



**SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN
MATEMATİKSEL MODELLEME SÜRECİNDE
MATEMATİKSEL OKURYAZARLIK
BECERİLERİNİN İNCELENMESİ**

Doktora Tezi
Rafia DEMİREL
Eskişehir 2022

**SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME
SÜRECİNDE MATEMATİKSEL OKURYAZARLIK BECERİLERİNİN
İNCELENMESİ**

RAFİA DEMİREL

DOKTORA TEZİ

Matematik Eğitimi Doktora Programı

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Tuba Ada

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Mayıs 2022

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI



ÖZET

SEKİZİNCİ SINIF ÖĞRENCİLERİNİN MATEMATİKSEL MODELLEME SÜRECİNDE MATEMATİKSEL OKURYAZARLIK BECERİLERİNİN İNCELENMESİ

RAFİA DEMİREL

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mayıs 2022

Danışman: Prof. Dr. Tuba ADA

Bu araştırmada veri işleme konusu kapsamında matematiksel modelleme etkinliklerine dayalı olarak sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık becerilerinin (iletişim, matematikleştirme, temsil, muhakeme ve argüman, stratejilerin belirlenmesi, sembolik dilin kullanımı) hangilerini ve bu becerileri ne düzeyde kullandıklarının incelenmesi amaçlanmıştır. Nitel araştırma yöntemiyle desenlenen araştırma durum çalışması yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın katılımcı grubu matematik akademik not ortalaması 85 ve üzeri olan aynı sınıfta öğrenim gören 5 kişilik sekizinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Sekizinci sınıf öğrencilerinin modelleme sürecinde gösterilen matematiksel okuryazarlık temel becerileri Turner, Blum ve Niss (2015) tarafından oluşturulan matematik okuryazarlık çerçevesi kapsamında, modelleme süreçleri ise temsilcileri Lesh ve Doerr (2003) olan bağlamsal yaklaşım çerçevesinde incelenmiştir.

Araştırma sonucunda matematiksel modelleme etkinlikleri ile tasarlanan öğrenme sürecinin sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık temel becerilerinin işe koşulmasını desteklediği görülmüştür. Ayrıca matematiksel okuryazarlık becerilerinin kendi içinde birbirinin gelişimini de desteklediği ve böylece bu becerilerin düzeylerinde de artış olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Matematiksel modelleme, Matematiksel okuryazarlık, Matematiksel okuryazarlık temel becerileri.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE MATHEMATIC LITERACY SKILLS OF EIGHTH GRADE STUDENTS IN THE MATHEMATICAL MODELING PROCESS

RAFİA DEMİREL

Department of Mathematics Education Anadolu University, Graduate School of
Educational Sciences, May 2022

Supervisor: Prof. Dr. Tuba ADA

Within the scope of data processing in this research according to mathematical modeling activities, It is aimed to examine which math literacy skills (communication, mathematization, representation, reasoning and argument, determination of strategies, use of symbolic language) eighth grade students use and to what extent they use these skills. The research designed with the qualitative research method was carried out with the case study method. The participant group of the study consists of five eighth grade students studying in the same class with an academic grade point average of 85 and above. The basic skills of mathematical literacy demonstrated in the modeling process of eighth grade students were examined within the framework of mathematical literacy created by Turner, Blum, and Niss (2014). Modeling processes were examined within the context of the contextual approach, whose representatives were Lesh and Doerr (2003). As a result of the research, it was seen that the learning process designed with mathematical modeling activities supported the use of basic mathematical literacy skills of eighth grade students. In addition, it was determined that mathematical literacy skills also support each other's development and thus the levels of these skills increase.

Keywords: Mathematical literacy, mathematical literacy basic skills, mathematical modeling.

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bana hem akademik hem de yaşama dair bilgi ve tecrübesiyle yol gösteren ve her zaman yanımda olduğunu hissettirerek bana çalışma azmi veren değerli danışmanım ve canım hocam Prof. Dr. Tuba ADA'ya gönülden teşekkürlerimi sunarım. Ders dönemi ve tez çalışması sürecinde görüş ve önerileriyle bana hep destek olan Prof. Dr. H. Bahadır YANIK hocama çok teşekkür ederim. Yine tez çalışmama olumlu yönlendirmeleri ile birçok katkı sağlayan Doç. Dr. Mehmet İNCEOĞLU hocama teşekkür ederim. Ders döneminde kendilerinden değerli bilgiler edindiğim Prof. Dr. Dilek TANIŞLI, Prof. Dr. Tangül KABAEL, Prof. Dr. Abdülkadir ERDOĞAN'a teşekkür ederim. Tezimin biçimsel olarak düzenlenmesinde çok katkıları olan Doç. Dr. Soner DÖNMEZ'e çok teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca bana hep destek olan sevgili anne ve babama, değerli önerileri ve tecrübeleri ile yolumu aydınlatan çok kıymetli büyüklerim M. Kemal GÖKMEN ve S. Nihal DEMİRKÖPRÜLÜ'ye ayrıca teşekkür ederim.

Uzun ve meşakkatli lisansüstü öğrenimim boyunca bana hep destek olan sevgili eşim İsmail DEMİREL'e ve canım oğullarıma çok teşekkür ederim.

Destegini sürekli hissettiren sevgili kardeşim Bahriye GÜRSOY'a ayrıca teşekkür ederim.

Son olarak araştırmama gönüllü olarak katılan 5 öğrencime verdikleri destek için çok teşekkür ederim.

11/05/2022

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarda bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilemeyen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı” ile tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yapığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Rafia DEMİREL

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLOLAR DİZİNİ	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
GÖRSELLER DİZİNİ.....	xvii
KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Matematiksel Okuryazarlık	3
1.1.1. Matematiksel okuryazarlık bileşenleri	7
1.1.1.1. Matematiksel Süreçler	8
1.1.1.1.1. Matematiksel olarak formüle etme.....	8
1.1.1.1.2. Matematiksel kavram, olgu ve süreçleri kullanma	9
1.1.1.1.3. Matematiksel çıktıları yorumlama, uygulama ve değerlendirme.....	9
1.1.1.2. Matematiksel içerik.....	9

1.1.1.3. Matematiksel bağlamlar	10
1.1.2. Matematiksel okuryazarlık becerileri	11
1.1.2.1. İletişim	11
1.1.2.2. Matematikleştirme	12
1.1.2.3. Temsil	12
1.1.2.4. Muhakeme	13
1.1.2.5. Stratejilerin geliştirilmesi	14
1.1.2.6. Sembolik dilin kullanımı	15
1.2. Matematiksel Modelleme	17
1.2.1. Matematiksel modelleme süreci	19
1.2.2. Matematiksel modelleme etkinlikleri	24
1.3. İstatistik ve İstatistiksel Düşünme	26
1.3.1. Veri işleme öğrenme alanı kazanımları	27
1.4. Problem Durumu	27
1.5. Araştırmanın Amacı	29
1.6. Araştırmanın Önemi	30
1.7. Araştırmanın Sayıltıları	36
1.8. Araştırmanın Sınırlılıkları	36
1.9. İlgili Araştırmalar	37
2. YÖNTEM	42

2.1. Araştırmanın Modeli.....	42
2.2. Katılımcılar	43
2.3. Çalışma Ortamı.....	44
2.4. Veri Toplama Araçları.....	44
2.4.1. Matematiksel modelleme etkinlikleri desenleme çerçevesi.....	44
2.4.2. Matematiksel modelleme etkinlikleri.....	45
2.4.2.1. Mantolama malzemesi (E1).....	47
2.4.2.2. Tasarruflu araç seçimi (E2).....	48
2.4.2.3. Tarife seçimi (E3).....	49
2.4.2.4. Fıskiye seçimi (E4)	51
2.4.3. Video kayıtları	52
2.4.4. Araştırmacı günlüğü	52
2.4.5. Klinik görüşmeler	52
2.5. Araştırmacının Rolü.....	52
2.6. Araştırma Süreci.....	53
2.6.1. Matematiksel modelleme kuramsal çerçevesi	54
2.7. Verilerin Analizi	54
3. BULGULAR VE YORUM	57
3.1. Matematiksel Modelleme Süreçlerine Ait Bulgular	57
3.1.1. Mantolama malzemesi etkinliği (E1)	58

3.1.1.1. Anlama adımı	58
3.1.1.2. Düzenleme adımı	59
3.1.1.3. Tahmin adımı	62
3.1.1.4. Doğrulama adımı.....	64
3.1.2. Tasarruflu araç seçimi etkinliği (E2)	65
3.1.2.1. Anlama adımı	66
3.1.2.2. Düzenleme adımı	66
3.1.2.3. Tahmin adımı	67
3.1.2.4. Doğrulama adımı.....	68
3.1.3. Tarife paketi seçimi etkinliği (E3)	69
3.1.3.1. Anlama adımı	69
3.1.3.2. Düzenleme adımı	70
3.1.3.3. Tahmin adımı	71
3.1.3.4. Doğrulama adımı.....	72
3.1.4. Fıskiye seçimi etkinliği (E4)	72
3.1.4.1. Anlama adımı	73
3.1.4.2. Düzenleme adımı	73
3.1.4.3. Tahmin adımı	73
3.1.4.4. Doğrulama adımı.....	74
3.2. Matematiksel Okuryazarlık Becerilerine Ait Bulgular	75

3.2.1. İletişim becerisi.....	75
3.2.1.1. Alıcı bileşen	77
3.2.1.2. Yapıcı bileşen	85
3.2.2. Matematikleştirme.....	90
3.2.2.1. Dönüştürme	92
3.2.2.2. Doğrulama	102
3.2.3. Muhakeme.....	105
3.2.3.1. Çıkarımda bulunma	107
3.2.3.2. Gerekçelendirme	113
3.2.4. Temsil	116
3.2.4.1. Temsil seçme ve tasarlama	118
3.2.4.2. Temsilleri kullanma ve dönüştürme	124
3.2.5. Stratejilerin belirlenmesi	128
3.2.5.1. Strateji seçme	129
3.2.5.2. Stratejilerin uygulanması	134
3.2.6. Sembolik dilin kullanımı	139
3.2.6.1. Biçimsel dili etkinleştirme	141
3.2.6.2. Matematiksel kuralları uygulama	145
4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	150
4.1. Sonuçlar.....	150

4.1.1. Matematiksel modellemeye ilişkin sonuçlar	150
4.1.2. Matematiksel okuryazarlık becerilerine ilişkin sonuçlar	151
4.1.2.1. İletişim becerisine ilişkin sonuçlar	152
4.1.2.2. Muhakeme becerisine ilişkin sonuçlar	153
4.1.2.3. Stratejilerin belirlenmesi becerisine ilişkin sonuçlar	154
4.1.2.4. Temsil becerisine ilişkin sonuçlar.....	155
4.1.2.5. Sembolik dilin kullanımı becerisine ilişkin sonuçlar.....	156
4.1.2.6. Matematikleştirme becerisine ilişkin sonuçlar	157
4.2. Tartışma	158
4.3. Öneriler	163
KAYNAKÇA	167

EKLER

ÖZGEÇMİŞ

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1.1. Matematik dersi öğretim programlarının kazandırmak istediği beceriler	2
Tablo 1.2. Matematiksel temsil çeşitleri	13
Tablo 1.3. Matematiksel modelleme yaklaşımları	18
Tablo 2.1. Modelleme etkinliklerinin prensiplere ilişkin değerlendirme içerikleri	45
Tablo 2.2. Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanma sırası ve süresi	46
Tablo 2.3. Matematiksel modelleme etkinlikleri içeriği	46
Tablo 2.4. Eps ve taş yünü malzemelerinin özellikleri	48
Tablo 2.5. Araçların özellikleri	49
Tablo 2.6. Araştırma sürecindeki görevler.....	53
Tablo 2.7. Temel matematiksel beceriler ve düzey tanımları	55
Tablo 3.1. Matematiksel okuryazarlık beceri düzeyleri	149

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Matematiksel okuryazarlık modeli	4
Şekil 1.2. Matematiksel okuryazarlık bileşenleri	5
Şekil 1.3. PISA matematik okuryazarlığı değerlendirme çerçevesi.....	7
Şekil 1.4. PISA matematik okuryazarlığı çerçevesi bileşenleri	8
Şekil 1.5. Modelleme süreci.....	20
Şekil 1.6. Modelleme döngüsü.....	21
Şekil 1.7. PISA 2018 matematik okuryazarlığı modeli	22
Şekil 1.8. Modelleme Döngüsü Lesh ve Doerr.....	23
Şekil 1.9. Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri	25
Şekil 1.10. PISA 2003 ile 2018 uygulamaları arasında Türkiye'nin matematik performansındaki değişim	31
Şekil 1.11. Düzeyler açısından Türkiye'nin OECD ile karşılaştırılması (2003-2012). ..	32
Şekil 1.12. Düzeyler Açısından Türkiye'nin OECD ile Karşılaştırılması (2009-2015). ..	34
Şekil 1.13. Türkiye'nin PISA 2018 matematik alanında yeterlik düzeylerine göre performansları	35
Şekil 3.1. E1 Modelleme Süreci.....	58
Şekil 3.2. Mantolama Malzemelerinin Karşılaştırılması	59
Şekil 3.3. Eps ve Taş Yünü Malzemenin Dört Aylık Tasarruf Miktarları	60
Şekil 3.4. Eps İçin Yapılan Masraf ve 1 Yıllık Tasarruf.....	62
Şekil 3.5. Taş yünü için yapılan 1 yıllık tasarruf ve masraf.....	62

Şekil 3.6. Eps ile yapılacak tasarruf miktarı ile yıl ilişkisi	63
Şekil 3.7. Taş yününün tasarruf miktarı ile yıl ilişkisi	63
Şekil 3.8. E2 Etkinliğinin modelleme döngüsü.....	66
Şekil 3.9. A, B, C Araçlarının karşılaştırılması.....	66
Şekil 3.10. Araçların 4 ile 10 yıl Arasında ki Giderleri	67
Şekil 3.11. E2 Etkinliğinin Modeli	68
Şekil 3.12. Araçların 15 yıllık Masrafları	68
Şekil 3.13. E3 Etkinliği Modelleme Döngüsü	69
Şekil 3.14. Tarifelerin Karşılaştırılması	70
Şekil 3.15. Tarifelerin 6 Yıllık Maliyetleri	71
Şekil 3.16. E3 Etkinliğinin İlk Modeli.....	72
Şekil 3.17. E4 Etkinliği Modelleme Döngüsü	73
Şekil 3.18. Fıskiyelerin Sulayabilecekleri Alanların Hesaplanması	74
Şekil 3.19. E4 Etkinliği Son Modeli	75
Şekil 3.20. Mantolama Malzemelerinin Özellikleri	80
Şekil 3.21. Eps ve Taş yününün Masrafları Toplamı.....	82
Şekil 3.22. Eps ve Taş Yünü Malzemelerin 150 Metrekare İçin Masrafları.....	87
Şekil 3.23. Araçların 10.000 km’deki Bakım Masrafları.....	88
Şekil 3.24. Tarifelerin Karşılaştırılması	90
Şekil 3.25. Eps ve Taş Yünü Malzemenin 500 TL’lik Faturaya Göre Tasarruf Grafiği	94

Sayfa

Şekil 3.26. Eps ve Taş Yününün 500 TL’lik Faturaya Göre Hesaplanması	94
Şekil 3.27. Mantolama Malzemesi Etkinliğinin (E1) Modeli	95
Şekil 3.28. A, B, C Araçlarının Özelliklerinin Tablolaştırılması	96
Şekil 3.29. Yakıt Tüketimi ve Araç Bedeli Arasında Kurulan İlişki	96
Şekil 3.30. Araçların Yıl Değişkenine Göre Karşılaştırılması	98
Şekil 3.31. 10 m Çaplı ve 14 m Çaplı Fıskiyelerin Yerleştirilmesi.....	100
Şekil 3.32. Fıskiye Seçimi Etkinliğinde (E4) Oluşturulan Son Model	101
Şekil 3.33. Nakliye Ücretlerinin Hesaplanması	110
Şekil 3.34. Fıskiye Yerleşim Planları.....	113
Şekil 3.35. Araçların İki Yıllık Masrafları	115
Şekil 3.36. Tarife Paketlerinin Özellikleri Tablosu	120
Şekil 3.37. Fıskiye Ücretleri Tablosu.....	121
Şekil 3.38. Fıskiye Ücretleri Tablosu.....	123
Şekil 3.39. Araçların Bakım ve Yakıt Masraflarının Hatalı Çözümü	125
Şekil 3.40. Sulanabilecek Alanların ve Fıskiye Ücretlerinin Hesaplanması	133
Şekil 3.41. Denklemlerle Fıskiyelerin Yerleşiminin Yapılması.....	134
Şekil 3.42. 1. Tarife Paketinin 6 Yıllık Maliyeti.....	137
Şekil 3.43. 2. ve 3. Tarife Paketlerinin 6 Yıllık Maliyetleri.....	138
Şekil 3.44. Daire alanına göre fıskiyelerin sulayabilecekleri alanların hesaplanması ..	147
Şekil 3.45. Dairesel alanların dikdörtgensel bölgeye yerleştirilmesi	148

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 3.1. İletişim Becerisi Ana Tema ve Kodlar	76
Görsel 3.2. Matematikleştirme Becerisi Ana Temalar ve Kodlar	91
Görsel 3.3. Muhakeme Becerisi Ana Temalar ve Kodlar.....	106
Görsel 3.4. Temsil Becerisine Ait Ana Temalar ve Kodlar.....	117
Görsel 3.5. Stratejilerin Belirlenmesi Becerisine Ait Temalar ve Kodlar	129
Görsel 3.6. Sembolik Dilin Kullanımı Becerisine Ait Temalar ve Kodlar	140

KISALTMALAR DİZİNİ

- PISA** :Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
- OECD** : Organization for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
- MEB** : Milli Eğitim Bakanlığı
- NCTM** : National Council of Teachers of Mathematics (Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliği)
- LGS** : Liselere Giriş Sınavı
- MOE** : Matematiksel Modelleme Etkinliği

1. GİRİŞ

Bireylerin gelişimleri gibi öğrenmeleri de birbirinden farklıdır. 19. yüzyılın sonlarından itibaren doğrudan ders anlatma ve davranışçı yaklaşım ilkelerinin öğrenmede etkili ve başarılı bir öğretim sunmadığı ve bunun nedenlerinin ne olabileceği araştırılmaya başlanmıştır. Öğrencilerin öğrenememeleri bireysel farklar bir yana çalışmamalarına bağlanmıştır. Öğrencilerin nasıl öğrendiği ve yapılan öğretimin uygun olup olmadığı hep göz ardı edilmiştir (Turgut, 2007). Gerçek bilgi, bireyin yaşamındaki olaylar ve aralarındaki ilişkilerden oluşmaktadır. Bu bilgi, bireyin yaşantısından bağımsız olarak gerçekleşemez (VonGlaserfeld, 1995). Günümüzde bireyin öğrendiğini kullanabilme becerisi, bunlardan yeni bilgi, ürün ya da sonuç ortaya çıkarabilmesi büyük önem taşımaya başlamıştır. Dolayısıyla, günlük yaşam problemlerinin öğrenciler tarafından çözülebilmesi pasif öğrenmeyle mümkün değildir bireyin problem çözme becerilerinin gelişmesi gerekmektedir.

Bir kavram öğrenilirken öğrenmeyi etkileyen faktörler de ön plana alınmaya başlanmıştır. Öğrenmenin nasıl daha iyi olabileceği matematik eğitimi araştırmalarına da yön vermiştir. Çünkü matematik eğitimi, öğrencilerin zihinsel becerilerini doğru bir şekilde kullanmasını gerektirmektedir. Öğrenme sürecinde matematiksel kavramların oluşması kalıcı ve kavramlar arasındaki bağlantılar göz önüne alınarak oluşturulmalıdır. Dolayısıyla daha iyi bir matematik öğretiminin nasıl ve ne şekilde gerçekleşeceği araştırmacıların hep ilgi alanı içinde olmuştur.

Zamanla matematik eğitimi alanındaki araştırmalarda Jean Piaget'in bilişsel kuramı ön plana alınmaya başlanmıştır. Çünkü matematik, bireylerin muhakeme yeteneklerini, düşünme becerilerini geliştiren en önemli çalışma alanlarından biridir. Umay (2003)'a göre matematik eğitimi; sayıları ve işlemleri öğretmekten ziyade bir görev üstlenmekte, gün geçtikçe yaşam alanımızda ayakta kalmamızı sağlayan düşünme, olaylar arasında bağ kurma ve akıl yürütme, tahminlerde bulunma, problem çözme gibi önemli destekler sağlamaktadır.

Etkili bir matematik öğretimi yapmak için öğrencilerin neyi bildiklerini, öğrenmek için neye ihtiyaç duyduklarını ve daha iyi öğrenmelerinde onları destekleyici ve sorgulayıcı anlayışı oluşturmak gereklidir (NCTM, 2000). Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) yayınladığı okul matematiği standartlarında, matematiğin gerçek dünya ile ilişkilendirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır. Bu amaca uygun olarak ülkemizde 2017 yılında yeniden düzenlenen ilköğretim matematik öğretim

programına (Bkz. Tablo 1.1) günlük yaşamında matematiği kullanabilen, karşılaştığı problem durumlarına çözüm üretebilen ve çözümlerini paylaşabilen bireyler yetiştirme vizyonu ile matematiksel modelleme yapabilme becerisi de dahil edilmiştir (Baki, 2006). Çünkü günümüzde teknolojinin hızlı gelişmesinden dolayı bireylerin bilgilere ulaşması ve kullanabilmesi, bireylerin kendi becerileri ile bilgilerini üretebilmesine bağlıdır (MEB, 2005). Bu bilgilerin üretilmesi için teknoloji ile barışık bir yaşamda bireylerin bilgiler arasında ilişkiler kurabilmesi, model oluşturabilmesi ve problem çözebilme becerileri ile mümkündür.

Tablo 1.1. Matematik dersi öğretim programlarının kazandırmak istediği beceriler (Şen, 2017)

2009	2013	2017
<u>1.Ortak Beceriler</u>	<u>1. Temel Beceriler</u>	<u>1. Türkiye Yeterlilikler</u>
Eleştirel düşünme	Problem çözme*	Çerçevesi (TYÇ)
Yaratıcı düşünme	Matematiksel süreç becerileri:	Ana dilde iletişim
İletişim*	İletişim*	Yabancı dilde iletişim
Araştırma-sorgulama	Akıl yürütme*	Matematiksel yeterlilikler ve bilim/teknoloji temel yetkinlikler
Problem çözme becerisi*	İlişkilendirme*	Dijital yetkinlik
Bilgi teknolojilerini kullanma*	Duyuşsal beceriler*	Öğrenmeyi öğrenme
Girişimcilik	Psikomotor beceriler*	Sosyal ve vatandaşlık ile ilgili yetkinlikler
Türkçeyi doğru, etkili ve güzel kullanma	Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT)*	İnisiyatif alma ve girişimcilik
		Kültürel farklılıklar ve ifade
<u>2. Alana Özgü Beceriler</u>		<u>2. Matematiğe Özgü Beceriler</u>
Problem Çözme*		Problem çözme*
İletişim*		Matematiksel süreç becerileri:
Akıl yürütme*		İletişim*
İlişkilendirme*		Akıl yürütme*
Duyuşsal özellikler*		Matematiksel modelleme
Özdüzenleme becerileri		İlişkilendirme*
Psikomotor beceriler*		Duyuşsal beceriler*
		Psikomotor beceriler*
		Bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) *

*Üç öğretim programında yer alan ortak beceriler

Tablodaki (1.1) veriler incelendiğinde 2009, 2013 ve 2017 yıllarındaki matematik öğretim programlarının üçünde de yer alan problem çözme, iletişim, akıl yürütme, ilişkilendirme, duyuşsal ve psikomotor beceriler dikkat çekmektedir. Bununla birlikte 2017 yılında güncellenmiş olan matematik öğretim programına matematiksel modellemenin matematiksel süreç becerileri kapsamında eklenmiş olduğu görülmektedir.

Ülkemizde eğitim sisteminde yapılan bu yeniliklerin öğrenci başarısındaki etkisini görmek amacı ile ulusal ve uluslararası düzeyde ve değişik sınıf düzeyinde çeşitli ölçme değerlendirme çalışmalarına katılım sağlanmaktadır. Çalışmalarını uluslararası düzeyde yürüten kuruluşlardan biri kurucu üyesi olduğumuz İktisadi İş birliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD)'dir. OECD'nin yürüttüğü çalışma ise Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Projesi (PISA)'dir.

PISA ve Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) gibi uluslararası çapta düzenlenen sınavlarda üst üste başarılar kazanarak birçok ülkenin arasından sıyrılıp ilk sıralarda yer almayı başaran ülkelerde (Singapur, Kore, Finlandiya, Japonya) eğitim sürecinde bilginin öğrenciye hazır bir şekilde sunulmadığı öğrenci tarafından keşfedilmeye çalışıldığı, aktif öğrenmenin rol oynadığı, öğretmenin bu süreçte öğrencilere bazı zorlandıkları durumlarda düşünme eylemlerini aktive ederek rehberlik ettiği bir model uyguladıkları belirlenmiştir. Böyle bir uygulama ile öğrencilerin bizim öğretim programımızda da yer alan ve PISA sınavında matematiksel okuryazarlık becerileri adı altında yer alan temel becerileri öğrencilerin edinebildikleri görülmektedir.

1.1. Matematiksel Okuryazarlık

Günümüzde eğitim ve öğretim faaliyetlerinde, sürekli gelişen ve değişen topluma ayak uydurabilen, kendini yenileyebilen, özgüveni ve motivasyonu yüksek, mutlu bireyler yetiştirebilmek için gündelik yaşamda karşılaştığı sorunlara çözüm üretebilen, okulda öğrendiklerini gerçek yaşamda uygulayabilen, farklı bakış açıları geliştirerek durumları değişik yönleriyle görebilen öğrenciler yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu noktada yapılan çalışmalar ve araştırmalar sonucunda literatüre “okuryazarlık” kavramı kazandırılmıştır. Kullanıldığı alanlara göre de “istatistiksel okuryazarlık”, “okuma becerileri okuryazarlığı”, “fen ve teknoloji okuryazarlığı” ve “matematik okuryazarlığı” gibi adlar almıştır (Uysal ve Yenilmez, 2011). Araştırmacılar ilgilendikleri alanlara göre bu okuryazarlık kavramı kapsamında çalışmalar gerçekleştirerek konu ile ilgili çeşitli

perspektifler ve modeller ortaya koymuşlardır. Özellikle matematiksel okuryazarlık kavramı ele alındığında Bindak ve Özgen (2011) her ne kadar net bir şekilde tanımlanamamış olduğunu düşünseler de McCrone ve Dossey (2007)'ye göre bireylerin, matematiği günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözmek için kullanma kapasitesi matematik okuryazarlığını göstermektedir. Benzer şekilde Steen ve diğerleri (2007) tarafından matematik okuryazarlığı, günlük hayatta karşılaşılan problemlere çözüm üretilme sürecinde matematiksel bilgiyi kullanma kapasitesi olarak tanımlanmıştır. Jablonka (2003), matematik okuryazarlığının temel matematiksel kavramlar ve matematiksel düşünmeyle ilgili olduğunu söylemektedir. Lutzer (2005)'e göre matematiksel okuryazarlık, matematik dilindeki yazılı fikirleri anlayabilme ve iletişim kurabilme anlamına gelmektedir.

Matematiksel okuryazarlık kavramı üzerinde derinlemesine çalışmalar gerçekleştiren araştırmacılardan bazıları bu kavramın modelini oluşturmuşlardır. Bu araştırmacılardan biri olan Pugalee (1999)'nin Şekil 1.1' de geliştirdiği model sunulmuştur.



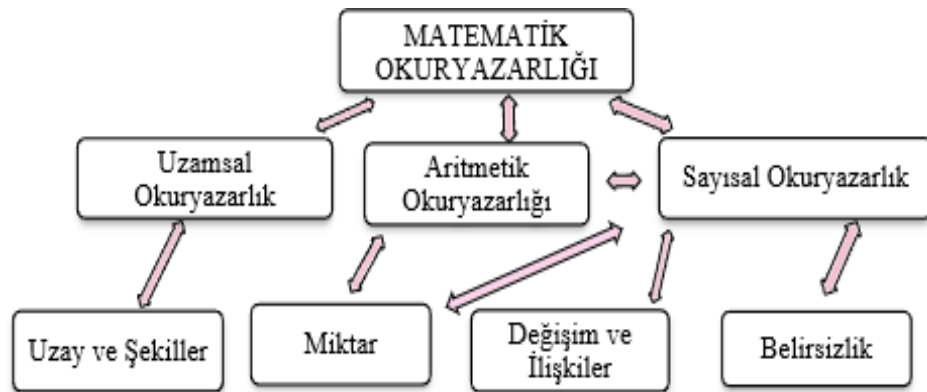
Şekil 1.1. Matematiksel okuryazarlık modeli (Pugalee, 1999, s.20).

Modelde görüldüğü üzere matematikte dört temel beceriye (muhakeme, manipüle etme, temsil ve problem çözme) ve bu temel becerilerin gelişimine destek sağlayan unsurlara (iletişim, teknoloji ve değerler) yer verilmiştir. Ayrıca hem beceriler hem de diğer unsurlar iç içe resmedilerek birbirleri ile etkileşim içinde oldukları betimlenmiştir.

Pugalee (1999)'e göre bu iki çemberin etkileşim içinde bulunmaları matematiksel okuryazarlığın gelişimini desteklemektedir. Dıştaki çember matematiksel okuryazarlık sürecini içteki çember ise bu sürece etki eden faktörleri göstermektedir.

Dış çemberde yer alan temsil etme, problem durumunun matris, grafik, denklemler, matematiksel modeller ve görseller gibi çeşitli formlara dönüştürülmesini içerir. Manipüle etme, öğrencinin problem çözümü için gerekli olan işlemleri ve hesaplamaları yapması bunları anlamlı olarak gerçekleştirmesini ifade eder. Muhakeme, problem çözümü sürecinde ortaya çıkan matematiksel düşüncelerin ve yapılan işlemlerin sorgulanmasını, uygun argümanlarla desteklenmesini anlatır. Problem çözme ise problem çözümü için gerekli olan bilgi ve becerilerin matematiksel olarak işe koşulmasıdır. Matematiksel okuryazarlık sürecinde gerekli olan hesaplamalar, temsiller, sunum ve açıklamalar için çeşitli teknolojik araçlardan yararlanılabilir. Tüm problem çözme sürecinde gerekli açıklamaları yapmak ve problemle ilgili düşüncelerini ifade edebilmek için iletişim becerisi etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Bireyin matematik ile ilgili olumlu bir tutum geliştirmiş olması, matematiğe ilgi duyması ve gerçek yaşam problemlerini önemseyip çözümü için istekli olması da tüm bu sürece değer verdiğini gösterir (Pugalee, 1999).

De Lange matematiksel okuryazarlığı Şekil 1.2' de görüldüğü üzere üç ana bileşene ayırmış ve bu üç ana bileşenin birbirleriyle ilişkili olabilen unsurlarını belirlemiştir.



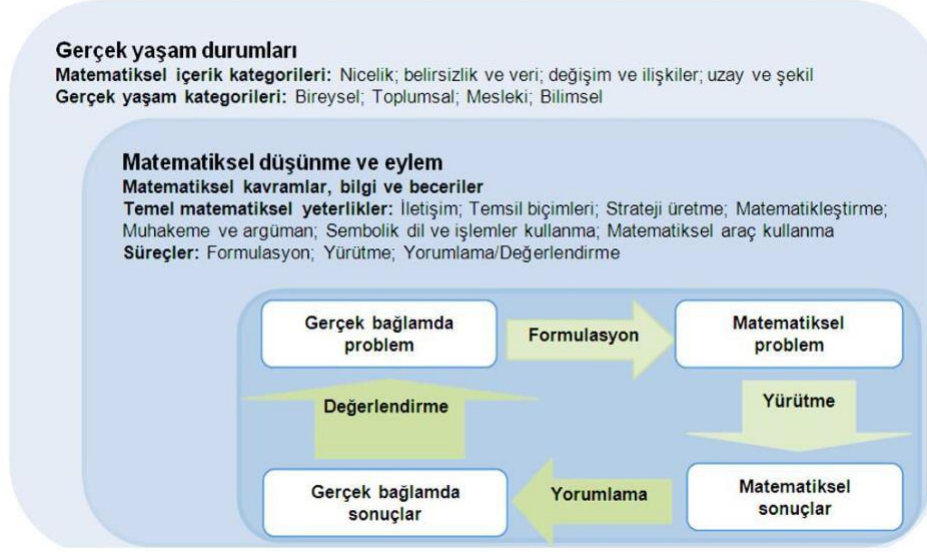
Şekil 1.2. Matematiksel okuryazarlık bileşenleri (De Lange, 2003).

Matematiksel okuryazarlığı uzamsal okuryazarlık, aritmetik okuryazarlığı ve sayısal okuryazarlık olarak üç başlıkta inceleyen De Lange (2003) matematiksel

okuryazarlığı diğer okuryazarlıkları kapsayan baskın okuryazarlık olarak tanımlamıştır. Burada yer alan sayısal okuryazarlık, nicelikler arasındaki ilişkiyi ve değişimi bununla birlikte belirsizlik ve değişken kavramlarını da içermektedir. Aritmetik okuryazarlığı ise aritmetiksel işlem bilgi ve becerilerini kapsamaktadır. Uzamsal okuryazarlık da üç boyutlu şekillerle ilgilidir.

Bu araştırmalar dışında matematiksel okuryazarlık kavramı PISA ve OECD tarafından hazırlanan ve ülkemizde dahil olmak üzere toplam 70 ülkede 3'er yıllık periyodlarla uygulanan ve ilki 2000 yılında gerçekleştirilmiş olan bir uygulama ile daha çok önem kazanmıştır. Çünkü bu uygulamada matematik okuryazarlığı ayrı bir değerlendirme alanı olarak yer almaktadır. Matematik okuryazarlığı OECD'ye göre "Bireyin düşünen, üreten ve eleştiren bir vatandaş olarak bugün ve gelecekte karşılaşacağı sorunların çözümünde matematiksel düşünme ve karar verme süreçlerini kullanarak çevresindeki dünyada matematiğin oynadığı rolü anlama ve tanıma kapasitesidir" şeklinde tanımlanmıştır (OECD, 2006). Dolayısıyla söylenebilir ki PISA uygulaması bu noktada gençlerin günden güne farklılaşan ihtiyaçlarını belirleyebilmek, yaşadıkları zaman dilimine uygun becerileri ne ölçüde edinebildiklerini ölçmeyi amaçlamaktadır.

PISA'ya katılan ülke sayısı da göz önünde bulundurulduğunda ülkelere uluslararası bir ölçekte matematik okuryazarlığı becerileri durumunda bir karşılaştırma fırsatı vermesi, öğrenci cevaplarının ayrıntılı olarak analiz edilmesi ve bu doğrultuda matematik eğitimi hakkında yönlendirmeler yapılması ile literatüre katkısı oldukça büyüktür. PISA uygulamalarında matematiksel okuryazarlık becerilerinin değerlendirilmesi dört adımda gerçekleştirilmektedir (Bkz. Şekil 1.3.).



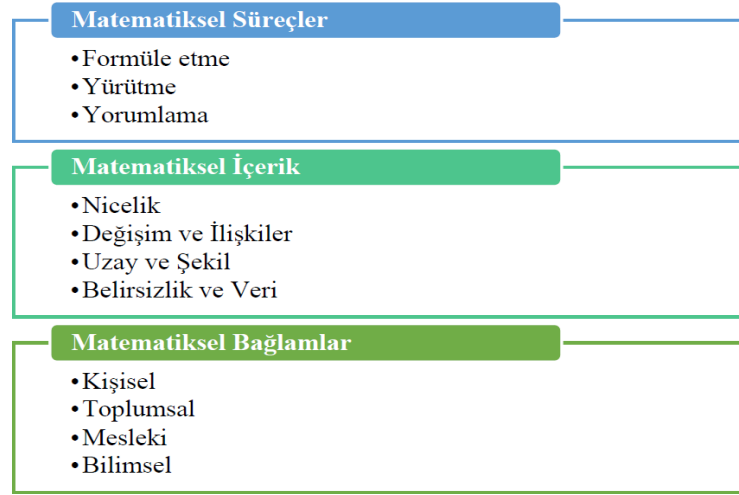
Şekil 1.3. PISA matematik okuryazarlığı değerlendirme çerçevesi (MEB, 2015, s.29).

PISA matematik okuryazarlığı modeli 2012 yılında güncellenerek 2015 ve 2018 yıllarında gerçekleştirilen uygulamalarda kullanılmıştır. PISA’da matematik okuryazarlığını tanımlarken kullanılan ve modelde de yer alan (formülleştirme (formulate), işe koşma (employ), ve yorumlama/değerlendirme (interpret)) bu üç süreç, öğrencilerin matematik problemlerini çözümlmeye çalışırken karşılaştıkları durumları betimleyerek düzenli ve anlaşılır bir model sunmaktadır.

1.1.1. Matematiksel okuryazarlık bileşenleri

2000 yılından itibaren uygulamaya koyulan ve her üç senede bir üç farklı alandan birine odaklanarak gerçekleştirilen PISA’da matematiksel okuryazarlık alanı bazı temel bileşenlere ayrılmıştır. Bu bileşenler Şekil 1.4’de ki gibi belirlenmiştir.

PISA’da matematiksel okuryazarlık alanında yer alan üç temel bileşen matematiksel süreçler, matematiksel içerik ve matematiksel bağlamlar şeklindedir. Temel bileşenlerin altında da o bileşenlerle ilgili alt bileşenler yer almaktadır (Bkz. Şekil 1.4.).



Şekil 1.4. PISA matematik okuryazarlığı çerçevesi bileşenleri (OECD, 2017).

1.1.1.1. Matematiksel Süreçler

Matematik okuryazarlığı, bireyin matematiği formülleştirebilme, kullanabilme ve yorumlayabilme kapasitesi olarak ifade edilmektedir (OECD, 2019). Bu üç unsur (formülleştirme, kullanabilme ve yorumlama), matematik problemlerinin çözüm aşamasında bireyler tarafından kullanılan matematiksel süreci betimlemektedir (MEB, 2015). Matematik okuryazarlığı değerlendirme çerçevesinin ağırlıklı alt boyutunu matematiksel süreçler oluşturmaktadır. Matematik okuryazarlığı kapsamında tanımlanan matematiksel süreçler şu şekildedir (OECD, 2019);

- Durumları matematiksel olarak formülleştirme
- Matematiksel kavram, olgu, süreçleri kullanma
- Matematiksel çıktıları yorumlama, uygulama ve değerlendirme

1.1.1.1.1. Matematiksel olarak formüle etme

Matematik okuryazarlığı kavramının ana bileşenlerinden biri olan formüle etme iki aşamadan oluşan bir süreçtir. İki aşama da birbirini tamamlayan bir bütündür. İlk aşama gerçek yaşam problem durumuyla karşılaşan bireyin bu problemde matematiksel becerilerinden ve önceki öğrenmelerine dayanan bilgilerden faydalanabileceği durumları fark ederek bu bileşenleri tanımları gerekmektedir. Diğer aşamada ise karşılaştıkları kuramsal bir problemi nasıl matematiksel olarak belirtmeleri gerektiğini ifade edebilmelidirler. Sonuç olarak bir durumu matematiksel olarak formüle edebilme (Bkz.

Şekil 1.5); problemlerin anlamlandırılması, akıl yürütülerek çözümlenmesini gerektirdiğinden dolayı matematiğin temel becerilerinin kullanılabilme yetkinliğini içerir (MEB, 2015; OECD, 2019).

1.1.1.1.2. Matematiksel kavram, olgu ve süreçleri kullanma

Matematik okuryazarlığının süreç bileşeninin temel kavramlarından bir diğeri de kullanmadır. Bireylerin problem durumunda uygulamaları gereken metotlar, işlemler, geliştirmeleri gereken planlar hakkında karar verme sürecinde matematiksel kavram, olgu ve süreçleri nasıl ortaya koyduklarını ele almaktadır. Muhakeme, akıl yürütme, eleştirel düşünme gibi becerilerin bu süreçte ön plana çıkması beklenmektedir (MEB, 2015).

1.1.1.1.3. Matematiksel çıktıları yorumlama, uygulama ve değerlendirme

Matematik okuryazarlığının temel kavramlarından bir diğeri olan yorumlama; bireylerin matematiksel çözüm, sonuç ya da kararları yaşam problemleri içinde yorumlayabilme kapasitesini ifade etmektedir (MEB, 2015; OECD, 2019). Bu süreç, Şekil 1.3'te tanımlanmış matematik okuryazarlığı modelinde belirtilen “yorumlama” ve “değerlendirme” adımlarını kapsamaktadır.

Matematik okuryazarlığı tanımında kullanılan yorumlayıcı kelimesi, bireylerin matematiksel çözümlere, sonuçlara ya da elde edilen sonuçların uygunluğunun değerlendirilmesine ve onları gerçek yaşam problemleri bağlamında yorumlama yeteneklerine odaklanır. Matematiksel kavramlar ve çözümlerin sınırlarını kavrama sürecidir. Kısaca matematiksel çözümleri ya da akıl yürütmeyi bir problem bağlamına dönüştürmeyi, sonuçların makul olup olmadığını ve problem bağlamında anlamlı olup olmadıklarını belirlemeyi içerir (OECD, 2017; Çepni, 2016; MEB, 2015).

1.1.1.2. Matematiksel içerik

Matematiksel içerik bölümü dört ayrı bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

- Sayısal olayları veya durumları, sayısal ilişkileri ve örüntüleri içeren nicelik (quantity);
- Uzamsal ve geometrik çalışmaları içeren uzay ve şekil (spaceandshape);

- Değişkenler arasındaki ilişkileri ve bunların sunulması sırasında (denklem kullanımındaki gibi) kullanılması gereken cebirsel bilgi ve anlayışı içeren değişim ilişkileri (changeandrelationships),
- Olasılıkları, istatistiksel olayları ve durumları içeren belirsizlik (uncertainty) bölümleridir (MEB, 2018).

1.1.1.3. Matematiksel bağlamlar

PISA’da yer alan matematik okuryazarlık bölümündeki günlük yaşam problemlerinin bağlamları şunlardır;

- Kişisel (bireyin kendisi, ailesi ve yaşlıları); Kişisel içerik alanı kategorisinde sınıflandırılan sorunlar, bireyin kendisinin, bir ailesinin veya bir akran grubunun etkinliklerine odaklanmaktadır. Bu içerik alanına yönelik sorular yiyecek hazırlama, alışveriş, oyunlar, kişisel sağlık, ulaşım, spor, seyahat, zamanlama ve bütçe yönetimi gibi süreçleri konu almaktadır.

- Toplumsal (bireyin içinde yaşadığı topluluk); Seçimlerde oy kullanma süreci, toplu taşıma, kamu politikaları, nüfus, reklam, ulusal istatistikler ve ekonomi gibi unsurlar toplumsal içerik alanı olarak sınıflandırılmaktadır. Bireyin dahil olduğu toplum perspektifindeki konular toplumsal içerik alanında gruplandırılmaktadır.

- Mesleki (iş hayatı); Mesleki içerik alanı kategorisinde sınıflandırılan sorunlar iş dünyasına odaklanmaktadır. İnşaat ile ilgili ölçümler yapma, maliyet hesaplama ve malzeme alma, muhasebe, kalite kontrol, envanter listeleme, tasarlama/ mimarlık gibi unsurlar mesleki içerik alanı olarak sınıflandırılmaktadır.

- Bilimsel (bilim ve teknoloji bağlantılı matematik uygulamaları); Bilimsel içerik alanı matematiğin doğal yaşama uygulanmasını, bilim ve teknoloji ile ilgili sorun ve durumları konu almaktadır. Hava veya iklim, ekoloji, tıp, uzay bilimleri, genetik, ölçüm ve matematiğin dünyası gibi konular bilimsel içerik alanı içinde sınıflandırılmaktadır (OECD, 2019).

2000 yılından bu yana yapılan PISA uygulamaları ile birlikte öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini cevaplandırabilmesi için bazı becerilere sahip olmaları gerektiği belirlenmiştir. Gerçek yaşam problemleri ile karşılaşan öğrencilerden problemin çözüm sürecinde matematiksel yeterliliklerini kullanmaları beklenmektedir. Bireyin problem çözümünde düşünme ve akıl yürütme, model geliştirme, iletişim kurma, problemin ne

olduğunu belirleme ve çözme, sembolik dil ve işlemler kullanma gibi becerileri kullanması gerekir (MEB, 2015). Bu beceriler matematiksel okuryazarlık becerileri olarak adlandırılmaktadır.

1.1.2. Matematiksel okuryazarlık becerileri

Bu bölüm matematiksel okuryazarlık becerilerinin tanımlanmasını ve bu becerilerle ilgili ayrıntılı açıklamaları içermektedir.

1.1.2.1. İletişim

Matematiksel iletişim yeterliği PISA'nın 2019'da yayınlanan matematiksel okuryazarlık çerçevesinde şöyle açıklanmaktadır; “Problemde istenilen görevi anlamak, açıklığa kavuşturmak ve nasıl bir yol izlemesi gerektiğini formüle etmede önemli bir adımdır. Böylece problemdeki ifadeleri okuyup, yorumlamak ve ulaşılan sonucu gerekçeleriyle birlikte açıklamak bireyin zihinsel bir model oluşturmasını sağlar (OECD, 2019, s.55)”.

Bu durumda matematiksel iletişim becerisi altında birey,

- Matematiksel düşünce ve fikirlerini diğer bireylerle iletişimi ile düzenleyip geliştirebilir,
- Matematiksel kavramları akranlarına ve öğretmenine sözel dil ile açıklayabilir,
- Akranlarının matematiksel fikirlerini ve stratejilerini değerlendirebilir,
- Matematiksel kavramları ve düşüncelerini sembolik dili kullanarak ifade edebilir (Erbaş, Çetinkaya, Çakıroğlu, 2013).

Amerikan Ulusal Matematik Öğretmenleri Birliğinin (National Council of Teachers of Mathematics- [NCTM]) problem çözme, akıl yürütme ve ispat, iletişim, ilişkilendirme ve temsil şeklinde maddelerle belirttiği okul standartları kapsamında iletişim becerisinin yer aldığı görülmektedir. Yine NCTM'ye (2000, s.60) göre matematiksel iletişim becerisi kapsamında öğrenciler

- İletişim yoluyla matematiksel düşüncelerini geliştirebilmeli,
- Matematiksel düşüncelerini birbirlerine ve öğretmenlerine açıkça ifade edebilmeli,
- Kendisi dışında diğerlerinin matematiksel düşüncelerini analiz edebilmeli

- Matematiksel fikirlerini açık bir şekilde ifade edebilmek için matematik dilini kullanabilmelidir.

İletişim becerisini özetleyecek olursak bireyin matematiksel bir konu ile ilgili kendi fikirlerini açıkça hem sözlü hem de matematiksel olarak ifade edebilmesi ve diğer bireylerin de aynı konu ile ilgili sözel, görsel veya sembolik dilin kullanımı ile yaptıkları açıklamalarını anlayabilmesidir.

1.1.2.2. Matematikleştirme

Bu yeterliliğin odak noktası, matematiksel olmayan bir durumun matematik ile ilişkilendirilmesini ortaya koyan bir modelleme döngüsünün adımlarıdır. Buna göre matematikleştirme yeterliliğinin iki bileşeni vardır. Matematiğin dışındaki bir bağlamın, matematiksel olarak ifade edilmesi gerekebilir. Bu durum problem durumunu basitleştirmeyi, mevcut değişkenleri ve değişkenler arası ilişkiyi fark edebilmeyi ve değişkenleri matematiksel notasyonlarla gösterebilmeyi içerir. Diğer bileşen ise, matematiksel bir durum veya sonucun, matematiğin dışındaki bir bağlamla veya durumla ilişkilendirilerek matematiksel bir sonucun bu bağlama uygun şekilde çevrilmesini ve elde edilen çözümün doğrulanmasını içerir (Turner, Blum ve Niss, 2015).

Freudental (1991), matematikleştirme becerisinin matematik eğitiminde çok önemli bir rolü olduğundan bahsederek bunun için şu nedenleri belirtmiştir;

- Matematikleştirme, sadece matematikçilerin işi değildir. Öğrenciler günlük yaşamlarındaki olaylara da matematiksel olarak yaklaşmalıdır.
- İkinci neden matematikleştirmenin matematik eğitiminin odak noktası olmasıdır. Matematik bilgiye yeniden keşfedercesine ulaşılmalıdır. Formal bilgi, örneğin tanımlar, en son ulaşılan nokta olmalıdır (akt. Kurt, 2015, s. 18).

Matematikleştirme becerisi, gerçek yaşam probleminin yapılandırılması ile bir modelin ortaya çıkarılması ve bu modelin matematiksel bir modele dönüştürülerek matematiksel olarak elde edilen sonuçların gerçek yaşam durumuna uygunluğunun yorumlanıp değerlendirilmesi olarak özetlenebilir.

1.1.2.3. Temsil

Temsil, sembollerin veya soyut durumların somutlaştırılması olarak ifade edilebilir (Kaput, 1998). Matematiksel temsiller; fiziksel, sözlü, çizimsel, grafiksel, denklemsel,

sembolik ve bunlara benzer göstergeler olabilir. Even (1998) bir kavramın farklı temsillerle gösterilebilmesini, kavram için en uygun temsilin belirlenebilmesini ve temsillerin avantaj ve dezavantajları ile ilgili farkındalık sahibi olunabilmesini matematik eğitiminde kavramsal öğrenmenin temel becerileri olarak göstermiştir.

Temsiller, kavramlara ait zihinsel görüntüler oluşturulmasına ve böylece kavramın daha iyi anlaşılmasına olanak sağlamaktadır (Akkoç, 2006). Ayrıca kavramlara ait farklı temsillerin de öğrenilmesi bu kavramlara ait anlayışın zenginleşmesini sağlayacağı düşünülebilir. Ortaokul Matematik Öğretim Programında da kavramların çeşitli temsillerle ifade edilmesi ve bu temsiller arası geçişin sağlanarak matematiksel durumların ifade edilmesi amaçlar arasında belirtilmiştir (MEB, 2013). Matematiksel temsil çeşitlerini beş ana başlıkta toplayabiliriz (Bkz. Tablo 1.2).

Tablo 1.2. Matematiksel temsil çeşitleri (Huinker, 2015).

Matematiksel Temsil Çeşitleri	
Görsel Temsiller	Resim, sayı doğrusu, grafik gibi matematiksel çizimlerin kullanılmasıyla gösterme, örneklendirme.
Bağlamsal Temsiller	Matematiksel ilişkiyi gerçek yaşam bağlamına yerleştirme.
Sözel Temsiller	Formal ve informal matematiksel dil arasında kurulan ilişki ile matematiksel fikirleri yorumlama, değerlendirme için dilin kullanılması.
Fiziksel Temsiller	Matematiksel fikirleri göstermek, onlarla çalışmak için geometrik cisimler ve örüntü blokları gibi somut nesnelerin kullanılması.
Sembolik Temsiller	Rakamlar, değişkenler gibi matematiksel sembolleri kullanarak matematiksel fikirlerle çalışılması.

Tablo 1.2 incelendiğinde matematiksel temsillerin matematiksel fikirleri açıklamak ve bu fikirlerle çalışabilmek için çeşitli başlıklar altında ele alındığı görülmektedir. Matematiksel okuryazarlık becerilerinden biri olan temsilin odak noktası bir çözüme ulaşmak için matematiksel varlıkların temsillerini kodlamak, tasarlamak, verilen temsilleri değiştirebilmek, farklı temsiller arası ilişkiyi fark ederek birbirine bağlayabilmektir.

1.1.2.4. Muhakeme

Bu beceri matematiksel kavramların içselleştirilmesine olanak sağlayan geçerli çıkarımlarda bulunmak ve bu çıkarımları gerekçelendirmek veya kanıtlamak ile ilgilidir.

Akıl yürütme, varsayımda bulunma ve bu varsayımlara uygun çıkarımlarda bulunmayı kapsayan muhakeme yeterliği matematik eğitiminde hedeflenen temel unsurlardan biridir.

Muhakeme becerisi karşılaşılan durumu akıl süzgecinden geçirerek, olası durumları göz önünde bulundurarak bir sonuca varma sürecidir. Bu süreçte öğrencilerin odaklanması gereken durum “Neden” ve “Nasıl” soruları ile elde edilen cevapların detaylandırılarak anlamlandırılmaya çalışılmasıdır (Erdem, 2011, s.15).

Ortaokul Matematik Öğretim Programı’nda da muhakeme becerisinin üzerinde durulmakta ve bu becerinin matematiksel bilgilerin kavramsal olarak öğrenilmesini sağlayacak temel becerilerden biri olarak kabul etmekle birlikte muhakemeyi veya akıl yürütmeyi eldeki verilerden yola çıkarak matematiksel düşünme tekniklerinin kullanılarak bir sonuç elde etme süreci olarak ele alınmıştır (MEB, 2017). Benzer şekilde matematiksel muhakeme, matematiksel kavramların anlaşılmasında, çözüme dair fikirler üretilmesinde, öğrenilen bilgileri kavramsallaştırmada, gerekli hesaplamaları uygun şekilde gerçekleştirebilmede ve farklı yerlerde uygulayabilmede yani bireyin karşılaştığı matematiksel problemlerin anlamlandırılarak gerekli uygulamaların yapılabilmesinde etkin bir role sahip önemli bir beceri olarak belirtilmektedir (Brodie, 2010; Ev-Çimen, 2008).

1.1.2.5. Stratejilerin geliştirilmesi

Bu beceri matematiksel problem çözmenin stratejik yönüyle ilgilidir. Strateji geliştirme problem çözme sürecindeki zihinsel aktivitelerin gerçekleşmesi esnasında kullanılan araçlar ve sonuca ulaştıran yöntemlerdir, çözüm yollarıdır. Dolayısıyla bu beceri problem durumunun çözümü için uygun stratejinin belirlenmesi, yapılandırılması ve bu stratejilerin uygulanması ve uygunluğunun kontrol edilmesi aşamalarını kapsamaktadır.

Her aşamada bir alt hedef ve ilgili adımlar bulunur. Örneğin veri toplama, bunları dönüştürme ve farklı bir şekilde temsil etme planı normal olarak üç ayrı aşamadan oluşur.

Problem çözme sürecinde kullanılan stratejilerden genellikle kullanılanlar şunlardır:

- Sistematiik liste yapma,

- Tahmin ve kontrol,
- Diyagram çizme,
- Veriler arasında ilişki arama,
- Eşitlik yazma,
- Tahmin etme,
- Benzer problemlerin çözümünden faydalanma,
- Geriye doğru çalışma,
- Tablo yapma gibi.

Öğrencilerin bu tür stratejiler üretilip kullanabilme ihtiyacı problemin karmaşıklık düzeyi arttıkça artar (Reys, Suydam, Lindquist & Smith, 1998).

Stratejilerin geliştirilmesi becerisi problem çözümü sürecinde incelendiğinde öncelikle problemin durumunun çeşitli yönlerden ele alınmasını sağlayacak uygun stratejilerin belirlenmesi gerekmektedir. Böylece çeşitli matematiksel işlemlerin kullanılması ile problem durumunun çözüm yolları belirlenebilir. Böylece seçilen veya tasarlanan stratejinin uygulanmasıyla problemin çözüme ulaşması beklenir. Sonrasında ise uygulanan stratejinin problemin çözümünü veya sonucunu ortaya koyup koymadığı yorumlanarak farklı stratejiler karşılaştırılabilir.

1.1.2.6. Sembolik dilin kullanımı

Bu yeterlilik, matematiksel tanımları, kuralları ve matematiksel içerik bilgisini etkin olarak kullanmayı içerir. Bunun yanında sembolik ifadeleri hatırlama ve kullanma, formülleri veya işlevsel ilişkileri anlama ve kullanma, aritmetik hesaplamalar veya denklemleri çözme gibi biçimsel işlem kurallarını kullanmayı içerir, (Turner vd., 2015).

Hem temsil hem de sembolik dil kavramları sembollerini kapsadığı için aynı zamanda bu iki beceri birbiri ile de yakın ilişkilidir. Aralarında yine de bazı temel farklılıklar vardır. Temsil etme yeterliği, sembolik temsiller dahil olmak üzere matematiksel varlıkların çok sayıda temsilleri arasındaki ilişkilere ve dönüşümlere değinirken, mevcut yeterlik semboller ve teknik dil üzerinde yoğunlaşmaktadır (Niss & Højgaard, 2011).

Matematiksel olmayan durumların sembolik formülasyonlarını geliştirmek, matematiğin bir parçasıdır. Örneğin, matematiksel olmayan bir durumun temel unsurlarını yansıtacak bir denklem oluşturmak matematikseldir, bunun çözülmesi ise sembollerin, işlemlerin ve biçimsel dil yetkinliğinin kullanımının bir

parçasıdır. Sembolik ifadeleri değiştirmek, matematiksel temsiller olsa bile, kullanılan semboller, işlemler ve biçimsel dil yeterliliğine aittir. Bununla birlikte, sembolik ve diğer temsiller arasında çeviri yapmak, temsil yetkinliğine aittir (Turner, Blum ve Niss, 2015).

Thompson ve Chappbell'e (2007) göre matematik okuryazarlığının gelişmesinde iletişim ve temsil etme temel bileşenlerdir. Buna göre, matematik derslerinde öğrencilerin konuşma, dinleme, okuma ve matematiğin kelimeleri, sembolleri ve kavramlarını anlamada iletişim ve yazmayı kullanmanın cesaretlendirilmesi gerekir. Ayrıca, öğrenciler çoklu temsil etmeyi (örneğin diyagram) kullanmada, matematiksel kavramların sözel, sembolik, grafiksel ve sayısal şekilleri arasında akıcı hareket etme konusunda cesaretlendirilmelidir. Matematiksel içeriğe göre maddeler incelendiğinde yapılan sınıflandırmanın matematiğin gelişiminde rol oynayan olgular ile öğretim programında yer alan ana temalar çerçevesinde yapıldığı görülmektedir.

Bireyin matematiksel okuryazarlık becerilerini edinmiş olabileceğini gösteren özellikler aşağıda sıralanmıştır.

- a) Farklı şekillerde sayısal modeller üretebilme ve düzenleyebilme,
- b) Sayılarla işlem yapma yollarını anladığını sergileyebilme,
- c) Matematiğin tarihsel gelişimini anladığını sergileyebilme,
- d) Matematiksel dili; matematiksel düşüncelerin, kavramların, genellemelerin ve süreçlerin ifadesinde kullanabilme,
- e) Sosyal, politik ve ekonomik işlerde ne tür matematiksel ilişkiler olduğunu analiz edebilme,
- f) Çeşitli mantıksal süreçleri; isabetli tahminlerde bulunma, test etme ve formülleştirmede kullanabilme,
- g) Çeşitli açılardan yeterliğe ve güvenilirliğe karar verebilmede matematikten yararlanabilme,
- h) Bilgiye dayalı kararlar vermede verileri analiz edebilme,
- i) Bütün duyuları kullanarak; şekil, uzay, zaman ve hareketle ilgili deneyimleri tanımlayabilme (akt. Tekin ve Tekin, 2004).

Bütün bu bilgiler dikkate alındığında matematiksel modelleme ile matematik okuryazarlığının örtüştüğü söylenebilir. Yapılan incelemelerde PISA ve TIMSS gibi matematik okuryazarlığını ve başka becerileri ölçmeyi hedefleyen sınavlarda başarılı olan ülkelerin öğretim programları dikkate alındığında matematiksel modellemenin sıkça kullanıldığı görülmüştür.

1.2. Matematiksel Modelleme

Sriraman (2006)'a göre bir sürecin sonunda ortaya konan ürün model, somut, sembolik ya da soyut bir şekilde gösterilen modelin oluşturulma süreci ise modelleme olarak ifade edilmektedir.

Lesh ve Doerr (2003, s. 5) ise öğrencilerin karşılaştıkları problem durumundaki düşünme süreçlerinde işe koştukları zihinsel araçların hepsini model olarak ifade etmektedirler. Modelleme ise karmaşık durumları anlama, yorumlama, açıklama ve bir model ortaya koyabilme sürecinin tamamını belirtmektedir.

Modelleme kavramı birçok farklı bilim dalında da kullanılan ve gerçek yaşamdan bir durumun prototipinin oluşturulması sürecini kapsayan bir ifadedir (Erbaş vd, 2014).

Matematiksel modelleme gerçek yaşam problemlerinin matematiksel olarak yorumlanıp açıklanarak benzer problemlerde de kullanılabilir matematiksel modellerin ortaya çıkarılmasıdır (Lesh ve Doerr, 2003, s.5). Matematik eğitime matematiksel modelleme çalışmalarıyla büyük katkı sağlayan Lesh ve Doerr (2003, s. 3), model ve modelleme kavramlarının anlamca ikisini birden kapsayan “model ortaya çıkarma” (model eliciting) ifadesini literatüre kazandırmışlardır.

Matematiksel modelleme en genel tanımıyla günlük yaşamdan bir durumun matematiksel olarak belirtilebilmesi ve bu durum içerisinde matematiksel bir sonuç ve örüntü ortaya çıkarılabilme sürecidir (Verschaffel, Greer ve De Corte, 2002). Bu süreç sonunda ortaya konan matematiksel model, her türlü grafik, tablo, denklem, fonksiyon vb. bir temsil olabileceği gibi problem durumunu yorumlamada kullanabileceğimiz bütün zihinsel araçları da kapsamaktadır.

Konu ile ilgili alanyazın incelendiğinde matematiksel modellemenin eğitimde uygulanmasına ilişkin farklı yaklaşımlar olduğu görülmektedir. Bu yaklaşımlar; gerçekçi, bağlamsal, eğitimsel, epistemolojik, bilişsel ve sosyo-kritik olarak sınıflandırılmış ve Blomhøj (2009, s. 15) tarafından tablolastırarak (Bkz. Tablo 1.3) temel noktaları ve birbirlerinden ayrıldıkları durumlar bir araya getirilmiştir.

Tablo 1.3. Matematiksel modelleme yaklaşımları (Blomhøj 2009, s. 15)

Bakış Açısı	Amaç	Geçmiş	Araştırma Sorusu veya Amacı	Modelleme Döngüsünün Rolü
Gerçekçi	Pragmatik faydacı hedefler	Pollak (1969)	Belirli bir gerçek problemi modellemek için hangi şartlar ve destekler gerekli?	Gerçek yaşam deneyimleri ya da problem durumunu analiz etmek için kullanılır.
Bağlamsal	Konu ile ilgili ve psikolojik hedefler	Lesh ve Doerr (2003) Lesh ve Caylor (2007)	Öğrenciler için anlamlı modelleme etkinlikleri bağlamları nasıl tasarlanır?	Modelleme süreci değil model ortaya çıkarma faaliyetleri odaktadır.
Eğitimsel (matematik öğrenmek için)	Matematik öğrenmek için araç	Niss (1987, 1989) Blum ve Niss (1991) Blum ve Leiss (2005)	Matematiksel kavramların öğrenilmesi ve matematik öğrenimine desteği nasıl olabilir?	Öğrencilerin belli öğrenme düşüncelerinin ortaya çıkarılması için modelleme etkinlik tasarımı ve analizi.
Eğitimsel (modelleme öğrenmek için)	Eğitimin bir hedefi olarak modelleme yeterlikleri	Rodriguez (Kadijevich)	İyi bir öğrenme etkinliği nasıl olmalıdır? Modellemenin adımlarında zorluklar nelerdir?	Bir öğrenme hedefi olarak matematiksel modelleme yeterliklerini tanımlamak.
Epistemolojik	Modelleme yoluyla yeniden matematik	Freudenthal (1983) Traffers (1987)	Fonksiyon kavramını yeniden öğrenmek için modelleme nasıl kullanılabilir?	Modelden model içine geçişte matematikleştirmenin vurgulanması.
Bilişsel	Matematiksel modellemede zihinsel süreçlerin analizi	Piaget Skemp Ferri (2006)	Bilişsel ve modelleme becerileri modelleme döngüsünün hangi adımları ile ilgilidir?	Bilişsel becerileri belirlemek amacıyla modelleme sürecini yapılandırmak.
Sosyo-kritik	Kritik ve eleştirel gerçeklik anlayışı	Skovsmose (1994,2005) D'Ambrosio (1999)	Öğrencilerin aralarında eleştiri söylemleri oluşturmak için matematiksel modellemenin etkisi nasıl ortaya çıkarılır?	Süreç yaklaşımı ve modelleme süreci ilişkisinde eleştirilerin ve yansımaların yapılandırılması.

Tablo 1.3’de yer alan modelleme yaklaşımları incelendiğinde yaklaşımların araştırma sorusu ve amacı ile birbirlerinden farklılaştıkları görülmektedir. Epistemolojik yaklaşımda amaç matematiksel konuların modelleme yoluyla yeniden öğrenilmesi iken bilişsel yaklaşımda amaç öğrencilerin modellemede zihinsel süreçlerinin incelenerek bilişsel becerilerinin ortaya çıkarılmasıdır.

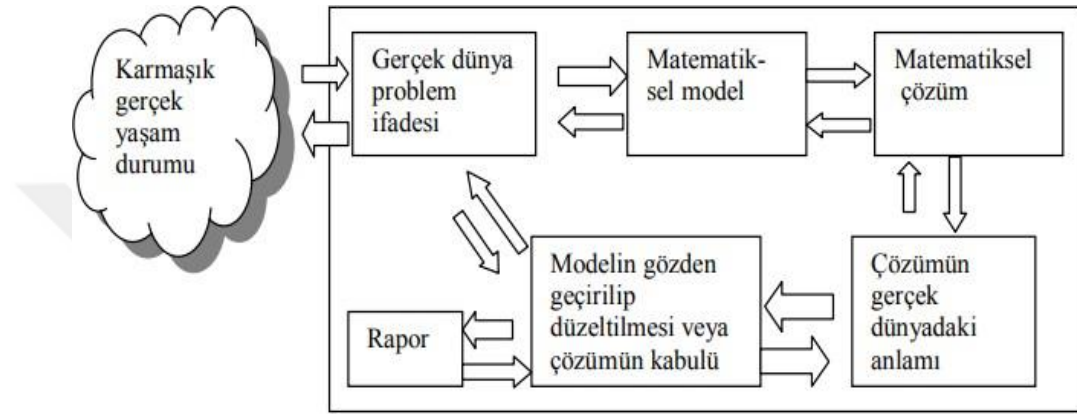
Bu çalışmada bağlamsal yaklaşım temel alınarak matematiksel modelleme süreci gerçekleştirilmiştir. Bağlamsal yaklaşım kapsamında ele alınan matematiksel modellemede yapay olmayan gerçek hayat durumları üzerinde durulmaktadır. Bu yaklaşıma göre konuya uygun bağlamlar çerçevesinde matematiksel ifadelerin kavramsal olarak öğrenilebileceği belirtilmektedir. Bağlamsal modellemeye göre kapalı yani dış çevre ile etkileşimi olmayan sistemler başarılı olamamaktadır. Çünkü sistemdeki (matematiksel sistem) değişkenler dış çevre (gerçek yaşam) ile etkileşim halindedir. Ayrıca bağlamsal bakış açısına göre gerçek yaşam durumunun matematiksel olarak ifade edilebilmesinde eldeki verileri belirleyip bunları düzenleme, yorumlama, genellemelerde bulunma ve bu genellemelerin benzer durumlara aktarılabilmesi için matematiksel bir model ortaya koyma gibi zihinsel süreçleri içerir.

1.2.1. Matematiksel modelleme süreci

Matematiksel modelleme alanında yapılan çalışmalara öncülük edenlerden biri olan Kapur (1982), modelleme sürecini problemin çözümü için uygun değişkenlerin belirlenerek bu değişkenler arası ilişkinin ortaya konması ve problemi çözüme ulaştıran bir modelin ortaya konması olarak tanımlamıştır. Modelin doğrulanması gerektiği de yine Kapur (1982)'un modelleme sürecinde yer almaktadır. Maaß (2006) ise bu süreci şöyle açıklamaktadır; gerçek yaşam probleminin matematikselleştirilmesi sürecinde gerçekleştirilen düzenlemeler, yapılandırmalar ile gerçek yaşam ile matematik arasındaki geçişler sonucu bir modelin inşa edilmesidir. Matematiksel modelleme sürecinde (Blum, 1996, Blomhoj, 2009, Galbraith ve Stillman, 2006) matematiksel çözümler gerçekleştirildikten sonra elde edilen model doğrulanmalıdır. Bu doğrulama sonucunda çözüm ya da model gerçek yaşam problemi ile örtüşmüyorsa modelleme sürecinde önceki adımlara tekrar dönmeli ve uygun adımdan başlanarak süreç yinelenmelidir. Dolayısıyla matematiksel modelleme sınırları belli olan bir süreç ile sınırlı olmayıp aksine gayet esnek, bireylerin aktif katılımının gerektiği ve farklı sonuçlara ulaşabildikleri bir süreçtir. Bununla birlikte araştırmacıların çalışmaları sonucu matematiksel modelleme sürecine aktif olarak dahil olması gereken öğrencilerin birbirleri ile etkileşimi ve iletişimi sağlamada, modelleme döngüsünün çeşitli adımlarında bazı zorluklarla karşılaştıkları görülmüştür. Bu zorlukların üstesinden gelinmesinde öğretmenin rehberliğinin de çok önemli bir konuma sahip olduğu belirlenmiştir

(Borromeo Ferri, 2006). Bu durumda modelleme sürecinde sadece öğrencinin değil öğretmen de duruma uygun olarak etkin bir rolü olduğu düşünülmektedir.

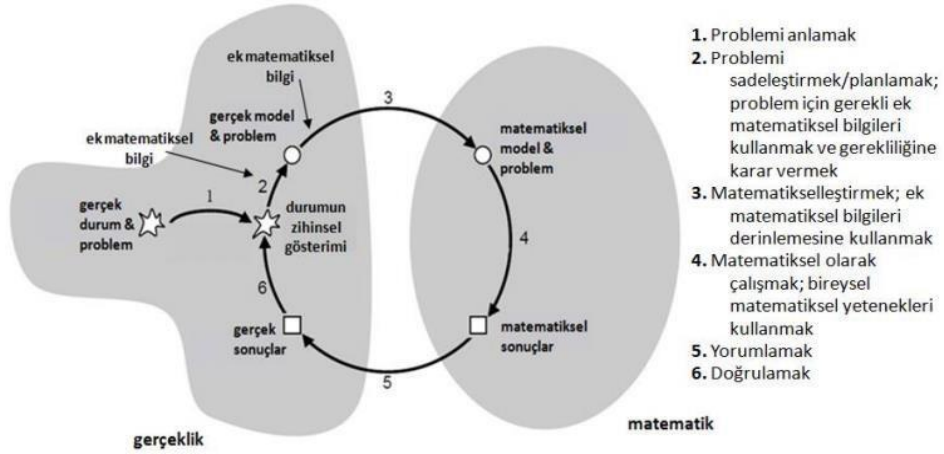
Araştırmacılar, matematiksel modelleme üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalar ile genel olarak benzerlik gösteren çeşitli matematiksel modelleme sürecini şematize eden aşağıda sunulmuş olan döngüsel modelleri oluşturmuşlardır (Bkz. Şekil 1.5, Şekil 1.6, Şekil 1.7).



Şekil 1.5. Modelleme süreci (Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007; s.690).

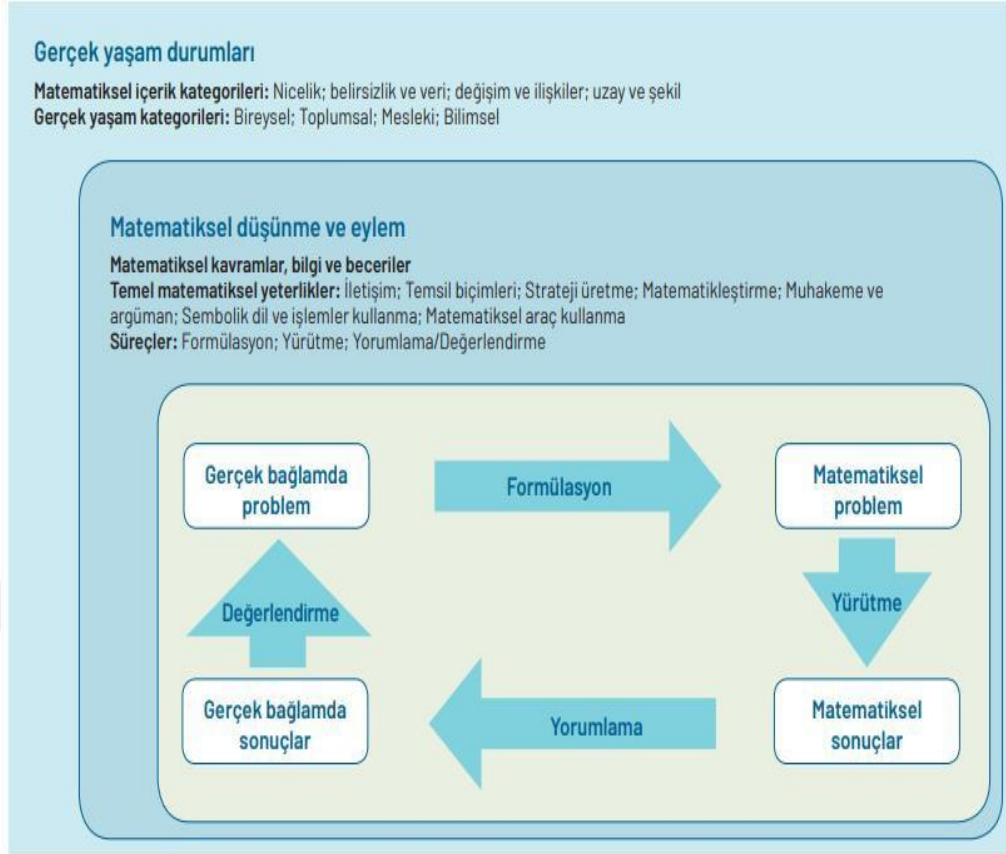
Şekil 1.5’de yer alan modele göre; gerçek yaşam durumundan problem ifadesine geçişte anlama ve yapılandırma, problem ifadesinin matematiksel modele dönüştürülmesinde varsayımda bulunma, formüle etme, matematikleştirme, matematiksel modelden matematiksel çözüme geçişte matematiksel çalışma yapma, çözümün gerçek dünyadaki anlamına ulaşmada matematiksel çıktıları yorumlama, modelin gözden geçirilip düzeltilmesinde birleştirme ve doğrulama, raporun sunulmasına geçişte de iletişim ve çözümü savunma gibi süreç becerileri ortaya çıkmaktadır (Stillman, Galbraith, Brown ve Edwards, 2007).

Şekil 1.6 incelendiğinde Borromeo Ferri (2006)’nin çalışmasında ortaya çıkan matematiksel modelleme döngüsüne göre gerçeklik ve matematik arasında ek matematiksel bilgilerin kullanımı ile bir geçiş sağlanarak matematiksel modelin inşası verilmektedir.



Şekil 1.6. Modelleme döngüsü (Borromeo Ferri, 2006).

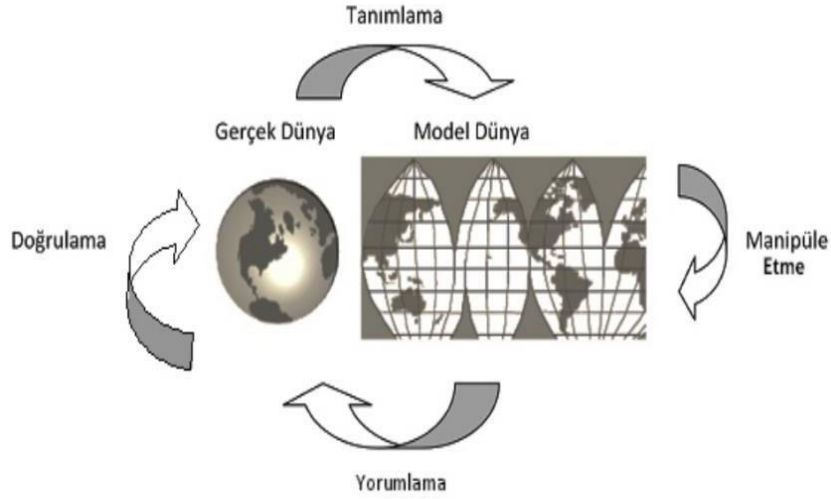
Bu model (Bkz. Şekil 1.6) yolu ile elde edilen matematiksel sonuçların yorumlanarak gerçek durum sonucuna uyarlanması söz konusudur. Borromeo Ferri (2006)'ye göre öncelikle problem durumunun problem çözücü tarafından tam olarak anlaşılması gerekmektedir. Sonrasında problemin sınırları belirlenmeli gereksiz bilgiler ayırt edilmelidir. Böylece problem durumu basitleştirilip yapılandırılabilir. Bu aşamadan sonra problem durumunu matematikselleştirme ve problem durumu üzerinde matematiksel olarak çalışma adımları birbirini takip eder. Elde edilen matematiksel sonuçlar yorumlanarak gerçek hayat durumunun sonuçları ile örtüşme durumu doğrulanır. Bu modelleme süreçlerine ilaveten PISA uygulamasında öğrencilerin gerçek yaşam durumlarını matematiksel olarak inceleme ve çözümleme süreçlerini gösteren PISA matematik okuryazarlığı modeli (Bkz. Şekil 1.7) de modelleme sürecine benzer bir döngü ile gösterilmiştir.



Şekil 1.7. PISA 2018 matematik okuryazarlığı modeli (MEB, 2019, s. 59).

Şekil 1.7’de verilen PISA matematik okuryazarlık modelinde formülasyon sürecinde bireyler problemi matematiksel olarak nasıl ifade edebileceklerini belirlemelidirler, yürütme sürecinde ise problem çözmede matematiksel kavram, olgu ve işlemleri kullanarak akıl yürütme becerilerini kullanabilmelidirler, yorumlama aşamasında da ulaşılan matematiksel sonucu günlük yaşam problemleri kapsamında yorumlayabilmelidirler.

Lesh ve Doerr (2003)’a göre literatürde yer alan ve matematiksel modelleme sürecini açıklayan farklı yaklaşımların geneli bu sürecin bir döngüden oluştuğunu ve genel olarak bu döngüde dört adımın yer aldığını belirtmişlerdir. Yani matematiksel modelleme genel olarak anlama, düzenleme, tahmin ve doğrulama basamaklarından oluşmaktadır (Bkz. Şekil 1.8).



Şekil 1.8. Modelleme döngüsü Lesh ve Doerr (2003, s. 4).

Lesh ve Doerr (2003) matematiksel modelleme döngüsünde yer alan basamakları kısaca şu şekilde ifade etmişlerdir:

- Tanımlama/Anlama (Description):

Anlama basamağı gerçek dünya durumu ile problem durumu arasında bir köprü görevindedir. Burada öncelikle gerçek durumu ele alınarak durumun mantıksal olarak incelenmesinden sonra problem durumu tanımlanır. Yani durumda ki ilgili ve ilgisiz veriler ayrıştırılarak problemin net olarak anlaşılması sağlanır. Böylece problem durumu basitleştirilmiş olur.

- Düzenleme/Manipüle Etme (Manipulation)

Problem durumunun çözümü için gerçekleştirilen matematiksel işlemler ile birlikte yani gerçek yaşam durumunun matematikleştirilmesi ile problem durumundaki ilişkilerin denklem, fonksiyon, tablo vb. gibi temsillerle ortaya çıkarılması sürecidir. Böylece ilk matematiksel model oluşturulur ve bu model üzerinde düzenlemeler yapılır.

- Tahmin Etme (Prediction)

Oluşturulan ilk matematiksel modelle birlikte ortaya çıkan sonuçların yorumlanarak modelin geliştirilmesi veya yeni bir modelin oluşturulması ile elde edilen sonuçların gerçek dünya ve problem durumu arasında aktarımını sağlayan bağlamın tahmin edildiği basamaktır. Böylece bu adımda ana matematiksel modelin oluşturulması gerçekleşir.

- Doğrulama (Verification)

Burada revize edilen ve son şekli verilen modelin gerçek yaşam durumları için kullanılıp kullanılmadığına bakılır. Ayrıca oluşturulan model benzer durumlar için de kullanıldığında oluşan sonuçlar kontrol edilir. Böylece oluşturulan matematiksel modelin benzer durumlarda benzer sonuçlar verip vermediği test edilerek doğrulama aşaması gerçekleştirilir.

Modelleme süreçleri incelendiğinde görülmektedir ki araştırmacılar matematiksel modellemeyi birbirini takip eden döngüler şeklinde göstermişlerdir. Döngülerde yer alan adımlar da genel anlamda birbirine benzemektedir. Genel olarak modeller, gerçek yaşam probleminin matematiksel olarak çözümlenmesi ve ulaşılan sonucun yorumlanarak gerçek yaşam problemine uyarlanması şeklindeki adımlardan oluşmaktadır.

1.2.2. Matematiksel modelleme etkinlikleri

Literatürde model oluşturma etkinlikleri (MOE) olarak da karşımıza çıkan modelleme etkinliklerinin matematik eğitim ve öğretiminde kullanılmak üzere matematik eğitimi araştırmacıları tarafından geliştirildiği belirtilmektedir (Chamberlin ve Moon 2008). MOE'ler geliştirilme aşamasında öğretmenler ve öğrenciler üzerinde öğretim deneyimleri ile birlikte denenmiş ve saptanan eksikliklerin giderilmesi için tekrar revize edilmişlerdir (Lesh vd. 2003). Tekin Dede ve Bukova Güzel (2016) alan yazından faydalanan model oluşturma etkinliklerinin özelliklerini belirlemişlerdir (Bkz. Şekil 1.9).

Bir model oluşturma etkinliğinin sahip olması gereken altı özellik şu şekilde sıralanabilir:

1) Model oluşturma prensibi: etkinlik model oluşumuna izin verecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu model elemanlar, bu elemanlar arasındaki ilişkiler ve işlemler ile bu ilişkileri düzenleyen desen ve kurallardan oluşmalıdır.

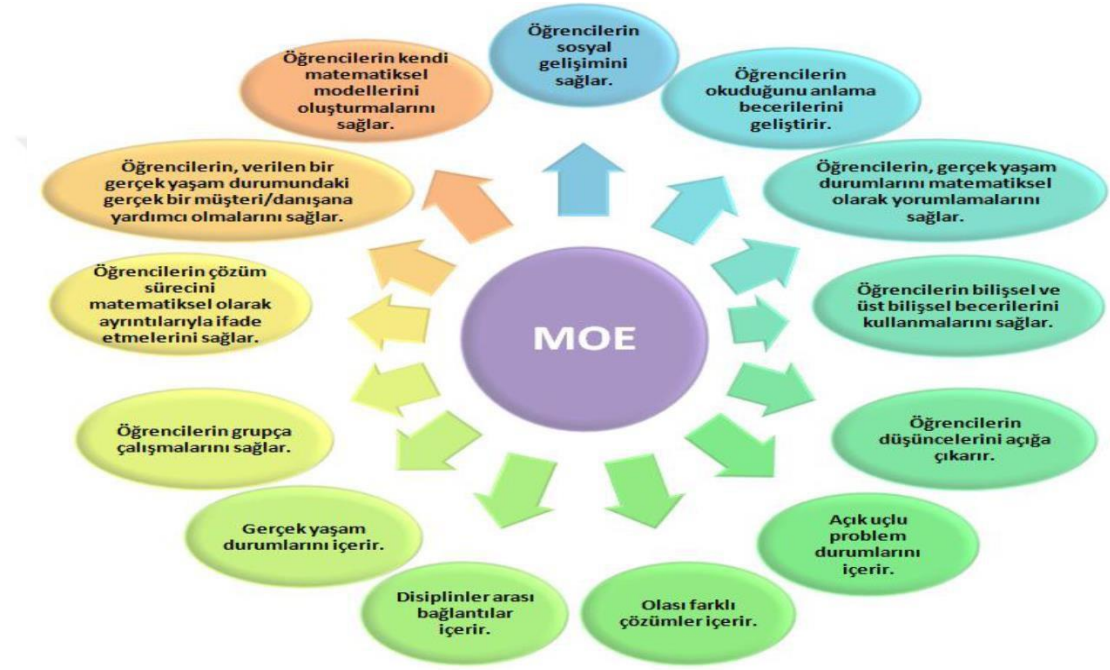
2) Gerçeklik prensibi: etkinlik gerçek veya gerçeğe yakın verilere dayanan, anlamlı ve bireylerin günlük yaşamlarıyla ilgili olmalıdır.

3) Özdeğerlendirme prensibi: bireyler kendi kendini değerlendirebilmeli veya çözümlerinin kullanışlılığını ölçebilmelidir.

4) Model dokümantasyon prensibi: bireyler kendi düşünme süreçlerini (varsayımlar, amaçlar ve çözüm yolları) çözümleri içinde gösterebilmelidir.

5) Model genelleme prensibi: ortaya konulan çözümler genellenebilir veya benzer başka durumlara kolayca adapte edilebilir olmalıdır.

6) Etkili prototip prensibi: üretilen model mümkün olduğunca basit fakat matematiksel olarak da bir o kadar önemli olmalıdır (Lesh, vd.'den aktaran Eraslan, 2011).



Şekil 1.9. Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri (Tekin Dede ve Bukova Güzel, 2014).

Model oluşturma etkinliklerinin özellikleri (Bkz. Şekil 1.9) incelendiğinde bu etkinliklerin öğrencilerin hem içsel hem sosyal hem de disiplinler arası becerilerine etkisi olacak şekilde bir içeriğe sahip olması gerektiği görülmektedir. Disiplinler arası geçişte matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanımı istatistiksel düşünmeyi de ön plana çıkarmaktadır. İstatistiksel konuların birçok disiplinde yer alması ve akıl yürütme, ilişkilendirme gibi becerilere olan etkisi göz önünde bulundurulduğunda matematiksel modellemede kullanılabilirliği oldukça fazla olduğu belirlenmiştir.

1.3. İstatistik ve İstatistiksel Düşünme

İstatistiğin günlük yaşamda faydalı ve kullanışlı olması, diğer disiplinlerde de kullanılan bir araç olması ve öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini geliştirmede önemli olması hem öğretim programı geliştirenlerin hem de araştırmacıların odak noktası olmuştur. Bunun sonucunda da son yirmi yılda istatistik öğretimine yönelik araştırmaların sayısı gittikçe artmıştır. Bu araştırmaların etkisi ile ilköğretimden üniversiteye istatistik öğrenme alanı kazanımlarının içeriği ve yapısı değişmeye başlamıştır. Bu değişiklikler istatistiğin öğrenilmesi ve öğretilmesine yön verici nitelikte, yenilikçi pedagojik yaklaşımların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Matematik öğretim programlarının yenilenmesi sonucu ülkemizde de farklı sınıf düzeylerinde istatistik öğrenme alanı kazanımlarına önceki öğretim programlarından daha fazla yer verildiği görülmektedir (Koparan&Akıncı, 2015).

İstatistiksel ve olasılıksal düşünme, matematiksel düşünme içinde önemli bir bileşendir. Bu düşünme tarzı problem çözme, akıl yürütme, iletişim ve ilişkilendirme becerileri ile etkin bir etkileşim içinde olduğundan her ne kadar ülkemiz öğretim programında çok eskiye dayanan bir tarihi olmasa da (Gürbüz, 2007) birçok ülkenin matematik öğretim programında yer almaktadır (Boravenrak&Peard, 1996; NCTM, 2000). Türkiye’ de olasılık konusu daha önce sadece ilköğretim 8.sınıf matematik programında yer alırken, değişen öğretim programı ile birlikte ilköğretim 5–8. sınıf matematik programlarına eklenmiştir (MEB, 2005). İstatistik öğrenme alanındaki temel amaç; öğrencilerin, çevrelerinden topladıkları verileri tablolaştırmaları, farklı türdeki grafiklere dönüştürmeleri ve yorumlamaları veya karşılıklarına çıkan şekil, grafik ve tabloyu yorumlayabilmeleri ve çıkarımda bulunabilmeleridir. (MEB, 2017). 5. sınıf seviyesinde veri işleme öğrenme alanına ilişkin öğrencilerden veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturmaları, bu sorulara uygun veriyi tablo, sıklık tablosu ve sütun grafiğinden uygun olanları ile göstermeleri ve yorumlamaları beklenmektedir. 6. sınıf seviyesinde ise iki veri grubuna ilişkin veri elde etmeleri, bu verileri düzenlemeleri ve analiz etmeleri beklenmektedir. Öğrencilerin iki gruba ait verileri karşılaştırmada ve yorumlamada aritmetik ortalama ve açıklık kullanması bu seviyede hedeflenen kazanımlar arasındadır. 7. sınıfta daire ve çizgi grafiği kavramları ele alınmakta ve öğrencilerin bu grafikleri yorumlamaları beklenmektedir. Bunların yanı sıra ortalama, ortanca ve tepe değer kavramlarının öğrenciler tarafından anlaşılması, hesaplanması ve yorumlanması beklenmektedir. Ayrıca verileri uygun olan gösterimler ile sunmaları istenmektedir. 8.

sınıfa gelindiğinde ise en fazla üç veri grubunu içeren çizgi ve sütun grafiklerini yorumlamaları ve araştırma sorularına ilişkin verileri uygunluğuna göre sütun, daire ve çizgi grafiği ile göstermeleri ve bu gösterimler arasında uygun olan dönüşümler yapmaları beklenmektedir. (MEB, 2017).

1.3.1. Veri işleme öğrenme alanı kazanımları

8. sınıf matematik öğretim programında veri işleme öğrenme alanına ait alt öğrenme alanında yer alan kazanımlar veri düzenleme, değerlendirme ve yorumlama şeklindedir. Bu kazanımlar kapsamında öğrencilerden beklenen yeterlikler şöyledir;

En fazla üç veri grubuna ait çizgi ve sütun grafiklerini yorumlar, verileri sütun, daire veya çizgi grafiği ile gösterir ve bu gösterimler arasında uygun olan dönüşümleri yapar. Farklı gösterimlerin birbirlerine göre üstün ve zayıf yönlerini belirleyebilir.

1.4. Problem Durumu

Son yıllarda matematik eğitimi ile ilgili yapılan gerek akademik araştırmalar gerekse hazırlanan öğretim programlarında yaratıcı ve eleştirel düşünme, problem çözme, akıl yürütme gibi birtakım beceriler ön plana çıkmıştır. Bu becerilerin yanında artık günümüz bireylerinden okulda öğrendiği matematiği günlük yaşantısında da aktif bir şekilde kullanıp karşılaştığı gerçek yaşam problemlerine de çözüm üretebilen ve böylece matematik ile yaşam arasındaki bağların farkına varabilme becerileri de beklenmektedir. Bu yeterlikler bazı araştırmacıların çalışmaları (Pugalee, 1999, Jablonka, 2001, vd.) ve özellikle de PISA sınavında öğrencilerin verdikleri cevapların analizi sonucunda matematiksel okuryazarlık becerileri olarak adlandırılmıştır. Literatürdeki tanımlara da bakıldığında matematik okuryazarlığı kısaca öğrencilerin günlük yaşamda karşılaştıkları problemlerde matematik kullanma durumları olarak özetlenebilir. Ancak yapılan birçok çalışma göstermiştir ki öğrenciler matematik ile gerçek yaşam arasındaki ilişkiyi fark edemeyip göz ardı etmektedirler ve bu durumda öğrencilerin sürekli sözel problemlere maruz kalmasının payı büyüktür (Greer, 1997).

Günümüzde nitelikli ve matematiksel okuryazarlık becerilerini edinmiş bireylerin yetişebilmesi için sadece matematiksel işlem süreçlerini ezberlemek ve buna benzer problem durumlarını uygulamak yeterli değildir. Çünkü çözümün tek bir seçenekten oluşması matematikte önemli bir yeri olan esneklik değeri ile örtüşmemektedir

(Bishop&Clarkson'dan, 2003, akt. Durmuş, 2011). Bu bağlamda öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirebilmek için onlara iletişim kurabilecekleri, akıl yürütmeye ihtiyaç duyabilecekleri, eleştirel düşünebilecekleri, farklı çözüm yöntemlerini sunabilecekleri açık uçlu sorular ve etkinliklere yer verilerek öğrencinin merkezde olduğu gerçekçi problem çözme etkinliklerine dayalı öğrenme ortamları tercih edilmelidir (MEB, 2013). Bu durumda okul ortamında edinilen bilgilerin ve kavramların daha anlamlı ve farklı yaşam ortamlarında da kullanılabilir hale getirilmesi için farklı uygulamalara ve öğretim yöntemlerine gereksinim duyulmaktadır. Bu uygulama alanlarından biri olan matematiksel modellemenin öğrencinin gerçek yaşam problemleri ile matematik arasındaki ilişkiyi kurabilmesinde önemli bir rolü vardır. (Güder, 2013). Matematiksel modelleme sürecinde gerçek yaşamdan doğan bir konu alınır ve matematiksel olarak ifade edilir. Modelleme sınıf ortamında öğrenciler tarafından yapılır. Matematiksel modelleme etkinlikleri, öğrenciler için matematiği öğrenmenin yanında matematiğin gerçek yaşamda çok farklı yönlerini fark etme açısından mükemmel bir yoldur (Lingefjard&Holmquist, 2005). Böylece 2017 yılında taslak olarak sunulan ve 2018 yılında son şekli verilen matematik öğretim programında matematiksel modellemeye de yer verilmiş ve kazandırılması gereken beceriler arasında ele alınmıştır. Ayrıca MEB (2017), matematik öğretim programı vizyonunu gerçek yaşam durumları ile matematik arasında ilişki kurabilen, problemlere farklı bakış açıları ile çözüm üretebilen, akıl yürütme becerisini kullanabilen ve analitik düşünebilen bireyler yetiştirmeyi hedeflemek olarak güncellemiştir.

Araştırma açısından duruma bakıldığında ise sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modellemeye dayanan etkinliklerle gerçekleştirilen problem çözme sürecinde, bu sürecin nasıl ilerlediği, modelleme etkinliklerinde gösterilen matematiksel okuryazarlık becerilerinin neler olduğu, bu becerilerin nasıl ortaya çıktığı ve hangi düzeyde işe koşulduğu, modelleme etkinliklerinin bu becerilerin ortaya konmasına etkisinin olup olmadığı hakkında oldukça sınırlı araştırmalar olduğu görülmüştür.

Alanyazın bölümünde detayları verilen bu araştırmalar irdelendiğinde özellikle sekizinci sınıflarla yapılan ve veri işleme öğrenme alanında hazırlanmış matematiksel modelleme etkinliklerinin sayısının sınırlı oluşu ve bu çalışmalarda genellikle matematiksel okuryazarlık becerilerinin standart bir ölçme aracıyla değerlendirilmeye çalışılması literatürde bu becerilerin derinlemesine incelenmesiyle ilgili bir boşluk oluşturmuştur. Ayrıca çok sınırlı sayıda olan matematiksel okuryazarlık becerilerinin

ayrıntılı olarak incelenmek istendiği çalışmalarda ise sadece tek bir beceriye odaklanılmıştır. Bu çalışma ile hem modelleme etkinliklerinin matematiksel okuryazarlık becerilerinin gelişimine etkisinin incelenmesi hem de tüm matematiksel okuryazarlık becerilerinin derinlemesine analiz edilmesi ve bu durumda matematiksel okuryazarlık becerilerinin birbirleri ile olan etkileşimlerinin de göz önünde bulundurulması ile literatüre bu konu kapsamında destek sağlanması amaçlanmaktadır.

1.5. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın genel amacı, sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri ile desteklenen matematik uygulama derslerinde işe koşulan matematiksel okuryazarlık becerilerinin araştırılmasıdır.

PISA’da matematik okuryazarlığına ilişkin geliştirilen problemlere öğrencilerin verdikleri cevapların analiz edilmesi sonucunda, matematik okuryazarlığının altında yatan bir takım temel matematiksel beceriler olduğu ortaya çıkarılmıştır (OECD, 2018).

Bu beceriler

“İletişim”,

“Matematik diline aktarma”,

“Temsil ile gösterim”,

“Akıl yürütme ve ispatlama”,

“Farklı stratejiler oluşturma ve kullanma”,

“Matematiksel dili ve işlemleri kullanma” ve

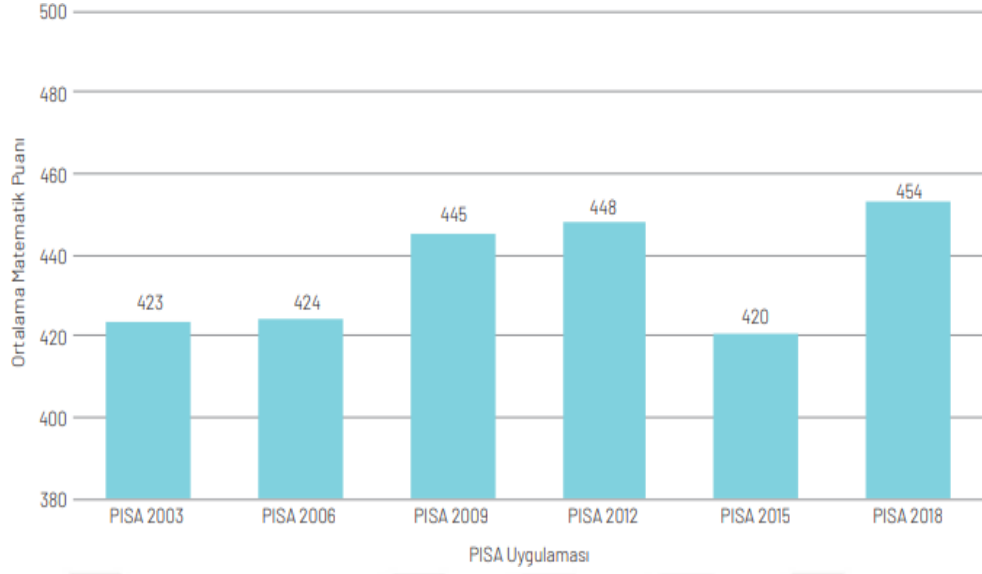
“Matematiksel araçları kullanma” olmak üzere yedi tanedir. Bu çalışmanın detayında yukarıda bahsi geçen matematiksel okuryazarlık temel becerilerinin hepsinin ayrı ayrı ayrıntılı olarak incelenmesi ve bu incelemenin modelleme sürecinde gerçekleştirilmesi amacı vardır. Sonuç olarak çalışmada bu beceriler matematiksel okuryazarlık yeterli düzeyleri dikkate alınarak aşağıdaki araştırma problemine yanıt aranmıştır:

Veri işleme öğrenme alanı kapsamında gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinde 8. Sınıf öğrencileri hangi matematiksel okuryazarlık becerilerini nasıl ve ne düzeyde gösterebilmektedirler?

1.6. Araştırmanın Önemi

Günümüz eğitiminden beklenen, 21. Yüzyıla uygun beceriler geliştirmiş yani karşılaştığı sorunlara çözüm üretebilen, akıl yürütebilen, iletişimi aktif olarak kullanabilen ve buna benzer özelliklere sahip bireyler yetiştirilmesidir. Matematik eğitimi özelinde gerçek yaşamda karşılaştığı bir probleme matematiksel bir yaklaşımla çözüm üretebilen, stratejiler geliştirebilen, akranlarıyla etkin bir şekilde iletişim kurabilen, muhakeme ile çıkarımlarda ve tahminlerde bulunabilen bireyler yetiştirmek hedeflenir. Bu bilişsel süreç becerileri ile ilgili yapılan çalışmalar sonucu yedi tane temel beceri ortaya çıkmış ve bu beceriler matematiksel okuryazarlık becerileri olarak adlandırılmıştır. Nitekim ülkemizde olduğu gibi diğer pek çok ülkede de uygulanan uluslararası sınavlarda (PISA, TIMSS, vb.) öğrencilere kazandırılmak istenen becerilerin nasıl desteklenebileceği, geliştirilebileceği üzerine odaklanılmaktadır. Ayrıca uluslararası olması sebebiyle de ülkelerin bu becerilerin gelişimi konusunda karşılaştırılmasını sağlamaktadır.

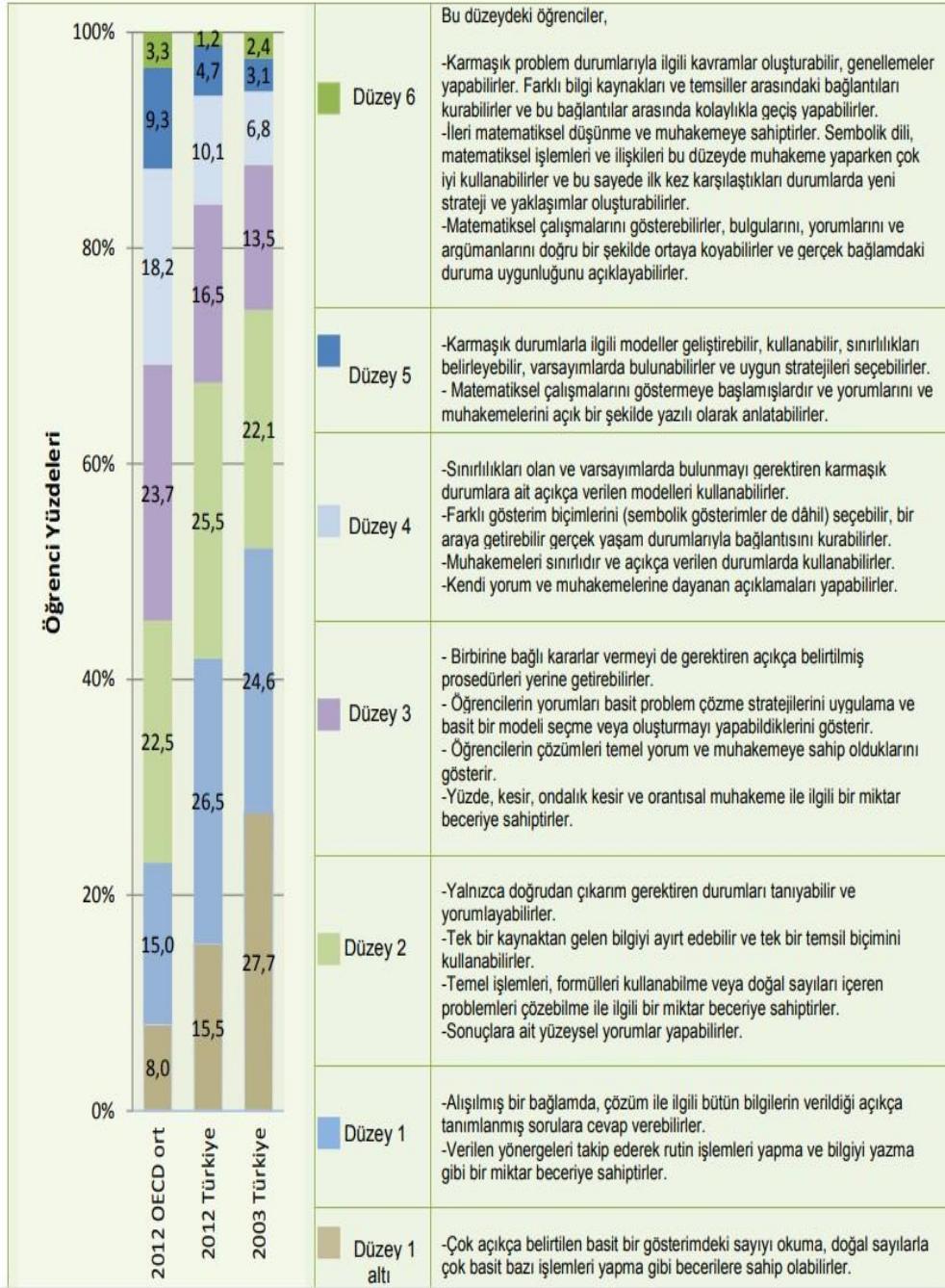
Ülkemizin bu uluslararası sınavda gösterdiği başarı henüz istenen düzeyde olmasa da özellikle her üç yılda bir PISA sınavının uygulanıp sonuçlarının yayınlanmasıyla birlikte matematiksel okuryazarlık becerilerinin nasıl geliştirilip desteklenebileceği üzerine araştırmacılar çalışmalar yapmaktadır. En son 2018 yılında gerçekleştirilen ve ön raporu yayınlanan PISA sonuçları (Bkz. Şekil 1.10) ve matematik okuryazarlığı ile ilgili yapılan çalışmalar, yenilenen öğretim programları, değişen ölçme değerlendirme sistemleri (Liselere Geçiş Sistemi) her ne kadar ilerleme kaydedilmiş olsa da henüz yeterli başarıya ulaşılamadığını göstermektedir.



Şekil 1.10. PISA 2003 ile 2018 uygulamaları arasında Türkiye'nin matematik performansındaki değişimi (MEB, 2019, s.66).

Uygulanan bütün PISA sınavlarında ülkemizin performans değişimi (Bkz. Şekil 1.10) incelendiğinde 2018 yılında yani son gerçekleştirilen PISA sınavında performansımızdaki artış dikkat çekmektedir. Bu performansın ayrıntılarına inildiğinde ise (Bkz. Şekil 1.11 ve Şekil 1.12) ülkemizin, 2003'ten 2015'e kadar olan bütün PISA uygulamalarında matematiksel okuryazarlık beceri düzeyleri kapsamında üst düzeyler olan 4., 5. ve 6. düzeylerde diğer düzeylere oranla daha az yüzdelik orana sahip olduğumuz görülmektedir.

***2003 ve 2012 arasında Türkiye'nin matematikte düzey 1 ve altı öğrenci oranı azalmıştır. Ancak bu oran hâlâ OECD ortalamasındaki düzey 1ve altı öğrenci oranının yaklaşık 2 katıdır.**

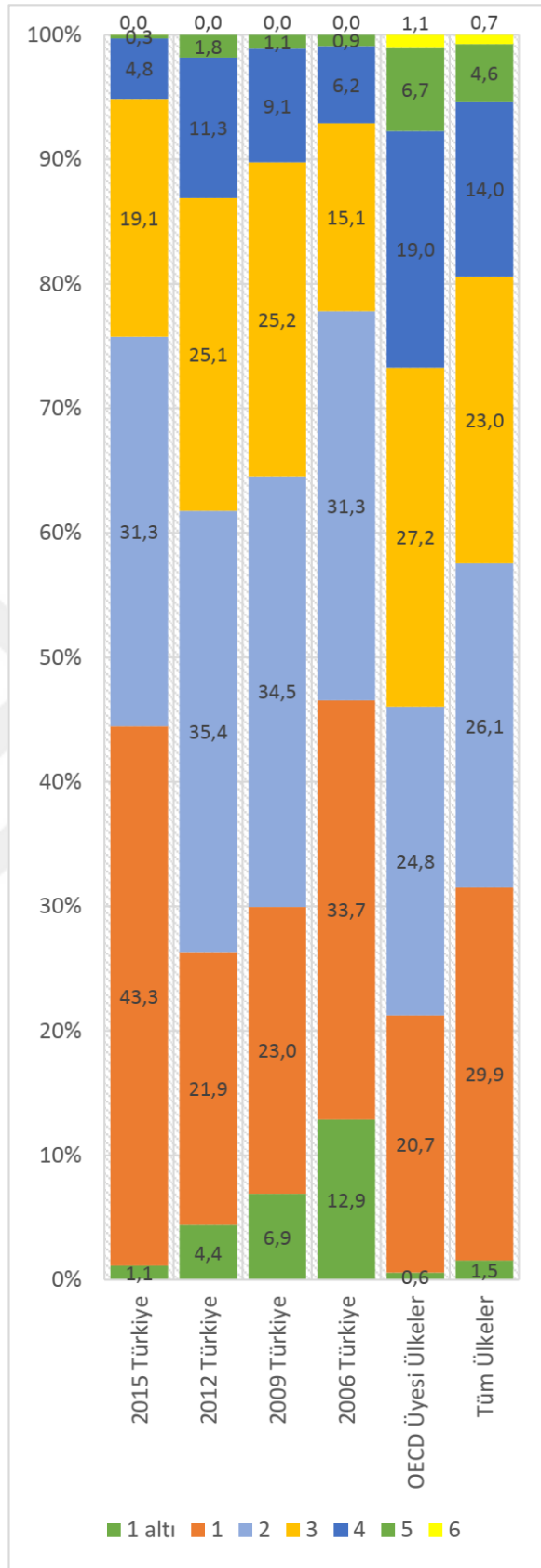


Şekil 1.11. Düzeyler açısından Türkiye'nin OECD ile karşılaştırılması (2003-2012).

Şekil 1.11 incelendiğinde 2003 ile 2012 yıllarında gerçekleştirilen PISA uygulamalarında 2. Düzey ile 6. Düzey arasında ki yüzdelik oranlarımızda artış sağlandığı görülmektedir. OECD ülkeleri ile karşılaştırma yapıldığında ise ülkemizin 3., 4., 5. ve 6. düzeylerde bu ülkelerin ortalamalarına ulaşamamış olduğu fark edilmektedir.

OECD ülkelerinin ortalamalarının üzerinde yer aldığımız 1. ve 2. düzey becerilerini incelersek bu düzeylerin alışılmış bir bağlamda, bütün bilgilerin açıkça verildiği ve doğrudan çıkarım gerektiren durumların yorumlanabildiği, temel işlem bilgisi gibi becerileri içerdiği görülmektedir. Düzeyler açısından kıyaslamayı 2009 ve 2012 yıllarında gerçekleştirilen PISA uygulamaları açısından incelediğimizde (Bkz. Şekil 1.12) yine önceki PISA uygulamalarının sonuçlarına benzer bir sonuç ortaya çıkmıştır. Ancak bununla birlikte 4., 5, ve 6. düzeylerde ulusal ölçekte bir artış gösterilmiştir.





Şekil 1.12. Düzeyler açısından Türkiye'nin OECD ile karşılaştırılması (2009-2015).

2003'ten 2012'ye kadar geçen süreçte yapılan uygulamalarda karşılaştığımız sonuçlardan biraz daha farklı olarak 2015 yılında gerçekleştirilen PISA uygulamasının raporuna göre ilk üç düzeyde önceki yıllara kıyasla bir artış gözlenirken 3. Düzey ve üstünde ise yüzdelik olarak bir azalış söz konusudur. Bu da 2018 yılı da dahil olmak üzere tüm katıldığımız uygulamalar arasında en az ortalama puan aldığımız yıl olmuştur. Bu durum irdelendiğinde 4+4+4 eğitim sisteminin sekizinci sınıftan ilk mezunlarını 2014-2015 eğitim öğretim yılında vermiş olması ve bu sebeple hazır bulunuşluk açısından tüm öğrencilerin aynı durumda olmaması gösterilebilir. Yine 2018 yılındaki uygulamanın düzeyler açısından sonuçları (Bkz. Şekil 1.13) irdelendiğinde 4., 5. ve 6. düzeylerde ki artış göze çarpmaktadır.

%	DÜZEYLER
13,8	1. Düzeyin Altı (357.77 puanın altı)
22,9	1. Düzey (357.77 ile 420.07 puan arası)
27,3	2. Düzey (420.07 ile 482.38 puan arası)
20,4	3. Düzey (482.38 ile 544.68 puan arası)
10,9	4. Düzey (544.68 ile 606.99 puan arası)
3,9	5. Düzey (606.99 ile 669.30 puan arası)
0,9	6. Düzey (669.30 puanın üzeri)

Şekil 1.13. Türkiye'nin PISA 2018 matematik alanında yeterlik düzeyleri performansları (MEB, 2019).

Bu 4., 5. ve 6. düzeylerdeki yeterlikler incelendiğinde (Bkz. Şekil 1.11) sembolik dili etkin bir şekilde kullanabilmeyi, temsiller oluşturup temsiller arası geçiş yapabilmeyi, muhakemeyi iyi düzeyde kullanarak stratejiler belirleyebilmeyi, varsayımlarda bulunmayı gerektiren karmaşık durumlara ait modeller kurabilmeyi ve oluşturdukları modelleri doğrulayabilmeyi gibi becerilerin gösterilmesi beklendiği görülmektedir. Bu durumu özetlemek gerekirse ülkemizdeki öğrencilerin genel anlamda matematiksel okuryazarlık becerilerini yüksek düzeyden ziyade temel anlamda daha yoğun olarak uygulayabildikleri söylenebilir.

Matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerinin üzerinde olumlu etkisi olduğu (Erol, 2015) yapılan çeşitli araştırmalarla belirlenmiştir. Ancak matematiksel okuryazarlık becerilerinin nasıl ve hangi düzeyde gelişim gösterdiğinin ayrıntılı olarak ele alındığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bundan dolayı bu araştırmada matematiksel modelleme kapsamında gerçekleştirilen problem

özme sürecinde öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerinin gelişim ve düzey bazında derinlemesine incelenmesi uygun görölmüştür.

Araştırmanın literatüre ve matematik ğretim uygulamalarına kazandırabileceği yenilik ve katkılar mevcuttur. Konu ile ilgili literatür incelendiğinde matematik okuryazarlık becerilerinin incelenmesinde matematiksel modelleme etkinliklerinin araç olarak kullanıldığı çalışmalara çok rastlanmamakla birlikte genellikle matematiksel modelleme sürecinin incelenmesi üzerine yoğunlaşan çalışmaların olduğu görölmüştür. Yine matematik okuryazarlık becerilerinin incelenmesi açısından ise matematik okuryazarlık becerilerinin birbirleri ile etkileşimine odaklanan ve her bir becerinin ayrıntılı olarak incelendiği bir çalışmaya alanyazında rastlanılmamıştır. Bu çalışma ile birlikte matematik okuryazarlık becerilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri kapsamında ayrıntılı olarak irdelenmesi ile elde edilen bulgular ışığında ulaşılan sonuçların alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.7. Araştırmanın Sayıtları

Bu çalışma kapsamında çalışmaya katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin etkinliklerin uygulanması sürecini değerli görüp ciddiyetle bu sürece devam ettikleri ve görüşmelerde kendilerine yöneltilen sorulara içtenlikle cevap verdikleri, öğrenci günlüklerine doğru/yanlış vb. kaygılar içine girmeden hislerini olduğu gibi yansıttıkları varsayılmıştır.

1.8. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmadaki bulgular sadece beş kişilik sekizinci sınıf öğrenci grubundan elde edilmiştir. Modelleme etkinliklerinin uygulanmasına sınıf ortamında başlanılmış ancak oluşan gürültü ve kargaşadan dolayı odak grup başka bir ortama alınarak çalışmaya orada devam edilmiştir. 35 öğrenciden oluşan sınıfta beşerli olmak üzere 7 grup oluşturulmuş ancak tartışma ortamı odak grup ile sınırlı kalmıştır.

Uygulama Burdur İli Bucak ilçe merkezindeki bir ortaokulda 5 sekizinci sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmada incelenen beceriler, matematiksel okuryazarlık becerilerinden iletişim, matematikleştirme, muhakeme ve argüman, stratejilerin belirlenmesi, sembolik dilin kullanımı ve temsil ile sınırlı tutulmuştur. Literatürde matematiksel araçların kullanımı becerisi de yer almaktadır ancak bu çalışmada öğrenciler etkinlik sürecinde sadece kâğıt

ve kaleminden yararlandıkları başka bir araç kullanmadıklarından dolayı bu beceri kapsam dışında tutulmuştur.

1.9. İlgili Araştırmalar

Bu başlık altında, çalışma konusu olan matematiksel modelleme ve matematiksel okuryazarlık becerilerinin incelendiği ulusal ve uluslararası alan yazından araştırmalara örnekler verilmiştir.

Matematiksel okuryazarlık becerileri ile ilgili hem ulusal hem de uluslararası alanyazın incelendiğinde bu becerilerin ayrı ayrı incelendiği birçok araştırmanın (Treffers, 1991, Gravemeijer, 1997, Bukova-Güzel, 2011, Özkaya vd., 2016) mevcut olduğu görülmüştür. Özellikle matematikleştirme (Van den Heuvel-Panhuizen, 2003; Deniz vd., 2014) ve muhakeme (Ovayolu, 2010; İnce, 2019) becerileri ile ilgili oldukça fazla çalışma yer almaktadır. Örneğin Rahmawati, Bernard ve Akbar, (2019) çalışmasında muhakeme akıl yürütme becerilerinin fonksiyon konusu üzerine hazırlanmış matematiksel okuryazarlık problemlerinde öğrencilerin nasıl desteklenebileceğini araştırmıştır. Bu iki becerinin haricinde strateji geliştirme, temsil, sembolik dil ve iletişim becerileri (Edwards ve Ward, 2004; Smith ve Stein, 2011; Herbel, Eisenmann, Steele ve Cirillo, 2015) ile ilgili de araştırmalar literatürde mevcuttur. Özellikle matematiksel iletişim becerisinin matematiksel okuryazarlık becerilerine olan etkisinin araştırıldığı çalışmalar da artmaktadır. Mesela Ata Baran (2019), çalışmasında sekizinci sınıf öğrencileri ile matematiksel modelleme etkinlikleri kapsamında gerçekleştirilen öğretim deneyinde matematiksel iletişim becerilerinin, matematiksel okuryazarlık performansları ve duyuşsal alan özellikleri ile olan ilişkisine odaklanmıştır. Araştırma sonucunda matematiksel iletişimin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık performanslarını, inanç ve tutumlarını etkilediği ortaya çıkmıştır.

Literatürde matematiksel okuryazarlığı hem içerik hem süreç becerileri hem de matematiksel okuryazarlık becerileri açısından inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Türkan (2019), araştırmasında sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık becerilerini incelemiştir. Araştırmada yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin en başarılı olduğu içerik belirsizlik-veri en başarısız oldukları içerik ise uzay-şekil olarak belirlenmiştir. Ayrıca süreç becerilerinde en başarılı yorumlama en başarısız formülleştirmedir. Matematiksel okuryazarlık becerilerinde ise öğrencilerin temsil becerisini etkin olarak kullanabildikleri ancak sembolik dil kullanımı,

matematikleştirme ve iletişim becerilerinde zorluklar yaşadıkları belirlenmiştir. Bozkurt (2019) araştırmasında, matematik okuryazarlığı konusunda yetiştirilen öğretmenlerin öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık gelişimlerini incelemiştir. Matematik derslerinde günlük yaşamla ilişkilendirilen problemler kullanılarak yapılan uygulamalar sonucunda bu tarz problemlerin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık düzeylerini arttırdığı ve sınıf içi katılımı olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Ayrıca problem çözme sürecinde öğrencilerin problemi anlamada, çıkarımda bulunmada, model oluşturmada ve sembolik dili kullanmada zorluklar yaşadıkları sonucuna varılmıştır. Yine Ekawati, Susanti, Chen (2020) öğrencilerin matematiksel okuryazarlıklarını incelemek amacıyla problemleri (miktar, belirsizlik ve veri, alan ve şekil) 3 içerik ve (yüksek-orta-düşük) 3 seviye olacak şekilde test geliştirmişlerdir. Öğrencilerin süreç sonunda en başarılı olduğu içerik alanı belirsizlik ve veri, en yoğun kümelandikleri grup ise orta ve düşük düzey olarak belirlenmiştir. Malasari, Herman, Jupri (2020) yaptıkları çalışma ile grupta çalışmanın matematiksel okuryazarlık yeterliliğini arttırdığı sonucuna varmışlardır. Ayrıca formüle etme, ilişkilendirme, savunma gibi matematiksel yeterlilikleri ortaya koyabildiklerini belirtmişlerdir.

Literatürde matematiksel okuryazarlık becerilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri ve PISA soruları ile desteklenerek incelendiği araştırmalar da mevcuttur. Bunların birçoğu nicel olmakla birlikte nitel çalışmalar da bulunmaktadır. Bunlardan biri Widjaja (2011) tarafından PISA soruları kullanılarak öğretmen adayları ile gerçekleştirilen çalışmadır. Bu çalışma ile günlük yaşamla bağlantılı soruların ve matematiksel modellemenin öğretmen adaylarının günlük yaşamda matematiğin gücünü daha iyi deneyimleyebileceğini belirtmiştir. Ayrıca bu tarz matematiksel modelleme ile oluşturulmuş bağlamsal problemlerin öğretmen eğitiminin bir parçası haline getirilerek ilerde matematiksel okuryazarlık becerilerinin bu öğretmenler tarafından desteklenebileceği öğretim programlarının hazırlanabileceğini vurgulamıştır. Benzer şekilde Erol (2015), tarafından gerçekleştirilen çalışmada matematiksel modelleme etkinlikleri kullanılarak, matematiksel modellemenin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin matematiksel okuryazarlık ve inançları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma ile matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerine ve inançlarına olumlu yönde etki ettiği ortaya çıkmıştır.

Bununla birlikte hem nicel hem nitel çalışmaya örnek olarak Muyo (2015) nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı araştırmasında ilköğretim ve

ortaöğretim öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığı problemlerini çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda ilk başta matematik okuryazarlık becerilerinin düşük olduğu gözlemlenen öğretmen adaylarının problem çözme ile ilgili aldıkları eğitimden sonra matematiksel okuryazarlık performanslarının artmış olduğu belirlenmiştir. Yine benzer bir şekilde Korkmaz (2016) matematik uygulamaları dersinin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerine etkisinin araştırıldığı çalışmada öntest-sontest kullanılarak kontrol grubu ile birlikte çalışma gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonucunda bu dersin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini geliştirerek bu becerilere olumlu etkisi gözlemlenmiştir. Bedir (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ortaokul öğrencilerinin matematik okuryazarlığı başarı düzeyleri ve matematik okuryazarlığı farkındalık düzeylerinin geliştirilmesi amacıyla tasarım tabanlı bir araştırma modeli tasarlanmıştır. Çalışmanın nicel sonuçlarına göre matematiksel okuryazarlık puanlarının olumlu yönde arttığı, nitel sonuçlarına göre ise öğrencilerin matematik okuryazarlığı niteliğindeki problemlerin ne olduğunun farkına vardıkları ve bu tarzda problemleri oluşturabildikleri ve ayrıca bu konuda başarılı oldukları sonucu ortaya çıkmıştır.

Yine Kozaklı Ülger (2021), doktora tezinde matematiksel okuryazarlık ile ilgili ders alan öğretmenlerle yedinci sınıf öğrencileri üzerine bir çalışma yapmış ve bu öğrencilerin bu öğretmenlerle yaptığı matematik okuryazarlık becerilerini destekleyici şekilde planlanan öğretim süreci sonunda bazı bulgular elde etmiştir. Öğrencilerin tüm matematiksel yeterliklerde gelişim gösterdiği, verilen eğitimin yeterlik gelişimini olumlu yönde etkilediği başarı testleri ve gözlemler neticesinde belirlenmiştir. Aynı zamanda bu olumlu etkinin öğrenci görüşlerine de yansıdığı görülmüştür. Söylemez (2022) tarafından yedinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen çalışma sonucunda da benzer şekilde matematik okuryazarlığı eğitiminin öğrencilerin matematiksel motivasyonlarına, matematik başarılarına ve problem çözme becerilerine olumlu yönde etkisinin olduğu belirlenmiştir.

Matematiksel okuryazarlık becerilerinin modelleme etkinlikleri ile desteklenerek istatistik ve veri konuları üzerinde çalışma yapan araştırmacılardan Lesh, Amit ve Schorr (1997) de belirlenen üçer kişilik gruplarla modelleme problemi kapsamında çalışma yapmışlardır. Bu modelleme problemi istatistiksel verileri kullanmaya yönelik olarak hazırlanmıştır. Öğrencilerin farklı düşünme yollarına başvurdıkları, yaptıkları hesaplamaları yorumlamaya çalıştıkları ve farklı stratejiler uygulayabildikleri

belirtilmiştir. Sonuçta ise veri ve istatistiksel bilgileri ile çözüm için model oluşturmuşlardır. Bu çalışmada modelleme etkinliklerinin istatistiksel düşünme için oldukça önemli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Suharta ve Suarjana (2018) tarafından yapılan çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık performanslarının cinsiyet ve matematiksel bağlamda incelemek amaçlanmıştır. Nitel yöntem kullanılan ve adaylara matematik okuryazarlığı performansı testleri ile klinik mülakatların yapıldığı araştırmanın sonucuna göre matematiksel okuryazarlık performansının daha iyi olduğu bağlamlar matematik becerileri güçlü olanlar ile bayan katılımcılar olmuştur. Ayrıca matematik okuryazarlığı kapsamında en güçlü içerik alanı olasılık ve istatistik olarak belirlenmiştir.

Matematiksel okuryazarlık becerilerinin düzey kapsamında araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde genellikle bu çalışmaların öntest-sontest, anket, mülakat vb. veri toplama araçları ile ve PISA soruları kapsamında değerlendirildiği görülmüştür. Örneğin Kabael ve Barak (2016) yürüttükleri çalışmada ortaokul matematik öğretmeni adaylarıyla çalışmışlar ve adayların matematiksel okuryazarlık düzeylerinin ve gelişiminin lisans eğitimleri boyunca PISA soruları ile incelemişlerdir. İki aşamadan oluşan ve nitel olarak desenlenen çalışmalarında, PISA sorularından oluşan test uygulanmış ve klinik görüşmeler yapılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre adayların matematiksel okuryazarlık becerilerinden özellikle değişkenler arası ilişkileri belirlemede dolayısıyla matematikleştirmede, grafikleri yorumlamada zorlandıkları belirlenmiştir. Matematiksel okuryazarlık performanslarının düzey olarak istenilen seviyede olmadığı ve lisans eğitimleri boyunca da matematiksel okuryazarlık düzeylerinde gelişme olmadığı görülmüştür. Altun, Gümüş, Akkaya, Bozkurt ve Ülger (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada 8. Sınıf öğrencilerine PISA sorularından oluşan bir test uygulanmıştır. Amaç öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerine göre hangi problemlerde zorlandıklarını tespit etmektir. Araştırmanın sonucunda öğrencilerin ilişkilendirici ve yansıtıcı becerileri kapsayana problemlerde zorlandıkları ve bu problemlerin gerektirdiği matematiksel araçları kullanma, modelleme yapma ve matematiksel çıktıları yorumlama gibi becerilerde güçlükler yaşandığı belirlenmiştir. Araştırmanın sonucunda matematik öğretiminde daha çok günlük yaşamla ilgili problemlere yer verilmesi, sınıf içinde grupta çalışma ve böylece kendi fikirlerini savunabilecekleri tartışma ortamlarının oluşturulması önerilmiştir. Öğretmen adaylarının matematik okuryazarlığına ilişkin görüşlerini belirlemek isteyen Hermawan, Lestari, Afifah, Khoiri ve Qomaria (2019) çalışmalarında

öğretmen adaylarına anket uygulamışlardır. Araştırmanın sonucuna göre öğretmen adayları matematik okuryazarlığı kapsamında günlük yaşam problemlerinin matematik öğretiminde kullanılması gerektiği ve bu şekilde kendi öğrencilerinin matematiksel okuryazarlıklarının gelişimine katkıda bulunabilecekleri konusunda görüş bildirmişlerdir.

Matematiksel okuryazarlık becerilerinin tamamını nitel olarak inceleyen başka bir çalışma da Saputri, Mardiyana ve Triyanto (2018) tarafından gerçekleştirilmiştir.

Araştırmacılar nitel araştırma yöntemi kullandıkları çalışmalarında, öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerindeki gelişimi ve yaşanan güçlükleri belirlemeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerinden strateji tasarlama ile iletişim kapsamında gelişmeler gözlemleyebilmişlerdir. Problem içerikleri açısından sonuçlar incelendiğinde ise öğrencilerin en çok 2 ve 3 boyutlu şekiller arası ilişkilerde zorlandıkları tespit edilmiştir. Bunun nedeni olarak da öğrencilerin problemin anlaşılmasında, yorumlanmasında ve böylece veriler arası ilişki kurulmasında zorlandıkları görülmüştür.

Literatürde matematiksel okuryazarlıkla ilgili başka bir çalışma da Fırat (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya göre 2020 yılına kadar Türkiye’de matematiksel okuryazarlık ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiş ve tarama sonucunda çalışmaların büyük çoğunluğunun matematiksel okuryazarlık düzeylerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirildiği, yöntem olarak genellikle ilişkisel tarama yönteminin kullanıldığı ve öğrenme çıktıları açısından ülkemizde matematiksel okuryazarlık düzeyinin normal olup geliştirilmesi gerektiği şeklinde çıktılar elde edilmiştir. Yine diğer çalışmalardan farklı olarak Doğan (2021) yüksek lisans tezinde veli katılımının öğrencilerin matematik okuryazarlığı eğitimi sürecine etkisini incelemiştir. Yedinci sınıfa devam eden öğrencilerle ve bu öğrencilerin velileri ile gerçekleştirdiği çalışmasında velilerin matematik okuryazarlığı eğitimi sürecine dahil olmaları hem öğrencilerin ders etkinliklerine katılımını hem de matematik okuryazarlığı başarısını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Matematiksel okuryazarlık becerilerini bütünsel olarak düzey bazında ele alan ve düzeyler açısından her beceriyi ayrıntılı olarak inceleyen bir çalışmaya alanyazında rastlanılmamıştır.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, katılımcı seçim süreci, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, gerçekleştirilen öğretim uygulamaları ve bu süreçte elde edilen verilerin analizine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, sekizinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen veri işleme konusu kapsamında matematiksel modelleme etkinlikleri ile hangi matematiksel okuryazarlık becerilerinin ne düzeyde gösterilebildiğinin derinlemesine incelenmesi amaçlandığı için nitel araştırma yaklaşımı benimsenmiştir. Bu yüzden bu çalışma nitel araştırmaların doğası gereği gerçekleşmiştir. Bu kapsamda yer alan durum çalışması modeli benimsenmiştir.

Bu çalışmada nitel araştırma yaklaşımları çerçevesinde yer alan, matematik eğitiminde de sıkça kullanılan bir durumun ya da olayın doğal ortamı içerisinde derinlemesine analiz edilmesine olanak sağlayan durum çalışması kullanılmıştır. Creswell (2014)'e göre durum çalışması; araştırmacının sınırlı tutulmuş bir veya birden fazla durumu belli bir zaman çerçevesinde çoklu kaynakları içeren veri toplama araçları ile derinlemesine incelediği durumların ve bu durumlara ilişkin temaların tanımlandığı nitel bir yaklaşımdır. Merriam ve Tisdell (2015) ise durum çalışmasını sınırlı bir durumun derinlemesine betimlenmesi ve incelenmesi olarak tanımlamaktadır.

Durum çalışması; bir sınıf, mahalle, bir örgüt gibi doğal bir çevre içinde gerçekleştirilir ve çalışmaya konu olan ortam ve olayların bütüncül bir yorumunu hedefler (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Durum çalışmasında temel fikir, bir olayın uygun gelebilecek herhangi bir yöntemle ayrıntılı bir biçimde derinlemesine incelenmesidir (Kırıçoğlu, 2009). Belirli amaçlar ve araştırma soruları olsa bile, olayı, olabildiğince tüm yönleriyle anlamak genel amaçtır. Bu çalışmada amaç 8. Sınıf öğrencilerinin modelleme süreçlerini ve bu süreçle birlikte modelleme yeterlikleri ile matematiksel okuryazarlık becerilerinin detaylı bir şekilde analiz edilmesi olduğu için araştırma deseni durum çalışması olarak belirlenmiştir.

Farklı yapıdaki problem türlerinin sorulduğu ortamlarda daha önce modelleme etkinlikleri ile ders almamış öğrencilerin hangi yeterlikleri ne ölçüde gösterebildikleri ve bu etkinliklerin gerçekleştirilmesinin matematiksel okuryazarlık becerilerinin gelişimine

etkisinin ne düzeyde olduğu bu araştırmanın temel amacıdır. Durum çalışmasının en belirgin özelliklerinden biri duruma etki eden etkenlerin, söz konusu durumu nasıl etkiledikleri ve bu durumdan nasıl etkilendiklerine odaklanılarak bu etkenler üzerinde derinlemesine inceleme yapmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 77).

2.2. Katılımcılar

Bu çalışma 2018-2019 eğitim öğretim yılında Burdur ili Bucak ilçesindeki bir devlet ortaokulunda seçmeli matematik uygulamaları dersi kapsamında sekizinci sınıf öğrencileri ile birlikte yürütülmüştür. Araştırmada matematiksel modelleme süreci ile birlikte bu süreçte işe koşulan matematiksel okuryazarlık becerilerinin derinlemesine analizi hedeflendiğinden bir çalışma grubu belirlenmiştir. Araştırmada amaçlı örnekleme yönteminden ölçüt örnekleme yolu izlenmiştir. Nitel araştırmalarda, örnekleme derinlemesine araştırabilmek için örneklem grubu seçilerek rastgele örneklem seçimi yerine, amaçlı örneklem seçme yöntemi daha çok tercih edilir (Miles & Huberman, 1994). Bu çalışmanın katılımcılarını Burdur ili Bucak ilçesindeki bir devlet ortaokulunda öğrenim görmekte olan ve sekizinci sınıf düzeyindeki toplam 5 öğrenci oluşturmaktadır. Katılımcıların belirlenmesi sürecinde öncelikle katılımcıların ulaşılabilirliği göz önünde bulundurulmuştur sonrasında da matematiksel modelleme etkinlikleri ile gerçekleştirilen uygulama derslerinin yapıldığı sınıfta öğrenimlerini sürdüren 35 sekizinci sınıf öğrencisi kendi istekleri doğrultusunda 4-5 kişilik gruplara ayrılmış ve bu gruplar arasından 1. dönem matematik akademik başarıları 85 ve üzerinde olan motivasyonu yüksek 5 kişiden oluşan bir çalışma grubu belirlenmiştir. Öğrencilerin bu ölçütler (akademik başarı, motivasyon ve birbirleri ile çalışma uyumu) doğrultusunda seçilmelerinin amacı çalışmada matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması ile öğrencilerin bu etkinliklere kolay uyum sağlayabilecek olmalarının düşünülmesi ve böylece matematiksel okuryazarlık becerilerine daha iyi odaklanmak istenilmesidir.

Çalışmaya katılan öğrencilerin uygulama öncesinde matematiksel modelleme etkinlikleri ile ilgili herhangi bir deneyimleri olmamıştır. Öğrencilerle çalışmaya başlamadan önce, öğrenciler tez konusu, çalışmanın ne kadar süreceği, çalışmanın nasıl ve nerede gerçekleştirileceği hakkında bilgilendirilmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin kimlikleri ile ilgili herhangi bir bilginin paylaşılmayacağı ve araştırmada gerçek isimleri yerine kod isim kullanılacağı kendilerine belirtilmiştir.

2.3. Çalışma Ortamı

Çalışma, araştırmacının görev yapmakta olduğu Burdur ilinin Bucak ilçesinde yer alan bir devlet ortaokulunda gerçekleştirilmiştir. Okul, 32 derslikten, 3 farklı laboratuvar ve kütüphaneden oluşmaktadır. Araştırmanın uygulama sürecine ilk önce çalışma grubunun yer aldığı sınıfta başlanmıştır. Ancak uygulama derslerinin gerçekleştirildiği sınıfın fiziki koşullarının yetersizliği ve sınıftaki öğrenci sayısının fazlalığı seçilen çalışma grubu ile matematiksel modelleme etkinliklerinin okulun farklı bir bölümünde yapılmasına neden olmuştur. Bunun sonucunda çalışma sürecinde farklı grupların etkileşimi olmamış, fikir alışverişi çalışma grubunun kendi içindeki üyelerle sınırlı kalmıştır.

2.4. Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırma için hazırlanan matematiksel modelleme etkinliklerine ve verilerin toplanma sürecine yer verilmiştir.

2.4.1. Matematiksel modelleme etkinlikleri desenleme çerçevesi

Bu çalışmada kullanılan ve araştırmacı tarafından oluşturulan matematiksel modelleme etkinliklerinde Chamberlin ve Moon (2005) tarafından oluşturulan sonrasında Lesh vd. (2007) tarafından geliştirilen ve alan yazındaki diğer yayınlar da (Mousoulides, Christou ve Sriraman 2006) dikkate alınarak Tekin Dede ve Bukova Güzel (2014) tarafından revize edilen model oluşturma etkinlikleri desenleme çerçevesi (Bkz. Şekil 1.9) kullanılmıştır. Bu çerçeveye göre modelleme etkinlikleri oluşturulurken 6 tane prensip dikkate alınmalıdır. Bu çalışmada da ayrıntıları matematiksel modelleme etkinlikleri başlığında sunulan prensipler dikkate alınmıştır. Her bir etkinlik için bu prensiplerin (Bkz. Tablo 2.1) sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir.

Tablo 2.1. Modelleme etkinliklerinin prensiplere ilişkin değerlendirme içerikleri (Bukova Güzel, 2016)

Prensip	Modelleme Etkinliklerinin Prensiplere İlişkin Değerlendirme İçerikleri
Gerçeklik Prensibi	Problem durumunun içeriğinin modelleme etkinliklerinin uygulanacağı öğrencilerin gerçek yaşamda karşılaşabilecekleri durumlar olup olmadığı kontrol edilmiştir.
Model Oluşturma Prensibi	Modelleme etkinliğinde yer alan problem durumunun model oluşturulmasını gerektirip gerektirmediği kontrol edilmiştir.
Öz Değerlendirme Prensibi	Modelleme etkinliğinin problem durumunun öğrencilerin destek almaksızın grupla birlikte çözüm sürecini gerçekleştirip gerçekleştirmeyecekleri kontrol edilmiştir.
Yapı Belgelendirme Prensibi	Modelleme etkinliğinin problem durumunda yer alan ifadelerin öğrencilerin çözüm sürecine ilişkin tüm düşüncelerini araştırmacının anlayabileceği şekilde sunulmasını sağlayıp sağlayamayacağına ilişkin ifadeler kontrol edilmiştir.
Model Genelleme Prensibi	Modelleme etkinliğinin problem durumundaki ifadelerin genellenebilir bir model oluşturulup oluşturulamayacağı kontrol edilmiştir.
Etkili Prototip Prensibi	Modelleme etkinliklerinin problem durumunda yapılan çözümün ve oluşturulan modelin sonraki süreçte öğrenciler tarafından tekrar yararlanabilir olup olmadığı kontrol edilmiştir.

2.4.2. Matematiksel modelleme etkinlikleri

Araştırma kapsamında 4 modelleme etkinliği gerçekleştirilmiştir (Bkz. Ek 2). Bu etkinliklerin tamamı araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Modelleme etkinlikleri model oluşturma etkinliklerinin özellikleri çerçevesine (bkz. Şekil 1.9) uygun olarak hazırlanmıştır. Ayrıca oluşturulan modelleme etkinlikleri (Lesh vd., 2000, s. 606, akt. Karabaş, 2016)'nin belirttikleri ilkelere (Bkz. Ek 7) göre kontrol edildikten sonra uzman görüşü alınarak veri toplama aracı olarak kullanılmasına karar verilmiştir.

Her bir etkinlik haftada 2 ders saati olan matematik uygulama derslerinde gerçekleştirilmiştir (Bkz. Tablo 2.2). Bu zaman dilimi kesin olmayıp etkinliğe bağlı olarak değişebilmiştir. Bazı etkinlikler ikinci haftaya sarkmış olup öğrenciler etkinliği tamamladıktan sonra diğer etkinliğe geçilmiştir.

Tablo 2.2. *Matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanma sırası ve süresi*

Sıra	Etkinlik Adı	Tarih	Süre (dk)
1. Etkinlik	Mantolama Malzemesi (E1)	05.12.2018	100
1. Görüşme	1.Etkinlik Sonu Grup ile Görüşme	05.12.2018	40
2. Etkinlik	Tasarruflu Araç Modeli (E2)	12.12.2018	90
2. Görüşme	2.Etkinlik Sonu Grup ile Görüşme	12.12.2018	40
3. Etkinlik	Tarife Paketi Seçimi (E3)	19.12.2018	90
3. Görüşme	3.Etkinlik Sonu Grup ile Görüşme	19.12.2018	35
4. Etkinlik	Fıskiye Seçimi (E4)	02.01.2019	80
4. Görüşme	4.Etkinlik Sonu Grup ile Görüşme	02.01.2019	35

En uzun süreç ilk etkinliğin uygulanmasında gerçekleşmiş olup diğer etkinliklerin uygulamaları ilk etkinliğe nispeten daha kısa sürmüştür. Etkinliklerin uygulama tarihlerinin veri işleme konusunun sekizinci sınıf matematik öğretim programında yer alan zamanlamasına uyumlu olarak gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir.

Modelleme etkinlikleri sekizinci sınıf öğretim programında yer alan veri işleme öğrenme alanı kapsamında hazırlanmıştır (Bkz. Tablo 2.3). Böylece sekizinci sınıf öğrencilerinin bu konu kapsamında matematiksel modelleme problemlerini çözerken hangi matematiksel okuryazarlık becerilerini ne düzeyde gösterebildiklerini irdeleyebilmek amaçlanmıştır.

Tablo 2.3. *Matematiksel modelleme etkinlikleri içeriği*

Sıra	Etkinlik Adı	İçerik	Sınıf Düzeyi
1	Mantolama Malzemesi (E1)	Belirsizlik ve Veri	8
2	Tasarruflu Araç Modeli (E2)	Belirsizlik ve Veri	8
3	Tarife Paketi Seçimi (E3)	Belirsizlik ve Veri	8
4	Fıskiye Seçimi (E4)	Belirsizlik ve Veri	8

Bu etkinlikler veri işleme öğrenme alanının kazanımlarına uygun olarak hazırlanmıştır. Veri işleme öğrenme alanında öğrencilerden problemde yer alan verileri uygun temsillerle (tablo, grafik) gösterebilmeleri ve bu temsilleri yorumlayarak birbirlerine dönüştürebilmeleri, bu temsillerin üstün ve zayıf yanlarını anlamlandırabilmeleri beklenir. Bu çalışmada veri işleme alanı kapsamında özelde ise öğrencilerin problemi anlamlandırabilmeleri, yorumlayarak çözümleyebilmeleri ve sonuçlandırabilmeleri durumlarında kendilerine yardımcı olabilecek temsiller seçip bu temsiller üzerinde okumalar ve yorumlamalar yapabilmelerini desteklemek amacıyla aşağıdaki etkinlikler hazırlanmıştır. Bu etkinlikler tablolar halinde düzenlenerek sunulmuş bilgiler öğrencilere düz metin halinde verilmiştir. Etkinliklerin hazırlanma amacı olan verilerin uygun temsille düzenlenmesine uygun olması bakımından bu şekilde hazırlanmıştır.

2.4.2.1. Mantolama malzemesi (E1)

Ahmet Bey, kış aylarında evine gelen yüksek tutarlı doğalgaz faturalarından sonra evine dış cephe mantolama yaptırmaya karar veriyor. Mantolama fiyatlarını araştırıyor. Yaptığı incelemeler sonucu çeşitli mantolama malzemeleri olduğunu görüyor. Bunlardan en çok tercih edilen iki tanesinin fiyatlarını not ediyor. Görüyor ki malzeme, işçilik ücretleri derken mantolama için epeyce bir ücret ayırması gerekiyor. Bu nedenle kafası karışan Ahmet Bey mantolama yaptırıp yaptırmama konusunda kararsız kalıyor.

Ahmet Bey'in dış cephe mantolama ile ilgili araştırması sonucu elde ettiği bilgiler aşağıdaki gibidir. Sizin yapmanız gereken bu bilgilere dayalı olarak Ahmet Bey'e mantolama yaptırıp yaptırmama konusunda karar verebilmesini sağlayacak bir model geliştirmeniz. Bu modelden yola çıkarak gelecek 10 yıl içinde tasarrufunu hesaplayacak bir model ortaya çıkarabilir misiniz? Ahmet Bey'e bu modeli ayrıntılı bir şekilde anlatan bir mektup yazar mısınız? Not: Ahmet Bey'in evinin dış cephesi 150 m²'dir.

Tablo 2.4. Eps ve taş yünü malzemelerinin özellikleri

MANTOLAMA MALZEMELERİ	EPS MALZEMELER	TAŞ YÜNÜ MALZEMELER
ISI İLETKENLİK KATSAYISI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI
YANMAZLIK	ALEV ALMADAN YANAR	YANMAZ
SU GEÇİRMEZLİK	ÇOK AZ	SUYA KARŞI ZAAFI VAR YAPILIRKEN İYİ KORUNMALI
SES YALITIMI	AZ SES YALITIMI	DAHA FAZLA SES YALITIMI
BASINÇ DAYANIMI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI
NEFES ALMA	AZ	NEFES ALIR
AĞIRLIK	AZ	ÇOK FAZLA
UYGULAMA ZORLUĞU	NORMAL	DAHA ZOR
UZUN ÖMÜRLÜLÜK	ORTALAMA 20 YIL	ORTALAMA 25 YIL
FİYAT m ²	17 TL	28 TL
İŞÇİLİK 100 M ² VE ÜZERİ	20 TL	22TL
ENERJİ TASARRUFU	%10	%12

Öğrencilerden öncelikle problemdeki giriş yazısını okuyarak problemle ilgili fikir edinmeleri ve belirtilen durumu kavramaları (mantolamanın tasarruf aracı olarak kullanılması) beklenmektedir. Sonrasında problemdeki amaç karışık olarak verilen bilgilerin öğrenciler tarafından düzenlenerek bu veriler yardımıyla 10 yıllık bir tasarruf modeli oluşturulup problemin çözülmesidir. Daha sonra etkinlik ile birlikte muhakeme ve ilişkilendirme becerileri ile durumu matematiksel bir forma dönüştürmeleri gerekir. Bunun için mantolama malzemelerinin özellikleri ile tasarruf sağlama arasında bir ilişki kurmaları beklenir. Bu etkinlikte öğrenciler çeşitli stratejiler geliştirebilirler örneğin her yıl için ayrı ayrı tasarruf miktarı hesaplayabilirler ya da malzeme ücretlerinin ve işçilik fiyatlarının arasındaki farktan yola çıkarak orantısal akıl yürütme ile sonuca ulaşabilirler. Bu durumda problemin çözüm sürecine devam ederek denklemler, cebirsel ifadeler, değişkenler gibi farklı matematiksel yapıları da keşfedebilirler.

2.4.2.2. Tasarruflu araç seçimi (E2)

İsmail Bey, 2015 model 40000 km'deki arabasını değiştirmek istiyor. İsmail Bey'in evine 100 km uzaklıkta olan bir bahçesi bulunmaktadır. Yılın 5 ayında her hafta haftada 1 defa olmak üzere ağaçları sulamak üzere bahçesine gitmektedir. Ayrıca İsmail Bey,

arazisinde su bulunmadığı için suyu bir nakliye şirketi ile anlaşarak sefer başına 100 TL alan bir kamyonete taşımaktadır.

İsmail Bey, yol masraflarından dolayı dizel mi yoksa benzinli mi bir araç alsın ya da suyu da kendi taşıyabilecek şekilde bir arazi aracı mı alsın bilememektedir. Bir aracı en az 4 yıl en fazla 10 yıl kullandığı bilinen İsmail Bey'e hangi aracı alması daha tasarruflu olur bir model geliştirerek açıklayınız.

Tablo 2.5. Araçların özellikleri

ARAÇ ADI	A ARACI	B ARACI	C ARACI
ARAÇ ÇESİTİ	DİZEL	DİZEL ARAZI ARACI	BENZİNLİ
YAKIT (KM)	35 KURUŞ	90 KURUŞ	55 KURUŞ
10.000KM'DE BAKIM MASRAFI	1000 TL	1500 TL	650 TL
BEDEL	210.000 TL	200.000 TL	195.000 TL

Öğrencilerden öncelikle karışık olarak verilen verilerin düzenlenerek daha anlaşılır hale getirilmesinden sonra bu verilerin arasındaki ilişkileri fark ederek problemi çözümlemeleri istenmektedir. Örneğin problemde 2015 model aracın 40000 km olması ile akıl yürütmeleri böylece aracın kullanıcı tarafından yılda yaklaşık olarak 10000 km kullanıldığı varsayımına ulaşmaları beklenmektedir. Problemin yapısına uygun temsil seçimiyle ve bu temsilin (tablo, diyagram, şekil vb.) yardımıyla düzenlenen verilerin ilişkilendirilmesi sonucu ulaşılan varsayımlardan yola çıkılarak bir model oluşturulması hedeflenmektedir. Burada öğrenciler çeşitli stratejiler geliştirebilirler örneğin 4 ile 10 yıl arasında ki zaman zarfında her yıl için araçların maliyetlerini hesaplayabilirler ya da sadece 4. Ve 10. Yıla bakarak bu aralığa değişken atayarak bir model oluşturabilirler.

2.4.2.3. Tarife seçimi (E3)

Cihan 20 yaşında bir üniversite öğrencisidir. Günlük hayatında telefon kullanımı önemli bir yere sahiptir. Telefonunu günlük konuşmalar ve mesajlaşmalar dışında internete erişim içinde çok aktif olarak kullanmaktadır. Mevcut hattının tarifesindeki ücretsiz internet miktarı artık onun için yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden aynı hattın farklı bir tarifesine geçmeye karar vermiştir. Tarifeleri incelediğinde 15 çeşit tarifeden sadece 26 yaş ve altındakilerin kullanımına uygun olan 3 çeşit tarifeyi kendine uygun bulmuştur. Ancak hangisinin daha avantajlı olduğuna karar verememiştir.

Siz Cihan'ın aylık yaklaşık olarak 500 dakikalık görüşme gerçekleştirdiğini, 150-200 sms kullandığını ve 10 GB internet kullandığını göz önünde bulundurarak onun için uygun ve daha tasarruflu tarifenin hangisi olduğunu bir model yardımıyla Cihan'a açıklayınız.

NOT: 6 Yıllık tarife ücretleri sabittir (Ekstra internet ücreti dahil değil).

TARİFE

Aylık 9 GB internet ücretsiz, ilk ay hediye 20 GB, ekstra her 1 GB internet kullanımı 20 TL ile ücretlendirilir.

Aylık 750 dakika ve 250 SMS ücretsiz.

Akıllı devretme özelliği ile bir önceki aydan kalan dakika, sms ve internet bir sonraki aya devredilebilir.

İlk 3 ay 25 TL sonraki 12 ay 29 TL sonra her ay 6 yıl boyunca 49 TL fatura ücreti.

TARİFE

Aylık 10 GB internet ücretsiz, ilk ay hediye 10 GB, ekstra her 1 GB internet kullanımı 5 TL ile ücretlendirilir.

Aylık 750 dakika ve 250 SMS ücretsiz.

Akıllı devretme özelliği ile bir önceki aydan kalan dakika, sms ve internet bir sonraki aya devredilebilir.

İlk 3 ay 35 TL sonraki 12 ay 39 TL sonraki her ay 6 yıl boyunca 59 TL fatura ücreti.

TARİFE

Aylık 11 GB internet ücretsiz, ilk ay hediye 20 GB, ekstra her 1 GB internet kullanımı 5 TL ile ücretlendirilir.

Aylık 750 dakika ve 250 SMS ücretsiz.

Akıllı devretme özelliği yok.

İlk 3 ay 35 TL sonraki 12 ay 39 TL sonraki her ay 6 yıl boyunca 65 TL fatura ücreti.

Bu etkinlikte öğrencilerden beklenen öncelikle bütün verileri aynı anda görebilmelerini sağlayacak uygun bir temsil seçip verileri o temsilde gösterebilmeleridir. Sonrasında 3 tarife paketinin özelliklerini kıyaslayarak kullanıcının ihtiyacına uygun olan tarife paketini belirleyebilmeleri ve bunu bir model oluşturarak sunabilmeleridir. Kıyaslama yapabilmeleri için öğrencilerin birçok veriyi aynı anda dikkate almaları ve kullanıcının ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Bunun için veriler arası ilişki kurarken değişken belirlemeleri ve bu değişkeni uygun veriye

atayabilmeleri beklenmektedir. Bu durumda tarifeleri birbirinden farklılaştıran değişkeni belirleyebilmeleri gerekmektedir örneğin ekstra internet ücreti gibi. Böylece uygun veriye uygun değişkeni atadıktan sonra bir model oluşturmaları hedeflenmektedir.

2.4.2.4. Fıskiye seçimi (E4)

Arzu Hanım, evinin arka bahçesindeki çimlik alan için 360 derece dönebilen su fiskiyelerinden almak istiyor. Bu durum için ayırdığı bütçe 1000 TL'dir. Bütçesini geçmeyecek şekilde hangi fiskiyelerden ne kadar almalıdır ve bunları bahçesine nasıl yerleştirmelidir ki sulanmayan alan kalmasın? Bir model yardımıyla Arzu Hanım'a açıklayınız.

Bahçenin şekli dikdörtgen ve eni 10 m boyu ise 20 m'dir.



6 m çapında dairesel alanı sulayabilen fıskiye tane fiyatı 20 TL

10 m çapında dairesel alanı sulayabilen fıskiye tane fiyatı 27 TL

14 m çapında dairesel alanı sulayabilen fıskiye tane fiyatı 35 TL

Not: Her bir fıskiye için işçilik ücreti 200 TL'dir.

Bu modelleme etkinliğinde öğrencilerden çeşitli fiskiyelerden fiyatlarına ve sulayabildikleri alanlara dikkat edilerek verilen bütçeye uygun şekilde seçim yapmaları ve aynı zamanda bu fiskiyeleleri uygun bir şekilde bahçeye yerleşim planının yapılması beklenmektedir. Öğrencilerin öncelikle fiskiyelelerin sulayabildikleri alanları tespit etmeleri ve fiyatlarını da dikkate alarak bu iki veri arasında ilişki kurmaları gerekmektedir. Sonrasında bahçenin de büyüklüğüne göre sulanmayacak alanı da hesaba katarak uzamsal akıl yürütmenin de gerektiği bir fıskiye yerleşim planı yapmaları ve böylece bir model oluşturmaları hedeflenmektedir.

2.4.3. Video kayıtları

Durum çalışması sürecinde gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinlikleri uygulamalarının her biri video kamera kullanılarak kayıt altına alınmıştır. Video kayıtlarının analizlerinin gerçekleştirilmesi amacı ile dökümleri yapılmıştır. Böylelikle katılımcıların bu süreçteki sözlü iletişimlerinin incelenmesi mümkün olmuştur.

2.4.4. Araştırmacı günlüğü

Araştırmacı günlüğü araştırmacı-öğretmen rolündeki araştırmacının etkinlikleri uygulama sürecindeki alan notlarının yer aldığı bir araç olmuştur. Bu günlükte araştırmacının veri toplama süreci aşamaları boyunca gerçekleştirdiği gözlemleri ile ilgili alan notları bulunmaktadır. Araştırmacının gözlem sırasında öğrencilerin sergiledikleri ya da sergilemekte zorlandıkları matematiksel modelleme yeterlikleri matematiksel okuryazarlık becerilerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır. Araştırmacı gözlem sırasında öğrencilerin nerelerde zorlandıklarını ve hangi becerilerin birbirini nasıl ve ne yönde etkilediğini not almıştır.

2.4.5. Klinik görüşmeler

Yapılan her bir modelleme etkinliğinin sonunda elde edilen verilerin daha belirgin hale getirilmesi amacıyla grup ile yarı yapılandırılmış görüşmeler (görüşme soruları için Bkz. Ek-4) yapılmıştır. Görüşmeler kapsamında araştırmacı, öğrencilerden genel olarak, modelleme sürecini yeniden düşünerek değerlendirmelerini istemiştir. Öğrencilere özellikle modelleme sürecine yönelik açık uçlu sorular (Problemi anlayabildiniz mi? Aklınıza gelen ilk çözüm yolu neydi? Nasıl bir plan yaptınız? Planınız işe yaradı mı? Neden böyle yaptınız? Modeliniz sizce doğru mu?) yöneltilmiş ve elde edilen yanıtlar gözlem bulguları ile karşılaştırılmak amacıyla ses kaydına alınıp analizleri yapılmak üzere dökümleri yapılmıştır. Her bir görüşme yaklaşık 30 dakika sürmüştür.

2.5. Araştırmacının Rolü

Bu çalışmada matematiksel modelleme etkinlikleri kapsamında gerçekleştirilen uygulama sürecinde verilerin toplanması, verilerin analizi, öğrencilerle gerçekleştirilen klinik görüşmeler, uygulama esnasında yapılan gözlemler araştırmacı tarafından

gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı aynı zamanda katılımcıların öğretmeni konumunda olması sebebiyle modelleme sürecinde öğrenciler ile problemler arasında katalizör görevinde yer almıştır. Veri toplama aracının standart olmaması hem öğrencilerle ilgili kendi fikir ve yorumlarını çalışmaya yansıtılmaya çalışmış hem de yine öğrencileri tanıyor olmanın verdiği tecrübeyle onlara daha kolay rehberlik edebilmiştir.

2.6. Araştırma Süreci

Araştırmanın öncesinde ve uygulama süreci içerisinde gerçekleştirilen görevlerin tarihsel akışı Tablo 2.4’de görülmektedir.

Tablo 2.6. *Araştırma sürecindeki görevler*

TARİH	GÖREVLER
Ekim-Kasım 2018	- Amaç ve hedefler doğrultusunda alan yazın araştırmasının yapılması, - Çalışma için gerekli izinlerin MEB, okul ve velilerden alınması, - Araştırma sorularının rehberliğinde ve kuramsal çerçeve kapsamında öğrenme alanı kazanımları da dikkate alınarak öğretim programının planlanması, - Katılımcı öğrencilerin belirlenmesi,
Aralık-Şubat 2018-2019	- Uygulamaların sürdürülmesi, - Katılımcı öğrencilerin klinik görüşmelerinin yürütülmesi,
Mart 2019	- Uygulamaların yürütülmesi, - Klinik görüşmelerin yürütülmesi,
Nisan-Haziran 2019	- Katılımcı öğrenciler ile klinik görüşmelerin yürütülmesi, - Sınıf içi uygulamaların sürdürülmesi,
Temmuz-Aralık 2019	- Klinik görüşmelerin analiz edilmesi, - Veri toplama araçlarının tümünden elde edilen bütün verilerin analiz edilmesi, - Bilişsel yapıların modellenmesi.
Aralık 2019- Haziran 2020	Geçmişe yönelik analizlerin yapılması.
Temmuz-Eylül 2020	Sonuçların raporlaştırılması.

Tablo 2.4’de görüldüğü üzere araştırmaya literatürün taranması, ilgili kurumlardan gerekli belgelerin alınması ile başlanmış ve uygulama sürecinde gerçekleştirilen matematiksel modelleme etkinliklerinin hazırlanması, katılımcıların belirlenmesi ile devam edilmiştir. Sonrasında uygulama süreci başlamış ve her uygulanan etkinlik

sürecinden sonra katılımcılarla yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler analiz edilerek raporlaştırılmıştır.

2.6.1. Matematiksel modelleme kuramsal çerçevesi

Lesh ve Doerr (2003)'a göre matematiksel modelleme sürecinin adımları döngüseldir. Yani bu adımların birbirleri ile ilişki içinde olduklarını ve adımların sırayla birbirini takip etmesinin gerekmediğini belirtmektedirler. Dolayısıyla adımların arasında belli bir sıra olmadığı için her bir adımdan diğerine geçişler yapılabilmektedir. Bu döngüde yer alan adımlar anlama, düzenleme, tahmin ve doğrulama olarak adlandırılmıştır. Bu çalışmada matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanma sürecinde Lesh ve Doerr (2003)' un modelleme döngüsü (Bkz. Şekil 1.8) temel alınmıştır.

2.7. Verilerin Analizi

Araştırmanın uygulama sürecinde her matematiksel modelleme etkinliğinin ardından yapılan klinik görüşmeler, matematiksel modelleme süreci sırasında alınan video kayıtları, öğrenci ürünleri ve süreç boyunca tutulan araştırmacı günlüklerinden elde edilen ham veriler tematik analizle azaltılmıştır. Tematik analiz; çalışılan konu kapsamında incelenen diğer çalışmalardan elde edilen ortak ve farklı yönlerin nitel olarak sentezlenmesi sonucu ulaşılan temalar kapsamında araştırılan konunun farklı bakış açılarıyla incelenmesine fırsat veren bir araştırma yöntemidir. (Au, 2007; Çalık ve Sözbilir, 2014; Finfgeld, 2003).

Bu çalışmanın amacı 8. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde gösterdikleri matematiksel okuryazarlık becerileri ve bu becerilerin hangi düzeyde olduğunu belirlemek olduğundan gerekli literatür taraması sonucu temel matematiksel beceriler ve seviye tanımlarından yararlanılarak (Turner, Blum ve Niss, 2015, s. 88) matematiksel okuryazarlık becerilerinin ana temaları belirlenmiş ve ana temalara ait kodlama anahtarı oluşturulmuştur (Bkz. Tablo 2.5).

8. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme etkinlik sürecinde matematiksel okuryazarlık becerileri öğrenci bazlı olmayıp grup olarak değerlendirilmiştir. Böylece grup ortamında gerçekleştirilen etkinlikler sürecinde katılımcıların konuşmaları bütünsel olarak değerlendirilip bu çerçevede kodlamalar yapılmıştır.

Tablo 2.7. Temel matematiksel beceriler ve düzey tanımları (Turner, Blum ve Niss, 2015, s. 88).

Beceri	Düzy	Düzyelerin Açıklamaları
İLETİŞİM	0	İletişimin alıcı bileşeni bakımından bu düzeyde problem durumundaki tüm bilgiler doğrudan matematiksel görevle alakalıdır ve bilginin sunulduğu sırası, görevde ne sorulduğunu anlamak için gereken düşünme süreci aşamaları ile uyumludur. Bu düzeydeki bir öğrenci problem bağlamındaki matematiksel kavramla ilgili kısa cümleleri ve ifadeleri anlayabilir. Anlatımcı iletişim bileşeni ise yalnızca tek bir sözcük veya sayısal sonucun sunulmasını içerir.
	1	Bu düzeyde alıcı iletişim bileşeni bakımından problem durumundaki bilgiler kısa cümleler veya ifadelerden daha karmaşık ve kapsamlıdır. Ayrıca problem metninde çözüm sürecinde kullanılmayacak bazı fazla bilgiler mevcut olabilir. Bu düzeydeki bir öğrenci sunulan bilgileri ve ilgili temsilleri tanımlayabilir ve birbirleri ile ilişkilendirebilir. İletişimin anlatımcı bileşeni ise kısa bir açıklama/hesaplama yazmayı veya belirli bir sayı aralığı ile sayı dizisindeki değerleri açıklamayı kapsamaktadır.
	2	İletişimin alıcı bileşeni bakımından bu düzeyde matematiksel görev, birbirleri ile ilişkilendirilmesi gereken birden fazla bileşen içermektedir. Bu düzeydeki bir öğrenci söz konusu bileşenleri belirleyebilir ve aralarındaki ilişkiyi tanımlayabilir. Anlatımcı iletişim bileşeni ise kısa ve öz bir betimleme/açıklama yapmayı veya bir dizi hesaplama aşamasını sunmayı kapsamaktadır.
	3	Alıcı iletişim bileşeni bakımında bu düzeyde matematiksel görev, mantıksal olarak karmaşık ilişkiler (koşullu veya iç içe geçmiş ifadeler gibi) içeren birden fazla bileşenlerden oluşmaktadır. Bu düzeydeki bir öğrenci söz konusu bileşenleri belirleyebilir, aralarındaki ilişkileri anlamlandırabilir. Anlatımcı iletişim bileşeni ise problem veya çözümün birden fazla ögesinin ilişkilendirildiği matematiksel kanıt sunmayı kapsamaktadır.
MATEMATİKLEŞTİRME	0	Bu düzeyde öğrenciler matematiksel bağlama uygun basit işlemleri yapabilirler. Eğer verilen durum matematiksel olmayıp günlük yaşamla bağlantılı ise oluşturdukları matematiksel model ile problemin çözümü ilişkili değildir.
	1	Problem durumuyla ilgili varsayımlarda bulunulabilir, ilgili değişkenler ve değişkenler arası ilişki fark edilerek sınırlı bir ilk model oluşturulabilir ya da durumla ilgili bir modelden doğrudan matematiksel sonuç çıkarılabilir.
	2	Gerekli varsayımların, değişkenlerin, ilişkilerin ve kısıtlamaların kolayca tanımlanabileceği bir model oluşturulabilir veya değişen koşulları sağlamak için verilen bir modelde değişiklik yapılabilir veya problem durumunun değerlendirilmesinin gerekli olduğu bir modeli veya matematiksel sonuçlar yorumlanabilir.
	3	Bu düzeyde varsayımların, değişkenlerin, ilişkilerin ve kısıtlamaların tanımlanması gereken durumlarda bir model oluşturulabilir veya problem durumuyla ilgili modelleri doğrulanabilir veya değerlendirilebilir veya farklı modeller arasında bağlantı kurulup veya karşılaştırmalar yapılabilir.
TEMSİL	0	Bu düzeyde herhangi bir temsil tasarlama söz konusu değildir. Herhangi bir grafik, tablo, koordinat sistemi gibi basit temsillerdeki verileri okuyabilir veya metinde geçen sayısal verileri okuyabilir.
	1	Bu düzeyde öğrenciler belirli basit bir temsil kullanabilirler. Mesela, değerleri karşılaştırmak için bir tablodan veri çıkarmak veya bir grafikte gösterilen zaman içindeki değişiklikleri yorumlamak veya karmaşık bir gösterim içindeki değerleri okumak, basit bir grafik çizmek veya temsil oluşturmak gibi.
	2	Öğrenciler bu düzeyde karmaşık bir gösterimi anlayabilir ve bu gösterimi uygun durumlarda kullanabilir, gerekli durumlarda uygun verilerin kullanıldığı temsiller oluşturabilir veya bir temsili değiştirebilir, basit temsiller arasında geçişler yapabilir.
	3	Bu düzeyde öğrenciler çoklu karmaşık temsilleri anlayabilir, kullanabilir, bu temsilleri birbirine bağlayabilir veya başka temsillere dönüştürebilirler. Farklı temsilleri karşılaştırarak değerlendirmelerde bulunabilirler. Karmaşık problem durumunu betimleyen temsiller tasarlayabilirler.

Tablo 2.7. (Devam) *Temel matematiksel beceriler ve düzey tanımları (Turner, Blum ve Niss, 2015, s. 88).*

MUHAKEME	0	Bu düzeyde problem durumunda verilmiş olan hali hazırdaki bilgilerden doğrudan çıkarımlarda bulunulabilir.
	1	Problem durumunun sadece bir yönünü ele alan basit çıkarımlarda bulunulabilir. Problemin farklı yönlerinden çıkarımlarda bulunulabilir veya problem durumunda ki karmaşık verilerden elde edilen bilgileri birleştirerek çıkarımlarda bulunulabilir. Öğrenciler arası çok adımlı argüman oluşabilir ve zincirleme çıkarımlarda bulunulabilir.
	2	Bu düzeyde problem durumunda birbiri ile bağlantılı çıkarımlarda bulunulabilir ve bu çıkarımların doğruluğu kontrol edilir. Karmaşık bilgilerin birleştirilmesi ile varılan çıkarımlar değerlendirilerek sentezlenebilir ve gerekçelendirilebilir.
	3	Problem durumuna uygun olan çözüm sürecinin açıkça belirtildiği durumlarda herhangi bir stratejiye ihtiyaç duyulmadan çözümlenebilir.
STRATEJİLERİN BELİRLENMESİ	0	Bu düzeyde problemde ki verilerin birleştirilmesi veya kullanılması ile tek aşamalı basit bir strateji kullanılabilir.
	1	Doğrusal olarak çok aşamalı basit stratejiler tasarlanabilir. Belirli bir hedefi olan ve hedefe uygunluğu kontrol edilerek tanımlanmış bir strateji tekrarlayacak şekilde kullanılabilir.
	2	Birden fazla alt hedefi olan bir strateji tasarlanabilir. Yani stratejinin belirlenmesi, kullanılması, çözüm sürecinin kontrol edilmesi ve stratejinin değerlendirilmesi gibi birçok ve karmaşık aşamayı kapsayan stratejiler tasarlanabilir.
	3	Temel matematiksel gerçekleri ve tanımları belirtir ve kullanır veya sadece kolayca izlenebilir sayılar içeren kısa aritmetik hesaplamaları yapar. Örneğin, yan uzunlukları verilen bir dikdörtgenin alanını bulur veya bir dikdörtgenin alanı için formülü yazabilir.
SEMBOLİK DİLİN KULLANIMI	0	Değişkenleri içeren basit bir matematiksel ilişkiden doğrudan yararlanır (örneğin, doğrusal bir ilişkinin yerine koyabilir); kesirler ve ondalık sayıları içeren aritmetik hesaplamaları kullanır; seviye 0'dan tekrarlar yapar veya sürekli hesaplamalar kullanır; matematiksel bir tanımdan, gerçekten yararlanır, örneğin eksik bir açı bulmak için üçgenin açı toplamı bilgisini kullanır.
	1	Değişken içeren ve birden fazla bileşene sahip ifadeleri kullanır (örneğin, bir formülü cebirsel olarak yeniden düzenleyerek); birlikte birden fazla kural, tanım, sonuç, sözleşme, prosedür veya formül kullanır; seviye 1'den tekrarlar yapar veya sürekli hesaplamaları kullanır
	2	Çeşitli kuralları, gerçekleri, tanımları ve teknikleri birleştiren çok adımlı resmi matematiksel prosedürleri uygulayabilir; değişkenleri içeren karmaşık ilişkilerle esnek bir şekilde çalışabilir, örneğin hangi cebirsel ifadenin belirli bir amaç için daha iyi olacağına karar vermek için iç gözü kullanır.
	3	

3. BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, uygulama soruları kapsamında elde edilen bulgulara ve bu bulgular doğrultusunda yapılan yorumlara yer verilmiştir.

Bu çalışmada, 8. Sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme sürecinde gösterdikleri matematiksel okuryazarlık becerileri incelenmiştir. Bu doğrultuda, veri işleme konusunu içeren dört modelleme etkinliği (E1, E2, E3, E4) belirlenmiş ve her bir etkinlik matematiksel okuryazarlık becerilerinin 4 düzeyinin de gösterilebilmesine uygun olacak şekilde hazırlanmıştır.

8. Sınıf öğrencilerinin modelleme sürecinde gösterilen matematiksel okuryazarlık temel becerileri (Turner, Blum ve Niss, 2015, s.88) tarafından oluşturulan matematiksel okuryazarlık çerçevesi (bkz. Tablo3.3) kapsamında incelenmiştir. Modelleme süreçleri ise (Lesh ve Doerr, 2003, s.17) tarafından belirtilen dört adımda (1. Anlama, 2. Düzenleme, 3. Tahmin, 4. Doğrulama) değerlendirilmiştir.

Çalışma sürecinin gözlenmesi, araştırma günlükleri, öğrencilerin notları ve gerçekleştirdikleri modelleme etkinliklerinden elde edilen verilerden hareketle genel olarak denilebilir ki;

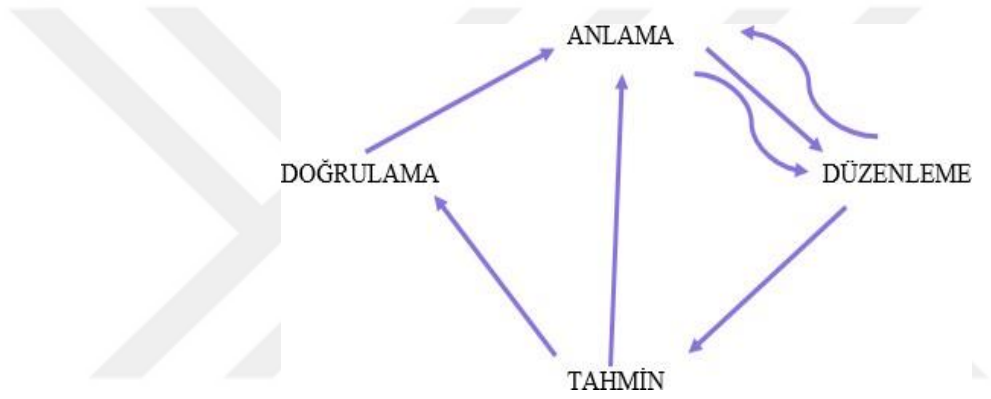
Öğrencilerin daha önce modelleme sürecini tecrübe etmemiş olmaları ilk etkinlikte (E1) epeyce zorlanmalarına sebep olmuştur. Öğrenciler ilk iki etkinliği (E1, E2) oluşturdukları modelin doğruluğunu kontrol etme gereği duymadan tek matematiksel modelleme döngüsü ile son iki etkinliği (E3, E4) ise oluşturdukları ilk modeli kontrol ederek revize etmiş ve nihai modeli oluşturarak iki matematiksel modelleme döngüsü ile tamamlamışlardır. Bununla birlikte her ne kadar çeşitli güçlüklerle karşılaşmış olsalar da görülmüştür ki öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile olan deneyimlerinin artması ile orantılı olarak matematiksel okuryazarlık becerileri gelişmektedir. Bu durum ve kazandıkları tecrübe ile son iki etkinliği (E3, E4) ulaştıkları modelleri revize ederek iki modelleme döngüsü yaparak nihai bir model elde etmeyi başardıkları söylenebilir.

3.1. Matematiksel Modelleme Süreçlerine Ait Bulgular

Bu bölümde sekizinci sınıf öğrencilerinin E1, E2, E3, E4 etkinlikleri kapsamında modelleme süreçleri incelenmiştir. Öğrencilerin her etkinlik için ayrı ayrı modelleme süreçlerinin genel bir değerlendirmesi yapılmıştır.

3.1.1. Mantolama malzemesi etkinliği (E1)

Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri ilk etkinlik olan E1 (mantolama yöntemi) kapsamında incelendiğinde öğrenciler modelleme sürecini iki döngüde tamamlayabilmışlerdir. Öğrencilerin döngünün ilk adımı olan anlama basamağında zorlandıkları gözlenmiştir. İlk döngüde öğrenciler bu adımı tam olarak anlamlandırmadan diğler adıma yani düzenlemeye geçerek verilere odaklanmışlerdir. Sonrasında öğrenciler ilk döngüde problemle tam olarak örtüşmeyen bir sonuca ulaştıkları için tekrar modelleme döngüsünün anlama adımına geri dönmüşlerdir. Modelleme süreci aşağıda görselleştirilerek (Bkz. Şekil 3.1.) sunulmuştur.



Şekil 3.1. E1 modelleme süreci

3.1.1.1. Anlama adımı

Bu adımda beklenen durum problemin doğru bir şekilde anlaşılması verilen görevdeki amacın ve hedefin açıkça belirtilebiliyor olmasıdır. Öğrencilerin ilk etapta soruyu ayrıntılı olarak inceleyerek anlamaları gerekmektedir. Bu etkinlikte öğrencilerden bir evde doğalgaz yakıtı bakımından enerji tasarrufu sağlayabilmek için dış cephe mantolama yaptırmada daha tasarruflu malzemenin belirlenmesi istenmektedir. Ayrıca mantolama sonucu kaç yıl sonra tasarrufa geçileceğinin de araştırılması beklenmektedir.

Öğrenciler soruyu ilk okuduklarında birbirlerinin yüzlerine bakarak hiçbir şey anlamadıklarını ifade etmişlerdir. Daha sonra soruyu tekrar okuyup anlamaya çalışmak yerine araştırmacıya çeşitli sorular sorarak ondan bilgi almak istedikleri görülmüştür. Sonrasında araştırmacının rehberliğinde soruyu birkaç kere daha okuduktan sonra birlikte tabloyu (Bkz. Şekil 3.2) incelemeye başlamışlar ve soruyu tam olarak içselleştirmeden

tablodaki verilere dayanarak düzenleme adımına geçmişlerdir. Sonrasında yapılan görüşmelerde öğrencilere neden bu şekilde davrandıkları sorulduğunda genelde bu tarz sorularda tablolarda sayılar arasında bir örüntünün olduğu ve bu örüntüden yola çıkılarak cevap bulunabildiğini söylemişlerdir.

MANTOLAMA MAL.	EPS	TAŞ YÜNÜ
ISI İLET. KATSAYISI	AYNI	AYNI
YANMAZLIK	ALEV ALMADAN YANAR	YANMAZ
SU GEÇİRİMEZLİK	GOK AZ	SUYA KARŞI ZAAFI YAR
SES YALITIMI	DAHA AZ	DAHA GOK
BASINÇ DAYANIMI	AYNI	AYNI
NEFES ALMA	AZ	NEFES ALIR
AĞIRLIK	AZ	GOK FAZLA
UYGULAMA ZORLUĞU	NORMAL	DAHA ZOR
UZUN ÖMÜRLÜLÜK	ORT. 20 YIL	ORT. 25 YIL
FİYAT m ²	17 TL	28 TL
İPÇİLİK 100m ² 'e İÇERİ	20 TL	22 TL
ENERJİ TASARRUFU	% 10	% 12

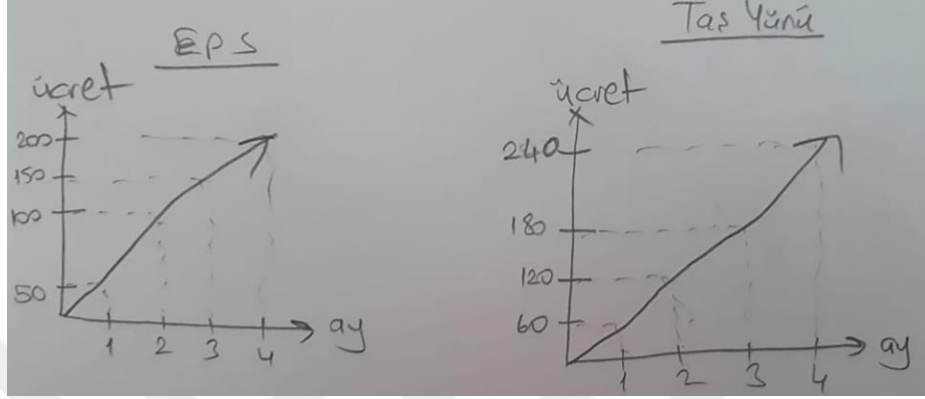
Şekil 3.2. Mantolama malzemelerinin karşılaştırılması

Öğrenciler anlama adımında beklenen zihinsel süreci tam oturtamadıkları için bu eksikliğin modellemenin diğer adımlarını da etkilediği gözlenmiştir (Bkz. Şekil 3.3). Bu durumun öğrencilerin önceki öğrenmelerine dayalı olarak önceki bilgilerini kullanmalarından kaynaklanmış olduğu düşünülmüştür.

3.1.1.2. Düzenleme adımı

Bu aşamada öğrencilerden problemin temel özelliklerini ortaya koyarak ilgili ve ilgisiz verileri ayırt etmelerini, detayları fark etmelerini, gerekli elemeyi yaparak problemi sadeleştirmelerini ve böylece daha anlaşılır ve basit bir hale getirmelerini beklenmektedir.

Öğrenciler öncelikle hemen tablodaki verileri incelemeye koyulmuşlardır. Sonrasında işçilik ve malzeme maliyetini dikkate almadan faturayı 500 tl olarak sabitleyip bu ücret üzerinden iki ayrı malzemenin tasarrufunu hesaplayarak (Bkz. Şekil 3.3) iki ayrı grafik oluşturdukları gözlenmiştir.



Şekil 3.3. Eps ve Taş Yünü malzemenin dört aylık tasarruf miktarları

Öğrenciler bir model oluşturmadan ve bir değişken belirlemeden bu grafiklere bakarak taş yünü malzeme kullanmanın daha tasarruflu olacağını söylemişlerdir. Bu esnada “soru bizden ne istiyordu?” şeklinde konuşmalardan sonra soruyu tekrar okuyan öğrenciler arasında aşağıdaki diyalog geçmiştir.

- Ö1: Bir saniye arkadaşlar burada işçilik fiyatları falan diyor. Biz bunları hiç hesaba katmadık.
Ö2: Doğru ya adam bunu yaptırırken sonuçta işçiye de ücret verecek.
Ö1: Malzemeye de verecek.
Ö3: Eee ne yapacağız o zaman?
Ö4: Burdaki ücretlerde metrekaresi yazıyor. Yani bu 1 metrekaresinin fiyatı mı?
Ö5: Öyle olmalı. Çünkü evin metrekaresini 150 metrekaresi diye vermiş. Diğer türlü 150 metrekaresinin fiyatı yazardı.
Ö1: O zaman biz ayrı ayrı bu malzemelerin 150 metrekaresi için hem işçi hem malzeme fiyatını hesaplayacağız.

Buradaki diyaloga göre öğrencilerin henüz soruyu tam olarak anlamadıkları eksik bilgiyle hareket ettikleri görülmüştür. Ayrıca öğrenciler sonrasında diğer bilgileri fark etmelerine rağmen onlardan bir model istendiğinin farkında olmadıkları düşünülmüştür. Çünkü sadece problemdeki bir veri ile oluşturulan temsilden yola çıkarak bir model oluşturduklarını belirtmişlerdir. Yani temsil ile modeli karıştırdıkları söylenebilir.

Etkinlik sonrası öğrencilerle yapılan görüşmelerde neden grafiği bir model gibi düşündükleri sorulduğunda sadece o problem için bir sonuç bulmaları gerektiğini bunun diğer aynı tarz ya da farklı büyüklükteki diğer evler için de geçerli olması gerektiğini düşünemediklerini belirtmişlerdir. Bu durumda öğrencilerin ilk etapta değişken belirleme durumunda sıkıntı yaşadıkları gözlenmiştir.

Yukarıdaki diyalogdan sonra öğrencilerin tekrar problemi okuyarak birbirlerine anlatmaya başladıkları ve böylece modellemenin 1. Adımına dönüş yaparak anlama adımını tekrar başlattıkları gözlenmiştir. Sonrasında problemi birkaç defa okuyarak ve birbirlerine anlatarak kendilerinden ne beklediğini anlayan öğrenciler öncelikle her malzeme için ayrı ayrı işçilik ve malzeme ücretini hesaplayarak ilk etapta ne kadarlık bir gider olduğunu hesaplamışlardır (Bkz. Şekil 3.22, s. 87).

Bu hesaplamalardan sonra öğrenciler ilk döngüde çizdikleri tasarruf grafiğine göre verdikleri cevaptan taş yünü seçmişlerdi. Bu hesaplamaların ardından ikileme düşmüşlerdir.

- Ö1: Grafikte taş yünü daha hesaplı görünüyordu. Ama burada taş yünü için daha çok ücret ödemek zorunda kalıyor.
- Ö2: İşte şimdi iki bilgiyi birleştirmemiz gereken sanırım ama nasıl?
- Ö5: Arkadaşlar ayrıca bize model diyor baksanıza. Yani bu model değil bence. Problemde bir sürü bilgi var. Biz sadece işçilik ücreti ile malzeme fiyatını hesaba kattık.
- Ö3: Bence de. Hem başka bir kişide kendi evi için bu hesaplamayı yapmak istediğinde kullanabileceği bir şey olması gerekiyor ya bununla olmaz.

Öğrencilerin diyaloglarına bakılacak olursa düşüncelerinin modelle ilgili netlik kazanmaya başladığı gözlenmiştir.

- Ö1: Burada yani işçi ve malzeme ücretinden öncelikle bir denklem bulabilir miyiz diye düşünüyorum.
- Ö4: Ücretler sabit nasıl denklem yapacağız?
- Ö2: Ücret evin büyüklüğüne göre değişmiyor mu?
- Ö1: Evet değişiyor. İşte buradan o zaman şöyle (Bkz. Şekil 3.4 ve 3.5) dersek;

$$\begin{array}{l}
 \text{eps} \\
 \hline
 37.150 + 50.240 \\
 37.150 = 5550 \text{ masraf} \\
 50.5 = 250 \\
 25.3 = 75 \\
 10.4 = 40 \\
 \hline
 365 \text{ yıllık tasarruf}
 \end{array}$$

Şekil 3.4. Eps için yapılan masraf ve 1 yıllık tasarruf

$$\begin{array}{l}
 \text{taş yünü} \\
 \hline
 50.150 + 60.240 \\
 50.150 = 7500 \text{ masraf} \\
 60.5 = 300 \\
 30.3 = 90 \\
 4.12 = 48 \\
 \hline
 438 \text{ yıllık tasarruf}
 \end{array}$$

Şekil 3.5. Taş yünü için yapılan 1 yıllık tasarruf ve masraf

Burada öğrencilerin kendilerinden istenenler doğrultusunda ilk model oluşturma çalışmalarına adım attıkları görülmektedir.

3.1.1.3. Tahmin adımı

Öğrenciler ilk model çalışmalarından sonra istenen esas modeli oluşturmak için enerji tasarrufu ile ilgili de sabit kalan ve değişen durumlar nelerdir bunları tartışarak bir değişken belirleme çalışması başlatmış oldukları görülmüştür. Sonrasında hem eps hem de taş yünü için şu hesaplamaları (Bkz. Şekil 3.6 ve Şekil 3.7) yapmışlardır.

eps

$$365 \cdot 15 = 5475 \text{ TL}$$

$$\text{masraf} = 5550 \text{ TL}$$

Yaklaşık 15 yıl

$$\text{Geride } 20 - 15 = 5 \text{ yıl}$$

$$5 \cdot 365 = 1825 \text{ TL}$$

fazladan tasarruf

Şekil 3.6. Eps ile yapılacak tasarruf miktarı ile yıl ilişkisi

taş yünü

$$438 \cdot 17 = 7446 \text{ TL}$$

$$\text{masraf} = 7500 \text{ TL}$$

Yaklaşık 17 yıl

$$\text{Geride } 20 - 17 = 3 \text{ yıl}$$

$$3 \cdot 438 = 1314 \text{ TL}$$

fazladan tasarruf

Şekil 3.7. Taş yünü'nün tasarruf miktarı ile yıl ilişkisi

Öğrencilerin hesaplamaları yaparken aralarında geçen diyalog aşağıda yer almaktadır.

Ö1: İki formülü birleştirirsek.

Ö4: Bunları kısaltsak ya.

Ö2: Eee şimdi model bu mu yani? Hangisi daha tasarruflu nasıl bileceğiz?

Ö5: Bence burada eksik olan bir şey var kıyaslamayı nasıl yapacağız?

Ö3: Bence grafik iyiydi grafikte gösterirsek kıyaslama yapabiliriz belki.

Öğrencilerin diyaloglarından anlaşıldığı üzere buldukları ilk sonuçtan emin olamadıkları için ve bunu nasıl kullanacaklarını bilemedikleri için bu sonucu grafiğe dökmeye karar vermişlerdir. Ancak sonrasında grafik çizmekten de vazgeçmişlerdir.

Ö1: Bu sonuçta bir sıkıntı var çünkü biz tasarrufla masrafı toplamışız.

Ö3: Gerçekten de bu olmaz. Bizim adamın ödeyeceği masrafı tasarruf ede ede kaç ayda kapatacağını bulmamız lazım.

Ö4: O zaman şöyle; önce masrafı bir hesaplayalım. Aylık tasarrufu da bulalım. Bunu kaç yılda bitirebiliyor onu hesaplayalım.

Ö2: Bunu şimdi nasıl formül olarak yazacağız.

Ö3: Öncekini bulmuştuk şimdi bu yılla ve enerji tasarrufu ile ilgili de bir formül bulup ikisini birleştiresek.

Ö4: O zaman 1 yıldaki toplam tasarruf bir malzemede 365 TL, diğerinde 438 TL oluyor.

Ö5: O zaman yıla y diyelim bakalım ne olacak?

Ö1: Öncekiyle birleştirelim.

Ö4: Hayır biri harcanan masraf diğeri enerjiden tasarruf ikisinin birbirini götürmesi gerekiyor.

Yani adam harcadığı parayı enerjiden çıkarmalı.

Ö5: Tamam işte o zaman. Bu oluyor (Bkz. Şekil. 3.21, s. 82).

Öğrenciler hesaplamaların sonucunda nihai modele ulaşmayı başarmışlardır. Ancak yine de modelin uygulanması konusunda sıkıntılar yaşadıkları görülmüştür.

3.1.1.4. Doğrulama adımı

Öğrenciler bir yıldaki enerji tasarrufu ile evin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi geliştirdikleri matematiksel model ile farklı büyüklükteki ev modelleri için denedikten sonra modelin doğruluğuna kanaat getirdiler. Ancak henüz hangi malzemenin daha tasarruflu olduğunu belirleyemedikleri için bu modelin doğruluğundan emin olmak adına farklı büyüklükte ev modelleri için ayrı ayrı malzemeleri denemeye karar veriyorlar. Böylece modellerin her seferinde çalışıp çalışmadığını kontrol etmişlerdir. Aralarında şöyle bir diyalog geçmiştir.

Ö1: Eps harcanan masrafı 111 ayda taş yünü harcanan masrafı 125 ayda bitiriyor. İkisinin de dayanma ömrü 20 yıl diyor. Eee kalan yılları ayları ne yapacağız?

Ö5: Onun önemi olurmu ki?

Ö3: Bence olur.

Ö4: Bence de olur.

Ö2: Ne yapacağız?

Ö3: Biz bu malzemelerin yıllık tasarrufunu hesapladık nasılsa her malzemenin kalan ömründe ne kadar tasarruf sağlattıracağını da bulamaz mıyız?

Ö1: Evet işte buluruz. Böylece kim daha çok tasarruf ettirmiş oluyor emin oluruz.

Ö3: Hadi yapalım.

Ö2: Yani o zaman her şeyi toparlarsak. Ahmet Bey 150 metrekarelik evin dış cephe mantolaması için eps malzemesini seçerse 5550 TL masraf edecek. Bu masraf yıllık 365 TL'lik enerji

tasarrufu ile 111 ayda kapanmış olacak. Malzemenin kalan ömründen dolayı da 3650 TL'lik tasarrufu olacak. Taş yünü malzemeyi seçerse 7500 TL masraf olacak. Bu masraf yıllık 438 TL'lik enerji tasarrufu ile 125 ayda kapanmış olacak. Malzemenin kalan ömründen dolayı da 4197 TL'lik tasarruf olacak.

Ö5: Bu durumda taş yünü malzeme ile mantolaması daha mantıklı.

Ö3: Hem de daha sağlıklı ve yanmıyormuş. O zaman taş yünü ile mantolama yaptırın.

Ö1: Ancak bence şöyle bir şey var. Düşünsenize 20 yılda yaklaşık 4000 TL'lik bir tasarrufu var. Bence 20 yıl için çok az. Yani 20 yıl çok uzun bence daha fazla tasarruf edilse daha iyi olurdu. Bu para 20 yıl için çok az bence.

Ö2: Eee ne önereceğiz şimdi.

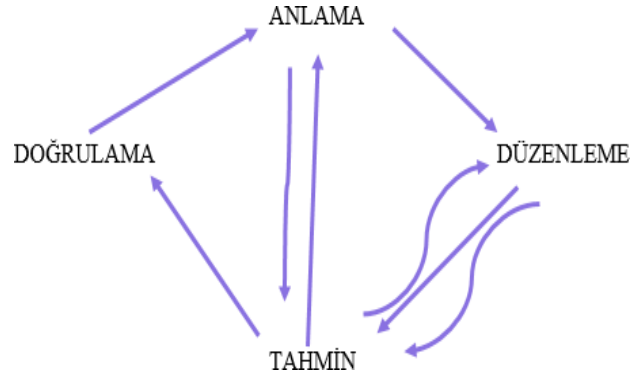
Ö5: Olsun yine de tasarruf tasarruftur. Hiç yoktan iyidir bence.

Ö3: O zaman biz bir şey önermeyelim modeli sunalım ve hesaplamaları gösterelim kendisi seçsin.

Diyaloglardan da anlaşıldığı üzere öğrencilerin hangi malzemenin daha tasarruflu olduğu konusunda bir görüş birliğine varamadıkları görülmektedir. Ancak örnek verme yoluyla doğrulama yapabildikleri belirlenmiştir.

3.1.2. Tasarruflu araç seçimi etkinliği (E2)

Sekizinci sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinin ikinci etkinliği olan E2'de öğrencilerden farklı araç türlerinden aracı kullanacak olan kişinin ihtiyaçlarına uygun bir şekilde en tasarruflusunu belirlemeleri beklenmiştir. Bu modelleme süreci de ilk modelleme etkinliğinde olduğu gibi tek döngüde tamamlanmıştır. Modelleme süreci genel olarak değerlendirildiğinde öğrenciler önce en düşük fiyata sahip olan aracı bir kenara bırakarak diğer iki araca odaklanmışlardır. Sonrasında iki araç arasında kıyaslama yapmak isteyen öğrenciler burada aracın gittiği yolu bilmediklerini fark ederek aracın gittiği yolu hesaplamaya çalışmışlardır. Ancak sonrasında işlemlerinde eksiklikler olduğunu problemdeki verilerin bazılarını dikkate almadıklarını fark ederek tekrar hesaplamalar yapmışlardır. Aşağıda modelleme basamakları arasında gerçekleştirilen geçişler (Bkz. Şekil 3.8) ve modelleme adımlarının detayları sunulmuştur.



Şekil 3.8. E2 Etkinliğinin modelleme döngüsü

3.1.2.1. Anlama adımı

Öğrenciler problemi okuduktan sonra önce karışık olarak verilen bilgileri tabloya dönüştürmüşler ardından tabloyu incelemeye başlamışlardır. Öğrenciler tabloyu (Bkz. Şekil 3.9) inceleyerek soruyu anlamaya çalışmışlar ve sonrasında fiyatı en ucuz olan aracı muhtemel cevap olarak düşünerek bir kenara ayırmışlardır. Yani C aracının sorunun cevabı olabileceğini varsayarak diğer araçlarla ilgili hesaplamalar yapmaya karar vermişlerdir.

ARAÇ ADI	A ARAÇI	B ARAÇI	C ARAÇI
ARAÇ GEFİDİ	DİZEL	DİZEL ARAÇI	BENZİNLİ
YAKIT (KM)	35 KURUŞ	30 KURUŞ	55 KURUŞ
10.000 KM'DE BAKIM MASRAFI	1000 TL	1500 TL	650 TL
BEDEL	210.000 TL	200.000 TL	195.000 TL

Şekil 3.9. A, B, C Araçlarının karşılaştırılması

3.1.2.2. Düzenleme adımı

A ve B aracı arasında kıyaslama yapabilmek için öğrenciler iki aracın araç bedellerini, bakım masrafını ve yakıt masrafını toplayarak işlemlere başlamak istemişler ancak bakım ve yakıt masraflarının gidilen yola bağlı bir değişken olduğunu fark edince önce araçların gittiği yolu hesaplamaya başlamaları gerektiğini düşünmüşlerdir. Ancak

aracın gittiği yol belli olmadığı için burada biraz kararsızlık yaşadktan sonra tekrar problemi okumak ve verileri anlamak için ilk adıma dönmüş ve burada problemde geçen 2015 model araba 40.000 km’de ifadesinden yola çıkarak bir varsayımda bulunmuşlardır. Aracın bir yılda yaklaşık olarak 10.000 km gittiğini tahmin eden öğrenciler tekrardan bu sefer üç aracı da dahil ederek araçların 1 yıllık masraflarını hesaplamışlardır (Bkz. Şekil 3.35, s. 98).

3.1.2.3. Tahmin adımı

Öğrenciler araçların bir yıllık masraflarını hesaplayarak bu masrafları araç bedellerine ekleyip (Bkz. Şekil 3.23, s.88) buldukları sonuçlardan yola çıkarak ilk başta düşündükleri C aracının en tasarruflu olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak tekrar soruyu okuduklarında aracın en az 4 en fazla 10 yıl kullanıldığı bilgisi ile işlemlerinin eksik olduğunu fark ederek tekrar düzenleme aşamasına geçmişlerdir. Araçların masraflarını 4. Yıldan 10. Yıla kadar bütün yıllar için ayrı ayrı hesaplayarak aşağıdaki (Bkz. Şekil 3.10) sonuçları elde etmişlerdir.

A	B	C
215.500	210.500	201.150
220.000	221.000	207.300
224.500	231.500	213.450
229.000	242.000	219.600
233.500	252.500	225.750
238.000	263.000	231.900
242.500	273.500	238.050
247.000	284.000	244.200
251.500	294.500	250.350
256.000	305.000	256.500

Şekil 3.10. Araçların 4 ile 10 yıl arasında ki giderleri

Elde edilen sonuçlardan yola çıkarak yıl değişkenine göre masrafların da değiştiği göz önünde bulundurularak araçların masraf ve araç bedelleri dahil yıllara göre değişimini veren bir model (Bkz. Şekil 3.11) oluşturmayı başarmışlardır.

A	B	C
$210.000 + 4.500x$	$200.000 + 10.500x$	$195.000 + 6.150x$
$yıl = x$		

Şekil 3.11. E2 Etkinliğinin modeli

3.1.2.4. Doğrulama adımı

Elde ettikleri modele göre problemde istenen görevle ilgili yorumda bulunan öğrenciler (Bkz. Şekil 3.12) doğrulama aşamasında 1. Yıldan başlayarak 15. Yıla kadar her araç için ayrı ayrı masraf hesaplayarak problem için oluşturdukları modeli örnek verme yöntemiyle doğrulamışlardır (Bkz. Şekil 3.12).

	A	B	C
1.	215.500	210.500	201.150
2.	220.000	221.000	207.300
3.	224.500	231.500	213.450
4.	229.000	242.000	219.600
5.	233.500	252.500	225.750
6.	238.000	263.000	231.900
7.	242.500	273.500	238.050
8.	247.000	284.000	244.200
9.	251.500	294.500	250.350
10.	256.000	305.000	256.500
11.	260.500	315.500	262.650
12.	265.000	316.000	268.800
13.	269.500	326.500	274.950
14.	274.000	337.000	281.100
15.	278.500	347.500	287.250
		358.000	293.400

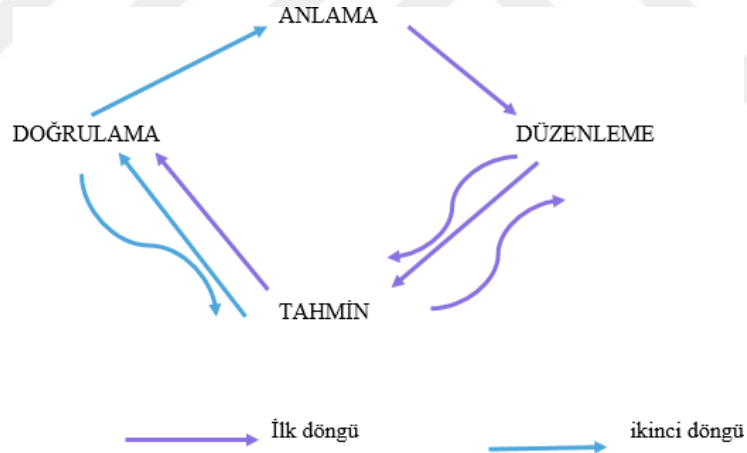
Şekil 3.12. Araçların 15 yıllık masrafları

Burada örnek verme metoduyla buldukları modeli doğrulayan öğrenciler bu hesaplamalar sonucunda da en tasarruflu aracın A aracı olduğuna karar vermişlerdir. Ancak öğrenciler hesaplamalarında nakliye ücretini dikkate almamışlardır. Nakliye ücretini hesaplamanın sonucu etkilemeyeceğini belirtmişlerdir.

3.1.3. Tarife paketi seçimi etkinliği (E3)

Üçüncü modelleme etkinliğinde öğrencilerden kullanıcının ihtiyaçlarını da göz önünde bulundurarak sunulan üç farklı tarifeden hangisinin en tasarruflu olacağını belirlemeleri ve bununla ilgili bir model oluşturmaları istenmiştir.

Modelleme süreci genel olarak değerlendirildiğinde öğrencilerin adımlar arası geçişlerde önceki iki etkinliğe oranla azalma görülmüştür. Yani acele ederek problemi tam olarak anlamlandırmadan hemen düzenleme ve tahmin adımlarına geçişten ziyade daha sakin ve problemle ilgili bir durumu tam olarak çözümleyene kadar başka işlemlere geçmedikleri gözlenmiştir. Bu modelleme sürecini öğrenciler iki döngüde tamamlayabilmişlerdir. Daha tasarruflu olan tarifeyi gösteren ilk oluşturdukları modelde yıl değişkenine bağlı kalınmıştır (Bkz. Şekil 3.9) ancak daha sonra oluşturdukları modeli revize ederek (Bkz. Şekil 3.2 s. 108) ekstra internet ücreti değişkenine göre bir model oluşturmuşlardır. Aşağıda bu modelleme sürecinde adımlar arası geçişler (Bkz. Şekil 3.11) ve adımların detayları sunulmuştur.



Şekil 3.13. E3 Etkinliği modelleme döngüsü

3.1.3.1. Anlama adımı

Öğrenciler ilk önce problemde verilen bilgileri görselleştirerek tablo (bkz. Şekil 3.12) oluşturmuşlardır. Tabloya bakarak ve aynı zamanda problem metnini de inceleyerek gerekli- gereksiz bilgileri kontrol etmişlerdir. Daha sonra ise problemi tekrar tekrar okuyarak birbirlerine nasıl bir yol izlemeleri gerektiği ile ilgili fikirler sunmuşlardır. Öğrencilerin problemi tam olarak anlayabilmek için tüm verilerin üzerinde de teker teker

düşündükleri gözlenmiştir. Bilgilerin hepsini bir bütün olarak değerlendirmeye çalışıp sonra parça parça bu bilgileri işlemeye karar vermişlerdir. Sonrasında sözlü olarak planladıkları işlemleri sayısal olarak hesaplamaya (Bkz. Şekil 3.14) başlamışlardır.

Tarife	Sms	Dakika	İnternet TL	3 ay	12 ay	Her ay	Devlet Ekstra me	1GB
1. Tarife	250	750	9 GB 20 GB	25 TL	29 TL	69 TL	var	20 lira
2. Tarife	250	750	10 GB 10 GB	35 TL	39 TL	59 TL	var	5 lira
3. Tarife	500	1000	11 GB 20 GB	35 TL	39 TL	65 TL	yok	5 lira

Şekil 3.14. Tarifelerin karşılaştırılması

Burada öğrenciler ekstra internet ilavesi ile birlikte toplam internet miktarlarını her tarife için pembe renkle göstermişlerdir.

3.1.3.2. Düzenleme adımı

Öğrenciler öncelikle kullanıcının 20 yaşında olduğu ve 26 yaşına kadar bu tarifeyi kullanacağı bilgisinden yola çıkarak bütün tarife paketlerinin maliyetlerini 6 yıllık olarak ayrı ayrı hesaplamışlardır (Bkz. Şekil 3.15).

<u>1. Tarife</u>	
Aylık 11 GB kullanıyor	
$25.3 = 75$	
$28.12 = 348$	$6 \text{ yıl} = 6.12 = 72 \text{ ay}$
$72 - 15 = 57 \text{ ay}$	$57.49 = 2793$
$75 + 348 + 2793 = 3216 \text{ lıra.}$	
<u>2. Tarife</u>	<u>3. Tarife</u>
$35.3 = 105$	$35.3 = 105$
$39.12 = 468$	$39.12 = 468$
$59.57 = 3363$	$65.57 = 3705$
$\pm$	$\pm$
3936 lıra	4278 lıra.

Şekil 3.15. Tarifelerin 6 yıllık maliyetleri

Elde edilen sonuçlarda 1. Tarife paketinin maliyetinin en düşük olması sebebiyle kısa süreliğine de olsa bir karışıklık yaşasalar da tekrar hesaplamalarını düzenlemeye dönerek tarifelerde verilen diğer bilgilere odaklanmışlardır. Böylece tarifelerdeki devretme özelliği, dakika ve sms bilgileri ve de internet miktarını incelemeye başlayarak bunlardan hangileri tarifenin ücretinde değişiklik meydana getiriyor ve tarifeyi kullanacak kişinin ihtiyaçlarını karşılıyor kıyaslamaya çalışmışlardır.

Kullanıcının internet kullanım miktarına ve tarifelerdeki internet miktarlarına odaklanarak üç tarife paketinin maliyetini tekrar hesaplamışlardır (Bkz. Şekil 3.42, Şekil 3.43, s.139).

3.1.3.3. Tahmin adımı

Öğrenciler internet miktarlarının da dahil edilerek hesaplandığı tarife ücretlerine istinaden bir model oluşturma çabası içine girmişler ve yıl değişkenini baz alarak oluşturdukları model (Bkz. Şekil 3.16) aşağıda sunulmuştur.

<u>1. Tarife</u>	<u>2. Tarife</u>	<u>3. Tarife</u>
$423 + 57x$	$573 + 57x$	$373 + 57x$

Şekil 3.16. E3 Etkinliğinin ilk modeli

3.1.3.4. Doğrulama adımı

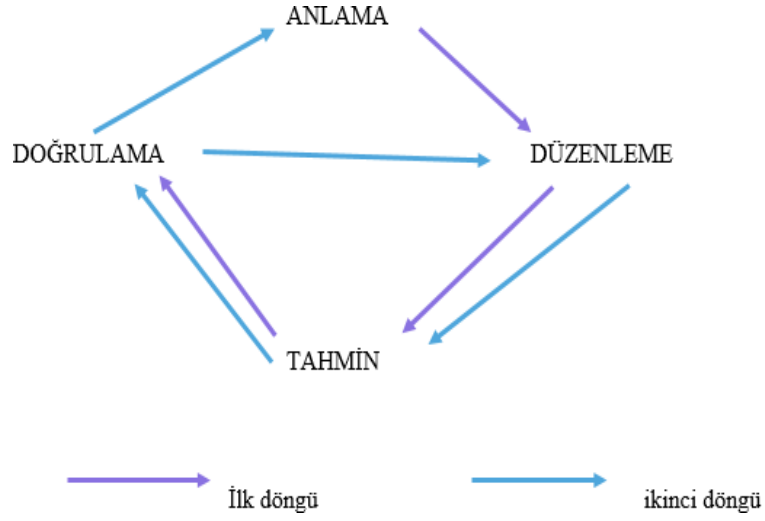
İlk Modellerini oluşturan öğrenciler modeli doğrulamak istediklerinde tarifeyi kullanacak kişinin bu tarifeleri sadece 6 yıl için kullanabileceği bilgisinden yola çıkarak burada yıl değişkeni ile bir model oluşturma anlamı taşıdığına çünkü yıllara göre tarifeler arasında bir değişiklik olmayacağını düşünmüşlerdir. Sonrasında tekrar modeli inceleyen öğrenciler ekstra kullanılan internet paketinin tarifeleri farklılaştıracağını düşünerek ve ekstra internet ücretini modelde farklı sayılar vererek denediklerinde modelin çalıştığını belirlemişler ona göre modeli revize etmişlerdir. Öğrenciler doğru bir model sunmayı başarmışlardır (Bkz. Şekil 3.24, s. 90).

3.1.4. Fıskiye seçimi etkinliği (E4)

Bu modelleme etkinliğinde öğrencilerden dikdörtgen şekle sahip bir bahçeye 360 derece dönebilen ve farklı büyüklükte alanlar sulayabilen yine fiyatları da farklı olan fıskiyelerden problemde verilen bütçeye uygun bir şekilde bahçenin her tarafının sulanması şartı ile bu fıskiyeleri yerleştirmeleri istenmiştir.

Öğrencilerin birlikte en rahat çalıştıkları modelleme süreci bu etkinlikte gerçekleşmiştir. Öğrencilerin problemde zevk alarak ve acele ile sonuç bulma çabası içinde olmadan o anki duruma odaklanılarak ve eğlenerek sakin bir şekilde modelleme sürecini tamamladıkları gözlenmiştir.

Modelleme sürecini iki döngüde tamamlayabilen öğrencilerin adımlar arası geçişleri (Bkz. Şekil 3.17) ve bu adımların detayları aşağıda sunulmuştur.



Şekil 3.17. E4 Etkinliği modelleme döngüsü

3.1.4.1. Anlama adımı

Öğrenciler problemi birkaç kere okumuşlar ve problemle ilgili birbirlerine fikirlerini sunmuşlardır. Problemin çözümünü planlamaya çalıştıklarında bahçenin dikdörtgen olması ve fiskiyelerin dairesel bir alan suluyor olması biraz karışıklığa sebep olmuştur. Ancak öğrenciler bunu bir kenara bırakarak önce hesaplanması gerekli olan durumları çözümleme kararı almışlardır.

3.1.4.2. Düzenleme adımı

Öğrenciler öncelikle dikdörtgen şeklindeki bahçenin alanının hesaplanması ile işlemleri yapmışlar sonra da her bir fiskiyenin sulayabileceği alanları ayrı ayrı bulmuşlardır (Bkz. Şekil 3.18).

Öğrenciler fiskiyelerin sulayabilecekleri alanları da bulduktan sonra işçilik ücretini de göz önünde bulundurarak bütçeyi geçmeyecek şekilde bu fiskiyeleri bahçeye nasıl yerleştirebilecekleri konusunda fikir alışverişinde bulunmuşlardır.

3.1.4.3. Tahmin adımı

Bahçeye yerleştirmek istedikleri fiskiyeleri önce fiyat bazında karşılaştırıp en ucuz fiskiyelerden seçerek bahçeye yerleştirmiş ve bunun için gerekli olan işçilik ücretini de hesaplayarak bir model oluşturmuşlardır (Bkz. Şekil 3.18).

Ancak burada modeli oluşturduktan sonra modelin doğruluğunu kontrol etmek isteyen öğrenciler işçilik ücreti hesaplamasında bir yanlışlık yaptıklarını fark ederek tekrar çözümü düzenleme aşamasına geçmişlerdir. Çünkü öğrenciler işçilik ücretini hesaplarken fiskeye başına değil tüm bahçe için toptan işçilik ücreti bulmuşlardır. Buradan itibaren modelleme sürecinin ikinci döngüsü başlamıştır.

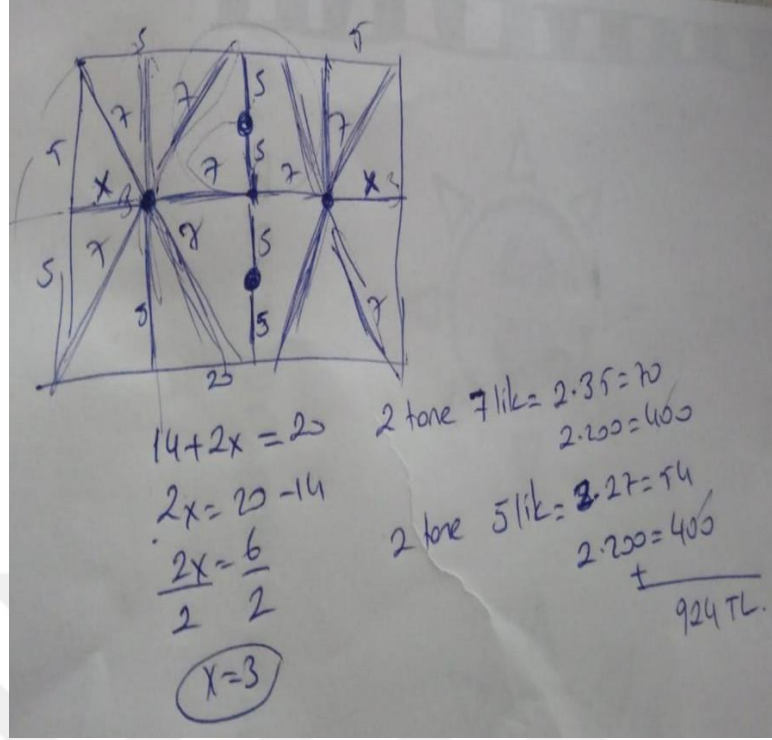
Handwritten calculations on lined paper:

1. Fiskeye	2. Fiskeye	3. Fiskeye
$r=3$	$r=5$	$r=7$
$3.9=27m^2$	$3.25=75m^2$	$3.49=147m^2$
Bahçenin Alanı = $10.20 = 200m^2$		
$\begin{array}{r} 200 \overline{)27} \\ \underline{18} \\ 9 \end{array}$		
$27.8=216$	$75.3=225$	$147.2=294$
$Tişçilik = 8.200 = 1600$	$200.3 = 600$	$200.2 = 400$

Şekil 3.18. Fiskiyelerin sulayabilecekleri alanların hesaplanması

3.1.4.4. Doğrulama adımı

Oluşturdukları modelde hatalarını fark ederek tekrar düzenleme aşamasına dönen öğrenciler burada işçilik ücretini fiskeye başına tekrar hesaplayarak yeniden bir fiskeye yerleşim planı yapmışlardır ve problemde istenilenlere uygun bir model oluşturmuşlardır (Bkz. Şekil 3.19). Öğrenciler modelin doğruluğunu kontrol etmek için bahçeye fiskiyeleri farklı farklı yerleştirerek örnek verme yoluyla en uygun modeli oluşturduklarından emin olmaya çalışmışlardır (Bkz. Şekil 3.34, s. 114).



Şekil 3.19. E4 Etkinliği son modeli

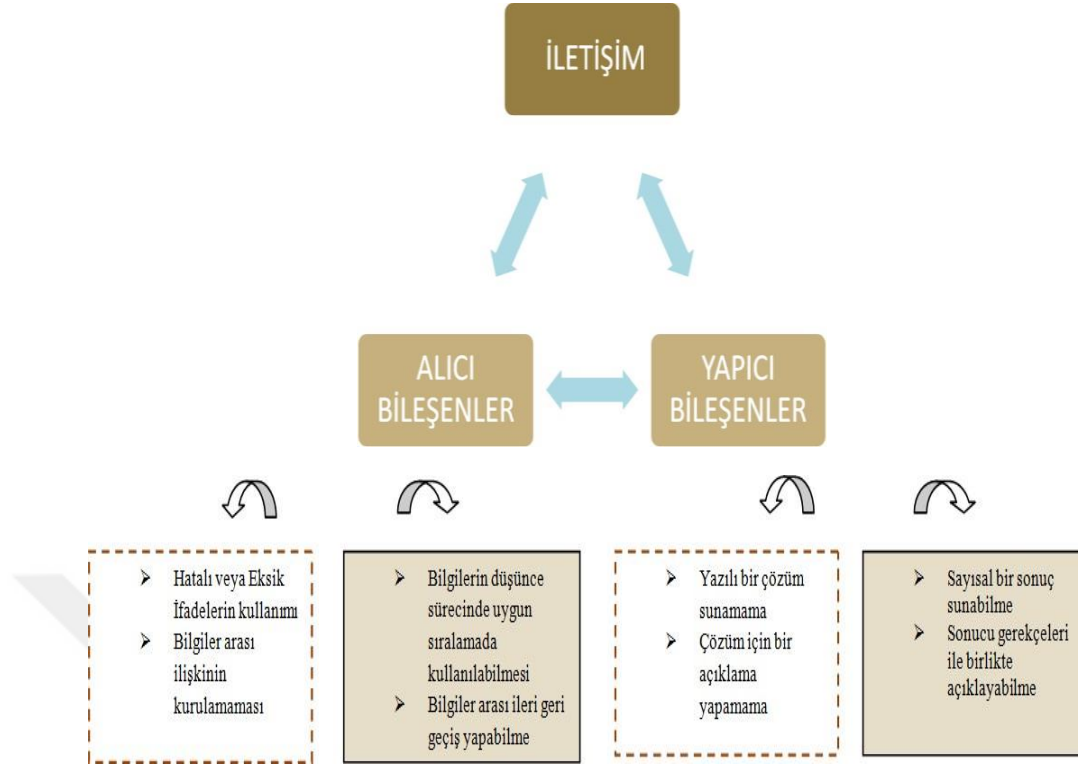
3.2. Matematiksel Okuryazarlık Becerilerine Ait Bulgular

Bu bölümde matematik okuryazarlık becerilerine ait bulgulara yer verilmiştir. Her beceri ayrı başlıklar altında sunulmuştur. Her beceri bulgularında tekrara düşmemek adına iki etkinlik kapsamında ayrıntılı olarak kalan diğer etkinlikler kapsamında da daha yüzeysel olarak irdelenmiştir.

3.2.1. İletişim becerisi

Bu bölümde, 8. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinde elde edilen verilerin analizi neticesinde matematiksel okuryazarlık becerilerinden iletişim becerisi kapsamında iki tane tema (alıcı bileşen ve yapıcı bileşen) ve bu temalara ait kodlar görsel 3.1'de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

İletişim becerisi kapsamında E1(Etkinlik1) ve E3(Etkinlik3) ayrıntılı olarak incelenmiş ve diğer etkinliklere de kısaca değinilmiştir.



Görsel 3.1. İletişim becerisi ana tema ve kodlar

Görsel 3.1’de iletişim becerisi altında iki ana tema olan alıcı bileşen ve yapıcı bileşen ile birlikte bu ana temaların altında açık renkli bölgeler ilgili temalar kapsamında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri, koyu renkli bölgeler ise o temalarla ilgili öğrencilerin geliştirdikleri becerileri göstermektedir.

Genel olarak bütün etkinliklerdeki modelleme süreci incelendiğinde yönlendirici sorularla birlikte öğrencilerin konuyla ilgili gerekli matematiksel bilgileri ifade etmekte zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Aslında öğrencilerin tüm etkinliklerdeki iletişim becerileri göz önüne alındığında zorlandıkları durum zihinlerindeki kavramları sözel olarak ifade edemedikleri veya söylemleri ile kastedilen durumun farklı olmasından kaynaklandığı gözlenmiştir. Çünkü bu durumda birbirlerini anlamakta ve birbirleri ile iletişim kurmakta sıkıntı yaşamışlardır. Ayrıca görülmüştür ki öğrenciler problemlerin nasıl çözülmesi gerektiğinden ziyade sonucun ne olacağına odaklanmalarından kaynaklı olarak yapıcı bileşenden çok alıcı bileşende güçlüklerle karşılaşmışlardır. Ancak bütün etkinlik problemlerinde aynı zorluk düzeyi ile karşılaşılmanın her etkinlikte öğrencilerin birbirleri ile olan etkileşimleri arttıkça ve matematiksel modelleme

etkinliklerine olan aşinalıkları da güçlendikçe bu durumdan iletişimsel becerileri de orantılı olarak etkilenmiştir.

3.2.1.1. *Alıcı bileşen*

Alıcı bileşen, problemde öğrencilere sunulan bilgilerin anlaşılabilirliği, bu bilgilerin öğrenciler tarafından tanınabilirliği, gerekli ve gereksiz bilgilerin fark edilebilirliği, bilgilerin yorumlanması aşamasında gerçekleştirilen düşünme süreciyle bilgilerin sunulmuş sıralamasının uyumlu olması gibi durumları kapsamaktadır.

İlk etkinlik (E1), çeşitli mantolama malzemelerinden hangisinin kullanımı ile daha iyi bir tasarruf sağlanacağını belirlemenin beklendiği bir problem durumudur. Öğrencilerin önce problemi okuduktan sonra sessiz kaldıkları bu esnada problemle ilgili düşünce sürecinin başladığı ancak henüz problemin anlamlandırılmaması ve grup ortamına yabancı olmaları sebebiyle sessizliğe devam ettikleri gözlenmiştir. Bilgilerin karmaşık olarak sunulmasının da etkisiyle öğrencilerin pasif bir durum sergilemeleri ve sesli iletişimsel eyleme geçmemeleri ile birlikte araştırmacı duruma müdahale etmiş ve öğrencilere aşağıdaki soruları yönelterek onların birbirleri ile olan iletişimsel sürecin aktifleşmesini sağlamayı amaçlamıştır.

A: Problemden ne anladığınızı birbirinize açıklayınız?

A: Problemde verilen bilgiler açık mı?

A: Verilen bilgilere bakarak neler söyleyebilirsiniz?

Araştırmacı bu tarz sorularla aslında öğrencilerin düşüncelerini daha rahat bir şekilde grup içinde paylaşabilmelerini hedeflemiştir. Kendilerine yöneltilen sorularla birlikte öğrenciler sesli iletişime geçiş sağlayarak düşüncelerini sesli olarak belirtmeye başlamışlardır ancak bu durum grupla diyalogdan ziyade kendi kendine gerçekleştirilen bir monolog tarzında iletişim olarak gerçekleşmiştir. Şöyle ki;

Ö3: Birçok bilgi var.

Ö2: Ev yüz elli metrekaresiydi.

Ö5: Bu ne ya karmakarışık bir sürü şey söylemiş.

Burada öğrencilerin araştırmacının cesaretlendirmesiyle sessiz iletişimden monolog şeklinde de olsa sesli iletişime geçtikleri görülmektedir. Öğrencilerin

zihinlerindeki sesli olarak dile getirmeye başlamaları ile birlikte öğrencilerde bir rahatlama olduğu ve diğer grup arkadaşlarının da kendileri ile aynı durumda olduğunu yani onların da problemle ilgili sıkıntı yaşadıklarını anlamaları ile yavaş yavaş grup içi toplu iletişimin başladığı belirlenmiştir. Bu durum öğrencilerle yapılan klinik görüşmelerde öğrencilere gruptaki arkadaşları ile nasıl konuşmaya başladıkları sorulduğunda öğrencilerin, diğerlerinin de kendisi ile aynı durumda olduklarını fark ettiklerinde kendilerini daha rahat hissettiklerini belirtmeleriyle anlaşılmıştır.

Öğrencilerin toplu iletişime yavaş yavaş geçiş sağlama çabaları araştırmacının aşağıdaki sorularıyla desteklenmiştir. Sonrasında öğrencilerin iletişimsel eylemlerinin daha yoğunlaştığı gözlenmiştir. Aşağıda araştırmacının öğrencilere yönelttiği sorular ve öğrenciler arası diyaloga örnek verilmiştir.

A: Problemi okudunuz sanırım bazı sıkıntılarınız ve sorularınız var.

Ö3: Evet, soru çok karışık hiçbir şey anlamadım.

Ö1: Bence de çok karışık.

A: Peki bu durumda ne yapılabilir sizce?

Ö4: Bence bir daha okuyalım. Herkes birbirine ne anladığını anlatsın. Herkes bir şey anlasa bunları birleştiririz ve belki tamamını anlarız.

Ö5: Evet mantıklı.

A: O zaman herkes üzerinde düşünerek tekrar okusun problemi ve sorularınızı birbirinize yöneltin.

Ö2: Arkadaşlar herkes sorudan ne anladığını anlatsın.

Ö1: 150 metrekare evi mantolama malzemesi ile döşeyecekmiz.

Ö3: Eeee, o zaman eps daha tasarruflu.

Ö2: Bence de baksana hem malzeme ucuz hem de işçiliği ucuz.

Ö5: Bence sadece iki malzemeyi değil sorunun en başındaki bilgilere de dikkat etmemiz gerekli.

Öğrencilerin probleminden ne anladıklarını birbirlerine açıklamaya başlamaları ile birlikte öğrencilerin akıl yürütme süreçlerinin de aktifleşmeye başladığı görülmüştür.

Öğrencilerin iletişim becerisinin düzey 0'da olduğu görülmüştür. Sürecin bu kısmında öğrencilerin etkinlik 1'in anlaşılabilirliği aşamasına yavaş yavaş geçiş sağlama çabaları görülmektedir. Ancak henüz bilgilerle ne yapmaları gerektiğini bilemedikleri, gerekli ve gereksiz bilgilerin farkında olmadıkları fark edilmiştir. Bu durumda öğrencilerin iletişim becerisinin 0. Düzeyine uygun beceriler gösterdikleri belirlenmiştir. Çünkü iletişim becerisinin 0. Düzeyi bilgiye doğrudan erişimin sağlandığı, bir çıkarımda bulunulmasının gerekli olmadığı, doğrudan problemdeki verilenlerle ilgili olan kısa

cümlelerle sunulan bilgileri içerir. Aşağıda yer alan diyalogdan da öğrencilerin tablo oluşturarak doğrudan bu tabloda yer alan bilgilerden faydalanarak eps ve taş yünü malzemeyi kıyasladıkları anlaşılmaktadır. Henüz başka dolaylı bir çıkarımda bulunmamışlardır.

Her bir mantolama malzemesinin özelliklerini karşılıklı olarak kıyaslama imkânı veren bir tablo oluşturulmasının amaçlandığı bu süreçte öğrenciler farklı matematiksel fikirler belirtemeseler de birbirleri arasında akıl yürütmenin başlamasıyla birlikte iletişim becerisinde de gelişmeler gözlenmiştir. Yapılan gözlemler ve gerçekleştirilen klinik görüşmeler sonucu görülmüştür ki iletişim muhakemeyi muhakeme de iletişimi desteklemektedir. Öğrencilerin karmaşık bilgileri bir tablo (Bkz. Şekil 3.20) halinde düzenlemeleri ile birlikte problem durumunun verileri öğrenciler için daha anlaşılır ve kıyaslanabilir hale gelmiştir.

Ö4: Şimdi bu tablo çok işimize yarayacak buradan bakarak bir şeyler söyleyebiliriz artık.

Ö1: Evet evet gayet iyi oldu bence de.

Ö3: Nasıl yapacağız şimdi? Böyle yine seçemiyoruz. Bazısı (sayısal veriler) eps’de fazla bazısı da taş yününde fazla. Direkt seçemiyoruz yine de.

MANTOLAMA MAL.	EPS	TAP YÜNÜ
ISI İLET. KATSAMISI	AYNI	AYNI
YANMAZLIK	ALEV ALMADAN YANAR	YANMAZ
SU GEÇİRİMLİLİK	GOK AZ	SUYA KAKSI ZARFI VAR
SES YALITIMI	DAHA AZ	DAHA GOK
BASING DAYANIMI	AYNI	AYNI
NEFES ALMA	AZ	NEFES ALIR
AZIRLIK	AZ	GOK FAZLA
UYGULAMA ZORLUĞU	NORMAL	DAHA ZOR
UZUN ÖMÜRLÜLÜK	ORT. 20 YIL	ORT. 25 YIL
FİYAT m ²	17 TL	28 TL
İŞÇİLİK 100m ² KAKSI	20 TL	22 TL
ENERJİ TASARRUFU	%10	%12

Şekil 3.20. Mantolama malzemelerinin özellikleri

Araştırmacının yönlendirmeleriyle problemde geçen mantolamanın ne olduğu, malzemelerin kaç çeşit olduğu ve hangi özelliklerden oluştuğu, işçilik ücretlerinin nasıl değişiklik gösterdiği, mantolama yaptırırken sadece fiyatları mı yoksa malzemenin diğer özelliklerini de dikkate alıp almamaları gerektiği gibi ifadeleri detaylı bir şekilde öğrencilerin bir tartışma ortamı oluşturarak sorgulamaları sağlanmıştır.

A: Mantolamanın ne olduğunu biliyor musunuz?

Ö5: Evet, ben biliyorum. Şu evlerin dışına yapıştırılan pembe renkli köpük gibi şeyler.

A: Ne işe yarıyor sizce?

Ö3: Evi soğuktan koruyor.

Ö2: Sadece soğuktan değil sıcaktan da koruyor diye biliyorum ben.

A: Peki mantolamayı evlere uygulayanlar kimler?

Ö5: İşçiler.

Ö2: Evet işçiler.

A: Siz Ahmet Bey'in yerinde olsanız mantolama ile ilgili hangi bilgilere ihtiyaç duyardınız? Bu konuyu grup içinde konuşun lütfen.

Öğrencilerin grup içi tartışmalarından sonra karışık olarak verilen bilgilerin düzenli bir hale getirilmesi ve araştırmacının dikkat çekmesiyle gerekli-gereksiz bilgilerin ayırt edilmesi de öğrencilerin tam olarak ne yapmaları gerektiği hususunda yeterli olamamıştır. Çünkü öğrenciler zihinlerindeki diğer öğrencilerle paylaşmada zorluk yaşamışlardır. Burada öğrencilerin zihinsel temsilleri ile sözel ifadelerinin uyuşmaması birbirlerini anlamalarında zorluklara sebep olmakta ve bu durum iletişimi ve muhakemeyi de etkilemektedir. Hem de soruyu net olarak anlayamamaları çözüm için bir strateji belirleyebilmelerine de engel olmuştur. Çünkü bilgiler arası ilişki kuramamışlardır ve geçiş sağlayamamışlardır. Özellikle bu durum değişken belirleme konusunda çok zorluk yaşamalarına sebep olmuştur. Bu durum matematikleştirme becerisi ile ilgili olmakla birlikte öğrencilerin problemi anlamlandırma yeterliğini de etkilediği için iletişim becerisini de olumsuz yönde etkilediği gözlenmiştir. Aşağıda öğrencilerin yaşadıkları bu duruma örnek bir kesit sunulmuştur.

Ö3: %10 ve %12 diyor ya. Burada nasıl hesaplayacağız fatura belli değil.

Ö4: 100 lira üzerinden yaparız.

Ö1: Nasıl yani faturayı 100 lira mı alalım?

Ö4: Evet yüzde olduğu için alabiliriz.

A: %10 ne anlama geliyor?

Ö1: Yani yüz tanenin 10 tanesi gibi.

Ö4: Tamam işte faturayı 100 lira kabul edersek %10'u 10 lira olur.

Yukarıdaki diyalog ve yapılan işlemler incelendiğinde öğrencilerin iletişim becerileri düzey 1 olarak belirlenmiştir. Düzey 1'de beklenen beceriler düzey 0'da verilen kısa cümlelerin anlaşılmasından ve doğrudan bu bilgilerden yola çıkarak yapılan yorumlardan sonra kısa bir hesaplama veya işlemin yapılabilmesi ile birlikte bu durumun ifade edilebilmesidir. Öğrencilerden bazıları ilk etapta problem durumunda fatura miktarı verilmediği için yüzde olarak verilen tasarruf miktarı ile faturayı ilişkilendiremeseler de sonrasında ilişkilendirmeyi yapabilenlerin bu konuda diğer öğrencileri ikna edebildikleri görülmüştür. Bu durum grupla çalışmanın avantajlarından birine örnek olarak gösterilebilir. Ancak öğrencilerin tasarrufun hangi anlamı taşıdığını bilmelerine rağmen hem grafikte hem de cebirsel işlemde tasarrufu da malzemeler için yapılan masrafa ekledikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.21). Dolayısıyla öğrenciler zihinsel temsillerini sembolik olarak ifade etmede hataya düşmüşlerdir. Öğrencilerin birçok ögesi bulunan

problemin bu öğelerini ilişkilendirebilme çabaları vardır çünkü yaptıkları birçok işlemlerden ve hatalardan sonra bu bileşenlerin birleştirilmesi gerektiğinin bilinçli olarak farkında olmasalar da yaptıkları hesaplamalar onları bir sonuca ulaştıramadığı için bunu sezgisel olarak yapmaya çabalamışlardır. Böylece bileşenlerin ilişkilendirilmesini içeren 2. Düzey becerileri ve problemin birden çok unsurunu bağlayan bir argümantasyon sunmayı içeren 3. Düzey becerilerinin henüz tam olarak gösterilemediği belirlenmiştir. Burada araştırmacı duruma müdahale ederek biçimsel dilin etkinleştirilmesini amaçlamıştır.

$$\begin{array}{l} \text{eps} \\ \hline 20+17 \\ 20x+17x \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{taş yünü} \\ \hline 22x+28x \end{array}$$

Şekil 3.21. Eps ve Taş yünüün masrafları toplamı

A: Burada yaptığınız işlemlerde $37x$ ile $50y$ terimlerini topladığınızı görüyorum. Bunlar neye karşılık geliyor açıklar mısınız?

Ö5: x malzemeye ödenen ücret y ise yapılan tasarruf.

A: Peki neden ikisini topladınız? Bu işlemle neyi bulmayı hedeflediniz?

Ö3: Malzemeler için ödenen toplam ücreti.

Ö2: Aynen, yani iki malzemeye ayrı ayrı ne kadar ödenmesi gerekiyor onu bulacağız.

A: Masraf ve tasarruf aynı şeyler mi sizce?

Ö2: Hayır değil.

Ö1: Biri gider diğeri gelir gibi bir şey. Yani biri paranızdan azaltıyor diğeri ise paranızı arttırıyor gibi.

A: O zaman burada yaptığınız işlemi bana daha ayrıntılı açıklar mısınız?

Öğrencilerde kısa süreli bir sessizlik yaşanmıştır. Yaptıkları işlemle ilgili kafa karışıklığı olduğu için yaptıkları işlemleri kontrol etme gereği duymuşlardır. Öğrenciler bu durumla ilgili grup içi muhakeme yaptıktan sonra hesaplamalarının yanlış olduğu çıkarımında bulunarak tekrar geriye hareket etme stratejisini seçmişler ve bu stratejiyi uygulamaya koymuşlardır. Öğrenciler arasında yaşanan argüman sürecinde hem tasarrufu toplama işlemi ile değil çıkarma işlemi ile göstermeleri gerektiği hem de iki bilinmeyenli bir denklemi çözmenin zor olacağı kanısına varmışlardır. Cebirsel işlemlerden aritmetik işlemlere dönüş yapmışlardır. Yapılan gözlemler sonucu öğrencilerin böyle mantıksal

hataları sonucu hem birçok bilgiye aynı anda maruz kalmaları hem de sembolik dilde cebirsel terimlerin kullanımıyla zihinsel süreçlerinin daha çok karmaşa içine girdiği belirlenmiştir.

2. Düzey yetkinlikleri üç farklı aracın çeşitli özelliklere göre kıyaslanarak kullanıcı için hangi modelin daha tasarruflu olduğunun belirlenmesinin beklendiği 2. Modelleme etkinliğinde (E2) daha iyi gösterilebilmiştir. Öğrencilerin grup içi diyalogunun geliştiği gözlenmiştir. Öğrencilerin grupla çalışmaya daha iyi adapte olabildikleri ve böylece daha etkin bir şekilde sürece katılabildikleri belirlenmiştir. Bir önceki mantolama malzemesi seçiminin gerektiği 1. Modelleme etkinliğinde (E1) iki ders saatini aşkın bir süre boyunca birlikte çalışmış olmalarından dolayı 2. Modelleme etkinliğinde (E2) grup içinde daha rahat kendilerini ifade edebildikleri gözlenmiştir. Öğrenciler E2’de yer alan yakıt, bakım masrafı, araç bedeli ve yıl ögelerini seçip bunlar arasında bağlantı kurarak kısa açıklamalar yapabilmışlardır.

E3 sürecinde öğrencilerin matematiksel iletişiminin alıcı bileşeni açısından sürece katılımları incelendiğinde ise E1 süreci ile kıyaslandığında oldukça ilerleme kaydedildiği görülmüştür. Öğrenciler hem problemin anlamlandırılma hem de çözüm sürecinde iletişimde aktif bir katılım sağlamışlardır.

A: Problemden ne anladığınızı anlatabilir misiniz?

Ö5: Üç tarifenin de özelliklerini inceleyip Cihan’ın tarifeyi kullanım şekline göre hangisi ona daha uygun onu bulacağız.

Ö3: Önce tarife bilgilerini bir araya getirelim.

Ö4: Evet bir tablo yapalım yoksa çok karışıklık oluyor.

Ö1: O zaman dakika, sms, internet bir de fiyat yazsın yukarıda, yan tarafa da tarife isimlerini yazarız.

Üç farklı cep telefonu tarifi ile ilgili çeşitli bilgilerin yer aldığı E3 Modelleme sürecinde öğrencilerin üstteki diyalogdan da anlaşıldığı üzere probleme çok kolay adapte oldukları bunun nedeninin de problem durumunu kolaylıkla kavrayabildikleri görülmüştür. Öğrencilerin kendi aralarında da kendilerini ifade etmede çok rahat davrandıkları gözlenmiştir. Klinik görüşmelerde öğrencilere bu durumun nasıl değiştiği sorulduğunda öğrenciler ilk etapta grup ile çalışmaya alışkın olmadıklarını, düşüncelerini kınanma ve alay edilme korkusuyla rahatça ifade edemediklerini ve modelleme etkinliklerine alışık olmadıklarını o yüzden ilk önce biraz şaşırdıklarını belirtmişlerdir.

Burada yapılan gözlemler sonucu görülmüştür ki ilk etkinlikten son etkinliğe kadar olan modelleme sürecinde öğrenciler birlikte çalışma ortamına alıştıkları, birtakım korkularından (hata yapma, alay edilme vb.) yavaş yavaş kurtuldukları, böylece farklı bakış açılarını daha iyi anlamaya başladıkları ve bu gibi durumların kendi muhakeme ve bakış açılarını da genişlettikleri ve bunların hepsinin de aralarındaki iletişime olumlu yönde çok katkısının olduğu görülmüştür. Modelleme etkinliklerinin gerektirdiği çalışma şekli ve aşamaları öğrencileri bu yönde evrilmeye zorlamıştır. Çünkü modelleme etkinliklerinin yapısı hem birlikte çalışmayı hem de yaptıkları çözümleri kontrol etmeyi ve aynı zamanda muhakeme etmeyi gerektirdiği için öğrenciler bu duruma uyum sağlamak zorunda kalmışlardır. Aşağıda 3. Modelleme etkinliğinde öğrencilerin arasında geçen diyalog modelleme süreci öğrencilerin daha etkin olduğu ve giderek grup içi etkileşimin artması ve muhakemenin güçlenmesi ile birlikte öğretmenin yönlendirmelerine de daha az gereksinim duyduklarını göstermektedir.

Ö1: Tablo işi tamam şimdi ne yapıyoruz?

Ö2: Burada ki bütün bilgilere gerek var mı önce ona bir bakalım.

Ö5: Evet işimize yaramayacak olan varsa başta çıkaralım boşu boşuna hesaplamayalım.

Ö1: Bence buradakilerin hepsi bize lazım.

Ö3: Bence de hepsini kullanmak zorundayız buradakilerin.

Ö5: Tamam. O zaman tablo bu şekilde iyi. Böyle kalsın.

Düzey 2'ye ait yetkinlikleri daha iyi sergileyebildikleri dikdörtgen şeklindeki bahçeye bahçenin her bölgesi sulanacak ve belirlenen bütçeye uyacak şekilde fıskiye seçimi ve fıskiyelerin yerleşiminin belirlenmesini gerektiren 4. Modelleme (E4) etkinliğinde öğrencilerin problemin anlaşılabilirliği ve yorumlanması açısından bir sorunla karşılaşmadıkları belirlenmiştir. Önceki etkinlik olan E3 Modelleme sürecinde ki tecrübeleri ile birlikte birbirlerinin düşünce süreçlerine olan aşinalıkları ve grup içindeki diyaloglarda birbirlerine anlatmak istedikleri ile karşıdakinin anladığı arasında daha yakın bir ilişki olduğu görülmüştür. Örnek olarak;

Ö1: Fıskiyeler dairesel bir alanı sulayacak 360 derece dönebildiğine göre

Ö3: O zaman dikdörtgenin içine çaplarına göre fıskiyeleri nasıl yerleştirebiliriz onu düşünmemiz lazım.

Ö4: Sadece çaplarına bakmak yeterli olur mu yoksa dairelerin alanlarını da hesaplamak gerekir mi?

Ö1: Çapına göre bir bakarız olmazsa alanlarına da bakarız.

Tüm modelleme etkinliklerindeki süreç göz önüne alındığında matematiksel iletişim ana teması altında alıcı bileşen becerileri kapsamında;

Öğrencilerin günlük hayattan bir problem durumu ile ilgili kendilerini hem sözlü dili kullanarak hem de matematiksel notasyonlardan faydalanarak daha rahat iletişim kurabildikleri ve problemi daha detaylı inceleyerek matematiksel olarak düşüncelerini sunabildikleri,

Farklı görüşlerin ortaya çıkması ile birlikte öğrenciler arası etkileşimin gerçekleşebildiği ve böylelikle öğrencinin kendisinin probleme bakış açısı ile diğerlerinin görüşleri arasında değerlendirme yapabildikleri,

Her ne kadar öğrenciler genellikle kendi görüşlerini günlük konuşma dilini kullanarak ifade etmeye meyilli olsalar da matematiksel iletişim vasıtasıyla sembolik dilin kullanımında gelişme olduğu,

Öğrencilerin sundukları görüşlerle ilgili gerekçelerini de belirtmeye başladıkları ve çözümlerinde daha fazla detaya indikleri görülmüştür.

3.2.1.2. Yapıcı bileşen

Matematiksel okuryazarlık becerilerinden iletişim becerisinin yapıcı bileşeni, çözüm adımlarını, çözüm sürecinde gerçekleştirilen muhakemenin açıklamasını, elde edilen sonucun gerekçesi ile birlikte sunulmasını içerir.

Öğrencilerin E1 Modelleme sürecinde göstermiş oldukları performans yapıcı bileşen kapsamında değerlendirildiğinde; etkinlik sorusunun birçok bileşenden oluşması ve bu bilgilerin birbirleri ile ilişkilendirilerek kullanılmasının gerekmesi öğrencileri zihinsel olarak karmaşıklığa düşürdüğü için öğrencilerden bazılarını bu süreçten kaçınma düşüncesine iterek problem durumundaki birçok değişkeni göz ardı etmelerine neden olmuştur. Böylece daha derin düşünmek yerine doğrudan bir sonuç bulma eylemine yönelmişlerdir. Burada öğrencilerin tek bir veriye odaklanarak bir sonuç sunmalarından dolayı iletişim becerisinde 0. Düzey yeterliklerini gösterdikleri belirlenmiştir. Birden fazla görev içeren kapsamlı işlemler henüz burada görülmemiştir.

Ö1: Eps'nin fiyatı daha ucuz olduğuna göre eps daha tasarrufludur bu durumda.

Ö3: Olabilir çünkü sadece fiyat değil işçilik ücreti de daha ucuz.

Ö2: Dedikleriniz doğru ama bence bu sorunun çözümü bu kadar basit değildir.

Öğrenciler arasındaki iletişimden de anlaşılacağı üzere bu süreçte en çok zorlandıkları durumlar alıcı bileşenle ilgili olarak problemin anlaşılabilirliği ve önceki bilgiler ile eldeki verilerin bağdaştırılmasında yaşanan zorluklardır. Öğrencilerden beklenen karmaşık bir şekilde verilen verilerin bir düzene konulduktan sonra çözüm sürecine başlamalarıdır. Ancak öğrenciler eldeki bilgilerin problemin yorumlanmasında işe koşılmaya uygunluğuna dikkat etmeden doğrudan sonuçla ilgilendikleri problemi çözömlömmeye çalışmaktan ziyade hemen bir sonuç elde etme isteğı içerisinde oldukları belirlenmiştir. Öğrencilerin sonuç odaklı olma durumlarının matematiksel okuryazarlık becerilerinin tamamında çeşitli sorunlara sebebiyet verdiği görölmüştür. Çünkü bu şekilde gerçekleştirilen problem çözme süreci, öğrencilerin acele etmesine neden olduğu için böylece döngüsel bir sürecin yaşanmasına engel olmaktadır. Öğrencilerin bilgiler arası ileri geri hareketi kısıtlanıp bilgileri ilişkilendirmekte zorluk yaşamaktadırlar. Öğrencilerin eğitim hayatında en çok karşılaştıkları “sonuç ne?” sorusundan ziyade “bu problemi nasıl çözebilirim? Bu sorunun üstesinden nasıl gelebilirim?” şeklinde düşünme yöntemleriyle daha sık karşılaşmaya ihtiyaçları oldukları fark edilmiştir.

Ö3: Bence sadece fiyata ve işçilik ücretine bakmamız doğru olmaz. Evin büyüklüğü de önemli, tasarrufta da taş yünü ile %12 tasarruf ediliyormuş yani daha fazla.

Ö5: O zaman 10 yıllık tasarrufunu soruyor 10 yılı da dikkate almamız gerekmez mi?

Ö1: Olabilir. Nasıl yapacağız o zaman?

Ö3: Bence, önce tek tek bütün bilgileri bir gözden geçirelim.

Ö2: Herkes tek tek baksın özelliklere.

Düzey 1 aşamasında Ö1’in sadece malzeme fiyatını baz alarak daha ucuz olan eps malzemesini seçmesi, Ö3’ün ise fiyatlar ile birlikte işçilik ücreti ve diğer özelliklere de dikkat çekmesi ve bunu gerekçelendirmesi ile birlikte öğrenciler iki farklı bakış açısından karşılaştırma yapıp gerekçeleri ile birlikte tartışarak malzemelerin tüm özelliklerinin ve işçi fiyatları ile birlikte 10 yıllık süreyi de göz önünde bulundurmaları gerektiğine karar vermişlerdir. Malzemelerin özelliklerini inceledikten sonra çözüm için bir strateji belirleyebilmek adına tartışmak yerine doğrudan sonuç bulma çabalarının devam ettiğı görölmüştür.

Ö2: Malzemelerin bütün özelliklerine baktık cevap ne şimdi?

Ö5: İkisi de birbirine çok yakın (sayısal olarak kastediyor) görünüyor.

A: Problemde nasıl bir çözüm yapabilirsiniz? Verilen bilgilerle neler yapabilirsiniz? Önce düşünüp sonra fikirlerinizi birbirinizle paylaşabilirsiniz.

Burada araştırmacının amacı öğrencileri sonuca odaklanmaktan çıkarıp çözüm sürecine yönlendirmektir. Öğrenciler modellemenin anlama aşamasından doğrudan tahmin aşamasına yönelip düzenleme basamağını geçmişlerdir. Sonraki süreçte öğrencilerin odağının çözüm aşamasına yönlendirilmesiyle öğrenciler her iki malzeme için de yapılan masrafı bulmayı (Bkz. Şekil 3.22) deneyerek çözüm sürecini bu stratejiyle başlatmışlardır.

The image shows two columns of handwritten calculations. The left column is for EPS (eps) and the right column is for stone wool (taş yünü). Both columns calculate the cost for 150 square meters.

Malzeme	Hesaplama
eps	$20 + 17 = 37$ $37 \cdot 150 = 5550 \text{ TL}$
taş yünü	$28 + 22 = 50$ $50 \cdot 150 = 7500 \text{ TL}$

Şekil 3.22. Eps ve Taş Yünü malzemelerin 150 metrekare için masrafları

Buradaki çözümlemelere (Bkz. Şekil 3.21) ve sunulan sonuca (Bkz. Şekil 3.22) bakılarak öğrencilerin kısa bir hesaplama yaparak bir sonuç sunmaları iletişim becerisinin 1. Düzey yeterliklerine uygun davranışlar sergilediklerini göstermektedir. Öğrencilerin çözüm sürecinde nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini konuşarak uygun bir strateji belirleyerek ilerlemeleri çözüm sürecinde yol almalarını sağlamıştır.

Üç farklı araçtan tasarruflu olanın seçilmesi beklendiği E2 modelleme sürecinde öğrenciler E1'de olduğu gibi sonuç odaklı olarak modelleme sürecine başlasalar da ilk modelleme etkinliğinde karşılaştıkları sorunları hatırlayınca çözüm sürecine odaklanarak aşama aşama ilerlemeye çalıştıkları görülmüştür.

Ö5: Önce İsmail Bey bir aracı en az 4 yıl en fazla 10 yıl kullanıyormuş. Bunu dikkate almalıyız bence.

Ö2: Bence de şöyle yaparız bu araçların 4 yıllık ve 10 yıllık masraflarını hesaplarız.

Ö4: Bakım masrafını hesaplayamayız.

Ö2: Neden?

Ö4: Ne kadar km gittiğini bilmiyoruz daha.

Ö1: Bence önce araç fiyatları ile 10.000 km'de ki bakım masraflarını bir toplayalım.

35.10.000	90.10.000	55.10.000
350.000	900.000	550.000
3500 lira	9000 lira	5500 lira
A	B	C
1000	1500	650
3500	9000	5500
+ 4500	+ 10.500	+ 6150
		→ yıllık gider

Şekil 3.23. Araçların 10.000 km'deki bakım masrafları

Burada (Bkz. Şekil 3.23) 2. Düzey yetkinliklerine uygun olarak öğrencilerin problem çözümünde bilginin işleniş sırasına dikkat ettikleri ve bu sıralamaya uygun strateji ile hareket ettikleri görülmektedir. Alınan yolun bilinmeden harcanacak yakıtın hesaplanamayacağı konusunda akıl yürüttükleri ve buna uygun hesaplamalar yaptıkları görülmektedir. Bu durumda öğrencilerin problemin birden çok ögesini anlayıp kısa sürede açıklamalarla ve bir kısa hesaplama adımlarıyla 2. Düzeye uygun beceriler gösterdikleri belirlenmiştir.

E3 modelleme sürecinde öğrencilerin iletişim becerisinin yapıcı bileşeni kapsamında incelendiğinde; Öğrencilerin problemin çözümünde belli aşamalara dikkat ettikleri görülmüştür. Yani problemin anlamlandırılmasından sonra çözüm için nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini tartışarak bir strateji belirleyerek sonuca ulaşmışlardır. Aşağıda öğrencilerin çözüm aşamasında ki süreçte aralarında geçen konuşmalardan bir kesit sunulmuştur.

Ö3: Bence önce her tarifeyi ayrı ayrı bir hesaplayalım.

Ö2: Hangi zamana kadar kullanacak bilmiyoruz ki nasıl hesaplayacağız?

Ö1: Cihan'ın 20 yaşında olduğu yazıyor soruda.

Ö4: Bu tarifeler için 26 yaşına kadar diyor. O zaman 6 yıl kullanabilecek demek ki.

Ö3: Tamam işte 6 yıllık tarifeleri bir hesaplayalım ayrı ayrı ne kadar tutuyor.

Öğrencilerin ilk modelleme sürecinde sürekli doğrudan sonuç bulma çabaları burada görülmemiştir. Önce her tarifenin sms, dakika ve internet ücretlerinin 6 yıllık toplamını bulmayı hedeflemişlerdir. Böylece öğrencilerin iletişimin alıcı bileşenine ait yeterliklerin gelişmesiyle birlikte ve muhakemenin de aktif olarak kullanılmasıyla çözüme yönelik çeşitli stratejiler belirleyebildikleri böylece modelleme basamaklarında anlama ile birlikte dönüştürmenin de devreye girdiği görülmüştür.

Öğrenciler E3 Modelleme süresince nihai çözüme ulaşmadan bir sonuç sunmamışlardır çünkü modelleme döngüsünün manipüle etme ve tahminde bulunma basamağında gerekli olan verileri matematikselleştirerek bir tahminde bulunmuş ve bu tahmini doğruluğunu kontrol ederek tekrar formülleştirme aşamasına dönmüşlerdir. Sonraki aşamada değişkenleri yerli yerinde kullanarak değişkenler arası ilişkilerden faydalanarak bir takım karmaşık işlemler gerçekleştirdikten sonra bir model elde etmeyi başarmışlar ve gerekçesiyle birlikte sunmuşlardır. Bu durum öğrencilerin sergiledikleri yeterliklerin iletişim becerisinin 3. Düzeyine uygun olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin E3 modelleme süreci için sundukları çözüme aşağıda (Bkz. Şekil 3.24) yer verilmiştir.

Ö4: 1. Tarifede her ay 2 GB ekstra internet ücreti kullanır.

Ö1: 2. Tarifede de her ay 1 GB ekstra internet ücreti kullanır.

Ekstra kullanılan internetin fiyatı farklı

Ekstra internet ücreti = x

<u>1.</u>	<u>2.</u>	<u>3.</u>
$3216 + 62x$	$3936 + 62x$	4278
$x = 20 \text{ lira i\c{e}}$	$x = 5 \text{ lira i\c{e}}$	
4456	4246	4278
	$x = 6 \text{ lira i\c{e}}$	
	4308	4278

0 zaman 3. tarife kullanmak en mantıklısı çünkü
 ekstra internet ücreti zamanınca 2. tarife daha pahalı
 ve 1. tarife zaten zaten en pahalı olan.

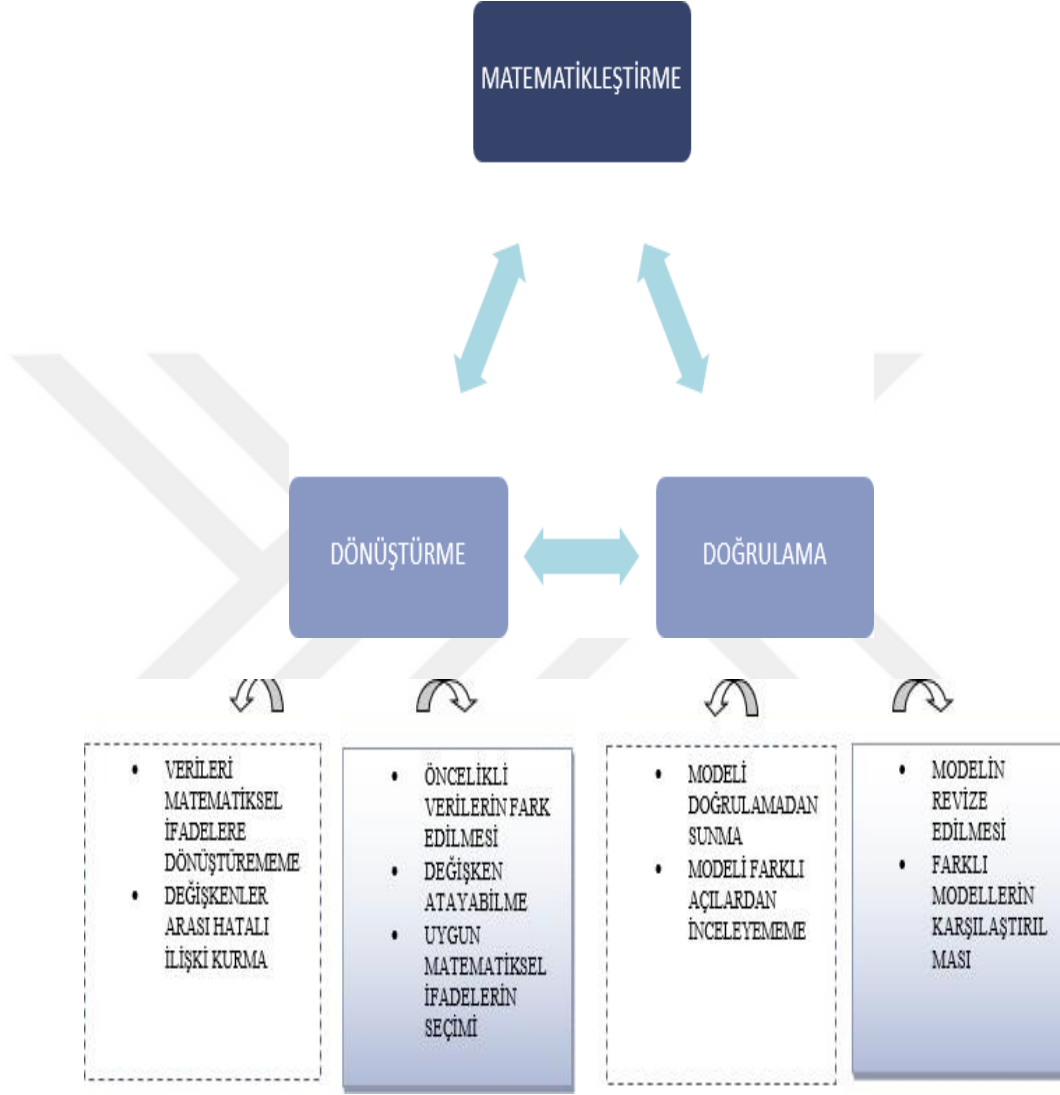
Şekil 3.24. Tarifelerin karşılaştırılması

Fıskiye seçimi gerektiren E4 modelleme sürecinde öğrenciler iletişim becerisinin yapıcı bileşeni kapsamında problemin birden çok unsurunu (bütçe, fıskiyelerin suladığı dairesel alanın çapı, fıskiyelerin fiyatı, bahçenin alanı, işçilik ücreti) birbirine bağlayarak bir dizi işlem içeren bir sonuç sunabildikleri için 3. Düzeye uygun beceriler gösterdikleri belirlenmiştir.

3.2.2. Matematikleştirme

Bu bölümde 8. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinde elde edilen verilerin analizi neticesinde matematiksel okuryazarlık becerilerinden matematikleştirme becerisi kapsamında iki tane tema (dönüştürme, yorumlama ve doğrulama) ve bu temalara ait kodlar görsel 3.2’de sunulmuştur.

Matematikleştirme becerisi kapsamında E1(Etkinlik1) ve E3(Etkinlik3) ayrıntılı olarak incelenmiş ve diğer etkinliklere de kısaca değinilmiştir.



Görsel 3.2. Matematikleştirme becerisi ana temalar ve kodlar

Görsel 3.2’de matematikleştirme becerisi altında iki ana tema olan dönüştürme ve doğrulama ile birlikte bu ana temaların altında yer alan açık renkli bölgeler ilgili temalar kapsamında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri, koyu renkli bölgeler ise o temalarla ilgili öğrencilerin geliştirdikleri becerileri göstermektedir.

Bu çalışmada kullandığımız kuramsal çerçevenin yazarlarından ve aynı zamanda PISA Projesi yönetiminde yer alan Turner’a (2010) göre matematikleştirme gerçek dünya

problemini matematiğe dönüştürmeyi içerir. Bu süreç problemin yapılandırılmasını, kavramsallaştırılmasını, problemin çözümü ile ilgili varsayımlarda bulunulmasını ve bir model formüle edilmesini içerir. Dolayısı ile bu beceride odak karşılaşılan gerçek yaşam problemi ile ilgili çeşitli tahminlerde bulunup bazı stratejiler geliştirerek bu problemten bir matematiksel ilk model ortaya koymak olarak da düşünülebilir.

Genel olarak modelleme sürecinde öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinin matematiksel olarak ele alınmasında ilk iki etkinlikte (E1, E2) oldukça zorlandıkları gözlenmiştir. Ancak son iki etkinlikte (E3, E4) öğrencilerin kazandığı deneyimle birlikte bu konuda çeşitli beceriler geliştirdikleri ve gerçek yaşam probleminden matematiğe geçişte akıcılık kazandıkları fark edilmiştir. E1(mantolama malzemesi) ve E2(araba seçimi)’de tek döngüde bir matematiksel model elde edilirken E3(tarife seçimi) ve E4(fıskiye seçimi)’te ise iki döngüde matematiksel modeli oluşturmuşlardır. Çünkü matematiksel modelleme sürecine ilişkin tecrübeleri artan öğrencilerin ulaştıkları ilk modeli doğrulayarak revize edebildikleri görülmüştür. Bu durum göstermektedir ki matematikleştirme becerisinin geliştirilmesinde öğrencilerin daha çok deneyime ihtiyacı vardır.

3.2.2.1. Dönüştürme

8. sınıf öğrencilerinin modelleme sürecinde verilen problemi anlamlandırıp matematiksel olarak ifade edebilmeleri ve bir ilk model ortaya koyabilmeleri dönüştürme teması kapsamında incelenmiştir. Bu bölümde öğrencilerin bu tema kapsamında yaşadığı çeşitli güçlükler ve geliştirdikleri beceriler ve bu becerilerin hangi düzeyde olduğu sunulmuştur.

Matematikleştirme becerisi kapsamında 0. Düzeye uygun olarak öğrencilerin verilen problemi iyi bir şekilde kavrayarak bu durumu matematiksel ifadelere dönüştürüp çözmek yerine daha önceki bilgilerine dayanarak soruyu günlük hayatta karşılaştıkları verilerle cevaplama eğiliminde oldukları ve birbirlerini bu konuda destekledikleri görülmüştür. Ayrıca bir an önce sonuca ulaşma istekleri problemi anlamalarında güçlük yaşanmasına ve problem verilerini gözden kaçırmalarına sebep olmuştur. E1 (mantolama malzemesi) etkinliğinde öğrencilerin hem matematiksel modellemeye dair bir deneyimlerinin olmaması hem de önceki öğrenmelerine dayalı olarak hareket etmeleri problem durumunun matematiksel bir modele dönüştürülmesini çok güçleştirmiştir. Bundan dolayıdır ki öğrencilerin problemin çözümü ile ilgili olmayan bir sonuç ortaya

koyma davranışlarının matematikleştirme becerilerinin 0. düzey yeterlilikleri ile örtüştüğü belirlenmiştir. Bu duruma örnek olarak E1 (mantolama malzemesi)'den bir kesit şu şekildedir;

Ö1: Eps'nin hem fiyatı hem de işçilik ücreti daha ucuz.

Ö3: Evet, cevap o olabilir. Çünkü geçen sene bizim komşu mantolama yaptırmıştı. Ondan duymuştum eps'nin daha ucuz olduğunu.

Ö4: Taş yünü ile aralarında çok fark var zaten.

Ö5: İyi de ne yani cevap eps mi?

Ö2: Bu kadar kolay olamaz bence.

Ö1: İyi, nasıl bulacağız o zaman?

Ö5: Her iki malzeme için de ayrı ayrı hesaplama yapmalıyız bence.

Ö4: Neyi hesaplayacağız?

Ö3: her ikisi için de tasarrufu bir hesaplasak.

Ö2: Kaç aylık?

Ö5: 1 aylık hesaplayalım önce.

Ö1: Fatura miktarı belli değil.

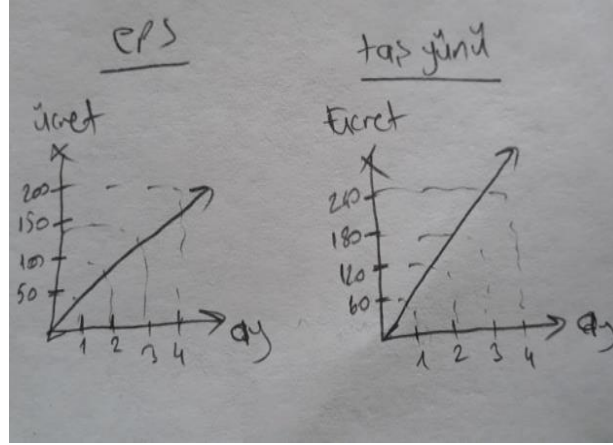
Ö2: Doğru.

A: Peki sizce fatura miktarı belli olmadığına göre her iki malzeme için de aynı fatura miktarı olsa tasarruf oranının da bir değişiklik olur mu?

Ö5: Olmaz bence sonuçta ikisinin de tasarruf miktarı yüzde olarak verilmiş.

Ö3: O zaman ikisi için de aynı fatura miktarı belirlersek ayrı ayrı tasarrufu bulmuş oluruz.

Yukarıda bir kesiti sunulan diyalog ve işlemler (Bkz. Şekil 3.25 ve Şekil 3.26) incelendiğinde öğrenciler Düzey 1'e uygun beceriler göstermişlerdir. 8. sınıf öğrencilerinin öncelikle verileri incelemeye çalıştıkları görülmektedir. Sonrasında ise karmaşık bir yapıda birçok veri ile ne yapacağını bilemeyen öğrencilerin bazı verileri göz ardı ederek işçilik ve malzeme maliyetini dikkate almadan faturayı 500 TL olarak sabitleyip bu ücret üzerinden iki ayrı malzemenin tasarrufunu hesaplayarak iki ayrı grafik oluşturdukları gözlenmiştir (Bkz. Şekil 3.25). Böylece öğrenciler bazı sınırlı işlemler yaparak bu işlemlerden doğrudan bir sonuç elde etmişlerdir. Bu durum Düzey 1 ile örtüşmektedir. Ancak öğrenciler henüz problemin tamamını irdeleyip buldukları bu sonucu koşullara uygun olarak revize edip yorumlayamadıkları için Düzey 2 ve Düzey 3'e uygun beceriler net olarak gözlenememiştir.



Şekil 3.25. Eps ve Taş Yünü malzemenin 500 TL'lik faturaya göre tasarruf grafiği

Fatura 500 TL olsun.

<u>eps</u>	<u>taş yünü</u>
$500 \cdot \frac{10}{100} = 50 \text{ TL}$	$500 \cdot \frac{12}{100} = 60 \text{ TL}$
1 ayda 50 TL tasarruf	
1 ayda 60 TL tasarruf	

Şekil 3.26. Eps ve Taş Yünü malzemelerinin 500 TL'lik faturaya göre hesaplanması

E1'in ilerleyen sürecinde, araştırmacı problemin daha iyi anlaşılabilmesine ve grup içi iletişimi kuvvetlendirebilmeye yardımcı olmak amacıyla öğrencilerden problemde nelerin verilip onlardan ne istendiğini birbirlerine açıklamalarını isteyerek bu süreçte rehberlik etmiştir. Öğrencilerin ilk etkinlikten son etkinliğe kadar bu paylaşımı gerçekleştirmeleri hem iletişimi hem de muhakeme sürecini etkileyerek gerçek yaşam durumunun matematiksel dile aktarımında büyük kolaylık sağlamıştır. E1(mantolama malzemesi) modelleme sürecinin sonunda öğrenciler bir model oluşturmayı başarmışlardır (Bkz. Şekil 3.27).

$\frac{\text{eps}}{500 \cdot \frac{10}{100}}$ $50-y$	$\frac{\text{tas ymı}}{500 \cdot \frac{12}{100}}$ $60-y$
$\frac{\text{eps}}{37x + 50y}$	$\frac{\text{tas ymı}}{50x + 60y}$

Şekil 3.27. Mantolama malzemesi etkinliğinin (E1) modeli

İkinci modelleme etkinliği olan E2 (araç seçimi)'ye geçildiğinde öğrencilerde önceki öğrenmelere ve günlük yaşamdan edindikleri bilgileri muhakeme etmeden ve matematiksel işlemlere dönüştürmeden doğrudan bu problemle ilgili çıkarımda bulunarak kullanabildikleri gözlenmiştir. Şöyle ki;

Ö1: Dizel araba her zaman benzinli arabalara göre daha tasarrufludur.

Ö3: Evet ben de duymuştum.

Ö4: Evet, çünkü dizel araçlar daha az yakıt yakıyormuş ondan dolayı.

Bu durumun nedenleri arasında öğrencilerin fikirlerini muhakeme sürecinden geçirmeden ve henüz grupla iletişim aktive olmadığından hemen cevap vererek bireysel olarak öne geçme isteği içinde oldukları da düşünülebilir. Sonraki süreçte araştırmacının öğrencilerin odağını dizel aracın daha tasarruflu olması fikrinden, problemdeki diğer verilere yönlendirmesiyle öğrencilerin arasında şu diyalog geçmiştir;

A: Dizel araç eğer daha az yakıtı için tasarruflu olduğunu öğrendiyseniz eğer dizel araçların fiyatları hakkında bir şeyler duydunuz mu ya da biliyor musunuz?

Ö2: Ben benzinlilere göre daha pahalı olduğunu duymuştum.

Ö1: Aynen ben de. Çünkü biz araba alacaktık. Babam dizel almak istedi ama benzinli ile arasında çok fark vardı.

A: Peki, o zaman bu durumda sadece burada verilen araçların yakıt çeşidine göre daha tasarruflu olduğunu söyleyebilir misiniz?

Ö1: Doğru, söyleyemeyiz.

Ö5: Evet sonuçta biri daha az yakıyor ama daha pahalı.

A: O zaman hadi bakalım soruyu bir daha okuyun dikkatlice ve birbirinize soruyla ilgili düşünce ve fikirlerinizi anlatın bakalım.

Öğrencilerin problemi birkaç kez daha okumaları ve grup içinde soru ile ilgili kısa bir argüman oluşması sonucu soru için tablo (Bkz. Şekil 3.28) temsilini kullanmaya karar vermişlerdir. Böylece sorudaki verileri daha düzenli bir hale getirip görselleştirerek sorunun kendileri için daha anlaşılır olabileceğini düşünerek bir strateji belirlemişlerdir. Öğrencilerin tabloyu oluşturduktan sonra da verilen problemi matematiksel ifadelere dönüştürmede karşılaştıkları diğer bir zorluk bir veriye değişken atama konusunda olmuştur.

ARAÇ ADI	A ARACI	B ARACI	C ARACI
ARAÇ GESİDİ	DİZEL	DİZEL ARAÇI	BENZİNLİ
YAKIT (KM)	35 KURUŞ	90 KURUŞ	55 KURUŞ
10.000 KM'DE	1000 TL	1500 TL	650 TL
BAKIM MASRAFI			
BEDEL	210.000 TL	200.000 TL	195.000 TL

Şekil 3.28. A, B, C Araçlarının özelliklerinin tablollaştırılması

Öğrenciler oluşturdukları tabloyu (Bkz. Şekil 3.28) uzun uzun inceleyerek nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini tartışmışlardır. Sonra yakıt tüketimi ile araç bedeli arasında bir ilişki kurmaya çalıştıkları ancak yanlış ilişki (Bkz. Şekil 3.29) kurdukları görülmüştür.

$$210000-200000=10000:55=181.81...$$

$$90-35=55$$

Şekil 3.29. Yakıt tüketimi ve araç bedeli arasında kurulan ilişki

Düzey 1'e uygun olarak öğrenciler bedeller arasındaki farkın aslında kaç yılda kapanacağını hesaplamak istemiş ancak bunu yaparken hem verilerin farklı para birimlerinde olduğunu, yıllık yakıt masrafını hesaplamayı hem de aracının bedelinin daha fazla iken yakıt tüketiminin az olduğunu göz ardı etmişlerdir. Buldukları sonuçlar yıl hesabı için abartılı çıkınca sonuçlar hakkında tartışmaya başlamışlardır. Öğrencilerle yapılan klinik görüşmelerde onlara neden sadece tabloya bakarak bir sonuca ulaşma çabası içerisinde oldukları sorulduğunda genellikle tablo olan sorularda bir örüntü olduğu ve bu örüntüden yola çıkılarak sonuca ulaşılabilirdiğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin önceki öğrenmelerinin soruyu incelemelerinde ve bir strateji geliştirmelerinde kendilerine engel oluşturduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin bu şekilde tablodan doğrudan bir sonuç bulma çabaları verilenleri matematiksel olarak ifade edememelerine veya yukarıdaki işlemde görüldüğü üzere hatalı dönüşüm yapmalarına sebep olmuştur.

Öğrencilerin modellemenin ilerleyen sürecinde soruyu birçok kez okumak durumunda kaldıkları ve modellemenin adımları arasında çok fazla geçiş yapmaları durumu gözlenmiştir. Ancak özellikle de öğrencilerin bireysel düşünmeden daha çok grupla birlikte düşünme sürecine yavaş yavaş geçmesiyle dolayısıyla iletişim becerisinin gelişmesiyle problem çözümünde atacakları adımları daha çok sorgulayarak ve strateji belirlemeye çalışarak ilerledikleri görülmüştür. Bu durum öğrencilerin Düzey 2 becerilerinden değişkenler arası ilişki kurma durumunda ve gerekli gördükleri yerde ulaştıkları sonucu yorumlayarak revize edebilme potansiyelini arttırmıştır.

Öğrencilerin işlemleri (Bkz. Şekil 3.23, s. 88) incelendiğinde çözüm sürecinde buraya kadar ilerlemelerinde en çok etkinin iletişim ve muhakeme becerisinin gelişimi olduğu görülmektedir. Öğrenciler araçların yıllık 10000km yol gideceğini varsayarak üç araç için de ayrı ayrı 10000 km'yi baz alarak yakıt ve yol masrafı hesaplamışlardır. Buldukları masrafı da araç bedellerine ekleyerek her araç için bir yıllık toplam gideri bulmuşlardır. Sonrasında bir model oluşturma çabası içine giren öğrenciler değişken atama konusunda zorlanmışlardır.

Ö5: Bence yıllık gideri bulduğumuza göre denklem oluşturmalıyız artık.

Ö4: İyi de nasıl oluşturacağız?

Ö1: Bilmiyorum.

Ö2: Benim de kafam karıştı. Baksanıza soruda en az 4 en fazla 10 yıl diyor. 40.000 km diyor.

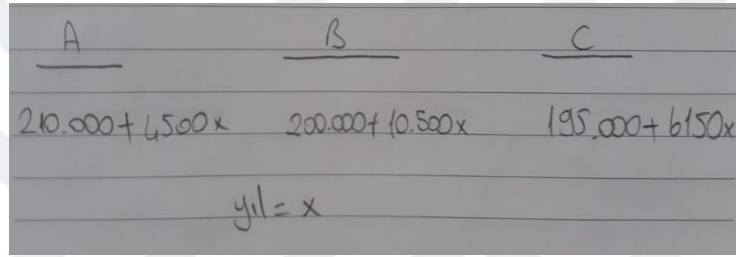
Ö4: Bir sürü bilgi var daha biz onları hiç kullanmadık.

Ö3: İlk soruda (E1) hatırlıyor musunuz yıla x vermiştik.

Ö1: Evet, ben hatırladım. Yine öyle yapalım o zaman.

Ö5: Bence de bir deneyelim.

Düzey 2 yetkinliklerine uygun olarak öğrencilerin ilk modelleme etkinliğindeki önceki bilgilerini ve deneyimlerini hatırlamaları ile birlikte yıl kavramını değişken atamışlardır ve aşağıda ki gibi bir model (Bkz. Şekil 3.30) elde etmeyi başarmışlardır. Öğrencilerin gerekli değişkenlerin, değişkenler arası ilişkilerin ve varsayımların dikkate alınarak bir model oluşturmaları ve belirli bir modelden problemle ilgili sonuçlar çıkarmaları matematiksel okuryazarlık becerilerinden matematikleştirme becerisinin 2. Düzeyine uygun yeterlikler olarak belirlenmiştir.



A	B	C
$210.000 + 4.500x$	$200.000 + 10.500x$	$195.000 + 6.150x$
$yıl = x$		

Şekil 3.30. Araçların yıl değişkenine göre karşılaştırılması

Öğrencilerin bir model oluşturmayı başarmış olmalarına rağmen ve bu modele göre problemde istenilen görevi yerine getirmelerine rağmen nakliye ücreti bilgisini dikkate almamaları ve böylece dizel aracın diğer araçlara göre daha fazla ücrete mal olması öğrencileri araç seçiminde diğer iki araca yönlendirmiştir. Düzey 3'e ait becerilerden oluşturdukları modelleri doğrulama ve değerlendirme konusunda sıkıntı yaşadıkları görülmüştür. Çünkü nakliye ücreti gibi bazı verileri göz ardı etmeleri oluşturdukları modelin eksik kalmasına ve böylece sonucun hatalı yorumlanmasına sebep olmuştur. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki diyalog sunulabilir;

Ö2: Bu sonuçlara bakarsak en ucuzu C aracı arkadaşlar.

Ö3: Evet, onun masrafı diğerlerinden daha az.

Ö5: Tamam o zaman cevap olarak C aracı diyoruz yani.

Ö4: Aynen.

Modelleme süreci devam ettikçe dönüştürme teması altında öğrencilerin çeşitli beceriler geliştirdikleri görülmüştür. Öncelikle öğrencilerin problemdeki öncelikli

verilerin fark edilmesi konusunda ustalaşmaya ve argümantasyon sürecini daha başarılı yönetmeye başladıkları gözlenmiştir. Aşağıda bu duruma örnek olarak E3 (tarife seçimi)'ten bir diyalog sunulmuştur.

Ö2: Önce tarife bilgilerini düzenleyelim.

Ö1: Evet bir tablo yapalım yoksa çok karışık oluyor.

Ö4: Tablo işi tamam şimdi ne yapıyoruz?

Ö2: Şimdi bu tarifelerin içinde birbirinden farklı olan ne onu bulalım.

Ö3: Bence önce her bir tarifeyi ayrı ayrı hesaplayalım.

Ö1: Hangi zamana kadar kullanacak bilmiyoruz ki nasıl hesaplayalım?

Ö2: Cihan'ın 20 yaşında olduğu yazıyor bunu boşuna vermemiştir.

Ö4: Bu tarifeler için 26 yaşına kadar diyor. O zaman 6 yıl kullanabilecek demek ki.

Öğrencilerin çeşitli hesaplamalardan sonra üç tarifeyi birbirinden farklılaştıracak olan verinin ekstra internet ücreti olduğunu fark ederek değişkeni uygun veriye atama ve matematiksel açıdan doğru ifadeler kullanma konusunda da oldukça yol kat ettikleri görülmüştür.

Ö1: Burada yıla değişken veremeyiz.

Ö3: Evet evet çünkü yıl hepsi için aynı.

Ö4: Neden aynı olsun ki birini 8 yıl kullanır belki diğerini 10 yıl kullanır.

Ö5: Öyle olamaz. Çünkü 20 yaşında ve 26 yaşına kadar kullanacak diyor. Yani 6 yıllık sınır var.

Ö2: O zaman biz yine de yıla göre bir denklem oluşturalım bir kontrol edelim.

Burada öğrencilerin yıl değişkenine göre bir denklem modeli oluşturdukları (Bkz. Şekil 3.42 ve Şekil 3.43, s.139) görülmektedir. Öğrenciler bu şekilde gelecek yıllara göre tarifelerde bir değişiklik olup olmayacağını görmek istemişlerdir. Bu durum Düzey 2 becerilerini etkin bir şekilde kullanabildiklerini göstermiştir. Ancak daha sonra tarifeyi kullanacak kişinin ekstra internet kullanma durumlarını fark edip buna göre modeli revize etmek istemişlerdir. Son denklem modelinde ekstra kullanılacak internet ücretine değişken atayarak modeli (Bkz. Şekil 3.24, s.90) geliştirmişlerdir.

Böylece öğrencilerin gerekli varsayımların, değişkenlerin, ilişkilerin tanımlanabildiği bir model oluşturabildikleri ve belirli bir modeli değişen koşulları karşılamak için revize edebildikleri için matematikleştirme becerisinin 2. Düzeyine uygun yeterlikler gösterdikleri görülmüştür.

E4 (fiskiye seçimi) etkinliğinde de öğrencilerin matematikleştirme becerileri dönüştürme teması kapsamında incelendiğinde öğrencilerin bu etkinlikte tüm dengelim muhakeme ile birlikte fiskiye yerleşim planlarını önce bütünsel olarak zihinlerinde canlandırıp sonrasında parça parça işleme dönüştürdükleri gözlenmiştir.

A: Problem net anlaşıldı mı?

Ö2: Problemi anladık da şimdi fiskiyeler dairesel alan suluyor bahçe ise dikdörtgen bunları nasıl yerleştirebiliriz kafamızda hayal ediyoruz.

A: Nasıl bir şey hayal ediyorsunuz bakalım?

Ö1: Ben köşelere koydum birer tane fiskiye bir de ortaya koydum.

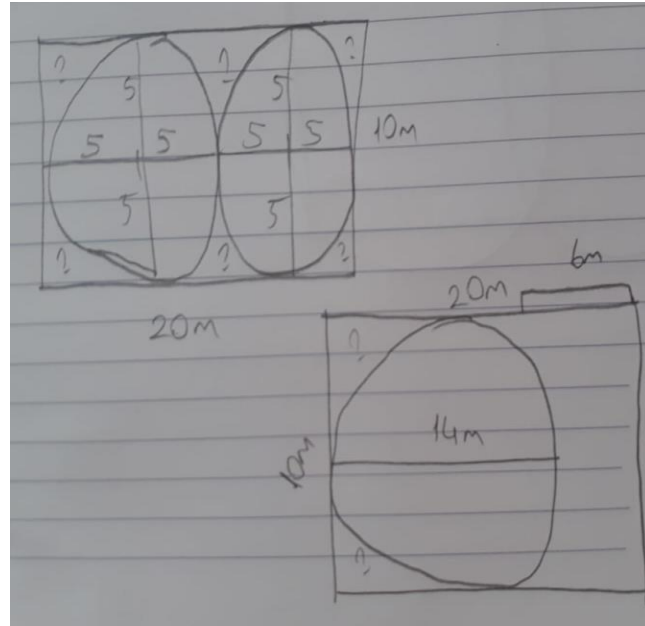
Ö4: Ben de kenarlara iki şer tane ortaya da iki tane koydum.

A: Peki nasıl karar vereceksiniz hangi planı uygulayacağımıza?

Ö5: Bence dışarı taşan su miktarına ve işçilik ücretine de bakmalıyız.

Ö3: O zaman hadi herkes bir şey düşünsün sonra hepsi üzerinde konuşalım.

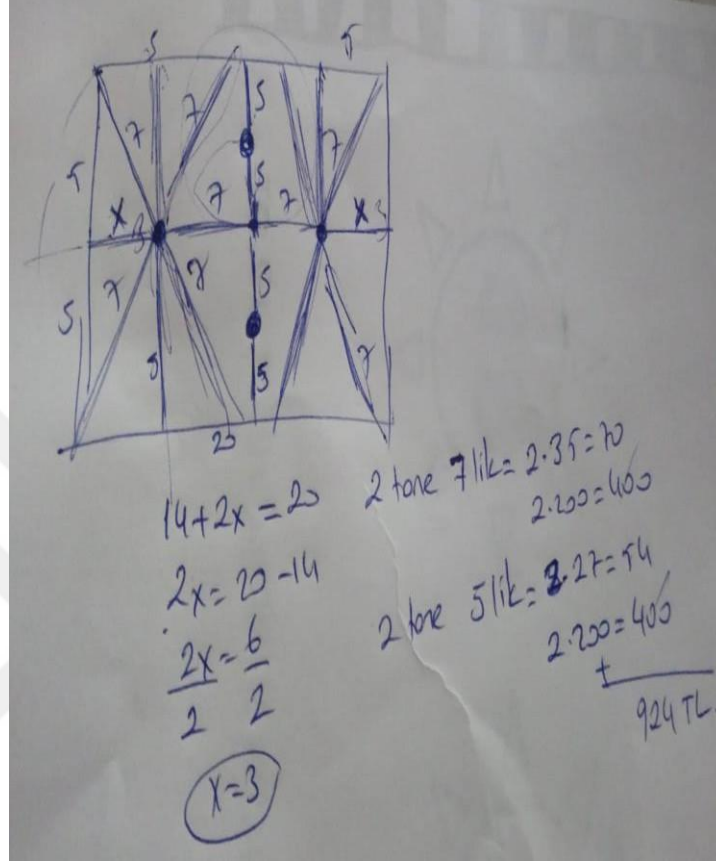
Öğrenciler zihinlerinde tasarladıkları planlarla ilgili argüman sürecini geçirdikten sonra en uygun olabilecek iki planda karar kılıp ikisi için de hesaplamalar yaptıktan sonra ilk modellerini geliştirdikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.31).



Şekil 3.31. 10 m Çaplı ve 14 m çaplı fiskiyelerin yerleştirilmesi

Sonrasında işçilik ücretini tek tek her fiskiye için hesaplamadıklarını fark edip gerekli hesaplamaları yaptıktan sonra yeni bir model daha geliştirmişlerdir (Bkz. Şekil

3.32) ve iki modeli kıyaslayarak hangisinin problemde istenilen göreve en uygun olanı belirleyerek nihai modele karar vermişlerdir.



Şekil 3.32. Fıskiye seçimi etkinliğinde (E4) oluşturulan son model

İlk başta problemi anlamlandırmakta ve böylece verileri matematikleştirmede güçlük çeken öğrencilerin modelleme deneyimlerinin artması ile birlikte iletişim ve muhakeme becerilerinin gelişmesi problemdeki verileri daha kolay matematiğe dönüştürmelerini sağlamıştır.

Öğrencilerin matematikleştirmede ilk adımı atabilmeleri için grup içi iletişim önemli bir rol oynamıştır ve bu durum öğrencilerin günlük hayattan bir problemi matematiksel semboller kullanarak açıklama girişimlerinde motivasyonlarını ve özgüvenlerini de arttırdığı görülmüştür.

Genel olarak 8. Sınıf öğrencilerinin ilk modelleme etkinliğinde dönüştürme kapsamında oldukça zorlandıkları saptanmış olsa da modelleme deneyimlerinin artması, grupla sorunları çözmeye çalışmanın verdiği güç ile, uygun zamanda doğru rehberliğin

araştırmacı tarafından yapılması ile, günlük yaşam problemlerinin de matematiksel olarak çözülebileceğinin tecrübe edilmesi ile dönüştürme becerisini geliştirdikleri görülmüştür.

3.2.2.2. Doğrulama

Bu aşamada öğrencilerden beklenen oluşturdıkları ilk modelin doğruluğunu kontrol ederek revize edilmesi gereken kısımların düzenlenerek nihai modeli elde etmeleridir. Bu kapsamda öğrencilerden modelleme sürecinde elde edilen veriler incelenerek aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır.

Öğrenciler E1 modelleme sürecinde gerekli rehberliğin ardından ilk modeli oluşturduktan sonra;

Bu model doğru mu?

Bu problem ve buna benzer diğer problemler için de geçerli olabilir mi?

Model doğru çalışıyor mu?

Şeklinde düşünmeye ihtiyaç duymadıkları gözlenmiştir. Bu konuda herhangi bir ihtiyaç görmeyen öğrencilerin genellikle çoktan seçmeli sorularla karşılaşılıyor olması ve sonuçların onlara hazır olarak sunulması bu duruma zemin hazırlamış olabilir.

Öğrencilerin ilk iki etkinlik olan E1 (mantolama malzemesi) ve E2 (araç seçimi)'de problemin çözüm aşamasında oluşturdıkları modelleri doğrulama gereği hissetmedikleri görülmüştür. 3.Düzey yetkinlikleri arasında yer alan değişkenlerin ve değişkenler arası ilişkilerin tanımlanabildiği bir model oluşturulması her ne kadar E1 ve E2'de ortaya konabilse de yine 3. Düzey yetkinlikleri arasında yer alan oluşturulan modelin değerlendirilip, doğrulanabilmesi gözlemlenememiştir. Oluşturdıkları modelin doğruluğundan emin olmadan doğrudan bu modelleri sonuç olarak sunmuşlardır. Araştırmacının bu duruma müdahale ederek aşağıdaki soruları öğrencilere yöneltmiştir.

A: Elde ettiğiniz sonuç gerçek yaşam için kullanılabilir bir sonuç mu?

A: Bu sonucun doğruluğundan emin misiniz?

A: Yalnızca işlem hatalarınızı değil, varsayımınızı ve modelinizi de kontrol edip gerekli düzenlemeleri yapmayı unutmayın.

Öğrenciler bir yıldaki enerji tasarrufu ile evin büyüklüğü arasındaki ilişkiyi geliştirdikleri matematiksel modeli farklı büyüklükteki ev modelleri için denedikten

sonra modelin doğruluğuna kanaat getirmişlerdir. Ancak henüz hangi malzemenin daha tasarruflu olduğunu belirleyemediklerinden dolayı aralarında şöyle bir diyalog geçmiştir.

Ö1: eps harcanan masrafı 111 ayda, taş yünü harcanan masrafı 125 ayda bitiriyor. İkisinin de dayanma ömrü 20 yıl diyor. Eee kalan yılları ayları ne yapacağız?

Ö5: Onun önemi olur mu ki?

Ö3: Bence olur.

Ö4: Bence de olur.

Ö2: Ne yapacağız?

Ö3: Biz bu malzemelerin yıllık tasarrufunu hesapladık nasılsa her malzemenin kalan ömründe ne kadar tasarruf sağlatacağını da bulamaz mıyız?

Ö1: Evet işte buluruz. Böylece kim daha çok tasarruf ettirmiş oluyor emin oluruz.

Çeşitli hesaplamalar yaptıktan sonra öğrenciler aralarındaki konuşmayı şöyle devam ettirmişlerdir;

Ö2: Yani o zaman her şeyi toparlarsak. Ahmet Bey 150 m²'lik evin dış cephe mantolaması için eps malzemesini seçerse 5550 TL masraf edecek. Bu masraf yıllık 365 TL'lik enerji tasarrufu ile 111 ayda kapanmış olacak. Malzemenin kalan ömründen dolayı da 3650 tl'lik tasarrufu olacak.

Taş yünü malzemeyi seçerse 7500 TL masraf olacak. Bu masraf yıllık 438 TL'lik enerji tasarrufu ile 125 ayda kapanmış olacak. Malzemenin kalan ömründen dolayı da 4197 tl'lik tasarruf olacak.

Ö5: Bu durumda taş yünü malzeme ile mantolaması daha mantıklı.

Ö3: Hem de daha sağlıklı ve yanmıyormuş. O zaman taş yünü ile mantolama yaptırın.

Ö1: Ancak bence şöyle bir şey var. Düşünsenize 20 yılda yaklaşık 4000 TL'lik bir tasarrufu var.

Bence 20 yıl için çok az. Yani 20 yıl çok uzun bence daha fazla tasarruf edilse daha iyi olurdu.

Bu para 20 yıl için çok az bence.

Ö2: Eee ne önereceğiz şimdi.

Ö5: Olsun yine de tasarruf tasarruftur. Hiç yoktan iyidir bence.

E2 (araç seçimi) etkinliğinde de öğrenciler yılı değişken atadıkları her araç için bir denklem kurarak oluşturdukları bir modele ulaşmışlardır. Buna göre araştırmacı ile öğrenciler arasında geçen diyalog şöyledir;

Ö4: Tamamdır modeli oluşturduk.

Ö2: Aynen problemi çözdük.

A: Peki oluşturduğunuz modele göre problemde sizden istenen soruya cevabınız nedir?

Ö1: Haa, biz onu yapmadık.

Ö5: Neyi yapmadık?

Ö1: İsmail Bey'e en tasarruflu aracı söyleyecektik.

Ö3: Aaaa, evet. Hadi onu da bulalım.

Bu diyalogdan da anlaşıldığı üzere öğrencilerin hedefi bir sonuç bulmaktır. Problemden istenilen en tasarruflu araç için yorum yapmak ve modelin çalışıp çalışmadığını denemek ile ilgili bir gereksinim duymadıkları belirlenmiştir. Yine araştırmacının rehberliğiyle oluşturdukları denklemlerde yıl değişkenine birkaç defa sayı vererek modellerinin doğru olduğunu belirtmişlerdir (Bkz. Şekil 3.10, s.67).

Öğrenciler modelin doğruluğunu 4. Ve 10. Yıla göre araçların masraflarını bularak değerlendirmişlerdir.

Ö1: Modelimiz doğru bütün yıllara göre baktık.

Ö2: Evet hepsinde de en ucuzu C aracı.

Ö5: Aynen.

Ancak araçların sadece bakım masraflarını dikkate almışlar ve buna göre bir model oluşturmuşlardır. Nakliye ücretini dikkate almadıkları görülmüştür. Sonra problemde istenilen görevi tam olarak yapıp yapmadıklarını anlamak için problemi tekrar okuduklarında nakliye ücretini fark etmişler ancak bunun sonucu değiştirmeyeceğini belirtmişlerdir o yüzden oluşturdukları modeli revize etmemişlerdir.

Öğrencilerle etkinlik sonunda yapılan görüşmelerde neden nakliye ücretinin problemin sonucunu etkilemeyeceğini düşündükleri sorulduğunda öğrenciler arazi aracının hem bakım masrafının hem de km başına yaktığı yakıtın çok olduğu için sonucu etkileyeceğini düşünmediklerini belirtmişlerdir.

3. Düzey becerilerine uygun olarak E3 (tarife seçimi) ve E4 (fiskiye seçimi)'te öğrencilerin hem modelleme süreçlerinde hem de etkinliklerden sonra gerçekleştirilen görüşmelerdeki hem de matematiksel okuryazarlık becerilerinde gerçekleşen gelişmelerinin de etkisiyle önceki öğrenmelerine dayanarak ulaştıkları modelleri kontrol ettikleri belirlenmiştir. Böylece 3. Düzey becerilerinden olan oluşturulan modelin doğruluğunun kontrol edilmesi ve gerekli durumlarda model üzerinde değişiklikler yapılabilmesi daha etkin olarak gözlemlenmeye başlanmıştır. Buna göre E3 (tarife seçimi) etkinliğinde önce yıl değişkenine göre oluşturdukları modeli sonrasında problem

verilerini tekrar kontrol etmeleriyle ekstra internet ücreti değişkenine göre revize etmişlerdir. (Bkz. Şekil 3.24, s.90).

Yine aynı şekilde E4 (fiskiye seçimi) etkinliğinde de dikdörtgen bahçeye dairesel alan sulayabilen fiskiyeleri yerleştirerek şekilsel bir model oluşturan öğrenciler modeli kontrol ederek bazı fiskiyelerin yerlerinde ve modellerinde değişikliğe gitmiş ve nihai modeli sunmuşlardır (bkz. şekil). Ayrıca öğrenciler şekilsel modelin yanında bir de denklem modeli oluşturarak iki modelin kıyaslamasını da yapmışlardır. Burada hem şekilsel model hem de denklem modeli oluşturan öğrencilere bu durumun nedeni sorulduğunda diğer üç modelleme sürecinde denklem oluşturdıkları için bu modelleme etkinliğinde de böyle bir ihtiyaç hissettiklerinden bahsetmişlerdir. Çünkü şekilsel modelin sadece bu soru için geçerli olabileceğini denklem modelinin ise başka problemlerde de kullanılabileceğini düşünmüşlerdir.

Bu durum incelendiğinde gerekli varsayımları, değişkenleri ve değişkenler arası ilişkilerin gösterilebildiği bir model ortaya koymaları ve bu modeli revize edebilmeleri, farklı modeller oluşturup bunları karşılaştırabilmeleri öğrencilerin matematikleştirme becerisi kapsamında 3. Düzeye uygun yeterlikler sergiledikleri belirlenmiştir.

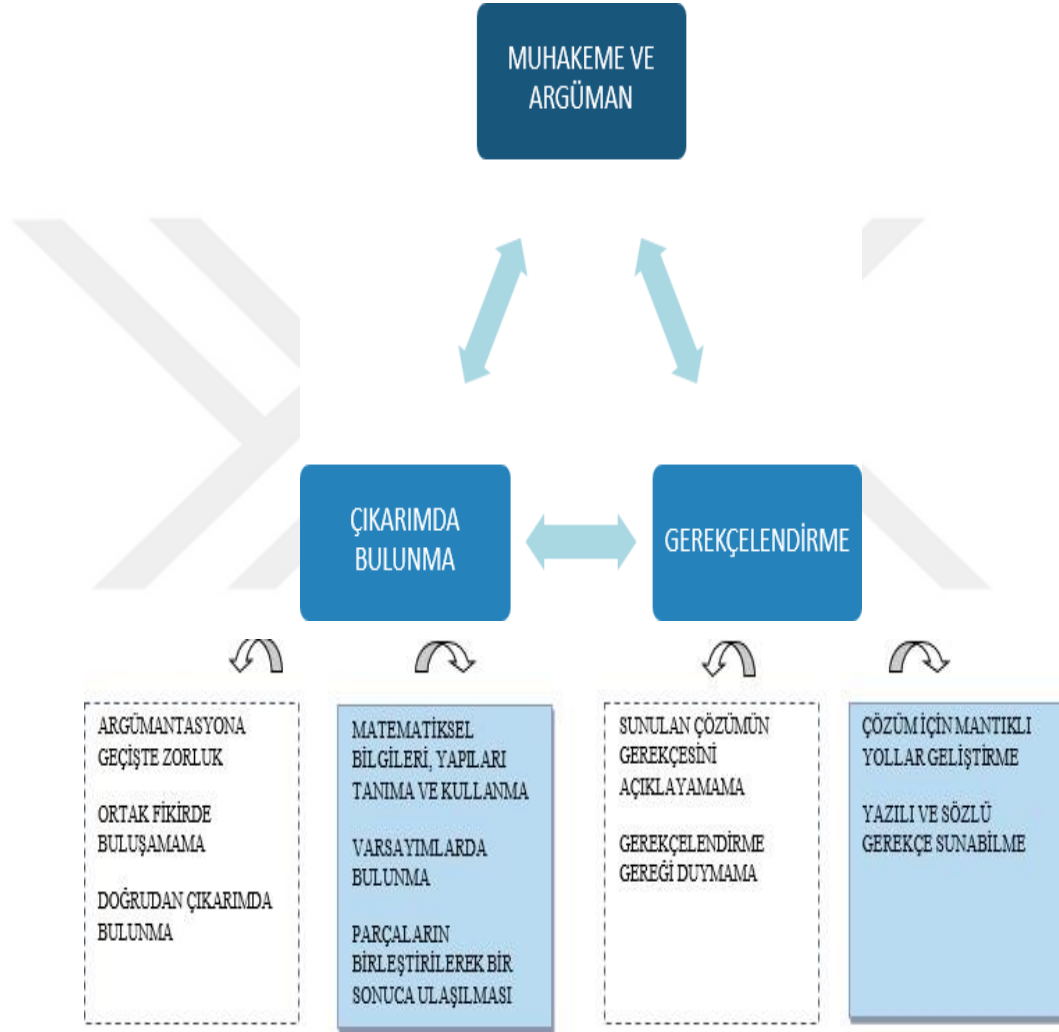
Hem modelleme sürecinin bir döngü şeklinde gerçekleşmesi hem de matematikleştirme becerisinin alt yeterlikleri olan dönüştürme doğrulama aşamalarının iç içe olması her ne kadar sürecin başında olumsuz gibi gözüксе de birbirini etkilediği görülmüştür. Bir becerinin gelişmesi bir diğerine bağlıyken aynı zamanda bir diğerinin gelişmesi otomatik olarak diğerini de gelişme düzeyi bakımından yukarı doğru çekmiştir. İşte tam da bu noktada modelleme etkinlikleri ile bu sürecin yönetilmesi büyük önem arz etmiştir. Böylece bir bütünlük içerisinde becerilerin iç içe geçişli yapısını hem inceleme hem de birbirini nasıl geliştirme fırsatı sağladığını inceleme fırsatı yakalanmıştır. Modelleme etkinliklerinin gerçekleştiği süreçteki birçok dinamik (grup içi iletişim, argümantasyon, grup üyelerinin birbirinden aldığı destek, motivasyon vb.) matematikleştirme becerisinin gelişimine büyük oranda destek olmuştur.

3.2.3. Muhakeme

Bu bölümde, 8. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinde elde edilen verilerin analizi neticesinde matematiksel okuryazarlık

becerilerinden muhakeme ve argüman becerisi kapsamında iki tane tema (çıkarımda bulunma, gerekçelendirme) ve bu temalara ait kodlar görsel 3.3’te sunulmuştur.

Muhakeme becerisi kapsamında E2 (Etkinlik2) ve E4 (Etkinlik4) ayrıntılı olarak incelenmiş ve diğer etkinliklere de kısaca değinilmiştir.



Görsel 3.3. Muhakeme becerisi ana temalar ve kodlar

Görsel 3.3’te muhakeme ve argüman becerisi altında iki ana tema olan çıkarımda bulunma ve gerekçelendirme ile birlikte bu ana temaların altında bulunan açık renkli bölgeler ilgili temalar kapsamında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri, koyu renkli bölgeler ise o temalarla ilgili öğrencilerin geliştirdikleri becerileri göstermektedir.

3.2.3.1. Çıkarımda bulunma

Çıkarım yapmak sağlam temelli sonuçlar elde etmek için gerekli matematiksel bilgilerin zihinsel olarak işlenmesine dayanır.

Çeşitli mantolama malzemelerinden uygun olanın seçilmesinin beklendiği E1 modelleme sürecinde öğrencilerin problemde yer alan bilgileri birleştirmeden sadece bazı verileri göz önünde bulundurarak doğrudan çıkarım yaptıkları görülmüştür. Sadece malzeme fiyatı ile işçilik ücretini dikkate alarak en tasarruflu olan malzemenin eps olduğunu belirtmişlerdir.

Ö1: EPS'nin fiyatı daha ucuz.

Ö3: EPS'nin işçilik ücreti de daha ucuz.

Ö2: O zaman EPS, taş yününe göre daha tasarruflu demek ki.

Ö1: Evet öyle görünüyor.

Ö5: Bence de.

Öğrencilerin verilen bilgilerden doğrudan çıkarımlarda bulunmaları muhakeme becerisinin 0. Düzeyine uygun davranışlar sergilediklerini göstermektedir. Çıkarımda bulunmak için evin metrekaresini ve yıl değişkenini ilişkilendirmeden çıkarımda bulundukları için 1. Düzey becerilerinin etkin bir şekilde kullanılmadığı görülmüştür. Ancak etkinliğin ilerleyen aşamalarında öğrencilerin problem çözümünde ilerleyememeleri modelleme etkinliğinin döngüsel olması sebebiyle de problemin diğer bileşenlerinin de fark edilmesini sağlamış ve bunların da ilişkilendirilmesi ve bu doğrultuda çıkarımlar yapmaları ile öğrenciler 1. Ve 2. Düzeye uygun beceriler sergileyebilmişlerdir.

Farklı araç türlerinden ihtiyaca uygun olan ve en tasarruflusunun belirlenmesinin gerektiği E2 modelleme sürecinde öğrencilerin, mantolama malzemesi seçimini gerektiren E1'dekine benzer şekilde akıl yürüttükleri görülmüştür. Burada öğrenciler problemde istenilen görevlerin birçoğunu ilk etapta göz ardı ederek sadece iki veriden faydalanarak yine doğrudan çıkarımda bulunmuşlardır. Böylece Düzey 0'a uygun beceriler göstermişlerdir. Bu durumu yansıtan diyalog aşağıda sunulmuştur.

Ö5: Araç bedellerini incelediğimizde en ucuzu C aracı görünüyor.

Ö2: 10.000 km'de ki bakım masrafları da var. Onları da dahil etmemiz gerekir bence.

Ö5: Aynen zaten bu kadar basit bulunacağını zannetmiyorum. Diğer bilgilere de bakmak lazım.

Öğrencilerin diyalogu incelendiğinde problemde belirtilen görevi yerine getirebilmek için karşılaştırmaya dayalı muhakemeden faydalandıkları ancak karşılaştırma yaparken sadece iki kriteri dikkate alma eğiliminde oldukları görülmüştür. Ayrıca bir önceki etkinlikte karşılaştıkları sorunlar nedeniyle bu etkinlikte önceki öğrenmelerinin de etkisiyle çıkarımda bulunma konusunda daha temkinli davrandıkları gözlenmiştir. Çünkü ilk etkinlik süreci boyunca sonuç odaklı olarak probleme yaklaşan öğrenciler gerekçe sunmadan doğrudan çıkarımlar yaparak ilerleme kaydetmeyi ummuşlardır. Ancak araştırmacının, kendi çıkarımlarını gerekçelendirmeye yönlendiren aşağıdaki soruları sık sık kendilerine yöneltmesiyle öğrenciler süreç boyunca çıkarımlarının doğruluğunu göstermek durumunda kalmışlardır. Bu durumun etkisi E2 modelleme sürecinde ortaya çıkmıştır.

A: Bu sonuca nasıl ulaştınız?

A: Çözüm yolunuzu tarif edin.

A: Nasıl bir ilişki vardır?

A: Bu sonucun doğruluğundan emin misiniz?

Öğrenciler bakım masrafını hesaplamak istediklerinde 10.000 km’de bakım masrafı ibaresi öğrencilerin soruyu daha dikkatli okumaya ve daha önce fark etmedikleri bilgileri görmelerini sağlamıştır. Çünkü bakım masrafını hesaplayabilmeleri için seçilecek olan aracın yaklaşık olarak kaç km kullanılacağını bilmeleri gerekmektedir. Dolayısıyla bu durum öğrencilerin veriler arasında ilişkiyi belirleyebilmelerine ve bu ilişkiyi kullanabilmelerine bağlıdır.

Ö4: Bakım masrafı her 10.000 km’de hesaplanıyormuş. Araç kaç km kullanılacak bilmiyoruz.

Ö2: Soruyu tekrar okuyalım. Neler biliyoruz tekrar bakalım.

Burada öğrencilerin yaşanan güçlüğü tanımlaması, hangi bilgiler mevcut ve ihtiyaç duyulan bilginin olup olmadığının incelenmesi muhakeme becerisi için oldukça önemli stratejilerdir. Çünkü bu stratejinin uygulanması ile birlikte öğrenciler çeşitli sorular oluşturarak ve grup içinde fikirlerini ayrıntılı şekilde tartışarak hem muhakemeyi hem de strateji ve iletişim becerilerinin kullanılmasıyla problem çözümünde nasıl bir yol izlemeleri gerektiğini daha kolay bulabilirler. Bu durum öğrencilerde sorunun birden fazla bilgi içermesi ve karmaşıklık düzeyinin artması ile geliştiği söylenebilir. Öğrenciler

modelleme soruları karşısında çok boyutlu olarak düşünme sürecini yürütmek durumunda kaldıkları için birden fazla becerinin işe koşulmasıyla bunun üstesinden gelebilmektedirler.

Öğrenciler soruyu sessiz bir şekilde birkaç kez okuduktan sonra ilk modelleme sürecinde araştırmacının yönlendirmesiyle tecrübe ettikleri problemde ne anladığını birbirine anlatma durumuna geçiş yapmışlardır. İlk etkinlikte mantolama malzemesi seçiminde doğrudan çıkarım yapan öğrenciler bu modelleme sürecinde ise daha dikkatli davranarak doğrudan çıkarımda bulunmak yerine problemde verilen bilgilerde kısmen de olsa ileri-geri hareket edebildikleri gözlenmiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde neden ilk modelleme etkinliğinde olduğu gibi C aracının fiyatının en ucuz olduğunu bildikleri halde cevap olarak seçmedikleri sorulduğunda öğrencilerin daha önce buldukları sonuçları doğrulamak gibi bir gereklilik hissetmediklerini ama ilk modelleme etkinliğinde eps malzemenin çok daha tasarruflu görünmesine rağmen araştırmacının;

A: Çözümünüzün doğruluğundan emin misiniz?

A: Çözümünüzü kontrol ettiniz mi?

Şeklinde sorularla yönlendirmesiyle sonucu kontrol ettiklerinde taş yünü malzemenin daha tasarruflu olduğunu bulmalarından dolayı bu etkinlikte daha temkinli hareket ettiklerini ve grup içi daha çok fikir alışverişinde bulunduklarını belirtmişlerdir. Sonraki süreçte öğrencilerin soruyu birkaç kez okuyup birbirlerine sorudan ne anladıklarını anlatmasıyla birlikte yine de öğrencilerin problemde gerekli bilgilerin hepsini birleştirerek akıl yürütemedikleri, problemi parça parça inceleyebildikleri (Bkz. Şekil 3.33) görülmüştür. Bu durum problemdeki değişkenlerin ilişkilendirilerek çıkarımda bulunulmasını gerektiren 1. Düzeye geçişte zorluğa sebep olmuştur.

Ö3: Bakım masrafını bir kenara bıraksak yakıtı odaklansak nasıl olur? Bakım masrafına tekrar döneriz sonra nasıl olsa şu anda bir şey bulamadık.

Ö4: Bence de yakıtı hesaplayabiliyor muyuz ona bakalım.

Ö1: Bahçe 100 km uzaklıktaymış. 5 ay her hafta gidiyormuş. Böylece 1 yılda gittiği yolu bulabiliriz.

Ö3: Evet, haftada 1 sefer gittiğine göre, 1 ay 4 hafta olduğuna göre

10.4=400		
400.5=2000 TL → nakliye ücreti		
<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>
2000km x 35	2000 x 90	2000 x 55
7000 TL	18.000 TL	11.000 TL

Şekil 3.33. Nakliye Ücretlerinin Hesaplanması

Yukarıda yer alan diyalogda öğrencilerin, problemde verilenleri ve istenilenleri tam olarak anlamlandırmadan yani problemi anlama kısmını özümsemedikleri için çözüm olarak uygun stratejiyi belirlemede bilinçli seçim yapamadıkları görülmektedir. Seçilen stratejinin uygunluğunun kontrol edilmemesi de muhakeme becerisi kapsamında problemin farklı yönlerinden bilgi parçalarını birleştirerek bir çıkarımda bulunmalarına engel olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin aracın bir yılda gittiği mesafeyi hesaplarken de aracın sadece bahçeye gittiği yolu hesapladıkları ancak eve dönüş yolunu hesaba katmadıkları görülmektedir. Burada yapılan mantıksal hata öğrencilerin problem çözümünün ilerleyen aşamalarında nakliye şirketine ödenen sefer başına 100 TL ile araçların harcadığı yakıtın fiyatının karşılaştırılmasında yanlış sonuçların ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Bkz. Şekil 3.39, s. 126). Burada araştırmacı öğrencilere çözümü nasıl yaptıklarını sorarak sonucun doğruluğunu kontrol etmelerini ve gerekçelendirme ile birlikte hatalarını fark etmelerini sağlamayı amaçlamıştır.

Ö1: Evet en pahalısı da B aracı

Ö2: Hem epeyce far var arada. Nakliye şirketi çok ucuz.

Ö1: O zaman araçla gidip gelmesine gerek yok.

Ö5: Evet nakliye şirketini kullansın.

Düzey 1'e uygun olarak kısa hesaplamalar yapabildikleri görülmektedir. Problemde yapılan mantıksal hatalar ve kuruş birimi ile lira biriminin birbiri cinsinden yazılmaması yani aynı verinin farklı gösterimlerde kullanılmasından kaynaklı hata sembolik dilin doğru kullanılmamasından kaynaklı durum öğrencilerin hatalı

çıkarımlarda bulunmasına sebep olmuştur. Problemin sadece bir yönüyle ele alınarak basit matematiksel hesaplamalar sonucu çıkarımda bulunulması öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerinden muhakeme becerisinin 1. Düzeyine uygun davranışlar sergiledikleri belirlenmiştir.

Kullanıcının ihtiyacına uygun en tasarruflu telefon tarifesinin belirlenmesini gerektiren E3 modelleme sürecinde 8. Sınıf öğrencilerinin grup içi etkileşimlerinin artması iletişim becerisini gelişmesine katkı sağlarken bu durum aynı zamanda fikirlerin rahatça söylenebildiği ve ayrıntılı bir şekilde açıklanabildiği bir işbirlikçi ortamın olduğu gözlenmiştir. Bu durum öğrencilerin problem çözümünde daha dikkatli davranmasını, uygulanacak stratejinin planlanmasını ve stratejinin uygulanmasında daha bilinçli hareket etmelerini ve böylece öğrencilerin varsayımlarda ve tahminlerde bulunurken bir taraftan bunların gerekçelerini de göz önünde bulundurmaya başladıkları görülmüştür. Çünkü ilk iki etkinlikte birçok defa hata yapmaları öğrencileri çözüm aşamasında çok defa modelleme basamaklarında ileri geri hareket etmek durumunda bırakmıştır. Bu durum da öğrencileri ortaya atılan bir fikrin sonuçlarını düşünme konusunda öğrencileri zorlamıştır. Bu duruma örnek olarak E3 modelleme sürecinde öğrenciler arasında geçen diyalog şu şekildedir;

Ö1: Soruyu çok dikkatli okuyalım. Ne istiyor iyice anlayalım.

Ö5: Aynen sonra bazı şeylere(bilgilere) dikkat etmiyoruz. Sürekli uğraşıyoruz.

Ö3: Okuyup anladıktan sonra ne yapabiliriz hep birlikte konuşalım. Sonra ortak bir yol belirleyelim.

E4 modelleme sürecinde ise öğrencilerden Arzu Hanım'ın bahçesi için tasarruflu fiske yerleşim planı istenmektedir. Öğrencilerin bütün modelleme süreçleri göz önüne alındığında problemdeki veriler ile problemde istenilenleri en net olarak belirleyebildikleri modelleme etkinliği 4. Modelleme etkinliği (E4) olmuştur. Her ne kadar önceki etkinliklerde verileri düzenleyerek tablolar oluştursalar da bazı bilgileri birleştirmede zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Ancak E4 modelleme sürecinde böyle bir zorlukla karşılaşmadan daha etkin ve bilinçli davrandıkları problemde neyi bildiklerini ve nelerin verilmediğini daha iyi belirleyebildikleri gözlenmiştir. Yapılan görüşmeler ve gözlemler sonucu ilk iki etkinlikte (E1, E2) öğrencilerin daha yoğun olarak tümevarımsal muhakemeyi, E3 modelleme sürecinde çıkarımların doğruluğunu daha çok dikkate almaya başlamalarıyla tümdengelimsel muhakemeyi kullanmaya başladıkları

görülmüştür. Bu durumu hem öğrencilerin bilgiler arası ileri-geri hareket etmeleri yaptıkları hatalardan dolayı, hem de sundukları fikirleri ve sonuçları gerekçelendirme gereği hissetmeye başlamaları sağladığı söylenebilir. Böylece birden fazla veri içeren ve birçok bilginin birleştirilmesinin gerektiği açık uçlu günlük yaşam problemleri ve modelleme sürecinin adımları öğrencilerin birlikte akıl yürütmelerini sağladığı için ve ilk etapta bu duruma hiç alışık olmayan öğrencilerin birçok kez hata yapmasına sebep olduğu için bu hatalardan elde edilen tecrübeyle öğrencilerin farklı muhakeme biçimlerinin gelişmesine katkı sağladığı söylenebilir.

E4 modelleme sürecinde öğrenciler problem çözüm aşamasında hem tümevarım-tümdengelim hem de uzamsal muhakeme beceriler kullandıkları görülmüştür.

Fıskiyelerin uygun bir şekilde bahçeye yerleştirilmesinin ve en tasarruflu olacak şekilde fıskiye seçimi yapılmasını gerektiren E4 modelleme sürecinde öğrencilerin problemi her yönüyle ele almaları gerektiğinin bilincine sahip olmaları böylece problemin anlaşılması aşamasında kolaylıkla ilerleyebildikleri belirlenmiştir.

Ö2: Bütçe 1000 TL, bahçe dikdörtgen, fıskiyeler 360 derece dönebiliyor.

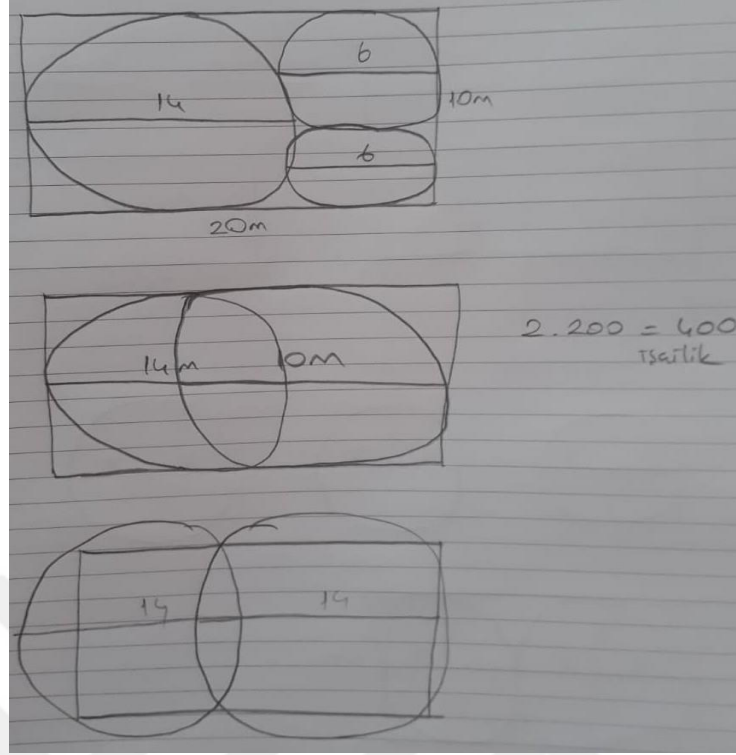
Ö5: Yani fıskiyeler daire şeklinde bir alan sulayabiliyor.

Ö1: Evet, ama bahçe dikdörtgen.

Ö3: Fıskiyelerin fiyatları ve sulayabildikleri alan farklı olduğuna göre hem 1000 TL'yi geçmeyecek hem de bu bahçenin her tarafını sulayabilecek fıskiyeler seçmemiz lazım.

Ö4: Evet, bahçede sulanmamış alan kalmaması için dairelerin üst üste gelmesi gerekebilir. Yoksa dairelerin uç kısımları sulanmaz yani dairelerin aralarında boşluklar kalır.

Düzey 2'ye uygun olarak burada geçen diyaloga göre öğrencilerin problemde verilenleri ve istenilenleri net bir şekilde anladıkları ve parçaları birleştirerek verilenler ve istenilenler arasında ki ilişkiyi belirleyebildikleri ve parça parça karmaşık bir şekilde verilmiş verilerden yola çıkarak tümevarımsal muhakeme ile bir çıkarımda bulundukları söylenebilir. Sonra ki süreçte öğrenciler arasında dikdörtgen bir bahçeye dairesel alanları nasıl yerleştirebilecekleri konusunda bir argüman süreci başlamıştır. Bu süreçte öğrencilerin uzamsal muhakemeden faydalandıkları gözlenmiştir (Bkz. Şekil 3.34).



Şekil 3.34. Fısıkiye yerleşim planları

Problemin farklı kısımlarından bilgi parçalarını bir araya getirerek yani dairesel alanın dikdörtgensel alana yerleştirilmesi, dikdörtgensel alanda hiç boşluk kalmaması için dairesel bölgelerin dikdörtgensel bölgenin dışına çıkabileceği çıkarımında bulunmaları ile birlikte öğrencilerin muhakeme becerisinin 2. Düzeye uygun olduğu belirlenmiştir.

3.2.3.2. Gerekçelendirme

Sunulan çıkarımların, sonuçlarının doğruluğunun çeşitli yöntemlerle kontrol edilmesi, açıklanması, yapılan çözümlerle ilgili veya sunulan çıkarımlarla ilgili nasıl bir yol izlendiği gerekçelendirme kapsamında incelenmiştir.

Düzey 3'te yer alan çıkarımları doğrulama veya gerekçelendirme kapsamında ilk etkinlikte (E1) ve ikinci etkinlikte (E2) öğrencilerin çeşitli çıkarımlarda bulunarak bu çıkarımları veya sundukları sonucu doğrulama çabası içine girmedikleri gözlenmiştir. İlk iki etkinlik (E1, E2) sürecinde araştırmacının öğrencilere sık sık yönlendirici ve fikirlerini, çözüm yollarını açıklamalarını gerektiren sorular yöneltmesiyle öğrencilerin yavaş yavaş bu duruma uyum sağlamaya başladıkları gözlenmiştir. İlk ve ikinci etkinlikten (E1, E2) iki diyalog aşağıda sunulmuştur.

İlk etkinlikten (E1) örnek;

Ö1: Eps, taş yününe göre daha tasarrufludur.

Ö5: Bence de.

Ö3: Evet, öyle görünüyor.

A: Bu sonuca nasıl ulaştınız? Açıklar mısınız?

Ö1: Çok kolay. Eps malzemenin hem fiyatı hem de işçilik ücreti daha ucuz.

A: Peki, problemde başka veriler var. Onlar sizce neden verilmiş?

Ö2: Onlara bakmadık.

A: Peki bu durumda sunduğunuz sonucun doğruluğundan emin misiniz?

Ö4: Artık değiliz. Biz sadece fiyata ve işçilik ücretine baktık.

İkinci etkinlikten (E2) örnek;

Ö2: Sadece araba fiyatlarına bakarsak C aracı en ucuz gibi duruyor.

Ö5: Olmaz diğerlerine de bakmamız lazım. Hatırlasana geçen sefer (önceki modelleme etkinliği) soruda ki her şeye bakmadık ve yanlış sonuç bulup durduk.

Ö1: Aynen ne kadar çok uğraştık.

Ö2: Hadi soruyu güzelce tekrar okuyalım ve konuşalım.

Görüldüğü üzere öğrenciler daha dikkatli davranmışlar, doğrudan çıkarım yapmaktan kaçınmışlardır. Ancak yine de ikinci etkinliğin ilerleyen çözüm sürecinde sembolik gösterimleri cebirsel temsile dönüştürmede matematikleştirme becerilerindeki eksiklikten kaynaklı hatalar yapınca yine sonuca ulaşma odaklı olarak hatalı çıkarımlarda bulunmuşlardır. Araştırmacı açıklama yapmalarını isteyince de sözlü dili kullanarak ve örnekler vererek açıklamaya çalıştıkları görülmüştür (Bkz. Şekil 3.35).

Ö3: Bir yıllık masraflarını bulduk.

Ö4: Evet yine en ucuz C aracı görünüyor.

Ö5: O zaman en ucuz araç C.

Ö2: Bir de ikinci yılı hesaplayalım.

Ö1: Evet yine en ucuz C aracı çıktı. O zaman cevap C.

A	B	C
210.000	200.000	195.000
+ 9000	+ 21.000	+ 12.300
219.000	221.000	207.300

Şekil 3.35. Araçların iki yıllık masrafları

3. ve 4. modelleme sürecinde (E3, E4) ise öğrencilerin gerekçelendirme konusunda daha az yönlendirmeye gerek duydukları gözlenmiştir. Bu durum 3. Düzey becerilerinin daha etkin olarak ortaya konulabilmesine fırsat vermiştir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde neden ulaştıkları sonuçlarla veya sundukları varsayımlarla ilgili doğrulama ya da sağlama yapmaya ihtiyaç duymadıkları sorulmuştur. Öğrencilerin hepsi de okul hayatlarında derslerde olsun, sınavlarda olsun onları sınırlandıran hep belirli bir sürenin olmasından dolayı soruları çözerken acele ettiklerinden ve birçok soru çözmek durumunda oldukları için çözüm yollarını kontrol etme fırsatlarının olmadığından bahsetmişlerdir. Öğrencilerin problem çözümünde aceleci davranışları neredeyse bütün matematiksel okuryazarlık becerilerini olumsuz yönde etkilemiştir ancak en çok da strateji belirleme ve muhakeme konusunda zorluk yaşanmasına sebep olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında sürekli çoktan seçmeli sınavlarla karşılaşılıyor olmaları da muhakeme becerisinin özellikle gerekçelendirme kısmını etkilediği söylenebilir. Çünkü öğrenciler eğer problemi doğru çözmüşlerse sonucun şıklarda olduğunu eğer yanlış bir sonuç bulmuşlarsa genellikle şıklarda olmadığını böylece kısa yoldan çözümlerinin doğruluğunu kontrol etmiş olduklarını belirtmişlerdir. Böylece araştırmacının ilk iki etkinlikte yoğun bir şekilde öğrencilere yönelttiği problemin çözüm yoluna, sonucun doğruluğundan emin olunmasına dair soruların yönlendirici etkisi 3. ve 4. Modelleme sürecinde (E3, E4) görülmüş ve öğrencilerin bazı alışkanlıklarına yeni bir bakış açısı getirmiştir.

E3 modelleme sürecinde öğrenciler bazı işlemler (Bkz. Şekil 3.16 s. 72) yaptıktan sonra sonuca ulaşmışlardır. 3.Düzey becerilerine uygun olarak burada öğrencilerin ulaştıkları sonuçtan emin olmak için değişikene değer vererek kontrol ettikleri yani örnek vererek bu kontrolü sağladıktan ve sonuçtan emin olduktan sonra nihai kararı verdikleri görülmektedir.

E4 modelleme sürecinde de benzer bir şekilde öğrenciler problemin çözümü için uygun stratejiyi belirleyip gerekli verileri bir araya getirerek uzamsal muhakemenin de devreye girmesiyle farklı sonuçlar elde etmişlerdir. Bu sonuçlardan en uygun olanına karar vermek için bazı varsayımlarda bulunarak ve bunları gerekçelendirerek en uygun olanına karar vermişlerdir.

Ö5: Bu şekilde yerleştirirsek fiskiyeler bahçenin tamamını sulamayabilir.

Ö1: Nasıl yani?

Ö5: İşte köşeler sulanmıyor. (Bkz. Şekil 3.31, s.101)

Ö3: Evet. O zaman 35 liralık fiskiyelerden yerleştirebiliriz sonuçta onlar daha büyük bir alanı suluyor.

Ö2: O zaman da fiskiyelerin fiyatı bütçeyi geçebilir.

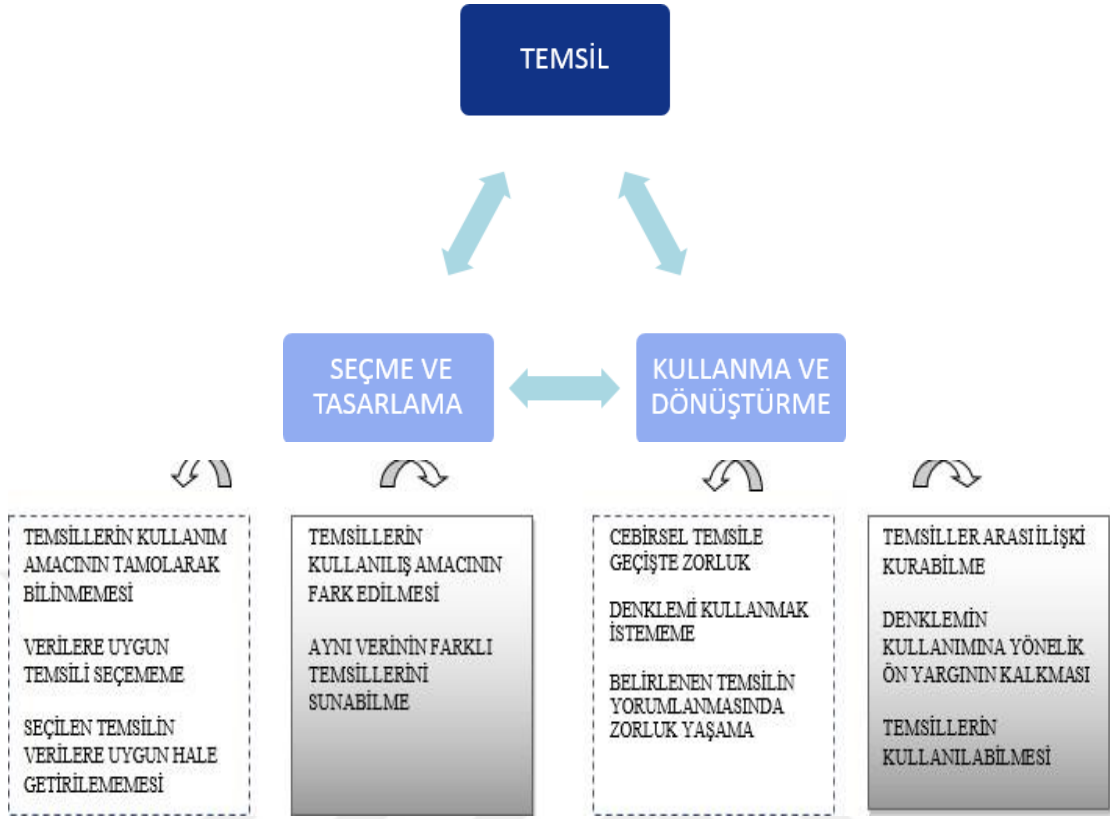
Ö4: Hadi deneyelim başka nasıl yerleştirebiliriz? Bunu da hesaplayalım bütçeye uyuyor mu bakalım.

Görüldüğü üzere öğrenciler yönlendirilmeye ihtiyaç duymadan gerekçeleri ile birlikte birbirlerine fikirlerini ve varsayımlarını aktarabilmişlerdir (Bkz. Şekil 3.34).

3.2.4. Temsil

Bu bölümde 8. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinde elde edilen verilerin analizi neticesinde matematiksel okuryazarlık becerilerinden temsil becerisi kapsamında iki tane ana tema (seçme ve tasarlama, kullanma ve dönüştürme) ve bu temalara ait kodlar görsel 3.4'te ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Temsil becerisi kapsamında E2 (Etkinlik2) ve E3 (Etkinlik3) ayrıntılı olarak incelenmiş ve diğer etkinliklere de kısaca değinilmiştir.



Görsel 3.4. Temsil becerisine ait ana temalar ve kodlar

Görsel 3.4’te temsil becerisi altında iki tane ana tema olan seçme veya tasarlama, kullanma ve dönüştürme ile birlikte bu ana temaların altında açık renkli bölgeler ilgili temalar kapsamında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri, koyu renkli bölgeler ise o temalarla ilgili öğrencilerin geliştirdikleri becerileri göstermektedir.

Genel olarak temsil becerisi kapsamında tüm modelleme süreci göz önüne alındığında sekizinci sınıf öğrencilerinin temsil becerisi alt bileşenlerinden probleme uygun bir temsil oluşturmada ve temsili problemin verileri ile ilişkilendirmede zorluk yaşadıkları görülmüştür. Ancak en çok güçlük yaşadıkları durum bir temsili farklı bir temsile çevirmede yani temsiller arası geçiş yapmada yaşanmıştır. Bunun yanında öğrencilerin süreç boyunca temsil becerisi kapsamında geliştirdikleri alt becerilerden bazıları ise; temsilin kullanım amacını fark etme, problem çözümünde farklı temsillerin kullanımına gerek duyma ve temsilleri birbirine dönüştürmede daha çok beceri kazandıkları görülmüştür.

3.2.4.1. *Temsil seçme ve tasarlama*

Temsil seçme ve tasarlama, modelleme sürecinde problemde yer alan verileri düzenlemeyi, bu verilerden yola çıkarak problemin çözümü için gerekli olan temsilleri seçmeyi, kullanmayı ve probleme uygun şekilde tasarlamayı kapsar.

Düzey 0'a uygun olarak sekizinci sınıf öğrencilerinin problem verilerine ve çözümüne uygun temsil seçme konusunda en çok ilk iki etkinlikte zorluklar yaşadıkları gözlenmiştir. Öğrenciler birinci modelleme etkinliğinde (mantolama malzeme seçimi) kendilerine belli bir düzen içinde ancak problem cümlesi halinde sunulan bilgiler içinden sayısal verileri okuyabilmişlerdir ancak bu sayısal verileri bir araya getirip daha kolay yorumlayabilecekleri bir temsil belirleme durumuna girmemişlerdir. Problemdeki birçok veri ile ne yapacağını bilemeyen öğrenciler bu karmaşıklık içinde epeyce vakit harcadıktan sonra bu şekilde problemin anlaşılabilirliğinde ilerleyemediklerini fark etmeleri ile birlikte problemde verilmiş olan bütün bilgileri bir arada görebilecekleri tablo temsilini kullanmaya karar vermişlerdir. Böylece sadece problemde yer alan sayısal verileri veya halihazırda sunulmuş bir temsili okuma becerisi ile yetinmeyip kendileri bir temsil hazırlamaya başlamaları ile birlikte Düzey 1'in becerilerine geçiş başlamıştır. Tabloyu tasarlamada da yine sütun ve satırların nasıl yerleştirileceği, bilgileri nasıl bir sınıflandırmaya göre tabloya ekleyecekleri gibi bazı sorunlarla karşılaşmışlar ancak bunları kolayca halletmişlerdir. Temsil seçiminde zorlanmalarının sebebinin ise öncelikle hem problemi anlamlandırmakta yaşadıkları sıkıntı, bilgilerle ne yapılacağının bilinmemesi ve bilgilerin birleştirilememesi ile etkin bir muhakeme ve argümantasyon sürecinin henüz başlamamış olması ve tablo kullanım amacının kavramsallaştırılmamış olması olarak düşünülebilir. Ayrıca öğrencilerin henüz grup arkadaşlarıyla iletişimin çok etkin olmaması ve odağın grup içinde değil araştırmacıda olması sebebiyle verileri kategorilere ayırıp düzenleyerek bir tablo oluşturma ve böylece bilgileri görselleştirerek daha somut hale getirme çabası içinde olmadıkları görülmüştür. Bu duruma örnek olan diyalog şu şekildedir;

Ö3: Ben hiçbir şey anlamadım.

Ö1: Ben de.

Ö4: Ne yapacağız?

Ö2: Bir sürü şey yazıyor burada. Benim kafam çok karıştı.

Ö5: Bence de alttakileri okumaya başladığımda üsttekileri unutuyorum.

Ö2: O zaman bunların hepsini güzelce bir yere yazalım.

Ö1: Nasıl yani?

Ö3: Aaa tablo yapalım bence.

Ö4: Evet iyi olur hepsini bir arada görebiliriz böylece.

Düzey 1'e uygun olarak öğrenciler arası diyalogdan anlaşıldığı üzere öğrencilerin problem ile ilgili argümantasyon süreci başlamış ve birlikte akıl yürütmeleri sonucu verileri kategorize ederek düzenlemeyi böylece uzamsal muhakeme ile birlikte problemi görselleştirerek kendileri için daha anlamlı hale getirmeyi planlamışlardır. Bu durumda sözlü temsili tablo (Bkz. Şekil 3.2 s. 58) temsiline dönüştürmüşlerdir. Dönüştürme sürecinde çok zorlanmadıkları görülmüştür. Öğrencilerin birçok bilgiyle tek bir problemde karşılaşmaları modelleme sürecinin anlama ve düzenleme kısmında güçlükler sebep olmuştur. Ayrıca yapılan klinik görüşmelerde öğrencilere ilk etkinlikte neden verileri düzenlemekte zorlandıkları sorulduğunda öğrenciler genelde karşılaştıkları sorularda verilerin tablo halinde hazır şekilde sunulduklarından böyle bir şeyi ilk etapta düşünemediklerinden bahsetmişlerdir. Böylece öğrencilerin matematik eğitiminde genellikle tablo okuma becerilerine tablo oluşturma becerilerinden daha çok önem ve öncelik verildiği düşünülmüştür. Ayrıca öğrencilerin de görüşmelerde belirttikleri gibi karşılaştıkları sorular genellikle çoktan seçmeli tarzda olup bu sorularda da tablo okuma becerisine daha çok ağırlık verildiği için bu tarz güçlükler yaşanmış olabilir.

Sekizinci sınıf öğrencilerinde tabloyu tasarlama ile birlikte ve sonraki modelleme süreçleri de dikkate alındığında etkinliklerdeki verilerin somutlaştırılarak daha kolay çözümlenebileceği ve bu durumda tablo gibi temsillerden faydalanılarak verilerin daha düzenli ve anlaşılabilirliğinin sağlanabileceği fikri yerleşmiştir.

Ö5: Tablo yapınca soru daha netleşti sanki.

Ö1: Evet ya. Şimdi ikisini (eps, taş yünü) daha iyi karşılaştırabiliyorum.

Ö2: Ne büyük nimetmiş bu tablo.

Öğrencilerin bilgi parçaları arasındaki ilişkiyi yorumlamak ve karşılaştırma yapabilmek için standart bir temsil biçimi olan tabloyu seçip tasarlayabilmeleri ve sözlü temsilden tablo temsiline transferi doğru yapabilmeleri temsil becerisinin 1. Düzeyine uygun beceriler sergiledikleri görülmüştür. İlk etkinlik sürecinin en başında yaşanan eldeki bilgilerle ne yapılacağının bilinmemesi durumu diğer etkinlikteki modelleme

süreçlerinde görülmemiştir. Öğrencilerin yazılı olarak sunulan ancak bütün bilgi parçalarının bir arada görülemediği bir durumla karşılaştıklarında nasıl bir yol izlemeleri gerektiği konusunda tecrübe kazandıkları söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin tablo tasarlama durumunda fazla zorluk yaşamamaları farklı disiplinlerde de ve ilkokuldan itibaren her sınıf düzeyinde tablo okuma ve yorumlamaya yönelik kazanımların bulunmasının ne kadar etkili olduğunu göstermektedir.

En tasarruflu aracın seçilmesinin beklendiği ikinci modelleme etkinliğinde öğrenciler sözlü temsil olarak sunulan birçok bilgi parçasını düzenlemek için tablo temsili kullanmanın uygun olduğuna hızlıca ve kolayca karar vererek tablo (Bkz. Şekil 3.9 s. 66) temsili kullanmışlardır.

İlk iki modelleme etkinliğinde olduğu gibi tarife seçimini gerektiren üçüncü etkinlikte ve fışkiyelerin yerleşimi, seçimini gerektiren dördüncü modelleme etkinliğinde de öğrencilerin ilk tercihi problem durumunu görselleştirerek daha kolay anlaşılmasını sağlayan tablo temsili kullanmaktan yana olmuştur. Her etkinlikte öğrencilerin problemde verilen bilgi parçalarını bir arada görmelerini sağlayan ve verileri karşılaştırma fırsatı veren tablo temsillerini problemin yapısına uygun olarak tasarlayabildikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.36 ve Şekil 3.37).

Tarifeler	Sms	Dakika	İnternet	TV	3 ay	12 ay	Her ay	Devlet Ekstra me	1GB
1. Tarif	250	750	9GB	25 TL	29 TL	49 TL	var	20 lira	
			20GB						
2. Tarif	250	750	10GB	35 TL	39 TL	59 TL	var	5 lira	
			10GB						
3. Tarif	500	1000	11GB	35 TL	39 TL	65 TL	yok	5 lira	
			20GB						

Şekil 3.36. Tarife paketlerinin özellikleri tablosu

Bu tabloda internet sütununda ki pembe renkli sayılar ekstra internet paketinin eklenmiş halini göstermektedir.

Fıskiye Gep	Fıskiye Fiyat	Bütçe	Tırtılız Jantı
6m	20 TL	1000 TL	200 TL
10m	27 TL		
14m	35 TL		

Şekil 3.37. Fıskiye ücretleri tablosu

Öğrencilerin çizmiş oldukları tablolar incelendiğinde hem tarife ücretlerini hem de fıskiye özelliklerinin hepsini bir arada göstermeye çalıştıkları böylece bütün bilgileri birlikte inceleyerek problemi daha kolay yorumlayabileceklerini düşündükleri belirlenmiştir.

İlk iki etkinlikte (E1, E2) tabloları oluşturan öğrenciler sadece problemdeki verileri düzenleyerek ve görselleştirerek problem çözümünde daha fazla ilerleyemeyeceklerini fark etmişler ve tablo temsilinden sözlü temsile ve grafik temsiline (Bkz. Şekil 3.3, s. 59) geçiş yapmışlardır.

Öğrencilere neden grafik temsilini seçtikleri sorulduğunda;

A: Tablodan sonra problem çözümü için neden grafik çiziminin uygun olduğunu düşündünüz?

Ö1: Malzeme (eps, taş yünü) fiyatlarının yıllara göre değişimini görmek istedik.

Ö3: Yani grafiğe bakarak hangisinin daha pahalı olduğunu görebiliriz diye düşündük.

A: Peki sizce problemde verilen bilgilerin tamamını bu grafikte gösterebildiniz mi?

Ö2: Hayır, sadece bize lazım olanları grafikte gösterdik.

A: Diğer bilgiler gerekli değil mi diyorsunuz yani?

Ö2: Hayır gerekli ama sonuçta hepsini grafikte gösteremeyiz.

A: Peki, tablodan sonra grafikte problem çözümüne devam etmeniz çözüm sürecine nasıl bir katkısı oldu?

Ö5: Aslında işimizi daha da zorlaştırdı. Çünkü grafikte bütün bilgileri gösteremediğimiz için sadece grafik yeterli olmadı hatta sadece grafiğe baktığımız için diğer bilgileri unuttuk ve yanlış sonuç bulduk.

Burada öğrencilerle yapılan klinik görüşmelerden bir kesit sunulmuştur. Buna göre öğrencilerin problemin çözümüne uygun temsil belirleyebilme durumunun gerekli-

gereksiz bilgilerin ayırt edilmesi yani muhakeme becerisi ve çözüm sürecine uygun stratejinin seçimi ile ilgili olduğu görülmektedir. Ayrıca öğrencilerin uzamsal muhakemeyi kullanmaya yatkın oldukları bunun sebebinin problemi anlayabilmek ve çözüm sürecinde ilerleyebilmek için soruyu somutlaştırmak istemelerinden kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca görülmüştür ki problemin doğasına uygun olmayan bir temsil seçimi problemin çözümünü güçleştirmektedir.

Grafik temsiline seçimi ile problemin çözümünde ilerleyemeyen öğrenciler sözlü temsil ile problemi biraz daha kendileri için anlamlı hale getirmeye çalıştıktan sonra sembolik temsiller kapsamında sayısal ve cebirsel temsil seçimleri ile problem çözümüne devam etmişlerdir (Bkz. Şekil 3.5, s. 61 ve Şekil 3.21, s. 82).

E3 modelleme sürecinde öğrencilerden kullanıcının ihtiyaçlarına uygun olarak daha tasarruflu tarifenin seçilmesi beklenmektedir. Burada da verilen bilgileri düzenlemek için tablo temsiline faydalanan öğrenciler problemin çözümüne uygun strateji belirleyebilme becerilerinin gelişmesi ile birlikte ilk iki etkinlikte (E1, E2) gerekli gereksiz bilgileri ayırt edememenin getirdiği sonuçları tecrübe etmiş olmaları sebebiyle gelişmiş olan muhakeme ve argüman sürecinin de etkisiyle problemde verilen bilgileri birleştirerek tümevarımsal muhakeme ile bir çıkarımda bulunmuşlardır.

Ö3: Bence önce her tarifeyi ayrı ayrı bir hesaplayalım.

Ö2: Hangi zamana kadar kullanılacak bilmiyoruz ki nasıl hesaplayacağız?

Ö1: Cihan'ın yirmi yaşında olduğu yazıyor. Soruda bunu boşuna vermemiştir.

Ö4: Bu tarifeler için yirmi altı yaşına kadar kullanabilecek diyor.

Ö3: İşte o zaman demek ki tarifeyi altı yıl kullanacak.

Ö5: Evet, altı yıl kullanacak o zaman bütün tarifeleri altı yıllık bir hesaplayalım önce.

Görüldüğü üzere tarifelerin altı yıl kullanılacağı çıkarımında bulunan öğrenciler bu çıkarıma uygun olarak altı yıllık tarife ücreti hesaplama stratejilerini uygulamaya karar vermişlerdir ve bu durumda tablo temsiline sonra sözlü ve sayısal temsil kullanmayı seçmişlerdir (Bkz. Şekil 3.42 ve Şekil 3.43, s. 139).

Problem çözümünün devam eden sürecinde öğrencilerin bir takım aritmetik işlemleri içeren sayısal temsilden bağımlı ve bağımsız değişkeni kolaylıkla belirleyebildikleri cebirsel temsilde devam etmeyi tercih ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin bu seçiminde tüm modelleme süreci göz önüne alındığında temsil seçiminde daha çok sözlü temsil ve sayısal temsili tercih eden, cebirsel temsile dönüştürmede sıkıntı

yaşadıklarından dolayı zorunlu kalmadıkça cebirsel temsili kullanmak istemeyen öğrenciler üçüncü etkinlikte hiçbir yönlendirmeye ve rehberliğe ihtiyaç duymadan sayısal temsilden cebirsel temsile geçmeyi tercih ettikleri görülmüştür. Çünkü öğrencilerin cebirsel temsilden uzak durmaya çalışmalarının nedeni değişken kavramını tam olarak anlamlandıramadıkları için değişken belirlemede yaşadıkları güçlük nedeniyle olduğu belirlenmiştir. Bağımlı ve bağımsız değişken kavramlarının daha iyi anlamlandırılması ile birlikte öğrencilerin cebirsel temsili de problemin çözümünde tercih ettikleri belirlenmiştir.

Ö4: Yıla x desek olmaz hepsi için aynı.

Ö5: Devretme özelliği 3. Tarifede yokmuş mesela.

Ö1: Cihan aylık 11 GB kullanıyormuş. Dakika ve sms'te sorun yok.

Ö3: İnternet üzerine yoğunlaşmalıyız o zaman.

Ö2: Hepsinde de ekstra kullanılan internetin fiyatı farklı.

Fıskiye yerleşim planı ve seçimini gerektiren dördüncü modelleme etkinliğinde öğrencilerin sözlü temsil ve görsel temsil ile sunulmuş olan problemi çözmek için yine ilk önce tablo temsili seçip problemdeki verilere uygun bir şekilde tabloyu (Bkz. Şekil 3.38) tasarlayarak problemi somutlaştırmak istemişlerdir.

Sonrasında hem problemde istenilen görev nedeniyle hem de çözüm için uygun strateji belirleyebilmenin gelişmesiyle birlikte öğrenciler hem sayısal (Bkz. Şekil 3.37) hem de şekilsel temsil kullanmayı uygun görmüşlerdir.

Sekizinci sınıf öğrencilerinin problemin yapısına ve çözüm sürecine uygun temsil seçimi yaptıkları ve çözüme uygun şekilde tasarlayabildikleri belirlenmiştir.

uzunluk	Ayrat
6 m	20 TL
10 m	27 TL
14 m	35 TL
İsçilik	200 TL

Şekil 3.38. Fıskiye ücretleri tablosu

3.2.4.2. *Temsilleri kullanma ve dönüştürme*

Temsilleri kullanma ve dönüştürme teması temsillerin okunmasını yani yorumlanmasını ve temsiller arası geçişi, temsillerin birbirine dönüştürülmesini kapsamaktadır.

Düzey 2 kapsamında mantolama malzemesi seçimini gerektiren birinci etkinlikte (E1) ve en tasarruflu aracın belirlenmesini gerektiren ikinci etkinlik (E2) sürecinde öğrencilerin temsiller arası geçişte daha çok zorlandıkları görülmüştür. Çünkü modelleme süreçlerinde öğrencilerin strateji becerileri ve iletişimsel becerileri henüz çok etkin olarak kullanılmadığı için bu durum temsilleri dönüştürme ve kullanma becerilerine de yansımıştır.

İlk etkinlikte öğrencilerin mantolama malzemelerini özelliklerine uygun oluşturdukları tablo (Bkz. Tablo 3.2 s. 58) temsilini sözel temsil yoluyla doğru okuyup yorumlayabildikleri belirlenmiştir.

Ö1: Tabloya göre bütün bilgileri kullanmaya gerek yok bence.

Ö2: Bence de mesela ısı iletim katsayısı, basınç dayanımı bunlar ikisi için de aynı zaten.

Ö5: Bence sayısal olmayanlara dikkat etmeye gerek yok.

Ö3: Olsun yine de tek tek kontrol edelim. Belki önemli bir şey vardır.

Bu süreçten sonra ise tablo temsilinden sözel temsile dönüştürmede sorun yaşanmazken, sayısal temsile ve cebirsel temsile dönüştürmede zorluklar yaşanmıştır. Aynı durum her ne kadar ilk etkinlikte (E1) bu kadar yoğun olarak gözlenmemiş olsa da ikinci etkinlikte (E2) tasarruflu aracın belirlenmesi probleminde de görülmüştür. Aşağıda bu durumu gösteren (Bkz. Şekil 3.39) çözüm aşamaları ve öğrenciler arası diyaloglardan örnekler sunulmuştur.

Ö2: Tablodan sonra ne yapacağız?

Ö4: Tabloya bakarak bir sonuç bulabilir miyiz acaba?

Ö1: Olabilir iyice bakalım.

Ö3: Bence yakıt ve bakım masraflarını bir inceleyelim oradan bir şey çıkar mı bakalım.

Ö2: Nasıl olacak kaç k gittiğini bilmiyoruz ki.

Ö5: Doğru neye göre hesaplayacağız.

A	B	C
35.10.000	90.10.000	55.10.000
350.000 TL	900.000 TL	550.000 TL

Şekil 3.39. Araçların bakım ve yakıt masraflarının hatalı çözümü

Burada öğrencilerin her ne kadar bazı bilgileri düzenleyip tablo yardımı ile probleme bütünsel bir bakış açısı yakalasalar da problemdeki bazı özel bilgilerin (2015 model 40.000 km’lik araç, bir aracın en az 4 en fazla 10 yıl kullanılması gibi) göz ardı edilmesi, yakıt ücretinin km başına kuruş bazında sunulması, araç bakım masrafının ve araç bedellerinin lira bazında sunulması ve öğrencilerin kuruş ve lira çevrimi yapmadan bu verileri aynı birimdeymiş gibi sembolik dilin hatalı kullanılmasından kaynaklanan sorunlar yaşamaları temsiller arası dönüşümü güçleştirmiştir bu durum da öğrencilerin bir temsil oluşturup onu yorumlayabilme becerilerini içeren Düzey 1’den oluşturulan farklı temsiller arası geçiş yapabilmelerini kapsayan Düzey 2’ye geçişte zorluklar yaşanmasına sebep olmuştur.

Cebirsel temsile dönüştürmede yaşanan güçlüklerin sebebi ise öğrencilerde cebirsel muhakemenin tam gelişmemesi cebirsel ifadeler ve konusu ile ilgili kavramsal öğrenmenin tam olarak gerçekleşmemesi olarak gösterilebilir. Araştırmacının aşağıda öğrencilere yönelttiği sorular ve öğrencilerin cevapları şu şekildedir;

A: Problemin çözüm sürecine denklem oluşturarak mı devam etmek istiyorsunuz?

Ö3: Burada denklem lazım bence.

Ö1: Evet denkleme dönüştürmek lazım.

Ö2: Bence de. Çünkü önceki işlemler sonuca varmadı.

A: Peki, neden denklem?

Ö5: Çünkü daha önce modelin ne olduğunu konuştuk.

A: Nasıl olmalı model?

Ö1: Öyle bir model geliştirmeliyiz ki o modele başka araçların da bilgilerini ekleyerek aynı modelin bilgilerini kullanabilmeliyiz.

Burada öğrencilerin model konusunda daha çok bilinçlendikleri ve farkındalık kazandıkları ve temsil seçiminde modelleme sorularının etkisi görülmektedir. Öğrenciler modelleme etkinliklerinin ve modelleme sürecinin döngüsel basamaklarından dolayı

farklı temsil biçimlerini kullanmaya ve birbirine dönüştürmeye zorlandıkları görülmüştür.

A: Peki, denklemi nasıl oluşturmayı düşünüyorsunuz?

Ö4: Önce x vermemiz lazım.

Ö1: Neye vereceğiz x 'i?

A: Denklemlerde x yani bilinmeyen neyi temsil ediyor sizce?

Uzun bir sessizlik ve öğrencilerin kendi aralarında bakışmalardan sonra;

A: Tamam şöyle sorayım. Bu problemde sabit olan veya değişebilecek olan veriler var mı?

Ö2: Aaa, evet evet şimdi hatırladım. 1. Etkinlikte de denklem oluştururken zorlanmıştık. Sonra x 'i neye vereceğimizi bulmuştuk hatırlasanıza.

Burada öğrenci ilk modelleme sürecinde de denkleme değişken atamada zorluk yaşadıklarından bahsetmektedir. Araştırmacının rehberliği ile düşünme sürecine giren öğrenciler grup içi tartışma ile değişkeni atayabilmişlerdir. Değişken atamada yaşanan zorluğun kavramsal öğrenmenin yanında problemi yorumlayabilmeleri ile de ilgili olabileceği gözlenmiştir.

Ö5: Evet ben de hatırladım. Değişebilecek olanlara x veriyorduk.

Grup içi argümantasyon süreci başladıktan sonra öğrenciler birkaç hatalı işlem ve deneme sonucu nihai denklem temsilini (Bkz. Şekil 3.11, s. 67) oluşturabilmişlerdir.

Burada öğrencilerin problemin bir kısmının sağlandığı bir temsil oluşturabildikleri ve temsiller arası geçişte çok zorlansalar da dönüşüm yapabildikleri için temsil becerisinin 2. Düzeyine uygun beceriler sergiledikleri belirlenmiştir.

Tasarruflu tarife seçimini gerektiren üçüncü modelleme etkinliğinde öğrencilerin daha kolay, temsiller arası dönüşümü yapabildikleri belirlenmiştir. Özellikle ilk iki etkinlikle kıyaslandığında bu durum sözel ve sayısal temsilden cebirsel temsile geçişte daha yoğun olarak gözlenmiştir.

Ö4: Denklemi oluşturalım.

Ö1: Evet bilinmeyeni belirleyelim.

Ö3: Yıla x dersek olmaz zaman hepsi için aynı çünkü.

Ö2: Ekstra kullanılan internetin fiyatı bütün tarifelerde farklı.

Ö4: Evet ekstra kullanılan internet x o zaman.

Burada öğrencilerin değişken atama konusunda anlayışlarının geliştiği görülmektedir çünkü diyalogdan da anlaşıldığı üzere değişken kavramıyla ilgili öğrenmeleri netleşmiştir (Bkz. Şekil 3.24, s.90). Bu durum matematikleştirme becerisi ile ilgilidir. Böylece matematikleştirme becerisinin gelişimi temsillerin birbirine dönüştürülmesini yani temsil becerisinin 2. Düzey yetkinliklerini de olumlu anlamda etkilemiştir.

Dördüncü modelleme etkinliğinde (E4) de fışkiyelerin yerleşiminin istendiği problemin çözüm sürecinde öğrencilerin sözlü temsilden tablo temsiline, tablo temsilinden sayısal temsile dönüştürmeler yaptıkları ve sayısal temsil ile şekilsel temsili birlikte kullanarak nihai bir model oluşturdıkları görülmüştür.

Şekilsel temsili oluştururken karar verme sürecinde birkaç farklı deneme yaptıkları görülmüştür (Bkz. Şekil 3.34, s. 114).

3.Düzey becerilerine uygun olarak öğrencilerin şekilsel temsiller üzerinde fikirler yürüterek ve çıkarımlarda bulunarak oluşturmaya çalıştıkları temsili yorumlayabildikleri böylece temsil üzerinde bir takım değişiklik yapma ihtiyacı hissettikleri gözlenmiştir. Aşağıda öğrenciler arasında yaşanan diyalog sunulmuştur.

Ö4: 14 m çaplıyı seçemeyiz. Çünkü suyun çoğu dışarıyı suluyor.

Ö2: Doğru yine tasarruflu olmaz. İşçilik ücretinden keselim derken su faturası artar.

Ö1: 14m ve 10 m çaplı olanı da eledik onda da köşeler sulanmıyor.

Ö5: O zaman son yaptığımızı tekrar kontrol edelim.

Ö3: Evet bence de o tasarruflu gibi ve her yeri suluyor.

Ö2: Acaba ondan daha farklı yerleştirme yapabilir miyiz?

Ö1: Bence önce onu tekrar kontrol edelim sonra yine bakarız.

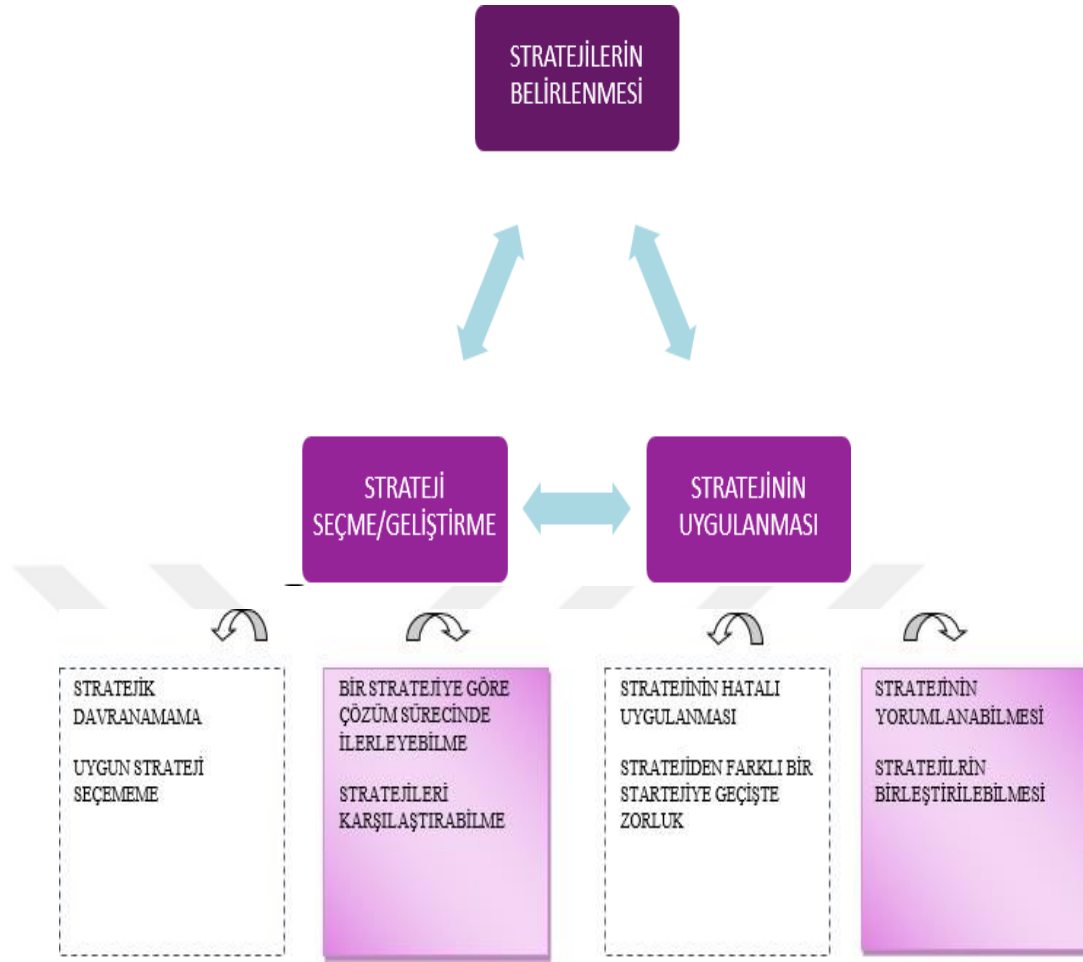
Problemdeki bilgilerle farklı temsiller oluşturabildikleri ve bu temsilleri birbiri ile karşılaştırıp ve birbirine bağlı olarak yorumlayabildikleri ve farklı temsilleri kolaylıkla birbirine dönüştürebildikleri için öğrencilerin temsil yetkinliği kapsamında 3. Düzeye uygun beceriler sergiledikleri söylenebilir.

3.2.5. Stratejilerin belirlenmesi

Bu bölümde, 8. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinde elde edilen verilerin analizi neticesinde matematiksel okuryazarlık becerilerinden stratejilerin belirlenmesi becerisi kapsamında iki tane tema (strateji seçme ve stratejilerin uygulanması) ve bu temalara ait kodlar görsel 3.5’te ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Stratejilerin belirlenmesi becerisi kapsamında E2(Etkinlik2) ve E34(Etkinlik4) ayrıntılı olarak incelenmiş ve diğer etkinliklere de kısaca değinilmiştir.

Stratejilerin belirlenmesi yetkinliğinin odağı problem çözüm sürecinin stratejik kısımlarıdır. Matematiksel problem çözme sürecinde çözüm için gerekli olan stratejinin seçilmesi probleme uygun olarak yapılandırılması ve uygulanması ve kontrol edilmesidir. Bu kapsamda tüm modelleme süreci göz önüne alındığında genel olarak öğrencilerin modelleme sürecinin en başlarında stratejik davranmaktan ziyade ilk düşündükleri işlemi veya kuralı uygulamaya koyma telaşı içinde oldukları gözlenmiştir. Sonrasında yavaş yavaş modelleme sürecine alışmaları ile birlikte farklı fikirlerin de ortaya çıkmasıyla çözüm yolları geliştirmeye başlamış ve strateji seçme durumuna geldikleri belirlenmiştir. Seçilen stratejilerin uygulanmasında da bazı zorluklarla karşılaşmış olmalarına rağmen muhakeme becerisinin gelişimi ile uyguladıkları stratejilerin doğruluğunu kontrol etme becerisi kazanmış ve bu durum da uygulama aşamasında karşılaşılan hataların en aza indirgenmesinde yardımcı olmuştur.



Görsel 3.5. Stratejilerin belirlenmesi becerisine ait temalar ve kodlar

Görsel 3.5’te stratejilerin belirlenmesi becerisi altında iki ana tema olan strateji seçme ve stratejilerin uygulanması ile birlikte bu ana temaların altında açık renkli bölgeler ilgili temalar kapsamında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri, koyu renkli bölgeler ise o temalarla ilgili öğrencilerin geliştirdikleri becerileri göstermektedir.

3.2.5.1. Strateji seçme

Strateji seçme alt teması kapsamında 8. Sınıf öğrencilerinin modelleme etkinliklerini çözümleme sürecinde çözüme ulaşmak için belirledikleri stratejiler ve bu stratejilerin uygulanma süreçleri incelenmiştir.

Öğrencilerin ilk etapta bireysel olarak belirledikleri stratejilerle problem çözümünde ilerlemeye çalıştıkları belirlenmiştir. Bu durum E1’in modelleme sürecinde en yoğun olarak gözlenmiştir. Çünkü diğer her becerinin gelişimini etkilediği gibi iletişim

becerisinin henüz etkin olarak kullanılmadığı E1 modelleme sürecinde öğrenciler grupla değil bireysel olarak sürece giriş yapmışlardır.

Ö3: Eps malzemenin fiyatı 17 TL, taş yünü 28 TL aralarında çok fark var.

Ö1: O zaman eps daha tasarruflu olur.

Ö2: Evet öyle görünüyor.

Burada öğrencilerin özel olarak çözüm için bir strateji belirlemek veya seçmek için bir çaba harcadıkları görülmemiştir. Problemle ilgili ilk düşündükleri durumun sonuç ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Sonuca nasıl ulaşılacağı konusunda yeteri kadar akıl yürütme sürecinden geçmeden ilk akıllarına gelen stratejiyi uygulamaya koydukları belirlenmiştir. İlk uygulamaya koydukları stratejiler ise sorunun kökünden başlayarak problemi okuma, zihinsel canlandırma sürecinden sonra çözüme odaklanıp işlem yapma stratejisini kullandıkları belirlenmiştir.

0. Düzeyde strateji belirleme kapsamında öğrenciler tarafından gösterilen becerilerin, çözüm için doğrudan eylemler gerçekleştirme olduğu gözlenmiştir. Modelleme sürecinin her adımında farklı stratejilerin belirlenmesi ve uygulanması gerektiği düşünülürse öğrencilerin modellemenin ilk adımı olan anlama basamağında problemin anlamlandırılmasına yönelik bir strateji seçme eğiliminde olmadıkları görülmüştür. İlerleyen süreçte iletişim becerisinin aktifleşmesi ile birlikte öğrenciler grup ile birlikte ve sesli düşünmeye başlamışlar böylece strateji seçme becerisi de yavaş yavaş gelişmeye başlamıştır. Çünkü problemin anlamlandırılmasında ve çözüm aşamasında birbirlerinden duydukları farklı fikirler ve stratejiler bunların arasından seçim yapmayı gerektirmiştir. Dolayısıyla öğrencilerin problemin çözümünde doğrudan hesaplama yapma stratejisini kullanmış olmaları matematiksel okuryazarlık temel becerilerinden 0. Düzeyde olduklarını göstermiştir.

Bu duruma örnek olarak E2’de öğrenciler bir görselle ve tablo ile düzenli olarak sunulmamış verileri düzenlemek yerine problemin bazı unsurlarından (araç fiyatı, yakıt) yola çıkarak araçları ikişerli kıyaslama stratejisini uygulamışlardır. Ancak sembolik dildeki eksiklikler ve dikkatsizlikler sonucu hatalı yapılan işlemler seçilen stratejinin uygulanmasını zorlaştırmıştır (Bkz. Şekil 3.39, s. 126).

Burada öğrenci çözümlerinde görüldüğü üzere öğrenciler ilk önce A ve B aracının tasarruf açısından kıyaslanması gerektiğini belirlemişlerdir. Bu durumun sebebi sorulduğunda ise araştırmacı ile öğrenciler arasında aşağıdaki diyalog geçmiştir.

A: Neden üç aracı aynı anda kıyaslamıyorsunuz?

Ö1: üç araç çok karışık oluyor.

Ö5: Evet o yüzden ikişer ikişer kıyaslayalım dedik.

A: Peki karşılaştırmaya A ile B aracından başladınız. Bunun bir nedeni var mı? Yoksa ilk sırada o iki aracın özelliği verildiği için mi?

Ö3: Hayır, C aracı zaten fiyat olarak aralarında en ucuz olan. C aracı tasarruflu görünüyor. O yüzden önce daha pahalı olanlardan birini elemek istedik.

Görüldüğü üzere öğrenciler aralarında konuşarak bir strateji seçiminde bulunmuşlar ve bu stratejiyi seçerken de araçların sadece fiyatlarına odaklanmışlardır. Problemde araçların özelliklerinden sadece fiyat ve yakıt olsaydı seçilen bu strateji fiyatı daha fazla olanların öncelikle kıyaslanma stratejisi oldukça problemin çözümüne uygun olurdu. Bu durum modellemenin ilk döngüsünde gerçekleşmiştir. Sonraki süreçte de matematiksel modellemenin ikinci döngüsünde de anlama basamağında öğrenciler verileri düzenleme stratejisini kullanmaya karar vermişlerdir.

Ö1= Bu şekilde kafam çok karıştı.

Ö2= Benim de. Bunları alt alta yazalım bence.

Ö4= Tablo yapalım bence daha düzgün oluyor.

Ö5= Evet evet her aracın özellikleri ortaya çıkar.

Düzey 1'e uygun olarak öğrenciler problemin daha kolay anlaşılabilmesi için bir strateji belirlemenin gerekliliğinin farkına vararak bu durum için uygun olan bir görsel temsil biçimi olan tabloyu seçmişlerdir (Bkz. Tablo 3.9, s. 66).

Bu aşamada öğrenciler verilen bilgileri kullanarak ve birleştirerek basit bir strateji seçip uygulayabilmişlerdir. Bu durum öğrencilerin 1. Düzey davranışlarını gösterebildiklerini ortaya koymuştur.

Öğrencilerin süreç boyunca özellikle 1. ve 2. Etkinliğin modelleme sürecinin her adımında (anlama, düzenleme, tahmin, doğrulama) strateji seçme konusunda oldukça zorlandıkları görülmüştür. İletişim becerisinin gelişmesiyle farklı stratejiler belirlenebilse de öğrenciler probleme uygun stratejiyi seçebilme de yeterli muhakeme becerisini

gösteremedikleri belirlenmiştir. Bu durum öğrencileri birden fazla deneme yanılma stratejisini kullanmaya zorlamıştır (Bkz. Şekil 3.10, s. 67 ve Şekil 3.12, s. 68). Bu durumda problemin bütünsel olarak irdelenememesi çok aşamalı bir stratejinin geliştirilmesinde zorluklara yol açmış ve böylece 2. Ve 3. Düzey beceriler yoğun olarak gösterilememiştir.

Bu duruma örnek olarak E2 modelleme döngüsünün düzenleme basamağında öğrenciler arasında geçen aşağıdaki diyalog gösterilebilir.

Ö1: Önce 4 ile 10 yıl arası kullanıyor bir aracı diyor. Bu yıllar için ne kadar yakıt gider ona bakalım.

Ö3: 5,6,7,8,9. Yıllar ne olacak?

Ö5: Bence önce bahçeye gitmek kaç km yapıyor onu bulalım.

Ö2: O zaman bütün yılları hesaplayıp bir bakalım ne olacak.

Öğrencilerin problem durumu ile ilgili zihinsel olarak karışık bir durumda bulunmaları, muhakeme ve iletişim becerilerine yansıdığı gibi çok aşamalı bir strateji belirlemelerine de engel olmaktadır. Buna benzer durumlar her modelleme sürecinde yaşansa da ilk iki etkinlikten sonra üçüncü ve dördüncü etkinlikte öğrencilerin strateji seçme konusunda daha kararlı oldukları gözlenmiştir. Çünkü öğrenciler geçmiş iki modelleme deneyimlerine dayanarak çözüm sürecinde ilerleyebilmek için hedefe ulaştıracak doğrusal aşamaları izleyen bir strateji belirlemenin zorunluluğunu fark etmişlerdir. Bu duruma örnek olarak 4. Etkinlikten (E4) aşağıdaki diyalog sunulmuştur.

Ö3: Şimdi bütün bunları (problemde verilenler) bir düzene koyduğumuza göre ne yapmalıyız?

Ö1: 360 derece dönebilen dediğine göre fiskiyeler dairesel bir alan suluyor demektir.

Ö5: Zaten fiskiyelerin fiyatlarını verirken 6 m çapında dairesel alanı sulayabiliyor diyor.

Ö2: Tamam o zaman bu dikdörtgen şeklinde ki bahçeyi dairesel alanlara böleriz.

Ö1: Ama hiç boşluk kalmayacak.

Ö4: O zaman şöyle yapalım. Önce her fiskiyenin suladığı alanı bir bulalım sonra ücretleri ile birlikte bir tablo yaparız.

Ö5: Evet bence de. Tablo yaptıktan sonra bütçeye de uyacak şekilde fiskiyeleri seçeriz.

Görüldüğü üzere öğrenciler 4. Etkinliğin (E4) modelleme sürecinde verilerin işlenmesi aşamasında net olarak bir strateji belirleyebilmişlerdir. Ayrıca ilk iki etkinlikte verilen problem durumunu matematikleştirme çabaları sonucu değişken belirlemenin ve değişkenler arası ilişki kurmanın önemine vakıf oldukları için diğer modelleme

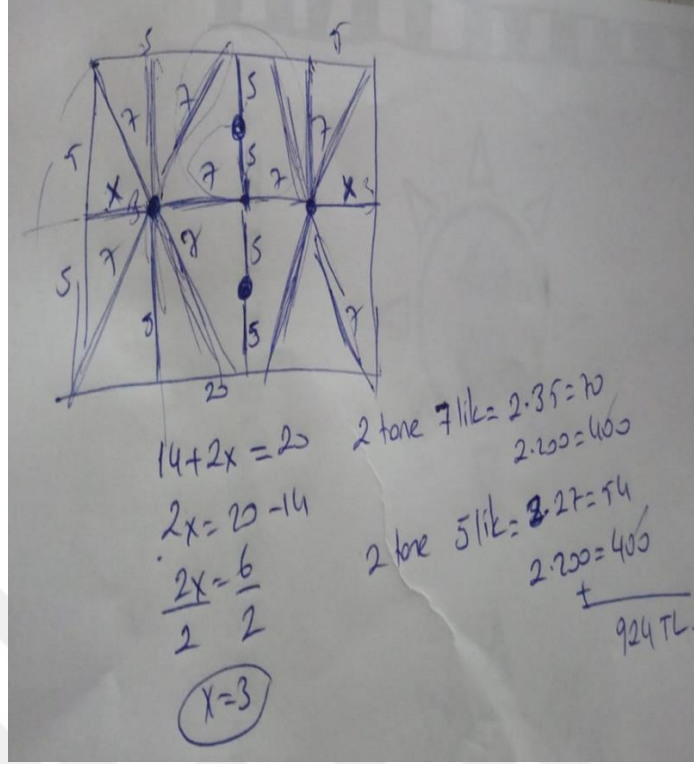
süreçlerinde strateji seçme durumunda verileri düzenleme stratejisinden sonra değişken belirleme durumuna odaklandıkları belirlenmiştir (Bkz. Şekil 3.40 ve Şekil 3.41).

Handwritten calculations on lined paper:

1. Fiske	2. Fiske	3. Fiske
$r=3$	$r=5$	$r=7$
$3.9=27m^2$	$3.25=75m^2$	$3.49=147m^2$
Bahçenin Alanı = $10.20 = 200m^2$		
$\begin{array}{r} 200 \overline{)27} \\ \underline{18} \end{array}$		
$27.8=216$	$75.3=225$	$147.2=294$
$T\text{şarık} = 8.200 = 1600$	$200.3 = 600$	$200.2 = 400$

Şekil 3.40. Sulanabilecek alanların ve fiske ücretlerinin hesaplanması

Öğrenciler bahçenin alanını da dikkate alarak her fiskeinin yarıçapına göre sulayabilecekleri alanları ayrı ayrı hesaplamışlardır.



Şekil 3.41. Denklemlerle fiske yerleşiminin yapılması

Bu çözüme göre öğrenciler fiske yerleşimini çizerek göstermişler ve fiske ücretlerini denklemlerle hesaplamışlardır.

3.2.5.2. Stratejilerin uygulanması

Bu bölümde matematiksel okuryazarlık becerilerinden stratejilerin belirlenmesi becerisinin stratejilerin uygulanması teması kapsamında problemin çözümü için belirlenen stratejinin probleme uygun şekilde yapılandırılması ve aktif hale getirilmesi irdelenmiştir.

Stratejilerin uygulanması aşaması stratejilerin seçimi ile yakından ilgilidir. Çünkü öğrencilerin problemin çözümü için net bir strateji belirleyememeleri ya da seçilen stratejinin çözüm için uygun olmaması o stratejinin uygulanması kısmında da zorluk yaşanmasına sebep olmuştur. Ayrıca tüm modelleme süreci göz önüne alındığında bir stratejinin seçiminde iletişim ve muhakeme becerileri ön plana çıkarken stratejinin uygulanması aşamasında sembolik dil ve matematikleştirme becerilerinin daha bir önem kazandığı görülmüştür.

Üç farklı araç türünden tasarruflu olanın belirlenmesini gerektiren 2. Modelleme etkinliğinde (E2) öğrencilerin verileri düzenleme stratejisini seçtikten sonra uygulamasını da problem verilerine uygun bir şekilde yapabildikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.9, s. 66). Ancak verilerin düzenlenmesinden sonra bu verilerin işlenmesi kısmında yani modelleme döngüsünün anlama ve düzenleme basamaklarında, seçtikleri araçların 4 ile 10 yıl arasındaki bütün yıllara göre ayrı ayrı üç aracın da masrafını hesaplama stratejisini uygulamışlardır (Bkz. Şekil 3.10, s. 67).

Burada görüldüğü üzere hatalı bir stratejinin seçilmesi öğrencilerin stratejinin uygulanması aşamasında zorluk yaşamalarına ve çözüm sürecinin uzamasına sebep olmuştur. 0. Ve 1. Düzey kapsamında öğrenciler birçok işlemi defalarca tekrarlamak zorunda kalmışlardır. Burada ayrıca kuruş ve lira birimlerinin gözden kaçması ile sembolik dilin hatalı kullanımı da stratejinin uygulanması ile sonucun hatalı olmasına neden olmuştur. Sonra ki süreçte öğrencilerin bütün yıllardaki masrafı tek tek belirleme stratejilerinin uygulanması bir sonuca bağlanamayınca öğrenciler grup içinde bu durumu tartışarak neden bir sonuca ulaşamadıklarını belirlemeye çalışmışlardır.

Ö1: Masraflar arabaların fiyatını geçti.

Ö3: Burada bir hata yaptık bence, bu kadar çok olamaz.

Ö4: Bence de bir daha bakalım işlemlere.

Ö2: Aaa kuruş diyor biz hepsini liradan hesapladık baksanıza tabloya.

Ö5: Evet ya kuruşu da lira olarak aldık.

Burada öğrencilerin günlük yaşam bilgilerini de kullandıkları kısa süreli muhakeme sonucu işlemlerde geriye dönme stratejisini uyguladıkları ve yaptıkları hatayı fark ettikleri görülmüştür. Öğrenciler her ne kadar sembolik dilin kullanımında hata yapsalar da öğrencilerin verilen bilgileri birleştirerek ve bu bilgileri kullanarak bir strateji uygulamaları stratejilerin belirlenmesi becerisinin 1. Düzeyine uygun yetkinlikler sergiledikleri belirlenmiştir.

Öğrencilerin 2. Modelleme etkinliğinin (E2) ikinci döngüsünde düzenleme adımında çözüm için oldukça uzun süren ve birçok işlemten oluşan deneme yanılma stratejisi ile birlikte ilk etkinlikte (E1) de aynı hatayı yaptıklarını fark etmeleriyle problemin sadece belli bir kısmını dikkate aldıklarını gördükten sonra bütün verileri birbirleri ile ilişkilendirebildikleri bir denkleme ihtiyaç olduğunu belirlemişlerdir. Bu durum problemin çözümünde 2. Düzey becerilerini geliştirmeye yardımcı olan denklem

oluşturma stratejisini seçerek bunu nasıl uygulayabilecekleri konusunda uzun süreli argümantasyon sonucu öğrenciler arasında aşağıdaki diyalog yaşanmıştır:

Ö5: Böyle uzun uzadıya her yıla bakmak yerine başka bir şey yapmamız lazım.

Ö1: Bence de. Sonuçta her yıl aynı masrafı yapıyor.

Ö3: O zaman her yıl aynı masrafı yaptığına göre denklem oluşturulabilir mi acaba?

Ö5: Nasıl yapacağız?

Ö3: Bilmiyorum.

A: Denklem kurabilmek için neye ihtiyacınız var? Bir denklem nelerden oluşur?

Ö4: X'e ihtiyaç var. Bir şeye x dememiz lazım.

Ö3: Tamam işte masraf her zaman aynı yıllar değişiyor.

Ö1: Evet evet yıla x diyeceğiz.

Ö2: *İyi tamam yıla x dedik de denklem nasıl olacak?*

Yukarıdaki diyalogdan da anlaşıldığı üzere öğrenciler problemin çözümü için denklem oluşturma stratejisini seçmişler ancak bu stratejinin uygulanmasında zorluk yaşamışlardır. Çünkü sözel olarak verilen bilgilerin matematikleştirilmesinde sıkıntı çektikleri görülmüştür. Özellikle cebirsel ifadelerde ve denklem oluşturmada yaşanan matematikleştirme becerisinde yaşanan zorluk stratejilerin uygulanmasını da doğrudan etkilediği görülmektedir.

Öğrencilerin grup içi tartışmalarından sonra denklem oluşturma stratejisinden geriye gitme ile önce her araç için bir yıllık masrafı hesaplamaları gerektiğine karar vererek her araç için ayrı ayrı bir yıllık masraf hesaplama stratejisini uygulayabildikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.23, s. 88).

Özellikle ilk iki etkinlik (E1, E2) süreci boyunca stratejilerin seçilmesi ve uygulanması temaları birlikte göz önüne alındığında öğrencilerin karmaşık ve birçok bilgi parçası içeren bir matematiksel modelleme problemi karşısında yaşadıkları en büyük sorunun düzenlenmiş ve planlanmış bir çözüm sürecinin eksikliğinden kaynaklı sık sık ileri ve geri gitme stratejileri uygulamak durumunda kalmaları yani deneme yanılma ile hareket etmeleri olduğu belirlenmiştir. Bu durum çok iyi bir şekilde anlaşılamaması sebebiyle modellemenin anlama basamağını tam özümseyemeden düzenleme ve tahmin basamaklarına geçiş sebep olmuş bu da modelleme sürecinde tekrarlı döngüler meydana getirmiştir.

En uygun tarife seçimini içeren E3'te ve fiskiyelerin en uygun şekilde yerleştirilmesinin beklendiği 4. Etkinlikte (E4) ise 2. Düzeye uygun olarak öğrencilerin bir işleme başlamadan ve çözüm için çözüm için bir adım atmadan önce grup içi iletişimin çok rahat gerçekleşmesi ile birlikte bir muhakeme argüman sürecinin yaşandığı sonrasında seçilen bir stratejini uygulamaya koyulduğu gözlenmiştir (Bkz. Şekil 3.42 ve 3.43). Bu durumla birlikte son iki modelleme sürecini daha az döngüyle daha kısa sürede bitirebilmişlerdir. Bu durumda sadece iletişim, muhakeme ve strateji geliştirme değil matematikleştirme becerisinin gelişiminin de önemli etkisi olmuştur. Aşağıda etkinlik 3'ten hangi tarifelerin daha tasarruflu olduğunu belirleyebilmek için seçilen denklem oluşturma stratejisinin uygulanmasında gerçekleştirilen muhakeme ve matematikleştirme becerilerine kısaca değinilmiştir.

Ö2: Yıla x desek olmaz.

Ö5: Bütün tarifelerde ekstra kullanılan internet fiyatı farklı. O zaman ekstra internet fiyatı x olacak. (Bkz. Şekil 3.24, s. 90).

1. Tarife

Aylık 11 GB kullanıyor

$$25.3 = 75$$
$$28.12 = 348 \quad 6 \text{ yıl} = 6.12 = 72 \text{ ay}$$
$$72 - 15 = 57 \text{ ay} \quad 57.49 = 2793$$
$$75 + 348 + 2793 = 3216 \text{ lira.}$$

Şekil 3.42. 1. Tarife paketinin 6 yıllık maliyeti

$$\begin{array}{l}
 72 - 15 = 57 \text{ ay} \quad 57 \cdot 49 = 2793 \\
 75 + 348 + 2793 = 3216 \text{ lira.} \\
 \\
 \text{2. Tarife} \qquad \qquad \qquad \text{3. Tarife} \\
 \begin{array}{r}
 35 \cdot 3 = 105 \\
 39 \cdot 12 = 468 \\
 59 \cdot 57 = 3363 \\
 \hline
 3936 \text{ lira}
 \end{array}
 \qquad \qquad \qquad
 \begin{array}{r}
 35 \cdot 3 = 105 \\
 39 \cdot 12 = 468 \\
 65 \cdot 57 = 3705 \\
 \hline
 4278 \text{ lira.}
 \end{array}
 \end{array}$$

Şekil 3.43. 2. ve 3. Tarife paketlerinin 6 yıllık maliyetleri

Stratejinin uygulanmasının da bu durumda oldukça kolaylaştığı belirlenmiştir çünkü öğrencilerin denklem ve değişken kavramlarıyla ilgili öğrenmeleri pekişmiş ve derinleşmiş olduğu için denklemin bir değişkene bağlı olarak ve değişkenin de bilinmeyen ve sabit olmayan durumlara atandığını anlamlandırdıkları için çok zorlanmadıkları belirlenmiştir. Bu durum 3. Düzey becerilerinin gösterilebilmesine de zemin hazırlamıştır. Çünkü 3. Düzeyde öğrencilerden birçok alt hedefi bir araya getiren stratejiler üretmeleri, kullandıkları stratejiler yorumlayıp değerlendirebilmeleri beklenmektedir.

Dikdörtgensel bir bölge için hiç sulanmayacak alanın kalmamasına dikkat ederek 360 derece dönebilen fiskiyelelerin en uygun şekilde yerleştirilmesi gereken 4. Etkinlikte (E4) öğrenciler arasında geçen diyalog şu şekildedir;

Ö1: 360 derece dönebilen dediğine göre fiskiyeleler dairesel bir alan suluyor demektir.

Ö3: O zaman dikdörtgenin(bahçenin) içine daireler çizerek bulabiliriz.

Ö2: Hiç kuru yer kalmayacakmış ama. Dairelerin arasında boşluk oluşur.

Ö3: Dairelerin bazı yerlerini üst üste getiririz o zaman boşluk kalmaz.

Ö2: Doğru.

Ö5: O zaman önce dikdörtgenin alanını bulup sonra daireleri yerleştiririz (Bkz. Şekil 4.24).

3.Düzey becerilerine uygun olarak burada öğrencilerin arasında geçen diyalog incelendiğinde öğrencilerin belli bir muhakeme sürecinden geçtikten sonra uzamsal

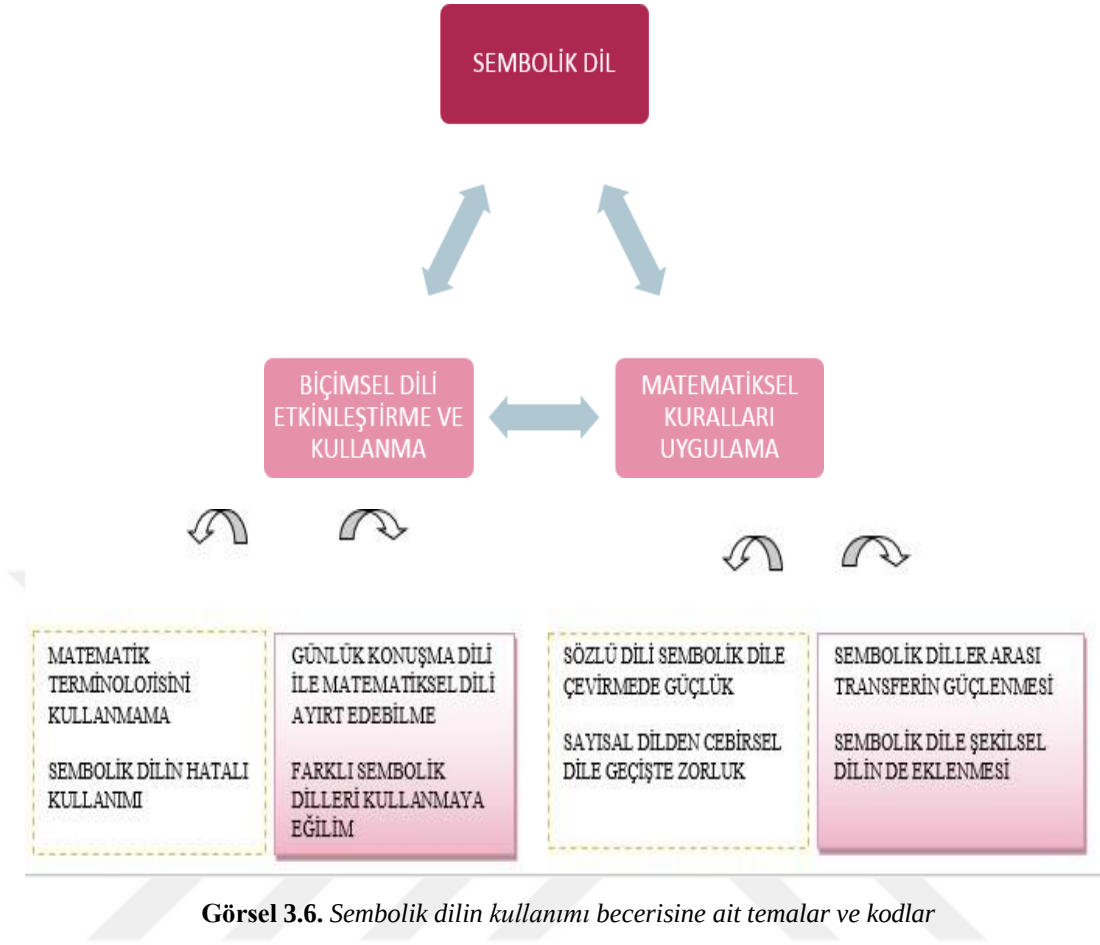
düşünme ile birlikte bir strateji seçip uygulamaya koydukları hatta stratejiler arası uygulama sırası belirledikleri görülmektedir. Öğrencilerle yapılan klinik görüşmelerde de öğrenciler ilk iki etkinlikte (E1, E2) daha bireysel daha dikkatli davrandıklarını sonrasında ise işlemlerin ve çözüm sürecinin bu şekilde daha çok karıştığını birlikte konuşarak karar verdiklerinde çözüm sürecinin daha kolaylaştığını ve işlemlerin daha kısa sürdüğünü belirtmişlerdir.

Burada öğrencilerin çok aşamalı (dikdörtgen alanının hesaplanması, fiskiyelerin sulama alanlarının hesaplanması, işçilik ücretlerinin hesaplanması) bir strateji tasarladıktan sonra birden fazla alt hedefi bir araya getirerek bu stratejileri uygulamaları ve uygulanan stratejilerin doğruluğunu kontrol etmeleri matematiksel okuryazarlık temel becerilerinden stratejilerin geliştirilmesi becerisinin 3. Düzeyine uygun yeterlikler sergiledikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.34, s. 114 ve 3.41, s. 135).

3.2.6. Sembolik dilin kullanımı

Bu bölümde, 8. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilen matematiksel modelleme sürecinde elde edilen verilerin analizi neticesinde matematiksel okuryazarlık becerilerinde sembolik dilin kullanımı becerisi kapsamında iki tane tema (biçimsel dili etkinleştirme ve kullanma, matematiksel kuralları uygulama) ve bu temalara ait kodlar görsel 3.6'da ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Sembolik dilin kullanımı becerisi kapsamında E2(Etkinlik2) ve E4(Etkinlik4) ayrıntılı olarak incelenmiş ve diğer etkinliklere de kısaca değinilmiştir.



Görsel 3.6’da sembolik dilin kullanımı becerisi altında iki ana tema olan biçimsel dili etkinleştirme ve kullanma, matematiksel kuralları uygulama ile birlikte bu ana temaların altında açık renkli bölgeler ilgili temalar kapsamında öğrencilerin karşılaştıkları güçlükleri, koyu renkli bölgeler ise o temalarla ilgili öğrencilerin geliştirdikleri becerileri göstermektedir.

Bütün matematiksel modelleme süreci göz önüne alındığında öğrencilerin 8. Sınıf olmaları ve soyut işlemsel döneme girmiş olmaları sebebiyle her ne kadar sözel dili kullanmaya daha yatkın oldukları gözlenmiş olsa da sembolik dili de etkin olarak kullanabildikleri söylenebilir. Öğrencilerin matematiksel modellemenin adımlarından olan doğrulama basamağının elde edilen sonuçların açıklanmasını ve doğruluğunun kontrol edilmesini gerektirdiği yeterlikler sebebiyle hem sözel dili hem de sembolik dili yazmaya gerek duymaları sonucuyla matematiksel dillerinin gelişmesine büyük katkıda bulunduğu görülmüştür.

3.2.6.1. Biçimsel dili etkinleştirme

Biçimsel dili etkinleştirme, matematiksel tanımlar, kurallar, matematiksel semboller gibi matematiksel içerik bilgisini etkinleştirmeyi, matematiksel formülleri ve kuralları hatırlamayı kapsamaktadır.

İlk etkinlikte öğrencilerin becerileri biçimsel dili etkinleştirme açısından genel olarak incelendiğinde matematiksel sembolleri kullanmakta zorlanmadıkları ve sembolleri hatırlayabildikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.2, s. 58 ve Şekil 3.4, s. 61).

Buradaki öğrenci çözümleri incelendiğinde öğrencilerin her iki malzeme için de 4 aylık bir tasarruf miktarı hesaplayarak doğrusal ilişki yöntemiyle aritmetik olarak hesaplamışlardır. Bu tasarruf miktarının aylara göre değişimini bir çizgi grafik ile göstermeyi tercih etmişlerdir. Bu grafik (Bkz. Şekil 3.3, s. 59) incelendiğinde sembolik dil kapsamında öğrencilerin grafik çizimini hatırlayıp yapabildikleri görülmüştür. Ancak burada sembolik dilin diğer teması olan matematiksel kuralların uygulanması ile ilgili bir problem yaşanmıştır. Grafiğin eksenlerini çizibilip eksenleri değerlere göre bölümlere ayırmışlardır ancak eksenlere değerleri yerleştirirken kümülatif dağılıma dikkat etmedikleri belirlenmiştir. Eksenlere yerleştirilen değerlerin arası eşit aralıklı olması gerekirken öğrenciler aralıkları eşit bırakmadıkları böylece grafiğe bakınca yanlış yorumlanabileceği gözlenmiştir.

A: Grafikte sayılara bakınca 4 ayda taş yününün daha çok tasarruf sağladığını görüyorum ancak grafikte çizdiğiniz doğrulara bakınca eps malzemenin grafik doğrusu daha dik görünüyor bu durumda eps malzemenin daha tasarruflu olduğu şeklinde bir yorum çıkıyor ortaya sizce bu farklılığın sebebi nedir?

Ö2: Taş yünü daha tasarruflu çünkü o 4 ayda 240 TL tasarruf ettiriyor eps ise 200 TL.

Ö3: Aynen. Grafik niye böyle oldu o zaman?

Ö1: Bilmiyorum. Noktaları mı doğru yapamadık acaba?

Ö2: Bir bakalım kontrol edelim.

Ö4: Grafiğin birinde sayılar 50'şer diğerinde 60'ar gidiyor ondan mı oldu acaba?

Ö1: O zaman 60'ar gidenin daha dik olması gerekirdi.

Ö5: Doğru diyorsun.

Ö1: Bence yine de biz hepsi eşit artacak şekilde tekrar çizelim.

Burada araştırmacının amacı hem öğrencilerin çizdikleri grafikte kümülatif dağılıma odaklanmalarını sağlamaktır ayrıca grafik temsilinin kavramsal olarak öğrenciler tarafından öğrenilip öğrenilmediğini araştırmaktır. Ancak öğrenciler her ne kadar bazı

aksaklıklara rağmen grafiği çizmiş olsalar da iki ayrı grafiğin birlikte değil kendi içlerinde yorumlanması gerektiğini bilmedikleri görülmüştür. Bu durum hem temsil becerisini hem de biçimsel dille ilgili kuralların hatırlanmasını ilgilendirmektedir. Sonraki süreç incelendiğinde öğrencilerin aritmetik işlemleri sembolik dille ilgili gerekli kuralları hatırlayarak yapabilmişlerdir. Ancak cebirsel işlemlerde ve yüzde hesaplama durumunda gerekli biçimsel dil kurallarını yeterince etkin kullanamadıkları fark edilmiştir. Öğrencilerin denklem oluşturmada bilinmeyen yerine kullanılan sembollerin ne amaçla kullanıldığı bilgisini hatırlayamamaları matematiksel kuralları uygulamada güçlük yaşamalarına ayrıca problem durumunu matematikleştirme becerisini de olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Bu duruma örnek şöyledir;

Ö5: O zaman evin metrekaresine x dememiz gerekir.

Ö3: Evet denklem kurabilmek için x 'li bir şey yazmamız lazım.

A: x 'li bir şey yazmamız derken neyi kastediyorsunuz?

Ö1: İşte denklem olabilmesi için x 'li veya y 'li veya başka harfli bir şey olması gerekiyor ya.

A: Peki o ifadenin özel bir adı var mı?

Ö4: Vardı, ama ben hatırlayamadım.

Ö2: Ben de.

A: Peki bu x 'li ifadeler ne oluyor? Yani ne işe yarıyor?

Ö5: Şöyle, denklemde x 'e bir sayı verdiğimizde o denklemin iki tarafı eşit çıkıyor.

A: Peki burada neden evin metrekaresine x verdiniz?

Ö1: Yani en mantıklısı evin metrekaresine x vermek.

A: Neden?

Ö3: Aslında işçilik ücretine de verilebilir bence.

A: Peki, az önce x terimine sayı verdiğinizde denklemin sonucunun hesaplanabildiğinden bahsettiniz. Bu durumda x terimine farklı farklı sayılar verebiliyor muyuz bir denklemde yoksa tek bir değer mi verebiliyoruz?

Ö5: Hayır farklı sayılar verebiliyoruz.

Ö4: Evet verebiliyoruz.

A: O zaman bu dediğinizden yola çıkarak bu problemde sizce denklem oluştururken x 'li ifadeyi bulmak için neye dikkat etmeniz gerekir?

Ö2: Ben anladım x farklı sayılar alabildiğine göre biz de bu soruda farklı değerler alabilecek olan şeye x demeliyiz.

Ö3: Bence de doğru söylüyorsun.

Ö2: O zaman hadi bir daha bakalım evin metrekaresi değişebilir mi?

Ö1: Yani değişirse sonuç da değişir bu durumda evin metrekaresine vermeliyiz.

Ö5: Doğru çünkü diğer ücretler değişmiyor.

Ö1: Çünkü evin büyüklüğü değişirse eps veya taş yünü kullanma durumu da değişir.

Diyalogdan da anlaşıldığı üzere öğrenciler aslında x , y gibi ifadelerin denklemde değişken olarak kullanıldığını bilmektedir. Çünkü etkinlik 1'in modelleme sürecinde değişebilecek durumun evin metrekaresi olduğunu fark etmiş ve değişkeni metrekareye atamaları gerektiğini düşünmüşlerdir. Ancak bunu ifade ederken doğru kelimeyi bulamayıp sadece değişken olarak atanan harfin adını söyleyebilmişlerdir.

Bu durum kendi aralarındaki konuşmalarda da dikkat çekmiştir. Birbirlerine problemi veya problemin belli bir bölümünü, herhangi bir çözüm sürecini açıklarken de sembolik dilden ziyade günlük konuşma dilini tercih ettikleri görülmüştür.

Ö1: Şunu (Bkz. Şekil 3.3, s. 59) doğru çizmedik bence.

Ö3: Bence doğru. Baksana uçlarına(eksenleri) yerleştirdik ya sayıları.

Burada öğrenciler çizdikleri grafik üzerinde konuşurken grafik ve eksen terimleri yerine günlük konuşma dili daha baskın kullandıkları belirlenmiştir.

A: Arkadaşınla konuşurken şunu doğru çizmedik dedin orada kastettiğin neydi?

Ö1: Grafiği diyordum.

A: Ne tür bir grafik çizmiştiniz?

Ö1: Çizgi grafiği.

A: Peki neden konuşurken grafik demedin de şunu demeyi tercih ettin?

Ö1: Bilmem acele ediyordum ondandır belki.

Öğrencilerin aceleci tavırları iletişim becerisini etkilediği gibi matematiksel dilin kullanımını da etkilemektedir. Ayrıca böyle durumlarda diğer öğrencinin de onu anlıyor olması bu durumu pekiştiriyor olabilir. Sınıf içindeki konuşmalarda öğretmenlerin bu tarz günlük konuşmalarda öğrencileri uyarmaması ve bu duruma dikkat çekmemesi de bunu etkiliyor olabilir.

Ancak görülmüştür ki öğrenciler akranlarından ve grup içi tartışmalardan birçok durumu eksikliklerini fark etseler de aynı şey klinik görüşmelerde de geçerlidir. Çünkü araştırmacıların bu görüşmelerde dikkat çektiği durumlara öğrencilerin bir sonraki modelleme sürecinde daha dikkatli davrandıkları gözlenmiştir. Onların dikkatli davranması yine akranın etkisiyle grup içindeki diğer öğrencileri de etkilemiştir.

En tasarruflu tarifeyi hesaplamak için öğrenciler ikinci modelleme etkinliğinde de günlük konuşma diline ara ara başvurdıkları görülmüştür. Ancak araştırmacının her seferinde tıpkı ilk modelleme sürecinde de olduğu gibi anlatmak istedikleri terimi öğrencilerin fark etmesini sağlayarak biçimsel dilin daha etkin kullanılmasına dikkat çekmiştir. Bu durum zamanla öğrencilerin de günlük konuşma dilinden ziyade sembolik dili kullanımlarını arttırdığı gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerle yapılan görüşmelerde öğrenciler sık sık araştırmacının konuşurken kullandıkları kelimelere dikkat çekmesiyle ve görüşmelerde de bu konunun üzerine düşülmesi ile ve de araştırmacının çözümlerini ayrıntılı olarak yazılmasını istemesi sebeplerinden ötürü matematiksel terimleri kullanmaya dikkat ettiklerini belirtmişlerdir. Çözüm sürecindeki işlemlerin ayrıntılı olarak yazılması sürecinde öğrencilerin günlük konuşma dilini yazıya dökmeleri daha zor olduğu için ve sembolik dilin kullanımı yazılı dilde daha çok kolaylık sağladığı için biçimsel dilin etkin kullanımına katkı sağladığı görülmüştür.

Devam eden süreçte 3. Modelleme etkinliğinde öğrencilerin grup içi tartışmalarından bir kesit aşağıda sunulmuştur.

Ö3: Burada neye değişken vereceğiz şimdi?

Ö5: Yıla x vermemiz lazım çünkü yılın değişimine göre sonuç da değişecek.

Yukarıda verilen kesitte öğrencilerin matematiksel terminolojiyi daha dikkatli kullandıkları görülmektedir. Benzer durum 4. modelleme etkinliği sürecinde de görülmüştür. Aşağıda sunulan diyalog buna örnek olarak verilmiştir. Ayrıca bu örnekte öğrencilerin dairenin alan kuralını da hatırlayabildikleri belirlenmiştir.

Ö2: O zaman fikiyeler dairesel bir alan sular.

Ö4: Dairenin alanı için yarıçap ve pi sayısı lazım.

Sembolik dilin kullanımı dört etkinlik süreci göz önünde bulundurulduğunda, öğrencilerin matematiksel terimler yerine günlük konuşma dilini tercih ettikleri ancak hem etkinliklerin çözümü esnasında hem de klinik görüşmelerde bu konuya dikkat çekilmesi matematiksel terimlerin öğrencilerin farkındalık alanına girmesini sağlamıştır. Bütün öğrenciler grupla çalışmanın verdiği avantajla birlikte birbirlerinden de farkındalık kazanarak daha terimsel konuşmaya başladıkları görülmüştür. Burada grup içi iletişimin önemli bir rolü vardır. Ayrıca düşüncelerini yazıya aktarmaları da ki bu da matematiksel

modellemenin verdiği bir avantaj matematiği sembolik olarak ifade etmelerine katkı sağlamıştır.

3.2.6.2. *Matematiksel kuralları uygulama*

Matematiksel kuralları uygulama, biçimsel dilin etkin kullanımı ile birlikte matematiksel dile ilişkin kuralların, işlemlerin ve işlevsel ilişkilerin yerinde ve doğru bir şekilde uygulanmasını kapsamaktadır.

Öğrencilerin sözlü ve yazılı dilde belirttikleri sembolleri ve matematiksel kuralları uygulamaları açısından tüm süreç göz önüne alındığında bu becerinin gelişimin öncelikle bu kuralların ve sembollerin hatırlanabilmesi daha sonrasında ise daha çok muhakeme ve matematikleştirme becerisi ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin matematiksel bir kuralı uygulamada yaşadığı güçlük incelendiğinde bu genellikle ya sembolün derinlemesine olarak kullanım işlevinin anlaşılamamış olmasından ya da problemin çözümünde kullanılması gereken biçimsel dille ilgili kavram hatırlansa bile ilgili kuralı probleme uygulamada yani matematikleştirmede güçlük yaşandığı gözlenmiştir.

Öğrenciler matematiksel bir kuralın uygulanması ile ilgili zorlukla ilk olarak tasarruflu mantolama malzemesinin seçimini gerektiren ilk etkinlikte grafik çiziminde değerlerin eksenlere eşir aralıklarla yerleştirilmesinde sonrasında ise sayısal verilerin cebirsel olarak ifade edilmesinde karşılaşmışlardır.

Tasarruflu araç seçimini gerektiren ikinci etkinlikte ise ilk etkinlikte yanlış yorumlamalara sebep olan kümülatif dağılımı dikkat etmeden çizdikleri grafikteki hatayı fark ederek düzelten öğrencilerin ikinci etkinlikte çizdikleri grafikte (Bkz. Şekil 3.3, s. 59) grafik temsili ile ilgili kuralları hatasız olarak uygulayabildikleri görülmüştür.

İkinci etkinlikte öğrenciler 4 yılda 40000 km giden aracın orantısal muhakeme ile 1 yılda 10000 km gideceğini hesaplamışlardır yine benzer şekilde sonraki aşamada doğrusal ilişkiden faydalanarak her bir araç için yakıt tasarruf miktarlarını hesaplayıp bunların üzerine bakım masraflarını da eklemişlerdir (Bkz. Şekil 3.23, s. 88).

Bu işlemlere bakılarak öğrencilerin kolayca sayılar içeren kısa aritmetik işlemler yapabilmeleri, bu işlem ve hesaplamaları başka durumlar için de uygulayarak tekrarlayabilmeleri sembolik dilin kullanımı becerisi kapsamında 0. Ve 1. Düzey yetkinliklerine uygun beceriler gösterebildikleri görülmüştür.

Problem çözüm sürecinin devamında ise öğrenciler dikkatsizlik sonucu kuruş ve lira biriminde verilen iki veriyi toplamışlar ancak sonrasında elde ettikleri sonucun

muhakemesini yapınca yaptıkları hatayı fark ederek işlemi tekrarlamışlar ve araç bedeline bakım masrafı ve yakıt masrafını ekleyebilmişlerdir. Bu aşamada öğrencilerin tümdengelimsel muhakeme ile soruyu yorumlayamamaları çözüm sürecinde bir güçlükle karşılaşmalarına neden olmuştur. Şöyle ki öğrenciler aracın bakım masrafını hangi yıla göre hesaplamaları konusunda kararsız kalmışlar ve 4. Yıldan başlayarak 10. Yıla kadar her yıla ait bakım masrafı hesaplayarak karşılaştırma yapmak durumunda kalmışlardır (Bkz. Şekil 3.10, s. 67).

Her ne kadar bu durum matematik kurallarının uygulanmasında bir hataya sebep olmasa da sadece 4. Ve 10. Yıl masraflarına bakarak da karşılaştırma yapabilecek iken doğrusal ilişkiyi uygulamamaları süreci uzatmıştır. İkinci etkinlikte de tıpkı ilk etkinlikte olduğu gibi öğrenciler en çok cebirsel dilin kurallarını uygulamada zorluk yaşamışlardır. Ancak ilk etkinliğe kıyasla daha kolay değişkeni tespit edip uygulamaya koydukları belirlenmiştir. Bu duruma örnek olarak aşağıdaki diyalog ve işlemler sunulmuştur.

A: Burada bütün bu işlemleri göstermenin daha kısa bir yolu var mı sizce?

Ö3: Hesaplamaları yapmadan mı yani?

A: Evet bütün yılları tek tek hesaplamak yerine başka bir yöntem kullanabilir misiniz?

Ö2: Bence de kullanılmalı böyle sonsuza kadar sürer yoksa.

Ö5: Bütün yılları hesaplamak zorunda değil ki zaten. Mesela 15 yıla kadar hesapladık diyelim araçların masrafları hep aynı gidiyorsa sonrasında da öyle devam edecektir.

Ö1: Yani ayı gidiyorsa derken ne demek istiyorsun?

Ö3: Ben anladım. Hep birinin fiyatı az çıkıyor diyelim, diğerinin fiyatı da çok çıkıyor öyle devam eder diyor.

Ö4: İyi de bunu sunarken böyle bir sürü işlem göstereceğiz?

Ö2: Denklem oluşturarak gösteremez miyiz acaba?

Ö1: Doğru mesela ne değişiyorsa ona x veririz olur biter.

Burada öğrencilerin bir stratejiye göre ilerledikleri önce yapılan masrafların bulunması ve araç bedellerine eklenmesi sonrasında ise araç toplam maliyet fiyatlarının yıla göre değişeceğinin fark edilerek yılı değişken olarak gösterebilme çabaları görülmektedir.

Tarife seçimi ve fiskiye seçimi gerektiren üçüncü ve dördüncü modelleme etkinlik süreçleri sembolik dil becerisi kapsamında matematik kurallarının uygulaması göz önüne alınarak incelendiğinde ise öğrencilerin tarife seçimi etkinliğinde problemde yer alan ilk üç ve on iki ay için farklı ücretleri göz önünde bulundurarak toplamda altı yıllık her

tarifeyi hesaplayabildikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.15, s. 71). Değişkenleri içeren birden fazla bileşeni olan ifadeleri kullanarak cebirsel olarak düzenleyebilmeleri öğrencilerin sembolik dilin kullanımında 2. Düzeye uygun yeterlikler gösterebildikleri belirlenmiştir.

Yine fiskiye seçimi ve fiskiyelerin bahçenin konumuna uygun bir şekilde yerleştirilmesi gereken dördüncü etkinlikte de öğrencilerin fiskiyelerin dairesel bir alanı sulayabileceği çıkarımında bulunabilmeleri ve dairenin alanın hesaplanabilmesi için gereken sembolik verileri biliyor olmaları ve dairenin alan kuralını da hatırlayabiliyor olmaları ile birlikte her fiskiye'nin sulayabileceği alanı doğru hesaplayabildikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.44).

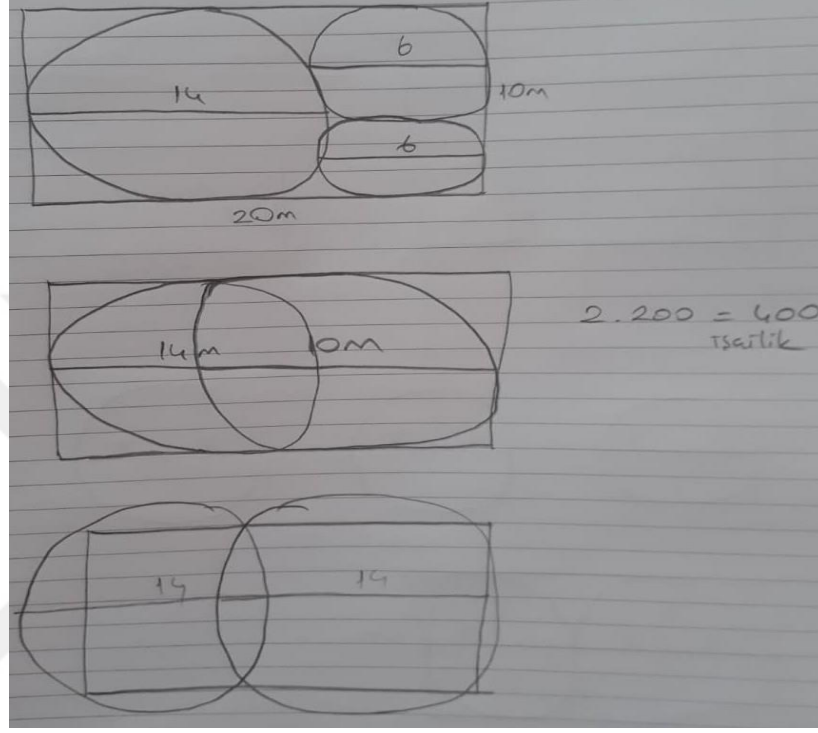
Handwritten calculations on lined paper:

1. Fiskiye $r=3$	2. Fiskiye $r=5$	3. Fiskiye $r=7$
$3.9=27m^2$	$3.25=75m^2$	$3.49=147m^2$
Bahçenin Alanı = $10.20 = 200m^2$		
$\begin{array}{r} 200 \overline{)27} \\ \underline{18} \\ 9 \end{array}$		
$27.8=216$	$75.3=225$	$147.2=294$
$İşçilik = 8.200 = 1600$	$200.3 = 600$	$200.2 = 400$

Şekil 3.44. Dairenin alan kuralına göre fiskiyelerin sulayabilecekleri alanların hesaplanması

Problem çözümünün devamında fiskiyelerin sulayabileceği alanı doğru olarak hesaplayabilen öğrenciler dikdörtgen şeklindeki bahçenin alanını da dikdörtgenin alan kuralını hatırlayarak doğru bir şekilde uygulayabilmişlerdir. Sonrasında hem işçilik ücretini hem de fiskiyelerin yerleştirilme durumlarında boş alan ve fazladan sulanacak alan miktarlarını da düşünce süreçlerine ekleyerek tümdengelimsel muhakeme ile dairelerin alanlarını dikdörtgensel bölgeye uygun şekilde yerleştirebildikleri görülmüştür (Bkz. Şekil 3.45).

Sembolik dilin etkin bir şekilde kullanılmasıyla birlikte matematiksel kavramlar arasındaki ilişkinin daha çok güçlendiği ve sözel dilden ziyade sembolik dile yönelimin artmasıyla problem çözümlerinin öğrenciler açısından daha net ve anlaşılır hale geldiği görülmüştür.



Şekil 3.45. Dairesel alanların dikdörtgensel bölgeye yerleştirilmesi

Burada Öğrenciler fiske yerleşim planı hazırlayarak fiske yerlerinin ne kadarlık bir alanı sulayabileceklerini çizerek göstermeye çalışmışlardır.

8. sınıf öğrencilerinin bu çalışma kapsamında gerçekleştirdikleri matematiksel modelleme sürecinde karşılaştıkları güçlükler ve geliştirdikleri beceriler tabloda (Bkz. Tablo 3.1) sunulmuştur.

Tablo 3.1’de her bir matematiksel okuryazarlık becerisi farklı renkle temsil edilmiştir. Becerilerin altında matematiksel okuryazarlık becerileri çerçevesinde (Bkz. Tablo 3.1) yer alan temalar, temaların altında da kodlar yer almaktadır. Bir beceri hangi renkle temsil ediliyorsa o rengin tonları hangi etkinlikte hangi kodun ne düzeyde olduğunu göstermektedir. Koyu tonlar o koda ait becerinin söz konusu etkinlikte yoğun olarak gözlemlendiğini açık tonlar ise o becerinin daha az gözlemlendiğini göstermektedir.

Tablo 3.1. Matematiksel okuryazarlık beceri düzeyleri

BECERİLER	ETKİNLİKLER	DÜZEYLER			
		0	1	2	3
İLETİŞİM	E1				
	E2				
	E3				
	E4				
MATEMATİKLEŞTİRME	E1				
	E2				
	E3				
	E4				
TEMSİL	E1				
	E2				
	E3				
	E4				
MUHAKEME	E1				
	E2				
	E3				
	E4				
STRATEJİLERİN GELİŞTİRİLMESİ	E1				
	E2				
	E3				
	E4				
SEMBOLİK DİLİN KULLANIMI	E1				
	E2				
	E3				
	E4				



4. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile sekizinci sınıf öğrencilerinin veri işlemeye uygun olarak hazırlanmış matematiksel modelleme etkinlikleri kapsamında gerçekleştirilen matematik uygulama derslerinde hangi matematiksel okuryazarlık becerilerini ne düzeyde gösterdikleri incelenmiştir.

Bu bölümde, matematiksel modelleme sürecinde araştırmanın amacı ve araştırma problemi doğrultusunda gerçekleştirilen analiz kapsamında elde edilen bulgular ile birlikte bu bulgulara istinaden yapılan yorumlara göre ortaya çıkan sonuçlar, ulaşılan sonuçlar üzerine mevcut literatür kapsamında yapılan tartışma ve konu ile ilgili yapılması planlanan araştırmalar için sunulan öneriler yer almaktadır.

4.1. Sonuçlar

Bu bölümde araştırma problemi kapsamında sekizinci sınıf öğrencilerinin öncelikle matematiksel modelleme süreçleri ile ilgili değerlendirmelere sonrasında da matematiksel modelleme süreçlerinde gösterilen matematiksel okuryazarlık becerileri doğrultusunda elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Araştırma problemi doğrultusunda sekizinci sınıf öğrencilerinin hem matematiksel modelleme süreçleri hem de matematiksel okuryazarlık becerileri birbirleri ile ilişkisel olarak ele alınarak sonuçlar sunulmuştur.

4.1.1. Matematiksel modellemeye ilişkin sonuçlar

Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel modelleme süreçleri, matematiksel modelleme kuramının öncülerinden olan Lesh ve Doerr'un (2003, s.17) oluşturduğu matematiksel modelleme döngüsü kapsamında döngünün dört aşamasına göre değerlendirilmiştir. Matematiksel modelleme süreci ile ilgili ulaşılan genel sonuçlar şöyledir;

Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışma durumları arttıkça sürece daha çok odaklanabildikleri görülmüştür. Matematiksel modelleme sürecinin en başında gerçek yaşam problemleri karşısında oldukça şaşırdıkları ve zorlandıkları görülmüştür. En çok zorlandıkları bölüm de anlama ve doğrulama adımları olmuştur. Modelleme süreçleri ile olan deneyimleri arttıkça gerçek yaşam problemlerini çözmekten

zevk aldıkları ve grupla çalışmanın problem çözme sürecini eğlenceli bir ortama dönüştürdüğü gözlenmiştir.

Matematiksel modelleme sürecinde anlama adımı öğrencilerin problemleri anlamlandırabilmek için genellikle karışık olarak verilen bilgileri bir araya getirerek görselleştirme metodunu kullandıkları görülmüştür. Sonrasında düzenleme adımı gerekli gereksiz verileri ayıklayarak oluşturdukları temsil biçimini düzenleyerek yorumladıkları ve bundan sonraki aşamada yani tahmin basamağında varsayımlarda bulundukları belirlenmiştir. Son olarak da elde ettikleri modelin doğruluğundan emin olmaya çalıştıkları görülmüştür. Öğrencilerin ilk iki etkinlikte (E1 ve E2) modelleme döngüsünün adımları arasında özellikle de anlama ve düzenleme adımları arasında birkaç defa ileri geri hareketler yaşanmış ancak son iki etkinlikte (E3 ve E4) ise anlama basamağında daha temkinli davrandıkları görülmüştür. Öğrenciler problemin tam olarak anlaşılmasından sonra düzenleme basamağına geçmeye gayret etmişlerdir. İlk iki etkinlikte (E1 ve E2) modeli oluşturan öğrenciler modeli doğrulama gereği hissetmemişlerdir. Ancak son iki etkinlikte (E3 ve E4) öğrenciler oluşturdukları modelin kontrolünü yaparak bu modelleri revize etmişlerdir.

4.1.2. Matematiksel okuryazarlık becerilerine ilişkin sonuçlar

Araştırmada matematiksel okuryazarlık becerileri kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Araştırmanın amacı matematiksel okuryazarlık becerilerinin bir bütün olarak incelenerek becerilerin düzeylerinin belirlenmesi, birbiri ile olan ilişkilerinin ve birbirlerine olan etkilerinin değerlendirilmesidir. Bu doğrultuda sekizinci sınıf öğrencilerinin söz konusu becerilerin hepsi ile ilişki içinde olabilecekleri matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışmaya katılmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin matematiksel modelleme süreçlerinin tamamı göz önüne alındığında matematiksel okuryazarlık becerilerinin hepsinin (iletişim, matematikleştirme, temsil, muhakeme, stratejilerin belirlenmesi, sembolik dil) birbiri ile ayrılmaz bir şekilde ilişkili olduğu ve herhangi bir becerinin tam olarak gelişmediği durumlarda diğer becerilerin işe koşulmasında da sıkıntılara sebep olduğu görülmüştür. Yine aynı şekilde bir becerinin oldukça gelişmiş olması diğer becerilerin uygulanmasında da aynı oranda kolaylık sağladığı belirlenmiştir. Örneğin iletişim becerisinin gelişmesinin diğer tüm becerileri de olumlu anlamda

etkilediği belirlenmiştir. Muhakeme becerisi ile matematikleştirme ve stratejilerin belirlenmesi becerileri, sembolik dil ile de temsil becerilerinin etkileşim içinde olduğu görülmüştür. Ancak sonuç olarak bütün becerilerin hem birbirinden etkilendiği hem de birbirlerini etkilediği gözlenmiştir.

4.1.2.1. İletişim becerisine ilişkin sonuçlar

Araştırmanın bulguları sekizinci sınıf öğrencilerinin iletişim beceri düzeylerinin ilk modelleme etkinliğinden son modelleme etkinliğine kadar olan süreçte artış sağladığını göstermiştir. Süreç boyunca öğrencilerin ilk etapta grup içi iletişimlerinin çok az ve zayıf olma durumu, modelleme problemlerinin ilerleyen sürecinde gruba etkin bir katılıma dönüşmüştür.

İletişim becerisi temalarından alıcı bileşen kapsamında bu çalışmanın sonucunda düzensiz olarak verilmiş bilgilerin öğrenciler tarafından anlaşılabilirliği, bu bilgilerin anlamlandırılmasından sonra gerekli ve gereksiz olanların ayıklanarak gerekli bilgilerin bir düzene konulması sürecinde öğrencilerin büyük bir aşama kaydettiği görülmüştür. İlk etkinlikte kendilerine sunulan her bilgiyi kullanma çabasında olan öğrenciler sonraki süreçlerde çözüm için gerekli olan bilgileri belirleyip, bir düzene koyup sonrasında bu bilgileri yorumlayabilmişlerdir. Yapıcı bileşen açısından öğrencilerin özellikle ilk etkinlikte(E1) bir düzen içinde olmaksızın çözüm aşamasında ilerlemeye çalışmaları birçok probleme neden olduğu gözlenmiştir. Öğrencilerin daha sonraki süreçlerde bir düzen doğrultusunda çözüme ulaşmaya çalıştıkları, yaptıkları veya yapmayı planladıkları işlemlerin gerekçelerini birbirlerine açıklamaya çalışarak bir argümantasyonun olduğu belirlenmiştir.

Araştırma sürecinde verilerin analizi, yapılan gözlemler ve görüşmeler sonucu iletişim becerisinin gösterilme düzeyleri etkinlikler kapsamında tabloya (Bkz. Tablo 3.10 s.182) dönüştürülmüştür. İletişim becerisinin en yoğun 0. Düzey yetkinliklerini gösterebilen öğrencilerin ilk modelleme sürecinde pasif olma durumları, grupla iletişim kurmak istememeleri, kendilerine yöneltilen sorulara tek bir kelime veya kısa cümlelerle cevap verme durumları ilerleyen etkinlik süreçlerinde kendinden daha emin, fikirlerini rahatça ifade edebilme, çözüm stratejileri sunabilme ve sunduğu önerilerin gerekçelerini açıklayabilme gibi becerilere dönüşmüştür. Ayrıca İletişim becerisi kapsamında gösterilen becerilerin karmaşıklık düzeyi ve derinliği arttıkça öğrencilerin kendilerine

sunulan matematiksel modelleme etkinliklerini daha kolay anlamlandırabildikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile çalışma durumları arttıkça iletişim beceri düzeylerinde de artış olduğu görülmüştür. Çünkü modelleme etkinliklerinin çalışma prensibi gereği doğal bir süreç olan grupta çalışma ve farklı adımları öğrencileri birbirleri ile iş birliği içinde olmaya zorlamıştır. Bu durum da iletişim becerisinin doğal olarak gelişmesine katkıda bulunmuştur. Çalışmanın başında 0. Düzey becerilerini yoğun olarak diğer becerileri ise daha az etkinlikte ortaya koyabilen öğrencilerin iletişim becerilerinde olumlu etkisi gözlenmiş ve aynı yoğunlukta olmasa da 3. Düzey becerilerini de etkinleştirdikleri belirlenmiştir.

Modelleme süreci bütünsel olarak göz önüne alındığında iletişim becerisinin modelleme sürecinde bir lokomotif görevi gördüğü söylenebilir. Çünkü öğrencilerin birbirleri ile etkin bir iletişimde olmaları farklı bakış açılarının ortaya çıkmasına dolayısıyla bu bakış açılarını değerlendirebilmek için akıl yürütülmesine ve muhakeme edilmesine, hangi fikrin uygun olduğuna karar verildiğinde nasıl bir strateji izlenmesi gerektiğine vb. gibi birçok durumun ortaya çıkmasında başrol oynadığı görülmüştür.

4.1.2.2. Muhakeme becerisine ilişkin sonuçlar

Modelleme etkinlikleri sürecinin araştırma kapsamında elde edilen sonuçlarına göre öğrencilerin modelleme etkinliklerinde problemi anlayamama, problemde verilen görev ve istenilen hedefleri belirleyememe durumlarına göre muhakeme becerisinde de oldukça zorluk yaşadıkları görülmüştür. Öğrencilerin sonuç odaklı olmaları çözüm sürecine odaklanmalarını güçleştirmiş dolayısıyla muhakemede bulunmak için uygun ortamın oluşması epey zaman almıştır.

Araştırma sonuçlarına göre muhakeme becerisi kapsamında öğrencilerin en çok zorlandıkları durumların; çözüm için uygun muhakemeyi kullanma ve çözüme dair tartışmalar gerçekleştirme, çözüm sürecinde ilerleyebilmek için mantıklı çıkarımlarda bulunma ve elde edilen sonuçlara ya da varsayımlara uygun gerekçeler belirtme olduğu belirlenmiştir. Muhakeme becerisinin çıkarımda bulunma teması kapsamında öğrencilerin problemlerde (E1, E2) yer alan verilerden bazılarını dikkate alarak çıkarım yapma durumları bu çıkarımlarla bir sonuca ulaşamamış olmalarından dolayı ilerleyen süreçlerde onları çıkarım yapma durumunda daha dikkatli olmaya sevk etmiştir. Böylece sonraki etkinliklerde (E3, E4) öğrenciler verilenler ve istenilenler arasındaki ilişkiyi göz

önünde bulundurarak ve bu ilişkileri grup içinde tartışarak çıkarımlarda bulunmaya yönelmişlerdir. Muhakeme becerisinin diğer teması olan gerekçelendirme bileşeni kapsamında öğrencilerin ilk etapta elde ettikleri sonucu hiçbir şekilde doğrulama çabasına girmedikleri ancak sürecin ilerlemesiyle gerek sözlü dili kullanarak gerekse örnekler vererek gerekçelendirmeye çalıştıkları belirlenmiştir. Böylece öğrencilerin ulaştıkları sonucun doğruluğundan emin olmaya çabaladıkları gözlenmiştir.

Öğrencilerin muhakeme beceri düzeylerinin gelişiminde en çok iletişim becerisinin katkısı olduğu söylenebilir. Bunun yanında modellemenin doğrulama adımı da öğrencilerin çözüm için yapmayı planladıkları işlemlerin üzerinde önceden düşünmelerini ve o işleme göre nasıl bir sonuçla karşılaşabileceklerini tahmin etmeye çalışmaları muhakeme becerisinin gelişimine katkıda bulunmuştur. Muhakeme becerisinin gelişimi de matematikleştirme ve stratejilerin belirlenmesi becerilerini olumlu anlamda etkilemiştir.

Modelleme süreci boyunca öğrencilerin en çok başvurdukları muhakeme türleri tümevarım, genelleme ve problem verilerinden önceki öğrenmelerine dayalı olarak doğrudan çıkarımda bulunma olduğu görülmüştür. Modelleme süreci ile deneyimleri artan öğrencilerin özellikle son iki etkinlik sürecinde muhakemede bulunurken tündengelim metodundan da faydalandıkları görülmüştür.

Sonuç olarak öğrencilerin muhakeme becerilerinde diğer okuryazarlık becerilerinin ve modelleme sürecinin de etkisiyle 0. Düzeye uygun olan doğrudan çıkarım yapma becerisinden, problemin verilerini ilişkilendirerek bu doğrultuda çıkarım yapma ve bu çıkarımlarla ulaştıkları sonuçları gerekçelendirme becerisine kadar yani 3.Düzeye kadar bir gelişme gerçekleştiği belirlenmiştir.

4.1.2.3. *Stratejilerin belirlenmesi becerisine ilişkin sonuçlar*

Çalışmanın bulguları sonucu, öğrencilerin stratejilerin belirlenmesi becerisinde yaşadıkları zorlukların problem çözme sürecinde stratejik davranmamalarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Öğrencilerin sonuç odaklı davranmaları ve aceleci tavırları strateji belirlemelerinde de problemlere yol açmıştır. Ayrıca öğrencilerin strateji belirlemelerini etkileyen diğer bir unsur problemde yer alan bilgileri birleştirmede güçlük yaşamalarıdır. Bunun birçok bilgiyle aynı anda baş etmek durumunda kalmalarından kaynaklandığı görülmüştür.

Stratejilerin belirlenmesi becerisi strateji seçme teması kapsamında öğrencilerin problem çözümünde plansız bir şekilde doğrudan eyleme geçme aşamasından problemin bütünsel olarak değerlendirilerek farklı stratejiler belirleyebildikleri ancak bu stratejilerden uygun olanı seçmede zorlanarak strateji seçmede daha çok deneme yanılma metodunu kullandıkları aşamaya kadar gelişim gösterdikleri görülmüştür. Stratejilerin uygulanması teması kapsamında öğrencilerin stratejisiz bir şekilde problem çözümünde ilerlemeye çalışmaları yapılan işlemlerin de hatalı olmasına sebep olmuştur. Ancak sonraki süreçte öğrencilerin belirledikleri stratejiler doğrultusunda ilerlemeleri stratejinin uygulanmasını kolaylaştırmış ve böylece öğrencilere kullandıkları stratejileri değerlendirme ve yeni stratejiler geliştirme olanağı sunmuştur.

Öğrenciler ilk modelleme sürecinden son modelleme sürecine kadar geçen zamanda strateji geliştirme ve uygulama becerilerinde düzey anlamında 0. Düzeye uygun olan strateji belirlemeden doğrudan hesaplamalar yapma becerisinden 3. Düzey kapsamında yer alan çok aşamalı stratejiler geliştirip uyguladıkları stratejilerin doğruluğunu kontrol etme becerisine kadar olan geniş bir yelpazede gelişim göstermişlerdir.

Araştırma bulgularına göre öğrencilerin modelleme süreci boyunca problem çözümünde en çok kullandıkları stratejiler; deneme-yanılma, tek tek bütün verilere göre hesaplama, karşılaştırma yapma, karışık verileri görselleştirme, parça parça elde ettikleri sonuçları birleştirme, farklı değişkenleri ilişkilendirme olarak belirlenmiştir. Bu durumda bu beceri ile en çok muhakeme, iletişim, sembolik dil ve temsil becerilerinin etkileşim içinde olduğu görülmüştür.

4.1.2.4. Temsil becerisine ilişkin sonuçlar

Matematiksel modelleme etkinliklerinin çözüm sürecinde öğrencilerin temsil becerisini uygulamaya istekli oldukları ve temsil seçimini problemin çözümüne uygun yapabildikleri durumlarda genellikle seçilen temsili problemin yapısına göre tasarlayabildikleri saptanmıştır. Temsiller arası dönüştürmede de sözlü temsilleri şekilsel (tablo, dikdörtgen bahçe, dairesel alan) temsillere dönüştürürken; tablo oluşturmada ve yorumlamada gayet başarılı oldukları gözlenmiştir, sözlü temsilden sayısal temsile yine sayısal temsilden sözlü temsile geçişte de çok zorlanmadıkları görülmüştür sadece problemin yeterince anlaşılamadığı ilk iki etkinliğin anlama adımlarında matematikleştirme becerisinin de etkisiyle problem metninde geçen verileri sayısal işlemlere dönüştürmede sıkıntılar yaşamışlardır. Yine sayısal temsilden grafik temsiline

dönüştürmede de kümülatif dağılımdan ve problemin çözümüne uygun olmayan bir temsil şekli olmasından kaynaklı bazı sorunlar yaşanmıştır. En çok güçlük karşılaştıkları durum ise bütün temsil çeşitlerinden cebirsel temsile geçiştir. Öğrenciler ilk iki etkinlikte çok yoğun son iki etkinlikte daha az yoğun olarak cebirsel temsile dönüştürmede sıkıntı yaşamışlar ve bu sebeple de çalışma boyunca en az kullanmak istedikleri temsil cebirsel temsil olmuştur. Yine modelleme süreci boyunca en çok kullanmayı tercih ettikleri temsiller sözlü temsil ve sayısal temsil olmuştur.

Modelleme süreci ilerledikçe öğrencilerin temsil becerilerinin düzeyinde önemli gelişme yaşanmıştır (Bkz. Tablo 3.1) özellikle de strateji becerisinin gelişimi temsil seçme konusunda öğrencileri yetkinleştirmiştir aynı zamanda matematikleştirme becerisinin de gelişmesiyle temsiller arası dönüşümü özellikle de cebirsel temsile geçişte önemli ilerleme kaydedilmiştir. Böylece 0. Düzeye uygun olan problem verilerinden bazılarını kapsayacak şekilde uygun temsil belirleme becerisinden 3. Düzey kapsamında yer alan oluşturulan temsiller üzerinde yorumlarda ve çıkarımlarda bulunarak bu temsilde değişiklikler yapabilme becerisine kadar gelişim gösterdikleri belirlenmiştir.

Temsil becerisinin gelişmesi ve derinleşmesi ile birlikte öğrencilerin duruma uygun temsil oluşturabildikleri ve bu temsilleri daha iyi yorumlayabildikleri, farklı temsilleri karşılaştırabildikleri belirlenmiştir. Temsillerin oluşturulup temsiller arası geçişlerin yapıldığı bu süreçte öğrencilerin en çok sembolik dil becerilerinin, matematikleştirme becerilerinin ve muhakeme becerilerinin gelişim gösterdiği gözlenmiştir.

4.1.2.5. Sembolik dilin kullanımı becerisine ilişkin sonuçlar

Öğrencilerin modelleme sürecinde dil olarak kendi aralarında konuşurken olsun ya da problemle ilgili fikirlerini açıklarken olsun daha günlük konuşma dilini tercih ettikleri ve matematiksel terimler yerine sözel ifadeleri daha çok kullandıkları ortaya çıkmıştır. Sürecin ilerlemesiyle ve sık sık kullandıkları ifadelere dikkat çekilmesiyle hem sözlü dilde hem de sözlü dilin yazılı olarak ifade edilmesine olanak sağlayan modelleme problemlerinin çözümünde sembolik dilin kullanımı artmıştır. Dolayısıyla öğrencilerin, tanımlar, kurallar, formüller kullanırken matematiksel sembolleri daha etkin kullandıkları gözlenmiştir.

Matematiksel modelleme etkinlikleri sürecinde öğrencilerin matematiksel sembolleri, kuralları ve tanımları hatırlamada fazla zorluk yaşamadıkları saptanmıştır. Biçimsel dili etkinleştirme ve kullanma teması kapsamında öğrencilerin özellikle cebirsel

kuralların uygulanması aşamasında tıpkı diğer becerilerde de olduğu gibi bazı problemler yaşadıkları gözlenmiştir. Cebirsel ifade ve denklemde kullanılan x değişkenine ait anlamlandırmanın eksik olması nedeniyle yaşanmış olan bu durum 1. Düzey becerilerini sergileyebilen öğrencilerin, 3. Düzey becerilerinde zorluk yaşamasına sebep olmuştur. Ancak özellikle matematikleştirme ve iletişim becerilerinin etkinleşmesi ile birlikte sembolik dilin uygulanmasında da gelişim sağlanmıştır. Ayrıca sembolik dilin kullanımının etkinleşmesi de yine sembolik dilin uygulanmasında ve kavramların daha derinlemesine anlaşılmasında katkı sağlamıştır.

3. Düzey becerilerine uygun olarak sembolik dilin etkinleşmesi ve uygulanması sonucu öğrencilerin birden çok kuralı, tanımı, formülü bir arada kullanabildiği, aritmetik işlemleri cebirsel olarak tekrardan düzenleyebildikleri ve sözlü dili sembolik olarak da ifade edebildikleri belirlenmiştir. Sembolik dilin gelişmesi matematikleştirme becerisinin gelişimine de katkıda bulunmuştur.

4.1.2.6. Matematikleştirme becerisine ilişkin sonuçlar

Öğrencilerin matematiksel modelleme süreci boyunca matematikleştirme becerisi kapsamında model oluşturmada özellikle E1 (mantolama malzemesi) ve E2 (araç seçimi) etkinliklerinde çok zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin daha önce matematiksel modelleme deneyimlerinin olmaması göz önünde bulundurulduğunda ve model kavramının tam olarak anlaşılmamış olması da bu zorluklara sebep olmuş olabilir. 0. Düzey beceriler yoğun olarak gözlenmekle birlikte sonrasında öğrencilerin değişken ve model kavramlarına dair derinlemesine öğrenmelerinin araştırmacının rehberliğiyle gerçekleşmesi sonrasında E1(mantolama) etkinliğinde evin alanına ve E2 (araç seçimi) etkinliğinde zaman kavramlarına değişken atayarak bir model oluşturmayı başarmışlardır. Böylece 1. Düzey becerilerine geçiş sağlanmıştır.

E3 (tarife seçimi) ve E4 (fiskiye seçimi) etkinliklerinde de yine uygun kavramlara değişken atayarak ve değişkenler arasındaki ilişkiyi de fark ederek model oluşturmuşlardır ancak bu etkinliklerde önceki ilk etkinliğe göre göze çarpan büyük fark öğrencilerin oluşturdukları modelleri revize etmiş olmalarıdır. Böylece bu etkinliklerde modelleme süreci iki döngüde tamamlanmıştır. Öğrencilerin matematikleştirme becerilerinin gelişimi ile artık sadece model oluşturmakla kalmayıp modellerini geliştirme çabaları içine girdikleri belirlenmiştir.

İlk etkinlikten son etkinliğe kadar matematikleştirme becerisinin gelişim düzeyi bütünsel olarak incelendiğinde öğrencilerin özellikle revize etme, doğrulama ve farklı modelleri kıyaslama gibi alt yeterliklerinin gelişmesi ile matematikleştirme becerisinin 3. Düzey yeterliklerini daha iyi sergiledikleri görülmüştür.

Öğrencilerin özellikle temsil, sembolik dilin kullanımı gibi becerilerinin gelişimi problemin matematikleştirilmesine çok katkı sağlamıştır. Ayrıca matematikleştirmenin gelişmesiyle de modelleme süreci daha kolay ilerlemiş ve öğrencilerin muhakeme ile strateji geliştirme becerilerini de olumlu yönde etkilemiştir.

Sonuç olarak öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerinden matematikleştirme becerisinin daha iyi ortaya konulabiliyor olması ile bir problem durumunun modelini çıkararak bu modeli yorumlayabildikleri ve oluşturulan modelin başka benzer problem durumları için de kullanılabilirliği konusunda anlayış kazandıkları görülmüştür.

4.2. Tartışma

Bu çalışmada matematiksel modelleme etkinlikleri ile sekizinci sınıf öğrencilerinin veri işleme öğrenme alanındaki matematiksel okuryazarlık becerilerinin desteklenmesi hedeflenmiştir. Araştırmadaki esas amaç sekizinci sınıf öğrencilerinin uygun ortam, koşullar ve uygun etkinliklerle desteklendiklerinde matematiksel okuryazarlık becerilerinden ki bu beceriler; iletişim, matematikleştirme, muhakeme, temsil, stratejilerin belirlenmesi ve sembolik dilin kullanımı şeklindedir, bu becerilerden hangilerini ne düzeyde kullanabildiklerini ve bu becerilerin birbirine olan etkisini araştırmaktır.

Araştırma süreci ve araştırmanın sonuçları göz önünde bulundurulduğunda öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile desteklenen matematiksel okuryazarlık becerilerinin tamamında (iletişim, matematikleştirme, temsil, stratejilerin belirlenmesi, muhakeme, sembolik dilin kullanımı) gelişme gözlenmiştir. Erol (2015)'un yaptığı çalışmada, matematiksel modelleme etkinliklerinin matematiksel okuryazarlık ve inançları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Buna göre çalışmadan elde edilen veriler, öğrencilerin başlangıçta sahip oldukları becerileri ve inançları geliştirdiklerini dolayısıyla matematiksel modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerilerini ve matematiksel inançlarını olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Daha önce hiç modelleme etkinliği tecrübesi olmayan öğrencilerin, özellikle ilk modelleme

etkinliğinde modelleme sürecinin ilk aşaması olan problemi anlama becerilerini kullanabilmeleri bu çalışmanın verileri ile uyushmaktadır ancak öğrencilerin son modelleme etkinliği de dahil olmak üzere modelleme sürecinin yorumlama aşamasında başarılı olamadıklarının gözlenmesi bu çalışmanın sonucu ile uyushmamaktadır. Bu çalışmada öğrenciler her ne kadar ilk iki etkinlikte oldukça zorlansalar da son iki etkinlikte yorumlama ve doğrulama aşamalarında da başarılı olmuşlardır. English ve Watters (2004), yaptıkları araştırmada çeşitli model oluşturma etkinlikleri düzenlemişlerdir. Araştırmada kullanılan modelleme etkinliklerindeki amaç; yazılı olarak veya şekille verilen matematiksel bilgiyi yorumlama, basit veri tablolarını okuma, veri toplama, verileri sembolleştirerek verilerin analizini rapor etme ve grup içi iş birliği içinde bulunma faaliyetlerini gerçekleştirmektir. Araştırmanın sonucuna göre tablodan veri okuma, matematiksel dili kullanma, grupla çalışma gibi durumlarda gelişme sağlanması bu çalışmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Diğer taraftan öğrencilerden bazılarının çeşitli temsil biçimlerinde kendilerine sunulan verileri anlama ve yorumlama kısmında ve temsilleri birbirine dönüştürmede karşılaştıkları güçlükler bu çalışmada da yaşanmakla birlikte bu çalışmada çalışma grubunun tümünde bu becerilerin geliştiği gözlenmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak erken okul yıllarında kullanılacak modelleme etkinliklerinin öğrencilerin matematiksel düşüncelerini ve problem çözme becerilerini geliştiren güçlü araçlar olduklarını belirtmişlerdir.

Öğrencilerin günlük yaşam problemleri ile matematiksel modelleme etkinlikleri kapsamında çalışma yapmaları problemi yorumlayıp anlamlandırabilmelerinde çok geliştirici rol oynamıştır. Ayrıca öğrencilerin modelleme süreci deneyimlerinin artması ile birlikte sonuçtan ziyade problemin çözüm sürecine daha çok odaklanmaya başladıkları belirlenmiştir. Bu durum muhakemenin gelişmesi ile derinlemesine öğrenmeye katkı sağlamıştır. Benzer bir sonuç Baran (2019)'ın çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonunda gerçek yaşam problemlerinin çözüm sürecinin öğrencilerin tamamının problem durumlarını anlamlandırma ve matematiksel olarak yorumlamalarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Öğrenciler, gerçekleştirilen görüşmelerde gerçek yaşam problemlerine benzer problemler ile daha önce hiç karşılaşmadıklarını, okulda veya evde kendi çözdükleri problemlerin bu kadar karmaşık olmadığını ve daha kolay sonuca ulaşabildiklerini belirtmişlerdir. Ancak yine de öğrenciler gerçek yaşam problemlerini çözerken daha çok zevk alıp eğlendiklerinden bahsetmişlerdir. Bunun nedeni sorulduğunda ise, öncelikle

grupla çalışmanın çok eğlenceli olduğundan sonrasında herhangi bir süre kısıtlamasının olmayışının onları soruyu kısa sürede çözmek için strese sokmamasından ve de bu problemlerin günlük hayatta karşılaşılabilecekleri durumlar olması sebebiyle onları daha çok motive etmesinden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Buna benzer bir sonuç Dışbudak (2014)'ın çalışmasında da ortaya çıkmıştır. Buna göre çalışma sonucunda öğrencilerin matematiğe karşı tutumu açısından model oluşturma etkinliklerinin, istatistiksel olarak olumlu yönde anlamlı bir fark oluşturduğu görülmüştür ve öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerin sonucunda matematik dersinin daha eğlenceli ve anlaşılır olduğu, matematik dersine olan ilginin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca grupla çalışmanın gerektirdiği iş birliği yapma ve sorumluluk alma becerilerinde gelişme olduğu gözlenmiştir.

Yine benzer şekilde modelleme etkinliklerinin ve dolayısıyla gerçek yaşam problemlerinin derse karşı olan tutuma olumlu etkisinin belirlendiği Kal (2013) tarafından gerçekleştirilen araştırmada matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin matematik problemi çözme tutumlarına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonucunda matematiksel modelleme etkinliklerinin problem çözme tutumlarına olumlu bir etki yaptığı saptanmıştır. Matematiksel modelleme etkinliklerinin kullanıldığı sınıflarda öğrencilerin derse bakışının olumlu yönde değiştiği ve derse olan ilgilerinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Güder (2013) çalışmasında matematiksel modelleme becerisinin yer aldığı ortaokul matematik programında matematiksel modelleme etkinliklerinin uygulanması hakkında ortaokul matematik öğretmenlerinin görüşlerini almıştır. Öğretmenlerle yapılan çalışmanın sonucunda öğretmenler, derslerde matematiksel modelleme etkinliklerinin yer alması ile öğrencilerin derse ilgilerinin arttığını belirtmişlerdir. Dolayısıyla bu çalışmada modelleme etkinliğine katılan ve katılmayan öğrencilerin derse tutumları kıyaslanmasa da etkinliğe katılan öğrencilerin görüşlerinin olumlu olması ile yukarıda bahsedilen sonuçlar paralellik göstermektedir.

Yanık, Bağdat ve Koparan (2017) gerçekleştirdikleri çalışmada öğretmen adaylarının matematiksel modelleme etkinliklerine yönelik görüşlerini incelemişlerdir. Çalışmanın sonunda öğretmen adayları matematiksel modelleme etkinliklerinin sınıf ortamında uygulanabildiği takdirde öğrencilere çeşitli matematiksel düşünme becerilerini kazandırabileceğini ve bu etkinliklerin hem yapısal hem de problem çözme süreci açısından ders kitaplarında yer alan sorulardan çok farklı olduklarını belirtmişlerdir. Bu çalışmada da öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmelerde öğrenciler matematiksel modelleme etkinlikleri ile gerçekleştirilen matematik derslerini çok sevdiklerini ve bu

derslerin çok daha eğlenceli ve ilgi çekici olduğunu belirtmişlerdir. Yine bu çalışmanın sonucuna göre modelleme etkinliği ile desteklenen derslerin matematik okuryazarlık becerilerinin gelişiminde oldukça önemli bir yere sahip olduğu görülmüştür. Matematik okuryazarlık becerilerinin tamamında gelişme sağlanmıştır.

Bu araştırmadan elde edilen başka bir sonuç öğrencilerin bütün matematiksel okuryazarlık becerileri kapsamında en çok zorlandıkları durumun cebirsel ifadeler özelinde değişken belirleme ve değişkenler arası ilişkiler kurma olduğu saptanmıştır. Bu durumla benzerlik gösteren bir sonuç elde edilen diğer bir çalışma ise Altun, Aydın, Akkaya ve Uzel (2012) tarafından gerçekleştirilmiştir. Altun, Aydın, Akkaya ve Uzel (2012) araştırmalarında PISA sorularının çözümlenme sürecini incelemişler ve öğrenci-öğretmen adaylarının matematik alanı yeterlik düzeylerini irdelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda cebirsel ifade yazma, verileri anlamlandırma, verilerden yola çıkarak öneriler sunma, grafik okuma ve grafiği yorumlama gibi becerilerde hem öğrencilerin hem de öğretmen adaylarının güçlükler yaşadığı belirlenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre öğretim programlarında günlük yaşam problemlerine yer verilerek derslerin bu tarz problemler ile desteklenmesi gerektiğini böylece öğrencilerin bu tarz problemlerle birlikte öneri geliştirip bu önerileri savunabilme becerilerinin geliştirilebileceğini savunmuşlardır. Yine öğrencilerin değişkenler ve değişkenler arası ilişkiyi yorumlamada zorlandıklarının tespit edildiği başka bir çalışma da Kabael ve Barak (2016) tarafından nitel araştırma yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının matematikleştirme, değişkenler arası ilişki oluşturma, grafikleri yorumlamada zorlandıkları belirtilmiştir. Yine Altun ve Bozkurt (2017) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da sekizinci sınıf öğrencilerine yönelik hazırlanan sorularda öğrencilerin karşılaştığı zorluklar belirlenmek istenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre öğrencilerin matematiksel çıkarımda bulunma, matematiksel öneri geliştirme veya geliştirilmiş öneriyi yorumlama, yaşamsal durumun matematik dilindeki karşılığını anlama faktörlerinde başarısız oldukları görülmüştür. Bu durum bu çalışmada muhakeme becerisi kapsamında öğrencilerin çokça zorlandıkları problemin yorumlanması, matematiksel dile çevrilmesi ve elde edilen sonuçlardan çıkarımlarda bulunulması gibi durumlarla benzerlik göstermektedir. Özgün Özer ve Bukova Güzel (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada amaç bir modelleme etkinliğinin hem sınıfta hem de sınıf dışında uygulanarak uygulama sürecinde ortaya çıkan farklılıkları ve ortak yönleri

incelemektir. Benzer şekilde, çalışmanın sonucunda öğrencilerin problem çözüm sürecinde değişkenleri belirlemede ve değişkenleri yorumlamada güçlük yaşamaları, model oluşturmadan problemi çözme eğilimi bu çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. Ancak öğrencilerin model oluşturmak yerine doğrudan dört işlem yaparak sonuca ulaşmaya çalışmaları bu çalışmada da karşılaşılan bir durum olsa da bunun yanında bu çalışmada öğrenciler ilk etkinliğin anlama aşaması ve diğer etkinliklerin tamamında model oluşturabilmek için önce problemin iyi bir şekilde anlaşılması gerektiğini fark ederek dört işlemden önce dağınık halde sunulmuş verileri tablo temsiliyle düzenlemeyi uygun görmüşlerdir. Modelleme sürecinin ilerlemesi ve öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile tecrübelerinin artması sonucu özellikle muhakeme, temsil ve sembolik dilin etkinleştirilmesi becerilerindeki gelişmeler cebirsel gösterimlerin muhakemesini de olumlu yönde etkilemiş ve buna istinaden değişken teriminin kavramsal olarak öğrenilebilmesine katkıda bulunduğu belirlenmiştir.

Araştırmadan elde edilen diğer bir sonuç da matematiksel okuryazarlık becerilerinin birbirleri ile olan ilişkisi incelendiğinde özellikle de matematiksel modelleme etkinliklerinin grupla çalışmayı desteklemesi ile birlikte iletişim becerisinin diğer becerilerin gelişiminde çok önemli bir rolü olduğudur. Baran (2019)'ın araştırmasında öğrencilerin matematiksel iletişimlerdeki gelişimin matematik okuryazarlığı performanslarında artış sağladığı ve yine benzer bir şekilde Paridjo ve Waluya (2017) tarafından ortaya konulan çalışmada matematiksel iletişim becerisi gelişmiş öğrencilerin aynı zamanda iyi birer problem çözücü oldukları şeklinde ulaşılan sonuçlar bu araştırmanın sonucunu destekler niteliktedir. Benzer şekilde bu sonuç, Altun vd.'nin (2018) okul matematiğinde bağlamsal problemlere yer verilmesi, öğrencilerin sınıf içi tartışmalara katılabilmelerine ve kendi önerilerini geliştirip savunabilmelerine fırsat verilmesi halinde öğrencilerin matematik okuryazarlığı soru çözümlerindeki başarısının destekleneceği şeklindeki görüşünü de doğrulamaktadır.

Boz ve Uyarlı (2018) tarafından hazırlanan matematiksel modelleme etkinlikleri içeriğinde tablo okuma, tabloyu yorumlama, verileri inceleme, veriler arası ilişki kurma, model oluşturma ve grafik çizme, grafiği yorumlama gibi birçok matematiksel kavramı ve süreci barındırmaktadır. Etkinlikler sonucunda öğrencilerin matematiksel modelleme sorularını çözme süreçleri değerlendirilmiş ve hemen hemen tüm sınıf, etkinlik sürecinde başarılı olarak değerlendirilmiştir, öğrencilerin model oluşturabilmiş ve veri işleme konusunda gerekli olan becerileri gösterebilmiş olmaları bu çalışmanın sonucuyla

uyumludur. Bu araştırmada modelleme etkinliklerinin veri işleme öğrenme alanına uygun tasarlanması ile bu öğrenme alanına ait kazanımların (verileri okuma, yorumlama, ilişkilendirme) matematiksel modelleme etkinlikleri ile tasarlanmış bir öğretim sürecinde öğrenciler tarafından kavramsal olarak öğrenilebildiği belirlenmiştir.

4.3. Öneriler

Bu bölümde araştırma kapsamında ulaşılan sonuçlara dayalı olarak ileride yapılması planlanan araştırmalara ve uygulamalara yönelik önerilere yer verilmiştir.

Uygulamalar Kapsamında Öneriler;

- Çalışmanın uygulama sürecinde matematiksel okuryazarlık becerilerinin ortaya çıkarılmasında matematiksel modelleme etkinliklerinin çok önemli rolü olduğu görölmüştür. Öğrencilerin matematiksel modelleme etkinlikleri ile olan deneyimleri her sınıf seviyesinde arttırılabilir. Bunun için öğretmenler, ilk etapta aylık iki dersi kapsayacak şekilde bir planlama yapıp modelleme konusunda tecrübe kazandıkça daha sık modelleme etkinliği planlayabilirler.
- Matematik öğretmenlerinin derslerde kullanımı için konunun uzmanları tarafından hazırlanmış matematiksel modelleme etkinlikleri portalı oluşturulup öğretmenlerin istifade etmesi sağlanabilir. Bu etkinlik problemleri her sınıf seviyesine ve o sınıf seviyesinin bütün matematik öğretim programını kapsayacak şekilde ünitelere göre sınıflandırılabilir. Böylece deneyim, zaman, emek ve modelleme konusunda bilgi gerektiren modelleme etkinlikleri tasarlama aşaması konunun uzmanları tarafından gerçekleştirilerek yaşanabilecek çeşitli zorlukların da önüne geçilebilir. Ayrıca öğretmenler farklı okullarda aynı etkinlikleri gerçekleştirecekleri için modelleme sürecinde karşılaşılan durumlarla ilgili de ülke çapında bir genellemeye ulaşılabilir. Böylece etkinliklerle ilgili alınan dönütler neticesinde etkinliklerde çeşitli düzenlemeler yapılabilir.
- Matematiksel okuryazarlık becerileri kapsamında çalışmanın uygulama süreci göz önüne alındığında bu becerilerin hepsinin birbiri ile ilişkisi olmakla birlikte iletişim, muhakeme ve temsil becerilerinin diğer becerilerin gelişmesinde etkin rolü olduğu görölmüştür. Bu durumda matematik öğretim programlarında ve sınıf uygulamalarında bu becerilerin daha çok desteklenmesi sağlanabilir. Özellikle de temsil becerisinin gelişimi için ders esnasında tek bir temsille anlatım yerine

öğrencilerin farklı temsiller kullanmasını teşvik edebilir ve temsilleri birbirine dönüştürmede cesaretlendirilmeleri sağlanabilir.

- Bu araştırmada matematiksel okuryazarlık becerilerinin bir bütün olarak incelenmesiyle her bir becerinin başka okuryazarlık becerilerinden etkilendiği ve bir becerinin de diğer becerileri etkilediği ortaya çıkmıştır. Bu durum üzerindeki en büyük etki öğrencilerin grupla birlikte çalışması ve öğretmenin rehber konumunda olmasıdır. Buna göre matematik öğretmenleri, konuyu normal sınıf düzeninde anlattıktan sonra konunun derinlemesine anlaşılması ve kavramsal öğrenmenin gerçekleşebilmesi için matematik uygulama derslerinde grupla çalışma yaptırarak öğrencilerin fikirlerini ve çözümlerini sınıf içinde tartışabilmelerini destekleyebilir ve öğrenme ortamını yönlendirerek matematiksel okuryazarlık becerilerinin desteklenmesini sağlayabilir. Burada öğretmenler öğrencinin fikirlerini, verdiği cevapları ve yaptığı işlemleri sorgulamasını sağlayarak öğrencinin kendi ile ilgili farkındalığını geliştirebilir.
- Grupla çalışmanın kalabalık sınıflarda uygulanmasında sınıf ortamında yaşanabilen gürültü probleminin önüne geçebilmek için oluşturulan grupların yarısı problemi tartışırken diğer yarısı gözlemci konumunda tutulabilir veya çalışma öncesi günlük tutturulabilir daha sonra diğer yarısıyla çalışma gerçekleştirilirken çalışmayı tamamlamış olan önceki gruplardan araştırma sonrası günlüklerine düşüncelerini not etmeleri istenebilir.
- Modelleme etkinliklerini sınıflarda uygulama sürecinde karşılaşılan diğer bir problem süre sıkıntısının yaşanmasıdır. Buna göre öncelikle uygulama sürecinin önceden uygulayıcı öğretmen tarafından ayrıntılı olarak planlanması öğretmenin süreci daha kolay yönlendirmesini ve yönetmesini sağlayabilir. Ayrıca her konunun başında o konuyla ilgili daha basit düzeyde hazırlanmış modelleme etkinlikleri gerçekleştirilerek konuya yönelik öğrenme derinleştirilebilir. Bunun yanında yine her konunun sonunda daha üst düzey becerileri kapsayacak şekilde hazırlanan modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin matematiksel okuryazarlık becerileri geliştirilebilir. İlk etapta daha uzun bir süreye mal olacak olan bu etkinliklerle öğrencilerin tecrübe edinmeleri sonucu sonra gerçekleştirilecek olan modelleme etkinlikleri daha kısa sürede tamamlanabilir. Bunun için öğretmenler bu süreci göz önünde bulundurarak yıllık, aylık ve günlük plan hazırlayabilirler.

Yapılacak Araştırmalar Kapsamında Öneriler

- Bu çalışma veri işleme öğrenme alanı kapsamında gerçekleştirilmiştir. Matematiksel okuryazarlık becerileri üzerine yapılması planlanan araştırmalar her sınıf seviyesinden matematik öğretim programında yer alan ve daha önce çalışılmamış olan diğer öğrenme alanları üzerine gerçekleştirilebilir. Özellikle öğrencilerin zorlandıkları cebirsel ifadeler ve denklemler, olasılık, oran-orantı gibi konularda modelleme etkinlikleri ile öğretim gerçekleştirilebilir.
- Bu çalışma matematiksel okuryazarlık becerilerinin matematiksel modelleme etkinlikleri kapsamında değerlendirilmesi üzerine yapılmıştır. Araştırmacılar matematiksel okuryazarlık becerilerinin gelişiminde etkili olabilecek matematiksel modelleme etkinliklerinden farklı uygulamalar ile de çalışmalar gerçekleştirebilirler. Özellikle de matematik okuryazarlık becerilerinden iletişim ve muhakeme becerisinin diğer becerileri de etkilediğini göz önünde bulundurarak gerçekçi matematik eğitimi, işbirlikli öğrenme, teknoloji destekli matematik öğretimi ve gerçek yaşam problemlerinden yola çıkarak yaratıcı drama ile desteklenmiş matematik öğretim yöntem ve teknikleri kullanılabilir.
- Bu araştırma dokuz aylık bir süre ile sınırlıdır. Daha geniş zamanı kapsayan ve daha detaylı çalışmalar yürütülebilir.
- Bu çalışma sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Matematiksel modelleme etkinlikleri veya matematiksel okuryazarlık becerilerinin gelişimini destekleyebilecek ve grupla çalışmayı gerektiren diğer öğretim yöntemleri sadece sınıf ortamında değil sınıf dışı uygulamalarda da kullanılarak araştırmalar yapılabilir. Okul bahçesi, okulun yakın çevresinde yer alan geniş bahçeli ortamlar, bilim merkezleri, parklar, müzeler gibi etkinliğe uygun ortamlar çalışma için kullanılabilir.
- Araştırmada sadece bir okuldan beş öğrenci ile çalışma grubu oluşturularak çalışma yürütülmüştür. Bu durumda ulusal çapta her ilden ve birçok öğrenci ile belli bir zaman aralığında aynı dönemde çalışacak araştırmacılar ile matematiksel okuryazarlık becerilerini destekleyecek şekilde etkinlikler gerçekleştirilerek çalışmanın sonuçları literatüre kazandırılabilir. Belki böyle bir çalışmanın sonucu ulusal ve uluslararası bir projeye dönüştürülebilir.
- Matematiksel okuryazarlık becerilerinin etkilendiği ve bu becerilerin etkilediği farklı bağlamlarda araştırmalar gerçekleştirilebilir.

- Matematiksel okuryazarlık becerilerini destekleyen öğrenme ortamında bulunan öğrencilerin sonraki eğitim ve öğretim hayatlarında matematiksel okuryazarlık beceri gelişimleri araştırılabilir.



KAYNAKÇA

- Afifah, A., Khoiri, M. ve Qomaria, N. (2019). Mathematics preservice teachers' views on mathematical literacy. *International Journal of Trends in Mathematics Education Research*, 1(3), 92-94.
- Akkoç, H. (2006). Fonksiyon kavramının çoklu temsillerinin çağrıştırdığı kavram görüntüleri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1), 1-9.
- Altun, M., Aydın, N., Akkaya, R. ve Uzel, D. (2012). PISA perspektifinden ilköğretim 8. sınıf öğrencilerinin matematik başarı düzeyinin tahlili. <https://doktora2012.files.wordpress.com/2012/10/zpisa-kuyeb.doc> adresinden 15.03.2018 tarihinde erişilmiştir.
- Altun, M. ve Akkaya, R. (2014). Matematik öğretmenlerinin PISA matematik soruları ve ülkemiz öğrencilerinin düşük başarı düzeyleri üzerine yorumları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29(1), 19-34.
- Altun, M. ve Bozkurt, I. (2017). Matematik okuryazarlığı problemleri için yeni bir sınıflama önerisi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 42(190), 171-188.
- Altun, M., Aydın Gümüş, N., Akkaya, R., Bozkurt, İ., Kozaklı Ülger, T. (2018). Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlık beceri düzeylerinin incelenmesi. *Bilim, Matematik, Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 1(1), 66-88.
- An, S., Kulm, G., Wu, Z. (2004). The pedagogical content knowledge of middle school mathematics teachers in China and the U.S. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7(3), 145-172.
- Arı, A., Demir, B. (2020). Analysis of thesis in Turkey between the years 2008-2020 on mathematics literacy. *Sakarya University Journal of Education*, 10(3), 667-685.
- Au, W. (2007). High-stakes testing and curricular control: A qualitative metasynthesis. *Educational Researcher*, 36(5), 258-267.
- Aydoğdu İskenderoğlu, T. ve Baki, A. (2011). İlköğretim 8. sınıf matematik ders kitabındaki soruların PISA matematik yeterlik düzeylerine göre sınıflandırılması. *Eğitim ve Bilim*, 36(16), 36-161.
- Aydın Güç, F. (2015). *Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Tasarlanan Öğrenme Ortamlarında Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Yeterliklerinin Değerlendirilmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Trabzon: Derya Kitapevi.

- Bal A.P., Doğanay A. (2014). Sınıf Öğretmenliği Adaylarının Matematiksel Modelleme Sürecini Anlamalarını Geliştirmeye Yönelik Bir Eylem Araştırması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(5), 1363-1384.
- Baran, A. (2019). *Matematiksel modellemeye dayalı bir öğretim deneyinde sekizinci sınıf öğrencilerinin matematiksel iletişim becerilerinin, matematik okuryazarlıklarının ve duyuşsal özelliklerinin incelenmesi*. Yayımlanmış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.
- Bedir, S. G. (2020). *Ortaokul öğrencilerinin matematik okuryazarlığı farkındalık düzeylerinin geliştirilmesi: Tasarım tabanlı bir araştırma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Berry, J. ve Davies, A. (1996). Written Reports. In C.R. Haines and S. Dunthorne (eds) *Mathematics Learning and assessment: Sharing Innovative Practices*. London: Arnold, 3(3), 3-11.
- Biccard, P. ve Wessels, D. C. J. (2011). Documenting the Development of Modelling Competencies of Grade 7 Mathematics Students. *International Perspectives on the Teaching and Learning of Mathematical Modelling*. 1(5), 375-383.
- Blomhoj, M., & Kjeldsen, T.H. (2006). Teaching Mathematical Modelling Through Project Work. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematic*, 38(2), 163 – 177.
- Blomhøj, M., (2009). What's All the Fuss about Competencies? Experiences with Using a Competence Perspective on Mathematics Education to Develop the Teaching of Mathematical Modelling. *Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York: Springer, 2(2), 45-56.
- Blum, W. (1996). Applications and modelling in mathematics teaching – a review of arguments and instructional aspects. M. Niss, W. Blum, & I. Huntley (Edt.), *Teaching of mathematical modelling and applications* (s.10-29). New York: Ellis Horwood
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in math education – Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(7), 149-171.
- Blum, W., Niss, M., Borromeo Ferri, R. (2006). Theoretical and Empirical Differentiations of Phases in the Modelling Process. In Kaiser, G., Sriraman B., Blomhoij, M. (Eds.) *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*. 38(2), 86-95.

- Borovenik, M. & Peard, R. (1996). Probability. In A.J. Bishop (Ed.). *International Handbook of Mathematics Education* (239-287). Netherlands. Kluwer Academic Publishers.
- Borromeo-Ferri, R. (2006). Theoretical and empirical differentiations of phases in the modelling process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38 (2), 86-95.
- Bozkurt, I. (2019). *Matematik okuryazarlığı konusunda yetiştirilen öğretmenlerin öğrencilerinde matematik okuryazarlığının gelişiminin incelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Boz Yaman, B., Uyarlı, M. (2018). Bir Matematiksel Modelleme Etkinliği: Murat'ın Cep Telefonu. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 8, 11-23.
- Brodie, K. (2010). *Teaching mathematical reasoning in secondary school classrooms*. London: Springer.
- Bukova Güzel, E. (2016). *Matematik eğitiminde matematiksel modelleme*. Ankara, Pegem Akademi.
- Chamberlin, S. A., Moon, S. M. (2006). Model-eliciting Activities: An Introduction to Gifted Education. *Journal of Secondary Gifted Education*, 17, 37-47.
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches (4th ed.)*. London: Sage Publications Ltd.
- Çakmak, Z. T., Durmuş, S. (2015). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin istatistik ve olasılık öğrenme alanında zorlandıkları kavram ve konuların belirlenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15 (2), 27-58.
- Çalık, M. ve Sözbilir, M. (2014). Parameters of content analysis. *Education and Science*, 39(174), 33-38.
- De Corte, E., Greer, B., ve Verschaffel, L. (2002). Mathematics teaching and learning. İçinde D. Berliner ve R. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (491-549). New York: MacMillan.
- De Lange, J. (2003). Mathematics for literacy. In B. Madison & L. Steen (Eds.), *Quantitative literacy: Why numeracy matters for schools and colleges* (75-89). New Jersey: The National Council on Education and the Disciplines.

- Deniz, D., Küçük, B., CANSIZ, Ş., Akgün, L., & İşleyen, T. (2014). Ortaöğretim matematik öğretmeni adaylarının üst biliş farkındalıklarının bazı değişkenler açısından incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 22(1), 305-320.
- Dışbudak, K. (2014). *Model oluşturma etkinliklerinin 6.sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Doğan, A. (2021). Sürdürülebilir matematik öğretimi için öneriler: ilköğretim konularının hikâye anlatımı: Sürdürülebilir matematik öğretimi. *Uluslararası Müfredat ve Öğretim Dergisi*, 13 (1), 1-22.
- Durmus, S. (2011). An Investigation Related to the Modelling Levels and Values of Elementary School Prospective Mathematics Teachers. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 11(2), 1065-1071.
- Edwards, BS ve Ward, MB (2004). Matematik eğitimi araştırmalarından sürprizler: Öğrencilerin matematiksel tanımları (yanlış) kullanımı. *The American Mathematical Monthly*, 111 (5), 411-424.
- Ekawati, R., Susanti, S., & Chen, J. C. (2020). Primary Students' Mathematical Literacy: A Case Study. *Infinity Journal*, 9(1), 49-58.
- English, L. D., & Watters, J. (2004). Mathematical Modelling With Young Children. *28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 335-342.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri ve Bunların Matematik Öğrenimine Etkisi Hakkındaki Görüşleri. *Elementary Education Online*, 10(1), 364-377.
- Erarslan, A. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Model Oluşturma Etkinlikleri Üzerinde Düşünme Süreçleri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(4), 2953-2970.
- Erbaş, A. K., Ketil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., Baş, S. (2014). Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Temel Kavramlar ve Farklı Yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1607-1627.
- Erdem, D. (2011). Türkiye’de 2005–2006 yılları arasında yayımlanan eğitim bilimleri dergilerindeki makalelerin bazı özellikler açısından incelenmesi: Betimsel bir analiz. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 2 (3). 140-147.

- Erol, M. (2015). *Modelleme Etkinliklerinin 9.Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Okuryazarlıkları ve İnançları Üzerine Etkisi*. Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Ev-Çimen, E. (2008). *Matematik öğretiminde, bireye matematiksel güç kazandırmaya yönelik ortam tasarımı ve buna uygun öğretmen etkinlikleri geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Even, R. (1998). Factors Involved in Linking Representations of Functions. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(1), 105-121.
- Fırat, İ. (2019). *Türkiye’de matematik okuryazarlık ile ilgili 2020 yılına kadar yapılan çalışmaların doküman analizi yöntemiyle incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Amasya Üniversitesi, Amasya.
- Finfeld, D. L. (2003). Metasynthesis: The state of the art—so far. *Qualitative health research*, 13(7), 893-904
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
- Galbraith, P., ve Stillman, G. (2006). A Framework for Identifying Student Blockages During Transitions in the Modelling Process. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 143-162.
- Galbraith, P., Stillman, G., Brown, J., Edwards, I. (2007). Facilitating middle secondary modelling competencies. In C. Haines, P., Galbraith, W., Blum, & S. Khan, (Eds.), *Mathematical modelling: Education, engineering and economics* (130-140). Chichester, UK: Horwood.
- Graham, A. (1994). *Statistics: An introduction*. London: Hodder&Stoughton.
- Gravemeijer, K.P.E. (1997). Mediating between concrete and abstract, in T. Nunes and P. Bryant (eds.), *Learning and Teaching Mathematics: An International Perspective* (315-343), Lawrence Erlbaum, Hove, Sussex, United Kingdom.
- Greer, B. (1997). Modelling reality in mathematics classrooms: The case of word problems. *Learning and Instruction*, 7(4), 293-307.
- Güder, Y. (2013). *Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Modellemeye İlişkin Görüşleri*. Yüksek lisans tezi. Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elâzığ.

- Gürbüz, R., Çatlıoğlu, H. Birgin, O. and Erdem, E. (2010). An investigation of fifth grade students conceptual development of probability through activity based instruction: a quasi-experimental study. *Educational Sciences: Theory&Practice*, 10(2), 1021–1069.
- Gürbüz, R. (2007). Olasılık konusunda geliştirilen materyallere dayalı öğretime ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri, *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15, 259-270.
- Henn, H-W. (2007). Modelling in School-Chances and Obstacles, *The Montana Mathematics Enthusiast, Monograph 3*, 125-138.
- Herbel-Eisenmann, B., Johnson, K. R., Otten, S., Cirillo, M., & Steele, M. D. (2015). Mapping talk about the mathematics register in a secondary mathematics teacher study group. *The Journal of Mathematical Behavior*, 40, 29–42.
- Hermawan, L. I., Lestari, N. D. S., ve Rahmawati, A. F. (2019). Supporting students' reasoning and argumentation skills through mathematical literacy problem on relation and function topic. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 243(1), 12-106.
- Hıdıroğlu, Ç. N. (2012). *Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analiz edilmesi: Yaklaşım ve düşünme süreçleri üzerine bir açıklama*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Hıdıroğlu, Ç. N., Bukova Güzel, E. (2013). Matematiksel Modelleme Sürecini Açıklayan Farklı Yaklaşımlar. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 127- 145.
- Houston, S. K. (2001). The Theory of Multiple Intelligences and Mathematical Modelling, In J. F. Matos, W. Blum, K. Houston, & S. P. Carreira (Eds.), *Modelling and Mathematics Education: ICTMA 9: Applications in Science and Technology* (30-38). England: Horwood Publishing.
- Huinker, D. (2015). Representational Competence: A renewed focus for classroom practice in mathematics. *Wisconsin Teacher of Mathematics*, 67(2), 4-8.
- Işık, A., Yıldırım, Z. (2014). Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin 5.Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersindeki Akademik Başarılarına Etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(2), 581-600.
- İnce, M. (2019). *6. sınıflarda kümeler konusu öğretiminde gerçekçi matematik eğitimi yaklaşımı ve yansımaları*. Yüksek Lisans Tezi. Amasya Üniversitesi, Amasya.

- Jablonka, E. (2003). Mathematical literacy. In A. J. Bishop, M.A. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick & F. K. S. Leung (Eds.), *Second international handbook of mathematics education* (75-102). Dordrecht: Kluwer.
- Kabael, T. ve Ata Baran, A. (2016). Matematik öğretmenlerinin matematiksel iletişim becerilerinin gelişimine yönelik farkındalıklarının incelenmesi. *İlköğretim Online*, 15 (3), 868-881.
- Kaiser, G., MaaB, K. (2007). *Modelling In Lower Secondary Mathematics Classroom-Problems And Opportunities*, In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, M. Niss (Eds.).
- Kal, F.M. (2013). *Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin İlköğretim 6.Sınıf Öğrencilerinin Matematik Problemi Çözme Tutumlarına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli Üniversitesi, Kocaeli.
- Kapur, J. N. (1982). The Art of Teaching the Art of Mathematical Modeling. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. 13(2), 185-192.
- Kaput, J. J. (1998). Representations, inscriptions, descriptions and learning: A kaleidoscope of windows. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(2), 265-281.
- Kırıçoğlu, O. (2009). *Sanat Kültür Yaratıcılık*, Ankara: Pegem A Yayınları.
- Koparan, T., Akıncı, M. (2015). *İstatistik öğretiminde yeni yaklaşımlar*, 15-20.
- Konukoğlu, L., Ağaç, G. & Özmantar, M. F. (2019). Cumhuriyet dönemi ilkököl matematik dersi öğretim programlarının matematik okuryazarlık perspektifinden incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(2), 79-99.
- Korkmaz, A. (2005). Olasılık kuramının doğuşu. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 60(2), 171-193.
- Korkmaz, T. (2016). *Matematik uygulamaları dersinin öğrencilerin matematik okuryazarlığına etkisi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir.
- Kurt, E. S. (2015). *Gerçekçi matematik eğitiminin uzunluk ölçme konusunda başarı ve kalıcılığa etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Lesh, R., Amit, M. ve Schorr, RY (1997). Öğrencileri istatistiksel akıl yürütme için kavramsal modeller oluşturmaya yönlendirmek için 'gerçek hayat' problemlerini

- kullanmak. I. Gal ve JB Garfield'da (Eds.), *The Assessment Challenge in Statistics Education* (65-84). Burke, VA: Uluslararası İstatistik Enstitüsü.
- Lesh, R., Hoover, M., Hole, B., Kelly, A., and Post, T. (2000). Principles for developing thought-revealing activities for students and teachers. In A.E. Kelly and R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (591-646). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Lesh, R., & Doerr, H. (2003). Foundations of a models and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. In R. Lesh & H. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: A models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching* (3–33). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lingefj rd, T. (2000). Mathematical Modeling by Prospective Teachers Using Technology. *Electronically published doctoral dissertation*, University of Georgia.
- Lingefj rd, T. & Holmquist, M. (2005). To assess students' attitudes, skills and competencies in mathematical modeling. *Teaching Mathematics and its Applications*, 24(2-3), 123-133.
- Lingefj rd, T. (2006). Faces of Mathematical Modeling. *Zentralblatt f r Didaktik der Mathematik-ZDM*, 38(2), 96-112.
- Lutzer, C. V. (2005). Fostering mathematical literacy. *PRIMUS*, 15(1), 1-6.
- Maa , K. (2006). What are the modelling competencies, *ZDM*, 38 (2), 113-142.
- Malasari PN, Herman T, Jupri A. (2020). Sorgulama    birli i Modeli:   rencilerin Matematiksel Okuryazarlık Yeterlili ini Geli tirmeye Yönelik Bir  aba. *JTAM IJ Teor ve Apl Mat*, 4 (1), 87.
- McCrone, S.S., Dossey, J.A. (2007). *Mathematical Literacy – It's Become Fundamental*, Academic Research Library.
- Merriam, S. B., Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. John Wiley & Sons. 132-135.
- Miles, M. B., and Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook. (2nd Edition)*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). PISA 2003 ulusal nihai rapor. <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2013/07/PISA-2003-Ulusal-NihaiRapor.pdf> adresinden eri ilmi tir. (Erişim tarihi: 05.06.2018).
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2011). PISA Türkiye.

- <http://pisa.meb.gov.tr/wpcontent/uploads/2013/07/PISA-kitab%C4%B1.pdf> adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi: 10.04.2018).
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013a). Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı.
- <https://docplayer.biz.tr/1747576-Matematik-dersi-5-6-7-ve-8-siniflar.html> adresinden erişilmiştir. (Erişim Tarihi: 21.11.2020).
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013b). PISA 2012 ulusal ön raporu.
- <http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2013/12/pisa2012-ulusal-on-raporu.pdf> adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi: 10.04.2018).
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2015). PISA 2012 araştırması ulusal nihai rapor.
- <http://pisa.meb.gov.tr/> adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi: 02.09.2017).
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). Akademik becerilerin izlenmesi ve değerlendirilmesi: 8.sınıflar raporu.
- https://odsgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_11/30114819_iY-web-v6.pdf adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi: 07.10.2018).
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). PISA 2015 Ulusal Raporu.
- <http://pisa.meb.gov.tr/> adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi: 02.09.2018).
- Millî Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2019). PISA 2018 Türkiye raporu.
- <https://www.meb.gov.tr/10-pisa-2018-turkiye-on-raporu/duyuru/19964> adresinden erişilmiştir. (Erişim Tarihi: 12.7.2020).
- Mischo, C., Maaß, K., (2012). Which personal factors affect mathematical modelling? The effect of abilities, domain specific and cross domain-competences and beliefs on performance in mathematical modelling, *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 1(7), 3-19.
- Mousoulides, N., Christou, C., Sriraman, B. (2006). *From problem solving to modelling- A meta analysis*.
- Muyo, M. (2015). *Prizren eğitim fakültesi öğrencilerinin matematik okuryazarlığı problemlerini çözme becerilerinin geliştirilmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and standards for school mathematics: An Overview*. Reston.

- Niss, M., and Højgaard, T. (2011). A competence description of mathematical education. In M. Niss and T. Højgaard (Eds.), *Competencies and mathematical learning* (49-80).
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Paris: OECD Publishing.
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2013a). *PISA 2012 assessment and analytical framework: Mathematics, reading, science, problem solving and financial literacy*, OECD Publishing.
- <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en> adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi: 08. 03. 2018).
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2013b). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs*, OECD Publishing.
- <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201170-en> adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi: 08. 03. 2018).
- Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD]. (2017). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*, revised edition.
- <https://www.oecd.org/publications/pisa-2015-assessment-and-analytical-framework-9789264281820-en.htm> adresinden erişilmiştir. (Erişim Tarihi: 25.10.2019).
- Organisation For Economic Co-Operation And Development [OECD]. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*.
- <https://www.oecd.org/education/pisa-2018-assessment-and-analytical-framework-b25efab8-en.htm> adresinden erişilmiştir. (Erişim Tarihi: 13.12.2020).
- Ovayolu, Ö. (2010). *Türkiye'deki öğrencilerin PISA 2006 matematik alt testindeki düşünme süreçlerine ilişkin puan dağılımları*. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Özer, A. Ö., Güzel, E. B. (2020). Bisim Matematiksel Modelleme Etkinliğinin Sınıf İçi ve Sınıf Dışı Uygulaması. *International Journal of Educational Studies in Mathematics*, 7(4), 289-308.

- Özgen, K. ve Bindak, R. (2011). Lise öğrencilerinin matematik okuryazarlığına yönelik öz-yeterlik inançlarının belirlenmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 11(2), 1073-1089.
- Özkaya, M., Öcal, M. F., Konyalioglu, A. C. (2016). Visualization in Solving Inequality Questions: Case of Pre-Service Mathematics Teachers. *Journal of Education and Human Development*, 5(4), 119-137.
- Özmen, Z. M. (2012). 8. Sınıf Öğrencilerinin Sözel Problemlerde Verilenler ile İstenenler Arasındaki İlişkiyi Belirleyebilme Becerileri, *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*.
- Paridjo and Waluya, B. (2017). Analysis mathematical communication skills students in the matter algebra based NCTM. *IOSR Journal of Mathematics*, 13 (1), 60-66.
- Pollak, H. O. (2003). A history of the teaching of modelling. In G. Stanic & J. Kilpatrick (Eds.), *A history of school mathematics*, (647-671)., Reston, VA: NCTM.
- Pugalee, D. (1999). Constructing a model of mathematical literacy. *The Clearing House*, 73(1), 19-22.
- Rahmawati, NS, Bernard, M. ve Akbar, P. (2019). Analisis Kemampuan Komunikasi Matematik Siswa Smk Pada Materi Sistem Persamaan Linier Dua Variabel (SPLDV). *Eğitim Dergisi*, 1(2), 344-352.
- Reys, R. M., Suydam, M. Lindquist & N. Smith. (1998). *Helping Children Learn Mathematics*. USA: A Viacom Company.
- Saenz, C. (2009). The role of contextual, conceptual and procedural knowledge in activating mathematical competencies (PISA). *Educational Studies in Mathematics*, 71, 123–143.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi*. Yüksek lisans tezi. Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Rize.
- Saputri, P., Mardiana, M., ve Triyanto, T. (2018). An analysis of students mathematical literacy ability of junior high school students. *Proceedings of the International Conference on Teacher Training and Education*, 262, 185-189.
- Savran, N. Z. (2004). PISA- Projesi'nin Türk eğitim sistemi açısından değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 2(4), 397-414.

- Smith, M. S., & Stein, M. K. (2011). *Five practices for orchestrating productive mathematics discussions*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Söylemez, Ş. (2022). *Matematik okuryazarlığı eğitiminin ortaokul öğrencilerinin matematik başarılarına, matematiksel motivasyonlarına ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Sriraman, B. (2006). Conceptualizing The Notion of Model Eliciting. *Fourth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education*. Sant Feliu de Guíxols, Spain.
- Steen, L. A., Turner, R., Burkhardt, H. (2007). Developing mathematical literacy. In W. Blum, P.L. Galbraith, H.W. Hennand M. Niss (Eds), *Modelling and Applications in Mathematics Education* (285-294). US: Springer.
- Suharta, P.G. and Suarjan, M. (2018). A case study on mathematical literacy of prospective elementary school teachers. *International Journal of Instruction*, 11(2), 413-424.
- Şen, Ö. (2017). Matematik Dersi Ortaokul Öğretim Programlarının Karşılaştırılması: 2009-2013-2017. *Current Research in Education*, 3(3), 116-128.
- Taşpınar Şener, Z., Bal, A. (2015). Türkiye’de Matematik Eğitimi Alanındaki Matematiksel Modelleme Araştırmalarının İçerik Analizi: Bir Meta-Sentez Çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 40(178), 139-161.
- Tavşancıl, E. ve Aslan, E. (2001). *İçerik analizi ve uygulama örnekleri*. İstanbul: Epsilon Yayıncılık.
- Tekin, B. ve Tekin, S. (2004). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel okuryazarlık düzeyleri üzerine bir araştırma. *MATDER*.
- Tekin Dede, A., Bukova Güzel, E. (2014). Model oluşturma etkinlikleri: kuramsal yapısı ve bir örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 33(1), 123-141.
- Thompson, D. R., and Chappell, M. F. (2007). Communication and representation as elements in mathematical literacy. *Reading and Writing Quarterly*, 23, 1-18.

- Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS]. (2003). IEA's TIMSS 2003 international report on achievement in the mathematics cognitive domains: Findings from a developmental project international association for the evaluation of educational achievement.
- <https://eric.ed.gov/?id=ED494652> adresinden erişilmiştir. (Erişim Tarihi: 15.11.2019).
- Treffeers, A. (1991). Didactical background of a mathematics programm for primary education, in L. Streefland (ed.), *Realistic Mathematics Education in Primary School*, CD-β Press / Freudenthal Institute, Utrecht University, Utrecht, The Netherlands, pp. 21–56.
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. Kademedeki Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Turner, R., Blum, W., and Niss, M. (2015). Using competencies to explain mathematical item demand: A work in progress. In K. Stacey and R. Turner (Eds.), *Assessing mathematical literacy: The PISA experience* (85-115). New York, NY: Springer.
- Turner, R. (2010). Identifying cognitive processes important to mathematics learning but often overlooked.
- https://research.acer.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1077&context=research_conference adresinden erişilmiştir. (Erişim tarihi, 23.11.2019).
- Türkan, K. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik okuryazarlığı becerilerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Umay, A. (2003). Matematiksel Muhâkeme Yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 234-243.
- Uysal, E., Yenilmez K. (2011). Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Matematik Okuryazarlığı Düzeyi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(2), 1-15.
- Ülger, TK (2021). *Matematik Okuryazarlık Yeterliklerinin Tasarımının Dayalı Bir Modüler Programının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Van den Heuvel-Panhuizen M. (2003). Gerçekçi matematik eğitiminde modellerin didaktik kullanımı: yüzde üzerinde boylamsal bir yörüngeden bir örnek. *Educ Stud Math*, 54(1), 9–35.

- Verschaffel, L., Greer, B., & Corte, E. D. (2002). Everyday knowledge and mathematical modeling of school word problems. *In Symbolizing, modeling and tool use in mathematics education*, (257-276). Springer, Dordrecht.
- Von Glaserfeld (1995). Einführung in den radikalen Konstruktivismus, in: Watzlawik, P. (Hrsg.), *Die erfundene Wirklichkeit, Wie wissen wir, was wir zu wissen glauben* (16-38), München.
- Voskoglou, M. G. (2006). The Use of Mathematical Modelling as a Tool for Learning Mathematics. *Quadern di Ricerca in Didattica*. 16, 53-60.
- Widjaja, W. (2011) Towards mathematical literacy in the 21st century: perspectives from Indonesia. *Southeast Asian mathematics education journal*, 1(1), 75-84.
- Yanık, H. B., Bağdat, O., Koparan, M. (2017). Ortaokul öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 5(1), 80-101.
- Yıldırım, A. ve ŞİMŞEK H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma*. Ankara, Seçkin Yayınları.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara, Seçkin.

EKLER

EK-1. Anadolu Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Karar Belgesi

Karar Kararı Tarihi: 15.10.2018		Protokol No: 97205		Tarih: 24.10.2018	
					
ANADOLU ÜNİVERSİTESİ SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU KARAR BELGESİ					
ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	Doktora Tez Çalışması				
KONU:	Eğitim Bilimleri				
BAŞLIK:	8. Sınıf Öğrencileri ile Gerçekleştirilen Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Matematik Okuryazarlık Becerilerinin Gelişimine Etkisi				
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Doç. Dr. Tuha ADA				
TEZ YAZARI:	Rafia DEMİREL				
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-				
KARAR:	Olumlu				

ETKİNLİK 1

Ahmet Bey, kış aylarında evine gelen yüksek tutarlı doğalgaz faturalarından sonra evine dış cephe mantolama yaptırmaya karar veriyor. Mantolama fiyatlarını araştırıyor. Yaptığı incelemeler sonucu çeşitli mantolama malzemeleri olduğunu görüyor. Bunlardan en çok tercih edilen iki tanesinin fiyatlarını not ediyor. Görüyor ki malzeme, işçilik ücretleri derken mantolama için epeyce bir ücret ayırması gerekiyor. Bu nedenle kafası karışan Ahmet Bey mantolama yaptırıp yaptırmama konusunda kararsız kalıyor.

Ahmet Bey'in dış cephe mantolama ile ilgili araştırması sonucu elde ettiği bilgiler aşağıdaki gibidir. Sizin yapmanız gereken bu bilgilere dayalı olarak Ahmet Bey'e mantolama yaptırıp yaptırmama konusunda karar verebilmesini sağlayacak bir model geliştirmeniz. Bu modelden yola çıkarak gelecek 10 yıl içinde tasarrufunu hesaplayacak bir model ortaya çıkarabilir misiniz? Ahmet Bey'e bu modeli ayrıntılı bir şekilde anlatan bir mektup yazar mısınız?

NOT: Ahmet Bey'in evinin dış cephesi 150 m² dir.

MANTOLAMA MALZEMELERİ	EPS MALZEMELER	TAŞ YÜNÜ MALZEMELER
ISI İLETKENLİK KATSAYISI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI
YANMAZLIK	ALEV ALMADAN YANAR	YANMAZ
SU GEÇİRMEZLİK	ÇOK AZ	SUYA KARŞI ZAAFI VAR YAPILIRKEN İYİ KORUNMALI
SES YALITIMI	AZ SES YALITIMI	DAHA FAZLA SES YALITIMI
BASINÇ DAYANIMI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI	YAKLAŞIK OLARAK AYNI
NEFES ALMA	AZ	NEFES ALIR
AĞIRLIK	AZ	ÇOK FAZLA
UYGULAMA ZORLUĞU	NORMAL	DAHA ZOR
UZUN ÖMÜRLÜLÜK	ORTALAMA 20 YIL	ORTALAMA 25 YIL
FİYAT m ²	17 TL	28 TL
İŞÇİLİK 100 M ² VE ÜZERİ	20 TL	22TL
ENERJİ TASARRUFU	%10	%12

ETKİNLİK 2

İsmail Bey, 2015 model 40000 km'deki arabasını değiştirmek istiyor.

İsmail Bey'in evine 100 km uzaklıkta olan bir bahçesi bulunmaktadır. Yılın 5 ayında her hafta haftada 1 defa olmak üzere ağaçları sulamak üzere bahçesine gitmektedir. Ayrıca İsmail Bey, arazisinde bulunmadığı için suyu bir nakliye şirketi ile anlaşarak sefer başına 100 TL alan bir kamyonete taşıtmaktadır.

İsmail Bey, yol masraflarından dolayı dizel mi yoksa benzinli mi bir araç alsaydı ya da suyu da kendi taşıyabileceği şekilde bir arazi aracı alsaydı bilememektedir. Bir araç en az 4 yıl en fazla 10 yıl kullandığı bilinen İsmail Bey'e hangi araç daha tasarruflu olur bir model geli tirerek araştırılmaktadır.

ARAÇ BİLGİLERİ

ARAÇ ADI	ARAÇ	BARAJ	CARAJ
ARAÇ ESİTİ	DİZEL	DİZEL ARAZİ ARAÇ	BENZİNLİ
YAKIT (KM)	35 KURU	90 KURU	55 KURU
10.000 KM'DE BAKIM MASRAFI	1000 TL	1500 TL	650 TL
BEDEL	210.000 TL	200.000 TL	195.000 TL

ETKİNLİK 3

Cihan 20 yaşında bir üniversite öğrencisidir. Günlük hayatında telefon kullanımı önemli bir yere sahiptir. Telefonunu günlük konuşmalar ve mesajlaşmalar dışında internete erişim içinde çok aktif olarak kullanmaktadır. Mevcut hattının tarifesindeki ücretsiz internet miktarı artık onun için yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden aynı hattın farklı bir tarifesine geçmeye karar vermiştir. Tarifeleri incelediğinde 15 çeşit tarifeden sadece 26 yaş ve altındakilerin kullanımına uygun olan 3 çeşit tarifeyi kendine uygun bulmuştur. Ancak hangisinin daha avantajlı olduğuna karar verememiştir.

Siz Cihan'ın aylık yaklaşık olarak 500 dakikalık görüşme gerçekleştirdiğini, 150-200 sms kullandığını ve 10 GB internet kullandığını göz önünde bulundurarak onun için uygun ve daha tasarruflu tarifenin hangisi olduğunu bir model yardımıyla Cihan'a açıklayınız.

NOT: 6 Yıllık tarife ücretleri sabittir (Ekstra internet ücreti dahil değil).

1. TARİFE

Aylık 9 GB internet ücretsiz, ilk ay hediye 20 GB, ekstra her 1 GB internet kullanımı 20 TL ile ücretlendirilir.

Aylık 750 dakika ve 250 SMS ücretsiz.

Akıllı devretme özelliği ile bir önceki aydan kalan dakika, sms ve internet bir sonraki aya devredilebilir.

İlk 3 ay 25 TL sonraki 12 ay 29 TL sonra her ay 6 yıl boyunca 49 TL fatura ücreti.

2. TARİFE

Aylık 10 GB internet ücretsiz, ilk ay hediye 10 GB, ekstra her 1 GB internet kullanımı 5 TL ile ücretlendirilir.

Aylık 750 dakika ve 250 SMS ücretsiz.

Akıllı devretme özelliği ile bir önceki aydan kalan dakika, sms ve internet bir sonraki aya devredilebilir.

İlk 3 ay 35 TL sonraki 12 ay 39 TL sonraki her ay 6 yıl boyunca 59 TL fatura ücreti.

3. TARİFE

Aylık 11 GB internet ücretsiz, ilk ay hediye 20 GB, ekstra her 1 GB internet kullanımı 5 TL ile ücretlendirilir.

Aylık 750 dakika ve 250 SMS ücretsiz.

Akıllı devretme özelliği yok.

İlk 3 ay 35 TL sonraki 12 ay 39 TL sonraki her ay 6 yıl boyunca 65 TL fatura ücreti.

4. ETKİNLİK

Arzu Hanım, evinin arka bahçesindeki çimlik alan için 360° dönebilen su fışkiyelerinden almak istiyor. Bu durum için ayırdığı bütçe 1000 TL'dir. Bütçesini geçmeyecek şekilde hangi fışkiyelerden ne kadar almalıdır ve bunları bahçesine nasıl yerleştirmelidir ki sulanmayan alan kalmasın? Bir model yardımıyla Arzu Hanım'a açıklayınız.

Bahçenin şekli dikdörtgen ve eni 10 m boyu ise 20 m'dir.



Fışkiye çeşitleri

6 m çapında dairesel alanı sulayabilen fışkiye tane fiyatı 20 TL

10 m çapında dairesel alanı sulayabilen fışkiye tane fiyatı 27 TL

14 m çapında dairesel alanı sulayabilen fışkiye tane fiyatı 35 TL

Not: Her bir fışkiye için işçilik ücreti 200 TL'dir.

Bu etkinlik (Bukova Güzel, 2016, s. 97)'den uyarlanmıştır.

EK-3: Öğrenci Gözlem Formu

ÖRNEK ÖĞRENCİ GÖZLEM FORMU

GÖZLEMCI:.....

Tarih:.....

Gözlenen Öğrenci Adı ve Soyadı:.....

Okulu:.....

Sınıfı:.....

Numarası:.....



Matematiksel Modelleme Becerileri

Etkinlik: Veri Analizi	
Davranışlar	Yorumlar
1. Öğrenciler matematiksel modelleme etkinliğini nasıl anlıyorlar?	
2. Çözüm için hangi varsayımlarda bulunuyorlar?	
3. Matematiksel modeli nasıl ortaya koyuyorlar?	
4. Ortaya çıkardıkları modeli nasıl doğruluyorlar?	
5. Ortaya çıkardıkları farklı modeller arasındaki karşılaştırmaları nasıl yapıyorlar?	
6. Matematiksel modeller için ne tür temsiller kullanıyorlar ve temsiller arası geçişi nasıl yapıyorlar?	

EK-4: Öğrenci Bilgilendirme Formu

Bu çalışma, “8. Sınıf Öğrencileri ile Gerçekleştirilen Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Matematik Okuryazarlık Becerilerinin Gelişimine Etkisi” başlıklı bir araştırma çalışması olup Veri İşleme ve Olasılık öğrenme alanlarında 8. sınıf öğrencilerinin olasılık ve veri işleme konuları kapsamında gerçekleştirecekleri matematiksel modelleme ve matematik okuryazarlık becerilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma, Rafia DEMİREL tarafından yürütülmekte ve sonuçları ile 2017 yılından itibaren programa dahil edilen matematiksel modellemenin 2017 yılında programa girmesiyle, öğrencilerin modelleme becerilerinin, modellemeyi destekleyen bir sınıf ortamına, öğretim uygulamalarına ve matematiğin günlük yaşama entegre edilerek daha derinlemesine anlaşılmasının gelişimine ışık tutulacaktır.

Sınıf içinde tasarladığım uygulamalarımı 2018-2019 eğitim-öğretim yılı güz ve bahar dönemleri içinde 12 aylık bir süreçte gözlemleyeceğim.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda, gözlemler, klinik görüşmeler yapılarak sizden veriler video ve ses kayıtları alınarak toplanacaktır.
- İsminizi yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz/araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler korunacak ve araştırma sonunda arşivlenerek hiçbir kişi, kurum ya da kuruluş ile paylaşılmayacaktır.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/tealep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Araşturmacı Adı: Rafia DEMİREL

Adres : Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
Doktora Programı

Bu çalışmada tamamen kendi rızamla katılımcı olarak bulunmayı onayladığımı beyan ederim.
İstediğim takdirde çalışmadan ayrılabilceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla
kullanılmasını kabul ediyorum. Katılacağım derslerin ve görüşmelerin video kamera ile kayıt
altına alınmasında sakınca yoktur.

(Lütfen bu formu doldurup imzaladıktan sonra veri toplayan kişiye veriniz.)

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih:

XXXXXX

EK-5: Öğrenci Velisi Bilgilendirme Formu

Sayın Veli,

Bu mektubun amacı sizi araştırmamızla ilgili haberdar etmek ve buna bağlı olarak velisi bulunduğunuz öğrencinin katılımıyla ilgili izin almaktır. “8. Sınıf Öğrencileri ile Gerçekleştirilen Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Matematik Okuryazarlık Becerilerinin Gelişimine Etkisi” başlıklı bir doktora tez çalışması yapmaktayım. Bu çalışma ile; Veri İşleme ve Olasılık öğrenme alanlarında 8. sınıf öğrencilerinin olasılık ve veri işleme konuları kapsamında gerçekleştirecekleri matematiksel modelleme ve matematik okuryazarlık becerilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Sınıf içinde tasarladığım uygulamalarımı 2018-2019 eğitim-öğretim yılının güz ve bahar dönemleri içinde 12 aylık bir süreçte gözlemleyeceğim.

Ben Anadolu Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalında doktora öğrencisiyim. Velisi olduğunuz öğrencinin matematik öğretmeniyim. Tez çalışmamı Doç. Dr. Tuba ADA danışmanlığında yürütmekteyim. Bu çalışmanın sonuçları ile öğrencilerin modelleme becerilerinin, modellemeyi destekleyen bir sınıf ortamına, öğretim uygulamalarına ve matematiğin günlük yaşama entegre edilerek daha derinlemesine anlaşılmasının gelişimine ışık tutulacaktır. Ülkemizde 2017 yılında yeniden düzenlenen ilköğretim matematik öğretim programına günlük yaşamında matematiği kullanabilen, karşılaştığı problem durumlarına çözüm üretebilen ve çözümlerini paylaşabilen bireyler yetiştirme vizyonu ile matematiksel modelleme yapabilme becerisi de dahil edilmiştir. Çünkü günümüzde teknolojinin hızlı gelişmesinden dolayı bireylerin bilgilere ulaşması ve kullanabilmesi, bireylerin kendi becerileri ile bilgilerini üretebilmesine bağlıdır. Bu bilgilerin üretilmesi için teknoloji ile barışık bir yaşamda bireylerin bilgiler arasında ilişkileri kurabilmesi, model oluşturabilmesi ve problem çözebilme becerileri ile mümkündür. Böylesi bir tespit ile bu çalışmada amaç; 8. sınıf öğrencilerinde Olasılık ve Veri İşleme öğrenme alanlarında modelleme etkinliklerinin kullanımıyla öğrendiklerini kullanarak bilinmeyen hakkında tahminde bulunup bulunamadığını ve bilgilerini okul içerisinde ve okul dışında uygulayıp uygulayamadığını araştırarak matematik okuryazarlık becerilerini ön plana çıkarmayı desteklemektir.

Araştırma kapsamında öğrenciler ile gözlemler ve klinik görüşmeler yapılacaktır. Gözlemler esnasında veri kaybını minimuma indirmek için dersler video kamera ile kayıt altına alınacaktır. Gözlemlerin odağı 8. Sınıf öğrencileri ve bulundukları matematik öğrenme ortamındaki uygulamaları olacaktır. Bu esnada video kayıtlarından yararlanılacaktır. Video kayıtlarında öğrencilerin görüntülerinin de bulunma ihtimali vardır. Video kayıtları doktora tezinin bir parçası olarak kullanılacaktır. Bu çalışma kapsamında sağlanacak olan tüm bilgiler gizli tutulacak ve sadece araştırma amaçları çerçevesinde kullanılacaktır. Çalışmada öğrenci yüzleri ve isimleri gizlenecektir. Öğrencilerden alınan tüm veriler kapsamı dışında hiçbir kişi ya da kurum ile kesinlikle paylaşılmayacaktır. Çalışmaya katılım gönüllü olduğu için velisi bulunduğunuz öğrenci istediğiniz zaman araştırmadan ayrılma hakkına sahiptir. Bu bağlamda aşağıdaki metni okumanızı ve kararınız doğrultusunda belgeyi imzalama ya da imzalamama özgürlüğünüzün olduğunu belirtmek isteriz.

Rafia DEMİREL

Doç. Dr. Tuba ADA

Araştırmacı tarafından amacı ve uygulama programı anlatılan bu çalışmada çocuğumun yer almasına razıyım ve izin veriyorum. Bu çalışma kapsamında sağlanacak olan tüm bilgilerin gizli tutulacağını ve sadece araştırma amaçları çerçevesinde kullanılacağını anladım. Araştırmacı tarafından çalışmanın şekli, amacı ve muhtemel süresine ilişkin kapsamlı bir şekilde bilgilendirildim. Çalışma hakkında sorular sorulmasına ilişkin imkân sağlanmıştır. Ayrıca öğrencinin katılacağı derslerin ve görüşmelerin video kamera ile kayıt altına alınmasında sakınca yoktur. Araştırmada çocuğumun adı ve diğer bilgilerinin benim iznim olmadan kullanılmayacağı bildirilmiştir.

Araştırmalardan elde edilen videolar daha sonra eğitim amaçlı kullanılabilir.

Lütfen verilerin bu şekilde kullanılmamasını isteyip istemediğinizi aşağıda belirtiniz.

☐ Uygulamalar sırasında alınan video görüntülerinin araştırma sunumları veya eğitici amaçlarla kullanılmasına yönelik izin veriyorum.

☐ Uygulamalar sırasında alınan video görüntülerinin araştırma sunumları veya eğitici amaçlarla kullanılmasına yönelik izin vermiyorum.

[Yukarıda yazılı olan bilgileri okudum ve bu çalışmaya çocuğumun katılmasına onay veriyorum.

EK-6: Klinik Görüşme Soruları

Matematik Okuryazarlığı Ölçme Aracı	Görüşme Soruları
Etkinlik 1 (Mantolama Malzemesi Etkinliği)	1. Problemi nasıl yorumladın? a. Mantolama malzemeleri ile ilgili verilen özelliklerden ne anlıyorsun? b. Malzeme ve işçilik fiyatları ile ilgili ne düşünüyorsun? c. Evin 150 metrekare olması sence sonucu etkiler mi? 2. Problemin çözüm sürecinde neler yaptınız açıkla mısın? a. Neden ilk başta belirttiğiniz sonucu değiştirdiniz?
Etkinlik 2 (Tasarruflu Araç Seçimi Etkinliği)	1. Problemden ne anladığınızı anlatabilir misiniz? a. Araçların hangi özelliklerini dikkate aldınız? 2. Problemin sonucuna nasıl ulaştınız? a. Araçların dizel veya benzinli olması sonucu nasıl etkiledi?
Etkinlik 3 (Tarife Seçimi Etkinliği)	1. Problemi nasıl yorumladınız? a. Tarifelerin hangi özelliklerini dikkate aldınız? b. Neden ekstra internet ücretine odaklandınız? 2. Problemin çözümünü nasıl yaptığınızı açıkla mısın? a. Ekstra internet ücreti nasıl tarifelerin birbirinden farklılaşmasını sağladı?
Etkinlik 4 (Fıskıye Seçimi Etkinliği)	1. Problemden ne anladığınızı açıkla mısın? a. Fıskiyelerin hangi özelliklerini dikkate aldınız? b. Bahçenin dikdörtgen olması problemi nasıl etkiler mi? 2. Problemin çözüm sürecini anlatır mısın? a. Fıskiyelerin hangi özellikleri sonucu daha çok etkiledi?

EK-7: Modelleme Etkinlikleri Kontrol Listesi (Etkinlik 4 Örneği)

Modelleme Etkinlikleri Kontrol Listesi				Sonuç
Kontrolün Konusu	Sıra	Kontrol Edilen Özellikler	Evet	Hayır
Problem Durumunun Bağlamı ile ilgili Liste	1	Bağlam öğrencilerin önceki bilgileriyle ilişkilendirilebilir nitelikte mi?	×	
	2	Bağlam öğrencilerin tecrübeleriyle ilişkilendirilebilir nitelikte mi?	×	
	3	Bağlam öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkilendirilebilir nitelikte mi?	×	
	4	Bağlam öğrencilerin şu an ki bilgi seviyelerine uygun basitlikte mi?	×	
	5	Bağlam öğrencilerde uğraşma isteği uyarmak nitelikte mi?	×	
	6	Bağlamda ortaya çıkarılması istenen modelin hangi amaçlar için gerekli olduğu belli mi?	×	
	7	Bağlamda öğrenciyi yönlendiren anahtar kelimeler ve hazır kalıplar var mı?		×
Etkinliğin süreci ile ilgili kontrol listesi	1	Problem durumu süreçte öğrencilere verileri ve amaçları yazmalarını gerektiriyor mu?	×	
	2	Problem durumu süreçte öğrencileri mevcut örüntü ve düzen üzerine odaklandırabilecek nitelikte mi?	×	
	3	Öğrenciler etkinlik sürecinde problem hakkında neler düşündüklerini yazabiliyorlar mı?	×	
	4	Problem durumu ile öğrenciler bir model ortaya çıkarmaya ihtiyaç duyacaklar mı?	×	

Ortaya çıkacak modellerle kontrol listesi	5	Süreç öğrencilerde gerçek yaşam durumları üzerine düşüncelerini sağlıyor mu?	×
	6	Problem durumunun birden çok çözüm yolu var mı?	×
	7	Problem durumu öğrencilere düşüncelerini, tahminlerini ve çözüm yollarını yazmalarını gerektiriyor mu?	×
	1	Problem durumuyla öğrenciler anlamlı matematiksel yapılar oluşturabilirler mi?	×
	2	Problem durumuyla öğrenciler oluşturdukları matematiksel yapıları düzenleyip geliştirebilirler mi?	×
	3	Problem durumunda birden çok doğru yanıt var mı?	×
	4	Problem durumunda yanıtlar açık uçlu mu?	×
	5	Problem durumunda yanıtlar sürekli rafine edilebilir nitelikte mi?	×
	6	Problem durumu öğrencilere, ortaya çıkardıkları modelleri değerlendirmeleri için fırsat veriyor mu?	×
	7	Problem durumunda öğrencilerin ulaştıkları “nihaî model” benzer durumlarda da kullanılabilir mi?	×
	8	Öğrenciler basit ama açıklama gücü yüksek bir model ortaya koyabiliyorlar mı?	×

Bu kontrol listesi (Lesh vd., 2000’den akt. Karabaş C., 2016)’e göre düzenlenmiştir.

EK-8: Uygulama Araştırma İzni



**T.C.
BURDUR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü**

Sayı : 39958266-605.01-E.1072744
Konu : Araştırma İzni (Rafia DEMİREL)

16/01/2019

VALİLİK MAKAMINA

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Doktora Programı Öğrencisi Rafia DEMİREL'in, Doç. Dr. Tuha ADA'nın danışmanlığında "8. Sınıf Öğrencileri ile Gerçekleştirilen Matematiksel Modelleme Etkinliklerinin Matematik Okuryazarlık Becerilerinin Gelişimine Etkisi" konulu tez çalışması kapsamında 2018-2019 öğretim yılı Güz ve Bahar dönemlerinde Müdürlüğümüze bağlı Bucak İlçemiz Ayşe Sak Ortaokulu, 15 Temmuz Şehitler Ortaokulu, Hüseyin Türker Ortaokulu ve Emin Gülmez Ortaokulunda öğrenim gören 8. sınıf öğrencileriyle gözlem ve klinik görüşmeler yapılmasını istemesi ile ilgili Anadolu Üniversitesi Rektörlüğü Genel Sekreterliği Yazı İşleri Müdürlüğünün 04.01.2019 tarihli ve E.2075 sayılı yazısı ve ekleri ilişikte sunulmuştur.

Gözlem ve klinik görüşmelerin, Bakanlığımız Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2017/25 sayılı Genelgesi doğrultusunda, eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde Müdürlüğümüze bağlı Bucak İlçemiz Ayşe Sak Ortaokulu, 15 Temmuz Şehitler Ortaokulu, Hüseyin Türker Ortaokulu ve Emin Gülmez Ortaokulunda öğrenim gören 8. sınıf öğrencileriyle gönüllülük esasına göre yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi durumunda Olurlarınıza arz ederim.

Mahmut BAYRAM
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR
.../01/2019

Mehmet YILDIZ
Vali a.
Vali Yardımcısı

Eki: Yazı örneği ve ekleri

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Rafia DEMİREL

Yabancı Dil: İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2007- Matematik Öğretmeni (Son Görev Yeri: Ayşe Sak Ortaokulu Bucak/BURDUR)
- 2011-2022, Anadolu Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Doktora Programı
- 2007-2009, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Yüksek Lisans Programı
- 2003-2007, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Lisans Programı

Yayınları:

Yenilmez, K. Ve Gökmen, R. (2007). Opinions of The Students of Education Faculties About Computer Aided Education. *7th International Educational Technology Conference*'nda sunulan bildiri. Kıbrıs, Uzak Doğu Üniversitesi.

Yenilmez, K. Ve Gökmen, R. (2007). Opinions of The Students of Computer Education And Instructional Technologies Department Towards Computer Aided Education. *1st International Symposium on Computer and Instructional Technologies*'de sunulan bildiri. İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi.