bilinen oranlara dayalı olarak ilgili açıların trigonometrik oranlarının bulunması ile ilgili çalışmaya yer verilmektedir. Yönlü açı kavramı ise açının kolları bilgisinden yola çıkılarak *'Kollarından birisi başlangıç, diğeri bitiş olarak belirlenmiş olan açıya yönlü açı denir'* (s. 344) şeklinde tanımlanmaktadır. Etkinlik öğrenci ön bilgilerine uygun olarak tasarlanmıştır.

Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları: Etkinlikte öğrencilerin yaşayabileceği zorluk ve yanılgılar veya bunların aşılması ile ilgili herhangi bir ifade yer ifade yer almamaktadır. Dolayısıyla öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmamıştır.

Ölçme ve Değerlendirme: Ölçme Değerlendirme bölümünde, etkinlik ile ilgili Dereceleme Ölçeği Formu'na, tanıtıcı bilgilerin yer aldığı bölümde (Şekil 4. 54) verilmiş olan karekod aracılığıyla ulaşılabileceği belirtilmektedir (s. 350). Etkinlik ölçme değerlendirme aşamasını içermektedir.

4.2.7.Etkinlik Tasarım Prensiplerine İlişkin Genel Bulgular

Bu bölümde incelenen etkinliklerin etkinlik tasarım prensiplerine göre analizinden elde edilen genel bulgular tablolar halinde sunulmaktadır. Etkinliklerin amaç prensibine göre analizinden elde edilen bulgular Tablo 4. 5'te yer almaktadır.

Tablo 4. 5: Amaç Prensibine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri	Toplam	%
Yeni bir öğrenmeye yönelik	12	12	9	7	8	10	58	43,61
Pekiştirmeye yönelik	8	10	6	11	20	8	63	47,37
Öğrenci zorluk ve yanılgılarını gidermeye yönelik	1	0	0	0	0	0	1	0,75
Epistemolojik farkındalığa yönelik	0	2	7	0	2	0	11	8,27
Toplam	21	24	22	18	30	18	133	100,00

Tablo 4. 5'e göre incelenen etkinliklerde yer alan pekiştirmeye yönelik alt etkinlik veya örneklerin sayısı 63'tür. Tüm amaç kategorilerine yönelik olarak tespit edilen alt etkinlik

veya örneklerin toplam sayısı 133 olup pekiştirmeye yönelik alt etkinlik (veya örneklerin) bu toplam içindeki oranı % 47,37'dir. Etkinliklerde yeni bir öğrenmeye yönelik 58 tane (%43,61), epistemolojik farkındalığa yönelik 11 tane (% 8,27), öğrenci zorluk ve yanılgılarını gidermeye yönelik 1 tane (% 0,75) alt etkinlik (veya örnek) yer almaktadır.

Zaman kullanımı prensibi, etkinliğin toplam süresi ve toplam sürenin bölümlere ayrılması alt boyutlarından oluşmaktadır. Etkinliklerin zaman yönetimi ve öğrenci grubunun organizasyonu prensiplerine göre analizinden elde edilen bulgular Tablo 4. 6'da sunulmaktadır.

Tablo 4. 6: Zaman Yönetimi ve Öğrenci Grubunun Organizasyonu Prensiplerine İlişkin Bulgular

Kategoriler	**Fonksiyonlar**	**Fonksiyonun Sıfırları**	**Sanal Dünya**	**Fonksiyonlardan Dizilere**	**Özel Diziler**	**Trigonometri**	**Evet**		**Hayır**	
							Toplam	**%**	**Toplam**	**%**
Etkinliğin toplam süresi belirtilmiş	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100	0	0
Toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmiş	X	X	X	X	X	X	0	0	6	100
Öğrenci grubunun organizasyonu belirtilmiş	X	X	X	X	X	X	0	0	6	100

Tablo 4.6 incelendiğinde etkinliklerin tamamında toplam sürenin belirtildiği ancak hiçbirinde toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağının belirtilmediği, yine etkinliklerin hiçbirinde öğrenci grubunun organizasyonun nasıl olacağının belirtilmediği görülmektedir.

Etkinliklerin 'Kullanılacak Araçların Uygunluğu', 'Araç Temini' ve 'Araçlara İlişkin Açıklamalar/Yönerge' prensiplerine göre analiz edilmesi sonucu elde edilen bulgular Tablo 4.7'de sunulmaktadır.

Tablo 4. 7: Etkinlikte Kullanılacak Araçlara Yönelik Analize İlişkin Bulgular

Kategoriler	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri	Evet		Hayır	
							Toplam	%	Toplam	%
Araçlar uygun	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100	0	0
Araçların temini kolay	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100	0	0
Araç yönergeleri yeterli	X	✓	X	✓	✓	✓	3	50	3	50

Tablo 4.7'ye göre etkinliklerin tamamında kullanılacak araçların tamamı etkinliklerin amacına uygundur. Yine etkinliklerin tamamında kullanılacak araçlar temini kolay araçlardır. Bununla birlikte etkinliklerin 4 tanesinde (%66,6) kullanılacak araçlara ilişkin yönergeler yeterli iken 2 tanesinde (%33,3) araç yönergeleri yetersizdir.

Etkinliklerin öğrenci ön bilgilerinin dikkate alınması durumuna göre analizinden elde edilen bulgular Tablo 4. 8'de sunulmaktadır.

Tablo 4. 8: Öğrenci Ön Bilgileri Prensibine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri	Evet		Hayır	
							Toplam	%	Toplam	%
Öğrenci ön bilgileri dikkate alınmış	X	X	✓	✓	X	✓	3	50	3	50

Tablo 4. 8'ye göre etkinliklerin 3 tanesinde (%50) öğrenci ön bilgilerinin dikkate alındığı, 3 tanesinde (%50) ise öğrenci ön bilgilerinin dikkate alınmadığı görülmektedir.

Etkinliklerin öğrenci zorluk ve yanılgılarının dikkate alınması prensibine göre analizinden elde edilen bulgular Tablo 4. 9'da sunulmaktadır.

Tablo 4. 9: Öğrenci Zorluk ve Yanılgıları Prensibine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri	Evet		Hayır	
							Toplam	%	Toplam	%
Öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmış	✓	X	X	X	X	X	1	16,7	5	83,3

Tablo 4. 9'a göre etkinliklerin yalnız 1 tanesinde (%16,6) öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmışken, 5 tanesinde (%83,3) öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmamıştır.

Etkinliklerin öğretmen rollerine göre analiz edilmesi ile elde edilen bulgular Tablo 4. 10'da sunulmaktadır. Etkinliklerde öğretmen rolleri ile ilgili ifadeler incelenerek kategoriler oluşturulmuştur. Belirlenen kategorilere ilişkin öğretmen rollerinin etkinliklerde yer alma durumu tablolaştırılmıştır.

Tablo 4. 10: Öğretmen Rollerine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri	Toplam	%
Keşfettirici/yönlendirici sorular sorma	✓		✓	✓	✓		4	66,66
Kavram yanılgılarının aşılmasına yönelik açıklama yapma	✓						1	16,66
Tanım yapma			✓	✓		✓	3	50,00
Çıkarım yaptırma	✓		✓			✓	3	50,00
Tahmin ettirme	✓					✓	2	33,33
Tartışma yaptırma			✓			✓	2	33,33
Kural bulunmasını/Model oluşturulmasını sağlama	✓	✓	✓	✓		✓	5	83,33
İspat yaptırma			✓		✓		2	33,33
Uygulama yaptırma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100,00
Gözlem yaptırma			✓	✓		✓	3	50,00
Yorum / açıklama yaptırma	✓		✓			✓	3	50,00

Tablo 4.10'a göre etkinliklerin tamamında öğretmen rolü olarak uygulama yaptırma rolü vardır. Etkinliklerin 5 tanesinde (%83,33) kural bulunmasını/model oluşturulmasını sağlama rolü, 4 tanesinde (%66,66) keşfettirici/yönlendirici sorular sorma rolü, etkinliklerin 3 tanesinde (%50) tanım yapma, 3 tanesinde çıkarım yaptırma, 3 tanesinde gözlem yaptırma ve yine 3 tanesinde yorum/açıklama yaptırma rolü vardır. Etkinliklerin 2 tanesinde (%33,3) tahmin ettirme rolü, 2 tanesinde tartışma yaptırma rolü ve 2 tanesinde ispat yaptırma vardır. Etkinliklerin 1 tanesinde (%16,6) kavram yanılgılarının aşılmasına yönelik açıklama yapma rolü bulunmaktadır.

Etkinliklerin öğrenci rollerine göre analiz edilmesi elde edilen bulgular Tablo 4. 11'de sunulmaktadır.

Tablo 4. 11: Öğrenci Rollerine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri	Toplam	%
Teknolojiyi etkin kullanma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100,0
Çıkarım yapma	✓	✓	✓			✓	4	66,6
Tahmin etme	✓				✓	✓	3	50,0
Tartışma			✓			✓	2	33,3
Model oluşturma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100,0
İspat yapma		✓	✓		✓		3	50,0
Uygulama /alıştırma yapma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100,0
Gözlem yapma		✓	✓	✓	✓	✓	5	83,3
Yorum/açıklama yapma	✓		✓			✓	3	50,0
Verileri yorumlama				✓	✓		2	0,33
Hipotez oluşturma ve test etme		✓					1	16,6

Tablo 4.11'e göre etkinliklerin tamamında öğrenci rolü olarak teknolojiyi etkin kullanma, model oluşturma ve uygulama/alıştırma yapma rolü vardır. Etkinliklerin 5 tanesinde (%83,3) gözlem yapma rolü, 4 tanesinde (%66,6) çıkarım yapma rolü, 3 tanesinde (%50) tahmin etme, 3 tanesinde ispat yapma rolü ve 3 tanesinde yorum/açıklama yapma rolü vardır. 2'şer tanesinde (%33,3) tartışma rolü ve verileri yorumlama rolü vardır. Etkinliklerin 1 tanesinde ise (%16,6) hipotez oluşturma ve test etme rolü bulunmaktadır.

Etkinliklerin ölçme ve değerlendirme prensibine göre analizinden elde edilen bulgular Tablo 4. 12'de sunulmaktadır.

Tablo 4. 12: Ölçme ve Değerlendirme Prensibine İlişkin Bulgular

Kategoriler	Fonksiyonlar	Fonksiyonun Sıfırları	Sanal Dünya	Fonksiyonlardan Dizilere	Özel Diziler	Trigonometri	Evet		Hayır	
							Toplam	%	Toplam	%
Ölçme ve değerlendirmeye yer verilmiş	✓	✓	✓	✓	✓	✓	6	100	0	0

Tablo 4. 12'ye göre 6 etkinliğin tamamında ölçme ve değerlendirmeye yer verilmiştir.

BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Sonuç ve Tartışma

Çalışmada BİLSEM Lise Matematik Yardımcı Ders Materyali Analiz Modülü'ndeki etkinlikler Purdue Modeli ve etkinlik tasarım prensiplerine göre incelenmiştir. Purdue Modeli çerçevesinde yapılan incelemeye ilişkin sonuç ve tartışmalar aşağıdadır:

Purdue Modeli birinci aşama kapsamında elde edilen sonuçlara göre bilimsel süreç becerilerinin incelenen etkinliklere dağılımı hem etkinliklere göre hem de birbirine göre farklılık göstermektedir. Dolayısıyla becerilerin etkinliklere dağılımı sistematik değildir. Bu sonuç literatürde bilimsel süreç becerileri bağlamında etkinlik incelemelerinin yapıldığı diğer araştırma sonuçlarıyla örtüşmektedir (Çolak, 2023; Turan, 2020; Dökme, 2015). Çolak (2023) iki ayrı fen bilimleri ders kitabındaki etkinlikleri incelediği çalışmasında her becerinin her ünitede yer almadığı dolayısıyla bilimsel süreç becerilerinin etkinlikler üzerindeki dağılımının sistematik olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Turan (2020) ve Dökme (2015) de inceledikleri etkinliklerde süreç becerilerinin etkinliklere dağılımının sistematik olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre etkinliklerde en fazla yer alan beceriler, temel süreç becerilerinden gözlem yapma becerisi ve bütünleyici süreç becerilerinden model oluşturma becerisidir. Demiray (2019) ve Dökme (2015) de inceledikleri ders kitaplarında en fazla yer alan becerilerden birinin gözlem becerisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gözlem becerisi üst düzey becerilerin gelişmesine temel oluşturduğundan dolayı etkinliklerde yer alma oranının yüksek olması beklenen bir durumdur (Bağdaş, 2007; Çolak, 2023). Dökme (2005) incelediği ders kitabında model oluşturma becerisinin çok az yer aldığı, Turan (2020) incelediği etkinliklerde bu beceriye az yer verildiği, Çolak (2023) ise orta düzeyde yer verildiği sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda bu çalışmadan elde edilen sonuç literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermektedir. Üstün yetenekli öğrenciler için tasarlanmış etkinliklerde model oluşturma becerisine önem verildiği görülmektedir. İncelenen etkinlik kitabının temelini oluşturan BİLSEM Matematik Dersi ÖYG (1-2) Öğretim Programında (2021) özel (üstün) yetenekli öğrencilerin matematik öğretiminde kazandırılması hedeflenen becerilerden biri 'matematiksel modelleme' becerisidir. Dolayısıyla model oluşturma becerisinin etkinliklerde oldukça fazla yer alması öğretim programındaki modelleme becerisinin etkinliklere yansıması olarak görülebilir.

Etkinliklerde en fazla yer verilen diğer becerilerin sırasıyla bilimsel iletişim kurma, işe vuruk tanım yapma, sonuç çıkarma, değişkenleri belirleme ve değişkenler arasındaki ilişkiler tanımlama ve tahmin becerileri olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel iletişim kurma ve sonuç çıkarma becerilerine etkinliklerde fazla yer verildiği sonucu Demiray (2019)'ın çalışmasında elde ettiği sonuçlarla paralellik göstermektedir. Demiray (2019) da incelediği 5. Sınıf fen bilimleri ders kitaplarında yer alan etkinliklerde en fazla gözlem, iletişim kurma ve sonuç çıkarma becerilerine yer verildiği sonucuna ulaşmıştır. Sonuç çıkarma becerisinin bu çalışmada incelenen etkinliklerde fazla yer alması sonucu ayrıca Çolak (2023)'ın ulaştığı sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Çolak (2023) çalışmasında sonuç çıkarma becerisinin etkinliklerde en fazla geliştirilen beceri olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte işe vuruk tanım yapma becerisinin etkinliklerde fazla yer aldığı sonucu Demiray (2019)'ın ulaştığı sonuçlarla örtüşmemektedir. Demiray çalışmasında (2019) incelediği iki ayrı ders kitabına ait etkinliklerde işe vuruk tanım yapma becerisine hiç yer verilmediği sonucuna ulaşmıştır. İşe vuruk tanım yapma ve sonuç çıkarma becerilerinin bu çalışmada incelenen etkinliklerde fazla yer alması, etkinliklerin öğrencilerin keşfetmesine olanak sağlayacak şekilde tasarlanmış olmasının bir sonucu olarak görülebilir. Çolak (2023) incelediği etkinliklerde tahmin becerinin yeterince geliştirilmediğini ifade etmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre tahmin becerisinin nispeten fazla yer almasından dolayı çalışmada incelenen etkinliklerde tahmin (önceden kestirme) becerisine önem verildiği söylenebilir. BİLSEM Matematik Dersi ÖYG (1-2) Öğretim Programında (2021) kazandırılması hedeflenen becerilerden biri de 'matematiksel kestirim' becerisidir. Dolayısıyla öğretim programında yer alan bu becerinin etkinlik kitabına yansıdığı sonucuna ulaşılabilir.

Hipotez kurma ve deney yapma becerileri ise etkinliklerde en az yer verilen becerilerdir. Turan (2020) ve Dökme (2005) de çalışmalarında inceledikleri etkinliklerde hipotez kurma becerisine çok az yer verildiği, Çolak (2023) ise bu beceriye hiç yer verilmediği sonucuna ulaşmıştır.

Etkinliklerde temel süreç becerilerine bütünleyici süreç becerilerinden daha fazla yer verildiği belirlenmiştir. Bu sonuç literatürdeki diğer araştırma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir (Çolak, 2023; Demiray, 2019; 2022; Turan, 2020). Bütünleyici beceriler genellikle temel becerilerin birkaçının üzerine kurulu olduğundan dolayı (Kılıç, 2002), bu durum kısmen beklenen bir sonuçtur. Bununla birlikte bütünleyici beceriler tasarlamak,

problem çözmek açısında gerekli beceriler (Şöhretli, 2014) olduğundan dolayı bu becerilere yeterince yer verilmemesi öğrencilerin gelişimi ve bilimsel üretimde bulunmaları açısından engel teşkil edebilecek bir durumdur. Çalışmada incelenen etkinliklerde bazı bütünleyici süreç becerilerine (hipotez kurma, verileri yorumlama ve deney yapma) az veya çok az yer verilmiş olması ÖYG öğretim programında (2021) yer alan geliştirilmesi hedeflenen becerilerden biri olan araştırma yapma becerisi ile örtüşmemektedir. BİLSEM Yönergesinde (2023) yer alan bilimsel araştırma ve buluş yapabilen bireyler yetiştirilmesi, ÖYG programında alana yönelik ileri düzey bilgi/beceri/davranış kazandırılması ilkelerine ulaşma bağlamında bütünleyici süreç becerilerine etkinliklerde daha fazla yer verilmesi beklenebilir.

Purdue modeli ikinci aşama kapsamında incelenen problemlerin özellikleri bağlamında etkinliklerde; gerçek yaşam problemleri, matematiksel modelleme içeren problemler, çözümünde teknoloji kullanımını gerektiren problemler, diğer disiplinlerle ilgili bilgi/becerilerin kullanımını gerektiren (disiplinler arası) problemler, genelleme becerisinin geliştirilmesine yönelik problemler, birden fazla doğru çözümü olan problemlerin yer aldığı belirlenmiştir. Ulaşılan bu sonuçlar Özdemir ve Işıksal Bostan (2021)'ın matematikte üstün yetenekli öğrenciler için hazırlanmış etkinliklerin özelliklerini araştırdıkları çalışmalarından elde ettikleri sonuçlarla benzerlik göstermektedir. Özdemir ve Işıksal Bostan (2021) üstün yetenekli öğrenciler için farklılaştırılmış matematik etkinliklerinin taşıması gereken özellikleri tür bakımından; problem çözme etkinliği, disiplinler arası etkinlikler, teknoloji entegrasyonu gerektiren etkinlikler, program ötesi etkinlikler, zeka soruları ve matematik bulmacaları olarak belirlemişlerdir. Problem çözme etkinliğinin alt boyutlarını ise rutin olmayan problemler, gerçek yaşam problemleri ve matematiksel modelleme problemleri olarak ortaya koymuşlardır. Yine Purdue Modeli ikinci aşama kapsamında yapılan incelemeye göre göre bazı etkinliklerde problem çözmeye çok az yer verilmektedir. Purdue Modeli'ne göre problem çözme aşaması; konu içeriği ve bilimsel süreç becerileri ile bağımsız proje çalışması arasında köprü görevi görmektedir. Problem çözmeye yeteri kadar ağırlık verilmediğinde, öğrencilere kazandırılan süreç becerilerinin bilimsel üretime dönüşmesi zor olacaktır. Bilimsel üretimde bulunmanın nihai amaç olduğu BİLSEM programlarında yapılacak etkinliklerin problem çözme becerisini geliştirmeye yönelik olması önem arz etmektedir. Özellikle proje üretimi ve yönetimi programına hazırlık niteliğinde olan özel yetenekleri geliştirme programında yapılan etkinliklerde bu aşamaya daha fazla ağırlık verilmesi beklenebilir.

Purdue Modeli ikinci aşama kapsamında elde edilen bir diğer sonuca göre etkinliklerin hiçbiri grup çalışması içermemektedir. Grup çalışması ile ilgili yönlendirme yapılmaması özel eğitimin gerektirdiği esneklik bağlamında düşünülebilir. ÖYG öğretim programında (2021), hazır bulunuşluk düzeyleri farklı öğrenciler için; katlı öğretim, farklı seviyelerde materyal ve çalışma grupları yapılabileceği, öğrenme merkezleri, öğretmen rehberliğinde mini workshoplar, ilgi merkezli çalışma ve tartışma grupları, jigsawlar kullanılabileceği belirtilmektedir. Sonuç olarak grup çalışmalarının öğrenci özelliklerine bağlı olarak uygulanabileceği ifade edilmektedir. Bununla birlikte etkinliklerde, bahsedilen çalışma şekilleri ile ilgili uygulama örnekleri veya önerilere yer verilmesinin grup çalışmalarının uygulanmasını kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Purdue Modeli üçüncü aşama kapsamında etkinliklerin tamamında bağımsız proje çalışması önerilerine yer verildiği tespit edilmiştir. Bu sonuç BİLSEM Yönergesinde (2023) ifade edilen tüm etkinliklerin temelinde proje üretme ve geliştirme çalışmalarının yer aldığı ilkesi ile uyumlu olduğu söylenebilir.

Etkinlik tasarım prensipleri çerçevesinde yapılan incelemeye ilişkin sonuç ve tartışmalar aşağıda sunulmaktadır:

Amaç prensibi bağlamında ulaşılan sonuçlara göre, incelenen etkinler kapsamında yer alan alt etkinlik (veya örnekler) çoğunlukla pekiştirme veya yeni bir öğrenme amaçlarına yönelik olarak tasarlanmıştır. Kerpiç (2011) tarafından yapılan 7. Matematik ders kitabındaki etkinliklerin değerlendirildiği çalışmada etkinliklerin en fazla yeni bir kazanıma yönelik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Gençer-Kayahan (2019) ve Bozkurt (2018) da çalışmalarında, inceledikleri etkinliklerin çoğunlukla yeni bir kazanıma veya edinilen kazanımı pekiştirmeye yönelik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmadan amaçlar bağlamında elde edilen diğer bir sonuca göre epistemolojik farkındalığa yönelik alt etkinlik veya örnekler az miktarda yer almaktadır. Gençer-Kayahan (2019) çalışmasında epistemolojik farkındalığa yönelik hiç etkinlik bulunamadığını ifade etmiştir. Kerpiç ve Bozkurt (2011)'un da bulgularında belirlediği amaç kategorileri arasında epistemolojik farkındalık yer almamaktadır. Bu bağlamda üstün yetenekli öğrencilere yönelik geliştirilmiş olan BİLSEM etkinliklerinin literatürde incelenen diğer etkinliklerden farklılaştığı söylenebilir. 'Akıl yürütme ve ispat becerisi' BİLSEM Matematik Dersi ÖYG (1-2) Öğretim Programında (2021) özel (üstün) yetenekli öğrencilerin matematik öğretiminde kazandırılması hedeflenen becerilerden biri olarak belirtilmektedir. Epistemolojik farkındalık amacına yönelik etkinlik

ve örneklere yer verilmesi öğretim programında belirtilen bu becerinin etkinlik kitabına yansıması olarak düşünülebilir. Bununla birlikte özel (üstün) yetenekli öğrenciler için hazırlanmış etkinliklerde bu amaç kategorisine yönelik etkinliklerin daha fazla yer alması beklenebilir. Bu çalışmada öğrenci zorluk ve yanılgılarını gidermeye yönelik alt etkinlik (ve örneklerin) ise çok az yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Gençer – Kayahan (2019) incelediği etkinliklerin çok az bir kısmının kavram yanılgılarını gidermeye yönelik olduğunu, benzer şekilde Kerpiç (2011) de incelediği etkinliklerin çok az bir kısmının bu amaca yönelik olarak tasarlanmış olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Çalışmada sınıf yönetimi bağlamında yapılan incelemelere göre etkinliklerin tamamında toplam süre belirtilmiştir ancak hiçbirinde toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmemiştir. Özmantar ve Bingölbali (2009) etkinlik için ayrılan sürenin yanında toplam zamanın nasıl kullanılacağına dair planlamaya da ihtiyaç olduğunu ifade etmektedirler. Yine etkinliklerin hiçbirinde öğrenci grubunun nasıl organize edileceğinin belirtilmediği görülmüştür. Etkinliklerde öğrencilerin çalışma şeklinin nasıl olacağının (bireysel, küçük grup çalışması vb.) planlanması önem arz etmektedir (Jones ve Pepin, 2016). İncelenen etkinliklerde grup çalışmasına ilişkin herhangi bir ifadenin yer almaması uygulayıcılar tarafından etkinliklerin bireysel yapılacağı şeklinde algılanabilir. Purdue modeli ikinci aşama bağlamında yapılan tartışmada da ifade edildiği gibi ÖYG matematik öğretim programında (2021) farklı çalışma şekillerinin uygulanabileceği belirtilmekte (ilgi merkezleri, jigsawlar vb.) ancak etkinliklerde bunlara ilişkin uygulama örnekleri veya önerilere yer verilmediği görülmektedir.

Etkinlikte kullanılacak araçlar kapsamında elde edilen sonuçlara göre, etkinliklerin tamamında araçlar uygun niteliktedir ve kolay ulaşılabilirdir. Gençer -Kayhan (2019) da çalışmasında incelediği etkinliklerde, araçların etkinlik amaçlarına uygun olduğu ve kolay ulaşılabilir olduğu sonucuna ulaşmıştır. Etkinliklerin çoğunda araç yönergeleri yeterli iken bazı etkinliklerde araçlara ilişkin yönergelerin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Ainley ve Pratt (2005) etkinliklerde yer alan yönergelerin tüm öğrenciler tarafından aynı anlaşılacak şekilde açık olması gerektiğini ifade etmektedir. Özmantar ve Bingölbali (2009) ise öğrencilerin aracı nasıl kullanacaklarını bilmediği durumlarda etkinliğin amacına ulaşmayacağını dile getirmektedirler.

Etkinlik tasarım prensiplerine ilişkin genel bulgulardan elde edilen sonuçlara göre etkinliklerin yarısında öğrenci ön bilgileri dikkate alınmakta, yarısında alınmamaktadır.

Etkinliler bazında ayrı ayrı yapılan analizlere göre öğrenci ön bilgilerinin dikkate alınmadığı durumlar çoğunlukla kullanılacak araçlara ilişkin ön bilgilerle ilgilidir. Ölçme değerlendirme bağlamında yapılan incelemeye göre etkinliklerin tamamında ölçme değerlendirmeye yer verilmektedir. Etkinlikler bazında ayrı ayrı yapılan analiz sonuçları incelendiğinde ölçme değerlendirme aşamasında çoğunlukla dereceli puanlama anahtarlarının kullanıldığı görülmektedir. ÖYG matematik Öğretim Programında (2021) ise ölçme-değerlendirmenin çeşitlendirilmesi gerektiği ifade edilmekte; portfolyolar, e-portfolyolar, kontrol listeleri, beceri envanterleri, öğretmen yapımı araçlar, otantik değerlendirme, rubrikler, akran değerlendirme, öz değerlendirme ve projelerin bireylerin ilgili özelliklerinin ölçülmesi ve değerlendirilmesinde kullanılabileceği belirtilmektedir.

Öğretmen rollerinde keşfettirici/yönlendirici sorular sorma, uygulama yaptırma ve model oluşturulmasını sağlama rollerinin öne çıktığı, kavram yanılgılarının aşılmasına yönelik açıklama yapma rolüne ise çok az yer verildiği görülmüştür. Öğrenci rolleri ile ilgili sonuçlara göre etkinliklerin tamamında model oluşturma, teknolojiyi etkin kullanma ve uygulama/alıştırma yapma rolünün ve etkinliklerin çoğunda gözlem yapma ve çıkarım yapma rolünün olduğu belirlenmiştir. Model oluşturma/oluşturulmasını sağlama rollerinin en fazla yer alan öğrenci/öğretmen rollerinden biri olması; çalışmanın Purdue Modeli birinci aşama kapsamında elde edilen sonuçlarıyla örtüşmektedir. ‘Model oluşturma’ etkinliklerde en fazla yer alan süreç becerilerinden biri olarak bulunmuştur. Yine öğrenci rollerinde öne çıkan gözlem yapma ve çıkarım yapma rolleri de ilgili süreç becerilerinin etkinliklerin çoğunda yer alması sonucuyla tutarlılık göstermektedir. Etkinliklerde öğrenci rolleri olarak hipotez oluşturma ve test etme rolünün çok az yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde bu sonuç, Purdue modeli kapsamında elde edilen hipotez kurma ve deney yapma becerilerine etkinliklerde çok az yer verildiği sonucu ile tutarlılık göstermektedir. Etkinliklerin yarısında tahmin etme ve ispat yapma öğrenci rollerinin var olduğu belirlenmiştir. Bu durum ÖYG Matematik Öğretim Programında (2021) belirtilen ‘matematiksel kestirim’ ve ‘akıl yürütme ve ispat yapma’ becerilerinin etkinliklerdeki öğrenci rollerine yansıması olarak görülebilir.

5.2. Öneriler

Çalışmadan elde edilen sonuçlar ve yapılan tartışmalar ışığında üstün yetenekli öğrencilere yönelik etkinliklerin tasarlanmasına ve ilerde yapılabilecek araştırmalara ilişkin öneriler aşağıda sunulmaktadır:

- Etkinliklerin tasarımında hipotez kurma ve test etme, verileri yorumlama gibi bütünleyici süreç becerilerini geliştirmeye yönelik alt etkinliklerin daha fazla yer almasına dikkat edilebilir.
- Etkinliklerde problem çözmeye daha fazla yer verilebilir. Etkinliklerde yer alan problemler nitelik olarak geliştirilebilir, nicelik olarak artırılabilir.
- Ekinliklerde grup çalışmasına daha fazla yer verilebilir. BİLSEM Öğretim Programında ifade edilen farklı öğrenci çalışma şekillerinin (ilgi grupları, jigsawlar vb.) çeşitli etkinliklere nasıl uygulanabileceği ile ilgili örnek ve önerilere etkinliklerin kapsamında yer verilebilir.
- Öğrenci zorluk ve yanılgıları etkinliklerde daha fazla dikkate alınabilir; zorluk ve yanılgıları giderme amacına yönelik alt etkinlik ve örneklere etkinliklerde daha fazla yer verilebilir. Epistemolojik farkındalığa yönelik daha fazla alt etkinliğe yer verilebilir.
- Etkinlikler uzun süreli ve kapsamlı hazırlanmış olduğundan dolayı etkinliğin toplam süresinin bölümlere ayrılması ile ilgili önerilerde bulunulabilir.
- Ekinliklerde kullanılacak araçlara ilişkin hazırlayıcı etkinliklere yer verilebilir. Böylece öğrencilerin ilgili araçlara yönelik önbilgilerinin yeterli olması sağlanabilir.
- Etkinliklerde kullanılacak tüm araçlar için yönergelerin yeterli olmasına daha fazla dikkat edilebilir.
- Ölçme değerlendirme aşamasında kullanılacak araç ve yöntemler çeşitlendirilebilir.
- Bundan sonra yapılacak çalışmalarda etkinlik kitabındaki diğer modüllerin incelemesi yapılabilir.
- Purdue Modeli üstün yetenekli öğrenciler için geliştirilmiş olan fen ve matematik etkinliklerinin değerlendirilmesinde bir çerçeve olarak kullanılabilir.

KAYNAKÇA

Adsız, E. ve Kutluca, A. Y. (2023). Bilimsel süreç becerilerinin bütünleştirilmiş fen ve matematik etkinlikleri aracılığıyla kazandırılmasına yönelik öğretmen görüşleri: Bilimin doğası anlayışlarının etkisi. *Educational Academic Research,* (48), 27-41.

Ainley, J. ve Pratt, D. (2005). RF01: The significance of task design ın mathematics education: examples from proportional reasoning, In Chick, H. L. ve Vincent, J. L. (Eds.). *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, Vol.1 (s. 93-122). Melbourne: PME. https://www.emis.de/proceedings/PME29/PME29ResearchForums/PME29RFAinleyPratt.pdf

Altıntaş, E. (2009). *Purdue modeline dayalı matematik etkinliği ile öğretimin üstün yetenekli öğrencilerin başarılarına ve eleştirel düşünme becerilerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Çaylak, B. (2009). *Bilim ve sanat merkezlerinde uygulanan fen bilimleri etkinliklerinin incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Altun, M. (2016*). Liselerde matematik öğretimi*. Bursa: Aktüel Alfa akademi Bas. Yay. Dağ. Ltd. Şti.

Arı, B. (2004). Osmanlı devletinde yüksek bürokrasi için üstün yeteneklilerin tespiti ve sarayda özel eğitim süreci. *I. Türkiye Üstün Yetenekli Çocuklar Kongresi* içinde (s.21–30). İstanbul: Çocuk Vakfı Yayınları.

Aslan, S. ve Arıkan, İ. (2023). Sosyal Bilgiler alanı yardımcı ders materyalinin Bilim ve Sanat Merkezi öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda incelenmesi. *RumeliDE Dil ve Edebiyat Araştırmaları Dergisi*, (35), 481-492. DOI: 10.29000/rumelide.1342140.

Assmus D. ve Fritzlar T. (2018). Mathematical giftedness and creativity in primary grades. Singer F. (Ed.), *Mathematical creativity and mathematical giftedness* (s.55–81). Springer. DOI:10.1007/978-3-319-73156-8_3

Bağcı-Kılıç, G. (2003). Üçüncü Uluslararasi Matematik ve Fen Arastirmasi (TIMSS): Fen Ögretimi, Bilimsel Arastirma ve Bilimin Dogasi, *İlköğretim Online.* 2(1), 41-51. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/429505

Baş, T. D. ve Şahin, Ç. (2023). 4. Sınıf öğrencilerinin matematik etkinliklerine yönelik tutumları ile bilimsel süreç becerileri arasındaki ilişki. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 6(1), 39-59.

Bilgili, A. E. (2004). Bir Türk Eğitim Geleneği olarak Enderun'un yeniden inşası. *I. Türkiye Üstün Yetenekli Çocuklar Kongresi* içinde (s. 31–45), İstanbul: Çocuk Vakfı Yayınları.

Budak, İ. (2008) Üstün Yeteneklilik Kavramı ve Tarihsel Gelişim Süreci, *Journal of Qafqaz University*, (22), 164-173.

Bozkurt, A. (2018). Ortaokul 6. sınıf matematik ders kitabındaki etkinlikler amaç, öğrenci çalışma biçimi ve uygulanabilirlik yönleriyle değerlendirilmesi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(66), 535-548.

Carin, A. A., Bass, J. E. ve Contant, T. L. (2005). *Methods for teaching science as inquiry.* New Jersey: Pearson Prentice Hall. Upper Saddle River.

Çal, Ü. T. (2018). *Üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde sosyal bilgiler eğitiminin yeri ve önemi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Çalışkan-Karakulak (2019). *Purdue modeline dayalı olarak geliştirilen matematik etkinlikleri ile öğretimin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve yaratıcı düşünmelerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Çelik, P. (2013*). Probleme dayalı öğrenmenin öğretmen adaylarının fizik dersi başarısı, öğrenme yaklaşımları ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Çepni, S., Gökdere, M., Küçük M. (2003) Zihinsel alanda üstün yetenekli öğrencilere yönelik Purdue Modeline dayalı fen alanında örnek etkinlik geliştirme [Sözlü bildiri]. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.* ODTÜ Kültür ve Kongre Merkezi,

Ankara. https://www.researchgate.net/publication/349870070_Zihinsel_alanda_ustun_yetenekli_ogrencilere_yonelik_Purdue_modeline_dayali_fen_alaninda_ornek_etkinlik_gelistirme

Çolak, S. N. (2023). *2018 fen bilimleri dersi öğretim programına göre yedinci sınıf fen bilimleri ders kitaplarındaki etkinliklerin bilimsel süreç becerileri açısından değerlendirilmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Dai, D. Y. (2019). Toward a new era of gifted education: Principles, policies, and strategies. *Turkish Journal of Giftedness and Education,* 9(1), 2-1.

Davis, G. A. & Rimm, S. B. (1994). *Education of the gifted and talented* (3rd ed.), Allyn and Bacon, Boston.

Demir, M. (2007). *Sınıf öğretmeni adaylarının bilimsel süreç becerileriyle ilgili yeterliklerini etkileyen faktörlerin belirlenmesi.* (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Demiray, K. D. (2019*). 2013 yılı ile 2018 yılı 5. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programına dayalı ders kitaplarında yer alan "canlılar ve yaşam" konu alanındaki bilimsel süreç becerilerinin karşılaştırılması.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.

Demirel, Ş. ve Sak, U. (2011). Yetenek hiyerarşisi: Üstün yetenek türlerinin toplumsal değerleri üzerine bir araştırma. *Türk Üstün Zekâ ve Eğitim Dergisi*, 1(1), 61–76.

Doyle, W. (1986). Classroom organization and management, M.C. Witrock (Ed.), *Handbook of Research on teaching*, (3. baskı, s. 392-431). New York: Macmillan.

Doyle, W. (1988). Work in mathematics classes: The context of students‟ thinking during instruction. *Educational Psychologist*, 23(2), 167-180.

Dökme, İ. (2005). Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) ilköğretim 6. sınıf fen bilgisi ders kitabının bilimsel süreç becerileri yönünden değerlendirilmesi. *İlköğretim-Online*, 4(1), 7-17.

Feldhussen, J. ve Kolloff, P. B. (1986). The Purdue three-stage enrichment model for gifted education at the elementary level. J.S. Renzulli (Ed.) *System and models for developing programs for the gifted and talented* (s. 126-152). CT: Creative Learning Press.

Finley, F. N. (1983). Science processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(1), 47-54. https://doi.org/10.1002/tea.3660200105

Freiman, V. (2003). *Identification and fostering of mathematically gifted children at the elementary school.* Yüksek Lisans Tezi, Concordia University, Canada.

Gençer-Kayahan, E. (2019). *5. sınıf bilişim teknolojileri ve yazılım dersi öğretmen rehber kitabının etkinlik tasarım prensipleri çerçevesinde değerlendirilmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Genç, M. A. (2016). Üstün yetenekli bireylere yönelik eğitim uygulamaları. *Journal of Gifted Education and Creativity,* 3(3), 49-66.

Gökdere, M. & Kutlu, N. (2013). İlköğretimde proje tabanlı öğrenmeyi zenginleştirme: Üç Aşamalı Purdue Modeli. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*. (20), 293-311.

Güler, İ. (2013). *Bilim ve sanat merkezlerinde görev yapan matematik öğretmenlerine yönelik etkinlik oluşturulması ve değerlendirilmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Herbst, P. (2008). The teacher and the task. *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education,* Vol.1, (s.125-131), Morelia. Michoacán, Mexico

İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.

Jones, K. Ve Pepin, B. E. U. (2016). Research on mathematics teachers as partners in task design. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 19(2-3), 105-121. https://doi.org/10.1007/s10857-016-9345-z

Kale-Özkan, G. (2013). *Matematiksel etkinlik tasarımı üzerine hazırlanan bir mesleki gelişim programının değerlendirilmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Kerpiç, A. (2011). *Etkinlik tasarım prensipleri çerçevesinde 7.sınıf matematik ders kitabı etkinliklerinin değerlendirilmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep.

Kerpiç, A., & Bozkurt, A. (2013). Etkinlik tasarım ve uygulama prensipleri çerçevesinde 7. sınıf matematik ders kitabı etkinliklerinin değerlendirilmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 303-318.

Kirişçi, N. (2023). Türkiye'de özel yetenekli öğrencilerin matematik eğitimi alanında yapılan tezlerdeki eğilimler: 1990-2021. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi,* 14(Özel Sayı 2), 149-175. DOI: 10.51460/baebd.1102259

Kolloff, P. B, ve Feldhusen, J. F. (1984). The effects of enrichment on self-concept and creative thinking. *Gifted Child Quarterly*, 28(2), 53-57. https://doi.org/10.1177/001698628402800202

Kongül, Ö. (2019). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) uygulamalarının 6.sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Martin, D. J. (2002). *Elementary science methods a constructivist approach.* Newyork: Delmar Publishers.

MEB. (2022). *Bilim ve sanat merkezleri lise matematik alanı yardımcı ders materyali*. Ankara.https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_03/28172314_BILSEM_LISE_MATEMATIK_ALANI.pdf

MEB. (2021). *Bilim ve sanat merkezleri matematik dersi (ÖYG 1-2) öğretim programı.*

MEB. (2007). *Bilim ve Sanat Merkezi Yönergesi*.

MEB. (2023). *Bilim Sanat Merkezi Yönergesi*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2023_12/19153952_milliegitimbakanligibilimvesanatmerkezleriyonergesiveekleri.pdf

Miller, R. C. (1990). *Discovering mathematical talent*. ERIC Digest E482. (ED 321487). https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED321487.pdf

Mingus, T. ve Grassl, R. (1999). What constitutes a nurturing environment for the growth of mathematically gifted students? *School Sciences and Mathematics*, 99(6), 286–293.

Moon, S. M, Kolloff, P, Robinson, A, Dixon, F, ve Feldhusen, J. F. (2009). The purdue three-stage model. J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, C. A. Little (Editörler), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (s.289-321). Prufrock Press. DOI:10.4324/9781003419426-12

Özdemir, D. ve Işıksal Bostan, M. (2021). A design based study: Characteristics of differentiated tasks for mathematically gifted students, *European Journal of Science and Mathematics Education*. 9(3), 125-144. https://doi.org/10.30935/scimath/1099

Özmantar, M.F., ve Bingölbali, E. (2009) Etkinlik tasarımı ve temel tasarım prensipleri. Bingölbali, E., Özmantar, M.F. (Editörler), *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri* (s.313-348). Pegem Akademi.

Özmantar, M.F. Bozkurt A., Demir S., Bingölbali E. ve Açıl, E. (2010). Sınıf öğretmenlerinin etkinlik kavramına ilişkin algıları. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi,* (30), 79-398.

Polat, İ. (2015). *Etkinlik tasarımında kapsayıcılık ilkesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Renzulli, J. S. ve Reis, S. M. (2021). The three ring conception of giftedness: A change in direction from being gifted to the development of gifted behaviors. R. J. Sternberg ve D. Ambrose (Editörler), *Conceptions of giftedness and talent* (s. 335-355). Palgrave Macmillan.https://doi.org/10.1007/978-3-030-56869-6doi.org/10.1007/978-3-030-56869-6

Sak, U., Ayas, M., Bal – Sezerel, B., Öpengin, E., Özdemir N.N. ve Demirel-Gürbüz Ş. (2015). Türkiye'de üstün yeteneklilerin eğitiminin eleştirel bir değerlendirmesi. *Türk Üstün Zeka ve Eğitim Dergisi.* 5(2), 110-132. https://www.researchgate.net/publication/289991950

Sheffield, L. J. (2017). Dangerous myths about "gifted" mathematics students. *ZDM Mathematics Education*, 49(1), 13–23. DOI: 10.1007/s11858-016-0814-8

Şöhretli, G. (2014). *Kuantum öğrenme modelinin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları bilimsel süreç becerileri ve matematiğe ilişkin tutumları üzerine etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Hatay.

Turan, Z. İ. (2020). *6, 7 ve 8. sınıf fen bilimleri ders kitaplarında yer alan "madde ve doğası" konu alanındaki etkinliklerin bilimsel süreç açısından incelenmesi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Rize.

Uysal, E. (2018). *Tasarım temelli fetemm (fen, teknoloji, matematik ve mühendislik) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarınınbilgi düzeylerine bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi.* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak.

VanTassel-Baska, J. (2021). A conception of giftedness as domain specifc learning: A dynamism fueled by persistence and passion. R. J. Sternberg ve J. E. Davidson (Editörler), *Conceptions of giftedness and talent* (s.443–466). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1007/978-3-030-56869-6doi.org/10.1007/978-3-030-56869-6

Watson, A. (2008). Task transformation is the teacher's responsibility. *Proceedings of the 32nd Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education,* Vol.1, (s.147-153). Morelia, Michoacán, Mexico.

Watson, A. ve Sullivan, P. A. (2008). Teachers learning about tasks and lessons. D. Tirosh ve T. Wood (Editörler), *Tools and processes in mathematics teacher education* (1. baskı, s. 109-134). Sense Publishers.

Üçüncü, G., Sakız, G. ve Ada, S. (2016). A task development process: the case of fourth grade ıntroduction to matter unit. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*. November, 155-164.

Yazgan Sağ, G. (2019). Matematikte üstün yetenekliliğe teorik bir bakış. *Milli Eğitim Dergisi,* 48(221), 159-174.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayınları, Ankara

EKLER

Ek 1: Purdue Modeli Etkinlik Değerlendirme Formu

PURDUE MODELİ ETKİNLİK DEĞERLENDİRME FORMU		
1) Birinci Aşama Bileşenleri		**Sayfa Numarası**
Temel Süreç Becerileri	Gözlem Yapma	
	Sınıflandırma	
	Ölçme	
	Bilimsel İletişim Kurma	
	Tahmin	
	Sonuç Çıkarma	
Bütünleyici Süreç Becerileri	Hipotez Kurma	
	Verileri Yorumlama	
	Model Oluşturma	
	Deney Yapma	
	Değişkenleri Belirleme ve Aralarındaki İlişkileri Tanımlama	
	İşe Vuruk Tanım Yapma	
2) İkinci Aşama Bileşenleri		**Sayfa Numarası**
Problem Çözme Etkinliği		
Grup Çalışması		
3) Üçüncü Aşama Bileşenleri		**Sayfa Numarası**
Bağımsız Proje Çalışması Olarak Uygulanabilecek Öneriler		

Ek 2: Etkinlik Tasarım Prensipleri Değerlendirme Formu

ETKİNLİK TASARIM PRENSİPLERİ DEĞERLENDİRME FORMU		
Amaç Prensibi		**Sayfa no**
Kategoriler	Yeni bir öğrenmeye yönelik alt etkinlikler	
	Pekiştirmeye yönelik alt etkinlikler	
	Öğrenci zorluk ve yanılgılarını gidermeye yönelik alt etkinlikler	
	Epistemolojik farkındalığa yönelik alt etkinlikler	
Diğer prensipler		**Evet/Hayır**
Etkinliğin toplam süresi belirtilmiş mi?		
Toplam sürenin bölümlere nasıl ayrılacağı belirtilmiş mi?		
Öğrenci grubunun organizasyonu (küçük grup /bireysel vb.) belirtilmiş mi?		
Etkinlikte kullanılacak araçlar uygun mu?		
Etkinlikte kullanılacak araçların temini kolay mı?		
Etkinlikte kullanılacak araçlara ilişkin açıklamalar yeterli mi?		
Öğrenci ön bilgileri dikkate alınmış mı?		
Öğrenci zorluk ve yanılgıları dikkate alınmış mı?		
Ölçme ve değerlendirmeye yer verilmiş mi?		
Etkinlikte yer alan öğretmen rolleri nelerdir? Açıklayınız.		
Etkinlikte yer alan öğrenci rolleri nelerdir? Açıklayınız.		