



**CEBİRSEL İFADELER VE ÖZDEŞLİKLER
KONUSUNUN SOMUT VE SANAL
MATERYALLER İLE ÖĞRETİMİ: BİR EYLEM
ARAŞTIRMASI**

Elif ALBAYRAK

Doktora Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

2023

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**CEBİRSEL İFADELER VE ÖZDEŞLİKLER KONUSUNUN SOMUT VE SANAL
MATERYALLER İLE ÖĞRETİMİ: BİR EYLEM ARAŞTIRMASI**

(Teaching the Subject of Algebraic Expressions and Identities with Concrete and Virtual
Materials: An Action Research)

DOKTORA TEZİ

Elif ALBAYRAK

Danışman: Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN

Erzurum
Mart, 2023

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Elif ALBAYRAK tarafından hazırlanan “Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Somut ve Sanal Materyaller ile Öğretimi: Bir Eylem Araştırması” başlıklı çalışması 20/03/2023 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Serdal BALTACI Aslı Islak İmzalıdır
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN Aslı Islak İmzalıdır
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Levent AKGÜN Aslı Islak İmzalıdır
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Muhammet Hanifi ERCOŞKUN Aslı Islak İmzalıdır
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Doç. Dr. Okan KUZU Aslı Islak İmzalıdır
Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Enstitü Yönetim
Kurulunun / ... /
tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

.... / / 2023

Prof. Dr. Adnan KÜÇÜKOĞLU

Enstitü Müdürü

Aslı Islak İmzalıdır

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Somut ve Sanal Materyaller ile Öğretimi: Bir Eylem Araştırması**” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

20 / 03 / 2023

Aslı ıslak imzalıdır

Elif ALBAYRAK

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/....../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez konumu seçmemde ve tezin yazımının her aşamasında bana yardımcı olan, rehberlik eden, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan danışmanım Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN'e en derin saygılarımla teşekkür ediyorum. Doktora eğitimim aşamasında dersleriyle, bilgi ve görüşleriyle bizleri aydınlatan ve bizlere yol gösteren Doç. Dr. Levent AKGÜN ve Doç. Dr. Muhammet Hanifi ERCOŞKUN hocalarıma da teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca doktora eğitimim sürecinde değerli zamanlarını ayıran Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı öğretim üyelerine şükranlarımı sunuyorum.

Çalışmayı gerçekleştirdiğim Erzurum ili Aziziye ilçesindeki Atatürk Ortaokulu yönetici, öğretmen ve çalışmaya katılan öğrencilere teşekkürlerimi sunuyorum. Ayrıca çalışmada değerli görüşlerini paylaşan tüm matematik öğretmenlerine de teşekkürlerimi sunuyorum.

Bütün eğitim hayatım boyunca bana destek olan, her zaman yanımda olan; anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ayrıca tezimi destekleyen Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) birimine de teşekkürlerimi sunuyorum.

Elif ALBAYRAK

ÖZ

DOKTORA TEZİ

CEBİRSEL İFADELER VE ÖZDEŞLİKLER KONUSUNUN SOMUT VE SANAL MATERYALLER İLE ÖĞRETİMİ: BİR EYLEM ARAŞTIRMASI

Elif ALBAYRAK

Mart 2023, 217 Sayfa

Amaç: Bu çalışmanın amacı cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde somut ve sanal olmak üzere iki farklı materyalin uygulanabilirliğini araştırmaktır.

Yöntem: Bu çalışmada kullanılan araştırma modeli eylem araştırması olarak belirlenmiştir. Eylem araştırmalarında amaç süreç içerisinde ortaya çıkan sorunlara çözüm bulmak ya da bu sorunu iyileştirmek adına veri toplayıp bu verileri analiz etmektir. Veri toplama aracı olarak Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Başarı Testi 1 ve 2 (CİÖBT 1-2), öğrenci ve öğretmenlere yönelik yarı yapılandırılmış görüşme formları, öğrenciler için yarı yapılandırılmış gözlem formları ve öğrenci günlükleri kullanılmıştır. Test verilerine bağımsız örneklem t-testi analizi yapılmıştır. Görüşmelerden elde edilen veriler ise içerik analizine tabi tutulmuştur.

Bulgular: Sınıfların CİÖBT2 puanları karşılaştırıldığında sanal materyal uygulanan sınıf ile somut materyal uygulanan sınıfın başarıları arasında anlamlı bir farklılık bulunmazken her iki sınıfın da CİÖBT1 ve CİÖBT2 puanları arasında anlamlı farklılık oluşmuştur. Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde ise öğretmenlerin matematik dersinde ve özellikle cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda materyal kullanımına ilişkin olumlu yönde görüşlere sahip oldukları belirlenmiştir. Uygulama süreci içerisinde öğrenciler iki değişkenli cebir karosu materyali ile karşılaştıkları ilk zamanlarda karoları yerleştirme konusunda zorlanmışlarsa da bu zorluğu ilerleyen derslerde aşmışlardır. Ayrıca öğrenciler iki değişkenli cebir karosu materyallerine dair olumlu yönde görüş bildirmişlerdir.

Sonuçlar: Matematik dersinde materyal kullanımının özellikle somutlaştırma, görselleştirme ve kalıcılık açısından derse katkı sağladığı belirtilmiştir. İki değişkenli cebir karosu materyalinin öğretim sürecine; somutlaştırma, görselleştirme, anlamlı öğrenmeyi sağlama gibi bireysel gelişime; matematiğe karşı önyargıları yıkma, sınavları olumlu etkileme gibi ve duyuşsal alana; eğlenceli olma, motive etme, dersi sevdirmeye gibi birçok faydası olduğu görülmüştür. Ayrıca bu materyalin öğrencilerin derse olan ilgi ve katılımlarını artırdığı, öğrenilenlerin kalıcılığını sağladığı ve de öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını pozitif yönde etkilediği anlaşılmıştır. Cebir karosu materyali kullanılırken öğretmenlerin öğrenciden kaynaklanan nedenlerde özellikle hazırbulunuşluk yetersizliğinden; konudan kaynaklanan nedenlerde ise zor ve soyut bir konu olmasından ve diğer nedenlerden dolayı güçlük yaşadıkları belirlenmiştir. Ayrıca iki değişkenli cebir karosu materyalinin başarı düzeyini artırdığı belirlenmiş, kullanılan materyalin sanal ya da somut olmasının öğrencilerin başarı düzeyinde herhangi bir farklılık oluşturmadığı anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: cebir, somut ve sanal materyal, cebirsel ifade, özdeşlik, eylem araştırması

ABSTRACT

DOCTORAL DISSERTATION

TEACHING THE SUBJECT OF ALGEBRARY EXPRESSIONS AND IDENTITIES WITH CONCRETE AND VIRTUAL MATERIALS: AN ACTION RESEARCH

Elif ALBAYRAK

March 2023, 217 Pages

Purpose: The aim of study to is investigate the applicability of two different materials, concrete and virtual, in the teaching of algebraic expressions and identities.

Method: The research model used in this study was determined as action research. The purpose of action research is to collect data and analyze this data in order to find solutions to the problems that arise in the process or to improve this problem. Algebraic Expressions and Identities Achievement Test 1 and 2 (AEIAT 1-2), semi-structured interview forms for students and teachers, semi-structured observation forms for students and student diaries were used as data collection tools. Independent samples t-test analysis was performed test data. The data obtained from the interviews were subjected to content analysis.

Findings: When the AEIAT2 scores of the classes were compared, there was no significant difference between the achievements of the class in which virtual material was applied and the class in which concrete material was applied, but there was a significant difference between the AEIAT1 and AEIAT 2 scores of both classes. In the interviews with the teachers, it was determined that the teachers had positive views on the use of materials in the mathematics lesson and especially about algebraic expressions and identities. During the application process, although the students had difficulties in placing the tiles when they first encountered the bivariate algebra tile materials, they overcame this difficulty in the following lessons. In addition, students expressed very positive opinions about the bivariate algebra tile materials.

Conclusions: It was stated that the use of materials in the mathematics lesson contributed to the lesson, especially in terms of concretization, visualization and permanence. Teaching process of bivariate algebra tile material; individual development such as concretization, visualization, and providing meaningful learning; such as destroying prejudices against mathematics, positively affecting exams, and in the affective field; It has been seen that it has many benefits such as being fun, motivating, and making the lesson love. In addition, it was understood that this material increased students' interest and participation in the lesson, ensured the permanence of what was learned, and positively affected students' attitudes towards mathematics. While using the algebra tile material, the teachers' lack of readiness, especially due to student-related reasons; On the other hand, it was determined that they had difficulties due to the fact that it was a difficult and abstract subject and due to other reasons. In addition, it was determined that the bivariate algebra tile material increased the level of success, and it was understood that whether the material used was virtual or concrete did not make any difference in the success level of the students.

Keywords: algebra, concrete and virtual material, algebraic expression, identity, action research

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	iii
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ.....	iv
CEBİRSEL İFADELER VE ÖZDEŞLİKLER KONUSUNUN SOMUT VE SANAL MATERYALLER İLE ÖĞRETİMİ: BİR EYLEM ARAŞTIRMASI.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar DİZİNİ.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	xii
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	5
Araştırmanın Önemi.....	6
Araştırma Soruları	10
Araştırmanın Sınırlılıkları	10
Araştırmanın Varsayımları.....	10
Terimler ve Tanımlar	10
İKİNCİ BÖLÜM	12
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	12
Cebir.....	12
Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler.....	14
Materyaller	18
Somut Materyaller.....	21
Sanal Materyaller	23
Cebir Karoları.....	29
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	31
Yöntem	31
Araştırma Yöntemi.....	31
Araştırma Ortamı	39

Katılımcılar	40
Araştırmacının Rolü	42
Geçerlik Komitesi	42
Veri Toplama Araçları	43
Başarı Testleri	44
Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları	51
Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu	52
Öğrenci Günlükleri.....	53
Çalışma Yaprakları.....	53
Araştırma süreci	53
Veri Analizi	65
Geçerlik ve Güvenirlik.....	68
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	72
Bulgular	72
Mevcut Durumun Değerlendirilmesi ve Uygulama Öncesi Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular.....	72
Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılması ile İlgili Öğretmen Görüşlerine Ait Bulgular	72
CİÖBT1'in Uygulanması Sonucu İki Sınıfın Başarıları Arasındaki Farklılık ve Betimsel İstatistiklere Ait Bulgular	99
Uygulama Sürecinde Elde Edilen Bulgular	100
Öğrenci Günlüklerinden ve Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formlarından Elde Edilen Bulgular.....	100
Uygulama Süreci Sonrasında Elde Edilen Bulgular	109
CİÖBT2'nin Uygulanması Sonucu İki Sınıfın Başarıları ve Her Sınıfın CİÖBT1 ve CİÖBT2 Başarıları Arasındaki Farklılık ve Betimsel İstatistiklere Ait Bulgular	109
Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılması ile İlgili Öğrenci Görüşlerine Ait Bulgular	110
BEŞİNCİ BÖLÜM	133
Tartışma ve Sonuç	133
Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılmasına Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşlerine Ait Sonuçlar	133
CİÖBT1 ve CİÖBT2'nin Uygulanması ile Elde Edilen Sonuçlar	142
Öğrenci Günlüklerinden ve Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formlarından Elde Edilen Sonuçlar.....	144

Öneriler.....	145
KAYNAKÇA	147
EKLER	171
EK 1. Erzurum Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü’nden Alınan İzin Belgesi.....	171
EK 2. Veli Onay Formu	174
EK 3. Öğrenci Katılım Kabul Formu	175
EK 4.CİÖBT1 (Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Başarı Testi 1).....	176
EK 5.CİÖBT2 (Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Başarı Testi 2).....	179
Ek 6. İki Değişkenli Cebir Karosu Materyali ve Öğretim Süreci İle İlgili Öğrenci Gözlem Formu	184
Ek 7. Öğrenci Günlükleri Taslak Form.....	185
EK 8. Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Karşılaşılan Sorunlar ile İlgili Öğretmen Görüşme Formu.....	186
EK 9. İki Değişkenli Cebir Karosu Materyali ve Öğretim Süreci ile İlgili Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu	188
EK 10.Çalışma Kağıdı Örneği	189
Ek 11. Öğrenci Günlüklerinden Örnekler (Öğrenciler İsim Verilmeden Numaralandırılmıştır).....	190
Ek 12. Uygulama Planı Örneği	199
ÖZ GEÇMİŞ.....	203

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. 8. Sınıf Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Alt Öğrenme Alanında Bulunan Kazanımlar	43
Tablo 2. Kullanılan Veri Toplama Araçları ve Bu Veri Toplama Araçlarının Kullanıldıkları Zaman.....	44
Tablo 3. Araştırma Sorularına İlişkin Kullanılacak Veri Toplama Araçları	44
Tablo 4. Başarı Testlerinin Kazanım ve Soru Ağırlığı ile İlgili Belirtke Tablosu	45
Tablo 5. CİÖBT1 İçin Kapsam Geçerlik Oranları	46
Tablo 6. CİÖBT2 İçin Kapsam Geçerlik Oranları	47
Tablo 7. Başarı Testlerinde Uzman Görüşlerinin Geri Dönütleri ile Yapılan Değişiklikler ..	48
Tablo 8. Madde Ayırt Edicilik Oranlarına Göre Maddenin Değerlendirilmesi	49
Tablo 9. CİÖBT1 İçin Madde Analizleri	50
Tablo 10. CİÖBT2 İçin Madde Analizleri	51
Tablo 11. Uygulama Planlarına Ait Detaylar	54
Tablo 12. Başarı Testlerinin Betimsel İstatistikleri ve Frekansları.....	65
Tablo 13. Başarı Testlerinin Normallik Testleri Sonucu	66
Tablo 14. Başarı Testlerinin Normallik Testleri Sonuçları	67
Tablo 15. Varyansların Homojenliği İçin Levene Testi.....	67
Tablo 16: Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Verilerin Veri Analiz Türleri	68
Tablo 17. Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılması.....	73
Tablo 18. Gündelik Hayattan Verilen Örneklerin Matematik Öğrenme Alanları.....	80
Tablo 19. Cebir Karosu Modelini Duymuş Olma	82
Tablo 20. Cebir Karosunun Anlamı	82
Tablo 21. Cebir Karosu Kullanım Biçimi	84
Tablo 22. Somut Cebir Karosu Materyalini Kullanma Nedenleri.....	84
Tablo 23. Sanal Cebir Karosu Materyalini Kullanma Nedenleri.....	86
Tablo 24. Cebir Karosu Materyalini Uygularken Yaşanan Güçlükler	89
Tablo 25. Ders Kitabındaki Yeterlilik	93
Tablo 26. Özdeşliklerde Model Kullanımı	94
Tablo 27. Alan Taşıma ya da Alan Çıkarmada Zorlanma.....	94
Tablo 28. Özdeşliklerin Anlatımına Yönelik Öneriler	95
Tablo 29. CİÖBT1 Testine Ait T Testi ve Betimsel İstatistikler	99

Tablo 30. <i>30.12.2021-31.12.2021 Aralığındaki Öğrenci Günlüklerinin Analizi.....</i>	100
Tablo 31. <i>1. Haftaya Ait Yarı Yapılandırılmış Gözlem Bulguları</i>	103
Tablo 33. <i>2. Haftaya Ait Yarı Yapılandırılmış Gözlem Bulguları</i>	106
Tablo 34. <i>3. Haftaya Ait Yarı Yapılandırılmış Gözlem Bulguları</i>	106
Tablo 35. <i>CİÖBT2 Testine Ait T Testi ve Betimsel İstatistikler</i>	109
Tablo 36. <i>Sınıflardaki Ön Test Son Test Karşılaştırılması</i>	110
Tablo 37. <i>Günlük Hayatla Bağ Kurma</i>	111
Tablo 38. <i>Materyalin Öğrencilerin Derse Olan İlgi ve Katılımlarını Etkileme Durumu</i>	112
Tablo 39. <i>Materyalin Öğrencilerin Derse İlgi-Katılımı Etkileme Nedenleri</i>	113
Tablo 40. <i>Öğrenilenlerin Kalıcılığı</i>	115
Tablo 41. <i>Materyalin Öğrenilenlerin Kalıcılığına Etkisinin Sebepleri</i>	115
Tablo 42. <i>Matematiğe Karşı Tutum</i>	117
Tablo 43. <i>Materyalin Özelliklerine Dair Zorluk</i>	118
Tablo 44. <i>Materyalin Özelliklerine Dair Zorluğun Nedenleri</i>	119
Tablo 45. <i>Materyalin Kullanımına Dair Zorluk</i>	120
Tablo 46. <i>Materyalin Kullanımına Dair Zorluğun Nedenleri</i>	121
Tablo 47. <i>Materyalin Soyut Kavramları Somutlaştırmasına İlişkin Görüşler</i>	122
Tablo 48. <i>Materyallerin Faydaları</i>	123
Tablo 49. <i>Materyale Dayalı Öğretim Yönteminin Geleneksel Öğretim Yöntemine Göre Farklılığına İlişkin Öğrenci Görüşleri.....</i>	127
Tablo 50: <i>Diğer Matematik Konularında da Materyal Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşleri</i>	130
Tablo 51. <i>Öğrencilerin Diğer Matematik Konularında Materyal Kullanılması Gerektiğini Düşünmelerinin Sebepleri ve Bazı Öğrencilerin Görüşleri</i>	130
Tablo 52. <i>Materyalin Daha Faydalı Olmasına İlişkin Öneriler ve Örnek Öğrenci Görüşleri</i>	131

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 8. Sınıf Matematik Ders Kitabında İki Terimin Farkının Karesi Özdeşliği	16
Şekil 2. 8. Sınıf Matematik Ders Kitabında İki Kare Farkı Özdeşliğinin Elde Edilmesi	16
Şekil 3. Eylem Araştırması Döngüsü	33
Şekil 4. Eylem Araştırmasının Diyalektik Döngüsü.	34
Şekil 5. Eylem Planı	35
Şekil 6. İki Terimin Farkının Karesi Özdeşliğinin İki Değişkenli Cebir Karosu Modeli ile Gösterimi	38
Şekil 7. İki Kare Farkı Özdeşliğinin İki Değişkenli Cebir Karosu Modeli ile Gösterimi	39
Şekil 8. Öğretmenlerin En Son Mezun Oldukları Yükseköğrenim Türü	40
Şekil 9. Öğretmenlerin Hizmet Süreleri	41
Şekil 10. İki Değişkenli Cebir Karosunun Somut Materyalin Çoğaltılmış Hâli	55
Şekil 11. İki Değişkenli Cebir Karosunun Somut Materyalin Renklendirilmiş Hâli	55
Şekil 12. İki Değişkenli Cebir Karosunun Somut Materyalinin Çoğaltılmış Hâli	56
Şekil 13. İki Değişkenli Cebir Karosunun Sanal Materyalindeki Buton ve Alanların İşlevleri	57
Şekil 14. İki Değişkenli Cebir Karosunun Sanal Materyalinden Örnek Soru ve Diğer Sayfaya Geç Butonu	58
Şekil 15. Öğrenci Çalışma Kâğıdı Örneği	60
Şekil 16. Öğrenci Günlüğü Örneği	60
Şekil 17. 8A Sınıfından Görsel Örnekleri	61
Şekil 18. 8B Sınıfından Görsel Örnekleri	63

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

CIÖBT: Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Başarı Testi

f: Frekans

LGS: Liselere Geçiş Sistemi

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

N: Kişi Sayısı

OECD: Organisation for Economic Co-operation and Development

p: Anlamlılık Düzeyi

PISA: Programme for International Student Assessment

sd: Serbestlik derecesi

SPSS: Statistical Program for Social Science

TDK: Türk Dil Kurumu

TIMMS: Trends in International Mathematics and Science Study

$\bar{X}$: Aritmetik ortalama

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Bilim ve teknolojinin gelişmesi, dünyada eğitim ve öğretimde de gelişimi gerektirmiştir. Aynı zamanda dünyadaki gelişmiş ülkelerin eğitim anlayışlarındaki radikal değişimler, uluslararası karşılaştırmalı performans değerlendirme sınavları (Trends in International Mathematics and Science Study [TIMSS] ve Programme for International Student Assessment [PISA]), ulusal ve uluslararası araştırma raporları ve Türkiye’de yapılan merkezi değerlendirme sınavlarında bazı alanlarda alınan ortalama puanlar da öğretim programlarında köklü değişikliklerin gerekliliğini gösteren önemli belirtilerdir (Karakırık & Aydın, 2016).

Bilim ve teknolojiye yaşanan değişim ile toplumun ve bireyin öğrenme ihtiyaçlarındaki yenilik ve gelişmeler bireylerin eğitim öğretimdeki rollerine de yansımıştır. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) matematik dersi öğretim programına göre bireylerin artık bilgiyi üretebilen, ürettiği bilgiyi hayatta işlevsel olarak kullanabilen, eleştirel düşünebilen, problem çözebilen ve iletişim yeteneğini geliştirmiş bireyler olmasını beklemektedir. Bu kapsamda bireysel farklılıkları dikkate alan ve gündelik hayatla ilişkilendirilmiş kazanımları hedef alarak; kalıcı ve anlamlı öğrenmeyi sağlayan, ön öğrenmeler ile ilişkilendirilmiş bir öğretim programı amaçlanmış; öğrenci merkezli, etkinlik temelli, araştıran, bilgiyi üreten ve kullanan bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmiştir (MEB, 2018).

Kuramsal ve sistemsel bilgi birikiminin sürekli arttığı, bilim ve teknoloji çağı olan günümüzde matematiğin önemi de gün geçtikçe artmaktadır (Yaşar vd., 2014). Tüm gelişim alanlarındaki matematiğin rolü yadsınamaz bir gerçektir (Amidu vd., 2020; Larbi & Mavis, 2016). Yapısı itibarıyla soyut olan matematiği öğrencilere tam anlamıyla kavratılabilmek için matematiksel kavramlar; akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, bilgiyi transfer edebilme gibi becerilerinin kazandırılmaya çalışıldığı bir süreç ile birlikte yürütülmesi faydalı olabilir. Bu süreçte bilginin yeniden inşası ve bilişsel öğrenmenin önemi büyüktür, bu ise matematik derslerinde somuttan soyuta, yakından uzağa, bilinenden bilinmeyene, basitten karmaşığa, yaşama yakınlık, çocuğa görelilik ve etkin katılım gibi öğretim ilkelerinin esas alınmasıyla sağlanabilir (Albayrak, 2017). Bazı bireylerin işiterek, bazılarının görerek, bazılarının yazarak, bazılarının ise yaparak yaşayarak öğrendiği yani öğrenmenin kişiye özgü olduğu ve tek tip olmadığı bu süreçte öğrenme ortamları hazırlanırken bu özelliklere dikkat edilerek ve

öğrencinin birden fazla duyu organına hitap edilecek şekilde hazırlanmasına dikkat edilmelidir (Özer & Şan, 2013).

Günümüz dünyasında kabul edilen anlayışa göre kendisine aktarılanı aynen kabul edip yönlendirilmeyi ve biçimlendirilmeyi bekleyen değil verilen bilgiyi yorumlayarak anlam oluşturma sürecinde etkin olan bireyler yetiştirilmelidir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Öğretim sürecinde öğrenciler dinleyici veya seyirci rolünde olmak yerine katılımcı ve yorumcu rolünde olmalıdır. Öğrencilerin öğretim sürecine etkin katılarak her türlü matematiksel beceri ve anlayışlarını geliştirmeleri, matematiği hazır bir şekilde alan bireyler olmamaları gerekmektedir (Tunalı, 2010). Eğitim sürecinde öğrenciler bilgiyi yorumlayan, sorgulayan, araştıran ve hatta üretebilen bireyler olarak yetiştirilmelidir.

Eğitimin yeni hedefi; bilgiyi nasıl ve nerede kullanacağını bilen, kendi öğrenmelerini tanıyarak etkili bir şekilde kullanan ve yeni bilgiler üretmede önceki bilgilerinden faydalanan insanlar oluşturmaktır (Abbott & Ryan, 1999; Erdem, 2001). Eğitimde gerçekleştirilen bu yeni hedefler matematik alanına da yansımış artık sadece matematik bilen değil edindiği bilgiyi uygulayabilen, matematik yapabilen ve problem çözebilen bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmıştır (Koylahisar, 2012).

Matematik bir soyutlama bilimidir (Altun, 2014) ve matematiksel kavramların çoğu soyutlama sonucunda elde edilir dolayısıyla da matematiksel bir bilginin oluşturma sürecini anlamak adına soyutlamayı da iyi bilmek gerekir. Çoğunlukla soyut kavramlardan oluşan, kendine ait sistematigi olan, zihinsel düşünme yeteneği gerektiren matematik; bu yapısı itibarıyla öğrenciler açısından öğrenilmesi oldukça zordur ve bu zorluğu aşmak için matematik öğretiminde somut nesneler, semboller, resimler, diyagramlar gibi çoklu temsillerin kullanılması gereklidir (Acar, 2005; Altun, 2008; Baykul, 2009; Caridade, 2019; Clements & McMillen, 1996; Lesh vd., 1987). Nitekim matematiksel dili oluşturan unsurlardan biri temsillerdir ve hem kavram öğretiminde hem de problem çözümünde farklı temsil türlerinin kullanılması bilgi ve bilişsel açıdan üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesine zemin hazırlamaktadır (Kuzu, 2020). Skemp'e (1987) göre bireylerin somut nesneler ile etkileşime girdiklerinde yapısı itibarıyla soyut olan matematiği anlamaları kolaylaşmaktadır. Somut tecrübelerden faydalananarak matematiksel kavramların öğretilmesi, bireylerin sadece matematik öğrenmelerini sağlamaz aynı zamanda matematiği içselleştirmelerine ve soyutlama becerilerini geliştirmelerine olanak tanır (Aydoğdu-İskenderoğlu vd., 2016; Damjanović, 2008). Matematiksel kavramların somutlaştırılması öğrencilerin matematiksel kavramların neyi ifade ettiğini daha iyi anlamalarına ve günlük hayatla ilişkilendirebilmelerine de yardımcı olmaktadır (Bulut vd., 2002; Byoung, 2001). Aynı zamanda öğrenciler somut nesne kullanarak bireysel

düşünceleri için teşvik edilir ve onlara bireysel oluşturmacı fırsatlar sunulmuş olur (Kelly, 2006).

MEB'e (2018) göre matematik öğretim programı katı davranışçı bir teorik alt yapıyı değil yapılandırmacı yaklaşımı esas almalıdır (Çınar vd., 2006). Çünkü öğrenme bireyin zihninde gerçekleşen içsel bir süreçtir; birey bu süreçte kavramla ilgili inşayı oluşturup kendine mâl eder yani bilgiyi doğrudan almaz, zihninde yapılandığı şekliyle oluşturur, böylece öğrenci gerekli bilişsel formları kendisi kurar, öğretmenin rolü ise fiziksel şartları oluşturmaktır (Vintere, 2018; Yaşar, 1998). Öğrenme aktif bir süreçtir ve somut gelişim düzeyindeki öğrenciler, materyallerin somut yönünden faydalanabilirler. Bilişsel teoriler de ön bilgi oluşturduğu ve uygulamaya katkı sundukları için öğretimde materyallerin kullanımını destekler (Hiebert & Carpenter, 1992). Kavramsal anlayış, öğrenciler için değerli olanın matematiği öğrenme süreci olduğunu vurgular (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). Öğrenciler bu süreçte belirli bilgileri veya yöntemleri ezberlememeli, bağlantılar kurarak anlayışlar geliştirmelidirler. Matematik öğretiminin yapılandırmacı yaklaşım temelinde sürdürülebilmesi için öğrencilere etkinliklere dayalı bir süreç uygulanmalı ve bu sayede onlara kendi kendine araştırma, sınıflandırma, tahmin etme ve tartışma fırsatı verilerek bilgiyi inşa etmeleri sağlanmalıdır (Altun, 2008).

Materyaller yardımıyla matematik öğretimine, somut araç gereç kullanımının özendirildiği matematik öğretim programında sıklıkla yer verildiği görülmüştür (Kutluca & Akın, 2013). Materyallerin derse etkin katılım ve yaparak yaşayarak öğrenme gibi özellikleri sayesinde kalıcı öğrenmeyi sağlayacağı düşünülmektedir (MEB, 2018). Bu nedenle matematik öğretiminde kalıcı ve etkili bir eğitim için materyal destekli öğretim sürece dâhil edilmelidir çünkü bu sayede öğrenciler harekete geçirilerek motive edilir ve öğrencilerin öğrenmeleri güçlendirilmiş olur (Toptaş vd., 2012). Aşkar'a (2004) göre materyal (manipülatif, somut öğrenme nesnesi) ortaya konan bilginin bulunmasını ya da depolanmasını kolaylaştıran, üst verisi ile birlikte tanımlanmış, tekrar tekrar kullanılabilen, paylaşılmaya uygun, öğrenmeye yönelik tasarlanmış varlıktır. Bu öğrenme nesneleri, materyallerin standartlaşması ve düzenlenebilmesi adına büyük önem taşırlar ve bunlar internet veya bilgisayar ortamında ya da somut nesneler biçiminde olabilirler.

Materyaller İngilizcede bir nesneye dokunarak, nesneyi kullanarak farklı şekle ya da kalıba dönüştürmek anlamına gelir (Karakırık & Aydın, 2013). Matematik Öğretim Programı'nda özellikle kavramların öğretiminde somut materyallerinin kullanılmasının tavsiye edildiği de görülmektedir (MEB, 2018). Kavramların öğretiminde ve yapılacak olan değerlendirmelerde mümkün olduğu ölçüde materyaller kullanılmalıdır (Baykul, 2003). Sayı

kartları, onluk bloklar, kesir takımları, oyun kartları, örüntü blokları, bilgisayar uygulamaları, basit günlük materyallerden elde edilecek çeşitli modeller vb. materyallere örnek olarak gösterilebilir.

Materyaller ile öğrenciler; öğrenme güçlüklerini kolayca aşar, daha zengin ve çoklu öğrenme ortamları oluşturulur böylelikle de öğrenmelerine katkı sağlanmış olur (Şensoy & Yıldırım, 2016). Ayrıca materyaller hatırlamayı kolaylaştırma, dikkat çekme, soyut bilgileri somutlaştırma, öğretimi kolaylaştırma, derse olan motivasyon ve ilgiyi artırma, anlamlı öğrenmeyi sağlama gibi katkılarından dolayı öğretim sürecini olumlu etkiler (Demirel vd., 2002).

Hızla gelişen teknoloji eğitim alanına da yansımış ve eğitimde teknolojik faaliyetler yaygınlaşarak öğrenme ve öğretme sürecinde kullanılacak birçok içerik üretilmeye başlanmıştır (Temür, 2022). İşte sanal materyal olarak adlandırılan bu materyaller matematiksel kavramların öğrencinin zihninde oluşturulması için etkileşimli ortamlar sağlar. Buna paralel olarak da sanal materyaller, matematiksel bilginin oluşturulmasında kullanılan öğrenme araçlarından biri hâline gelmişlerdir (Karakırık & Çakmak, 2009; Van de Walle, 2006). Bu materyaller çeşitli dinamik işlemler aracılığıyla matematiksel kavramlar oluşturmayı sağlayan fiziksel materyallerin sanal temsilidirler (Mildenhall vd., 2008). Sanal materyaller, öğrencilerin bilişsel becerilerini öğrenmeyi destekler, yönlendirir ve geliştirir (Kay & Knaack, 2007). Böylelikle sanal materyaller, matematiksel kavramlar oluşturmak ve matematiksel kavramlarla ilişkiler kurmak için hem somut hem de teknolojik olmanın avantajlarını da kullanabilir. Bu yüzden Baki (2002) de daha verimli ve işlevsel öğretim ortamlarının oluşturulabilmesi için eğitimde teknoloji kullanılmasını önermektedir.

MEB (2018) matematik öğretim programında da cebir öğrenme alanı 6. sınıftan başlayarak yer almaktadır. Matematiksel kavramların öğrenilmesinde oldukça önemli olan cebir; sayı ve sembolleri denklemlere dönüştürür (Baki, 2008; Kieran, 1992; Van Dooren vd., 2002). Cebir öğrenmek bireylere eleştirel düşünme ve genelleme yapabilme becerisi katar (Ketterlin-Geller vd., 2019). Hayatın her aşamasında bireylerin karşısına çıkar ve cebir bilmek günlük hayatı kolaylaştıracağından bir ihtiyaç olarak kabul edilebilir (Şimşek & Soylu, 2018; Williams, 1997). Ayrıca cebirsel beceriler bireylere eğitim fırsatları sunarak ilerideki mesleki hayatları için önemli bir adım oluşturur (Ralston vd., 2018). Finkelstein vd. (2012) tarafından da bireylerin cebir anlayışlarının derinleştirilmesinin ilerideki matematik kariyerleri için oldukça önemli olduğu dile getirilmiştir.

Ortaokul yıllarına karşılık gelen cebir öğrenimi ve bu aşamadaki öğrencilerin cebirsel bilgi ve becerileri, onları lise ve üniversitedeki yıllara hazırlayarak öğrenme sürecine temel

oluşturur (Kabael & Akın, 2016). Wang ve Goldschmidt (2003) ise ortaokuldaki cebir konularını iyi bir şekilde öğrenen öğrencilerin ileri matematiği daha kolay anladıklarını belirtmişlerdir. Driscoll'e (1999) göre cebir, nicel durumlardan değişkenler arasındaki ilişkiyi açık hâle getirebilmektir. Bireylerin cebirsel düşünme becerilerinin gelişmesi için ise bireyler cebir alt öğrenme alanında etkin deneyimlerle karşılaştırılmalıdır (Yenilmez & Teke, 2008). Bu etkin deneyimler ise materyaller kullanarak cebir öğretimi sürecinin yürütülmesi ile sağlanabilir.

Yapılan birçok araştırmada öğrencilerin cebir konusunda kavramları anlamakta (Cortes & Pfaff, 2000; Dede & Argün, 2003; Graham & Thomas, 2000; Kieran, 1992; Lee, 2002; Pirci, 2018; Stacey & MacGregor, 1997; Stafylidou & Vosniadou, 2004; Steinberg vd., 1990; Şandır, vd., 2003; Tsamir & Bazzini, 2004; Vlassis, 2004; Wagner, 1981) ve aritmetikten cebire geçiş sürecinde (Akkan & Baki, 2016; Akkan vd., 2012; Birgin & Demirören, 2020; Cai & Knuth, 2011; Gülpek, 2006; Kaya, 2017; Kilpatrick vd., 2001, Linchevski & Herscovics, 1996; Sadovsky & Sessa, 2005) zorlandıklarını göstermiştir. Cebir öğretimi sırasında matematik öğretmenlerinin yaşadıkları zorluklar ve hatalar göz önüne alındığında, bu zorlukların giderilmesi amacıyla somut ve sanal materyalleri sürece dâhil ederek cebirsel işlemler ve özdeşlikler konusunun öğretiminin yapılmasının faydalı olabileceği düşünülmüştür.

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde meydana gelen öğrenci ve öğretmen yaşantılarını inceleyerek, somut ve sanal olmak üzere iki farklı materyalin uygulanabilirliğini araştırmaktır. Araştırmacı cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde öğrencilerin zorlandıklarını tecrübe etmiş ve bu soruna çözüm bulmayı amaçlamıştır. Özellikle de özdeşlikler elde edilirken alan taşıma ve birleştirmede öğrencilerin güçlük yaşadıkları, araştırmacı tarafından öğretmenlik görevini sürdürdüğü süreç içerisinde deneyimlenmiştir. Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda materyal kullanarak, soyut olan bu konu somutlaştırılmaya çalışılmıştır. Cebir karoları, temelde iki kenar uzunluğu cebirsel olarak ifade edilen dörtgenlerin alanlarıyla ilişkilendirilmiş öğrenme nesneleridir ve bu çalışmada iki değişkenli olacak şekilde kullanılmıştır. Bunun sebebi ise iki kare farkı, iki terimin toplamının ve farkının karesi özdeşliklerinin 8. sınıf kitabında da iki değişkenli olarak verilmesi ve buna temel oluşturulmak istenmesidir. Aynı zamanda yine cebirsel ifadelerde yapılan işlemlerde de iki değişkenli örneklerin verildiği görülmektedir. Bunlara bağlı olarak materyal kullanılmasının birçok matematik konusunda olduğu gibi cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda da öğretimi olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir.

Cebirsel ifadeler ve özdeşlik konusunun materyal ile öğretimine ilişkin bu çalışmada öğrencilerin kendi öğrenmelerinin gerçekleşmesi için aktif öğrenmeleri önem taşımaktadır. Temel öğrenme ilkelerinden olan yaparak yaşayarak sağlanan öğrenmenin gerçekleşmesi öğrencinin kendi öğrenmesinden sorumlu olması ile mümkündür (Doğan & Özgeldi, 2018). Materyaller ile cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminin amaçlandığı bu araştırma ile de öğrencinin deneyim ve keşfe dayalı olarak, yeteneklerini ön plana çıkararak aktif öğrenmesi öngörülmektedir.

Araştırmanın Önemi

Yapılandırmacı yaklaşımın eğitim dünyasındaki öğrenmeye bakışıyla manipülatiflerin kullanım amaçları arasında paralellik yadsınamaz bir gerçektir. Bireyler kendi kendilerine bilgiyi inşa eden, işlemsel bilgiye ve ezberlenmiş algoritmalara sahip olmak yerine kavramsal öğrenmeye dayanan, modelleme süreçlerini uygulayabilen, matematiksel dili kullanabilen ve matematiksel becerileri kazanan bireyler olmaları yolunda yetiştirilmelidirler (MEB, 2018). Öğretim sürecinde, aktarıma dayanan öğretim metotları ve monolog ders anlatımı yerine öğrencilerin aktif katılımlarına dayalı öğretim metotlarına geçilmelidir.

TIMMS gibi uluslararası sınavlarda Türkiye’den katılan öğrencilerin başarılarının oldukça düşük olduğu bilinmektedir (TIMMS, 2019). Matematik alanında 8. sınıf düzeyinde ise 396 puanla 39 ülke içerisinde 20. sırada kendisine yer bulmuştur (Altunel, 2020). PISA 2018 sonuçlarına göre Türkiye “okuma, matematik ve fen bilimi” alanlarının tamamında OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development) ortalamasının altında kalmıştır (OECD, 2019). Uluslararası platformlarda çizdiğimiz düşük profil incelendiğinde sadece işlemsel ve ezber bilginin yetmediğini; bireye akıl yürütme, problem çözme, günlük hayatla ve diğer disiplinlerle ilişkilendirme, yorumlama, modelleme gibi becerilerin kazandırılması gerektiği görülebilmektedir. Bu ise somut ya da sanal materyallerin matematik öğretiminde kullanımı ile gerçekleştirilebilir.

Materyaller soyut olan matematiği somutlaştıran, matematiksel düşünme becerilerini artıran, akıl yürütmeyi geliştiren öğretim araç gereçleridir. Diğer yandan öğrencilerin ilgilerini çekerek derse odaklanmalarını da kolaylaştırır ve öğrencilerin derse daha uzun süre aktif katılımlarını sağlar (Corsi, 2014). Materyallerin sahip olduğu bu önemli faydalar düşünüldüğünde matematik öğretiminde kullanımlarının, sürece olumlu etki edebileceği düşünülmektedir.

Bilimsel alandaki gelişmeler eğitim dünyasına da yansımış (Arslan vd., 2019); sanal materyaller öğretimde önemli hâle gelmiş ve bunun sonucu olarak da matematik dersinde her öğretim kademesinde kullanılmaya başlanmıştır. Anında geri dönüt alabilme, tekrar tekrar

kullanılabilme, kaydedilebilme, bireyselleştirilmiş öğrenme gibi birçok avantaja sahip olan sanal materyallerin (Akday vd., 2011), günümüz teknolojileriyle iç içe yetişen yeni nesil için öğretimde kullanılmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Zor olarak değerlendirilen matematik dersinde (Boz, 2018; Karaca & Ada, 2018; Önal, 2013; Umay, 1996), öğrencilerin en çok güçlük yaşadıkları öğrenme alanlarının başında gelen ve ilerideki öğretim kademelerinin de temelinde yer alan cebir, kavramsal öğrenmeye sahip olmayan ön bilgileri de yetersiz öğrenciler tarafından anlaşılmayabilmektedir. Böyle önemli bir konunun iyi öğrenilebilmesi, öğrenmedeki zorlukların bilinip giderilebilmesi için bu çalışma önem taşımaktadır. Bu bağlamda cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda yaşanan sorunlar dikkate alındığında bu zorlukların oluşturulacak bir sanal materyal ile çözüme kavuşturulacağı ve böylelikle alanyazına da katkı sağlanacağı düşünülmektedir.

Materyal kullanılması birçok matematik konusunda olduğu gibi cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda da öğretime olumlu katkı sağlamaktadır (Amidu vd., 2020; Bouck vd., 2019; Dede & Argün, 2003; Farah & Kim, 2017; Nay & Rudhito, 2020; Doğan & Özgeldi, 2018; Özer & Şan, 2013; Such & Moyer-Packenham, 2016). Alanyazın incelendiğinde öğrencilerde materyal kullanılmasının matematiği somutlaştırmada oldukça etkili olduğu, materyal kullanımının matematiksel düşünme ve tasarım becerisini olumlu yönde etkilediği, kalıcılığı artırarak öğretime katkı sağladığı, örneklemelerin materyal kullanımına ilişkin olumlu görüşlerinin olduğu fakat zaman alıcı ve kullanımındaki yetersizliklerden dolayı sınırlı kaldığı görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle zor olarak nitelendirilen (Argün & Dede, 2003; Evirgen, 2014; Ulaş & Yenilmez, 2017) cebirsel ifadeler konusunu anlaşılır ve kalıcı hâle getirebilmek adına materyallerden faydalanılmalıdır. Bu çalışmada cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde diğer araştırmalardan farklı olarak iki değişkenli cebir karosu materyali kullanılmıştır.

Araştırmacı daha önceki yıllarda vermiş olduğu matematik derslerinde öğrencilerin özellikle cebirsel ifadeler ve özdeşlikler kavramının öğrenilmesinde zorluklar yaşadığını gözlemlemiştir. Bu zorlukları daha çok özdeşliklerin elde edilmesindeki alan taşıma ve birleştirmede yaşamıştır. Bu süreçte öğrencilerin cebirsel ifadelerde rahatlıkla işlem yapabildiklerini fakat özdeşliklerin öğretiminde zorlandıklarını ve özdeşlikleri doğrudan ezberleme yoluna gittiklerini gözlemlemiştir. Araştırmacı yaşanan bu tür zorlukları öğrencilerin bilgilerini transfer edememelerine, ilişkilendirme yapamamalarına ve uygulama imkânı bulamamalarına bağlamaktadır. Yaşanan bu zorlukları ise cebirsel ifadeler ve özdeşliklerin uygun bir materyal ile öğretimi ile aşabileceğini düşünmüş ve buna yönelik bir eylem araştırması yapmaya karar vermiştir. Bu doğrultuda somut ve sanal olmak üzere iki farklı

materyal olarak tasarlanmış, alan taşıma ve birleştirme yapılmadan özdeşliklerin öğretimi gerçekleştirilmiştir.

Bilgi ve teknolojinin artmasıyla eğitimde de güncel yaklaşımların kullanılması gereği ortaya çıkmış geleneksel öğretimin öğrenciler için yeterli olmadığı görülmüştür. NCTM'e (2000) göre de artık öğrencilere anlamlı etkinlikler, materyaller sunularak katılımcı, sosyal, tartışma ortamı sağlanmalıdır. Böylelikle öğrencilerin derse olan ilgileri artırılıp kalıcı öğrenme sağlanacak ve ders başarıları da artacaktır (Yalın, 2000). Bu doğrultuda cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun da güncel öğretim araçlarından olan materyaller ile öğretilmesi hedeflenmektedir.

2023 Eğitim Vizyonu'na göre ortaokul somuttan soyuta geçişin yaşandığı kavramsal öğrenmenin sağlanması gereken dönem olacaktır. Yapılan araştırmalarda üç boyutlu materyallerin kavramsal öğrenmeyi olumlu yönde etkilediği görülmüştür (Gürbüz, 2006; Gürbüz & Gülburnu, 2013; Kazez & Genç, 2016; Spyros vd., 2021). Ayrıca yine 2023 MEB vizyon belgesine göre öğretmenlere ileri öğrenme ortamları için materyal ve model geliştirme çalışmaları yapılması model geliştirme çalışmaları hakkında eğitim verilmesi planlanmaktadır. Bu araştırmada materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretimi sürecinde öğretmenlere yol gösterici olacağı ve süreç boyunca karşılaşılan zorlukları giderebileceği düşünülmektedir. Bir öğretmen olarak sahadaki deneyimlerim ve öğrencilerimin yaşamış oldukları sıkıntıları görmem sebebiyle yapılacak olan bu araştırmadan elde edilen sonuçların cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretimi sürecinde öğretmenlere yol gösterici olacağı ve süreç boyunca karşılaşılan zorlukları giderebileceği düşünülmektedir.

Matematik genellikle öğrenciler tarafından zor olarak nitelendirilir (Boz, 2018; Karaca & Ada, 2018; Önal, 2013; Umay, 1996). Derse ilişkin olarak öğrencilerde oluşan önyargının giderilebilmesi için daha fazla öğrenci merkezli, somutlaştırılmış bir ders anlatımı ile matematik dersine olan tutum ve ilginin olumlu yönde artırılması ve bunun sonucunda da başarının sağlanmasının gerçekleşeceği beklenmektedir. Materyaller de öğrencinin birden fazla duyu organına hitap ederek somuttan soyuta öğrenmeye yardımcı olmakta, bunun sonucunda da başarıyı artırmaktadır (Arslan, 2008). Aynı etkinin cebirsel ifadeler konusunda da oluşması beklenmektedir.

Yapılan birçok çalışmada da sanal manipülatiflerin somut manipülatiflere destek olmak amacıyla kullanılmasının yararlı olduğu görülmüştür. Brown'a (2007) göre ilköğretim öğrencilerinde başarının artması için sanal ve somut materyaller birlikte kullanılmalıdır. Adım adım gidilebilmesi ve anında geri dönüt vermesi ve kavramsal öğrenmeyi sağlaması açısından sanal manipülatiflerin somut manipülatiflere göre daha başarılı olduğu Suh'un (2005) yaptığı

araştırmada da tespit edilmiştir. Özellikle cebir öğretimi için sanal materyallerin dâhil edildiği çalışmaların oldukça az olduğu görülmüştür (Cavanaugh vd., 2005; Moyer-Packenham, 2005; Suh, 2005). Bu sayılan sebeplerden dolayı yapılacak çalışmada somut ve sanal manipülatiflerin kullanılarak cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretilmesi amaçlanmaktadır.

Alanyazında cebir karolarının kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (Çaylan, 2018; Goins, 2001; Gürbüz & Baki, 2013; Johnson, 1993; Karataş & Bahadır, 2018; Magruder, 2012; Saraswati vd., 2016; Sharp, 1995; Thornton, 1995). Çalışmanın bu çalışmalardan farkları ise cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde iki değişkenli cebir karosunun kullanılması, materyalin sanal ve somut olmak üzere iki farklı şekilde tasarlanması, özdeşliklerin öğretiminde cebir karosu kullanılırken alan taşıma ve birleştirme yapılmadan özdeşliğe ulaşılması, materyallerin de kâğıt, karton vb. gibi dayanıksız ve tekrar tekrar kullanıma uygun olmayan maddelerden değil de standartlaştırılmış olarak tahtalardan ve bilgisayar ortamında oluşturularak kullanılmasıdır. Ayrıca 7. sınıf cebirsel ifadelerde toplama ve çıkarma işlemlerinin öğretiminde iki değişkenli ifadelerin de yer aldığı bilinmektedir. Bu nedenle iki değişkenli cebir karosu kullanımı, konunun öğrenilmesi açısından faydalı olacaktır. Yine kazanımlar incelendiğinde iki değişkenli cebirsel ifadelerin çarpımı özellikle özdeşlikler konusuna temel oluşturacağından cebir karolarının da iki değişkenli tasarlanması gerektiği düşünülmüştür.

Öğrenciler tarafından soyut bulunan cebir öğrenme alanında materyal kullanımına ilişkin ulusal düzeyde çalışmalar mevcut olmakla birlikte (Akyüz & Hangül, 2013; Gürbüz & Toprak, 2014; Işık & Çağdaşer, 2009; Palabıyık & Akkuş, 2011; Uysal-Koğ & Başer, 2012; Yıldız, 2012) bunların sayısının yeterli düzeyde olmadığı görülmüştür. Bu sebeple de cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda iki değişkenli materyalin tasarlanmasına ait bu çalışmanın yapılmasının alanyazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Cebirsel ifadeler konusunda yapılacak olan bu çalışma, öğretmen ve öğrencilerin görüşleri alınarak daha sonra oluşturulacak olan materyaller ile konunun öğretiminde uygulayıcılara yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma ile matematik dersinin sevdirmesi, materyal kullanımına teşvik edilmesi, materyal hazırlamanın zorlukları ve süreç içindeki eksikliklerin belirlenmesi de hedeflenmektedir. Karataş ve Bahadır'ın (2018) çalışmalarında önerildiği üzere öğrencilere materyallerle uygulama fırsatı da verilmesiyle materyalin öğrenciyi derse etkin katma ve kalıcılığı artırma anlamında faydalı olacağı düşünülmektedir.

Araştırma Soruları

- Öğretmenlerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyal kullanımına ilişkin görüşleri nelerdir?
- Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde, materyalin öğretim sürecine olan katkıları nelerdir?
- Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde öğretim sürecinde karşılaşılan sorunlar nelerdir?
- Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde somut veya sanal materyallerin kullanıldığı öğretim süreçleri sonunda öğrencilerin başarıları arasında anlamlı farklılık var mıdır?

Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın kapsam ve sınırlılıkları aşağıdaki gibidir:

- Uygulamalar 2021-2022 eğitim-öğretim yılında matematik dersinde gerçekleştirilmiştir.
- Araştırmaya Erzurum ili Aziziye ilçesinde bulunan bir devlet okulundaki 8. sınıfta öğrenim gören toplam 42 öğrenci katılmıştır. Farklı illerde ve okullarda bulunan 23 matematik öğretmeni ile görüşmeler yapılmıştır.
- Araştırmanın uygulama süresi haftada beş ders saati olmak üzere üç hafta olup her iki sınıfla 15'er ders saatidir.
- Araştırma Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programında 8. sınıfta yer alan “Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler” konusunda yer alan kazanımlarla sınırlıdır.

Araştırmanın Varsayımları

Araştırmanın varsayımları aşağıdaki gibidir.

- Araştırma sürecinde elde veriler katılımcıların samimi görüşlerini yansıtmaktadır.
- Öğrenciler sınıf içerisindeki uygulamalarda performanslarını en iyi şekilde sergilemiştir.

Terimler ve Tanımlar

İki değişkenli cebir karosu modeli: Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde kullanılan, x ve y değişkenleriyle oluşturulmuş; mor rengin pozitif, yeşil rengin negatif işareti gösterdiği modeldir.

Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler başarı testi (CİÖBT): Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda hazırlanan çoktan seçmeli sorulardan oluşan başarı testidir.



İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde çalışmanın konusu ile ilgili kuramsal çerçeve oluşturularak, alanyazında özellikle “Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler” ve materyaller üzerine yapılmış olan çalışmaların sonuçları hakkında bilgilere yer verilmiştir.

Cebir

Matematiğin temel dili olarak kabul edilen cebir ile ilgili alanyazında pek çok farklı tanım yer almaktadır. Türk Dil Kurumu (TDK) (2017) cebiri, pozitif ve negatif sayıların yerine kullanılan harfler aracılığıyla çeşitli nicelikler arasında ilişkiler kuran matematiğin temel dalı olarak tanımlamıştır. Sayı ve sembolleri inceleyerek, ilişkileri denklemlere dönüştüren cebir, aritmetik işlemlerde sembolleri sayılar yerine kullanarak çözüm arar (Akkaya & Durmuş, 2006). Cebir bir başka tanıma göre, denklem çözebilme ve sembolleri anlayabilme çabası olarak da ifade edilmektedir (Dede & Peker, 2007). Aynı zamanda cebir, hesaplama yapmaya yarayan bilimdir (Kieran, 1992; Sfard, 1995). Cebir problem çözme aracı, okul dersi, düşünme aracı ve dil gibi birçok farklı işleve sahiptir (Dede & Argün, 2003). Sutherland ve Rojano (1993), Lacampagne vd. (1995), Driscoll (1999) gibi Usiskin (1999) de cebiri bir dil olarak tanımlar. Öyle ki hayatın her alanında cebirin olması, öğrenciler tarafından da öğrenilmesini ihtiyaç hâline getirir (Williams, 1997). Cebir gerek ilk gerekse de ileri seviyedeki bir matematik öğrencisi için de adeta bir köprü görevi görmektedir (Weaver, 2004).

Kavramsal öğrenmede çok önemli bir yere sahip, matematiğin en önemli dallarından biri olan cebir, sayı ve sembolleri kullanarak denklemlere dönüştürür (Baki, 2008; Kieran, 1992; Van Dooren vd. 2002). NCTM’ye (2000) göre cebir, öğrencilerin örüntüleri ilişkilendirerek akıl yürütme, problem çözme gibi üst düzey becerileri kazanmalarını sağlar. Sayılarla aritmetiği, şekillerle de geometriyi öğrenen öğrenciler harf ve sembollerle cebiri öğrenmeye başladıklarından zorluklar yaşarlar. Öğrencilerin cebir alanında yaşadıkları zorluklar göz önüne alındığında bu zorlukların aşılması ile başarılarının da artacağı düşünülmektedir. Cebir öğrenme alanında öğrencilerin başarılı olması sembollerin kavramsal olarak anlaşılmasına bağlıdır (Van de Walle, 2006).

Cebir öğrenme alanı, öğrenciler açısından soyut düşünme becerilerinin çok önemli bir faktör olduğu bir alandır. Öyle ki cebir öğrenme alanı içerdiği bilinmeyen kavramı ya da şekil, tablo ve grafik gibi ifadeler bakımından soyut düşünme becerisini gerektirmektedir. Yani cebirsel ifadelerde soyut düşünme becerisi kendini göstermekte ve öğrencilerin soyut düşüncelerine kapı aralamaktadır (Altun, 2005). Cebir öğrenme alanının öğrenciler tarafından

zor olarak değerlendirilmesi bu alanda birçok çalışma yapılmasını gerektirmiştir. Belirlenen zorlukların sebepleri Wang (2015) tarafından cebirin içeriği, bilişsel boşluk, öğretim sorunları, öğrenme konuları ve geçiş bilgisi şeklinde sınıflandırılmıştır.

Cebir öğretimi dört farklı yaklaşım etrafında toplanabilir. Bunlar genelleştirilmiş aritmetik olarak cebir, cebir ve somutlaştırma, problem çözme aracı olarak cebir, dil olarak cebir yaklaşımlarıdır (NCTM, 2000).

Genelleştirilmiş aritmetik olarak cebir: Farklı özelliklere sahip olan aritmetik ve cebirin aralarında güçlü bir bağ vardır (Carpenter & Levi, 2000; Kieran, 1992; Linchevski & Hersovics, 1996; Stacey & MacGregor, 1997; Van Amerom, 2002; Akkan vd., 2011). Aritmetik sayıdan, cebir ise aritmetikten türetilmiştir (Van Amerom, 2002). Hatta Dede ve Argün (2003) aritmetikten cebire geçişi “kültürel bir şok” olarak ifade etmektedir. Birçok araştırmacı öğrencilerin aritmetikten cebire geçişlerinin zor olduğunu belirtmişlerdir (Rosnick, 1999; Stacey & MacGregor, 2000; Wang, 2015). Bu yüzden cebir öncesi dönem oldukça büyük önem arz etmektedir (Goodson-Espy, 1998; Van Amerom, 2002). Matematiksel bilgilerin geliştirilebilmesi onların farklı deneyimlere sahip olmalarıyla sağlanabilir. Sayılarla başlayan bu deneyimler, sayıları kullanma sayılarla işlemler yapabilme ile devam eder ve bu şekilde öğrencilerin cebiri anlamalarına temel oluşturulur. Aritmetik bilgiler geliştirilerek cebirsel bilgilere dönüştürülür ve böylelikle aritmetik, cebirin bir parçası hâline gelir. Öğrencilerin aritmetikten cebire geçişlerini sağlamaya yardımcı olması anlamında bu çalışmada materyaller işe koşulmuştur.

Cebir ve somutlaştırma: Matematiksel kavramların gelişimi ile ilgili üç aşama olduğunu söyleyen Sfard (1995) bu aşamaların içselleştirme, yoğunlaşma ve somutlaştırma olduğundan söz etmiştir. Matematiksel konuları işleyebilme aşaması içselleştirme; temel kavramların odaklanılarak geliştirilmesi yoğunlaşma; geliştirilen matematiksel kavramların öğrencilerin kendileri tarafından ifade edilmesi ise somutlaştırma aşamasıdır. Aritmetik işlemler içselleştirme aşamasında iken cebirsel kavramların oluşması için yoğunlaştırma aşaması, temel cebirsel kavramların geliştirilebilmesi için ise somutlaştırma aşaması gerekmektedir (Sfard, 1995). Cebir ve somutlaştırma cebir öğretimi yaklaşımı doğrultusunda, soyut cebirsel kavramların somutlaştırılması ve içselleştirilmesi adına bu çalışmada materyallerin sürece dâhil edilmesi gerekmiştir.

Problem çözme aracı olarak cebir: Bu görüşe göre cebir; problem çözme, denklemi oluşturma ve bilinmeyenini değerini bulmaktır (Kieran, 1992; Lee, 2002). Yani cebir problemleri daha iyi anlama ve onları çözme aracı olarak görülür.

Bir dil olarak cebir: Cebir bu görüşe göre ise matematiği sembollere dönüştüren bir dildir. Hatta Malara ve Navarra (2003) cebir öğrenme sürecini dil öğrenme sürecine benzetmişlerdir. Öyle

ki dil öğrenme sürecinde olan bir çocuk en başta dilin anlam ve kurallarını kavrayamaz. Bu anlam ve kurallar zamanla gelişir ve birbirini destekler. Okul çağına kadar dil öğrenme konusunda deneyimsiz olan çocuk çevresindekileri taklit ederek dili öğrenir. Okumaya başlayan çocuk dil bilgisi kurallarını öğrenerek cümleler kurmaya başlar. İşte cebir öğretimi de dil öğretimine benzer. Çevresindekileri taklit ederek dil öğrenmeye çalışan çocuk aritmetikte de problemin sonucuna ulaşmayı hedefler. Dil öğretimde çocuk arkadaşının veya öğretmenin gösterdiği farklı yolları tercih edebiliyorken cebirde de bir probleme çözüm bulmak için farklı çözümler üretebilir yani bu süreçte de taklit oldukça önemlidir (Malara & Navarra, 2003).

Cebirsel düşünme, olaylar arasında bağlantı kurarken bunu matematiksel dille ifade edebilmektir (Herbert & Brown, 1997; Yenilmez & Teke, 2008). Farklı fiziksel özellikteki materyaller öğrencilerin öğrenmesini destekleyerek öğrencileri ilişki kurmaya ve cebirsel düşünmeye teşvik eder (Such & Moyer-Packenham, 2016). Cebirsel düşünme; akıl yürütme, gösterimleri kullanma, değişkenleri anlama, sembolik gösterimleri açıklama, modeller kullanma, gösterimleri birbirine dönüştürme gibi birçok önemli matematiksel beceriyi içeren düşünme biçimidir (Kaf, 2007). Cebirsel düşünme; akıl yürütmeyi, örüntüleri ve fonksiyonları, değişkenlerin anlamını ve dengeyi barındırır (Greenes & Findell, 1998). Driscoll'e (1999) göre zihinsel bir alışkanlık, Kieran'a (1992) göre genel bir aktivite olan cebirsel düşünme, Lawrence ve Hennessy'ye (2002) göre ise bilgi ve olayları matematiksel dile dönüştüren daldır. Birçok beceri barındıran cebirsel düşünme, Gülpek'e (2006) göre sembolleştirme, formülleştirme ve genelleştirme becerileri cebirsel düşünmenin temel becerileridir.

Kaya (2017) yaptığı çalışmada öğrencilerin cebirsel öğrenme düzeylerinin düşük olduğunu ve cebir konularının öğrenim ve öğretimde eksiklikler olduğunu tespit etmiştir. Akademik başarısı yüksek olan öğrencilerin cebirsel düşünme becerilerinin yüksek olduğu görülmüş ve öğrencilerin en çok sembolleri ve cebirsel ilişkileri kullanma becerisinde zorlandıkları belirtilmiştir (Bağdat, 2013). Cebirsel düşünme becerilerinin, öğrencilerin seviyelerine bağlı olarak değiştiğini belirleyen Atasoy ve Bulut (2018), öğrencilerin nicelikler arasındaki ilişkiyi tespit edemediklerini belirlemişlerdir. Cebir başarısı artan öğrencilerin cebirsel düşünme becerilerinin artması beklenmektedir (Atasoy & Bulut, 2018; Bağdat, 2013; Ceyhan, 2012; Gülpek, 2006). Cebirsel düşünme becerisinin materyallerle artırılacağını belirten Kaş (2010), uyguladığı materyalle olumlu sonuçlar almıştır.

Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler

Cebirsel ifadeler en az bir bilinmeyen ve işlem den oluşan ifadelerdir. Özdeşlik ise bilinmeyen her bir değeri için sağlanan eşitliktir (Altun, 2008). Özdeşlikler sayesinde bazı problem durumları sembolize edilmiş olur. Platon özdeşlikler için biri diğerinden ayrı fakat

aslında kendisinin aynısı olan, bu noktada da eşitlik ve özdeşliğin farkını açıklayan bir tanımlama yapmıştır (Heidegger, 1997). Özdeşlik adeta cismin aynadaki yansıması gibidir. “Çözüm kümesi gerçek sayılar olan eşitliklere özdeşlik denmektedir” tanımı da daha matematiksel bir ifade ile özdeşlik terimini açıklamaktadır (Ulaş & Yenilmez, 2017). Özdeşlikler konusunun öğretiminin etkili bir şekilde yapılması öğrenciler için tümevarım kavramının temelini atılmasına olanak sağlar (Karataş & Bahadır, 2018). Aynı zamanda özdeşlikler kavramının anlaşılması öğrencilerin matematik okur-yazarlığını da gerektirir. Özdeşliklerde görselleştirmenin, başarıyı artırdığını belirleyen Şan (2013), materyal kullanmanın ve matematik dersini günlük hayatla ilişkilendirmenin öğretime katkı sağlayacağını belirtmiştir.

Özdeşlikler konusu ile öğrenciler ilk olarak 8. sınıfta karşılaşmaktadırlar (MEB, 2018). Öğrenciler özdeşlikler konusu ile ilgili kavramları genellikle ezberleme yoluna gittikleri için hem başarıları olumsuz etkilenmekte hem de özdeşlikle ilgili ifadeleri yanlış kullanmaktadırlar (Yenilmez & Şan, 2008). Yine özdeşliklerin okullarda ezbere dayalı bir yöntemle konunun mantığı verilmeden yani kavramsal öğrenme olmaksızın aktarıldığı Özdemir vd.nin (2005) çalışmalarında da yer almaktadır.

Özdeşlik, değişkenlerin bir araya gelip öğrencilere zorluklar yaşatan bir konu değil geometrik anlam taşıyan hatta her geometrik şeklin cebirsel olarak da ifade edilebileceği şeklinde, çift yönlü bir anlam taşıyan kavramdır. Cebir ve geometrinin birbirinden bağımsız olduğunun düşünülmesi, birçok öğrenciyi yanıltan ve özdeşlikleri ezberlemek zorunda hissetmelerine sebep olan temel durumdur. Bu doğrultuda özdeşlik konusunun öğretiminde görselliğin rolü büyüktür. Cebir alanında özdeşlikler için değişkenlerin de yardımıyla çeşitli alan modellerinin kullanılması, genelleme sağlayarak bir pratiklik oluşturur. Örneğin bir dikdörtgenin alanından bahsederken “A” alanı, “x” uzun kenarı ve “y” kısa kenarı ifade etmek üzere “ $A = x.y$ ” şeklinde bir ifade ile matematiksel dille formüle edilebilir.

Özdeşliklerin geometrik olarak ifade edilmesi ile öğrenciler daha kolay bir şekilde mantıksal çıkarımda bulunabileceklerdir (Baykul, 2014). Flusser ve Francia (2000) da özdeşlik formüllerinin görselleştirilmesi ile öğrencilerin bu konuyu daha kolay öğrenebileceklerini dile getirmişlerdir. Çünkü özdeşliklerin görselleştirilmesi ile özdeşlik formülleri somutlaştırılır ve öğrenciler bu sayede formülleri kendileri keşfederler (Kara & Özgün-Koca, 2004).

8. sınıf matematik ders kitabında iki terimin farkının karesi özdeşliğinin elde edilmesi aşağıda Şekil 1’deki model ile verilmiştir.

biçimde birleştirilir. Kenar uzunlukları $(x - y)$ ve $(x + y)$ olarak elde edilen dikdörtgensel bölge $x^2 - y^2 = (x - y) \cdot (x + y)$ şeklinde ifade edilir.

Cebir öğrenme alanı ile ilgili araştırmalar incelendiğinde öğrencilerin cebirsel konularını anlamada (Cortes & Pfaff, 2000; Akkan vd., 2012; Lee, 2002; Kaya, 2017; Stafylidou & Vosniadou, 2004; Şandır vd., 2002; Tsamir & Bazzini, 2004; Vlassis, 2004; Yıldız vd., 2015; Yıldızhan & Şengül, 2017) zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin cebirsel ifade ve ilişkilere anlam vermede, özdeşlik formüllerini oluşturma, dönüştürme ve yorumlamada (Birgin & Demirören, 2020; Graham & Thomas, 2000; Stacey & MacGregor, 1997; Steinberg vd., 1990; Ulaş & Yenilmez, 2017) güçlükler yaşadıkları belirlenmiştir. Ayrıca cebir öğrenme alanında matematiksel süreç becerilerinin de yetersiz olduğu (Kılıçoğlu, 2021), öğretmen adaylarının ise cebir öğretme becerilerinde eksiklikler olduğu tespit edilmiştir (Çelik & Güler, 2018). Bu araştırmada da öğrencilerin ve öğretmenlerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda yaşadıkları zorluklar araştırılarak bu zorlukların aşılması için çözüm üretip bu çözümü uygulamak ve alanyazına katkı sunmak amaçlanmıştır.

Öğrencilerin cebir öğrenme alanında yaşadıkları kavram yanlışlarına bakıldığında ise cebirsel ifadelerde işlem yaparken birçok yanılgıya sahip oldukları görülmüştür (Akbulut, 2018; Akarsu, 2013; Akkaya & Durmuş, 2010; Birgin & Demirören, 2020; Çakmak-Gürel & Okur, 2017; Çavuş-Erdem, 2013; Demirören, 2019; Şahiner, 2018). Cebirsel ifadeler konusunda öğretmen adaylarıyla yapılan bir çalışmada, adayların bu konuda eksik ve hatalı imajlara sahip oldukları bu durumun da öğrencilerde kavram yanlışlığı oluşturabileceği belirtilmektedir (Sitrava, 2017). Bu sonuca benzer bir sonuç Yıldız vd.'nin (2019) çalışmalarında da görülmüştür ve öğretmen adaylarının cebirsel ifadeyi doğru olarak tanımlayamadıkları belirtilmiştir. Cebir alanında ortaya çıkan fazla sayı ve türdeki bu kavram yanlışlarının giderilmesi, matematiksel etkinliklerle ve uygun materyaller geliştirilerek bu materyallerin öğretimde kullanılmasıyla mümkün olacaktır (Erdem, 2017; Griffiths vd., 1988). Öğrencilerin cebir öğrenme alanında kavramsal bilgileri işlemsel bilgilerine göre oldukça eksiktir (Bekdemir & Işık, 2007). Bu kavramsal bilgilerin oluşturulması, cebirsel başarının artırılması, etkinliklerin ders öğretim sürecine dâhil edilmesiyle sağlanacaktır (Palabıyık, 2010). Matematiksel materyaller soyut olan matematiği somutlaştırarak kalıcılığı sağlamada önemli olduğu ve uygulanması gerektiği görülmüştür (Uysal-Koğ & Başer, 2011; Kaya, 2017; Kutluca & Akın, 2013). Öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesi ve kavramsal öğrenmenin gerçekleştirilmesi adına uygun materyaller ile öğretimin yapılması gerekliliğinden hareketle materyallerin öğretim sürecinde kullanılması bu araştırma için de oldukça önemlidir.

Materyaller

İnsanlar tarih boyunca günlük hayattaki matematiksel problemleri çözerken somut materyallerden faydalanmışlardır. Örneğin ilk insanlar kemiklere çentik atarak, halatları düğümleyerek veya parmaklarını kullanarak sayıları göstermişlerdir. Matematiksel hesaplar yaparken bambu çubuklarını, fildişlerini kullanmışlar; daha sonra ise abaküslere ve teller üzerinde hareket eden nesnelerden oluşan hesaplama araçlarına yönelmişlerdir (Boyer & Merzbach, 1991). Toplumların gelişmesi, sosyoekonomik seviyenin artması sonucu günlük hayattaki ihtiyaçlar da değişmiş bunun sonucunda ise matematiksel kavramları temsil etmek amaçlı kullanılan nesneler de değişerek gelişmiş ve bugünkü hâlini almıştır.

Materyal, “Yazılı, sözlü, görüntülü, kaydedilmiş her türlü belge veya gereç” olarak tanımlanmıştır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2022). Materyaller, öğretimi daha etkili hâle getirmek adına soyut kavramları somutlaştıran öğretim araçlarıdır (Bozkurt & Akalın, 2010; Moyer, 2001). Materyaller dokunulabilir, hissedilebilir ve hareket ettirilebilir nesnelerdir (Reys, 1971). Onluk bloklar, kesir takımları, birim küpler, geometrik cisimler ve örüntü blokları gibi biçimlerde soyut fikirleri somutlaştırırlar ve öğretimi daha etkili bir hâle getirirler (Durmuş & Karakırık, 2006; Pişkin-Tunç vd., 2012).

Bilişsel gelişim alanında çalışmalar yapan Piaget (1965) çocukların 7 ile 11 yaşına kadar olan dönemde somut deneyimler yardımıyla akıl yürütme ve genelleme yeteneklerinin geliştiğinden bahseder. Bu dönemdeki öğrenciler soyut düşüncelere sahip olmalarına rağmen yine de somut materyallere veya fiziksel nesnelere ihtiyaç duyarlar. Çünkü öğrenciler bu dönemde yalnızca sembol veya kelime ile sunulan matematiksel kavramları anlayabilecek bir zihinsel yapıda değildirler, bu kavramların öğrenilebilmesi için somut deneyimlere ihtiyaç duyarlar. Piaget’in materyallerin soyut kavramlara geçişte ki köprü niteliğinde olduğu görüşünü destekleyecek nitelikte birçok çalışma yapılmıştır (Bulut vd., 2002; Byoung, 2001; Clements, 1999; Dilci & Arslan, 2018; Hsiao, 2001; Kadagöl, 2018; Kutluca & Akın, 2013; Yazlık, 2018).

Matematik öğretimi sürecinde öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif olması gerekliliğini vurgulayan matematik öğretim kuramcısı Dienes (1973) için öğrenme sürecinde dört temel ilke vardır. Bu ilkelerden “*Dinamiklik İlkesi*” oyun aşamasından başlayıp yapılandırılmış etkinlikler aşamasıyla devam eden matematiksel kavramların oluşturulduğu kavrama ulaşma süreciyle sona eren ilkedir. “*Algısal - Görsel Değişkenlik İlkesi*” ise matematik öğretim sürecindeki soyut matematiksel düşünce süreçlerini kazanabilmeleri adına öğrencilerin çeşitli deneyimlere sahip olmaları gerektiğini ifade eden ilkedir. Bu deneyimlerin materyallerin öğretimde etkin kılınarak kazandırılmaya çalışılması araştırmamızda amaçlanmıştır. Bir diğer ilke olan “*Matematiksel Değişkenlik İlkesi*” ise belirli bir kavramla ilgili değişkenlerin sabit tutulup

kavramla ilgisiz olan değişkenlerin sistematik olarak değiştirilmeleri temeline dayanmaktadır. Son ilke olan “*Yapısallık (İnşa Edicilik) İlkesi*” de öğrencilerin zihinlerindeki deneyimlere dayalı olarak sezgisel kavram geliştirdiklerini savunan ilkedir ve bu ilke de öğrenme ortamında etkin kılınarak çalışma yürütölmüştür.

Bir başka eğitim kuramcısı olan Bruner (1977) öğrencilerdeki bilişsel gelişim dönemlerini “*Eylemsel Dönem, İmgesel Dönem ve Sembolik Dönem*” olmak üzere üç grupta incelemiştir. Bunlardan eylemsel dönem bireylerin öğrenme sürecinde somut nesneleri manipöle ettikleri fakat nedenlerini sorgulamadıkları dönemdir. İmgesel dönem öğrencilerin somut nesnelerin kendileriyle değil de görselleri ile ilgilendikleri dönemdir. Sembolik dönem ise öğrencilerin artık sembolleri kullanabilecek seviyede oldukları ve soyut sembolleri manipöle ettikleri dönemdir. Bruner (1977) materyalleri eylemsel ya da imgesel dönemdeki bireylerin zihinsel yapılarını geliştirerek sembolik kavramlara ulaşmalarına yardımcı olan nesneler olarak görmektedir. Hsiao (2001) da bu görüşle aynı doğrultuda olacak şekilde öğretim sürecinde somut veya sanal materyallerin kullanılmasıyla matematiksel bilgilerin inşa edilebileceğini belirtmiştir.

Materyaller, öğrencilerin matematiksel düşöncelerinin gelişiminde de oldukça önemlidir (Kamii vd., 2001; Perry & Howard, 1994). Bu nedenlerle matematik öğretimde öğretim materyallerinden faydalanılması gerekmektedir (Yolcu & Kurtuluş, 2010). Öğretim materyallerinin çeşitli öğretim ortamlarında farklı amaçlarda kullanıldığı; bazı ortamlarda öğretmeni destekleyici olarak kullanılırken bazı ortamlarda ise öğretmenin doğrudan içeriği öğrencilere aktarması amacıyla kullanıldığı görölmektedir (Yanpar-şahin & Yıldırım, 1999).

Bir materyal hazırlanırken dikkat edilmesi gereken temel ilkeler Yanpar ve Yıldırım (1999) tarafından şu şekilde verilmiştir. Materyal;

- Basit, sade ve anlaşılır olmalıdır. Materyalde kullanılacak görsel özellikler öğretim için önemli noktaları vurgulamak amaçlı kullanılmalı, gereksiz kullanımlardan kaçınılmalı,
- Öğrencilere uygulama ve kullanma olanağı vermeli,
- Her öğrenci tarafından erişilebilir ve kullanılabilir olmalı,
- Öğrenci tarafından da kullanılabilecek derecede basit olmalı,
- Tek seferde kullanımda zarar görmemeli, dayanıklı olmalı,
- Gerektiği durumda geliştirilebilir ve güncellenebilir olmalı,
- Dersin amaç ve hedeflerine uygun hazırlanmalı,
- Öğrencilerin pedagojik özelliklerine uygun ve gerçek hayatta tutarlı ögeler içermelidir.

Materyal hazırlanırken uyulması gereken ilkeler olduğu gibi kullanırken de dikkat edilmesi gereken çeşitli ilkeler vardır (Daniels, 2001; Kaptan, 1998; Özmantar & Bingölbali, 2009). Bu temel ilkeler aşağıda sunulmuştur:

- Materyali kullanacak olan öğretmen materyali kullanmadan önce materyal hakkında bilgi sahibi olmalı ve deneyim kazanmalıdır.
- Materyalle ilk defa karşılaşılın öğrenciler önce materyali tanımaya çalışacaklarından öğretmenler öğrencilerin materyalleri tanımaları için fırsat sağlamalıdır.
- Materyallerin uzun süre kullanılabilmesi için öğrenciler bu materyalleri kullanırken dikkatli olmalı, materyallerin kaybolması veya zarar görmesi ihtimallerine karşı öğrencilerde dikkat etme becerisi oluşturulmalıdır.
- Öğrenciler materyallerle ulaştıkları bilgi ve becerileri sınıf ile uygulama sonunda paylaşmalıdır.
- Öğrenciler materyal ile öğretim sürecinde materyal kullanmayı bir oyun olarak görmemeli materyal ile öğretimin matematiği daha iyi öğrenmek ve matematikle uğraşmak amacıyla materyal kullandıklarının farkında olmalıdırlar yani öğrencilere bu konuda farkındalık kazandırılmalıdır.

Materyaller sayesinde ulaşılması zor, sınıfa getirilmesi olanaksız olan olay olgu ve varlıklar gerçek yüzleriyle sınıfa taşınmış olur. Sınıf ortamını canlandıran, öğretimde geçen süreyi azaltan, bilgiyi pekiştiren ve kalıcı hâle getiren materyaller bu gibi özellikleri sayesinde öğrenmeyi kolaylaştırmaktadırlar (Karamustafaoğlu, 2006; Şahin, 2016). Birçok öğrencinin materyallerle öğretimi desteklediklerine dair fikir beyan ettikleri, yapılan birçok araştırmada görülmüştür (Ersoy & Ardahan 2003; Kablan vd., 2013). Hatta öğrencilerin sadece materyaller kullanılırken değil materyallerin hazırlanması sürecinde de hem yeni bilgiler öğrendikleri hem de farklı becerilerini kullanma fırsatı bulduklarını ortaya çıkmıştır (Köksal vd., 2006).

Materyallerin öğretim ortamlarında kullanılmasına ilişkin faydalarına dair hatırlamayı kolaylaştırma, öğrenmeyi somutlaştırma, maliyeti düşürme, zamandan tasarruf, dikkat toplamaya yardımcı olma ve içeriği basitleştirme gibi birçok durum sayılabilir (Sarıtış, 2013). Küçük yaş gruplarında öğretimde anlamayı kolaylaştıran materyaller büyük yaş gruplarında materyal geliştirme aşamalarında öğrenme fırsatı sunma açısından olumlu katkılar sunar. Sınıf ortamında kullanılabilecek başlıca materyaller aşağıdaki gibidir:

- Gerçek nesne ve modeller,
- Yazılı gereçler (kitaplar, broşürler vb.),
- Görsel basılı materyaller (resimler, fotoğraflar, çizimler, tablolar, grafikler),

- Çeşitli pano ve tahtalar (ilan tahtası, kara tahta, beyaz tahta, tebeşir, işaret kalemleri, elektronik tahta),
- Slaytlar ve film şeritleri,
- Ses öğeleri (ses kasetleri, CD'leri, ses çıkaran nesneler),
- Televizyon ve video (Programlar, videokasetler, VCD'ler),
- Bilgisayar (Kaya, 2006).

Matematik öğretimi uygulamalarında kullanılabilecek materyallerin bazıları ise şunlardır; yazı tahtası, üç boyutlu modeller, maketler ve numuneler, harita, diyagram, grafikler, karikatürler, ders kitapları, onluk taban blokları, birim küpler, örüntü blokları, simetri aynası, geometri tahtası, kesir çubukları, tangram, şeffaf kesir kartları, geometri şekilleri, izometrik kâğıt, noktalı kâğıt, sekizgensel kâğıt, dikdörtgensel kâğıt, üçgensel kâğıt, eşkenar dörtgensel kâğıt, noktalı çembersel kâğıt, çembersel kâğıt, altıgensel kâğıt, çok kareliler takımı, cebir karoları, çok küplüler takımı, süsleme takımı, hacimler takımı (Özer & Şan, 2013). Bu materyallerden cebir karosu materyali çerçevesinde gerçek nesne ve modeller somut materyal, akıllı tahta ise sanal materyal kapsamında bu çalışmada kullanılmıştır.

Somut Materyaller

Somut materyal Hacıömeroğlu ve Apaydın (2009) tarafından dokunulabilen ve hareket ettirilebilen nesneler olarak tanımlanmıştır. Van de Walle (2006) ise somut materyalleri soyut matematiksel kavramları somutlaştırmak için kullanılan matematik araç-gereçler ve gerçek hayattan nesneler olarak tanımlamıştır. Somut materyaller sayesinde matematiksel kavramlar daha açık ve somut olarak aktarılmaya çalışılır (Moyer, 2001). Öğrenci açısından bakıldığında öğrenmeyi kolaylaştıran somut materyaller, aynı zamanda öğretmenler açısından da öğretimi kolaylaştırmaktadır. Somut materyal, kullanılan konuya derinlik sağlar, eğitim yaşantılarını zenginleştirir ve etkili bir eğitim öğretim ortamı oluşturularak hem programın başarıya ulaşmasında hem de öğrencilerin istenen hedeflere ulaşmasına katkı sağlar (Çelik, 2007). Bulundukları gelişimsel dönem bakımından ortaokul öğrencilerinin soyut kavramları anlamakta zorlandıkları bilinmektedir. Bu sebeple de soyut kavramların somut durumlarla öğretimi gerekmektedir.

Matematik öğretiminde etkili bir somut materyal kullanımı için dikkat edilmesi gereken durumlar vardır (Ukdem, 2021).

- Öğrenciler materyal kullanılırken dikkat edilmesi gerekenler hakkında bilgilendirilmeli,
- Öğrencilere kullanılan materyalin öğretime sağlayacağı katkılar açıklanmalı,

- Materyal öğrencinin gelişimsel ve bilgi düzeyine uygun olmalı,
- Materyal öğrenciler için dikkat çekici unsurlar içermeli,
- Öğrenciler materyali kendilerinin keşfedecekleri bir ortam sağlanmalı,
- Materyaller her öğrencinin kullanabilmesi için yeterli sayıda olmalı ve öğrencilere bu konuda fırsat tanınmalıdır.

Pek çok teori eğitimde somut materyal kullanımını desteklemektedir (Bruner, 2006; Dienes & Golding, 1971; Piaget, 1971; Skemp, 1987). Piaget (1971) matematiksel bilgilerin, bireylerin zihninde ilişkilendirilmeler yoluyla yapılandırıldığından söz eder. Matematiksel bilgiler, deney veya gözlemle dış dünyadan elde edilen fiziksel bilgilere göre farklılık gösterir. Çünkü fiziksel bilgiler gözleme veya deneye dayalı soyutlamalarla oluşturulurken matematiksel bilgiler düşünmeye dayalı soyutlamalarla oluşturulur. Ancak daha küçük yaştaki bireyler için matematiksel ve fiziksel bilgi birbirinden fazla ayrılamaz. Bunun sebebi ise sayı kavramı gibi pek çok soyut matematiksel kavramın anlaşılması için fiziksel bilginin önemli bir yeri vardır. Bruner, (2006) çocukların düşüncelerini eylemsel, imgesel ve sembolik şekilde ifade ettiklerinden bahseder. Somut materyaller, aynı fiziksel nesnelerde olduğu gibi onların düşüncelerini eylemsel gösterimlerle ifade etmelerini sağlar. Skemp (1987) de bunlara paralel olarak çocukların somut nesnelerle etkileşim içinde olduklarında soyut anlamalarının olumlu yönde etkilendiğini ifade etmektedir.

Öğretim sürecinde öğrenmenin kalıcı olması süreçteki kullanılan duyu organlarının sayısı ile doğru orantılıdır (Aktaş & Yüksel, 2010; Demirel vd., 2002). Bilgilerin somut modellerle temsil edildiği öğrenme ortamlarında öğrencilerin daha anlamlı öğrenmeleri beklenir (Clements & McMillen, 1996). Bu sayede matematiksel kavramlar somut olarak ifade edilir ve öğrenciler bu kavramları daha kolay anlarlar (Bulut vd., 2002). Bunun nedeni ise öğrencilerin gözleri ile görüp elleriyle tuttukları gerçek eşya ve modellerin, öğrenciler için daha anlamlı olmasından kaynaklanır (Yolcu & Kurtuluş, 2010).

Somit materyallerin etkili bir şekilde kullanılabilmesi ve öğrencilere somut deneyimlerin yaşatılabilmesi; öğretmenlerin yeterliliklerine, bilgi ve becerilerine bağlıdır. Çünkü materyalin tek başına hiçbir kavramı öğretmediği bir gerçektir (Huetinck & Munshin, 2004; Moyer, 2001). Aynı zamanda öğretmenlerin somut materyallere dair inançlarının da materyallerin yararlı olduğu yönünde olması gerekir aksi hâlde bu araç ve gereçleri kullanmak istemeyeceklerdir (Yalın, 1997). Bu nedenle öğretmenler hem materyallere ilişkin bilgi beceri ve inançlara sahip olmalı hem de bunları etkili bir biçimde kullanabilmelidir ki öğretimde faydalı olsun. Aksi hâlde materyaller sadece elle tutulan, gözle görülen hatta birçok öğrencinin söylemi ile “oyuncak” ya da “inci boncuk” olarak kalırlar (Moyer, 2001). Materyaller sınıflarda

dekorasyon aracı olarak değil öğretim sürecinin amacına ve öğrencilerin öğrenme biçimlerine göre hazırlanarak uygulanmalıdır (Amadioha, 2009).

Bu alanda yapılan çeşitli çalışmalar öğretimde somut materyal kullanımının öğrencilerin başarısını ve tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Bozkurt & Polat, 2011; Demir, 2019; Fuson & Briars, 1990; Kelly, 2006; Gürbüz, 2007; Kıyıcı vd., 2007; Kutluca & Akın, 2013; Lett, 2007; Özdemir, 2008; Şensoy & Yıldırım, 2016; Thompson, 1994; Uygun, 2008, Ünal & İpek, 2009). Materyallerin öğrencilerin başarılarına ve problem çözmelerine olumlu etkilerinin yanında materyal kullanımının, dersi eğlence ile hâle getirmesi, materyallerin öğrencileri güdülemesi ve öğrenilenlerin daha kalıcı hâle gelmesi şeklinde başka farklı birçok faydasının da olduğu anlaşılmaktadır (Clements, 1999; Sowell, 1989). Matematik öğretiminde somut materyal kullanımının ilköğretimden itibaren başlamasıyla öğrencilerin öğrenmeleri ve problem çözme becerileri bakımından birçok faydanın ortaya çıktığı belirlenmiştir (Kelly, 2006). Yine bu dönemde somut materyal kullanılmasının, öğrencilerin hem ilerleyen yıllardaki öğrenmelerini hem de iş hayatlarını olumlu etkileyeceği düşünülmektedir. Öğretmen adayları ile yapılan bir çalışmada öğretmen adaylarının, öğretimde somut materyallerin kullanılması ile öğrencilerdeki psikomotor becerilerinin geliştiğini, öğrenme süresinin kısaldığını ve öğrenilmesi zor olan karmaşık bilgilerde öğrencilerin öğrenmesinin kolaylaştığını düşündükleri belirlenmiştir (Kıyıcı vd., 2007). Bu görüşlerden hareketle de yapılan bu araştırmada cebirsel ifadeler ve özdeşliklerin öğretiminde, iki değişkenli materyalin somut modelinin oluşturulmasına karar verilmiştir.

Sanal Materyaller

Sanal materyaller Mildenhall vd. (2008) tarafından “matematiksel kavramların anlaşılması adına fiziksel materyallerin sanal temsili” olarak tanımlanırken Fitzallen (2008) tarafından ise “matematik dersindeki somut kaynakları görsel olarak temsil eden internet tabanlı uygulamalar” olarak tanımlanmıştır. Alanyazında en çok kabul gören tanım ise Moyer vd. (2002) tarafından “matematiksel bilgi oluşturmak için fırsatlar sunan dinamik bir nesnenin interaktif web tabanlı görsel temsili” şeklinde yapılmıştır.

Moyer vd.nin (2002) belirttiği tanımda, sadece görsel bir nesne üzerinde bazı soruları yanıtlamak ve bazı sayfaları doldurmak sanal materyalin gerçek anlamdaki tanımıyla tam olarak örtüşmez. Çünkü sanal materyal bir temsilin ekrandaki statik bir görüntüsü değil dinamik görüntüsüdür. Kullanıcılar sanal materyaller sayesinde matematiksel bir kavram ya da ilişki hakkında düşünebilecekler ve bu düşüncelerini yansıtacak biçimde dinamik matematiksel temsillerle etkileşimi gireceklerdir. Kullanıcıların sanal materyalleri hareket ettirebilmeleri yani manipüle etmeleri gerekmektedir ki buradaki manipülasyon için kullanılabilecek araçlar

parmak, fare, ekran kalem ya da ve benzeri araçlar şeklinde olabilir. Sanal materyaller dinamik matematiksel nesneye ait etkileşim özelliği ile diğer matematiksel teknolojik araçlardan ayrılır.

Gelişimsel açıdan bakıldığında önce bilgisayarlar, daha sonra internet ve daha sonra da mobil cihazların gelişip yaygınlaştırılması (Hayes vd., 2004) ile teknolojiye büyük bir dönüşüm meydana gelmiş, bu dönüşüm de eğitim ortamlarına yansımıştır. Akademik çalışmalar da, teknolojik araç gereç kullanımının öğretim ortamlarına yansıtılmasını desteklenmiştir (Aksoy, 2003; Cüre & Özden, 2008). Basılı materyaller maliyet, taşınabilirlik, kullanılabilirlik ve erişilebilirlik konusunda birçok tartışma içermektedir (Smaldino vd., 2008). Teknolojinin gelişmesi ile basılı materyaller de dijital ortama taşınmaya başlanmıştır. Günümüzde birden fazla öğretim yöntemi ile ders işlemek ve dijital araç gereçlerin öğretimde yer almaya başlamasını, eğitim öğretimdeki teknoloji entegrasyonunu gerektirmiştir. Özellikle de matematik gibi teknolojik araç gereç kullanımının önemli olduğu uygulamalı bilimler için bu tip dijital materyallerin işe koşulması gerekmektedir.

Teknolojideki gelişmeler, öğrenme ve öğretim sürecinde matematiksel kavramların somutlaştırılarak öğrencilerin kavrama düzeylerini artırıcı olanaklar sağlamaktadır. Soyut kavramlardan oluşan matematik dersinde, bu kavramların somutlaştırılmasında “sanal öğrenme nesnesi” ya da “sanal manipülatif” olarak isimlendiren bilgisayar yazılımları oldukça önemlidir (Karakırık & Aydın, 2016). Matematiksel kavramların sanal öğrenme nesneleri yardımıyla bilgisayar ortamında modellenerek somutlaştırılması sayesinde, somut algılama düzeyinde olan ilköğretim çağındaki öğrenciler; kavramları daha iyi anlamakta, kavramlar üzerinde yorum yapabilmekte, kavramları problem çözme yeteneklerini geliştirmelerinde yardımcı olmaktadır (Durmuş & Karakırık, 2006).

Sanal manipülatifler, matematiksel ilişkileri keşfetmek ve üretmek adına sınıf ortamlarını adeta sanal laboratuvarlara veya mikro dünyalara dönüştüreceklerdir (Battista, 2001; Heid, 1997; Hölzl, 1996). Aynı zamanda matematik eğitimcileri, sanal manipülatifler ile daha güçlü öğrenme ürünlerine ulaşacağına inanmaktadırlar (Hannafin & Scott, 1998). Sanal manipülatifler sayesinde öğrenciler konuyu bireysel öğrenme hızlarına uygun bir şekilde öğrenebilir ve akranlarıyla grup çalışması yapabilirler. Sanal materyallerin diğer materyallere göre öğrenci ile etkileşimin en yüksek olduğu materyal türü olduğu belirtilmektedir. Öyle ki etkili bir sanal materyal, bir öğretmenin öğretim ortamında oluşturduğu bütün etkinlikleri yansıtabilir (Pişkin-Tunç vd., 2012).

Sanal materyallerin öğretimde kullanılması ile sağlanan avantajlardan bazıları şunlardır:

- Sanal materyaller sayesinde matematik öğretimindeki soyut semboller ile dinamik görsel resimler arasında bağ kurulur (Reimer & Moyer-Packenham, 2005).

- Öğrencilerin matematiği kavramsal öğrenmelerine fırsat vererek anahtar kavramların öğretiminde yardımcı olur (Hoffman & Rosen, 2009). Aynı zamanda öğrenciler matematiksel ilişkileri konuşup yazmaları konusunda cesaretlendirilerek matematiksel iletişim kurmaları sağlanır bu sayede öğrencilerin kendi bağımsız keşiflerinde kurallarını test etmelerine fırsat sunar.
- Sanal materyallerin diğer bir avantajı sınırsızca kullanılabilmeleridir. İçerisinde bulunan şekilleri seçme, boyama ya da işaretleme gibi özelliklerle öğrencilerin şekillerin bazı ölçülerini hesaplamasında kolaylıklar sağlar (Moyer, 2001).
- Sanal materyaller bilgisayar faresinin tıklanması ya da parmakla vs. gibi erişimler sağladığından muadillerine göre her öğrenci için temin edilme, yıpranma ve kirlenme gibi zorlukları da yoktur (Moyer vd., 2001).
- Sanal materyallerde bulunan şekil, boyut ve renk hareket gibi özellikler bakımından da kısıtlı olmayan imkânlarla sahiptir (Khasawneh, 2012).
- Eğer büyük bir grupta çalışılıyorsa materyallerin kullanılması sınıf yönetimi açısından daha az problem oluşturacaktır (Izydorczak, 2003).
- Sanal materyaller anlamlı öğrenme için gereken farklı temsilleri içermesi potansiyelinin yüksek olmasından dolayı öğrencilerinin soyutlama becerilerini destekler (Moyer vd., 2001).
- Sanal materyaller fiziksel nesnelerden temsili formlara ulaşmada köprü görevi gördüğü belirtilmektedir (Day & Hurrell, 2017).
- Aynı zamanda sanal materyaller öğrencilere kendi problemlerini oluşturma ve çözme fırsatı vererek hem evde hem okulda rahatlıkla erişilebilen etkileşimli ortamlar sağlarlar (Durmuş & Karakırık, 2006).
- Sanal materyaller anlık geri bildirim verme özellikleri sayesinde öğrencilerin verdikleri cevapların doğru ya da yanlışlarını sorgulamalarına neden olarak onları soyut düşünmeye teşvik eder. Diğer yandan sanal materyal kullanan öğrencilerin teknolojik bilgilerinin de geliştiği görülmektedir (D'Angelo & Iliev, 2012).
- Zamandan tasarruf sağlayan sanal materyaller öğrencilerin yalnız bir kavrama odaklanarak motivasyonlarını artırmalarına neden olur (Khasawneh, 2012).

Pişkin-Tunç vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada sanal materyallerin öğretim ortamında kullanıldığında etkileşimin en fazla olduğu materyal türü olduğu belirtilmiştir. Yine aynı çalışmada her öğrencinin kendi bireysel hızına uygun şekilde öğrenmesine fırsat sağlamasının sanal materyallerin önemli bir faydası olarak belirtilmiştir. Sanal materyallerin kullanıldığı bir öğretim ortamının yönetiminin daha kolay olması, sanal materyalin anında geri

bildirim verebilmesi ve dikkat dağıtan unsurların daha az olması gibi durumlar somut materyallere göre avantajlar sağlamaktadır (Carbonneau vd., 2013; Sarama & Clements, 2009).

Ünlütürk-Akçakın (2016) yaptığı çalışmada sanal materyallerin öğrencilerin akademik başarılarını ve motivasyonlarını artırdığını tespit etmiş, Çetin (2017) ise sanal materyal uygulanan derslerde öğrencilerin geleneksel yöntemle daha başarılı olduklarını belirlemiştir. Yaman (2019) ise kesir öğretiminde sanal materyal kullanımının, öğrencilerin matematik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Mutluoğlu (2019) da yine sanal materyal kullandığı çalışmasında sanal materyallerin öğrencilerin matematiğe olumlu tutum geliştirmelerini sağladığını ve sanal materyal ile öğretim yapılan grubun başarısının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılığın olduğunu belirlemiştir. Speer (2009) ise bilgisayar konusunda yeterli bilgiye sahip olmayan öğrenciler sanal materyal kullanırken güçlük yaşayabileceğinden öğrencilerin matematiğe olumsuz tutum geliştirmesine neden olabileceğinden bahsetmiştir.

Yapılan bilimsel çalışmalar öğretimde sanal materyal kullanımının olumlu etkilerinden bahsetmektedir (Çakıroğlu, 2014; Demir, 2009; Drickey, 2000; Kaya, 2017; Moyer & Bolyard, 2002; Reimer & Moyer, 2005; Samioğlu & Siniksaran, 2016). Sanal materyallerin cebir matematik öğrenme alanında kullanılmasıyla özellikle görselleştirme ve somutlaştırma bakımından öğretimde faydalı olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür (Anh & Phuc, 2014; Creighan, 2014; Doğan & Özgeldi, 2018; Kolpak, 2011; Morris, 2013; Moyer vd., 2002; Paek & Hoffman, 2014; Suh, 2005). Bu etkiler göz önüne alındığında sanal materyallerin, öğrencilerin oldukça zorlandıkları bir konu olan cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılması gerektiği düşünülmüştür.

Cebir öğrenme alanında cebirin yapısı, cebir öğretimindeki eksiklikler ve öğrencilerin hazırbulunuşluklarındaki yetersizliklerden dolayı birçok öğrencinin zorlandıkları görülmüştür; buna paralel olarak da cebirin modellerle öğretimi önerilmiştir (Dede & Argün, 2003). Yapılan birçok çalışmada materyallerin öğretim sürecinde kullanılmasının olumlu sonuçlandığı görülmüştür. Problem çözümünde cebirsel materyallerin kullanımı, problemde cebirsel ifade kurma aşamasına geçmede zorluk yaşayan öğrenciler için öğrencilerin yapılandırarak anlamalarına yardımcı olmuştur (Nay & Rudhito, 2020). Öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin cebir öğrenmelerinde materyallerin kullanılmasıyla öğrencilerin istenen sonuca ulaşabildikleri görülmüştür (Bouck vd., 2019). Cebirsel ifadelerde toplama ve çıkarma işlemleri için kullanılan modellerin geleneksel yöntemlere göre anlamlı farklılık oluşturduğu tespit edilmiştir (Farah & Kim, 2017). Doğan ve Özgeldi (2018) ise manipülatiflerin cebirsel ifadeleri görselleştirdiğini, somutlaştırdığını ve katılımcıların keşfetmelerinde kolaylık sağladığını belirlemiş, aynı

zamanda da çalışmanın katılımcılara deneyim sağladığını tespit etmişlerdir. Akın ve Pesen (2010) ise tam küp modelinin harfli ifadeler konusunda öğrenme ürünlerine etkilerini incelemişler ve bu materyalin aktif öğrenmeyi sağlayarak akılda tutmayı olumlu etkilediğini görmüşlerdir.

Materyallerin öğretimi kolaylaştıran, görselliği artıran, konunun daha iyi anlaşılmasına katkı sunan araç gereçler olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Çevik & Gülcü, 2017; Çiftçi, Yıldız, Bozkurt, 2015; Er & Sağlam-Kaya, 2017; Işık & Mercan, 2015; Ünlü, 2017). Materyal kullanmanın özellikle matematik dersinde somutlaştırmaya yardımcı olduğu ve mümkün oldukça kullanılması gerekliliğine öğretmenlerin inanmaması, öğretmenlerin çeşitli sebeplerle materyal kullanmadığını gösteren pek çok çalışma da bulunmaktadır (Çekirdekçi & Toptaş, 2011; Dindar & Yaman, 2003; Kurtdede, 2008).

Cebir öğretiminde materyal kullanımının öğrencinin başarısına etkisinden bahseden çalışmalar (Aydın, 2007; Bal, 2016; Gürbüz & Toprak, 2014; Karataş & Bahadır, 2018; Palabıyık, 2010; Türksever, 2019; Uysal-Koğ & Başer, 2012), öğretmen ve öğretmen adaylarının materyalleri tanıma ve kullanabilme seviyelerini araştıran çalışmalar (Akkaya vd., 2012; Aslan & Yadigaroglu, 2013; Duran vd., 2016; Durmuş, 2011; İskenderoglu vd., 2016; Özaltun vd., 2014;) cebir öğretiminde kullanılan materyallerin cebirsel düşünme becerisine etkisinden bahseden çalışmalar (Batdı, 2014; Doruk & Umay, 2011; Hadi & Faradillah, 2019; Lannin vd., 2006; Nurrahmi vd., 2017; Radford, 2008; Steele & Johanning, 2004; Yenilmez & Teke, 2008; Yılmaz, 2015), öğrencilerde kalıcı öğrenme sağlandığı, soyut bilginin somutlaştırıldığını gösteren çalışmalar (Aydoğdu-İskenderoglu & Taşkın, 2015; Kıyıcı vd., 2007) alanyazında yer almaktadır. Cebir öğretimine ilişkin bu çalışmalardan ve cebir öğretiminde materyal kullanımının gerekliliğinden hareketle bu çalışmada da cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde cebir karosu modelinin kullanılması gerektiği düşünülmüştür.

Yapılan çalışmalar öğretim sürecinde materyal kullanımının öğrencilerin daha iyi anlamasını sağladığını göstermiştir (Atasay, 2020; Clements & McMillen, 1996; Hiebert & Carpenter, 1992; Peltier vd., 2020; Reys vd., 2003). Cebir öğretiminde materyal kullanımına yönelik öğretmen adaylarının görüşlerinin incelendiği ve cebirdeki başarılarının araştırıldığı Amidu vd.nin (2020) çalışmalarında öğretmen adaylarının materyallere karşı olumlu görüşlerinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler tarafından özellikle geometri konularının iyi anlaşılmadığını fark eden Hidayah vd. (2018), geometri öğretiminde manipülatif kullanımını tavsiye etmişler ve araştırmalarının sonucunda ise öğretmen ve öğrencilerin manipülatiflerle öğretim sürecine olumlu tepkiler verdiklerini tespit etmişlerdir. Bu süreçte öğretmenlerin

materyalleri nasıl kullanılacağını iyi bilmeleri ve dikkatli bir süreç yürütmeleri gerekmektedir (Bouck vd., 2020; Hurst & Linsell, 2020; Satsangi vd., 2018).

Bozkurt ve Akalın (2010) materyal kullanımının önemi, materyal kullanımında öğretmenin rolü değişkenlerini incelemiş ve öğretmenlerin materyal hakkındaki bilgi ve becerilerinin yetersizliklerinden dolayı bu süreçte zorluk yaşadıklarını Kuzu ve Uras'ın (2019) çalışmasında olduğu gibi belirlemişlerdir. İşin mutfağında olan öğretmen adayları ve öğretmenlerin materyal geliştirmeye ve materyale yönelik görüşlerinin olumlu olduğu ve yaygınlaştırılması gerektiği görülmüştür (Er & Sağlam-Kaya, 2017; Koparan & Özbey 2018; Aydoğdu – İskenderoğlu & Taşkın, 2015; Kuzu & Uras, 2019; Ural, 2015; Peker-Ünal & Şen, 2019). Öğretmenlerin sanal ve somut manipülatif kullanımlarında çoğunun manipülatif kullandığı, en çok tam sayılar-kesirler, geometri, cebirsel ifadeler - eşitlik konularında kullanmayı tercih ettikleri belirlenmiştir (Çetin, Aydın & Murat, 2019).

Matematik öğretim materyallerine ilişkin öğretmen veya öğretmen adaylarının görüşlerinin incelendiği araştırmaların sonucunda katılımcıların matematik öğretiminde materyal kullanılmasını istediklerini fakat sınıf yönetiminin zorluğu, zaman kaybı, maliyeti, kullanım zorluğu, materyalin anlaşılmaması, müfredat yetiştirememe kaygısı, materyalin olmayışı sebebiyle sınırlılık oluşturduğunu belirlenmiştir (Bozkurt & Şahin, 2013; Ünlü, 2017; Yazlık, 2018). Yazılan web tabanlı materyaller ile ilgili makalelerin ortak sonucu ise, materyal destekli matematik eğitiminin faydalı olacağı, matematiksel becerileri geliştireceği konusunda paraleldir (Güveli & Güveli, 2002; Turgut & Yenilmez, 2011; Zwart vd., 2017).

İnan'ın (2006) çalışmasına göre materyallerin ülke genelinde yayılması gerektiği sonucuna varılmıştır. Matematik öğretiminde kullanılan bir materyalin düşünme becerisi ve kavram yanılgılarına etkisini inceleyen Akın vd. (2019) de materyalin kavram yanılgılarını belirlediğini, problem çözme ve akıl yürütmek gibi matematiksel düşünme becerilerini geliştirdiğini tespit etmişlerdir. Somut materyal tasarlayarak yapılan öğretim sonucunda materyalin kalıcılık sağlamada, somutlaştırmada ve sosyal etkileşim becerisi kazandırmada faydalı olduğu belirlenmiştir. Materyallerin dersi anlamayı kolaylaştırdığı, matematik başarılarının artırıldığı yapılan araştırmalar sonucu ortaya çıkmıştır (Kutluca & Akın, 2013; Kontas, 2016; Şengül & Körükçü, 2012; Yıldız vd., 2010).

Yapılan araştırmalara göre materyal tasarımı dersi; katılımcıların mesleğe tutumlarını ve öğretmenlik öz yeterliklerini artırmakta, bireysel ve sosyal açıdan faydalı olmakta ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmektedir (Aktepe vd., 2018; Bakaç & Özen, 2016; Peker vd., 2018). Matematik öğretmen adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı kursuna yönelik tutumlarını inceleyen Uyangör ve Karaca, (2010) bu kurs sonunda

öğretmenlerin tutumlarının pozitif yönde değiştiğini, grup çalışmalarının da öğrenme aktivitelerini olumlu etkilediğini belirlemiştir. Bu çalışma Cabı ve Ergün (2016) 'ün matematik öğretim adaylarında görev yerindeki teknoloji yetersizliğine ve teknoloji kullanımının kısıtlılığına göre kaygı seviyelerinin artması sorununa çözüm niteliğindedir.

Tatar ve Kağızmanlı (2016), Doğan ve Özgeldi (2018), Çiftçi, Yıldız ve Bozkurt (2015) da matematik öğretmeni adaylarının materyal hazırlama süreçlerini ve materyal seçme sebeplerini incelemişlerdir. Çalışmalarında katılımcıların materyal hazırladıkları konuyu özellikle görselleştirmesi amacıyla seçildiğini belirlemişlerdir. Ayrıca materyaller soyut olan matematiği somutlaştırarak matematikte oldukça önemli olan kavram ve sembol öğretimini kolaylaştırmaktadır (D'Angelo & Iliev, 2012; Maboya vd., 2020). Akkan ve Çakıroğlu, (2009) ise öğrencilerin sanal manipülatifleri fiziksel manipülatiflerden daha çok sevdiklerini, her iki tür materyalin de matematik öğrenmede anlamalarına katkı sağladığını belirtmişlerdir.

Cebir Karoları

Cebir karoları, özellikle cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde değişkenleri geometrik olarak temsil eden ve işlem tanımlamalarını göstermek için kullanılan modeldir. Matematik materyallerinden biri olan cebir karoları, öğrencilerin cebir konusunu daha iyi anlamalarına ve cebirsel düşünme becerilerinin gelişmesine yardımcı olur. Öğrenciler cebir karoları yardımıyla cebirsel ifadeleri görsel ve uygulamalı olarak keşfedip genellemelere kendi deneyimleriyle ulaşırlar (Okpube, 2016). Ayrıca, cebir karoları öğrencilerin görselleştirme becerilerini geliştirir ve kavramsal anlama düzeylerinin artmasına katkı sağlar (Brahier, 2016).

Cebir karolarının işleyişinde hem cebir hem geometri yer alır. Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler kavramının mantıksal çıkarımlarla öğretilmesi adına görselleştiren hem de geometrik olarak açıklayan cebir karosu modelinin kullanılması gerekmektedir. Güncel matematik öğretim programı incelendiğinde cebir karolarına yer verildiği ve cebir karoları ile özdeşlikler konunun öğretiminin gerçekleştirilmek istendiği anlaşılmaktadır. Bu karolar; öğrencilerin, cebir problemlerini sadece ezbere dayalı yöntemlerle değil, somut materyallerle de ifade etmelerine ve çözmelerine yardımcı olur. Fakat ders kitaplarının analizini yapan ve cebir karosu modelinin diğer modellere göre oldukça az kullanıldığını belirten Çavuş-Erdem vd. (2017), ders kitaplarındaki cebir karolarının yetersiz kullanımına dair bu durumun revize edilmesi gerektiğini belirtmiştir.

Şahiner'in (2018) cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda yapmış olduğu çalışmada $(a+b)^2$, $(a-b)^2$ ve a^2-b^2 özdeşlik ifadesi olduğunu derste öğrenmelerine rağmen, modelleme

sorularında özdeşliklerin açılımlarını şekillerle eşleştirememiş oldukları görülmüş öğrencilerin zihinlerinde bu kavramları anlamlandırabilmeleri için buna uygun ortamlar sağlanarak etkinliklere dayalı bir öğretim öngörülmüştür. Materyal kullanılması gerekliliği, öğrencinin soyut kavramları somutlaştırarak kavramsal öğrenmelerine olanak sağlaması bakımından oldukça önemlidir. Bu çalışmada da materyal kullanılmamış, sadece tespitler yapılmıştır. Fakat 8. sınıf cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda cebir karosu materyalinin uygulandığı ve öğrencilerdeki etkisinin araştırıldığı çalışma yalnızca Karataş ve Bahadır'ın (2018) çalışmasında rastlanmıştır.

Karataş ve Bahadır'ın (2018) çalışmasında ise cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretimine dair cebir karolarından faydalanılmıştır. Fakat bu materyalin tek değişkenli olması ve basit karton malzemeden yapılmış olması ayrıca da iki kare farkı ve iki terimin farkının karesi özdeşliğini, öğrencilerin de çok zorlandığı alan taşıma işlemi ile gerçekleştirmesi bakımından bu çalışmanın içeriği ile farklılık göstermektedir. Bu çalışmada;

- Standartlaştırılmış materyaller kullanılmış,
- Hem sanal hem somut materyal yardımı ile öğretim zenginleştirilmiş,
- Öğrencilerde kafa karışıklığına sebep olan alan taşıma işlemine gerek kalmaksızın öğretim gerçekleştirilmiş,
- Özdeşliklerin ve cebirsel ifadelerde yapılan işlemlerin sıklıkla iki değişkenli olduğundan hareketle materyallerde iki değişkenli tasarlanmış,
- Sanal manipülatif ve somut materyal uygulamaları çok popüler bir alan olsa da hâla ülkemizde sınıf içi uygulamalarda yeterli seviyede kullanılmadığından çalışmamız sayesinde öğretmen ve öğretmen adaylarına bu tanıtımın yapılması ve öğretime katkı sunması amaçlanmış,
- Öğrencilere bireysel uygulama yapma fırsatı verilerek derse aktif katılmaları ve kendi öğrenmelerini yönlendirmeleri sağlanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Bu bölümde araştırmada kullanılan yöntem, araştırmanın çalışma grubu, veri toplama araçları ve araştırma süreci ile veri analizine yer verilmiştir.

Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada kullanılan araştırma modeli eylem araştırması olarak belirlenmiştir. Eylem araştırmalarında amaç süreç içerisinde ortaya çıkan sorunlara çözüm bulmak ya da bu sorunu iyileştirmek adına veri toplayıp bu verileri analiz etmektir. Eylem araştırmaları, öğretmenler ve yöneticilerin, öğrencilerde okul ve sınıf ortamlarında “ne olduğunu” tanımlamak ve yapılan öğretim uygulamalarının sonuçlarını belirlemek amacıyla yürütülen süreç olarak tanımlanmıştır (Mills, 2003). Yıldırım ve Şimşek (2016) ise eylem araştırmasını, kendisi veya bir başka araştırmacının ya mevcut bir sorunun anlaşılmasına ya da uygulama sürecindeki bir problemin tespit edilmesine yönelik olarak bu soruna çözüm niteliğinde veriler toplayıp analiz etmeyi gerektiren araştırma yöntemi olarak tanımlamışlardır.

Eylem araştırmaları temelde eğitim alanında meydana gelen sorunları sistematik olarak anlamak ve çözüm geliştirmek amacıyla gerçekleştirilir (Balcı, 2013). Costello’ya (2007) göre eylem araştırmasında bireyler kendi mesleki gelişimleri adına ve değişim için araştırma yapmak amacıyla harekete geçerler. Yani eylem araştırmaları bireylerin kendi çalışma koşullarını iyileştirmek adına sistemli etkinlikler yapılmasıdır (Sagor, 2000). Eylem araştırmaları öğretimi geliştirmek amacıyla önceden planlanan etkinliklerle öğretim ortamında bulunan kişilerden destek alınarak gerçek bir öğretim ortamında yapılır (Johnson, 2014). Genellikle öğretmenlerin sınıflarda yaşadığı problemleri çözüme ulaştırma amacı taşıyan eylem araştırmalarında, bu amacı gerçekleştirmek için bilimsel yöntemler uygulanır. Elliott’a (1991) göre eylem araştırmasında amaç sosyal bir durumu daha iyi hâle getirmektir. Altrichter vd. (2005) ise eylem araştırmalarının temel amacının eğitim ortamlarındaki öğretim ve öğrenim etkinliklerinin kalitesini artırmak, öğretmen ve öğrencilerin çalıştığı koşulları iyileştirmek olduğunu belirtmiş eylem araştırmalarının çalışmalara katılan öğretmenlerin de mesleki olarak bilgi ve tecrübelerini çeşitlendirmelerini sağladığını vurgulamıştır.

Öğretim sürecinde eylem araştırmalarının kullanılması sayesinde öğrencilerin daha iyi öğrenmelerini sağlayabilecek uygulamalar keşfedilebilecektir (Kızılay, 2014). Eylem

araştırmaları günümüzde de  ğretim sürecinde oldukça etkin bir şekilde kullanılmaktadır çünkü bu araştırmalar eğitimcileri mesleki anlamda geliştirir, farklı eğitim modellerinin denenmesine açıktır ve uygulamalı araştırmalar için oldukça uygundur ( zt rk, 2012). Ayrıca eylem araştırmaları sürekli bir planlama ve geliştirme aşamalarıyla ilerleyen araştırmalardır. Bu sebeple de eğitimcilerin  ğretim ortamında karşılaştıkları sorunların üzümünde yeni yöntemlerin geliştirilmesi, müfredattaki değişiklikler gibi çeşitli konularda eylem araştırmalarını tercih etmek faydalı olacaktır. Bu süreçte uygulamayı yaptıran  ğretmen sürece etkin katılır. Eylem araştırmalarında uygulayıcılar birbirleriyle işbirliği yaparak incelenen sorunu anlama, değiştirme ve  z me hedefinde olurlar (Beyhan, 2013).

Eylem araştırmaları alanyazında farklı biçimlerde sınıflandırılmıştır (Yıldırım & şimşek, 2016). Berg’e (2001) göre eylem araştırmaları teknik-bilimsel-işbirliğine dayalı, uygulama- karşılıklı-işbirliği-tartışma odaklı ve özgürleştirici-geliştirici-eleştirel olmak üzere üç farklı başlıkta toplanabilir. Teknik- bilimsel- işbirliğine dayalı eylem araştırmalarında uygulama daha önceden belirlenen bir kurama göre değerlendirilir, uygulama-karşılıklı-işbirliği-tartışma odaklı eylem araştırmalarında ise amaç uygulayıcıların uygulamalarını yorumlamalarını sağlamaktır. Özgürleştirici-geliştirici-eleştirel eylem araştırmaları ise uygulamada karşılaşılan sorunlar ile kuramsal bilgileri birleştirip uygulayıcıların ortak bilinçlerini yükselterek temel sorunları anlamalarına yardımcı olmaktır. Bu araştırmada da cebirsel ifadeler ve  zdeşlikler konusunun  ğretiminde karşılaşılan sorunlar çerçevesinde özgürleştirici-geliştirici-eleştirel eylem araştırmaları bağlamında bir süreç y r t lm şt r.

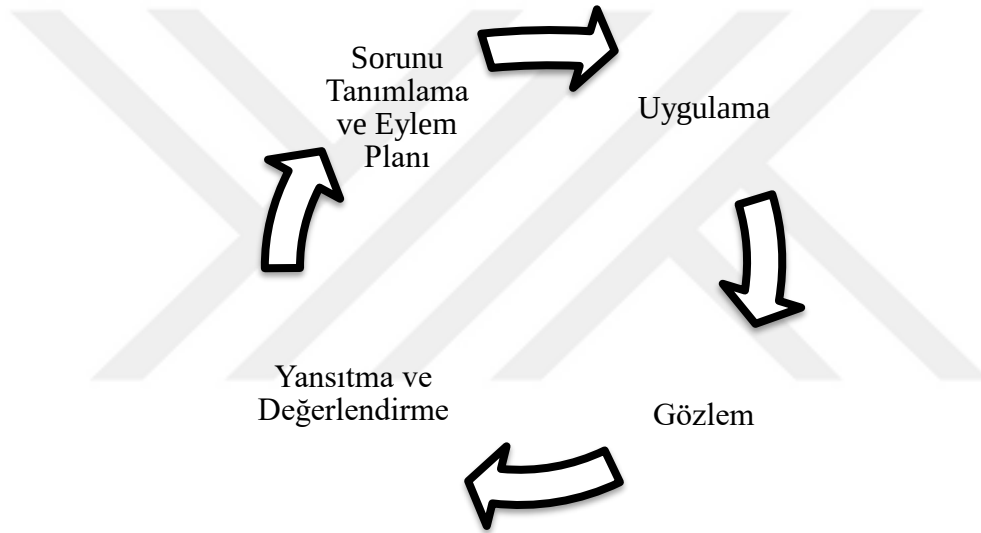
Eylem araştırmaları üzülmesi gereken ya da iyileştirilecek olan bir sorunun tespit edilmesi ve bu soruna yönelik bir eylem planı hazırlanması ile başlar. Cunningham’a (2008) göre ise eylem araştırmaları değerlendirme süreci ile başlar. Bu süreçte ise plan yapma ve değerlendirme aşamaları birlikte y r r çünkü sorunun tespiti ve buna uygun eylem planının hazırlanması bu konu hakkında geniş yorumlama ve değerlendirme süreçlerini gerektirir ( zt rk, 2012).

Eylem araştırmaları döngüsel bir süreç içerir ve bu döngüsel süreçte planın çok katı kurallarla takibi şart değildir. Çünkü süreç boyunca hedefler, sorular ve sorunlar değişebilir. Ayrıca bu döngüsel süreç, eylem araştırmaları için olmazsa olmaz değildir (Norton, 2009). Sagor (2005) da eylem araştırmalarında döngüsel bir sürecin olduğunu ve bu sürecin “problemin açıkça ortaya konması, kuramsal dayanaklar çerçevesinde bir eylemin geliştirilmesi, eylemin uygulanması ve veri toplama, elde edilen verileri yeni eylem planına yansıtma” olmak üzere dört aşamadan oluştuğunu ifade etmektedir. Bu süreçte “probleme yönelik eylem için plan yapma, planı uygulama, eylemin gerçekleştiği ortam içinde

gözlemlene, eylemin etkilerini sonraki planlara yansıtma ve yeni eylemi gerçekleştirme” katılımcıların üstlendikleri görevlerdir (Kemmis vd., 2014).

Klasik uygulama araştırmalarında bilimsel araştırma ile uygulama evreleri birbirinden farklı iken eylem araştırmalarında bu evreler iç içe geçmiş bir şekildedir (Somekh, 2006). Yine klasik uygulamalarda araştırma hipotezlerin oluşturulması ile başlarken eylem araştırmalarında önce geliştirilecek ya da iyileştirilecek durum tespit edilir ve daha sonra bu eylem planıyla veriler toplanır analiz edilir ve bu şekilde süreç yürütülür. Eylem araştırmalarında süreç birçok şekilde gösterilebilir. Örneğin sosyal psikoloji alanındaki çalışmalarıyla tanınan Lewin’e (1948) göre eylem araştırması süreci plan yapma, uygulama, gözlem ve yansıtma oluşur (Anagün, 2008). Bu döngü Şekil 3’te gösterilmiştir.

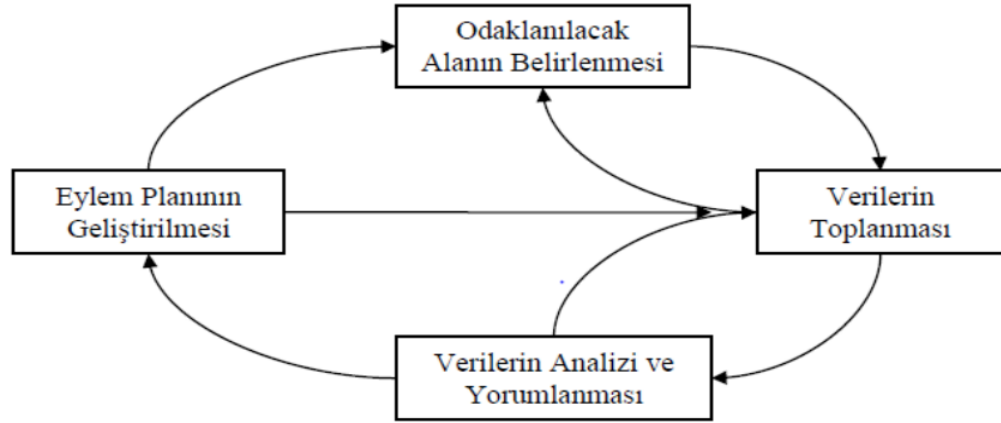
Şekil 3. Eylem Araştırması Döngüsü



Eylem araştırmalarında karşılaşılan sorunların tespitinde ve geliştirilmesinde araştırmacı daha izlenimci ve daha öznel bir yaklaşım içerisinde olup meydana gelen değişiklikleri sürekli olarak değerlendirme ve geliştirme çabasıdadır (Cohen & Manion, 1994). Eylem araştırması araştırmacıya özeleştirme imkânı veren, açık fikirli olmayı gerektiren, işbirlikçi bir tutum ile gerçekleştirilen sistemli öğrenmelerdir. Eylem araştırması Yıldırım ve Şimşek’e (2016) göre problemi tespit etme, verileri toplama, verileri analiz etme, eylem planı oluşturma, eylemi gerçekleştirme ve yeni bir eyleme karar verme aşamalarından oluşur.

Eylem araştırması döngüsü Mills (2003) tarafından Şekil 4’teki gibi ifade edilmiştir.

Şekil 4. Eylem Araştırmasının Diyalektik Döngüsü

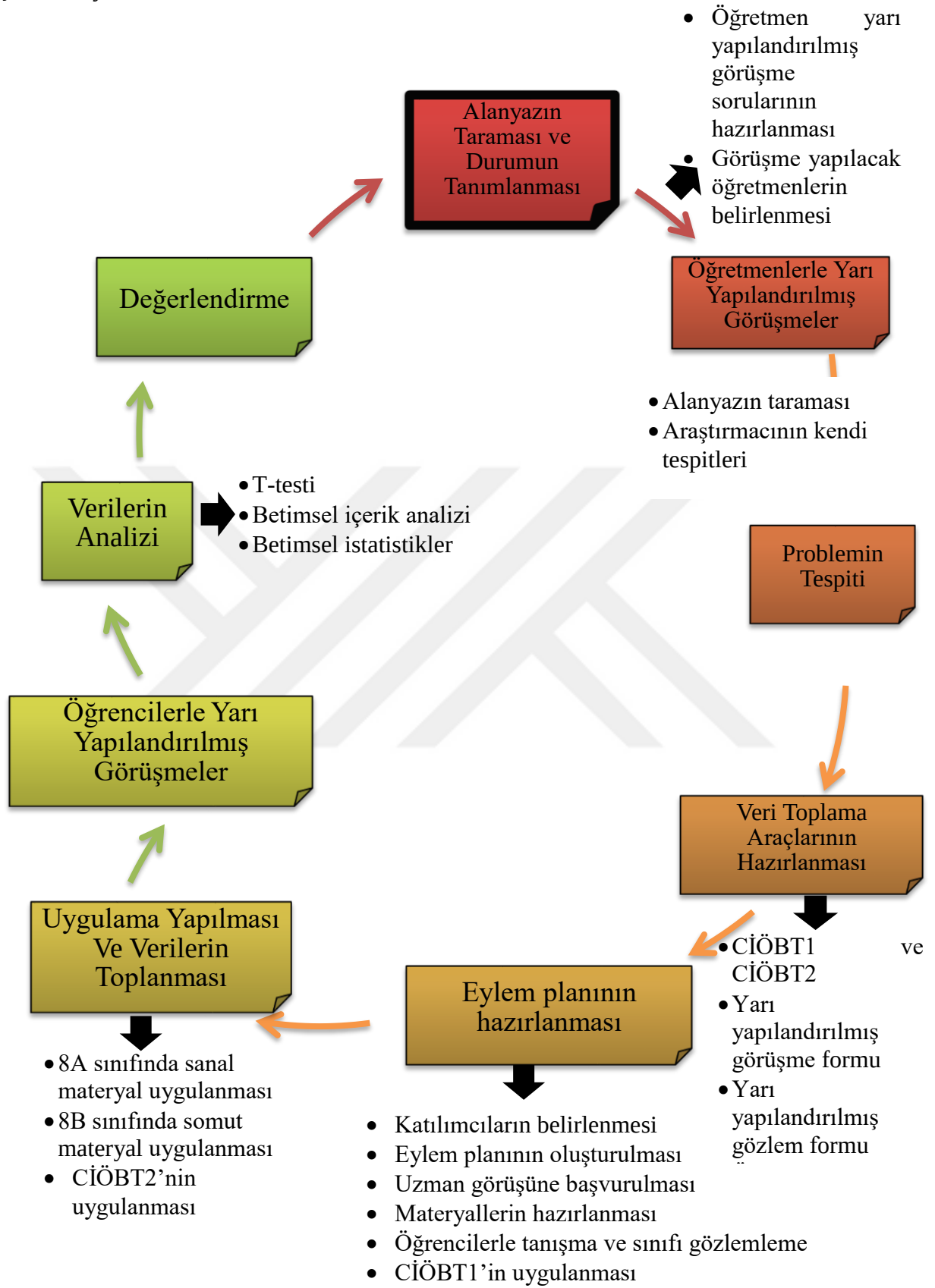


Johnson (2005) ise eylem araştırmasının aşamalarını aşağıdaki gibi belirtmektedir:

1. Problem veya çalışma konusunun tanımlanması
2. Problem veya çalışma konusunun kavramsal açıdan incelenmesi
3. Veri toplama sürecinin planlanması
4. Verilerin toplanıp analiz edilmesi
5. Verilerin toplanması sürecinde gerekirse araştırma sorusunun değiştirilmesi
6. Verilerin analiz edilmesi ve düzenlenmesi
7. Verilerin raporlaştırılması
8. Sonuç ve önerilerin oluşturulması
9. Eylem planının hazırlanması

Alanyazında karşılaşılan eylem araştırmaları aşamalarından hareketle bu araştırma kapsamında izlenecek süreç Şekil 5'teki gibi oluşturulmuştur.

Şekil 5. Eylem Planı



Eylem araştırmaları Hendricks'e göre (2006) işbirliğine dayalı, eleştirel, sınıf içi ve katılımcı olmak üzere dört t re ayrılmaktadır (Baştürk, 2014). Öğretmenlerin sınıf içerisinde karşılaştığı problemlere yönelik kendi  ğretim uygulamalarını gerçekleştirmek amacıyla yapılan bu çalışmada sınıf içi eylem araştırması tercih edilmiştir. Öğretmenlerin sınıf içerisinde karşılaştıkları sorunlara çözüm bulma çabası,  ğretim için yönlendiricidir. Her  ğretmenin sınıfında karşılaştığı durum birbirinden farklıdır. Bu yüzden farklı sorunlara tek tip bir çözümün uygulanabilmesi mümkün değildir. Bütün bu sebepler doğrultusunda öğretmenin kendi sınıfında gördüğü sorunları tespit edip çözüm yolu üretmek,  ğretim uygulamalarını değiştirmek ve geliştirmek amacıyla gerçek sınıf durumu çalışılmıştır.

Araştırma süreci, alanyazın taraması ile alanyazındaki cebirsel ifadeler ve  zdeşlikler konusunda yaşanan sorunların ele alınmasıyla başlamıştır. Yaşanılan sorunlar ve araştırmacının kendi tecrübeleri sonucunda belirlenen probleme yönelik, ulaşılan 23 matematik  ğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Öğretmenlere cebirsel ifadeler ve  zdeşlikler konusunda yaşadıkları problemler, g rd kları eksiklikler ve bunlara yönelik çözüm  nerileri sorulmuştur. Öğretmenlerle yapılan bu  n görüşmelerde öğretmenlerin kıdemi ve en son mezun oldukları yükseköğrenim düzeyi hakkında veri oluşturması açısından bilgi oluşturabilecek sorulara da yer verilmiştir. Bu görüşmeler sonucunda araştırmanın problemi alanyazın taramasına devam edilerek tespit edilmiş ve bu probleme yönelik çözüm süreci eylem planı çerçevesinde oluşturulmuştur.

Planın uygulanacağı katılımcılar belirlenip cebirsel ifadeler ve  zdeşlikler konusuna ilişkin alan uzmanlarına da danışılarak eldeki verilere uygun olacak şekilde başarı testleri, görüşme-gözlem formu, çalışma k ğıtları ve uygulama planları hazırlanmıştır. Daha sonra araştırma sorularına yönelik eylem araştırması soruları belirlenerek araştırma sürecinde kullanılacak olan somut ve sanal materyalleri geliştirmek için alanyazın taraması sürecine devam edilmiştir.

Oluşturulan  l me araçları yine alan uzmanlarına sunularak geçerlik çalışmaları yapılmıştır ve yapılan bu çalışmalar doğrultusunda eylem planları oluşturularak uygulamalar gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere cebirsel ifadeler ve  zdeşlikler konusu ile ilgili 7. sınıf kazanımlarından oluşan başarı testi ön test olarak uygulanmış süreç içerisinde de materyallerin etkin olarak kullanılacağı uygulama planlarıyla  ğretim gerçekleştirilmiştir. Öğretimin tamamlanmasının ardından cebirsel ifadeler ve  zdeşlikler konusunun 8. sınıf kazanımlarını içeren başarı testi son test olarak uygulanmış, ön test ve son test arasında anlamlı fark oluştuğundan, ayrıca gözlem notları ve görüşme verilerinden elde edilen olumlu sonuçlar dolayısıyla eylem planında ek değişiklik yapılmadan plan burada sonlandırılmıştır.

Araştırma sürecinde uygulanmak üzere materyallerle ilişkilendirilen ve her kazanıma ayrı olmak üzere dört adet uygulama planı, üç adet çalışma yaprağı alan uzmanları ile gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde hazırlanmış ve araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Her bir ders sonunda araştırmacı gözlem formu doldurmuş ve gerekli durumlarda bu gözlemler alan uzmanlarıyla da paylaşılmıştır.

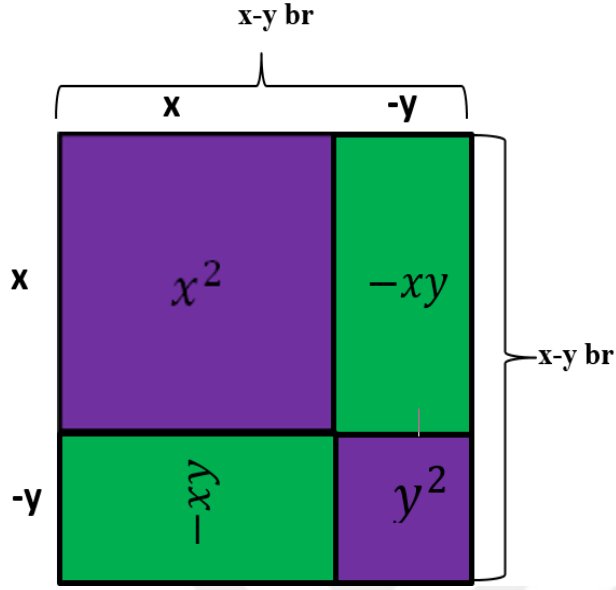
Uygulama öncesinde öğretmenlerle yapılan görüşmeler ve öğrencilerin ön bilgilerinin ölçülmesi ile elde edilen bulgulardan ve araştırmacının kendi kişisel deneyimleriyle belirlediği problemlere yönelik çözüm önerisi, eylem planı çerçevesinde geliştirilmiştir. Öğrencilerin cebirsel ifadeler konusunda zorlandıkları hem CİÖBT (cebirsel ifadeler ve özdeşlikler başarı testi)¹ hem de öğretmenlerle yapılan görüşmeler neticesinde belirlenmiştir. Bu zorluğun giderilmesi konusunda somut ve sanal materyal kullanılmasının gerekliliği ve aynı zamanda bu materyallerde de özdeşliklerin öğretiminde zorluk oluşturan alan taşıma ve alan çıkarma işlemlerine gereksinim duyulmadan bir kenarın (a-b) olarak kabul edilmesine karar verilmiştir.

İki terimin farkının karesi özdeşliği 8. sınıf ders kitabında alanların çıkarılması ile Şekil 1’de gösterildiği gibi elde edilmektedir. Görüldüğü gibi alanı $(x-y).y$ ve y^2 olan bölgelerin çıkarılması gerekmektedir ki burada da öğrencilerin zorlandıkları öğretmenler tarafından ve araştırmacının kişisel tecrübeleri sonucu belirtilmiştir.

İki kare farkı özdeşliği 8. sınıf ders kitabında alanların taşınmasıyla Şekil 2’de gösterildiği gibi elde edilmektedir. Alan taşıma işleminde de öğrencilerin zorlandıkları yine görüşme yapılan öğretmenler ve araştırmacının tecrübeleri sonucu belirtilmiştir. Alanyazından, öğretmenlerden ve kişisel tecrübelerden yola çıkılarak çıkarılacak bölgeler negatif olarak gösterilmiş yeni modeller ve buna bağlı olarak da somut ve sanal materyaller tasarlanmıştır.

İki terimin farkının karesi özdeşliğinin iki değişkenli cebir karosu modeli ile gösterimi Şekil 6’da gösterildiği gibidir.

Şekil 6. İki Terimin Farkının Karesi Özdeşliğinin İki Değişkenli Cebir Karosu Modeli ile Gösterimi



Verilen karesel bölgenin alanı,

$$(x - y).(x - y) = (x - y)^2 \text{ birimkare olur.}$$

Parçaların alanları tek tek hesaplandığında ise kenarı:

$$x \text{ br olan karenin alanı } x.x = x^2,$$

$$-y \text{ br olan karenin alanı } -y.-y = y^2,$$

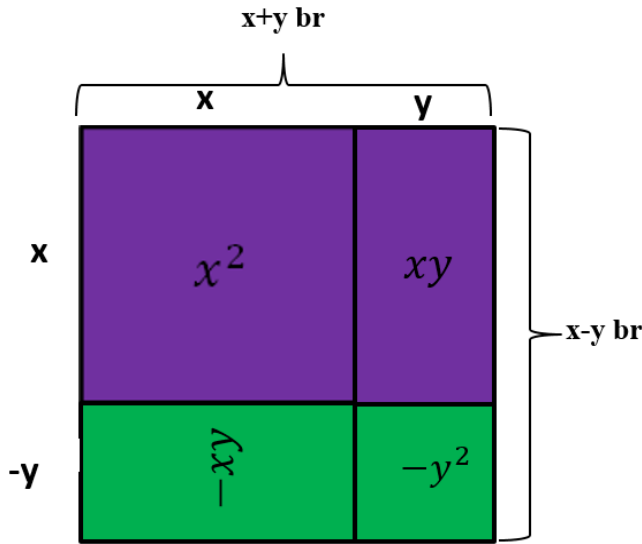
x ve y olan dikdörtgenin alanı $x.-y = -xy$ olacağından toplam alan;

$$x^2 - 2xy + y^2 \text{ olur ve}$$

$$(x-y)^2 = x^2 - 2xy + y^2 \text{ olduğu görülür.}$$

İki kare farkı özdeşliğinin iki değişkenli cebir karosu modeli ile gösterimi Şekil 7’de gösterildiği gibidir.

Şekil 7. İki Kare Farkı Özdeşliğinin İki Değişkenli Cebir Karosu Modeli ile Gösterimi



Verilen karesel bölgenin alanı,

$$(x - y).(x + y) \text{ olur.}$$

Parçaların alanları tek tek hesaplandığında ise kenarı:

$$x \text{ br olan karenin alanı } x.x = x^2,$$

$$y \text{ br olan karenin alanı } -y.y = -y^2,$$

$$x \text{ ve } y \text{ olan dikdörtgenin alanı } x.y = xy,$$

$$x \text{ ve } -y \text{ olan dikdörtgenin alanı } x.-y = -xy \text{ olacağından toplam alan;}$$

$$x^2 - xy + xy - y^2 \text{ olur ve}$$

$$(x - y).(x + y) = x^2 - y^2 \text{ olduğu}$$

Somut ve sanal materyaller bu modellere bağlı kalınarak tasarlanmış ve veri toplama araçları, uygulama planları da hazırlanarak uygulama sürecine geçilmiştir.

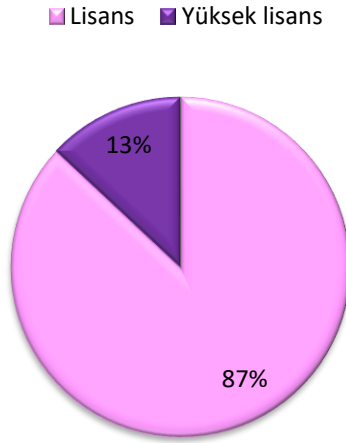
Araştırma Ortamı

Araştırma süreci Erzurum ili merkez ilçelerinden birinde orta sosyoekonomik düzeye sahip bir devlet ortaokulunda gerçekleştirilmiştir. Okulun fiziki şartlarının uygun, okul yönetiminin ise araştırmaya yönelik istekli tavırda olması okulun seçilmesinde belirleyici olmuştur. MEB’e bağlı resmî bir kurum olan bu okulda 08:30-15:00 saatleri arasında tam gün eğitim öğretim yapılmaktadır. Uygulamaların yapıldığı sınıf ortamı akıllı tahta da içermektedir ve fiziksel açıdan da çalışma için elverişlidir. Uygulama bu okulun iki ayrı 8. sınıfında öğrenim gören 20’si 8A, 22’si 8B sınıfından toplam 42 öğrenci ile matematik derslerinde yürütülmüştür. 8A sınıfında sanal materyal, 8B sınıfında ise somut materyal uygulanmıştır ve hangi sınıfa somut hangi sınıfa sanal materyalin uygulanacağı seçimi rastgele bir şekilde yapılmıştır. Sınıflar fiziksel ortam, öğrenci sayısı ve öğrencilerin ders başarısı bakımından birbirine yakındır ve okul yönetimi ile bu bilgiler görüşülüp sınıflar belirlenmiştir.

Katılımcılar

Eylem araştırması çerçevesinde yürütülen bu araştırmada cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde karşılaşılan sorunları belirlemek amacıyla ilk olarak ilköğretim matematik öğretmenleriyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Öğretmenlerin seçiminde seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Uygun örnekleme yöntemi; zaman, para ve işgücü kaybını önlemeyi amaçlayan bir örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk vd., 2010). Görüşmelerin yapıldığı 23 ilköğretim matematik öğretmeninden 3'ü yüksek lisans diğerleri ise lisans mezunu olup bu öğretmenler 4 ila 30 yıllık çalışma süresine sahiptirler. Öğretmenlerin en son mezun oldukları yükseköğrenim türü ve hizmet sürelerine ilişkin grafikler Şekil 8 ve Şekil 9'da verilmiştir.

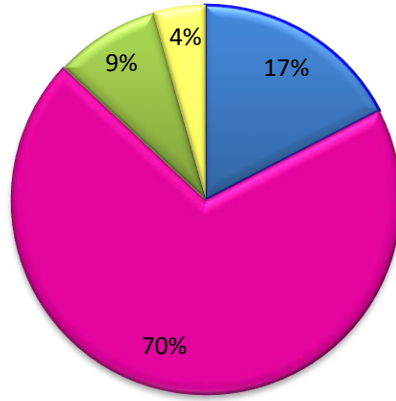
Şekil 8. *Öğretmenlerin En Son Mezun Oldukları Yükseköğrenim Türü*



Şekil 8 incelendiğinde görüşmeye katılan öğretmenlerin büyük çoğunluğunun lisans mezunu olduğunu göstermektedir.

Şekil 9. Öğretmenlerin Hizmet Süreleri

■ 1-5 yıl ■ 6-10 yıl ■ 11-15 yıl ■ 16 ve üzeri yıl



Şekil 9 incelendiğinde görüşmeye katılan öğretmenlerin büyük çoğunluğunun 6-10 yıl hizmet süresine sahip oldukları söylenebilir.

Bu araştırmadaki katılımcı öğrencilerin belirlenmesi için, olayların ve olguların keşfedilmesi ve açıklanmasına imkân tanıyan seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Amaçsal örnekleme yönteminde çalışılan durumun derinlemesine incelenmesine olanak sağlayan zengin durumlar seçilir (Büyüköztürk vd., 2010).

Örneklem grubu cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun 8. sınıf matematik öğretim programında yer alması nedeniyle ortaokul 8. sınıf öğrencileridir. Araştırmanın gerçekleştirildiği çalışma grubu Erzurum ili merkez ilçelerinden birindeki resmî bir ortaokulun 8. sınıf öğrencilerinin bulunduğu üç şubenin iki şubesinde yer alan 42 öğrenciden oluşmaktadır. 42 öğrenciden 20'si 8A, 22'si 8B sınıfındandır. Bu iki sınıfın başarı seviyesinin yakın olduğu, öğrencilerin matematik öğretmenleriyle ve okul yönetimiyle yapılan görüşmeler ile yazılı notları karşılaştırılması sonucunda belirlenmiştir. Öğrencilerin önceki yıllardan cebir öğrenme alanına ilişkin bilgilerine bakılacak olursa bu alana ilişkin olarak kazanımların 6. sınıftan itibaren başladığı görülür. Öğrenciler, cebir öğrenme alanına ilişkin olarak sözel bir cümleye cebirsel ifade yazabilme ya da cebirsel ifadeye uygun sözel cümle yazabilme, cebirsel ifadenin farklı değişkenlere göre değerini hesaplayabilme ve basit cebirsel ifadelerin anlamını açıklayabilme kazanımlarını 6. sınıfta görmüşlerdir. 7. sınıfta ise cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemi yapabilme, bir doğal sayı ile cebirsel ifadeyi çarpabilme ve sayı örüntülerinin kuralını yazma ya da kuralı verilen örüntünün istenen terimini bulma kazanımları, cebir öğrenme alanında öğrencilere verilmiş olan diğer kazanımlardır. Öğrenciler 6. sınıftan itibaren

sarmal olarak verilen cebir alanına ilişkin bu kazanımları görmüş bir şekilde 8. sınıfa gelmektedir.

Çalışma grubundaki öğrencilere araştırmanın öncesinde araştırmanın konusu, amacı, önemi hakkında bilgilendirme yapılmış ve öğrencilerin velilerine de araştırmanın içeriği hakkında bilgi verilerek her bir veliden Ek 2'de yer alan izin belgesi ile izin alınmıştır. Problemin tespiti için uygulamanın yapılacağı okuldaki matematik öğretmenleri ile de ön görüşme yapılmış, öğretmenlerin sınıfta cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda yaşadıkları sorunlar ve sınıfların seviyeleri hakkında bilgi alınmıştır.

Araştırmacının Rolü

2014 yılından itibaren MEB'e bağlı farklı resmî kurumlarda ilköğretim matematik öğretmeni olarak çalışan araştırmacı, cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde kuram ve uygulama arasındaki boşluğu fark etmiş, uygulamada kendi deneyimleri ile fark ettiği bu soruna çözüm geliştirmek için eylem araştırmasına yönelmiştir. Eylem araştırması, uygulayıcının bizzat kendisi ya da dışarıdan bir araştırmacı tarafından yapılabilir. Eylem araştırmasında, araştırma yapan kişi, süreci başlatan ve aktif olan kişidir (Creswell, 2007). Uygulayıcılar araştırmanın yapıldığı grubun doğal ortamında bulunarak süreci doğrudan gözlemlene fırsatına sahip olurlar (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu araştırmada da araştırmacı, uygulayıcı araştırmacı rolünü üstlenmiş; veri toplama ve analiz etme süreçlerinde nesnel davranmaya çalışmış ve araştırma raporunu detaylı bir şekilde yazmaya dikkat etmiştir. Aynı zamanda bu araştırmada araştırmacı veriye en yakın olan, bireylerle etkileşim hâlinde süreci yöneten, verileri toplayan ve öğretimi gerçekleştiren kişi rolündedir. Araştırmacı, öğretmen olarak kendi sınıfında gördüğü sıkıntıların aşılması için iki değişkenli cebir karosu materyalini sanal ve somut olmak üzere iki farklı biçimde tasarlayan ve uygulayandır.

Geçerlik Komitesi

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının ve uygulama planlarının sürekli olarak denetlenmesi ve geçerliklerinin kontrol edilmesi amacıyla oluşturulan geçerlik komitesi ile 2021 Temmuz ayından itibaren aktif olarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Geçerlik komitesi, tez izleme komitesi üyelerinden üç ve alanında en az beş yıl kıdeme sahip ilköğretim matematik öğretmenlerinden dört kişi olmak üzere toplamda yedi kişiden oluşmaktadır. Bu komite ile uygulama süreci boyunca görüşülmüş ve alınan dönütler doğrultusunda düzenlemeler yapılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Ortaokul matematik dersi öğretim programında “Sayılar ve İşlemler”, “Cebir”, “Geometri ve Ölçme”, “Veri İşleme ve Olasılık” olmak üzere beş öğrenme alanı bulunmaktadır. 5. sınıf dışında tüm ortaokul seviyelerinde yer alan cebir öğrenme alanı öğretim programında önemli bir yere sahiptir ve yıllara göre sarmal bir planlamada verilmiştir. 8. sınıfta cebir öğrenme alanının cebirsel ifadeler ve özdeşlikler alt öğrenme alanında bulunan kazanımlar Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. 8. Sınıf Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Alt Öğrenme Alanında Bulunan Kazanımlar

Alt öğrenme alanları	Kazanımlar
M.8.2.1. Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler	M.8.2.1.1. Basit cebirsel ifadeleri anlar ve farklı biçimlerde yazar. a) Terim, katsayı ve değişkenin anlamları üzerinde durulur. Sabit terimin de bir katsayı olduğu vurgulanır. b) $x + 5$, $3x$, x^2, $-6y^2$, $a^2.b$, $2a + 2b$ gibi temel cebirsel ifadeler üzerinde durulur. M.8.2.1.2. Cebirsel ifadelerin çarpımını yapar. a) $y(3y - 2)$, $(2x + 3)(5x - 1)$ gibi işlemler üzerinde durulur. b) Cebirsel ifadelerdeki katsayılar tam sayılardan seçilir. c) Cebirsel ifadelerle çarpma işlemini modellerle yapmaya yönelik çalışmalara yer verilir. M.8.2.1.3. Özdeşlikleri modellerle açıklar. a) $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$ ve $a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$ özdeşlikleriyle sınırlı kalınır. b) Özdeşliklerdeki katsayılar tam sayılardan seçilir M.8.2.1.4. Cebirsel ifadeleri çarpanlara ayırır. a) Ortak çarpan parantezine alma ile iki kare farkı ve $a^2 \pm 2ab + b^2$ biçimindeki tam kare ifadelerin çarpanlara ayırma işlemleri ele alınır. b) Cebirsel ifadelerdeki katsayılar ve kökleri tam sayılar içinde kalacak biçimde seçilir. c) Gruplandırarak çarpanlarına ayırma yöntemine girilmez. ç) Tam kare olmayan ikinci dereceden ifadelerin çarpanlara ayrılma işlemlerine girilmez.

Eylem araştırmalarında nicel ve nitel teknikler birlikte kullanılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2008). Bu çalışmada başarı testleri, yarı yapılandırılmış görüşme formları, gözlem formu ve öğrenci günlükleri veri toplama araçları olarak kullanılmıştır. Araştırmalarda araştırılan konunun detaylı incelenebilmesi ve konuya özgü durumların ortaya çıkarılması için çeşitli veri toplama araçlarından yararlanılması gerekmektedir (McMillan & Schumacher, 2010). Bu araştırmada da birden fazla veri toplama aracı kullanılarak veri çeşitliliği sağlanmaya çalışılmıştır ve kullanılan veri toplama araçları, bu veri toplama araçlarının kullanıldıkları zamanlara bağlı olarak Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2. *Kullanılan Veri Toplama Araçları ve Bu Veri Toplama Araçlarının Kullanıldıkları Zaman*

Uygulama öncesi	Uygulama süreci	Uygulama sonrası
• CİÖBT1(cebirsal ifadeler ve özdeşlikler başarı testi 1) • Yarı-Yapılandırılmış Görüşme (Öğretmenlerle)	• Yarı Yapılandırılmış Gözlem • Öğrenci Günlüğü	• CİÖBT2(cebirsal ifadeler ve özdeşlikler başarı testi 2) • Yarı-Yapılandırılmış Görüşme (Öğrencilerle)

Araştırma soruları ve bu sorulara yönelik veri toplama araçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. *Araştırma Sorularına İlişkin Kullanılacak Veri Toplama Araçları*

Araştırma Soruları	Veri Toplama Araçları
1) Öğretmenlerin cebirsal ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyal kullanımına ilişkin görüşleri nelerdir?	Öğretmenlerle Yapılan Görüşme
2) Cebirsal ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde, materyalin öğretim sürecine olan katkıları nelerdir?	Öğrencilerle Yapılan Görüşme, Gözlem, Öğrenci Günlükleri
3) Cebirsal ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde öğretim sürecinde karşılaşılan sorunlar nelerdir?	Öğrencilerle Yapılan Görüşme, Gözlem, Öğrenci Günlükleri
4) Cebirsal ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde somut veya sanal materyallerin kullanıldığı öğretim süreçleri sonunda öğrencilerin başarıları arasında anlamlı farklılık var mıdır?	CİÖBT2

Başarı Testleri

Başarı testlerinin oluşturulması için matematik dersi öğretim programı 2018 kazanımları çerçevesinde ve MEB'e ait ders kitapları, yardımcı kaynaklar, çeşitli soru kitapları taranmıştır. Soru havuzundaki bu sorular amaca ve kazanımlara uygun olarak hazırlanan çoktan seçmeli sorulardan oluşmaktadır. Kapsam geçerliğinin ve güvenilirliklerinin yüksek, puanlamalarının objektif ve kolay, kalabalık gruplarda uygulanabilirliğinin daha rahat olması gibi sebeplerle çoktan seçmeli sorular tercih edilmiştir.

7. sınıf cebirsel ifadeler kazanımlarını içeren sorular ön test olarak uygulanmış ve CİÖBT1 (cebirsel ifadeler ve özdeşlikler başarı testi 1) olarak adlandırılmıştır. CİÖBT1’de 7. sınıf cebirsel ifadeler ve özdeşlikler kazanımlarını içeren soruların yer almasının nedeni öğrencilerin bu öğrenme alanına ilişkin konuları 7. sınıfta görmeleri ve bu öğrenme alanına ilişkin başarılarının karşılaştırılmasıdır. 8. sınıf cebirsel ifadeler ve özdeşlikler kazanımlarını içeren sorular ise son test olarak uygulanmış ve CİÖBT2 (cebirsel ifadeler ve özdeşlikler başarı testi 2) olarak adlandırılmıştır. Alanında en az beş yıl kıdeme sahip dört matematik öğretmeni ve üniversitede matematik eğitiminde uzman iki öğretim üyesinin görüşleri ile CİÖBT1 için 15, CİÖBT2 için 20 soru; ayrı ayrı oluşturulan soru havuzlarından uygulamada kullanılmak üzere belirlenmiştir. CİÖBT1 ve CİÖBT2 sırasıyla Ek 4 ve Ek 5’te verilmiştir.

Testlerdeki sorular ayrıca bir Türkçe bir de Edebiyat olmak üzere iki öğretmene de danışılarak dil anlatım yönünden görüş alınmıştır. 7. sınıf cebirsel ifadeler konusundaki üç kazanım, 8. sınıf cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusundaki dört kazanım temel alınarak her bir kazanıma uygun beşer tane olmak üzere çoktan seçmeli sorular hazırlanmıştır. Belirtke tablosu ile hazırlanan soruların her biri uzmanlar tarafından incelenip, görüş bildirilmiş ve bu görüşler doğrultusunda test revize edilmiştir. Hazırlanan başarı testlerinin kazanım ve soru ağırlığı ile ilgili belirtke tablosuna ilişkin bilgiler Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. *Başarı Testlerinin Kazanım ve Soru Ağırlığı ile İlgili Belirtke Tablosu*

Sınıf	Kazanım No	Kazanım	Kazanıma Yönelik Soru Numarası	Kazanımın Testteki Ağırlığı
7	M.7.2.1.1.	Cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemleri yapar.	1, 2, 3, 4, 5	%33
7	M.7.2.1.2.	Bir doğal sayı ile bir cebirsel ifadeyi çarpar.	6, 7, 8, 9, 10	%33
7	M.7.2.1.3.	Sayı örüntülerinin kuralını harfle ifade eder, kuralı harfle ifade edilen örüntünün istenilen terimini bulur.	11, 12, 13, 14, 15	%33
8	M.8.2.1.1.	Basit cebirsel ifadeleri anlar ve farklı biçimlerde yazar.	1, 2, 3, 4, 5	%25
8	M.8.2.1.2.	Cebirsel ifadelerin çarpımını yapar.	6, 7, 8, 9, 10	%25
8	M.8.2.1.3.	Özdeşlikleri modellerle açıklar.	11, 12, 13, 14, 15	%25
8	M.8.2.1.4.	Cebirsel ifadeleri çarpanlara ayırır.	16, 17, 18, 19, 20	%25

Kapsam geçerliği, testin ve testte bulunan her maddenin amaca ne kadar hizmet ettiğini ölçer. Testlerin kapsam geçerliği, yine uzmanların bildirdikleri görüşler doğrultusunda hesaplanmıştır. KGO (Kapsam geçerlik oranı), maddelerin ölçekte olması ya da olmamasına ilişkin kapsam geçerliğine dayalı bir madde istatistiği olup Lawshe (1975) tarafında geliştirilen teknik ile Ayre ve Scally (2014) tarafından belirtilen ölçütler dikkate alınarak belirlenmiştir. KGO;

$$KGO = \frac{Nu-N/2}{N/2} \quad \text{veya} \quad KGO = \frac{Nu}{N/2} - 1$$

biçiminde ölçülür. Burada Nu maddeye uygun diyen uzman sayısını ve N ise maddeye ilişkin görüş belirten toplam uzman sayısını göstermektedir.

Alan uzmanlarına testteki maddeler için “Uygun”, “Uygun Ancak Düzeltilmeli” ve “Çıkartılmalı” şeklinde üç kategoriden uygun olanı belirlemeleri ve “Cevabınız düzeltilmeli ise ne şekilde olması gerektiği ile ilgili öneriniz nedir?” şeklinde geri dönüt vermeleri istenmiştir.

Yedi uzman sayısı için; CİÖBT1’in KGO’ları her madde için ayrı ayrı hesaplanmıştır ve bu değerler Tablo 5’te verilmiştir. Kapsam Geçerlik İndeksi (KGİ)’nin hesaplanması için KGO’nun ortalamaları alınır. KGÖ için ise $\alpha = .05$ anlamlılık düzeyinde KGÖ (Kapsam geçerlik ölçütü): .99 olarak verilmiştir (Ayre & Scally, 2014).

Tablo 5. CİÖBT1 İçin Kapsam Geçerlik Oranları

Soru No	Uygun	Uygun, Düzeltilmeli	Çıkartılmalı	Toplam Uzman Sayısı	KGO = Nu/(N/2)-1	Düzeltilmeden Önceki KGO
1	7	0	0	7	1.00	1.00
2	7	0	0	7	1.00	1.00
3	7	0	0	7	1.00	1.00
4	7	0	0	7	1.00	1.00
5	7	0	0	7	1.00	1.00
6	7	0	0	7	1.00	1.00
7	7	0	0	7	1.00	1.00
8	6	1	0	7	1.00	.71
9	6	1	0	7	1.00	.71
10	7	0	0	7	1.00	1.00
11	5	2	0	7	1.00	.43
12	7	0	0	7	1.00	1.00
13	4	3	0	7	1.00	.14
14	6	1	0	7	1.00	.71
15	4	3	0	7	1.00	.14
Toplam Uzman sayısı: 7						
Hesaplanan Kapsam Geçerlik İndeksi (KGİ): 1						
Kapsam Geçerlik Ölçütü (KGÖ) Tablo Değeri: .99						

CİÖBT1 için KGİ değeri KGÖ’den küçük olmadığından hazırlanacak başarı testindeki maddelere ait kapsam geçerliği istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir. Başarı testinin kapsam geçerlik analizleri sonrasında uzmanlar tarafından “Düzeltilmeli” şeklinde fikir belirtip düzeltilmesi için yapılan açıklamalar tekrar gözden geçirilerek uzman görüşleri doğrultusunda revize edilmiştir ve nihayetinde başarı testinin kapsam geçerliği yüksek çıkmıştır.

Yine yedi uzman sayısı için; CİÖBT2'nin KGO'ları her madde için ayrı ayrı hesaplanmıştır ve bu değerler Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. CİÖBT2 İçin Kapsam Geçerlik Oranları

Soru No	Uygun	Uygun, Düzeltilmeli	Çıkartılmalı	Toplam Uzman Sayısı	KGO = $N_u/(N/2)-1$	Düzeltilmeden Önceki KGO
1	7	0	0	7	1.00	1.00
2	7	0	0	7	1.00	1.00
3	5	2	0	7	1.00	.43
4	6	1	0	7	1.00	.71
5	4	3	0	7	1.00	.14
6	7	0	0	7	1.00	1.00
7	7	0	0	7	1.00	1.00
8	7	0	0	7	1.00	1.00
9	7	0	0	7	1.00	1.00
10	7	0	0	7	1.00	1.00
11	7	0	0	7	1.00	1.00
12	5	2	0	7	1.00	.43
13	7	0	0	7	1.00	1.00
14	7	0	0	7	1.00	1.00
15	5	2	0	7	1.00	.43
16	7	0	0	7	1.00	1.00
17	7	0	0	7	1.00	1.00
18	7	0	0	7	1.00	1.00
19	7	0	0	7	1.00	1.00
20	7	0	0	7	1.00	1.00
Toplam Uzman sayısı: 7						
Hesaplanan Kapsam Geçerlik İndeksi (KGİ): 1						
Kapsam Geçerlik Ölçütü (KGÖ) Tablo Değeri: .99						

CİÖBT2 için KGİ değeri KGÖ'den küçük olmadığından hazırlanacak başarı testindeki maddelere ait kapsam geçerliği istatistiksel olarak anlamlı düzeydedir. Başarı testinin kapsam geçerlik analizleri sonrasında uzmanlar tarafından “Düzeltilmeli” görüşü belirtilenler, tekrar gözden geçirilerek uzman görüşleri doğrultusunda revize edilmiştir ve nihayetinde başarı testinin kapsam geçerliği yüksek çıkmıştır.

Uzman görüşleri sonrasında sorularda yapılan düzeltmeler uzmanların geri dönütleri doğrultusunda yapılmış ve bu değişiklikler kalın yazı tipi ile Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Başarı Testlerinde Uzman Görüşlerinin Geri Dönütleri ile Yapılan Değişiklikler

Testin Adı	Soru No	Sorunun İlk Hâli	Uzman Görüşleri Sonrasındaki Hâli																				
CİÖBT1	11	Kuralı $(5n + 7)$ olan sayı örüntüsünün 7. Adımındaki sayı kaçtır? A) 35 B) 70 C) 64 D) 42	Kuralı $(5n + 7)$ olan sayı örüntüsünün 7. adımındaki sayı kaçtır? A) 35 B) 42 C) 64 D) 70																				
CİÖBT1	13	<table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr><tr><td>-3</td><td>-1</td><td>1</td><td>3</td><td>?</td></tr></table> Yukarıda tabloda verilen sayılar arasında belli bir ilişki vardır. Buna göre soru işareti yerine kaç gelmelidir? A)4 B)5 C)6 D)7	1	2	3	4	5	-3	-1	1	3	?	<table><tr><td>1. terim</td><td>2. terim</td><td>3. terim</td><td>4. terim</td><td>5. terim</td></tr><tr><td>-3</td><td>-1</td><td>1</td><td>3</td><td>?</td></tr></table> Yukarıda tabloda verilen sayılar arasında belli bir ilişki vardır. Buna göre soru işareti yerine kaç gelmelidir? A)4 B)5 C)6 D)7	1. terim	2. terim	3. terim	4. terim	5. terim	-3	-1	1	3	?
1	2	3	4	5																			
-3	-1	1	3	?																			
1. terim	2. terim	3. terim	4. terim	5. terim																			
-3	-1	1	3	?																			
CİÖBT1	14	Bir fidanın boyu dikildiğinde 25cm dir. Fidanın boyu her yıl 22cm uzamaktadır. Buna göre kaç yıl sonra boyu 113 cm olur? A) 6 B) 5 C) 4 D) 3	Bir fidanın boyu, dikildiğinde 25 cm' dir. Fidanın boyu her yıl 22 cm uzamaktadır. Buna göre bu fidanın boyu kaç yıl sonra boyu 113 cm olur? A) 3 B) 4 C) 5 D) 6																				
CİÖBT2	3	Aşağıdakilerden hangisi a^2b^2 ifadesinin farklı gösterilişi değildir? A) $a \cdot a \cdot b \cdot b$ B) $a \cdot b^2 \cdot a$ C) $b \cdot a \cdot b \cdot a$ D) $a \cdot 2 \cdot b \cdot 2$	Aşağıdakilerden hangisi a^2b^2 ifadesinin farklı bir gösterilişi değildir? A) $a \cdot a \cdot b \cdot b$ B) $a \cdot b^2 \cdot a$ C) $b \cdot a \cdot b \cdot a$ D) $a \cdot 2 \cdot b \cdot 2$																				
CİÖBT2	5	m bir tam sayı olmak üzere, $(2x-4) \cdot (x+m)$ işleminin sonucunda katsayılar toplamı -12 olduğuna göre m kaçtır? A)12 B)-12 C)5 D)-5	m bir tam sayı olmak üzere, $(2x-4) \cdot (x+m)$ işleminin sonucundaki ifadenin katsayılar toplamı -12 olduğuna göre m kaçtır? A)-12 B)-5 C)5 D)12																				

Güvenirlik bir testin hatalardan arınık olma derecesi olarak ifade edilebilir (Büyüköztürk vd., 2010). Başarı testlerinin güvenilirliği için iç tutarlılıkları yani güvenirlilik katsayıları aşağıdaki formül kullanılarak (Kuder-Richardson 20/ KR-20) hesaplanmıştır.

$$KR_{20} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S_x^2} \right]$$

K = Testin soru sayısı

p = Madde güçlüğü

q = 1 - p

S_x² = Testin varyansı

KR-20 iç tutarlılığı kestirmede (özellikle de KR-21'e göre) daha yüksek güçte olduğundan (Ergin, 1995) bu çalışmada güvenilirliği test etmek için tercih edilmiştir.

Güvenirlik katsayısı (KR-20) değeri $.6 \leq \alpha < .7$ aralığında ise kabul edilebilirdir. Diğer bir yandan yine güvenilirlik katsayısı $.61 < \alpha < .80$ aralığında ise test orta güvenilirliktedir (Ghazali, 2008; Kılıç, 2016). CİÖBT1'in KR-20 güvenilirlik katsayısı, $\alpha = .605$ olarak hesaplanmıştır. $\alpha = .605 > .6$ olduğundan CİÖBT1 güvenilirlik katsayısı ise $\alpha = .638$ olarak hesaplanmıştır. $\alpha = .638 > .61$ dir ve CİÖBT2 de güvenilirlik katsayısı ise $\alpha = .638$ olarak hesaplanmıştır. $\alpha = .638 > .61$ dir ve CİÖBT2 de güvenilirlik katsayısı ise $\alpha = .638$ olarak hesaplanmıştır.

Başarı testlerinin madde güçlük ve madde ayırt edicilik indeksleri yani madde analizi yapmak adına doğru cevaplar "1", yanlış cevaplar "0" ve boş bırakılanlar da "0" olarak kodlanıp tüm öğrencilerin toplam puanları büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Daha sonra 8A ve 8B sınıflarındaki toplam 33 öğrenciye uygulama için yapıldığı için 33'ün %27'si alınarak dokuz kişilik alt ve üst gruplar oluşturulmuş ve buna göre madde güçlük indeksi (p) ve madde ayırt edicilik indeksi (d) hesaplanmıştır.

Madde güçlük indeksi: Testte bulunan bir maddenin zorluğunun ya da kolaylığının belirlenmesinde kullanılan indekstir ve hesaplanması için üst gruptaki öğrencilerin sayısı ile alt gruptaki öğrencilerin sayısını toplanıp üst ve alt gruptaki toplam öğrenci sayısına bölünmesi gerekir. Bir maddenin güçlüğü .50 civarında olması beklenir fakat testlerde kolay ve zor olacak şekilde başka maddelere de yer verilebilir (Büyüköztürk vd., 2010; Ding vd., 2006).

Madde ayırt edicilik indeksi: Testte bulunan bir maddenin bilen ve bilmeyen öğrenciyi birbirinden ayırma derecesi olarak adlandırılabilir ve bu indeks -1 ile +1 arasında değer alır. Madde ayırt edicilik indeksi hesaplanırken üst gruptaki öğrencilerin sayısından alt gruptaki öğrencilerin sayısı çıkarılıp üst veya alt gruptaki öğrenci sayısına bölünür. Elde edilen değer aşağıdaki Tablo 8'de verilen yorumlama ölçütüne göre değerlendirilebilir (Büyüköztürk vd., 2010).

Tablo 8. Madde Ayırt Edicilik Oranlarına Göre Maddenin Değerlendirilmesi

Madde Ayırt Edicilik (Pj)	Maddenin Değerlendirilmesi (rjx)
.40 ve daha büyük	Madde çok iyi
.30-.39 arası	Oldukça iyi bir madde
.20-.29 arası	Maddenin düzeltilerek geliştirilmesi önerilir
.19 ve daha küçük	Çok zayıf madde

Başarı testlerinin maddelerinin analizinde aşağıdaki formüller baz alınmıştır (Turgut & Baykul, 2012).

$$P_j = \frac{D_{\bar{u}} + D_a}{N}$$

$$r_{jx} = \frac{D_{\bar{u}} - D_a}{n}$$

P_j: Madde güçlük indeksi, r_{jx}: Ayırt edicilik indeksi, D_ü: Maddeyi üst grupta doğru cevaplayanların sayısı, D_a: Maddeyi alt grupta doğru cevaplayanların sayısı, N: Alt ve üst gruptaki toplam öğrenci sayısı ve n: Alt ya da üst grubun öğrenci sayısıdır. CİÖBT1 için 1. sorunun madde analizlerini yapalım.

Bu soru için D_a: 5, D_ü: 8, N: 18 ve n: 9'dur. Bu değerleri formülde yerine yazacak olursak madde güçlük indeksini

$$P_j = \frac{8 + 5}{18} = .72$$

olarak buluruz.

Aynı değerleri formülde yerine yazacak olursak CİÖBT1 için 1. soru madde ayırt edicilik indeksini

$$r_{jx} = \frac{8 - 5}{9} = .33$$

olarak buluruz.

CİÖBT1 ve CİÖBT2'nin madde ayırt ediciliği ve güçlüğüne ilişkin madde analizleri Tablo 9 ve 10'da verilmiştir.

Tablo 9. CİÖBT1 İçin Madde Analizleri

Soru	Da	Dü	P _j	r _{jx}	Soru	Da	Dü	P _j	r _{jx}
1	5	8	.72	.33	9	5	9	.78	.44
2	3	6	.50	.33	10	3	6	.50	.33
3	2	7	.50	.56	11	2	7	.50	.56
4	4	7	.61	.33	12	2	8	.56	.67
5	3	6	.50	.33	13	2	5	.39	.33
6	5	9	.78	.44	14	2	5	.39	.33
7	2	5	.39	.33	15	1	5	.33	.44
8	4	8	.67	.44					

Tablo 10. CİÖBT2 İçin Madde Analizleri

Soru	Da	Dü	Pj	rjx	Soru	Da	Dü	Pj	rjx
1	3	8	.61	.56	11	2	7	.39	.33
2	4	9	.72	.56	12	3	7	.56	.44
3	5	8	.72	.33	13	2	8	.56	.67
4	3	9	.67	.67	14	4	7	.61	.33
5	3	6	.50	.33	15	3	8	.61	.56
6	3	8	.61	.56	16	4	7	.61	.33
7	5	9	.78	.44	17	2	8	.56	.67
8	5	9	.78	.44	18	4	8	.67	.44
9	3	7	.56	.44	19	3	6	.50	.33
10	1	7	.44	.67	20	3	7	.56	.44

Başarı testlerindeki maddelerin analizlerine göre CİÖBT1'in güçlük ortalaması .54 olup ortalama güçlükte bir test olduğu söylenebilir. Yine aynı testin ayırt edicilik ortalaması .41'tir ve ayırt edici maddelerden oluşmaktadır. CİÖBT2'nin ise ortalama güçlüğü .6 bulunmuş bu ise testin orta düzeyde güçlüğüne sahip olduğunu anlatmaktadır. Yine aynı testin ayırt ediciliğinin ortalama .47 olduğu görülmekte bu da testteki soruların ayırt ediciliğinin olduğunu belirtmektedir. Ayrıca her iki testte de kolay ve zor maddeler bulunmaktadır ki bu da beklenen bir durumdur. Dolayısıyla da testlerden çıkarılması gereken ya da düzeltilmesi gereken madde olmamıştır.

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formları

Görüşmeler araştırmacıya topladığı verileri teyit etme ayrıntılı hâle getirme ve açıklama gibi avantajlar sunduğundan güçlü veriler sağlar (Yıldırım & Şimşek, 2013). Dede ve Peker'in (2007) yaptıkları araştırmada öğrencilerin cebirle ilgili yaşadıkları zorlukların hem öğrenciden hem de öğretmenden kaynaklandığı belirlenmiştir. Bu amaçla ayrı formlar hazırlanarak hem öğrencilerle hem de öğretmenlerle görüşmeler ayrı ayrı yapılmıştır. Öğretmenlerle yapılan görüşmelerde onlara, cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda yaşadıkları sorunlar ve bu sorunlara karşı geliştirebilecek çözüm önerileri sorulmuştur. Diğer görüşme formu ise öğrencilere öğretim süreci sonunda uygulanmış ve bu süreçte öğrencilerin karşılaştıkları sorunlar, uygulamanın güçlü ve zayıf yönleri gibi uygulama ile ilgili görüş bildirmeleri istenmiştir. Öğretmenlere ve öğrencilere uygulanan bu görüşme formları yarı yapılandırılmış görüşme metoduna uygun hazırlanmıştır. Çünkü yarı yapılandırılmış görüşme metodu, süreç içerisinde görüşme yapan ve yapılan kişilere esneklik imkânı vermektedir. Çünkü görüşme sürecinde sorular yeniden düzenlenebilir ve daha uygun hâle getirilebilir (Aksu, 2013). Ayrıca görüşme sırasında elde edilmek istenen bilgiye göre ek sorular sorularak görüşme yönlendirilebilir ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile bireylerden araştırmanın amacına uygun daha doyurucu bilgiler edinilebilir. Görüşme yapılacak kişilerden ses kaydı alınması hususunda

izin alınmış, görüşmeler ses kayıt cihazıyla kaydedilmiş, ses kayıtlarının yazıya dökülmesi ile veriler elde edilmiş ve çözümlenmiştir.

Görüşme soruları, araştırmanın amacına uygun olarak ve araştırma sorularına cevap verecek şekilde uzman görüşleri alınarak geliştirilmiştir. Alınan geri dönütler doğrultusunda görüşme sorunlarında çeşitli düzeltmeler yapılmış, bazı sorulara alternatif sorular eklenerek soruların daha açıklayıcı olması sağlanmıştır. Öğretmen görüşmeleri 23 matematik öğretmeni ile gerçekleştirilmiş, öğrenci görüşmeleri ise 8A ve 8B sınıftaki toplam 26 öğrenci ile yapılmıştır. Yapılan bu görüşmelerin kaydedilmesi için öğretmen ve öğrencilerden izin istenmiş, görüşülen ortamların sessiz ve görüşme için uygun ortamlar olmasına dikkat edilmiştir. Görüşmelerin amacı ve elde edilen verilerin gizliliğinin sağlanacağı konusunda görüşmeye katılan her bireye görüşmeye başlamadan önce bilgi verilmiştir.

Demografik sorularla başlayan öğretmenlerle yapılan görüşme soruları toplam yedi sorudan oluşmuştur. 1. soru öğretmenlerin derslerinde materyal kullanımına, 2. soru gerçek hayatla matematik arasında bağlantı kurup kurmadıklarına, 3 ve 4. sorular cebir karosu modeli ve materyaline, 5. soru ders kitabında cebir karosunun kullanımına, 6. soru ise özdeşliklerin anlatımında model kullanılmasına ilişkindir. Son soruda ise öğretmenlere, belirtmek istedikleri görüş ve öneriler sorulmuştur. Bu form Ek-8’de verilmiştir.

Öğrencilerle yapılan görüşme formundaki sorular ise 11 sorudan oluşmaktadır. Bunlardan 1.soru gündelik hayatla matematik konuları arasında bağlantı grup kurmadıklarını, 2, 3 ve 4. sorular materyalin ilgi, katılım ve kalıcılığa etkisini, 5 ve 6. sorular materyali kullanırken özelliklerini anlamakta ve kullanmakta zorluk yaşayıp yaşamadıklarını ölçmeyi amaçlamaktadır. 7 ve 8. sorular materyalin somutlaştırmaya ve ders öğretimine katkılarına, 9 ve 10. sorular ise materyalin kullanıldığı dersle diğer derslerin arasındaki farklılığa ve materyalin diğer matematik konularının öğretiminde de kullanılmasına ilişkindir. Son soruda ise öğrencilerin materyal ile ilgili görüş ve önerilerini belirtmeleri amaçlanmıştır ve bu görüşme formu Ek-9’da verilmiştir.

Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formu

Katılımcıların süreç içerisindeki davranışları, yarı yapılandırılmış gözlem formu ile gözlemlenmiştir. Gözlem formu, alan yazın ile birlikte değerlendirilmiş uzman görüşleri alınmış bazı sorular çıkarılmış bazı sorular eklenmiş ve forma son hâli verilmiştir. Uygulamanın yapıldığı sınıflar, 15’er ders saati boyunca ilgili kazanımlara yönelik gözlemlenmiştir. Veri kaybı olmaması adına ders sürecinde ve dersin bitiminde gözlem notları alınmıştır. Oluşturulan gözlem formunda araştırmanın amacına yönelik olarak öğrencilerin dikkatle dinleme,

karşılaşılan problemi çözmeye, ilgi, etkin katılım, yaşanan zorluk ve materyal kullanımlarına ilişkin gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemler “Hiçbir Zaman”, “Nadiren”, “Sıklıkla” ve “Daima” gibi ifadelerle değerlendirilmiştir. Ayrıca bu maddeler dışında gözlemlenen farklı durumlar da gözlem formuna eklenmiştir. Bu form Ek-6’da verilmiştir.

Öğrenci Günlükleri

Günlük yazmak öğrencilere öğrendiklerini, kendi cümleleri ile yeniden oluşturma ve düşüncelerini yeniden organize etme imkânı sağlar (Rossi, 2004). Günlük yazan öğrenciler kendi ilerleme ve öğrenme biçimlerini görme fırsatını yakalamış olurlar (Crawford vd., 2005). Öğrenme düzeylerinin farkına varan öğrenciler aynı zamanda öğretim sürecinde hata yaptıkları, zorluk çektikleri ve beğendikleri durumları özgürce yazma olanağına sahip olurlar. Süreç içinde günlük tutmak öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini anlamalarını ve sahiplenmelerini sağlar, onları öğrenme sürecine etkin katar, eleştirel düşünme becerilerini ve yaratıcılıklarını geliştirir (Moon, 1999).

Araştırmada günlük tutturulmasının nedeni öğrencilerin bireysel gözlem, duygu, düşünce ve yorumlarına ulaşarak daha sağlıklı veriler elde etmektir. Öğrencilere uygulamanın başında, dersin olduğu her gün tutacakları günlüklerin temelde hangi bilgileri içermesi gerektiği ile ilgili taslak bir form dağıtılmıştır. Öğrenciler burada yer alan sorulara göre eklemek istedikleri farklı görüşlere de yer vererek günlüklerini özgürce yazmışlardır. Yazılan bu günlükler bir sonraki derste düzenli olarak toplanmıştır. Günlüklerden elde edilen veriler diğer veri toplama araçlarıyla elde edilen verileri teyit etme amaçlı kullanılmıştır. Günlükte öğrencilerin yer vereceği düşüncelere ilişkin form Ek-7’de ve bazı günlük örnekleri Ek-11’de verilmiştir.

Çalışma Yaprakları

Her bir eylem planı uygulamasının sonunda, kazanımların pekiştirilmesi amacıyla hazırlanan çalışma yaprakları kullanılmıştır. Çalışma yaprakları öğrencilere dağıtıldığında öğrencilerin sorulara verdiği cevaplar incelenmiş onlara tek tek geri dönüt verilerek anlaşılmayan ya da eksik kalan durumların giderilmesi ve konudaki kalıcılığın sağlanması amaçlanmıştır. Çünkü çalışma yaprakları kullanım amacı daha kalıcı öğrenmeler oluşturmaktır (Demircioğlu & Atasoy, 2006). Örnek çalışma yaprağı Ek-10’da verilmiştir.

Araştırma süreci

Araştırma süreci, matematik öğretim programındaki 8. sınıf kazanımları doğrultusunda hazırlanan ve uzmanların geri dönütleri ile son hâli verilen uygulama planlarına sadık kalarak

yürütülmüştür. Her bir plan uygulandıktan sonra diğer planda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Planların içerikleri, uygulandıkları tarih ve uygulama süreleri Tablo 11’de gösterilmiştir.

Tablo 11. *Uygulama Planlarına Ait Detaylar*

Uygulama Planı	Kazanım	Uygulama Tarihi	Süre
1. uygulama planı	M.8.2.1.1	30.12.2021	2 ders saati
2. uygulama planı	M.8.2.1.2	31.12.2021	3 ders saati
3. uygulama planı	M.8.2.1.3	06.01.2022- 07.01.2022	5 ders saati
4. uygulama planı	M.8.2.1.4	13.01.2022- 14.01.2022	5 ders saati

2021-2022 eğitim öğretim yılı dönem başında Erzurum İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır ve alınan izin belgesi Ek 1’de verilmiştir. Araştırmacının çalıştığı okul ile uygulamanın yapılacağı okulun farklı olması dolayısıyla her iki okulun yönetimiyle görüşülmüş, ders programları çalışmaya uygun olacak ve çakışmayacak biçimde ayarlanmıştır. Okul yönetiminin ve okuldaki öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda birbirine denk olduğu belirlenen 8A ve 8B sınıflarının ders programları da, okul yönetimi tarafından çalışma yapılabilecek bir şekilde düzenlenmiştir.

Araştırma haftalık beş saat matematik dersi gören 8. sınıflar için hazırlanan ders uygulama planlarına göre yürütülmüştür. Bu uygulama planları 2018 yılında yayımlanan ortaokul matematik öğretim programı doğrultusunda hazırlanmıştır. Uygulamaya başlanmadan önce gerekli alanyazın taranmış ve araştırmacının kendi tecrübeleri ile fark ettiği cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda yaşanan zorluklar için öğretmenlerle görüşmeler yapılmış bu görüşmelerin analizi sonucunda uygulama planlanmıştır. Öğretmenlerle yapılan görüşmeler neticesinde ortaya çıkan fikirler bu çalışmanın uygulama sürecine ve materyal geliştirme sürecine yansıtılmıştır. Uygulama planlarındaki soruların, öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşılabileceği türden ve keşfederek öğrenmeye yönelik olmalarına dikkat edilmiştir. Bu sayede öğrencilerin ilgilerini çekerek derse motive olmaları ve dersi günlük hayatla ilişkilendirebilmeleri amaçlanmıştır. Örnek uygulama planı Ek 12’de verilmiştir.

Uygulama sürecinde öğretimi kendisi gerçekleştiren araştırmacı, uygulama planlarına da sadık kalacak şekilde üç hafta boyunca her iki sınıfta 15'er ders saati öğretim yapmıştır. Bu süreçte uygulama planları doğrultusunda 8A sınıfında sanal materyal uygulanırken, 8B sınıfına somut materyal uygulanmıştır. Bu seçim rastgele bir şekilde yapılmıştır.

Cebir karosu materyali hazırlanırken materyal hazırlama temel ilkelerinden olan materyalin basit, sade ve anlaşılır olmasına, öğrencilerin kullanmasına olanak sağlamasına, her öğrenciye yetebilecek sayıda olmasına, dayanıklı olmasına, dersin amaç ve hedeflerini uygun

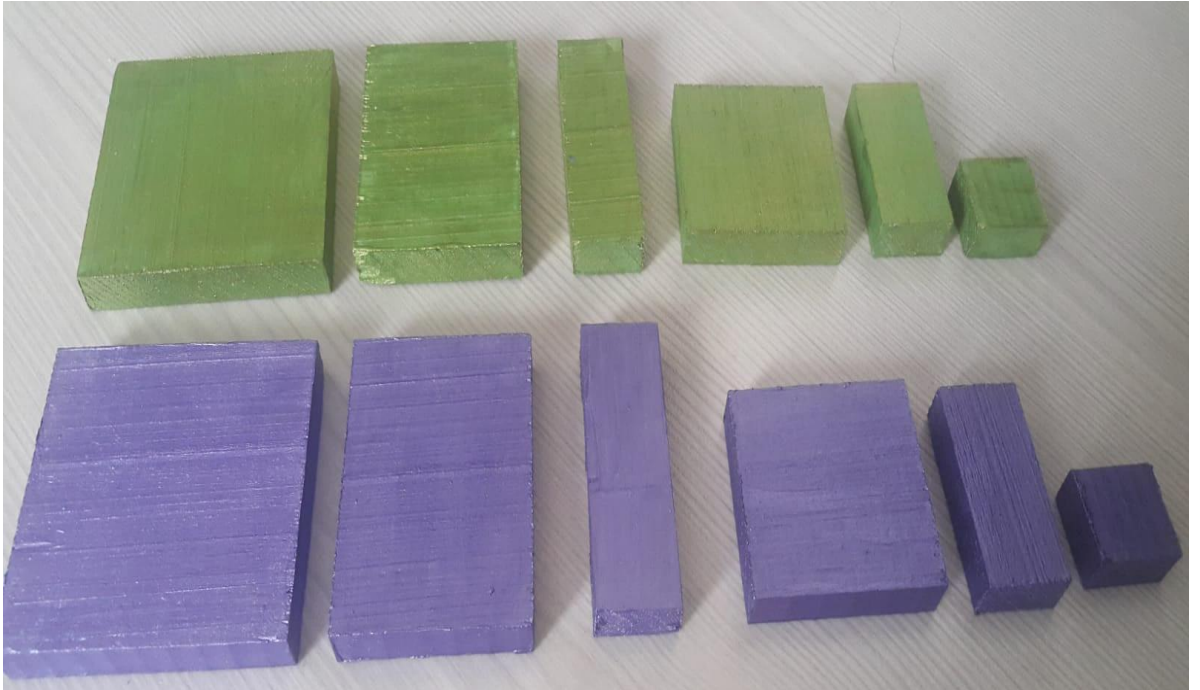
olmasına (Yanpar-Şahin & Yıldırım, 1999) özen gösterilmiştir. İki değişkenli somut materyal önce bilgisayar üzerinde ölçülere uygun olacak şekilde tasarlanmış daha sonra çeşitli marangozlarla görüşülüp belirli ölçülerde tahtalar kestirilmiştir. Somut cebir karosu materyalinin boyanmadan önceki hâlleri Şekil 10’da verilmiştir.

Şekil 10. *İki Değişkenli Cebir Karosunun Somut Materyalin Çoğaltılmış Hâli*



Kestirilen bu tahtalar; morlar pozitif, yeşiller negatif renkleri göstermek üzere akrilik boya ile boyanmış ve bu hâlleri Şekil 11’de gösterilmiştir.

Şekil 11. *İki Değişkenli Cebir Karosunun Somut Materyalin Renklendirilmiş Hâli*



Alan uzmanlarına danışılan ve herhangi bir sorun tespit edilemeyen bu materyaller tüm sınıfa yeterli olacak şekilde çoğaltılmıştır. Bu çoğaltma yapılırken karoların birer yüzü mor

diğer yüzleri yeşil renge boyanmış ve bu sayede daha az karo ile daha fazla çeşit elde edilmiştir. Karoların boyanmış ve çoğaltılmış hâlleri Şekil 12’de gösterilmiştir.

Şekil 12. *İki Değişkenli Cebir Karosunun Somut Materyalinin Çoğaltılmış Hâli*



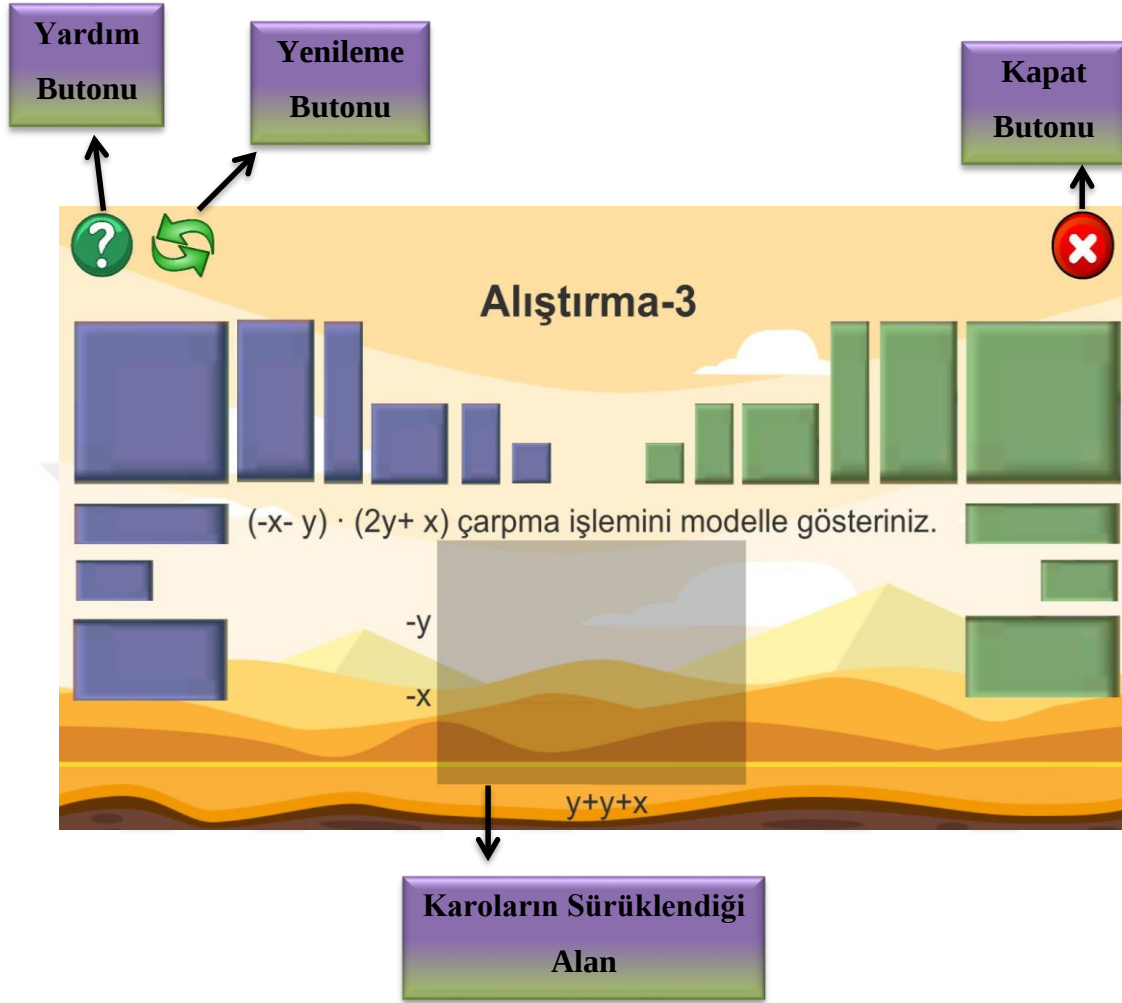
Somit materyaller uygulama sırasında öğrencilerin sıralarına ders uygulama planlarındaki sorulara yeterli olacak kadarıyla ve poşetlenerek dağıtılmıştır.

Teknoloji destekli matematik öğretimi alanında alanyazın taranarak kullanılacak sanal materyalin özellikleri belirlenmiştir. Bir diğer yandan oluşturulacak olan sanal materyal ile ilgili bilişim teknolojileri ile alakalı uzmanlardan destek alınmasına karar verilmiş ve bu doğrultuda istenen materyali tasarlamaya yardım etmesi için bilişim teknolojileri uzmanlarıyla görüşülmüş ve materyal hazırlanmıştır. Kullanılan sanal ortam, Unity platformunda masaüstü uygulama geliştirme kısmında hazırlanmıştır. Unity, öncelikli olarak bilgisayarlar ve mobil cihazlar için video oyunları ve simülasyonlar geliştirmek için kullanılan bir motordur. Uygulama sorunsuz olarak her bilgisayarda çalıştırılabilecek şekilde hazırlanmıştır. Uygulamanın uzantısı .exe olarak tasarlanmıştır ayrıca da taşınabilir ve kolay kurulabilir olmasına ve daha sonra tekrar tekrar kullanılabilir olmasına dikkat edilmiştir. Oluşturulan materyalin öğretimde kullanılabilirliği ve uygunluğu bakımından incelenmesi için tez izleme komitesi üyelerine sunum yapılmış ve üyelerin onayları alınmıştır.

Uygulamada hangi karonun hangi cebirsel ifadeyi gösterdiği konusunda öğrencilerin yardım alması için soru işareti butonu, sayfanın yeniden eski hâline dönüştürülmesi için yenileme butonu oluşturulmuştur. Temelde karoların sürüklenip bırakılması veya doğru cevapların girilmesiyle yürütülen uygulamada somut materyallerde olduğu gibi yine mor ve yeşil renkler kullanılmıştır. Doğru yanıtlanan sorulardan sonra yeşil renkte “Tebrikler!!!” bildirimi ekranda oluşturulmuştur. Karolardan dikdörtgen geometrik şekline sahip olanların yatay ve dikey yerleşebilmeleri adına her iki hâllerine de sanal ortamda yer verilmiştir. Sanal

materyalin içeriği, ders uygulama planlarındaki akışa göre oluşturulmuştur. Sanal materyaldeki buton, alan ve bunların işlevlerine dair görsel örnekleri Şekil 13 ve Şekil 14’te verilmiştir.

Şekil 13. İki Değişkenli Cebir Karosunun Sanal Materyalindeki Buton ve Alanların İşlevleri



Şekil 14. İki Değişkenli Cebir Karosunun Sanal Materyalinden Örnek Soru ve Diğer Sayfaya Geç Butonu



Materyaller kullanılmadan önce materyal kullanım ilkelerine (Daniels, 2001; Kaptan, 1998; Özmantar & Bingölbalı, 2009) bağlı kalınmaya çalışılmıştır. Bu amaca yönelik olarak öğrencilerin materyal hakkında deneyim kazanmalarına olanak sağlamak için onlara materyale dokunmak, arkadaşlarıyla ve araştırmacı ile materyal hakkında iletişim kurmalarına fırsat sunulmuştur. Öğrenciler; materyalleri kullanırken dikkatli olmaları gerektiği, materyallerin zarar görmemesi ve kaybolmaması açısından uyarılmışlardır. Uygulama sonunda öğrencilerin materyallerle ilgili ulaştıkları bilgi ve beceriler hakkında fikirleri alınmıştır. Bu materyaller ile yapılan uygulamaların oyun olmadığı ve materyal ile öğretimin matematiği daha iyi öğrenmek amaçlı kullandıklarını farkındalığı kazandırılmaya çalışılmıştır.

Tezin uygulanması aşamasında ise matematik öğretmeninde etkili bir materyal kullanımı için dikkat edilmesi gereken durumlara (Ukdem, 2021) riayet edilmiştir. Bu doğrultuda öğrenciler materyal kullanırken dikkat edilmesi gerekenler hakkında bilgilendirilmiş, öğrencilere kullanılan materyalin öğretime sağlayacağı katkılar açıklanmıştır. Materyalin öğrencilerin gelişimsel ve bilgi düzeyine uygun olmasına, dikkat çekici unsurlar içermesine ve her öğrencinin kullanabilmesi için yeterli sayıda hazırlanmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca sınıfta öğrencilerin keşfederek öğrenmelerine olanak sağlayan bir ortam oluşturulmaya çalışılmıştır.

Uygulamaya başlamadan önce iki hafta boyunca uygulama yapılacak olan okula gidilerek öğrencilerin araştırmacı ile tanışmaları ve uyum sağlamaları amaçlanmıştır. Öğrenci velilerinden, yapılacak olan uygulamanın içeriği ve amacı hakkında bilgi veren izin formları ile izin alınmıştır. Bu izin formları Ek- 2’de sunulmuştur. Uygulamanın hemen öncesinde öğrencilere 7. sınıf cebirsel ifadeler kazanımlarını içeren CİÖBT1 uygulanmış ve sınıfların başarı bakımından karşılaştırılmaları yapılarak cebirsel ifadeler konusundaki başarı seviyeleri ölçülmüştür.

Her iki sınıfın başarı seviyeleri arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Bu tespit, araştırmacının kendi tecrübeleri ve 23 öğretmenle yapılan görüşmeler doğrultusunda hazırlanan ders uygulama planlarına uzmanların da fikirleri alınarak son hâlleri verilmiş ve bu planlar uygulamaya konulmuştur. Üç hafta boyunca 15’er saat 8A sınıfında sanal materyal ve 8B sınıfında somut materyaller ile araştırmacı tarafından cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretimi gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilerin öğretim sürecinin başında derste yapılacak uygulamalar ile ilgili bilgilendirilerek ilgileri çekilmeye çalışılmıştır. Ayrıca bu süreçte her iki sınıfta da etkileşimli tahtalar öğretimin daha etkili olması adına kullanılmıştır. Tüm öğrencilerin tahtaya kaldırılabilmesine ve fikir sunmasına dikkat edilmiş ve onların etkin oldukları bir öğretim ortamı oluşturulmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin birbirleriyle olan etkileşimleri desteklenmiş; iletişim kurmaları, tartışmaları ve bu sayede etkili bir öğretim gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır.

Her bir kazanımın öğretimi gerçekleştirildikten sonra konuya dair hazırlanan çalışma yaprakları öğrencilere dağıtılmış ve bilgiyi bu sayede pekiştirmeleri sağlanmıştır. Her bir öğrenci ile tek tek ilgilenilerek çalışma yapraklarında bulunan sorularda yaptıkları hatalar düzeltilmiş, öğrenme eksiklikleri giderilmeye çalışılmıştır. Şekil 15’te örnek öğrenci çalışma kâğıdı verilmiştir.

Şekil 15. Öğrenci Çalışma Kâğıdı Örneği

1) Tam kare özdeşlik:
 $(x-y)^2 = x^2 - 2xy + y^2$ şeklindedir.
 Ayşe hanımın evinin bahçesindeki havuz yandaki şekilde görüldüğü gibidir. Uzun kenarı x m kısa kenarı 3 m olan plakalardan oluşturulan birbirine eş parçalarla havuzunun etrafını döşetmek istiyor. Buna göre havuzun alanını veren cebirsel ifadeyi bulunuz, özdeşliğini yazınız.

$(x-3)^2 = x^2 - 6x + 9$

2) Tam kare özdeşlik:
 $(x+y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$ şeklindedir.
 Seda kare şeklindeki kağıda yaptığı sulu boya resminin bir kenar uzunluğu x cm dir. Bu resme her bir kenar 4 cm uzayacak kadar bir çerçeve eklenirse tüm alanı veren cebirsel ifadeyi bulunuz, özdeşliğini yazınız.

$(x+4)^2 = x^2 + 8x + 16$

3) İki kare farkı özdeşliği
 $(x-y) \cdot (x+y) = x^2 - y^2$ biçimindedir.
 Yanda verilen bir kenar uzunluğu x olan kareden bir kenar uzunluğu $3y$ olan kareler çıkarılırsa kalan alanın özdeşliğini cebirsel olarak yazınız.

$(x-3y)^2 = (x-6y)(x+6y)$

4) Bir karesel bölgenin bir kenarı x br'dir. Bölgenin her bir kenar uzunluğu 3 br azaltılırsa yeni oluşan bölgenin alanını belirten özdeşlik hangisidir?

$(x-3)^2 = x^2 - 6x + 9$

Öğrencilerden kendi öğrenmelerini ve öğretim sürecini değerlendirmeleri için önceden dağıtılan ve Ek-7'de verilen taslak form çerçevesinde ve serbestçe günlük tutmaları istenmiştir. Her bir uygulama günü bir önceki uygulama gününe ait yazılan günlükler tutularak öğretim süreci ile ilgili veri toplanmıştır. Şekil 16'da araştırmadaki öğrencilerden birine ait öğrenci günlüğü örneği verilmiştir.

Şekil 16. Öğrenci Günlüğü Örneği

(05.01.2022)

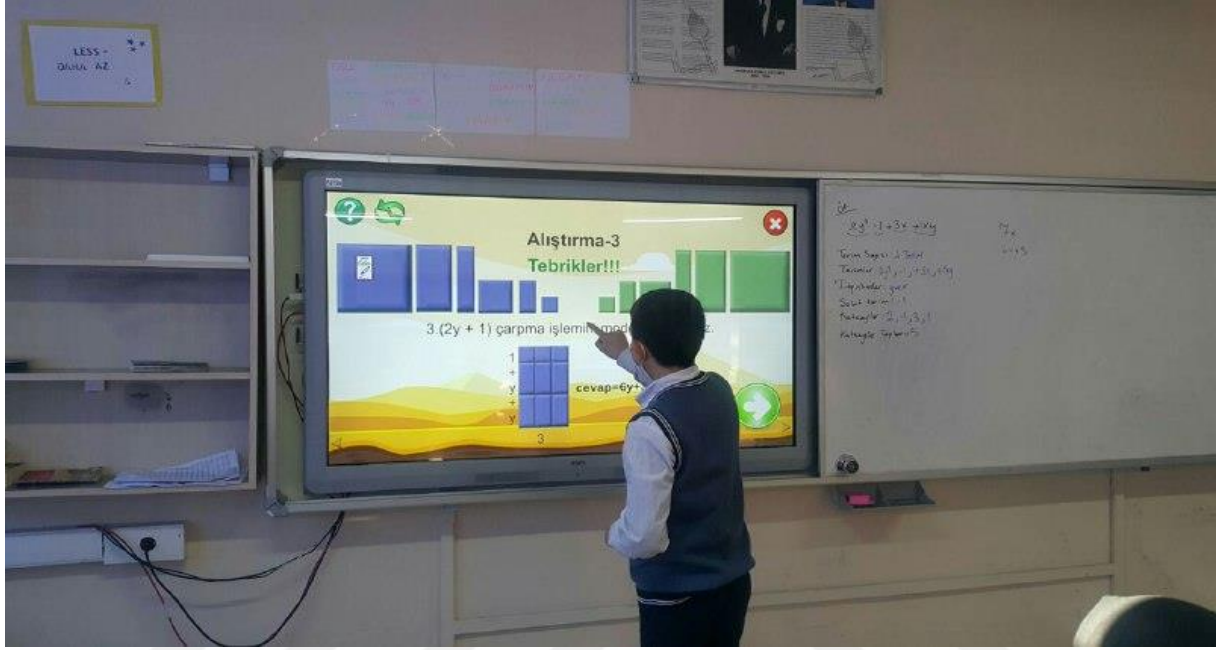
«GÜNLÜK»

— Sevgili günlük bu hafta hocamızın (Elif Albayrak) bize öğrettiği konuyu (cebirsel ifadeleri) tekrar ettikten sonra bize yeni konumuz olan özdeşliklere başladık hocamız (Elif Albayrak) bize cebirsel ifadeleri öğrettiği uygulamada bize yeni konumuzda o uygulamadan öğretti uygulama yine heyecan vericiydi bence uygulama hem hocamız için hemde bizim için güzeldi çünkü konu hem hocamız için kolay öğreticiydi hemde biz daha kolay öğreniyorduk. Bugün öğrendiğimiz konuyu günlük hayat olarak evde yeni bir resim çalması görüp onu heyecanla yapmaya benzettim yani ailemle her zamanlı gibi. Bana anladıklarınla ilgili bir Q12 yapılırsa kendine 100 üzerinden kaç verirdin? diye sorulsa kendime 90 verirdim çünkü hocamızın bize öğrettiği konu kolay öğrenilebilecek bir konuydu. Ben bugünkü uygulamada her şeyi beğendim çünkü hem konu kolay anlatıcı ve kolay öğretici bir uygulamaydı, uygulamada en çok zorlandığım yer Görprazlanmasında neyse herşey bir yana zama nasıl geçtiğini anlamadım sevgili günlük bugünkü yazacağım bu kadar... (Son)

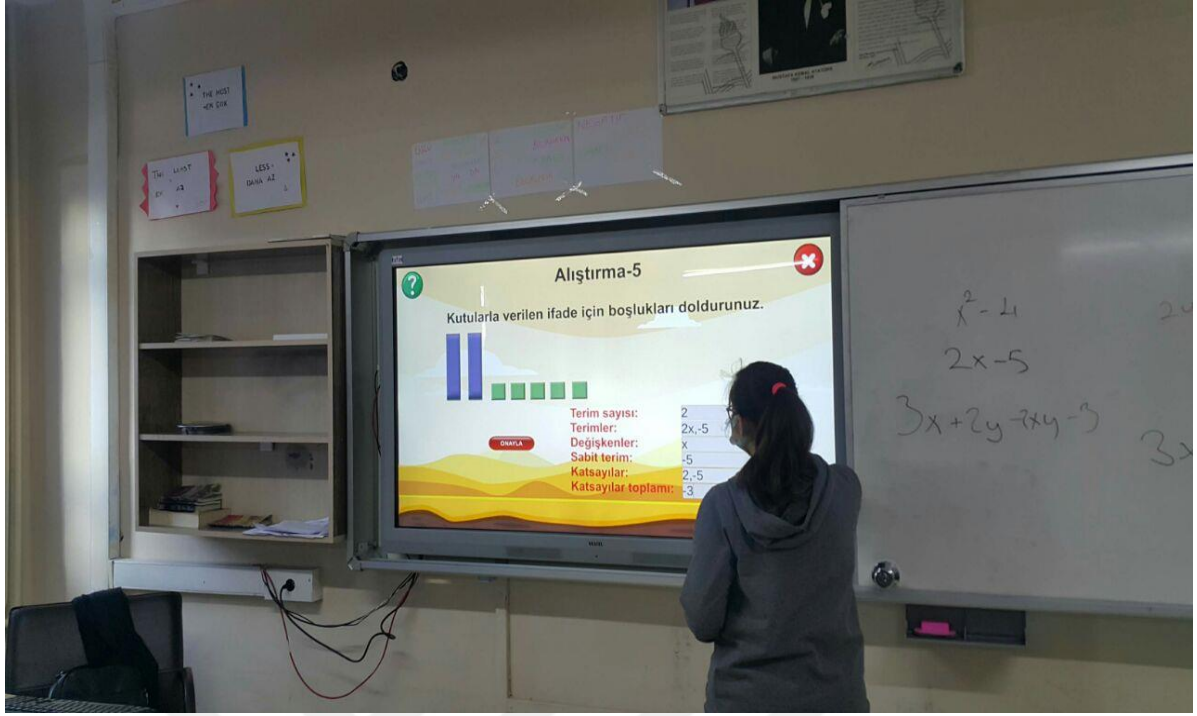
Uygulamanın yapıldığı dersler boyunca gözlem formu doldurulmuş ve bu formlara gerekli notlar alınmıştır.

Öğrencilerin yüzleri görünmeyecek şekilde çeşitli fotoğraflar alınarak sınıf ortamları da yansıtılmaya çalışılmıştır. Sınıf ortamlarına ait görsellerden örnekler Şekil 17 ve 18’de verilmiştir.

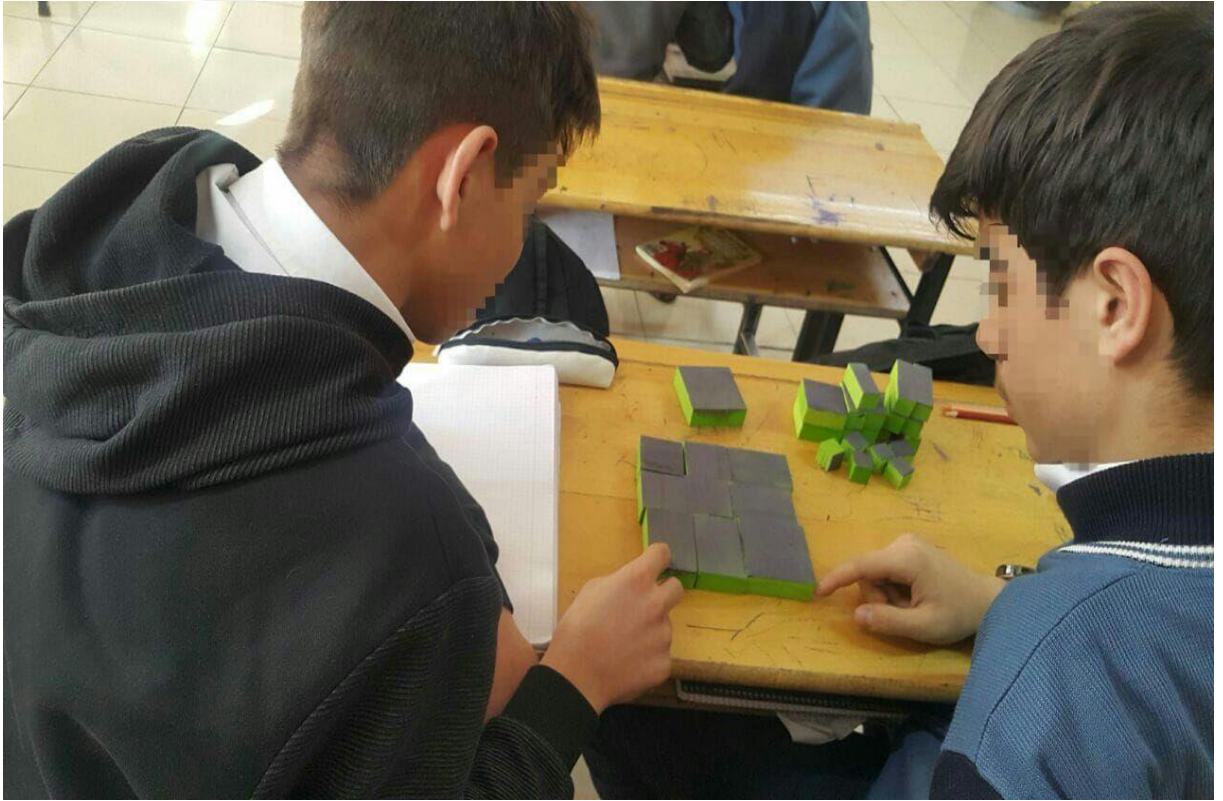
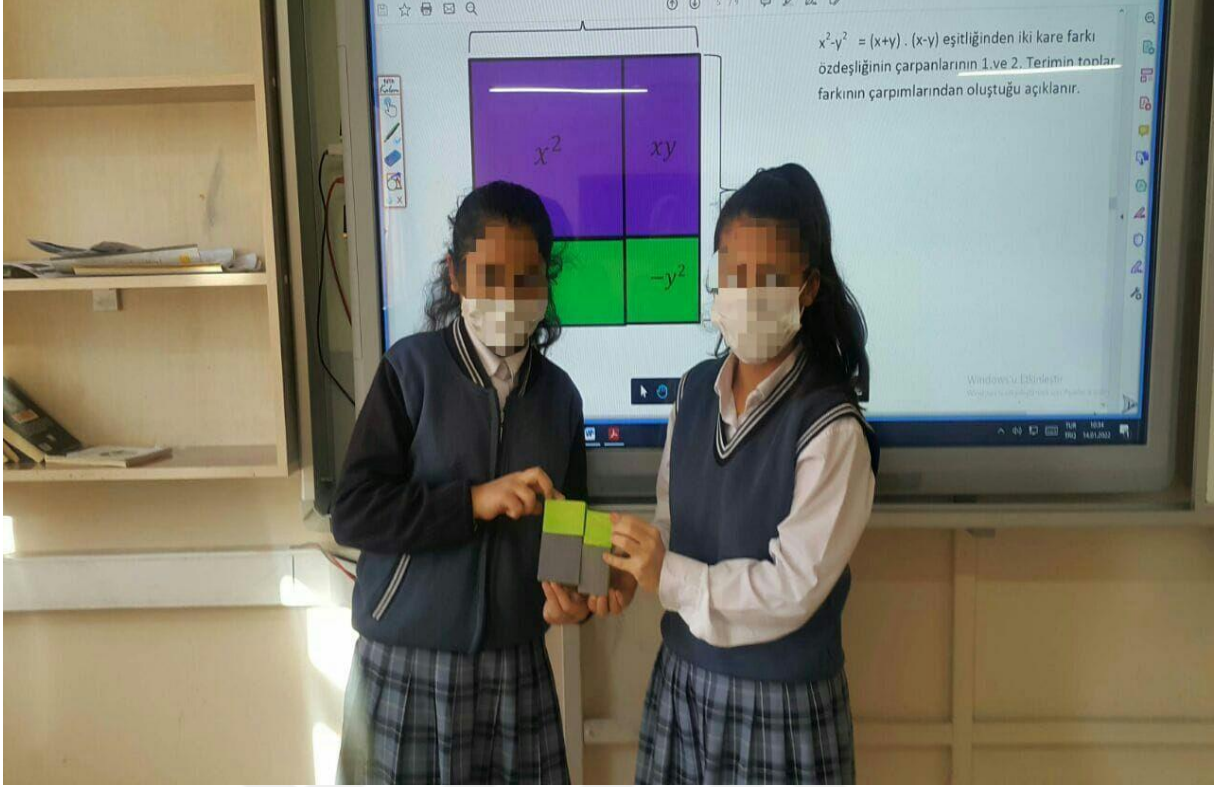
Şekil 17. 8A Sınıfından Görsel Örnekleri



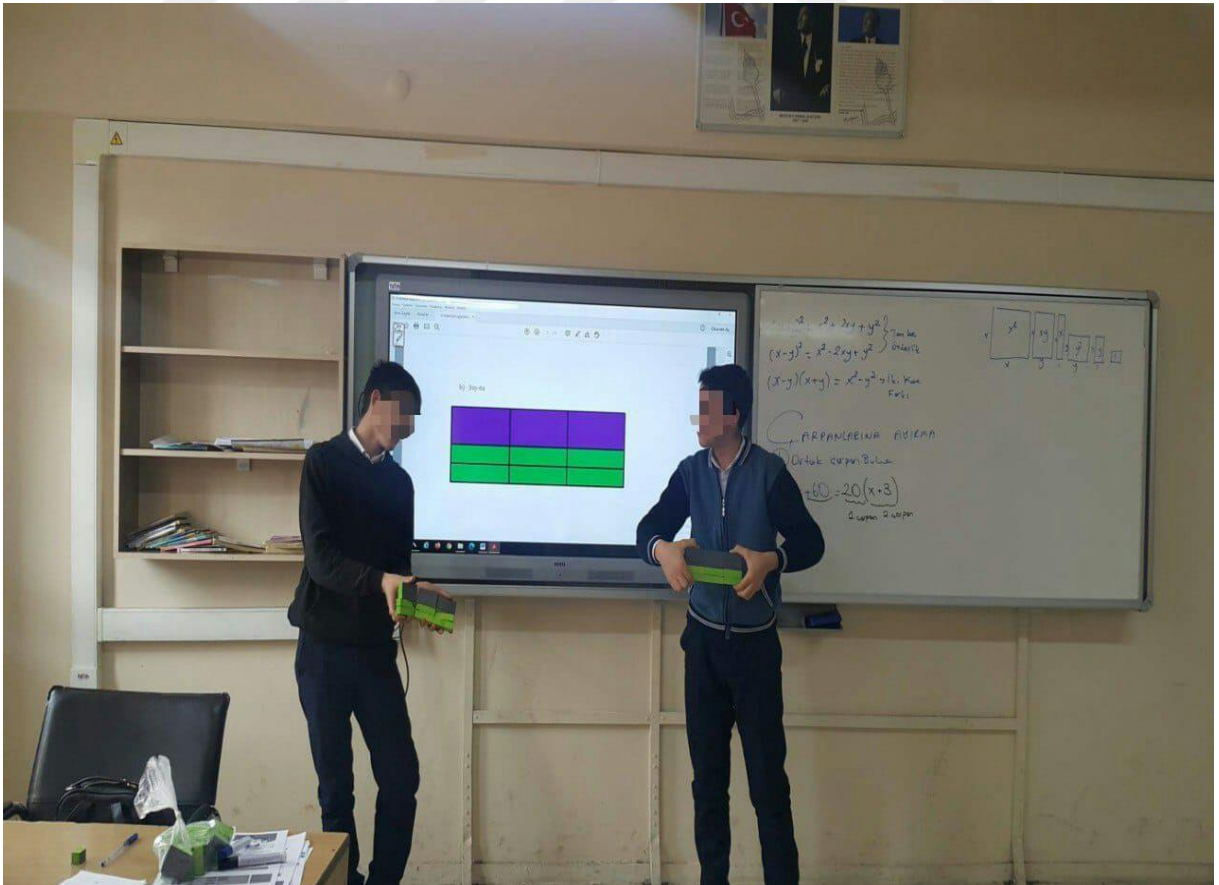
Tasarlanan sanal materyalde karolar sürüklenerek ilgili alana taşınmaktadır ve doğru cevaplanan sorularda onaylama cümlesi ile öğrencilere geri dönüt verilmektedir.



Şekil 18. 8B Sınıfından Görsel Örnekleri



Tasarlanan somut materyaller öğrencilerin kolaylıkla ulaşabilecekleri şekilde ve yeterli sayıda çoğaltılmıştır. Geri bildirim için tüm öğrencilerin yanlarına giderek dönüt verilmiştir.



Öğretim sürecinin sonunda öğrencilere CİÖBT2 uygulanmış ve öğrencilerin uygulamalar sonundaki başarı düzeyleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra ise uygulamaya katılan öğrencilerden gönüllü olan 13'ü 8A sınıfında 13'ü 8B sınıfında olan toplam 26 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler görüşme tekniğine uygun olan, öğrencilerin kendi fikirlerini serbestçe ifade edebilecekleri, gürültüsüz ve sadece araştırmacı ile öğrencinin bulunduğu rehberlik odasında gerçekleştirilmiştir.

Veri Analizi

Elde edilen verilerin analizi bilimsel araştırma süreçlerinin en önemli aşamalarındandır (Bayram, 2009). Bunun nedeni ise elde edilen verilerin analiz edilmesi ve bu verilerin neyi ifade ettiğinin ortaya çıkarılmasıdır. Bu çalışmanın verileri başarı testleri, öğretmen ve öğrencilerle yapılan görüşmelerde kullanılan yarı yapılandırılmış görüşme formları, öğrenci günlükleri ve gözlem formlarından elde edilmiştir. Araştırmadan elde edilen veriler nicel veriler ve nitel veriler olmak üzere iki türdür. Bu verilerin türüne göre nicel veya nitel veri analizi yöntemleriyle veri analizi süreci yürütülmüştür.

Araştırmadaki nicel veriler betimsel ve yordamsal istatistikler yardımıyla analiz edilmiştir. Betimsel istatistikler frekans dağılımları, merkezi eğilim ölçüleri, merkezi yayılım ölçüleri, grafikler ve standart puanlar iken yordamsal istatistikler korelasyon, t-testi ve ANOVA gibi parametrik testler ile bunların parametrik olmayan testlerinden oluşur (Şimşek, 2012).

CİÖBT1 ve CİÖBT2 olarak adlandırılan ön test ve son testlerin verileri doğru cevaplar “1” yanlış cevaplar “0” olacak şekilde SPSS 26 paket programına girilmiştir. Girilen veriler bu program yardımıyla aritmetik ortalama, standart sapma, standart hata, çarpıklık ve basıklık gibi betimsel istatistikler hesaplanmıştır. Yordamsal istatistiklerin gerçekleştirilebilmesi için de normallik varsayımının denetlenmesi gereklidir. CİÖBT1 ve CİÖBT2'nin normallik analizleri Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12. Başarı Testlerinin Betimsel İstatistikleri ve Frekansları

	CİÖBT1	CİÖBT2
N	33	33
Aritmetik ortalama	.6185	.6696
Standart sapma	.11050	.10959
Ortalamanın Standart hatası	.01924	.01908
Minimum	.43	.43
Maksimum	.91	1.00
Açıklık	.48	.57
Çarpıklık	.259	.630
Basıklık	.098	1.778

Verilerin normal dağılması için çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1.96 ile 1.96 arasında olması gerekmektedir (Field, 2009). CİÖBT1 için çarpıklık değeri $D(33) = .259$, basıklık değeri $D(33) = .98$ iken CİÖBT2 için çarpıklık değeri $D(33) = .630$, basıklık değeri $D(33) = 1.778$ 'dir. Bu değerler -1.96 ile 1.96 aralığında olduğundan CİÖBT1 ve CİÖBT2'deki veriler normal dağılım göstermektedir denilebilir.

Başarı testlerinin normallikleri bir de Shapiro-Wilk testi ile yorumlanmak istenmiştir ve bu test ile elde edilen puanlar Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. Başarı Testlerinin Normallik Testleri Sonucu

Gruplar	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
CİÖBT1	.076	33	.200*	.973	33	.571
CİÖBT2	.110	33	.200*	.965	33	.356

* Gerçek anlamlılığın alt sınırı

Örneklem büyüklüğü 50'den az ise Shapiro-Wilk, 50'den çok ise Kolmogorov-Smirnov testi kullanılması önerilir. Bu testlerden elde edilen istatistiklerin anlamlılık düzeyleri $p > .05$ olması durumunda normal dağılımdan anlamlı bir farklılık göstermediği şeklinde yorumlanır (Büyüköztürk, 2011). Çalışmadaki örneklem büyüklüğü 33'tür ve bu değer 50'den az olduğundan Shapiro-Wilk değerleri baz alınmıştır. CİÖBT1 için $D(33) = .571$ $p > .05$ olduğundan veriler bu grupta normal dağılım göstermektedir. CİÖBT2 için ise $D(33) = .356$ $p > .05$ olduğundan bu grubun da verileri normal dağılım göstermektedir.

Sınıflara uygulama yapılmadan önce her iki sınıfa 7. sınıf cebirsel ifadeler kazanımlarını içeren CİÖBT1, öğretim tamamlandığında ise CİÖBT2 uygulanmış ve elde edilen verilere ilişkin bağımsız gruplar t testi ile bu iki grubun başarı düzeyleri arasında anlamlı farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Parametrik yapıda olan t testinin uygulanabilmesi için normal dağılıma sahip olma, aralık ya da oran ölçeğinde olma ve varyansların homojenliği varsayımlarının sağlanması gereklidir (Garson, 2012).

CİÖBT1 verilerine bağımsız örneklem t testinin yapılabilmesi için gerekli varsayımları incelenmelidir. Testin verileri "0" ve "1" kodlarından oluşan aralıklı ölçek düzeyindedir. Normallik analizinin yapılması varsayımını denetlemek için Shapiro-Wilk testi ile normallik analizi yapılmış ve Tablo 14'te sunulmuştur. T testinin uygulanması için normallik varsayımı sağlanmalıdır.

Tablo 14. Başarı Testlerinin Normallik Testleri Sonuçları

Sınıflar		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	sd	p	İstatistik	sd	p
CİÖBT1	8A	.082	18	.200*	.972	18	.832
	8B	.126	15	.200*	.947	15	.477
CİÖBT2	8A	.110	18	.200*	.979	18	.935
	8B	.179	15	.200*	.882	15	.051

* Gerçek anlamlılığın alt sınırı

Örneklem büyüklüğü 50'den az ise Shapiro-Wilk, testi kullanılması önerilir. Tablo 14'teki Shapiro-Wilk puanları incelendiğinde CİÖBT1 için 8A sınıfında $D(18) = .832$ $p > .05$ olduğundan veriler bu sınıfta normal dağılım göstermektedir. 8B sınıfında ise $D(15) = .477$ $p > .05$ olduğundan bu sınıfın da verileri normal dağılım göstermektedir. CİÖBT2 için 8A sınıfında $D(18) = .935$ $p > .05$ olduğundan veriler bu sınıfta normal dağılım göstermektedir. 8B sınıfında ise $D(15) = .051$ $p > .05$ olduğundan bu sınıfın da verileri normal dağılım göstermektedir.

Varyansların homojen dağılması t testinin uygulanması için ön şartlardan bir tanesidir. Varyansların homojen dağılıp dağılmadığının denetlenebilmesi için Levene testi uygulanmıştır. Levene testi homojenlik varsayımının teyit edilmesi için kullanılır (Kuş & Keskin, 2008). Yapılan Levene testinin sonuçları Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15. Varyansların Homojenliği İçin Levene Testi

	f	p
CİÖBT1	.049	.827
CİÖBT2	.051	.823

Levene testinde varyansların homojenliği katsayısının anlamlı olmaması yani .05'ten büyük olması gereklidir. Tablo 15 incelendiğinde CİÖBT1 verileri için Levene testi katsayısı $p = .827 > .05$ 'tir ve bu değer anlamlı değildir. Dolayısıyla CİÖBT1 varyansları sınıflarda homojen dağılmıştır. Aynı şekilde CİÖBT2 verileri için Levene testi katsayısı $p = .823 > .05$ 'tir ve bu değer de anlamlı değildir. Dolayısıyla CİÖBT1 ve CİÖBT2 verileri için varyanslar sınıflarda homojen dağılmıştır. Sonuç olarak başarı testleri için t testi varsayımları karşılanmaktadır.

Yarı yapılandırılmış görüşmeler ve öğrenci günlüklerinden elde edilen nitel veriler içerik analizi ile analiz edilmiştir. İçerik analizi, araştırma sürecinde elde edilen nitel verilerden çıkarımların yapıldığı bir veri analiz yöntemidir (Olgun, 2008).

Görüşmelerden elde edilen veriler ses kayıt cihazı yardımıyla kaydedilmiş daha sonra yazıya dökülerek transkript edilmiştir. Yazıya dökülen veriler analiz edilirken materyaller ve ders hakkındaki görüşler önce genel kategorilere ayrılmış daha sonra ise kodlara ayrılmıştır. Kodlara ait frekanslar ise belirtilen görüşe sahip kaç öğrencinin olduğunu göstermektedir. Bir

öğrencinin görüşünden birden fazla kod elde edilebildiğinden frekans sayısı öğrenci sayısından fazla olduğu durumlar da oluşmuştur. Araştırmadan elde edilen veriler bulgular bölümünde sunulurken kanıt olması bakımından doğrudan görüşlere yer verilmiş ve bu görüşlerin hangi öğrenciye ait olduğu etik olarak gizli tutulduğundan öğrenciler “C”, öğretmenler ise “T” harfleri ile belirtilmiş ve herhangi bir kural olmaksızın yanlarına görüşülen kişi sayısında numara verilmiştir “T11”, “C5” gibi.

Araştırmanın veri toplama araçları ve bu veri toplama araçlarının veri analiz yöntemleri Tablo 16’da sunulmuştur.

Tablo 16: *Araştırmada Kullanılan Veri Toplama Araçlarından Elde Edilen Verilerin Veri Analiz Türleri*

Veri Toplama Araçları	Nitel Veri Analizi	Nicel Veri Analizi
CİÖBT1		Bağımsız örneklem t-testi
CİÖBT2		Bağımsız örneklem t-testi
Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler	İçerik analizi	
Yarı Yapılandırılmış Gözlem	İçerik analizi	
Öğrenci Günlükleri	İçerik analizi	

Geçerlik ve Güvenirlik

Büyüköztürk vd.ne (2010) göre güvenirlilik ölçme sonuçlarının tesadüfi hatalardan arınık olmasıdır. Ayrıca çalışmanın benzer şartlarda tekrar edilebilirliğidir. Geçerlik ise amaçlanan ölçmenin gerçekleştirilebilme derecesidir. Bilimsel bir çalışmada geçerlik ve güvenirliliğin yüksek olması gerekir. Merriam ve Tisdell (2015) tarafından güvenilirlik, çalışmanın iç geçerliği, dış geçerliği, güvenirliliği ve tarafsızlığı şeklinde çerçevelendirilmiştir. İç geçerlik, dış geçerlik, güvenirlilik ve tarafsızlık Lincoln ve Guba (1986) tarafından inandırıcılık, aktarılabilirlik, güvenirlilik ve doğrulanabilirlik olarak adlandırılmıştır.

Veri toplama aracının geçerliğini sağlamak için ilk olarak alanyazın taraması yapılmıştır. Araştırma konusu hakkında uzmanlaşmış kişilerden, yapılan araştırmayı çeşitli boyutlarıyla değerlendirmesinin istenmesi, araştırmanın inandırıcı olması konusunda alınabilecek önlemlerden birisidir (Başkale, 2016). Bu doğrultuda veri toplama araçlarının araştırma amacına ve uygulanacak gruba uygunluğu konusunda alanda uzmanlardan destek alınmıştır. Ayrıca veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenirliliğine ilişkin detaylı açıklamalar önceki bölümlerde verilmiştir.

Araştırmada çalışma yaprakları, gözlem ve görüşme formları, öğrenci günlükleri, başarı testleri gibi farklı veri toplama araçlarının çeşitlendirilmesiyle verilerin tutarlılıkları denetlenmiş ve geçerlik sağlanmaya çalışılmıştır. Diğer bir yandan ayrıntılı betimleme ve raporlaştırma yapılmış ve bu sayede verilerin aktarılabilirliği sağlanarak geçerliliği yüksek bir araştırma yapılmaya çalışılmıştır. Derinlik odaklı veri toplanarak elde edilen sonuçların birbirleriyle sürekli karşılaştırılması ve eleştirel bir şekilde yorumlama yapılarak teyit edilmiştir. Uzman incelemesi de inandırıcılık ve bunun sonucunda da geçerliğin sağlanması amacıyla hizmet etmektedir (Lincoln & Guba, 1985). Yine inandırıcılığın sağlanması adına araştırmacı araştırma ortamında uzun süreli katılımcı olarak bulunmuştur. Bu çalışmada da veri toplama araçları alanında uzman öğretmen ve üniversite öğretim üyelerine danışılarak geçerlik sağlanmaya çalışılmıştır. Toplanan verilerin analiz edilmesi ve yorumlanması sürecinde tesadüfi hataların en aza indirilmesi için çalışmanın amacına uygun analiz yöntemleri belirlenmiştir. Ayrıca geçerliği sağlamak adına daha emin adımlar atmak için uzman kişilerden oluşan bir geçerlik komitesi kurulmuştur. Böylelikle veri toplama araçlarının bilimsel ölçütlere uygun hâle getirilmesi amaçlanmıştır.

İç geçerlik; nitel araştırma felsefesiyle inandırıcılık, bağımlı değişkende meydana gelen değişikliklerin, bağımsız değişkenlerden kaynaklanıp kaynaklanmadığı ile ilgiliyken, dış geçerlik yani aktarılabilirlik; elde edilen verilerin genellenebilirliği ile ilgilidir (Christensen vd., 2014/2015). Araştırmanın iç geçerliliği öğrencilerin sınıflara yansız atanmasıyla sağlanmaya çalışılmıştır. Nitel veriler bağlamında araştırmanın iç geçerliğini sağlamak amacıyla 23 öğretmen ve 26 öğrenci ile görüşmeler yapılarak yeterli katılım sağlanmaya çalışılmış ve bu görüşmelerden elde edilenlerden doğrudan alıntılar verilmiştir. Ayrıca objektif bir şekilde verilerin aktarımını sağlamak için görüşleri destekleyen kişilerin frekansları verilerek veriler sayısallaştırılmıştır. Dış geçerliğin sağlanması amacıyla araştırmanın veri toplama araçları ile uygulama süreci detaylı bir biçimde betimlenmiştir. Uygulama öncesinde CİÖBT1'in uygulanması, sınıfların başarı düzeylerini belirleyerek ön bilgilerini karşılaştırmak da yine aynı amaca hizmet etmektedir.

Veri toplama araçlarının güvenilirliğini sağlamak için güvenilirlik hesaplamaları yapılmıştır. Nitel verilerin farklı kodlayıcılar tarafından kodlanması sonucu oluşan benzerlik oranı çalışmanın güvenilirliği bakımından önemlidir (Fidan & Öztürk, 2015). Araştırmacıların verileri kod ve kategorilere ayırırken kendisinin bireysel etkisinden arındırması oldukça zordur. Bu sebeple araştırmanın güvenilirliğini sağlamak amacıyla görüşmeler ve öğrenci günlüklerindeki yanıtlar aynı zamanda MEB'de kadrolu bir matematik öğretmeni olan doktora öğrencisi tarafından da analiz edilerek veriler kod ve kategoriler altında toplamıştır. Araştırmacı

ve diğer doktora öğrencisi tarafından ayrı ayrı oluşturulan kodlar karşılaştırılmış ve kodların tutarlılığı Miles ve Huberman (1994) formülüne göre hesaplanmıştır. Bu formül;

$$\Delta = \frac{C}{(C + d)} \times 100$$

biçiminde olup Δ : Güvenirlik katsayısını, C : Üzerinde görüş birliği sağlanan terim sayısını, d: Üzerinde görüş birliği bulunmayan terim sayısını ifade etmektedir. Güvenirlik katsayısı olarak ifade edilen bu içsel tutarlılık oranının en az %80 olması beklenmektedir (Miles & Huberman, 1994; Patton, 2002). Bu araştırmada ise öğretmenlerle ve öğrencilerle yapılan görüşmelere ilişkin güvenirlik katsayıları sırasıyla %82 ve %85 olarak hesaplanmıştır. Aynı şekilde öğrenci günlüklerinden elde edilen veriler de yine her iki kodlayıcı tarafından kodlanmış bu kodlamalara ilişkin güvenirlik katsayısı ise %81 olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak kodların oluşturulmasında büyük ölçüde görüş birliği sağlanmıştır. Üzerinde görüş birliği bulunmayan kodlar ise tez izleme komitesi tarafından değerlendirilerek geçerli kodlar belirlenmiştir.

İç güvenirlik, farklı bir araştırmacının aynı verileri kullandığında aynı sonuçlara ulaşabilmesi ile ilgilidir. Çalışmada iç güvenirliliği sağlamak adına verilerin yorumlanmadan betimsel bir yaklaşımla doğrudan sunulması, gözlem yoluyla sunulan veriler görüşmelerle teyit edilmiş, SPSS 26 paket programı ile verilerin analiz edilmesi, verilerin analizinde ve verilerin programa girişinde farklı araştırmacılardan destek alınması ve önceden belirlenmiş sistematik bir kuramsal çerçevenin kullanılması gibi tedbirler alınmıştır.

Dış güvenirlik ise araştırmanın benzer ortamlarda yapılmasıyla aynı sonuçlara ulaşılabileceğiyle ilgilidir. Çalışmada dış güvenirliliği sağlamak adına araştırmacının konumunu açıkça belirtilmiş, veri toplama araçları ve analiz yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmış, elde edilen verilerin analizinde kullanılan kavramsal çerçeve tanımlanmış, veri kaynağı olan bireyler açıkça tanımlanmıştır. Aynı zamanda sonuçlar, ortaya konulan verilerle açık şekilde ilişkilendirilmiş, ham veriler başka araştırmacılar tarafından incelenmesine olanak sağlayacak şekilde saklanmış, araştırma sürecindeki sosyal ortam ve süreçler tanımlanmıştır. Araştırma sonuçlarının elde edilmesine ilişkin süreç ve yapılan çıkarımların kanıtları, okuyucuların anlayabileceği açıklıkta detaylı bir şekilde belirtilmiş, bulgular sunulurken yorumlanmaksızın betimlenmiştir.

Önceki bölümlerde belirtildiği üzere araştırma sürecinde tarafsızlığın sağlanması adına sürecin objektif ve sistemli bir şekilde yürütülebilmesi, araştırmada kullanılan veri toplama araçları ile uygulama planlarının sürekli olarak denetlenmesi ve geçerliklerinin kontrol edilmesi amacıyla geçerlik komitesi kurulmuş ve bu komitenin üyeleri ile 2021 Temmuz ayından itibaren aktif olarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Verilerin analizi sonrasında tez izleme

komitesi toplantılarında bu analizlerin uygunlukları ile ilgili uzmanların görüşleri alınarak toplantılar gerçekleştirilmiştir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde nicel ve nitel verilerin analizlerinin bulguları sunulmuştur. Bulguların sunumu; mevcut durumun değerlendirilmesi ve uygulama öncesi, uygulama süreci ve uygulama sonrasındaki değerlendirme sürecine ilişkin çalışmalar şeklinde verilmiştir. Çalışmada istatistiksel analizler SPSS 26 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Hipotezlerin analizinde parametrik testlerden bağımsız örneklem t-testi kullanılmıştır. Araştırmada elde edilen veriler $p = .05$ önem seviyesinde test edilmiştir.

Mevcut Durumun Değerlendirilmesi ve Uygulama Öncesi Yapılan Çalışmalara Ait Bulgular

Öğretmenlerle yapılan görüşmeler ve öğrencilerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda başarı düzeylerini ölçmek adına uygulanan CİÖBT1'e ait bulgular sunulmuştur.

Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılması ile İlgili Öğretmen Görüşlerine Ait Bulgular

Araştırmada cevabı belirlenmeye çalışılan “Öğretmenlerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyal kullanımına ilişkin görüşleri nelerdir?” sorusunun verilerinin bulgularına ilişkin olarak yapılan çalışmalardır. Bu soruya cevap verebilmek adına mevcut durumun değerlendirilmesi için uygulama öncesinde öğretmenlerle yapılan görüşmelere ait veriler analiz edilmiştir. Uygulama öncesinde öğretmenlerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyallerden faydalanılması ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla ikisi demografik olmak üzere toplam dokuz sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır.

Yapılan görüşmelerden elde edilen veriler analiz edilmiş bunun sonucunda öğretmenlerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyal kullanılmasının faydaları, cebir karosunu kullanım biçimleri, özdeşlikler konusunun öğretiminde karşılaşılan güçlükler ve öğretmenlerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretimine yönelik eleştiri ve önerileri sunulmuştur.

“Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyallerden faydalanılması hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Sebepleri ile açıklar mısınız?” sorusuna verilen cevaplara yönelik bulgular Tablo17 sunulmuştur.

Tablo 17. *Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılması*

Kategori	Kod	f
Öğretim sürecine olan fayda	Somitlaştırma	21
	Görselleştirme	9
	Anlamli öğrenmeyi sağlama	10
	Kalıcılığı artırma	5
	Farklı zekâ türlerine hitap etme	3
	Öğrenmeyi kolaylaştırma	3
	Dokunarak, görerek, uygulayarak öğrenme	3
	Aktif katılım sağlama	3
	İlişki kurabilme	2
	Akran öğretimi sağlama	2
	Zamandan tasarruf sağlama	1
	Zihinsel model	1
	Yaparak yaşayarak öğrenme	1
	Kolaydan zora gitme	1
	Özetleme	1
Duyuşsal fayda	Eğlenceli olma	5
	Motive etme	3
	Matematiği sevdirmeye	1
Bireysel gelişime fayda	İlgi çekme	1
	Matematiğe karşı oluşan ön yargıları yıkma	1
	Analiz yeteneği geliştirme	1
	Problem çözme yeteneğini geliştirme	1

Matematik öğretim sürecinde materyal kullanılmasının faydaları değerlendirildiğinde “Öğretim sürecine olan fayda”, “Duyuşsal fayda” ve “Bireysel gelişimlerine fayda” olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Öğrencilerin matematik öğretim sürecinde materyal kullanımını özellikle dersin somutlaştırılması ve anlamli öğrenmeyi sağlama anlamında faydalı buldukları ve buna ilişkin başka birçok olumlu görüş bildirdikleri görülmektedir. “Öğretim sürecine olan fayda” kategorisi diğer kategorilere göre öne çıkmıştır. Bu kategoriye ait öğretmen görüşlerinden birkaçı ise aşağıda verildiği gibidir.

Öğretim sürecindeki en önemli fayda 21 öğretmenin de değindiği üzere dersi somutlaştırmak olmuştur. Öğretmenlerden T10 şöyle ifade etmiştir:

“Çünkü cebirsel ifadedeki bilinmeyenler öğrencilere çok soyut geliyor. Bu soyutu da somutlaştırmak için materyal kullanımı oldukça mantıklı.”

T15 ise materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusundaki somutlaştırmanın öğretimi daha kalıcı hâle getirdiğini belirtmiştir:

“Cebirsel ifadeler konusu zor bir konu materyallerle desteklenmeli. Ben matematikte çoğu konunun materyalle desteklenmesinden yanayım. Okul içinde daha anlaşılır oluyor çünkü. Sekizinci senem denedik, gördük. Her zaman somutlaştırdınca matematiği daha kalıcı oluyor.”

T22 ise somutlaştırmayı öğrencilerin içinde bulundukları gelişimsel dönem bakımından değerlendirmiştir:

“...materyal kullanımı, öğrencilerin konuyu somutlaştırmasında daha net olarak oldukça etkili yani. Çünkü çağları soyut düşünmekten uzak, somut düşünmeye daha yakın, somut kavramları özellikle daha kolaylıkla anlayabildikleri için oldukça etkili buluyorum.”

Öğretim sürecindeki bir diğer fayda ise öğretmenler tarafından fazlaca belirtilen görselleştirme. Görselleştirme hakkında fikir beyan eden öğretmenlerden üçünün görüşleri şöyledir:

“Görselleştirince hani en azından alan uzunluk, hani kenar uzunlukları ve alan arasında bir bağlantı kurabiliyorlar. O anlamda önemli olabiliyor”(T17)

“Soyut bir konu olduğu için ve değişkenler yani harfler içerdikleri için çocuklar anlamakta zorlanıyorlar. Görsel olarak çocukların daha iyi kavradığını ben gözlemledim ve o yüzden kullanılmalı.”(T21)

“Görsellik açısından yani cebir dersi zaten soyut bir ders olduğu için görsellik olması açısından daha faydalı buluyorum.”(T6)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğretim sürecinde anlamlı öğrenmeyi sağladığını belirten öğretmenlerden üçü düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Ben materyallerden faydalanılması gerektiğini düşünüyorum. Çünkü öğrenciler için somutlaştırıyor. Hani öğrencilerin 8. sınıf konusu zaten bu yaş aralığında daha yeni. Hani somuttan soyut düşünceye bir geçiş var. Hani çocuklar daha hâlâ tam kavramsallaştıramıyorlar. Anlamlı öğrenmeyi sağladığını düşünüyorum. Bu materyallerin. Hani görselleştirme mesela atıyorum $(x+1)$ 'in karesi bu. Bunlardan hani dikdörtgenlerden karelerden? x^2+2x+1 bu özdeşliğe ulaşmasını, anlamlandırmasını sağlıyor. Görsel olarak anlamlı öğrenmeyi sağlıyor.” (T20)

“Somut bir şekilde bu karoları filan kullandığınız zaman anlamlı öğrenmeler gerçekleşir. Bu öğrencilerde de artı olumlu izlenim görüyorum.” (T2)

“Materyaller öğrencilerin yani hem daha anlamlı öğrenmesini destekleyen araçlardır. Ben öyle düşünüyorum. Yani daha anlamlı öğrenmesi için hani dediğimiz gibi somut materyaller kullanıyoruz farklı farklı modeller.” (T3)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğretim sürecinde kalıcılığı artırdığını düşünen öğretmenlerden ikisi düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Yine çocuklarda kalıcılığı artırmak için materyal kullanılmalıdır. Tabi ki de kullansak daha da etkili olur da somut materyal şeklinde. Çocuklar dokunarak kendileri yapsa ya da evde karoları tarif etse kendileri model üretse proje şeklinde getirseler daha güzel olur diye düşünüyorum. Kalıcılık açısından.” (T11)

“...başka ne olur başka kalıcılığı da mesela sağlar. Mesela öğrenci dokunduğunu unutmuyor. Mesela anlattık diyelim bir hafta sonra bilgiler gidiyorsa bunda bakıyorsun bir ay sonra hocam hani şöyle yapıyorduk, hatta şöyle yapmıştık tarzında geri dönüşler oluyor.”(T18)

“Şöyle ki dokunmak ve bir şeyi gözle, canlı, hissederek anlamak kalıcılığı artırır yani. Bu biliyorsunuz bir materyalin ne kadar çok duyuya hitap ediyorsa öğretimde kalıcılık o kadar fazla olur.” (T3)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğretim sürecinde farklı zekâ alanlarına hitap ettiğini düşünen öğretmenlerden ikisi düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Normalde çocuklar çok ama çok zorlanıyorlar bazı şeyler net zihinlerinde oturmadiğı için. Ama gördükleri zaman o farklı duyulara hitap ettiğı için öğrenmede kalıcılığı sağladığını düşünüyorum. O yüzden de dediğim gibi kalıcılığını sağlıyor. Dolayısıyla daha fazla duyu organına hitap ediyor. Dolayısıyla kullanılmasında fayda görüyorum.” (T1)

“Yani bazı çocuklar işitsel olarak daha iyi anlıyor. Bazı çocuklar görsel olarak daha iyi anlıyor. Her açıdan çocukların yararına olacağını düşünüyorum. Bol bol materyal kullanmaya çalışıyorum.” (T21)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğretim sürecinde öğrenmeyi kolaylaştırdığını düşünen öğretmenlerden ikisi düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Yani çocukları düşününce bazı şeyleri anlamaları gerçekten zor oluyor. Yani çocuk anlatıyorsunuz bir şeyi. x nedir diye bilmiyor. Onu a deyince daha rahat anlıyor mesela x deyince çocuk bir garipsiyor. Onun yerine a kullanınca çocuk a evet hocam anladım diyor. İkisi de aynı yani ha “a” demişsiniz çocuk yani daha dünyaları farklı. Yani bizler belki işte biraz daha çok soru çözmüşüz. Belki o işin içinden çıktığımız için anlamak biraz daha kolay geliyor ama çocukları düşününce ilk defa karşılaşıyor. İlk defa karşılaştıkları için de onlara bir garip geliyor. Bir de zaten matematik seilmeyen bir ders olduğu için çocuk anlama gibi bir

yönelimde bulunmuyor. Onun için materyaller, öğrenmeyi kolaylaştırıyor. Çocuklar için çok daha mantıklı, çok daha güzel oluyor.” (T3)

“Materyaller çocukların konuyu daha kolay anlamasını sağlıyor. Derslerde genellikle daha çok böyle kartonlarla bir şeyler yapmaya çalışıyoruz. İşte cebirsel ifadeler oluşturmaya çalışıyoruz. Bir yerde bilinmeyenler oluyor. Diğer işte sabit terim ya da işte katsayıları yazabileceğimiz sayılar. Bunlar işte birleştirip cebirsel ifade yapıyoruz. Böylelikle materyaller ile somutlaştırmış oluyoruz konuyu.” (T7)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğretim sürecinde dokunarak, görerek, uygulayarak öğrenmeyi sağladığını belirten öğretmenlerden ikisi düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Katkıları dediğim gibi az önce de soyut bir konu olduğu için direk işlem yapınca çocuk anlayamıyor. Bunların hani katkısı çocuk direkt görerek, bunu kullanarak ya da dokunarak falan. Hani bir alanı tamamlayarak hani bunu içselleştiriyor. O yüzden faydası olduğunu düşünüyorum. Görsel olması, dokunabilmesi bunlar ise oldukça işe yarıyor.” (T4)

“...mesela diyelim ki bir üçgenin atıyorum efendime söyleyeyim iç açılarının ölçülerinin toplamı veya işte cebirsel anlamda yine işte özdeşlikler dediğimiz iki kare farkının ispatı işte bu trigonometri ile de iç içe, açılarla da iç içe biliyorsun. Sonuçta bunu öğrenci uygulayarak, görerek dokunarak ispat ettiği zaman daha kalıcı.” (T5)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğretim sürecinde aktif katılım sağladığını belirten öğretmenlerden ikisi düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Bu çocuk sonuçta kendi yani bunu ne için yapıyor yani derse karşı aktif katılımını sağlamak için. Yani biz bunu bu yüzden yapıyoruz. Çocuk da bunu bu yüzden öğreniyor. Hani ders içerisindeki işte katılımında faydalı olduğunu söyleyebilirim. (T19)

“Özellikle kullanmaya çalışıyorum ki çocuklar hani hem alan kavramı olarak verilirken özellikle iki cebirsel ifadenin çarpım konusunda şey ikinci kuvveti kavrarken bazı çünkü belli başlı cebirsel ifadeleri veriyoruz bunu alana dönüştürme de oldukça somutlaştırdığını düşünüyorum cebir karolarının. Onun haricinde biraz daha normal, tek düze anlatıma göre anlatım tarzı sunuş yoluyla anlatıma göre hem ders içinde daha eğlenceli bir hâl alıyor hem de kendileri de işin içine dâhil oluyorlar. Hani tahtada cebir kararlarıyla beraber bazı cebirsel ifadeleri oluştururken, ifade ederken bunları göstermeleri daha doğru oluyor” (T22)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğretim sürecinde öğrencilerin ilişki kurabilmesini sağladığını belirten T17 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Zaten matematiğe karşı bir önyargı var. Zaten soyut kavramlarla karşılaşıyorlar. Hani bir yaş problemi değil, bir havuz problemi değil, ne bileyim bir hız problemi değil ki hani günlük hayatla ilgili bir şeyler yapalım ya da probleme çevirelim. Orada zaten x 'i görünce çocuklar zaten baştan hani bir garipsiyorlar o yüzden alanı görünce ha burası x 'miş işte uzunluk buradan geliyormuş işte. Karenin alanı iki kenarını çarpımı x ile çarpımının x^2 buldum. Bu tür dediğim gibi alanlarda uzunlukları da görünce daha faydalı oluyor ve ilişki kurmalarını sağlıyor.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda öğretim sürecinde öğrencilerde akran öğretimini sağladığını T19 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Bu çocuk sonuçta kendi yani bunu ne için yapıyor yani derse karşı aktif katılımını sağlamak için. Hani ders içerisindeki işte katılımını söyleyebilirim. Arkadaş akran öğrenmesi de hani biz bunu böyle yapıyoruz ama bütün sınıfa hitap etmemiz belki yeterince yeterli olmayabilir. Bu noktada ne yapıyoruz? En azından akran öğretimi noktasına da geçebiliriz. Yani çocuklara bu yüzden bu konularda öğretmeliyiz diye düşünüyorum.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretim sürecinde zamandan tasarruf sağladığını söyleyen T14 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Görsel olarak öğrencilerde de aklında kalabilir. Bizim de işte bu süreden tasarruf etmemizi sağlayabilir. Öğretim açısından mühim.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda öğretim sürecinde zihinsel model oluşturmaya yardımcı olduğunu söyleyen T19 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Çocuğun kafasında şema oluşabilmesi yani çocuk onu kendi iç dünyasında bir şekilde kendi süzgecinden geçirmeli, anlayabilmeli. Kendi çocuk dünyası olduğunu bilmeli bu yani. Biz onu somutlaştırıyoruz ama yani her öğrenci kendi kafasında bunu somutlaştırması da farklı. Aslında biz onu ne yapıyoruz? Çocuğun kafasında kendisi bir şema oluştursun diye işte bir şekil oluşturur diye de diyebiliriz. Belki onun öğretiminde kendi bir modeli oluşturabilir. Yani bu kendi iç dünyasından hani sebepleri.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda öğretim sürecinde yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığını belirten T4 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Çocukların kendilerinin yapabilmesi, yaparak yaşayarak öğrenmeleri adına yapıyorum, kullanıyorum. Sadece öğretmen merkezli değil de öğrenci de dokunabilsin, yaparak, yaşayarak öğrensin bu amaçla.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda öğretim sürecinde kolaydan, zora doğru gitmeyi sağladığını belirten T16 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Kolaydan, zora doğru gitme öğrencilerin önce somut olarak görmelerini sağlayacaktır. Akademik olarak kolaydan zora gitmek adına faydalı olacaktır, ilişki kurabilme açısından, öğrencilerin bilgileri açısından gerekli diye düşünüyorum.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda öğretim sürecinde konuyu özetlediğini belirten T14 düşüncelerini şöyle ifade etmiştir:

“Tabii ki hani bu demek değildir ki her konuya, her derse ayrı materyal ile gidelim ama bazı konularda da uzun uzun anlatmak yerine tek bir materyal tüm konunun özeti gibi olabiliyor. O yüzden gerekli yerlerde gerektiği şekilde kullanılınca faydalı olduğunu düşünüyorum.”

Öğretmenlerle yapılan görüşmeler neticesinde “Duyuşsal Fayda” kategorisi içerisinde; “Eğlenceli olma”, “Motive etme”, “Matematiği sevdirmeye” ve “İlgi çekme” kodları yer almaktadır.

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının eğlenceli olduğunu savunan iki öğretmenin düşünceleri şu şekildedir:

“İşte biraz daha o cebir karolarını bildikleri için daha rahat, eğlenceli bir ders ortam oluyor.”(T18)

“Biraz daha normal, tek düze anlatıma göre anlatım tarzı sunuş yoluyla anlatıma göre hem ders içinde daha eğlenceli bir hâl alıyor hem de kendileri de işin içine dâhil oluyorlar.”(T22)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğrencileri motive ettiğini belirten iki öğretmenin düşünceleri şu şekildedir:

“Bu materyalleri hani çocukların kendisinin yapması sağlanırsa daha hem kalıcı öğrenme olur hem de motivasyonunu da etkiler. Öyle düşünüyorum.”(T20)

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğrencilere matematiği sevdirdiğini söyleyen T14’ün düşünceleri şu şekildedir:

“Matematiğin ana şeyi şu, öğrenci yapamadığı için matematiği sevmez ama yaptıkça da yapılabilen bir ders olduğu için ne kadar öğrenci açısından yaklaşırsak o kadar iyi yani.

Yapabildiğini görünce kendisi de sever, sevdikçe de yapar. Materyaller de öğrencileri matematiğe yaklaştırdığından yapmalarını sağlar ve sevdirebilir.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğrenciler için ilgi çekici olduğunu belirten T6’nın düşünceleri şu şekildedir:

“Çocukların yani ilgisini çeksın. Hani normal tahtaya bir şey yazdığımız zaman çocuk onu defterine geçirirken çok isteksiz geçiriyor. Hani deftere bir şey yazmaktansa hani mantığını kavrasın çocuk. Ne, niye oraya onu yazdık? Hani o cebir karolarını yerleştirirken o kartonları biraz da düşünmeye yöneliyor çocuk, düşünsün. Ve sınıfta bir... Haa sınıfta bir hani hiç istemeyen çocuğun bile ilgisini çekiyor. En azından öğretmenim ben de o kartonu yerleştirebilir miyim? Bir tane de ben yapabilir miyim diye. Bir amaç da zaten hani iyi çocuk zaten yapıyor. Orta derecedeki ve kötü durumda olan çocuklarının ilgisini çekebilmek yapmaya. Zaten iyi çocuk... İyi çocuk diyor ki hocam buna ne gerek var? Yani yazıp geçelim. Daha çok soru çözelim.”

Öğretmenlerle yapılan görüşmeler neticesinde “Bireysel gelişime fayda” kategorisi içerisinde; “Matematiğe karşı oluşan ön yargıları yıkmak”, “Analiz yeteneği geliştirme” ve “Problem çözme yeteneğini” geliştirme kodları yer almaktadır.

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının matematiğe karşı oluşan ön yargıları yıkabileceğini savunan T19’un düşünceleri şu şekildedir:

“Yani ben materyalle öğretimi zaten destekleyenlerdenim hocam hani. Çünkü biz zaten bizim dersimiz toplumsal bir baskı altında. Yani bir çocuğun başarı seviyesini yükseltmek istiyorsak çocukları da. Onların kafalarında bu derse karşı önyargıyı yıkamamız lazım. Ya da ne bileyim zevkli bir şekilde eğlenceli bir şekilde öğretmemiz lazım.”

Materyallerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılmasının öğrencilerin analiz ve problem çözme yeteneğini geliştireceğini savunan T23’ün düşünceleri şu şekildedir:

“Nihayetinde hani biz analiz yeteneğini geliştirmiş oluyoruz, öyle hissediyorum. Bu da günlük hayatta problem çözme yeteneğini geliştiriyor. Çocukları sadece amaç materyali kullanarak bu konuyu çocuğa öğretmek değil. Günlük hayat problemlerinde de bizzat kendisinin müdahil olarak olayı çözebilmesi. Bu sadece matematiksel problemler değil, karşılaştığı herhangi bir durumla ilgili yorum yapabilir. Yorum yapabilmesi, müdahale edebilmesini sağlıyor diye düşünüyorum, materyalle öğretim. Bu da nihayetinde hayat monoton giden bir süreç olmadığı için sorunlarla mücadele. Her bireyin belli bir olgunluğa gelmesini sağlayan araç olmuş oluyor. Nihayetinde hayatın içinde bir seçenek olmuş oluyor çocuk için. Bu da onu belli bir olgunluğa erişirme için süreçlerden birisi.”

Görüşmeye katılan 23 öğretmene sorulan “Dersi işlerken gerçek hayatla anlattığınız konu arasında bağlantı kurmaya çalışır mısınız?” sorusuna öğretmenlerin tamamı bağlantı kurduğunu ifade etmiştir. Bunlardan üç öğretmenin verdiği cevaplar şu şekildedir:

“Çocuklar anlamakta zorlandığı zaman hemen aklıma. Bununla ilgili belki bir hikâye gelir, belki evde sürekli karşılaştıkları bir şeyi gelir. Bunları dile getiririm.”(T11)

“Mesela ben derslerimi şöyle anlatırım. Yani ta işte başlangıcın belli bir süresinden yani bir tecrübe edindikten sonra ve bunun da çok faydalı ve etkili olduğunu yaşadım. Mesela ben eğer bir konuya gireceksem, mesela diyelim ki efendim nasıl diyeyim şu anda bir konu mesela? Bir olasılık ya da bir efendime söyleyeyim geometri anlatacağım. Anlatmadan önce ben belli bir alan üzerinde, özellikle matematiksel olarak hayatımızda bağdaştırılmış hayatımızda matematiği yaşayarak ama bilmeyerek yaşayarak öğrendiğimiz alanlardan biraz espri, biraz fıkra ve biraz da reel olarak bunu anlatıyorum, öğrencinin orada dikkatini sonuçta ne olacak deyince ben hemen başlığına giriyorum, yazıyorum. Ve burada bir motive sağlandığını ben hissediyorum ve bunu da tecrübelerimden önemli bir nokta olarak düşünüyorum.”(T5)

“Yani ilk başladığımızda örneklerle bu konunun en başında gerçek hayatta bağdaştırıyoruz. Özellikle bu cebirsel ifadeyi normal cümlelerden, bilinmeyene geçişte. Ya genel olarak konunun başını bağdaştırmayınca çocuklara çok soyut kalıyor çünkü anlamıyorlar.”(T8)

Görüşmeye katılan öğretmenlere sorulan “Dersi işlerken gerçek hayatla anlattığınız konu arasında bağlantı kurmaya çalışır mısınız? Bir örnek verir misiniz?” sorusuna öğretmenlerin verdiği örnekler öğrenme alanlarına göre analiz edilmiş ve Tablo 18’de sunulmuştur:

Tablo 18. *Gündelik Hayattan Verilen Örneklerin Matematik Öğrenme Alanları*

Kod	f
Geometri ve ölçme	2
Sayılar ve işlemler	25
Cebir	4
Olasılık	2
Veri işleme	1

Öğretmenlerin en çok sayılar ve işlemler öğrenme alanıyla ilgili özellikle de kesirler konusunda örnekler verdiği görülmüş, cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusu ile ilgili az sayıda örnek vermişlerdir. Araştırmanın konusunu barındıran cebir öğrenme alanında öğretmenlerin gündelik hayattan fazla örnek vermedikleri görülmüştür. Oysa bu alan içerdiği yoğun soyut

kavramlar dolayısıyla öğrenciler için matematiksel kavramların somutlaştırılmasına oldukça ihtiyaç duyulan bir alandır. Geometri ve ölçme öğrenme alanında günlük hayat ve matematik arasında ilişkilendirme yaparak örnek veren T4'ün açıklamaları şu şekildedir:

“Zaten alan konusu başlı başına günlük hayatta alakalı olmak zorunda mesela. Sınıfın tabanını hesaplıyoruz. Ölçüyoruz biçiyoruz cetvelle falan ya da herhangi bir üçgensel bir bölgenin alanını. Günlük hayatla bunu bağdaştırıyoruz. Ya da yükseklik desen çocuklara soruyorsun. Hani mesela burasının yüksekliği nedir falan onu ölçtürüyorum. Yakın çevrelerinden örnekler veriyorum, öyle günlük hayatta karşılaşılabilecekleri. Ya da mesela sınıfta fayansları mesela. Tek tek sayarak sınıfın alanını hesaplamaya çalışıyoruz. Hani parçadan bütüne ulaşip o şekilde de özellikle alan hesaplamalarında çok kullanıyorum yani.”

Sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki kesirler ve tam sayılar konularından örnekler veren öğretmenlerin açıklamaları şu şekildedir:

“Yani özellikle zaten çok klasik bilinen bu pasta ve kesim ilişkisinde kesinlikle çok pay örnek veririm. Hep yani çocuklar kesirleri sıralamada... Mesela karıştırıldığı zaman hep pasta dilimini örnek veririm ve birim kesirlerde mesela pastayı beş kişiyle paylaşırsan mı daha çok yemiş olursun, bir kişiyle paylaşırsan mı? Çocuklar beş kişiyle paylaşmanın daha mantıklı olduğunu dile getiriyorlar. Hatta şimdiki okulunda değil de eski okulunda sınıfa kek ile girip bir sınıfa mesela üç-dört kek götürüyorum. Birini altı dilime bölüyoruz, diğerini sekiz dilime, ötekini bir dilime yani oradaki birim kesirleri görüyoruz. Sonrasında paylaşarak yiyoruz pastalarımızı, çocukların da aklına biraz yer etmiş oluyor.” (T11)

“Mesela en basitinden tam sayılardan örneklemeye çalışayım. Tam sayılar borç kavramını tabir caizse cepteki para kavramını kullanıyoruz. Bu bağlamda mesela negatif sayıların öğretiminde borç ilkesini ben çok kullanırım. Negatif sayıların borç olarak algılanması gerektiğini. Elimizdeki paranın da pozitif sayılar olarak algılanması gerektiğini vurgulayarak ya da rasyonel sayıların kullanımında tam sayıların bizi tam olarak günlük hayatımızdaki bazı kavramları mesela karşılayamadığını söylüyorum. Örneğin bir elmayı iki parçaya dolduğunda elimizde iki elma olmaz. Evet, aslında bir elmanın yarısı olmuş olur. Bu yarım kavramının tam sayıların karşılayamadığını, hâliyle yeni bir sayı türüne ihtiyaç duyulduğunu söylerim.” (T3)

Matematik dersi ile gündelik hayat arasında bağ kurarken cebir alanını tercih ettiğini belirten T21 fikrini şu şekilde beyan etmiştir:

“Evet, şöyle kurmaya çalışıyorum. Ben zaten Kuşadası'nda bu müfredat değişikliği ilgili seminere katılmışım. Kendimde öğrenci hocalarımıza o eğitimi vermişim. Özellikle bu yeni müfredatta güncel hayata çok iyi bir şekilde geçirmemizi istiyorlardı. Konuyu onunla ilgili de genelde güncel hayattan örnekler verin diyorlar. Bizim de orada ki çalışmamız şuydu. Tam da

bu konu, cebirsel ifadeler. O konuyla ilgili de biz tarla örneği vermiştik. İşte bir isim uydurmuş Ali Dede'nin tarlası var işte. Çocuklarına paylaştırılacak güncel hayatta da işte tarlasının bir kısmını ağaçlandırma için harcıyor. Bir kısmını evlatlarına paylaştırıyor bir kısmına ev yapıyor dedik mesela. Burada ağaçlandırma konusu, yeşillik konusu bu konulara değinerek bu konuyla güncel, güncel hayattan bir sorunu birleştirmiştik. Böyle bir sunum yapmıştık. Böyle örnekler ben problemler veriyorum. Basit basit ama çocukların ilgisini çekiyor.”

Olasılık öğrenme alanından örnekler verdiğini belirten T23'ün açıklaması şu şekildedir:

“Yani aslında birçok konu var. Mesela istatistiği anlatırken hani istatistik bilimi, günlük hayatımızı çok ciddi anlamda irdeleyen, bir de günlük hayatla ilgili geri dönüşleri ya da deneysel süreçleri en iyi şekilde ifade eden bilim, matematiğin bir alt dalı. Bununla ilgili incelemeler yaptığımızda günlük hayattan örnekler veriyoruz öğrencilere. Eee hava durumu ile ilgili tahminler yapılıyor ki bu bir olasılık değeri. Bize olayın kesin olmadığını ama ihtimali verilen olasılık değerine sahip olayın ona göre kendimizi şekillendirmemizi bizi işte havayla ilgili bir olay veya bir süreç yaşayacaksa buna göre kendimizi düzenlememiz gerektiğini ifade eden bir durum olarak örnek veriyorum.”

Görüşmeye katılan öğretmenlere sorulan “Cebir karosu modelini daha önce duydunuz mu?” sorusuna verilen cevaplar Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19. *Cebir Karosu Modelini Duymuş Olma*

Kod	f
Evet	22
Hayır	1

Öğretmenlerden sadece birinin olumsuz yanıt verdiği görülmüştür ve bu terimi ismen bilmediği fakat aslında uyguladığı görülmüştür.

Öğretmenlere “Cebir karosu modeli ne demektir?” diye sorulmuş ve verilen cevaplar Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20. *Cebir Karosunun Anlamı*

Kod	f
Alandan özdeşliği elde etme	16
Parçalara ayırma, birleştirme	6
Çarpma öğretimi	6
Model	6
Geometrik gösterim	8

Öğretmenlerin cebir karosunu; “Alandan yola çıkma”, “Parçalara ayırma, birleştirme”, “Çarpmanın öğretimi”, “Model” ve “Geometrik gösterim” anlamlarında kullandıkları belirlenmiştir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğunun cebir karosunu “Alandan özdeşliği elde etme” anlamında ifade ettikleri belirlenmiştir.

Cebir karolarını alandan özdeşliği elde etme anlamında kullanan iki öğretmenin açıklamaları şöyledir:

“Bunlar belirli alanlara sahip kareler var. Ya da kareler demeyelim çünkü dikdörtgen olarak da kullanabilir. Evet, bu alan kare ya da dikdörtgen şeklindeki bu alanlardan birleşimiyle ve özdeşliklerin açılımını yapabiliyoruz. İspatını yapabiliyoruz. Bunu da ben de kullanıyorum.”(T2)

“Yani cebir karosu modeli sanırım... Cebir karolarının bir araya getirip belli bir alanı, yani tam da bağdaştırmadım. Ama cebir karolarının bir araya gelip bir alan hesaplama bölgenin alanını hesaplama.” (T4)

Cebir karolarını parçalara ayırma, birleştirme anlamında kullanan T9’un açıklamaları şöyledir:

“Yani aklımda canlanan parçaları birleştirerek oluşturduğumuz ifadeler. Doğru biliyorsam eğer ki.”

Cebir karolarını çarpma öğretimi anlamında kullanan T18’in açıklamaları şöyledir:

“Yani cebir karosu modeli şöyle mesela dikdörtgenin kısa kenar çarpı uzun kenar formülüyle işte o ayrılan parçalara... İşte diyelim ki bir dikdörtgene ayırıyoruz. Dikdörtgen veya kare neyse bunlar içindeki küçük parçaların toplamı şeklinde de yazabiliriz. İki şekilde yazdığımız için de kısa kenar çarpı. Uzun kenar otomatik belli oluyor. O parçalanmış alanların toplam olduğunu gösteriyoruz. Burada da işte sonradan işte dağılma özelliğini gösteririz. İşte bu da alternatif bir yol olmuş oluyor çarpmaya.”

Cebir karolarını model anlamında kullanan T11’in açıklamaları şöyledir:

“Cebir karosu, cebirsel ifadelerdeki aslında biraz çarpma işlemini modellemek için yararlanıyoruz, modeldir. Özellikle çarpma işlemiyle alan ilişkisinden çarpma işlemi arasında bağlantı kurma ile alakalı tabi çocuğun bundan öncesinde yani alan konusunu iyi bilmesi gerekiyor. Yani bir ön bir hazırlık bu işe yarıyor.”

Cebir karolarını geometrik gösterim anlamında kullanan T3’ün açıklamaları şöyledir:

“Yani bu konunun başında da söylemiştim Cebirsel ifadeleri, Yunanlı matematik felsefesi yaklaşımıyla bu benim tabii kişisel yorumum. Geometrik olarak en azından daha akılda kalıcı hâle getirmek amacıyla kullanılan materyal.”

Görüşmeye katılan tüm öğretmenler “Derslerinizde cebir karosu modelini kullanıyor musunuz?” sorusuna olumlu yanıt vermişlerdir.

Öğretmenlere “Derslerinizde somut materyal mi yoksa sanal materyal mi kullanıyorsunuz?” sorusu yöneltilmiş ve alınan cevaplar Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21. *Cebir Karosu Kullanım Biçimi*

Kod	f
Somut	12
Sanal	19

Tablo 21’e göre öğretmenler cebir karosu materyalini en çok sanal materyal olarak kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu durumun sanal materyallerdeki görsellik ve pratiklik gibi özelliklerden kaynaklandığı söylenebilir.

Öğretmenlere somut cebir karosu materyalini kullanma nedenleri sorulmuş elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 22’de sunulmuştur:

Tablo 22. *Somut Cebir Karosu Materyalini Kullanma Nedenleri*

Kod	f
İlgi çekme	3
Dokunsal öğrenmeye hitap etme	7
El becerisi geliştirme	4
Materyal geliştirme	1
Eğlenceli	3
Daha Öğretici	2
Teknolojik imkânsızlık	1
Daha Kalıcı	2
Deneyimsel öğrenme	3

Tablo 22’ye göre öğretmenler somut cebir karosu modelini “İlgi çekme”, “Dokunsal öğrenmeye hitap etme”, “El becerisi geliştirme”, “Materyal geliştirme”, “Eğlenceli”, “Daha Öğretici”, “Teknolojik imkânsızlık”, “Daha Kalıcı” ve “Deneyimsel öğrenme” gibi özelliklerden dolayı tercih etmektedirler. Öğretmenlerin somut cebir karosu materyalini “Dokunsal öğrenmeye hitap etme” nedeniyle kullanmaları kodu diğer kodlara göre belirginleşmiştir. Somut materyallerin, öğrencilerin materyale bizzat dokunmalarıyla tecrübe etmeleri sağlandığı için daha çok tercih edildikleri söylenebilir.

Somut materyaller kullanmanın ilgi çekici olduğunu belirten T2’nin açıklamaları şu şekildedir:

“Renkli kâğıtlar kullanınca öğrencilerin daha çok dikkatini cezbedebileceğini düşündüm. O yüzden. Bir de çocukları da aktif olarak kullanınca belki daha anlamlı öğrenmeler gerçekleşir derse daha çok ilgi artar bu şekilde.”

Somut materyaller kullanmanın dokunsal öğrenmeye hitap ettiğini belirten iki öğretmenin açıklamaları şu şekildedir:

“Şöyle dokunmak ve bir şeyi gözle canlı hissederek anlamak kalıcılığı artırır yani bu. Biliyorsunuz bir materyalinin ne kadar çok dille ifade ediyorsa öğretimde kalıcılık o kadar fazla olur.”(T21)

“Öğrencilerin kendileri yaptığı için özellikle ödev vererek kullanıyorum. Kendim yapıp hazır getirmiyorum, onlara yaptırıyorum. Eee... Ödev de veriyorum yani küçük renkli kâğıtlarla ufak bir ödev veriyorum. Yapmalarını istiyorum. Daha iyi anladıklarını gözlemledim. Kendileri özellikle çizip yaptıkları için, dokundukları için daha iyi anladıklarını düşünüyorum.”(T23)

Somut materyallerin el becerisi ve materyal geliştirmek amaçlı kullanılabileceği görüşüne sahip T13 şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Proje ödevi vererek materyal geliştirmesi amacıyla kullanıyorum. Hem el becerisi, hem estetik, hem tasarım değerlendirme, konuyla da ilişkilendirme amacıyla.”

Somut materyallerin dersi daha eğlenceli hâle getirmesi nedeniyle kullandığını belirten T16 şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Yani hem dersi daha eğlenceli, akıcı hâle getiriyor, çocukların ilgisini daha çok çekiyor hem de çocuklar daha iyi öğrenmiş oluyorlar.”

Somut materyallerin daha öğretici ve kalıcı olması nedeniyle derste kullandığını belirten T20 şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Daha iyi öğrenmeye sağlıyor hem de hani daha kalıcılığı sağlanmış sağladığını düşünüyordum. Kalıcı öğrenmeyi sağlıyor.”

Somut materyal kullanma nedenini teknolojik imkânsızlığa bağlayan şu şekilde açıklama yapmıştır:

“O dönemlerde şey yani biraz daha o dönemlerde. Şimdi pandemi süreciyle şunu söyleyeyim hani her öğrenci tablet vs falan erişim imkânı çok fazla oldu. Şimdi ilk zamanlarıma bakıyorum ilk zamanlarımda bundan 6-7 yıl önce de çocukların bir tablete erişimi bu kadar kolay değildi. Hani her evde yoktu, aslında tahta vardı ama tabii o akıllı tahta vardı ama o

zamanlar çocuklar ben biraz daha şöyle söyleyeyim yani evlerinde kullanabileceği, daha sonrasında tekrar tekrar kullanabileceği bir şey değildi yani. O yüzden somut kullanıyorduk.”

Somut materyal kullanma nedenini deneyimsel öğrenmeye bağlayan şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Yani onu tamamen çocukların bir kendilerinin yapabilmesi, yaparak yaşayarak öğrenmeleri adına yapıyorum, kullanıyorum. Sadece öğretmen merkezli değil de öğrencide dokunabilsin, yaparak, yaşayarak öğrensin. Bu amaçla.”

Öğretmenlere sanal cebir karosu materyalini kullanma nedenleri sorulmuş elde edilen sonuçlar aşağıdaki Tablo 23’te sunulmuştur:

Tablo 23. *Sanal Cebir Karosu Materyalini Kullanma Nedenleri*

Sanal	f
Eğlenceli	2
Zaman tasarrufu sağlar	8
Daha kalıcı	4
İnteraktif	4
Görselliği yüksek	10
Pratik	8
Dikkat çekici	4
Lgs ve müfredat yetiştirme kaygısı	1
COVİT-19 dönemi mecburiyeti	1
Teknoloji devri ve z kuşağına hitap etmesi	4
Çeşitliliği fazla	1
Üç boyutlu hâle getirme	2

Tablo 23’e göre öğretmenler soyut cebir karosu modelini “Eğlenceli”, “Zaman tasarrufu sağlar”, “Daha kalıcı”, “İnteraktif”, “Görselliği yüksek”, “Pratik”, “Dikkat çekici”, “Lgs ve müfredat yetiştirme kaygısı”, “COVİT-19 dönemi mecburiyeti”, “Teknoloji devri ve z kuşağına hitap etmesi”, “Çeşitliliği fazla” ve “Üç boyutlu hâle getirme” gibi özelliklerden dolayı tercih etmektedirler. Öğretmenlerin soyut cebir karosunu “Görselliği yüksek” olması nedeniyle kullanmaları diğer nedenlere göre belirginleştiği görülmüştür. Sanal ortamdaki materyallerin teknolojinin getirdiği imkânlar sayesinde daha doğru çizimlere sahip olmaları ve daha renkli olmaları gibi birçok avantajlar bu materyallerin görme duyusuna daha fazla hitap etmesine sebep olabilir.

Sanal materyallerin dersi daha eğlenceli hâle getirmesi nedeniyle kullandığını belirten T7 şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Akıllı tahtada oyunlar var mesela onları oynattırıyorum daha eğlenceli geliyor çocuklara.”

Sanal materyalleri zamandan tasarruf sağlaması nedeniyle kullandığını belirten iki öğretmenin düşünceleri şöyledir:

“Şimdi zaten işte bu dersin 40 dakika var. Daha fazla soru çözmek için çocuklara işte şunu çiz, bunu çiz demek yerine zaten görsel olarak hazır olan bir şeyi direk açıp göstermek. Hani en azından zaman için güzel oluyor. Yoksa çizdirmek de hani çocuğu denemek için ya da anlamış mı anlamamış mı diye. Aslında güzel. Evet ama. Ben süre sıkıntısından dolayı ya da ne bileyim soruya daha çok süre ayırabilmek için akıllı tahtada direk açmayı tercih ediyorum.”(T17)

“Bana çok faydası oluyor. Diğerlerinde zamandan tasarruf açısından kullanıyorum. Çünkü tahtaya çizmek çok vakit aldığı için direkt oradan gösteriyorum. Bazen de şu işte geogebra olsun, farklı şeyler olsun. Orada da çocuklar yine işte. Mesela atıyorum üç boyutlu cisimlerin kapalı ve açık hâllerini anlatırken falan ama benim, hani cebirsel ifadeler kısmında sadece orada da dediğim tasarruf açısından kullanıyorum. Başarı olmadığı için daha çok soru çözmek için. Çizmeyle, yazmayla uğraşmamak adına. Çünkü bazen çok uzun sürüyor onlar çizmek.”(T1)

Sanal materyalleri daha kalıcı olması ve üç boyutlu hâle getirmesi nedeniyle kullandığını belirten T4’ün düşünceleri ise şöyledir:

“Yani şöyle olayı üç boyutlu hâle getirmek. Özellikle mesela mesela küp açılımlarını anlatırken aslında bir küpün parçalanmasından dolayı o bizim elde ettiğimiz işte a^3 , işte $a+b$ ’nin küpü ifadesinin açılımı malum bu aslında küpün parçalandığında dikdörtgen prizmalarının ve iki küçük küpe parçalandığında oluşan prizmaların hacimleri ile alakalı bir kazanım. Bu bağlamda bunu üç boyutlu olarak göstermek muntazam güzel bir şey. Akılda kalıcı bir şey yani.”

Sanal materyalleri interaktif olması nedeniyle kullandığını belirten T11’in düşünceleri ise şöyledir:

“Sanal da çocukların hani biraz daha hoşlarına gidiyor. Hareketli bir içerik. Video şeklinde kolayca al-taşı tahtaları akılda kalıcılığı yüksek.”

Sanal materyalleri görselliğin yüksek olması nedeniyle kullandığını belirten iki öğretmenin açıklamaları şu şekildedir:

“Yani o daha kolay geliyor herhâlde. Bir de sürekli takip ettiğim bir akıllı defter falan var bazı yayınların. Oradan görsel olarak güzel görünüyor. Yani çizsem öyle güzel çizemem herhâlde. Orada daha işime geliyor yani hem de.”(T12)

“Sanal kullanımımın sebebiyse görsellerinin çok daha kaliteli ve renkli olması. Büyütülebilir olması, renklerin ve görsellerin estetik yönüyle daha dikkat çekici olması.”(T13)

Sanal materyalleri kullanma sebebini pratik olmasına bağlayan iki öğretmenin açıklamaları şu şekildedir:

“Pratik olmasından dolayı... Daha pratik, bilgisayar uygulamasında.”(T16)

“Ama sanal modeller de çeşitli matematik uygulama programları var. Elektronik ortamda, bilgisayar ortamında. Buradakileri kullanmak bizim için daha kullanışlı, daha hızlı oluyor. Çünkü süreç odaklı olduğumuz için hani materyalin o somut tasarlanmış birebir bir marangozdan veya buna benzer bir 3D her şeyden işte yazıcı süreçten geçirilmiş, tasarlanmış hâlini yapmak zaman anlamında bizim zamanımızı alıyor. O biraz sanki tembelliğe itiyor ama işte bilgisayar ortamında hazırlananlar veya tahtaya çizim daha hızlı, daha pratik olduğu için daha çok kullandığımız seçenekler.”(T23)

İlgi çekici olması sebebiyle sanal materyal kullandığını belirten T21 bunun nedenini şöyle açıklamıştır:

“Sanal da yani dikkatlerini çekiyor. Renkli, bol bol renkli. Orada akıllı tahta kullandığı için çocukların elinde çok dikkatlerini çekiyor. Kendileri o taraflara çok meyilli oldukları için dikkatlerini çekiyor.”

Lgs ve müfredat yetiştirme kaygısı ile sanal materyal kullandığını belirten T15’in açıklamaları şöyledir:

“Şimdi bu sekizinci sınıf konusu ya genelde çocukların LGS'ye hazırlanma süreçleri olduğu için her şeyi böyle çok materyalle anlatamıyoruz konuyu. Çünkü yetiştirme... Yetiştirmemiz gereken bir müfredat var. O yüzden sanalda daha hızlı ilerliyor. Ama tekrar söylüyorum sınıfa getirip eee yaptığınızda daha şey oluyor. Yani gerçekten de o somut cebir karolarıyla oluşturunca şekilleri. Kenarlarının ortak olduklarını gösteriyorum. Ondan sonra işte mesela büyük bir şeklin içini doldurmayı. Altıncı sınıfta da cebirsel ifadeler var ya. Özellikle çocuklar çok daha iyi anlıyorlar. Kendilerine yaptırıyorum. Derste daha anlaşılır oluyor yani. Ellerinde bir şey, bir somut bir materyal olunca hocam takdir edersiniz siz de daha iyi anlıyorlar. Tercihim o yönde ama işte maalesef müfredat yetişmez diye çok kullanamıyoruz.”

COVID-19 dönemi mecburiyeti sebebiyle sanal materyal kullandığını belirten T18 bunun nedenini şöyle açıklamıştır:

“Şöyle sanal yöntemi niye tercih ettik. Çünkü bu son iki yıldır hep derslerle alakalı. Eee şeyde ZOOM’dan işlediğimiz için. O yüzden mesela tercih ettim iki yıl.”

Sanal materyalleri kullanma sebebini sanal materyallerin teknoloji devri ve z kuşağına hitap etmesine bağlayan iki öğretmenin açıklamaları şu şekildedir:

“Hocam çocukların ilgisini çekiyor yani öyle bir kuşaktayız ki Z kuşağı sonuçta. Hani çocuklar oyun öğreniyorlar bir şeyleri artık ellerinde bile... Sokakta oyunu bıraktılar. Yani bilgisayarda öğreniyorlar bazı şeyleri.”(T19)

“Sonra çocukların şu anki öğrencilerimizin aşinalığı fazla olduğu için onlara dair hitap ediyor. Hani bu yeni nesil öğrencilerimiz sanki. Eee biraz da bilgisayar çağını yansıtan bir profile sahipler. Elektronik ortamda çok haşır neşir oldukları için ise onların daha çok ilgisini çekiyor. E bu yönleri var.” (T23)

Çeşitliliği fazla olasından dolayı sanal materyal kullandığını belirten T23 bu görüşünü şöyle açıklamıştır:

“Eee birçok yönü ile tasarımı daha kolay. Eee hani bizim yaptığımız ahşap bir model ile işte geogebra üzerinde yapılmış bir modelin kullanışlılığı, kendi hareketlilikleri dolayısıyla tasarlandığı sistem dolayısıyla daha farklı. Evet, mesela geogebra da çok farklı etkinlikler tasarlayabiliyorsunuz ama aynısını bir ahşapla yapamazsınız. Hani çeşitlilik çok fazla. Bu anlamda elektronik ortamda yapılabilir.”

Üç boyutlu hâle getirmesinden dolayı sanal materyal kullandığını belirten T4 bu görüşünü şöyle açıklamıştır:

“Ya da cebir karolarını kullandığımız zaman model hani dokunmaları onu birebir üç boyutlu olarak görmeleri açısından iyi oluyor.”

Öğretmenlere “Cebir karosu materyalini uygularken eğer varsa ne gibi güçlükler ile karşılaşıyorsunuz?” sorusu yöneltmiştir. Alınan cevaplardan elde edilen veriler Tablo 24’te gösterilmiştir.

Tablo 24. Cebir Karosu Materyalini Uygularken Yaşanan Güçlükler

Kategori	Kodlar	f
Öğrenciden kaynaklanan nedenler	Karoların hangi cebirsel ifadeyi temsil ettiğini anlamakta	1
	Hazırbulunuşluk seviyesinin yetersizliği	6
	Parçadan bütüne ulaşmakta	2
	Matematiğe ön yargısı olan öğrencileri olumsuz etkilemesi	2
	Günlük hayat ile bağlantı kurmakta	2
	Materyal kavramına uzak olan öğrencilerde	1
Konudan kaynaklanan nedenler	Anlaşılması için bol tekrar gerektirmesi	3
	Negatif alan kavramının karşılığının olmaması	3
	Bilinmeyenlerin algılanması	5
	Önceki yıllara göre zor ve soyut bir konu olması	1
Diğer nedenler	Ekonomik nedenler ve materyal yokluğu	2

Tablo 25. (Devamı)

Zaman kaybı oluşturmaması	4
Güçlük yaşamıyorum	3

Tablo 24 incelendiğinde öğretmenlerin cebir karosu materyalini uygularken yaşadıkları güçlükler “Öğrenciden kaynaklanan nedenler”, “Konudan kaynaklanan nedenler” ve “Diğer nedenler” olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Öğretmenler cebir karosu materyalini kullanırken zorlandıkları noktalarda en çok öğrencilerden kaynaklı nedenlerin etkili olduğundan söz etmişlerdir. Bu nedenlerin de başında öğrencilerdeki ön bilgi yetersizliği gelmektedir.

Öğrenciden kaynaklanan nedenler kategorisinde “Karoların hangi cebirsel ifadeyi temsil ettiğini anlamakta”, “Hazırbulunuşluk seviyesinin yetersizliği”, “Parçadan bütüne ulaşmakta”, “Matematiğe ön yargısı olan öğrencileri olumsuz etkilemesi”, “Günlük hayat ile bağlantı kurmakta” ve “Materyal kavramına uzak olan öğrencilerde” kodları ortaya çıkmıştır.

Öğrenciden kaynaklanan nedenler bağlamında öğretmenlerin en fazla hazırbulunuşluk seviyesinin yetersizliği nedeniyle güçlük yaşadıkları belirlenmiştir. Öğrencilerin karoların hangi cebirsel ifadeyi temsil ettiğini anlamakta zorlandıklarını belirten T22 görüşünü şu şekilde açıklamıştır:

“Yani genellersek o öğrencilerle alakalı sorun diyebiliriz aslında direk. Bazen mesela şey hangi karonun neyi ifade ettiğini tam olarak yapamıyor, kavrayamıyor. Hani bunları tek tek ifade etmek gerekiyor.”

Hazırbulunuşluk seviyesinin yetersizliğinden kaynaklı güçlük yaşadığını belirten iki öğretmenin açıklamaları şu şekildedir:

“Öğrencide şöyle bir şey var. 6 ve 7. sınıfta işte bu şeyden dolayı COVID’ten dolayı bazı konulara hiç katılmadılar. Yani mesela altıda ne var, cebirsel ifade var da bilmiyorlar. 7. sınıfta da işte bu cebirsel ifadelerle alakalı işlemler var. Toplamadır çıkarmadır ki bunları hiç bilmedikleri için, girmediler derse. Çünkü biz mesela bizim okul biraz daha fakir olduğu için şey var. Yani para olmadığı için tableti yok çocuğun ya da internet yok sınıftaki bir iki kişi ile işliyorsun. Bu çocuklar derse girmedikleri için cebirsel ifadelerde toplama çıkarma bilmiyorlar veyahut da çarpma bilmiyorlar. Bu da ne oluyor? Sınırlandırmalardan biri oluyor yani hazırbulunuşluk gerçekten iyi değil. Çocuklar COVID’ten dolayı bir de üstüne ben materyal kullanmazsam. Zaten hiç öğrenme olmuyor.” (T18)

“Burada karşılaştığım güçlükler genelde öğrencilerin dört işlem bilgi ve becerisi ile ilgili güçlükler oluyor. Yani cebirsel bir ifadeyle bir doğal sayıyı çarpmak, evet ya da toplamak bunlarda sıkıntı yaşıyabiliyor öğrencilerimiz.”(T13)

Öğrencilerin parçadan bütüne ulaşmakta güçlük yaşadıklarını belirten T22 bunu şu şekilde açıklamıştır:

“Bazı öğrenciler de, bazı öğrenciler şeyi. Eee... Mesela bütün oluştururken sıkıntı yaşıyor ya da hep direkt modellenmiş bir şekilde verdiğimiz zaman, ondan sonuca giderken de bir ifadeyi oluştururken şeyi yapabiliyorlar. Sıkıntı yaşıyabiliyorlar. Bu tarz ufak tefek ya da sık karşılaştığımız bir şey de böyle.”

Materyallerin matematiğe ön yargısı olan öğrencileri olumsuz etkilediğini belirten T11’in düşünceleri şöyledir:

“Cebir karosunu uygularken yani matematiğe zaten önyargısı olan çocuklarda özellikle cebirsel ifadeler konusuna geçince iyice bi kafalar allak bullak oluyor. Yani bazen öyle oluyor ki matematiğe böyle orta seviyede yaklaştırmaya çalışan öğrenciyi de biraz soğutmuş oluyor. Bu cebirsel ifadeler belki de. Hani böyle etkinliklerle biraz daha çocuklar yaklaşabilir matematiğe. Hani yara almadan bu konuyu anlayabilir diye düşünüyorum.”

Öğrencilerin günlük hayat ile bağlantı kurmakta zorlandığını düşünen T3’ün açıklamaları şu şekildedir:

“Yani şöyle ya benim gördüğüm şu. Genelde temel aritmetik bilgiyi kullanıyor çocuk günlük hayatında. Yani bakkaldan ekmek alıyor, parasını veriyor, para üstünü alıyor ama $(x+y)^2$ ’nin nerede kullanıldığı hakkında bir fikri yok çocuğun. Yani bunu uygulama imkânı bulabileceği öğrenme ortamları yok tabiri caizse. Yani bunu kendisi içselleştiremiyor. Yani genel olarak bütün hocaların bunu yaşadığını düşünüyorum. Çocuk bu yani. Hani öğrenci için dediğim gibi o derste gözüne hitap etsek dahi hissettirsek dahi. Bir sonraki derste unutmuş oluyor birçoğu. Yani anlamsız hâle gelmiş oluyor. Ama genellikle okullarda hani klasik bu günlük hayatta ne işimize yarayacak? Çocuk bunu pekiştirebileceği bir uygulama alanı kendi içinde göremiyor. Yani o x onun için anlamsız bir sembol.”

Materyal kavramına uzak olan öğrencilerde sorun yaşadığını belirten T16 bu düşüncesini şöyle açıklamıştır:

“Öncelikle çocuklar ilkokuldan materyal temelli öğrenme şeklinde gelmedikleri için onu açıklamakta problem yaşıyorum. Yani çocuğa direk çizip anlatsam belki olayı hemen anlayabiliyor. Ama özellikle köy okullarında, işte daha alt seviyesi az olan çocuklarda yani o önce bir bakıma materyali açıklamak zorunda kalıyorum. Orada bir sıkıntı yaşıyorum. Yani

materyalin ne olduğunu anlamaları gerekiyor ki onu da matematiğe çevirebileyim, ilişkilendirebilmek adına.”

Konudan kaynaklanan nedenler kategorisinde “Anlaşılması için bol tekrar gerektirmesi”, “Negatif alan kavramının karşılığının olmaması”, Bilinmeyenlerin algılanması” ve “Önceki yıllara göre zor ve soyut bir konu olması” kodları ortaya çıkmıştır. Öğretmenlerin bu kategoride en çok bilinmeyenlerin algılanması noktasında güçlük yaşadıkları görülmüştür.

Konunun anlaşılması için bol tekrar gerektirmesi fikrinde olan T11 şöyle açıklama yapmıştır:

“Hani tahtaya çizdiğim örnekten çocuklara işte hiç bakmadan defterlerine birkaç örnek yaptıracak olsam, anladım diyenlerin bile bazen yanlış yaptığını görebiliyorum. Yani sürekli sürekli yaptırma tarzında. İlk seferde çocukların alması zor oluyor. İşte tahtaya çizerken bile iki üç kere tekrarlamak zorunda kalıyoruz. Ya zorlandığımız durum çocukların yine hemen hemen hızlıca alamaması.”

Negatif alan kavramının karşılığının olmaması dolayısıyla güçlük yaşadığını belirten T4’ün açıklamaları şöyledir:

“Mesela eksi olmasında çocuklar çok hani kafaları karışıyor. Bir uzunluk, bir uzunluk nasıl eksi olabilir orda sıkıntılar, zorluklar yaşanıyor ve onun dışında sorun yaşamıyorum. Genelde çocukların hani konuyu anlaması daha kolaylaşıyor. Sadece o negatife geçme olayında kafaları karışıyor.”

Bilinmeyenlerin algılanmasında güçlük yaşandığını belirten iki öğretmenin açıklamaları şu şekildedir:

“Ya uygularken sorun yok. Ama çocukların algılaması konusunda. Yani konunun içeriği çok daha çocuklara ağır geliyor, bilinmeyenlerin algılanması. Öyle söyleyeyim. Yoksa o çarpmanın modellemesi, karolar çocukları çok zorlamıyor bence. Konunun bilinmeyenleri karışık olduğu için orada zorlanıyor.”(T8)

“Tabii cebir harfleri öğrettiğimiz bir konu olduğu için, yani onda zorlanıyorlar. Soyut düşünmedikleri için zorlanılıyor materyal ne kadar kullansak da bazı çocuklara yine ulaşamayabiliyorum.”(T21)

Önceki yıllara göre zor ve soyut bir konu olması nedeniyle güçlük yaşadığını açıklayan T2’nin düşünceleri ise şu şekildedir:

“Yani ben materyal kullansam da her öğrencinin dikkatini çekemiyorum. Bence konu soyut bir konu ve her öğrenciye hitap edemiyorum. Bilmiyorum bunun neden kaynaklandığını. Daha önceki yıllar, 5-6-7. sınıflara göre daha soyut olduğunu düşünüyorum. Bir dili,

matematiğin dilini kullanıyoruz. Sürekli harfler var işin içerisinde. İşin içine harfler girdiği için, üslü ifadeler girdiği için.”

Diğer nedenler kategorisinde “Ekonomik nedenler ve materyal yokluğu” ile “Zaman kaybı oluşturması” kodları ortaya çıkmıştır. Materyal kullanımının zaman kaybı oluşturmasının diğer kodlara göre öne çıktığı görülmektedir.

Ekonomik nedenler ve materyal yokluğu sebebiyle güçlük yaşadığını belirten T18 şu açıklamayı yapmıştır:

“Bir defa ekonomik sıkıntılar var. Mesela bazı okullarda direk o şey var da yapıyorlar ya imkânlar, materyaller hazır materyaller bizde o yok mesela. Ben bir defa almıştım nerden almıştım ama bir defa aldım kullandım geri vermişim. Mesela bazı okullarda avantajlar oluyor da matematik sınıfı oluyor mesela. Orada oluyor hazır materyal yok. Ekonomik sorunlar var.”

Bir diğer zorluğun cebirsel ifadeler ve özdeşliklerde kullanılan cebir karosu materyalinin zaman kaybı oluşturması olduğunu belirten T15 bu görüşünü şöyle açıklamıştır:

“Zaman... En çok zaman gidiyor. Yani bir şekli göstermek on dakikayı buluyor. Hani işte sen anlatınca daha hızlı geçiyor. Ben zaman noktasında sıkıntı yaşıyorum. Onun dışında çok sıkıntı yaşanacak bir durum söz konusu değil. Yani sadece biraz geri kalıyorum.”

Cebir karosu materyalini uygularken güçlük yaşamadığını belirten T19 ise şunları ifade etmiştir:

“Bildiğim bir güçlükle karşılaşmadım hocam. Hani zorluk yaşamak yok hocam.”

“Ders kitabında cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda cebir karosu modeline yer verilmesinin yeterliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?” sorusuna verilen yanıtlardan oluşturulan Tablo 25’te verilmiştir.

Tablo 26. Ders Kitabındaki Yeterlilik

Kod	f
Kullanmıyorum ya da bilmiyorum	5
Yeterli	7
Yeterli değil	11

Tablo 25 incelendiğinde “Kullanmıyorum ya da bilmiyorum”, “Yeterli” ve “Yeterli değil” kodlarının oluşturulduğu görülmüştür. Verilen sonuçlara göre öğretmenlerin büyük çoğunluğu ders kitaplarında cebir karosuna yer verilmesini yeterli bulmadıklarını ifade

etmişlerdir. Kitapta cebir karosu modelinin yeterli kullanılmaması ile öğrencilerin bu konuyu pekiştirmeleri ve somutlaştırmaları oldukça zor olacaktır.

Ders kitabında cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda cebir karosu modeline yer verilmesi hakkında yeterli değil yanıtını veren T4 bu fikrini şöyle açıklamıştır:

“Şöyle söyleyeyim. Yani yeteri kadar olmadığını düşünüyorum cebir karolarının ders kitaplarında. Somut olarak o şekillerin... Çok az örnek görüyorum ders kitaplarında ben. O yüzden ek kaynaklardan falan bakıyorum.”

Cebir karosu modeline yeterli seviyede yer verildiğini belirten T10 bu fikrini şöyle açıklamıştır:

“Yani yeterli. Yani belki farklı versiyonları olabilir. Yani aynı karoları tekrar tekrar göstermenin bir mantığı yok. Belki farklı somutlaştırma tekniği kullanabilir.”

Ders kitabını kullanmıyorum ya da bilmiyorum görüşüne sahip T6’nın açıklaması şöyledir:

“Ders kitabı kullanmıyorum. Yani genelde işte şu özel kaynaklar var ya özel yayın evlerinin kaynakları onları kullanıyoruz. O yüzden fikrim yok.”

Bir diğer soru olan “Özdeşlikleri anlatırken model kullanıyor musunuz?” sorusuna verilen cevaplar Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 27. Özdeşliklerde Model Kullanımı

Kod	f
Evet	19
Hayır	4

Tablo 26’da verilen cevaplar incelendiğinde öğretmenlerin büyük çoğunluğunun özdeşlikler konusunun öğretiminde model kullandıkları görülmüştür.

Öğretmenlere öğrencilerin iki terimin farkı özdeşliği ve iki kare farkı özdeşliğinin ders kitabında verilen anlatımındaki alan çıkarma ve taşıma ile özdeşliğin elde edilmesinde öğrencilerin zorlanıp zorlanmadıkları sorulmuş, alınan cevaplar Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 28. Alan Taşıma ya da Alan Çıkarmada Zorlanma

Kod	f
Evet	21
Hayır	2

Tablo 27 incelendiğinde öğretmenler, öğrencilerin bu özdeşliklerin anlatımında alan çıkarma ve taşıma ile özdeşliğin elde edilmesinde çok büyük oranda zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bunun üzerine “Zorlandıklarını düşünüyorsanız bu zorluğu aşmak için ne yapılabilir?” sorusu yöneltilmiş ve alınan cevaplar Tablo 28’de sunulmuştur.

Tablo 29. Özdeşliklerin Anlatımına Yönelik Öneriler

Kategori	Kod	f
Farklı materyal çeşidi kullanma	Somut materyal	20
	Görsel materyal	6
	Video	3
	Sanal materyal	5
Kolaydan zora gitme	Bilinmeyen değil de önce sayı verilmeli	6
	Farklı değişkenler kullanılmalı	1
Sınıf içi etkileşim	Oyunlaştırılmalı	1
	Tiyatro ortamı oluşturulmalı	2
	Tartışma ortamı oluşturulmalı	2
	Grup çalışması yapılmalı	4
Eksik öğrenmelerin giderilmesi	6.ve 7. sınıf konuları tekrar edilmeli	2
	Temelden alınmalı	1
Diğer	Doğrudan ezberletilmeli	5
	Bol tekrar yapılmalı	7
	Kenarı “a-b” almalıyız	2

Tablo 28 incelendiğinde öğretmenlerin “Farklı materyal çeşidi kullanma”, “Kolaydan zora gitme”, “Sınıf içi etkileşim”, “Eksik öğrenmelerin giderilmesi” ve “Diğer” gibi kategorilerin oluşturulduğu görülmektedir. Farklı materyal çeşidi kullanma kategorisinin öğretmenler tarafından çözüm yolu olarak önerilmesinin diğer kategorilere göre daha fazla belirtildiği görülmektedir. Öğretmenlerin farklı materyal çeşidi kullanma kategorisi altında “Somut materyal”, “Görsel materyal”, “Video” ve “Sanal materyal” olmak üzere dört farklı kod oluşturulacak şekilde yanıtlar verdikleri görülmüştür. Zorluğun somut materyal kullanılması ile aşılabacağını ifade edilmesi görüşü çoğu öğretmen tarafından daha fazla yinelenmiştir. Bu zorluğu aşmak için somut materyal kullanılması gerektiği görüşünde olan öğretmenlerin açıklamaları şöyledir:

“Yani hani biraz en başta söylemiştik ya materyal kullanımında. O hani işte materyalleri tahtadan kestirip parça parça getirip onları birleştirmelerini isteyebiliriz çocuklardan.” (T6)

“Yani bu zorluğu aşmak adına aslında şöyle şeffaf modeller yapılabilir diye düşünmüştüm, kullanmıştım. Hani şeffaf modeller üst üste yapıştırılmış şeffaf modeller. Şeffaf modelleri çıkarırken hani o b^2 ’yi çıkardığımızı öğrenci daha iyi hissedebilir. Nihayetinde bir modelle daha rahat çözebiliriz onu da. Elle dokunulabilir bir model.”(T23)

“Bu özdeşliğin modellenmesinde de somut materyaller kullanılmalı bana göre. Örneğin sınıfa legolar getirilebilir somut bir öğrenme materyali olarak. Önce şeklin bütününden ayrılan parçaların ya da dikdörtgenlerin birleşimi ile ilgili kısa bir etkinlik yaptırılabilir. Bu şekilde öğrenciler anlamlandırdıktan sonra legolardan kenar uzunlukları için farklı değişkenler belirlemeleri istenebilir. Daha sonra kenarı a birim olan kare oluşturmaları ve özdeşliği oluşturmaları istenebilir. Bu şekilde öğrenciler özdeşliği keşfedebilirler.” (T20)

“Resme bakarak, yani o modele bakarak kesinlikle yani kendileri birebir anlamıyor. Öğretmen hani bunu kesinlikle ya şöyle mesela bir kartonu keseceğiz. Hani küçük bir kısmını kesip öğretmemiz lazım ya tahtada bunu hani birebir öğretmen anlatınca daha iyi anlıyorlar. Mesela bu konudayım ve hani kartonu kullanmayı düşünüyorum o şekilde. Hani kartondan küçük bir kartonu kesip özdeşlikleri göstermeyi düşünüyorum. Yani sadece görsellik olarak yetmez. Yani çocuk o modeli gördüğü zaman hele ki sınavda falan testlerde falan gördüğü zaman anlamıyor ama hani o şekilde bir modelleme yaparsak hemen hani gözünün önüne geleceğini düşünüyorum.”(T4)

“Ben çalıştığım okul öğrencilerini baz alırsam illa somut olması gerektiğini düşünüyorum. Hatta buradaki somuttan kastımız bir somut karton şeklinde de olabilir. Çünkü kendisi onu yaşıyorsa eğer o zaman fark edecektir. Hani sanal ortamda bazen çocuklar algılayamıyor, ya da el becerileri ona o anlık yeterli olmayabiliyor ya da heyecanlı olabiliyorlar. Tahtaya kalktıkları zaman hani orada bir bütünlük kuramayabiliyorlar ama ellerinde olan kendileri işte kesip ekleyebilecek ileri bir şeyle daha net bir bağ kurabiliyorlar.”(T13)

Görsel materyaller kullanılması ile zorluğun aşılması gerektiği görüşünde olan T21’in açıklamaları ise şöyledir:

“Bu zorluğu ben defalarca görselini göstererek aştım. Yine güncel hayattan bir örnek vererek kendim iki ayrı parçaya ayırdım. Sonra onları birleştirdim. Akıllı tahtayı kullanıp, böyle şekilleri döndürerek birleştirdik. Yani ben hep aynı özdeşliği aynı modelle anlattım. Yine işte güncel hayattan örnek vererek, görsel kullanarak anlattım. Yani daha çok öğrencilere görsel olarak sunum yapıp başarı sağlanabilir. Yani belki % 60-70'e çıkar burada diye düşünüyorum ama aklıma başka hiçbir şey gelmedi.”

Video ile bu zorluğun aşılabileceğini belirten T6’nın açıklamaları şu şekildedir:

“Hani onları böyle görsel olarak anlatmamız. Onlarla ilgili videolar olsa onları izlerdik. Gerçi EBA'da şeyler var. Videolar var. İzlediniz mi bilmiyorum ama. Orada da böyle çok görsel

olarak değil. Hani sonuçta yine biraz bildiğimiz ezber yöntemine geçiyor ama o renkli hareketli şekillerin olması biraz çocuğun zihninde belki yer edebilir.”

Sanal materyal kullanılması ile zorluğun aşılabacağı görüşünde olan öğretmenlerin açıklamaları şöyledir:

“Ayrıca ya geogebra gibi matematiksel uygulamalar kullanılarak sanal materyal yardımıyla bu özdeşliğin anlamlandırılması da kolaylaştırılabilir. Böylece Gardner’ın tanımladığı görsel- mekânsal zekâ ya da mantıksal-matematiksel zekâ gibi farklı zekâ türlerine de hitap edilerek bilginin somutlaştırılması yolu ile kalıcı öğrenme sağlanabilir.” (T20)

“Bu büyük ihtimalle matematikada şey yapıyorlar. Uygulama var. Tıklıyorum, öğrenciyi çıkartıyoruz. $(x+1).(2x+3)$ modelle diyosun oradan işte seçiyor kendine. Bu tarz uygulamalar da var. Bunların faydası olabilir. O tarz akıllı tahtaya matematiğe yükledik mi olay bitti. Yani flaşı taktın mı orada etkinlikleri daha rahat görebilir. Görünce inanıyor öğrenci de. Öyle görünce inanıyor, dokununca inanıyor bilgisayarda tık tık. Bu ok’a basıyor ya yeşil oldu mu? Tamam, dünyalar onun oluyor.”(T18)

Kolaydan zora gitme kategorisi altında “Bilinmeyen değil de önce sayı verilmeli” ve “Farklı değişken kullanımı” gibi kodlar oluşmuştur.

Bilinmeyen değil de önce sayı verilmeli görüşünde olan T14 şunları söylemiştir:

“Yani harfli ifadeler değil de sayılar kullanılarak yapılabilir. İşte kenarı beş birim olan karenin alanından kenarı üç birim olan karenin alanı derken çocuklar çünkü harf olduğunda daha da karıştırıyorlar ya da işte “b-a” mantığı. Hani nasıl bir kenar “b-a” olabilir şeklinde bir soru ile karşılaşıyoruz. Ama rakamsal olarak bunu yaptığımızda ve birkaç örnekle genellediğimizde aynı yere ulaşacağımız için belki işimizi kolaylaştırabilir.”

Bu zorluğun aşılması için farklı değişkenler kullanılması gerektiğini belirten T22’nin açıklamaları ise şöyledir:

“Yine hani onda da önce sayısal farklı örnekler verilir. Yani şey... Değişken içermeyecek şekilde kareler düzenleyip bunların kenar uzunluklarını önce sayısal değerler verip anlamlandırarak. Daha sonra bunun da bir kenarını değişken yaparak, bilinmeyen yaparak, bilinmeyene uygulayarak.”

Sınıf içi etkileşim kategorisi altında “Oyunlaştırılmalı”, “Tiyatro ortamı oluşturulmalı, Tartışma ortamı oluşturulmalı” ve “Grup çalışması yapılmalı” gibi kodlar oluşmuştur.

Bu zorluğun aşılması için dersin oyunlaştırılması gerektiğini belirten T19’un açıklamaları şöyledir:

“Ya da onu kendini özellikle şöyle yani hani çocuğun kafasına yazma şeklinde değil de bunu bir tekerleme şeklinde oyunlaştırılmalı hani. Belki bunu eee... Bir şeyi en iyi bir şekilde

söylerseniz çocuğun hani bu anlamda çocuğun kafasında yer ederek aynen öyle ya, yoksa öbür türlü anlatınca bu çocukların %80'i, %90'ı anlamıyor zaten hocam.”

Tiyatro ortamı oluşturulması gerektiğini belirten T16 ise şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Bir tiyatro şekli hâline getirilebilir. Aslında oradaki parçanın alanının diğer parçaya eşit olduğunu tiyatro içinde gösterilebilir. Yani aslında bunu matematik dışı göstermek daha iyi olur. Yani ders dışı şeklinde göstermek daha iyi olur. Çünkü anlamaları zor. Rol model şeklinde bir şeyler yapılabilir. Yoksa onu matematikle ilişkilendirilmedikleri zaman çocuk ayrı bir dünyaya girmiş gibi hissediyor ve uzaydan gelmiş gibi hissediyor. Hâlbuki onu günlük hayatta da kullanıyorlar.”

Tartışma ortamı oluşturulması gerektiğini belirten T20 ise şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Yeterli rehberlik ile birlikte bir etkinlik oluşturularak ve öğrenciler beyin fırtınası yaparak özdeşliğe ulaşabilirler. Böylece kalıcı ve anlamlı öğrenme sağlanmış olur.”

Grup çalışması yapılmasının bu zorluğu aşmak için faydalı olacağını belirten T5'in açıklamaları şöyledir:

“Sonuçta bunu öğrenci grup çalışması yaparak, uygulayarak, görerek, dokunarak ispat ettiği zaman daha kalıcı olur. Daha sağlıklı, daha etkileşimsel. Grupsal olarak da, grup olarak da yapılırsa daha etkileşimi daha iyi olur diye düşünüyorum.”

Eksik öğrenmelerin giderilmesi kategorisi altında “6. ve 7. sınıf konuları tekrar edilmeli” ve “Temelden alınmalı” kodları oluşmuştur.

6. ve 7. sınıf konuları tekrar edilmeli şeklinde görüş belirten T18 şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Ya zorluğu aşmak için işte bildiğin gibi bir 6. ve 7. sınıftaki konuları bir defa kesinlikle tekrar edilmesi gerekiyor. Özellikle bu COVİT dönemlerinde girilmeyen derslerin. Tekrardan EBA'dan ya da bir yardımcı kaynaktan ya da bir özel öğretmenden öğrenilmesi gerekiyor.”

T2 ise zorluğun aşılması için konuların temelden alınması gerektiğini belirtiyor:

“Eğer temelde bir eksiklik varsa ilerlemek çok zor oluyor. Ben konu eksikliği varsa bu temel hani işte toplamadır çıkarmadır, cebirsel ifadelerde bunlarda sıkıntı olmaması gerekiyor. Mesela özdeşliklere geçerken bu sorun yaratıyor. Yani eksiklikleri tamamlayarak ilerlemek gerektiğini düşünüyorum.”

Diğer durumlara ait kodlar ise “Doğrudan ezberletilmeli”, “Bol tekrar yapılmalı” ve “Kenarı a-b almalıyız” şeklindedir.

Doğrudan ezberletiyorum şeklinde açıklama yapan T2'nin görüşleri şöyledir:

“Yani basitten zora doğru aşamalı olarak göstermeye çalışırız. Ama bu durumun sonucunda sürekli ezbere yöneliyoruz ve eğer öğrenemediysen bunu ezberle çünkü başka çıkış yolu yok gibi hissediyorum.”

Bol tekrar ile bu zorluğun aşılabileceğini belirten T16 ise şu şekilde açıklama yapmıştır:

“Daha sonra bu konuyu tekrar yani önden bir anlatılacak, sonra tekrar bu konuyu anlayıp anlamadıklarını tekrar etmek lazım. Yani iki üç gün sonra tekrar bu konuya dönüp tekrar incelemek gerektiğini düşünüyorum yani. Çünkü ilk başta o yeni karşılaştıkları duruma alışmıyorlar, onu alamıyorlar.”

T14 ise kenarı “a-b” almalıyız diyerek tezin konusunun ana çıkış noktası olan noktaya değinmiştir ve açıklaması şu şekildedir:

“Yani evet ama hani ispatladığımızda da gerçekten onun ona eşit olduğunu belirttiğimiz için ya da şu mantıkla gösterilebilir. Eeee şimdi iki terimin farkının karesi veya iki kare farkı özdeşliklerinde kenara direkt a-b ve dersek hani burada mesela kafa karışıklığı olmuyor. Alan taşımaya veya çıkarmaya gerek kalmadan öğretebiliriz diye düşünüyorum. Evet, onu bu şekilde açıklayabiliriz, aşabiliriz.”

CİÖBT1'in Uygulanması Sonucu İki Sınıfın Başarıları Arasındaki Farklılık ve Betimsel İstatistiklere Ait Bulgular

Her iki sınıftaki öğrencilerin başarıları ve bunlar arasındaki farklılığın belirlenmesi için sınıflara uygulamanın öncesinde 7. sınıf kazanımlarından oluşan CİÖBT1 uygulanmış ve elde edilen verilerin yorumlanması için SPSS 26 paket programı yardımıyla bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlar ise Tablo 29'da verilmiştir.

Tablo 30. CİÖBT1 Testine Ait T Testi ve Betimsel İstatistikler

		n	$\bar{X}$	SS	SH	t	sd	p
CİÖBT1	8A	18	.631	.116	.027	.694	31	.493
	8B	15	.604	.105	.027			

Tablo 29'daki veriler incelendiğinde 8A sınıfı için ($\bar{x} = .631$, $SH = .27$) ve 8B sınıfı için ($\bar{x} = .604$, $SH = .27$) şeklinde olup 8A sınıfının başarı ortalamasının daha yüksek olduğu görülse de bu ortalamalar arasında anlamlı bir farklılık yoktur. $t(31) = .493$, $p > .05$ 'tir ve sanal materyal kullanılarak ders işlenecek 8A sınıfı ile somut materyal kullanılarak ders işlenecek 8B sınıfının başarı düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Etki büyüklüğü, aralarındaki farkın araştırıldığı gruplar arasındaki farkın büyüklüğünü gösteren istatistiksel bir değerdir (Cohen, 1988). Bağımsız örneklem t-testi ile iki grup arasında fark olup olmadığı belirlenebilir fakat bu farkın büyüklüğü hakkında yorum yapmak adına etki büyüklüğü hesaplanmalıdır. CİÖBT1 için etki büyüklüğü hesaplama yöntemlerinden olan Eta Kare (Squared) formülü kullanılmıştır.

Etki büyüklüğü $r = \frac{t^2}{t^2 + N1 + N2 - 2}$ formülü ile hesaplanır. Bu kriterlere göre eğer etki değeri; küçük (.01), orta (.06) ve büyük (.14) etki olarak etki olarak nitelendirilir (Cohen, 1988). Burada t, t-testi sonucu oluşan t değeri, N1 ve N2 ise karşılaştırılan 8A ve 8B sınıflarındaki öğrenci sayısıdır. Etki büyüklüğü hesaplandığında $r = .015$ bulunur ve Cohen'e (1988) göre bu küçük bir etki olarak ifade edilir. Yani iki sınıfın başarıları arasında anlamlı farklılık olmadığı söylenebilir.

Uygulama Sürecinde Elde Edilen Bulgular

Uygulama sürecinde kullanılan veri toplama araçları öğrenci günlükleri ve yarı yapılandırılmış gözlem formlarıdır. Bu veri toplama araçlarıyla “Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde, materyalin öğretim sürecine olan katkıları nelerdir?” ve “Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde öğretim sürecinde karşılaşılan sorunlar nelerdir?” araştırma sorularına cevap aranmıştır.

Öğrenci Günlüklerinden ve Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formlarından Elde Edilen Bulgular

Üç haftalık bir süreç boyunca öğrencilerle uygulama yapılan beş gün için öğrencilerden günlük tutulması istenmiştir. Uygulamanın son gününde günlük tutturulmamıştır. Bu günlükte öğrencilerin nelerden bahsetmeleri gerektiği onlara dağıtılan bir form sayesinde standartlaştırılmaya çalışılmıştır. Bu günlüklerin verilerinin anlamlı olması bakımından günlükler ilk hafta ve son haftalar olmak üzere betimsel içerik analizi ile analiz edilmiş ve bu analizden elde edilenler ve öğrencilerin günlüklerinden alınan doğrudan alıntılar frekanslarıyla birlikte Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 31. 30.12.2021-31.12.2021 Aralığındaki Öğrenci Günlüklerinin Analizi

Kategori	Kod	Öğrenci Görüşü Örneği	f
Hisler	Eğlenceli	C6: “Yeni konuyu öğrenirken çok eğlendim.” C21: “Bugün okulda matematik dersi için uygulama üzerinde ders işledik çok eğlenceli ve öğreticiydi.”	20
	Mutlu	C10: “Bu derste işlemler yaparak kendimi çok mutlu hissettim.”	6

Tablo 30 (Devamı)

	Korku	C11: “Öncelikle korktum ben bunları nasıl ezberliycem aklımda tutacağım diye endişelendim.”	3
	Harika	C21: “Konuyu işlerken kendimi harika hissediyordum.”	2
	Garip	C10: “İlk defa böyle bir uygulamaya katıldığım için kendimi biraz garip hissettim.”	1
Beğenilenler	Materyaller ile öğretim	C6: “Materyallerle soru çözmeyi çok beğendim.”	3
	Bol alıştırma olması	C16: “...en çok bolca alıştırma olmasını...”	3
	Dersi anlaşılır hâle getirme	C11: “...bana anlattı ki matematiğin zor konularını da daha öğrencilerin anlayabileceği güzel bir şekilde anlatılıyormuş.”	3
	İlgi çekici	C16: “Konuyu öğrenirken uygulama üzerinden öğrenmemiz çok iyi oldu çünkü şekillerle öğrenmek daha çok ilgimi çekti.”	7
	Öğretici	C21: “Uygulama güzel, öğretici, eğlenceli ve harikaydı.”	1
Günlük hayatla ilişki	Renkler	C21: “En çok renkleri ve biçimleri beğendim.”	1
	x'i kayıp insanlara benzetme	C10: “x'i bulunamayan insanlar olarak düşündüm.”	1
	Karşılaşılabilen nesneler	C21: “Etkinlikler günlük hayattaki gibi bazen halı, tablo, masa gibi sorular çıkıyor. Zaten öyle sorular daha eğlenceli bence.”	2
Kendilerine Verdikleri Puan	0-44	C21: “Bugün kendime 100 üzerinden 25 verdim çünkü derste çok aktif degildim.”	2
	45-54		0
	55-69		0
	70-84	C6: “80 verirdim çünkü ilk başta biraz zorlandım sonra anlamaya başladım.”	9
	85-100	C11: “...100 üzerinden kendime 100 çünkü anlıyorum yapabileceğime inanıyorum.”	18
Beğenilmeyenler	Yok	C6: “Bugünkü uygulamada beğenmediğim bir şey olmadı.”	3
Zorlanılanlar	Karoların isminde	C6: “İlk başta bir şeyler anlamadım materyallerin ismi biraz garip geldi.”	7
	Karoların rengine	C5: “Yaptığımız etkinlikte küplerin rengine sıkıntı yaşadım.”	1
	Karo yerleştirme	C20: “...ama kutucuk yerleştirmede zorlanıyorum.”	4
	Hiçbir şeyde zorlanmadım	C23: “Zorlandığım bir konu yoktu.”	5

Tablo 30 incelendiğinde öğrencilerin derse dair “Hisler”, “Beğenilenler”, “Günlük Hayatla İlişki”, “Kendilerine Verdikleri Puan”, “Beğenilmeyenler” ve “Zorlanılanlar” gibi kategoriler oluşturulmuştur. Hisler kategorisine bakıldığında ilk haftada öğrencilerin derste “Eğlenceli”, “Mutlu”, “Korku”, “Harika” ve “Garip” hislerine sahip oldukları ve bunlardan eğlenceli hissetmelerinin diğer hislere göre oldukça baskın olduğu görülür. Bunu ise mutlu

hissedenler takip etmektedir. Yeni bir öğretmen, uygulama ve konu ile ilk kez karşılaşmaları öğrencilerin korku hissetmelerine neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Öğrencilerin uygulama ile beğendikleri kategorisinde “Materyaller ile öğretim”, “Bol alıştırma olması”, “Dersi anlaşılır hâle getirme”, “İlgi çekici”, “Öğretici” ve “Renkler” kodları oluşturulmuştur. Öğrencilerin materyalleri özellikle ilgi çekici olması nedeniyle beğendikleri görülmüştür.

Öğrencilerin günlük hayatla uygulama arasında bağlantı kurdukları ve “x’i kayıp insanlara benzetme”, “Karşılaşılabilen nesneler” gibi kodlar oluşturulmuştur. Öğrencilerin uygulama sırasında kullanılan örneklerle günlük hayatta da karşılaştıkları görülmüş bu sonuç ta soyut bir ders olan matematiği öğrencilere yaklaştırması gerektiğinden olumlu bir sonuç olarak düşünülmektedir.

Yine öğrencilerin kendilerine 0-100 aralığında bir puan vermeleri ve eksiklerini görerek kendilerini değerlendirmeleri istenmiştir. Öğrencilerin kendilerine verdikleri puanlar “0-44”, “45-54”, “55-69”, “70-84” ve “85-100” şeklinde sınıflandırılmıştır. Öğrenciler kendilerini değerlendirmeleri sayesinde öğretimin yürütülmesinde aktif bir rol üstlenirler ve kendi öğrenmelerinin sorumluluklarını almış olurlar. Öğrencilerden büyük bir çoğunluğunun kendilerine 85-100 aralığında puan verdikleri görülmüştür. Kendisine öğretim sürecinde 70-84 aralığında puan vererek değerlendiren öğrencilerin de sayısı yadsınamaz çoğunluktadır. Bunun nedeninin ise uygulama ilk kez karşılaştıkları hafta olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Kendisine 0-44 aralığında puan veren öğrencilerin de çok az sayıda da olsa var oldukları görülmüştür.

Öğrencilerin uygulama sürecine dair beğenmedikleri herhangi bir husus olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin günlüklerinde değindikleri bir diğer nokta ise uygulama sürecinde zorlandıkları durumlarıdır. “Karoların isminde”, “Karoların renginde” ve “Karo yerleştirme” de zorlandıkları belirlenmiştir. Öğrenciler özellikle de karoların isminde ve karoları yerleştirirken zorluk yaşamışlardır. Hiçbir şeyde zorlanmadığını ifade eden öğrencilerin de olduğu görülmektedir.

Sınıflar 15’er ders saati boyunca yarı yapılandırılmış gözlem formu yardımıyla gözlemlenmiştir. Veri kaybı olmaması adına ders sürecinde ve dersin bitiminde gözlem notları alınmıştır. “Hiçbir Zaman” ifadesi “0”, “Nadiren” ifadesi “1”, “Sıklıkla” ifadesi “2” ve “Daima” ifadesi “3” ile değerlendirilmiştir. Her ders yapılan gözlem maddelerinin ayrı ayrı puanları hesaplanmış ve bir haftada oluşan puanların ortalaması alınmıştır. Yapılan gözlemlerden elde edilen birinci haftaya ait bulgular Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 321. 1. Haftaya Ait Yarı Yapılandırılmış Gözlem Bulguları

Soru no	Gözlem formu maddeleri	Hiçbir zaman (0)	Nadiren (1)	Sıklıkla (2)	Daima (3)	Puan ortalaması
1.	Materyal öğrencilerin ilgisini çeker.			4	6	2.6
2.	Öğrenciler derse etkin katılır.		1	3	6	2.5
3.	Öğrenciler dersi dikkatle dinler.			5	5	2.5
4.	Öğrenciler materyali kolaylıkla kullanabilir.		4	4	2	1.8
5.	Öğrenciler materyali kullanırken karşılaşılan problemleri çözebilir.		1	5	4	2.3
6.	Öğrenciler materyali kullanırken bir problem olup olmadığını öğretmene sorar.			7	3	2.3
7.	Öğrenciler bir materyali kullanırken bir problem olup olmadığını arkadaşına sorar.			7	3	2.3
8.	Öğrenciler materyali uygularken nasıl düşündüğünü arkadaşlarına açıklayabilir.			8	2	2.2
9.	Öğrenciler materyali kullanırken doğru sonuca ulaşır.		1	7	2	2.1

İlk haftaya ait gözlem formu maddeleri Tablo 31'den incelendiğinde materyalin öğrencilerin ilgisini çekme, dersi dikkatle dinleme ve derse etkin katılma bakımından diğerlerine oranla daha olumlu sonuç alındığı görülmektedir. Öğrencilerin materyali kolaylıkla kullanabilme, materyali kullanırken karşılaşılan problemleri çözebilme, problem olup olmadığını öğretmene-arkadaşına sorabilme, doğru sonuca ulaşabilme ve materyali uygularken arkadaşlarına açıklayabilme bakımından ise diğerlerine oranla daha az olumlu sonuç alınmıştır.

Günlük verileri ve gözlem verileri birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin günlüklerinde belirttikleri durumlar ile gözlemlenen durumlar arasında paralellik olduğu söylenebilir. Öğrencilerin dersi dikkatle dinlemeleri, materyalin öğrencilerin ilgilerini çekmesi ve öğrencilerin derse etkin katılımlarının sağlanması şeklindeki gözlemlenen durumların; materyalin ilgi çekici ve eğlenceli olması ile materyalin mutlu hissettirmesi gibi öğrenci günlüklerinden elde edilen verilerle bağlantılı olduğu söylenebilir. Öğrencilerin materyali kullanırken gösterdikleri davranışlar olumlu yöndedir ve bu olumlu davranışlar materyallerin

dersi anlaşılır hâle getirmesi, öğretici olması gibi günlük verilerinde de yer alan nedenlerle bağlantılı olabilir.

2. ve 3. haftalara ait öğrenci günlüklerinin analizine dair bulgular Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. 6.01.2022-7.01.2022-13.01.2022 Aralığındaki Öğrenci Günlüklerinin Analizi

Kategori	Kod	Öğrenci Görüşü Örneği	f
Hisler	Eğlenceli	C6: “Bu konu çok eğlenceli ...”	33
	Mutlu	C24: “... çok daha iyi anladım O yüzden mutluyum.”	3
	Heyecan verici	C6:” ...heyecan verici biraz mantık tarzı bir konuydu.”	6
	Üzüntülü	C24: “Sorular zordu çözemediğim için ilk önce üzuldüm.”	1
	Zeki	C18: “Bugün konuyu işlerken kendimi zeki hissettim.”	1
Beğenilenler	Materyaller ile öğretim	C24: “Uygulamada bize öğretmek için çok iyi yönleri var o yüzden çok seviyorum.”	6
	Anlamalı öğrenme	C11: “Mantığı kavrayınca yapılıyor gözünüzde canlanıyor ve geliyor çözüm.”	1
	Öğrenmeyi kolaylaştırma	C22: “... hem de biz daha kolay öğreniyorduk.”	3
	Öğretici	C26: “...uygulama ile ilgili düşüncelerim ... ,öğretici,...”	9
	Dersi sevdirebilir	C26: “Ben bugün matematiği diğer öğrencilere sevdirecek bir yöntem olduğunu anladım...”	5
	Önyargıları yıkar	C26: “Bugünkü uygulamada ki beğenilerin matematiğe karşı önyargılı ön yargıları dağıtabilecek çözümler olduğunu anladım.”	1
	Sürükleyici	C22: “Neyse her şey bir yana zamanın nasıl geçtiğini anlamadım.”	5
Günlük hayatla ilişki	Karşılaşılabilen nesneler	C6: “Yeni bir eve yerleşirken eşyaları yerleştiririz ve bu aynı bizim konuya benziyor arada kalan alanı bulmak için cebirsel ifadelerle.”	4
Puan	0-44	C26: “Ben bugün öğrendiklerimden kendime %42 veriyorum zaten bazılarını biliyorum konuyu yeni başladığımız için normal yani.”	1
	45-54	-	0
	55-69	-	0
	70-84	C6: “Kendime puan verseydim 80 verirdim çünkü hep olduğu gibi ilk başta anlamadım sonralardan anladım.”	9
	85-100	C24: “Bugün ilk zorlandığım için 85 90 verirdim.”	37

Tablo 32. (Devamı)

Beğenilmeyenler	Yok	C11: “Bütün uygulamaları beğendim.”	14
Zorlanılanlar	Karo	C6: “Uygulamada birkaç yerleştirme soruları vardı oralarda biraz zorlandım.”	2
	yerleştirme		
	Hiçbir şeyde	C26: “Ben bizzat zorlandığım bir yer	8
	zorlanmadım	yok.”	
Diğer		C24: “Uygulama çok güzel bence herkes kullanabilmeli.”	1

Tablo 32 incelendiğinde öğrencilerin derse dair “Hisler”, “Beğenilenler”, “Günlük Hayatla İlişki”, “Kendilerine Verdikleri Puan”, “Beğenilmeyenler” ve “Zorlanılanlar” gibi kategoriler oluşturulmuştur. Hisler kategorisine bakıldığında son haftalarda öğrencilerin derste “Eğlenceli”, “Mutlu”, “Heyecan verici”, “Üzüntülü” ve “Zeki” hislerine sahip oldukları ve bunlardan eğlenceli hissetmelerinin diğer hislere göre oldukça baskın olduğu görülür. Bunu ise heyecan verici hissedenler takip etmektedir.

Öğrencilerin uygulama ile beğendikleri kategorisinde “Materyaller ile öğretim”, “Anlamlı öğrenme”, “Öğrenmeyi kolaylaştırma”, “Öğretici”, “Dersi sevdirir”, “Önyargıları yıkar” ve “Sürükleyici” kodları oluşturulmuştur. Öğrencilerin materyalleri özellikle öğretici olması nedeniyle beğendikleri görülmüştür.

Öğrencilerin günlük hayatla uygulama arasında bağlantı kurdukları ve “Karşılaşılabilen nesneler” kodu oluşturulmuştur. Öğrencilerin uygulama sırasında kullanılan örneklerle günlük hayatta da karşılaştıkları görülmüş bu sonuç ta soyut bir ders olan matematiği öğrencilere yaklaştırması gerektiğinden olumlu bir sonuç olarak düşünülmektedir.

Öğrencilerden büyük bir çoğunluğunun kendilerine 85-100 aralığında puan verdikleri görülmüştür. İlk haftaya göre kendisine bu aralıkta puan veren öğrencilerin oldukça fazlaştığı görülmüştür. Bu süreçte kendisine 70-84 aralığında puan vererek değerlendiren öğrencilerin de sayısı geçen haftalara göre artmıştır. Bu sonuçlara dayanılarak öğrencilerin kendilerini bu son haftalarda daha yüksek puanlarla değerlendirdikleri söylenebilir.

Öğrencilerin uygulama sürecine dair beğenmedikleri herhangi bir husus olmadığı belirlenmiştir. Öğrencilerin günlüklerinde değindikleri bir diğer nokta ise uygulama sürecinde zorlandıkları durumlardır. Son haftalarda öğrencilerin sadece “Karo yerleştirme” sürecinde zorlandıkları görülmüştür. Zorlanılan durumların aynı zamanda da herhangi bir durumda zorlandığını ifade eden öğrencilerin sayısında azalış olduğu anlaşılmaktadır. Hiçbir şeyde zorlanmadığını ifade eden öğrencilerin sayısının önceki haftalara göre arttığı da görülmektedir. Bu durumun oluşmasında öğrencilerin zamanla materyali benimsemelerinin etkili olduğu düşünülebilir.

İkinci haftaya ait gözlem bulguları Tablo 33’te verilmiştir.

Tablo 33. 2. Haftaya Ait Yarı Yapılandırılmış Gözlem Bulguları

Soru no	Gözlem formu maddeleri	Hiçbir zaman (0)	Nadiren (1)	Sıklıkla (2)	Daima (3)	Puan ortalaması
1.	Materyal öğrencilerin ilgisini çeker.			5	5	2.5
2.	Öğrenciler derse etkin katılır.			4	6	2.6
3.	Öğrenciler dersi dikkatle dinler.			4	6	2.6
4.	Öğrenciler materyali kolaylıkla kullanabilir.		2	6	2	2
5.	Öğrenciler materyali kullanırken karşılaşılan problemleri çözebilir.			7	3	2.3
6.	Öğrenciler materyali kullanırken bir problem olup olmadığını öğretmene sorar.			8	2	2.2
7.	Öğrenciler bir materyali kullanırken bir problem olup olmadığını arkadaşına sorar.			6	4	2.4
8.	Öğrenciler materyali uygularken nasıl düşündüğünü arkadaşlarına açıklayabilir.			7	3	2.3
9.	Öğrenciler materyali kullanırken doğru sonuca ulaşır.			6	4	2.4

İkinci haftaya ait gözlem formu maddeleri incelendiğinde birçok maddenin puan ortalamasının (1., 5. ve 6. maddeler dışındaki maddeler) ilk haftaya göre artış gösterdiği görülmektedir. Bu durumun öğrencilerin materyali zamanla benimsemeleri ve materyale zamanla uyum sağlamları ile bağlantılı olduğu söylenebilir.

Üçüncü haftaya ait gözlem bulguları Tablo 34’te verilmiştir.

Tablo 34. 3. Haftaya Ait Yarı Yapılandırılmış Gözlem Bulguları

Soru no	Gözlem formu maddeleri	Hiçbir zaman (0)	Nadiren (1)	Sıklıkla (2)	Daima (3)	Puan ortalaması
1.	Materyal öğrencilerin ilgisini çeker.			3	7	2.7
2.	Öğrenciler derse etkin katılır.			2	8	2.8
3.	Öğrenciler dersi dikkatle dinler.			2	8	2.8
4.	Öğrenciler materyali kolaylıkla kullanabilir.			3	7	2.7

Tablo 34. (Devamı)

5.	Öğrenciler materyali kullanırken karşılaşılan problemleri çözebilir.	1	9	2.9
6.	Öğrenciler materyali kullanırken bir problem olup olmadığını öğretmene sorar.	1	9	2.9
7.	Öğrenciler bir materyali kullanırken bir problem olup olmadığını arkadaşına sorar.	2	8	2.8
8.	Öğrenciler materyali uygularken nasıl düşündüğünü arkadaşlarına açıklayabilir.	3	7	2.7
9.	Öğrenciler materyali kullanırken doğru sonuca ulaşır.	2	8	2.8

Üçüncü haftaya ait gözlem formu maddeleri Tablo 34'ten incelendiğinde tüm maddelerin puan ortalamasının ilk ve ikinci haftaya göre artış gösterdiği görülmektedir. Materyal ile öğretimin ilerleyen süreçlerinde materyale ilişkin gözlemlenen durumlar olumlu yönde etkilenmiş olduğu görülmektedir.

Yukarıdaki gözlem maddeleri dışında her iki sınıf için de gün sonunda yarı yapılandırılmış gözlem formunda bazı gözlem notları da bulunmaktadır. Uygulama sırasında gözlemlenen bu durumlar aşağıdaki gibi verilmiştir.

30.12.2021 “Öğrenciler başka bir öğretmenin geleceğini bildikleri için oldukça heyecanlı gözüküyorlardı. Fakat materyale adapte olmakta zorlandılar.”

31.12.2021 “Öğrenciler materyale adapte olma konusunda düne göre daha iyiler ama hâlâ karoların isimlerini karıştıran öğrenciler var.”

06.01.2022 “Sınıfa girdiğimde sınıfta az kişi vardı. Öğrencilerden bir kısmının futbol turnuvası için görevli olduğunu bir kısmının da onları izlemeye gittiklerini öğrendim. Dersi plan doğrultusunda sürdürdüm. Çalışma yaprakları dağıttım ve çözmelerinde onlara destek oldum.”

07.01.2022 “Önceki derste futbol turnuvası nedeniyle gelmeyen öğrencilerin eksiklerini tamamlamaya çalışmak adına konuları tekrar edip daha sonra yeni konuya geçtim.

06.01.2022 Öğrencilere çalışma yaprakları dağıttım bunları çözerken yapamayanlara yardımcı oldum öğrencilerden yardım talebinde bulunanlar ve çözümlerinin doğruluğu konusunda geri bildirim isteyenler oldukça fazlaydı. Tüm öğrencilere yetişmekte zorlandım.”

07.01.2022 “Başarılı bazı öğrencilerin daha başarısız öğrencilerdeki derse katılım değişimine şaşırdıklarını fark ettim.”

13.01.2022 “Tüm sınıfın derse katılım konusunda istekli olması beni çok sevindirdi tahtaya kaldırırken adaletli davranmaya çalışsam da tahtaya çıkış sayılarını sayanların olduğunu gördüm.”

13.01.2022 “Öğrenciler defterlerine çözdükleri soruları tek tek kontrol edip geri bildirimde bulunmam onları oldukça motive etti. Sınıfın çoğunluğu soruları doğru çözebilmek adına gayretli davrandı.”

14.01.2022 “Konuları tamamlayınca tüm öğrencilere katkılarından dolayı teşekkür ettim öğrencilerle fotoğraf çekildik ve dersi bitirdik.”

14.01.2022 “Bugün son dersimiz olduğunu belirttim öğrenciler ise bu son derste oldukça aktif ve ilgili davrandılar derslerden memnun kaldıklarını hissettim ve hepsine gayretlerinden dolayı teşekkür ettim.”

Bu gözlem notları incelendiğinde öğrencilerin uygulamanın ilk günlerinde materyale uyum sağlamakta zorlandıkları, karoların isimlerini hatırlamakta güçlük çektikleri görülmüş fakat bu sorun ilerleyen günlerde aşılmıştır. Çalışma yapraklarında öğrencilerle bireysel olarak ilgilenildiği fakat sınıf kalabalık olduğundan tüm öğrencilere destek olmakta zorlanıldığı anlaşılmıştır. Öğrencilerin derse etkin katılım ve ilgilerinin arttığı, uygulamadan memnun kaldıkları belirlenmiştir.

İki ve üçüncü haftaya ait gözlemlenen durumlar ve öğrencilerin günlükleri birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin günlüklerinde belirttikleri durumlar ile derste gözlemlenen durumlar arasında paralellik olduğu söylenebilir. Öğrencilerin dersi dikkatle dinleme, materyalin öğrencilerin ilgilerini çekme ve derse etkin katılmaları şeklindeki gözlemlenen durumlar ile materyalin eğlenceli olması, heyecan verici olması, dersi sevdirmesi ve sürükleyici olması şeklindeki öğrenci günlüklerinden elde edilen sonuçlar arasında bağlantı olabilir. Öğrencilerin materyali kullanırken gösterdikleri davranışlar olumlu yöndedir ve bu durum ile materyallerin öğretimi kolaylaştırma, öğretici olması, anlamlı öğrenmeyi sağlaması gibi günlük verilerinde yer alan nedenlerle bağlantılı olabilir.

Uygulama Süreci Sonrasında Elde Edilen Bulgular

Uygulama süreci sonrasında kullanılan veri toplama araçları CİÖBT2 ve yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formlarıdır. CİÖBT2 ile cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde somut ve sanal materyallerin kullanıldığı öğretim süreçleri sonunda öğrencilerin başarıları arasında anlamlı farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Yarı yapılandırılmış öğrenci görüşme formları ile cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli materyallerle öğretiminde öğretim sürecinde karşılaşılan sorunlar ile bu materyalin öğretim sürecindeki katkıları belirlenmiştir.

CİÖBT2'nin Uygulanması Sonucu İki Sınıfın Başarıları ve Her Sınıfın CİÖBT1 ve CİÖBT2 Başarıları Arasındaki Farklılık ve Betimsel İstatistiklere Ait Bulgular

“Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde somut veya sanal materyallerin kullanıldığı öğretim süreçleri sonunda öğrencilerin başarıları arasında anlamlı farklılık var mıdır?” araştırma sorusuna cevap vermek için CİÖBT2 kullanılmıştır. Her iki sınıftaki öğrencilerin başarıları ve bunlar arasındaki farklılığın belirlenmesi için sınıflara uygulamanın sonrasında 8. sınıf kazanımlarından oluşan CİÖBT2 uygulanmıştır. Elde edilen verilerin yorumlanması için SPSS 26 paket programı yardımıyla bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Ulaşılan sonuçlar ise Tablo 35’te verilmiştir.

Tablo 35. CİÖBT2 Testine Ait T Testi ve Betimsel İstatistikler

		n	$\bar{X}$	SS	SH	t	sd	p
CİÖBT2	8A	18	.683	.097	.023	.747	31	.462
	8B	15	.654	.125	.032			

Tablo 35’teki veriler incelendiğinde 8A sınıfı için ($\bar{X}$ = .683, SH = .23) ve 8B sınıfı için ($\bar{X}$ = .654, SH = .32) şeklinde olup 8A sınıfının başarı ortalamasının daha yüksek olduğu görülse de bu ortalamalar arasında anlamlı bir farklılık yoktur. $t(31) = .462$, $p > .05$ ’tir ve sanal materyal kullanılarak ders işlenen 8A sınıfı ile somut materyal kullanılarak ders işlenen 8B sınıfının başarı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık yoktur.

Bağımsız örneklem t-testi ile iki sınıf arasında fark olup olmadığı belirlenebilir fakat bu farkın büyüklüğü hakkında yorum yapmak adına etki büyüklüğü hesaplanmalıdır. CİÖBT2 için de etki büyüklüğü hesaplama yöntemlerinden olan Eta Squared formülü kullanılmıştır. Etki büyüklüğü hesaplandığında $r = .017$ bulunur ve Cohen’e (1988) göre bu küçük bir etki olarak ifade edilir. Yani iki sınıfın uygulama sonrasındaki başarı düzeyleri arasında anlamlı farklılık olmadığı söylenebilir.

Uygulamanın başarısı hakkında yorum yapabilmek adına sınıflara uygulanan CİÖBT1 ve CİÖBT2 arasında anlamlı farklılık olup olmadığı da belirlenmek istenmiştir. Bu amaç doğrultusunda iki sınıfın da CİÖBT1 ve CİÖBT2 başarı düzeyleri bağımlı gruplar için bağımsız örneklem t-testi ile karşılaştırılmış ve bu testten elde edilen bulgular Tablo 36’da verilmiştir.

Tablo 36. *Sınıflardaki Ön Test Son Test Karşılaştırılması*

		n	$\bar{X}$	SS	SH	t	sd	p
8A	CİÖBT1	18	.631	.116	.027	-2.113	17	.05
	CİÖBT2	18	.683	.097	.023			
8B	CİÖBT1	15	.604	.105	.027	-2.251	14	.041
	CİÖBT2	15	.654	.125	.032			

Tablo 36’da 8A sınıfının uygulama öncesi ve sonrası başarı ortalamalarına bakıldığında, CİÖBT1 için ($\bar{X}$ = .631, SH = .027) ortalaması, CİÖBT2 için ($\bar{X}$ = .683, SH = .23) ortalamasından düşüktür. P-değeri .01’den büyük ve .05’ten küçük ya da eşit ise ($.01 < p \leq .05$), ortalamalar arasındaki farklılığın .05 (%5) düzeyinde önemli olduğu, söylenir (Little, 1981; Huang, 1997). $t(17) = -2.113$, $p = .05$ ’tir ve 8A sınıfının CİÖBT1 ve CİÖBT2 başarı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık vardır. 8A sınıfı için etki büyüklüğü hesaplandığında $r = .11$ olduğundan küçük düzeyde bir etki gösterdiği belirlenmiştir.

Tablo 36’da 8B sınıfının uygulama öncesi ve sonrası ortalamalarına bakıldığında, CİÖBT1 için ($\bar{X}$ = .604, SH = .027) ortalaması, CİÖBT2 için ($\bar{X}$ = .654, SH = .32) ortalamasından düşüktür. $t(14) = -2.251$, $p = .041$ ’tir ve 8B sınıfının CİÖBT1 ve CİÖBT2 başarı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık vardır. 8B sınıfı için etki büyüklüğü hesaplandığında $r = .15$ olduğundan küçük düzeyde bir etki gösterdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak sınıflarda uygulama sonrası öğrencilerin başarıları artmıştır denebilir.

Dolayısıyla sınıflarda sanal ya da somut materyallerin her ikisinin ayrı ayrı öğrencilerin başarılarını artırdığı ve bu materyallerden herhangi birinin diğerine göre başarıyı artırmada farklılık göstermediği görülmüştür. Öğretim sürecinde öğrencilerin başarılarının artması için onların ilgilerini çekebilecek ve öğretici nitelikte materyallerin kullanılması öğrenciler için faydalı olacaktır.

Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılması ile İlgili Öğrenci Görüşlerine Ait Bulgular

Uygulama sonrasında öğrencilerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyallerden faydalanılması ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla 11 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşmeler 8A sınıfından

ve 8B sınıfından gönüllü 13'er öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Bu veri toplama aracıyla "Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde, materyalin öğretim sürecine olan katkıları nelerdir?" ve "Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli somut veya sanal materyaller ile öğretiminde öğretim sürecinde karşılaşılan sorunlar nelerdir?" araştırma sorularına cevap aranmıştır.

"Günlük hayatınızda karşılaştığınız olaylar ile matematik dersinde öğrendiğiniz konular arasında bağlantı kurabiliyor musunuz? Eğer kurabiliyorsanız bir örnek verir misiniz?" sorusu ilk olarak analiz edilmiş ve bu analizin sonuçları Tablo 37'de sunulmuştur.

Tablo 37. *Günlük Hayatla Bağ Kurma*

Kod	f
Alışveriş-hesaplama	14
Geometrik bölgelerin alan ve çevresini ölçmede	7
Bilgisayar yazılımlarında	2
Bağlantı kuramıyorum	3

Tablo 37 incelendiğinde öğrencilerin matematiği günlük hayatlarında en çok alışveriş-hesaplamalarda kullandıkları görülmüştür. Öğrencilerden, bu araştırmanın da konusu olan cebir öğrenme alanıyla ilgili örnek vermedikleri görülmüştür. "Geometrik bölgelerin alan ve çevresini ölçmede", "Bilgisayar yazılımlarında" ve "Fazla kuramıyorum" kodları da oluşan diğer kodlardır.

Alışveriş-hesaplamalarda matematikle bağlantı kurduklarını belirten dört öğrencinin görüşleri şöyledir:

"Mesela markete gittiğimizde hocam mesela çarpma işlemi mesela bir üründen iki tane aldığımızda hani çarpıyorsun onun gibi kurabiliyoruz." (C10)

"Mesela hocam oyun oynarken falan. Dışarıda oyun oynarken. Diyeceğim, bilgisayarda falan da oluyor bilgisayar oyunlarında. Matematikte toplama işlemi gibi. Puanları topluyorsun."(C5)

"Okulda kullandığım matematik ile günlük hayatta çok işime yarıyor. Şu okuldaki derslerde. Matematik her yerde. Teneffüsleri hesaplamada mesela."(C13)

"Yani mesela... Şöyle söyleyeyim, işte toplama çıkarma işlemi öğrendiğimiz zaman marketlerde lazım oluyordu. Bu yönden bir bağlantısı oldu. Onun haricinde yine günlük hayatımızda birçok yerde bağlantısı oldu. Matematik bankalarda olsun işte biz virgüllü sayıları öğrendik. Onları toplama çıkarmada olsun işte ne kadar para alacağız artık onları kolayca ben açıkçası hesaplayabiliyorum."(C15)

“Hocam mesela hocam bizim hayvanlarımız var. Hocam saman alırken hayvanları satarken hocam birçok hayvanımız da yok da. Saman alırken hocam hesaplama yapıyorum. Hocam kaç ton mesela 40 kilodan hesaplıyoruz. Kilo kilo hesaplıyoruz böyle şeyler.”(C22)

Geometrik bölgelerin alan ve çevresini ölçmede matematikle bağlantı kurduklarını belirten üç öğrencinin görüşleri şöyledir:

“Mesela tarlanın falan etrafını hesaplarken bir şeyin etrafını hesaplarken kullanırız.”(C7)

“Yani hocam mesela bir karenin alanı bulurken mesela bir tarlanın alanını bulurken. Günlük hayatta onları şey yapabiliyorum, düşünebiliyorum ama yani bazı konular uyuşmayabilir diye düşünüyorum.”(C11)

“Evet, hocam günlük hayatta mesela bir şeyin mesela tel çekilecekse veya başka bir şeyde hocam onun için matematik kullanıyorsun. Yani her konuda matematik. Mesela bizim evin etrafına ve çiftliğimiz var etrafını hocam mesela onun etrafını için tel çekilecekse matematik kullanıyorsun.”(C12)

Bilgisayar yazılımlarında matematikle bağlantı kurduklarını belirten C16’nın açıklaması şu şekildedir:

“Bazen şeylerde kullanıyorlar. Bilgisayar yazılımlarında. Onları yaparken de onlardan yararlandıklarından dolayı matematik olmasa, eksikler olur.”

Günlük hayat ile matematik konuları arasında bağlantı kurmadığını belirten açıklaması şu şekildedir:

“Hocam günlük hayatta fazla kuramıyorum bağlantı.”(C18)

Bir diğer soru olan “Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde kullanılan materyal derse olan ilginizi ve derse katılımınızı nasıl etkiledi?” sorusuna verilen cevaplardan Tablo 38 oluşturulmuştur.

Tablo 38. Materyalin Öğrencilerin Derse Olan İlgi ve Katılımlarını Etkileme Durumu

Kod	f
Arttı	25
Değişmedi	1

Tablo 38’e göre öğrencilerin 25 tanesi materyal sayesinde derse olan ilgi ve katılımlarının arttığını belirtirken bir öğrenci ise değişmediğini belirtmiştir. Bu durum matematik derslerinde materyal kullanımının, öğrencilerin derse ilgilerini artırdığını göstermektedir.

Değişmedi şeklinde fikir beyan eden C26 bunu şöyle açıklamıştır:

“İlgim vardı hocam zaten her zaman. Uygulamayla çok iyi anladım. Yani hiç fark etmeden çok iyi anladım o yüzden değişmedi.”

Derse olan ilgi ve katılımın artma nedenleri sorulduğunda öğrencilerden alınan cevaplara dair veriler Tablo 39’da sunulmuştur.

Tablo 39. Materyalin Öğrencilerin Derse İlgi-Katılımı Etkileme Nedenleri

Kod	f
İlgi çekici	7
Görsellik	1
Sürükleyici	2
Önyargılarımı yıktı	3
Eğlenceli	12
Dersi sevdirdi	3
Dokunsal öğrenmeyi etkiledi	5
Odaklanmamı sağladı	5
Yaparak yaşayarak öğrenme sağladı	5

Tablo 39’a göre alınan cevaplardan oluşturulan kodlar “İlgi çekici”, “Görsellik”, “Sürükleyici” “Önyargılarımı yıktı”, “Eğlendirdi”, “Dersi sevdirdi”, “Dokunsal öğrenmeyi etkiledi”, “Odaklanmamı sağladı” ve “Yaparak yaşayarak öğrenmemi sağladı” şeklindedir. Öğrencilerden materyalin eğlenceli ve ilgi çekici olması sebebiyle öğretimde derse ilgi ve katılımın arttığını sağladığını belirtenlerin sayısının diğer sebeplere oranla daha fazla olduğu söylenebilir. Bu öğrenci grupları için dersin eğlenceli geçmesi ve kullanılan ders materyallerinin ilgi çekici olmasının derse ilgi ve katılım için oldukça önemli unsurlar olduğu görülmüştür.

Materyalin ilgi çekicilik özelliğinin ilgi ve katılımlarını artırdığını olduğunu belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Hocam arttı yine yani matematiği hocam öyle seviyordum da materyaller daha çok ilgimi çektiği için.”(C3)

“Fazlasıyla ilgimi çekti. Daha dikkatli dersi dinleme isteği oldu. Harika bir öğrenim sağladı.”(C21)

Materyalin görsellik özelliğinin ilgi ve katılımlarını artırdığını belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Yani zaten normal de de dersi seviyordum. Şimdi genellikle görsel olarak orada kullandığımızdan dolayı onlar aklımıza geliyor. Bende gördüğümü kolay kolay unutmuyorum. O gözümde canlanıyor, öyle daha basitleştiriyor benim için.”(C16)

“Materyaller, yani renkleri falan güzel olduğu için daha çok ilgim artıyor.”(C1)

Materyalin sürükleyici olmasından dolayı ilgi ve katılımlarının artırdığını belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Daha canlı olduğu için herhâlde. Hocam uygulama çok sarıyor yani insana böyle sürüklüyor, o yüzden olabilir, sürükleyici.”(C16)

“Matematik dersi bazen çok sıkıcı geçiyordu. Anlaması falan çoğu zaman değil ama bazen bu şekilde dersler çok hızlı geçmeye başladı. Harika oluyor.”(C21)

Materyalin önyargılarını yıkarak derse ilgi ve katılımlarını artırdığını belirten C15’in açıklamaları şöyledir:

“Ben önceden matematik dersinde gerçekten çok korkuyordum, başaramayacağım diyordum ama siz girdikten sonra hem tahtada bizi hem eğlendirerek o materyallerle ders anlatıyorsunuz hem de hani bize karşı ilginize baya fazla olduğu için bu materyallerle birlikte şuan matematiğe gerçekten çok ilgim arttı. Ben önceden derslere pek fazla parmak kaldırmıyordum matematikte ama şuan yani matematik dersinde gerçekten çok katılmak istiyorum ve sürekli ben kalkayım diyorum. Hatta siz kaldırmayınca da üzülüyorum.”

Materyalin kendilerini eğlendirmesi dolayısıyla derse ilgi ve katılımlarının arttığını belirten öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

“Artırdı hocam normalde matematiğe pek katılmasam da oyunlar eğlenceli olduğu için katılmaya başladım. Materyaller ile daha iyi anladım.”(C24)

“Hocam bence onlarla daha eğlenceli ders geçiyor hem eğleniyoruz hem öğreniyoruz.”(C23)

“Bu materyaller bence çok iyi. Derse katılımı daha da artırıyor, eğlenceli oluyor. Bu sayede derse olan katılım oranı daha da artırıyor. Hocam bence güzel. Benim ilgimi baya çekti hocam yani güzel sevdim.”(C12)

Materyalin dersi sevdirmesi dolayısıyla derse ilgi ve katılımlarının arttığını belirten C9’un açıklamaları şöyledir:

“Daha çok etkiledi hocam materyaller. Hocam başka bir şekilde yaptığınız için beni daha çok derse bağımlı hâle getirdi. Hocam yani dersi sevdirdi, sevdirdi. Ben kendimi derse katılımımı gayet iyi buldum hocam.”

Dokunsal öğrenmeyi sağlaması nedeniyle derse ilgi ve katılımlarının arttığını belirten öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

“Çünkü dokunarak öğrenmek benim için her zaman daha mantıklı ve derse olan ilgimi ve katılımımı artırdı.”(C1)

“Dokunduğumuz da onu anlayabilmemiz. Dokunarak onu nasıl bir şey olduğunu anlayabiliriz bundan dolayı arttı.”(C6)

Odaklanmayı sağlaması nedeniyle derse ilgi ve katılımlarının arttığını belirten öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

“Aslında güzel etkiledi derse daha da odaklanma sağladı yani. Daha da iyi dinlemeyi sağladı.”(C19)

Derse ilgi ve katılımlarını artmasını yaparak yaşayarak öğrenmeye bağlayan C12’nin açıklamaları şu şekildedir:

“Çünkü hani, nasıl diyim ki yani materyal yaparak öğreniyosun yani hocam yazarak değil. Yaptığın için daha da etkiliyor.”

“Kullanılan materyal öğrendiklerinizin kalıcılığını nasıl etkiledi? Sebepleriyle birlikte açıklar mısınız?” sorusuna verilen cevaplardan aşağıdaki Tablo 40 oluşturulmuştur.

Tablo 40. Öğrenilenlerin Kalıcılığı

Kod	f
Arttı	26
Değişmedi	-

Tablo 40 incelendiğinde öğrencilerin tamamının kullanılan materyale ilişkin öğrenilenlerin kalıcılığının arttığını belirttiği görülmüştür.

Materyalin öğrenilenlerin kalıcılığına etkisinin sebepleri sorulmuş ve alınan cevaplardan Tablo 41 oluşturulmuştur.

Tablo 41. Materyalin Öğrenilenlerin Kalıcılığına Etkisinin Sebepleri

Kod	f
İlgi çekici	4
Görsellik	2
Pekiştirici	3
Deneyimsel öğrenme	7
Dokunsal öğrenme	6
Hafıza güçlendirme	1
Eğlenceli	8
Sürükleyici	2

Tablo 41'e göre materyalin öğrenilenlerin kalıcılığına etkisinin sebepleri "İlgi çekici", "Görsellik", "Pekiştirici", "Deneyimsel öğrenme", "Dokunsal öğrenme", "Hafıza güçlendirme", "Eğlenceli" ve "Sürükleyici" kodlarından oluşmuştur. Öğrencilerden materyalin eğlenceli olması sebebiyle öğretimde kalıcılık sağladığını belirtenlerin sayısının diğer sebeplere oranla daha fazla olduğu söylenebilir. Bunu ise deneyimsel ve dokunsal öğrenme sağlaması sebepleri takip etmektedir. Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılan materyalin öğrenilenlerin kalıcılığını artırmasında öğrencileri eğlendirmesi ve kendi deneyimleriyle öğrenme sağlaması özellikle etkili olmaktadır.

Materyalin öğrendiklerinin kalıcılığını etkilemesinde ilgi çekici olmasının rolü olduğunu belirten öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

"Tahtadan daha çok ilgimi çekti. Kalıcılığını arttırdı ama yine de tekrar etmem gerek."(C3)

"Baya iyi etkiledi çünkü fazlasıyla dikkat çekici ve farklı olduğu için aklımızda uzun süre kalabiliyor. Kalıcı oluyor yani."(C21)

Materyalin öğrendiklerinin kalıcılığını etkilemesinde görselliğinin rolü olduğunu belirten öğrencilerin açıklamaları ise şöyledir:

"Evet, yani hocam sadece şey gördüm mü aklıma gelir yani renkten. Renkli renkli olduğundan. Renk mesela eksi mi artı mı."(C5)

"Dediğim gibi hocam yani görseller daha iyi aklımda kalıyor benim. O yüzden o açıdan beni etkiliyor."(C16)

Materyalin pekiştirici olması nedeniyle kalıcılığı etkilediğini belirten öğrencilerin açıklamaları şu şekildedir:

"Bunun üzerinde daha çok örnek gördük hocam. Ben bir örnekte zor anlıyorum. Örnek yaparak hocam daha çok aklımda kalıyor. Yani kalıcı olmasını artırdı daha çok örnek yaptığımız için." (C9)

"Materyaller hocam daha da pekiştiriyor hocam aklıma daha hızlı geliyor."(C14)

Deneyimsel öğrenme sayesinde bilgilerin daha kalıcı olduğunu belirten öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

"Mesela hocam düşünün birisi bir söz söyledi mi, pek aklınızda tutamazsınız. Ama sürekli yaptığınızda mesela aklınızda kalabilir. Y yaparak öğrendiğim için."(C5)

"Hocam ama bu yani hani kendin yapıyorsun ya dokunuyorsun, dokunuyorsun evet hoca kendi yaptığım için daha da akılda kalıyor."(C12)

“Evet, evet, mesela birbirlerini götürmelerini bu sayede gördüm. Nasıl götürdüklerini. Mesela götürüyorlar ya hani - ve + mesela birinini götürüyorlar. Bunu yaparak öğrenmiş oluyoruz.”(C11)

Dokunsal öğrenme sayesinde bilgilerin daha kalıcı olduğunu belirten öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

“Öğrendiklerimi daha kalıcı hâle getirdi, Yani dokunup hissedebiliyoruz, görebiliyoruz. O yüzden daha kalıcı oluyor.”(C11)

“Şimdi hocam uzunlukları var ya siz bize söylediğinde dokunduğumda onlar aklımda kalabiliyordu. Onlara dokunarak, uzunluğu kısalığı hissederek daha çok kalıcı oldu.”(C6)

Hafıza güçlendirmesi sayesinde daha kalıcı öğrendiğini belirten C2’nin açıklamaları şöyledir:

“Konuyu daha iyi hatırlamamda faydalı oldu. Hafızam zenginleşti.”

Materyalin öğrenilenleri daha kalıcı hâle getirmesinde eğlenceli olmasının rolünden bahseden öğrenciler bu fikirlerini şöyle açıklamışlardır:

“Mesela zaten dersi hani anlıyorum ama onun haricinde materyaller hani eğlenceli olduğu için aklımda daha çok kaldı.”(C1)

“Eğlendik yani onu yaparken ben bayağı eğlendim hatta çok.”(C25)

“Akılda kalıyor hani hocam. Hocam eğlenceli geçiyor hocam. Eğlenceli olduğu için.”(C22)

Materyalle öğretimin sürükleyici olmasının dersi daha kalıcı hâle getirdiğini belirten C18’in açıklamaları şu şekildedir:

“Öğretmenin şöyle, mesela tahtadan yaptığımızda fazla anlamıyordum zaten fazla da kalıcı değil kendisi. Ama hocam uygulama sayesinde mesela o blokların yeri insanın hafızasında kalabiliyor. Dediğim gibi sürükleyici olmasından dolayı.”

Bir diğer soru olan “İki değişkenli cebir karosu materyali matematik dersine karşı tutumunuzu ne yönde değiştirdi? Nedenleriyle birlikte açıklayınız?” sorusuna verilen yanıtlar Tablo 42’de sunulmuştur.

Tablo 42. Matematiğe Karşı Tutum

Kod	f
Olumlu tutum	23
Değişmedi	3

Tablo 42 incelendiğinde öğrencilerin 23 tanesi materyal sayesinde matematiğe karşı olumlu tutum geliştirdiklerini belirtirken üç tanesi ise tutumunun değişmediğinden söz etmiştir. İki değişkenli cebir karosu materyalinin matematik dersine karşı olumlu tutum oluşturduğu görüşme yapılan öğrencilerin büyük çoğunluğu tarafından dile getirilmiştir. Dolayısıyla iki değişkenli cebir karosu materyalinin öğrencilerin derse olan tutumlarını pozitif yönde etkilediği söylenebilir.

Matematiğe karşı olumlu tutum geliştirdiklerini belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şu şekildedir:

“Hocam hislerim çok değişti hocam, çok sevdim. Eskiden hocam uygulama falan yoktu. Hocam hiç güzel geçmiyordu. Derslerimiz çok sıkıcıydı. Zaman hiç geçmiyor hocam ama hocam şimdi uygulama var, güzel anlatıyorsunuz hocam. Ve daha iyi zaman geçiyor.”(C17)

“Ben önceden matematik dersinden çok korkuyordum ama şuan matematik dersine artık daha ilgiliyim ve artık korkmuyorum. Çünkü anladım ki hani deneyerek yapabiliyordum ki oldu. Sevgi anlamında baya etkisi oldu. Ben önceden dediğim gibi matematiğe pek ilgili değildim ama şu an gerçekten sevgim bayağı arttı.”(C15)

“Hislerim hocam matematiği gerçekten çok zor bir ders olduğunu, şey zannediyordum. Biraz daha hocam kolaylaştırdığını düşünüyorum. Şuan matematiği bence iyi yapabileceğimi düşünüyorum. Yapabildiğim için mutluyum, mutlu hissettim, sevdim.”(C18)

Matematiğe karşı tutumlarının değişmediğini belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları ise şu şekildedir:

“Hocam ben matematiği zaten hep seviyor. Hiçbir değişim olmadı.”(C26)

“Eskiden de seviyordum. Bu materyallerden önce de hep sevmiştim. Değiştirmedim benim duygumu.”(C25)

“İki değişkenli cebir karosu materyali ile matematik öğretimi sürecinde materyalin özelliklerini anlamakta zorlandınız mı?” sorusuna ise öğrencilerden alınan cevaplar Tablo 43’te sunulmuştur.

Tablo 43. Materyalin Özelliklerine Dair Zorluk

Kod	f
Başta zorluk yaşanması tekrarladıkça zorluğun aşılması	13
Zorlanmadım	13

Tablo 43 incelendiğinde öğrencilerin yarısı zorlanmadığını, diğer yarısı ise önceleri zorlandığını fakat tekrar yapıp uygulayınca bu zorluğu aştıklarını belirtmişlerdir. İki değişkenli

cebir karosu materyali ile matematik öğretimi sürecinde materyalin özelliklerini anlamak adına tekrarın etkisinin fazla olduğu bu materyallerle ilk kez karşılaşan öğrenciler için zorluk yaşamalarının normal bir süreç olduğu söylenebilir.

Başta zorluk yaşanması tekrarladıkça zorluğun aşılması görüşünde olan öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Başta zorluk yaşadım hocam ama siz anlatınca mesela x^2 ‘ye geçildikten sonra aklımda kaldı. Yani zamanla düzeldi.”(C3)

“Evet, ilk başta birbirine karıştırdım da sonrasında yani mesela bir kenarıyla başka bir kenarının birleştirdiğimizde uyumlu olduğundan dolayı artık aklımda tutabiliyorum.”(C11)

“En başta zorlandım ama sonra eve gidince işte yazdıklarımı tekrar ettim. Sonra video falan izleyince birde sizden dinleyince tamamen oturdu. Süreç içinde yani bu konuyu aştım.” (C15)

“Başta bir alışma sürecim oldu. O sırada sıkıntı yaşamıştım ama alışıkça normale döndü. Benim başta o cebir karoları öğrenmekte biraz zorluk çekmiştim. Onları öyle öğrendim. Öğrendikten sonra daha kolay geldi. Genellikle ilk örneklerde kafam karışıyordu.” (C16)

“İlk başta blokları nasıl yerleştireceğini fazla anlamamıştım ve o blokların x^2 falan onların isimlerini fazla bilmiyordum. Sürekli yaptığınızda anladım. Yani yerine oturdu.” (C18)

Materyalin özelliklerini anlamakta zorlanmadığını ifade eden olan öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Dokunarak hani ve görerek şey olduğu için daha kolay anladım. Bu yüzden zorlanmadım.”(C1)

“Yok zorlanmadım. Çok basitti.”(C7)

“Çok kolay yani zorlanacak bir şey yoktur.”(C12)

“Yok zaten üzerine yazıyor düşünülüyordu zaten. Materyaller üzerine zaten x^2 ya da eksi yani noktalarda yazıyordu. Zaten bir sürü örnekler üzerinden gittik.”(C25)

“Hayır, hiç zorlanmadım zaten zorlanınca butona basıp öğrenebiliyoruz.”(C21)

Öğrencilerin materyalin özelliklerini anlamakta zorlandıkları durumlar Tablo 44’te verilmiştir.

Tablo 44. Materyalin Özelliklerine Dair Zorluğun Nedenleri

Kod	f
Karoların isimlerinde	7
Karoları yerleştirirken	6

Tablo 44 incelendiğinde öğrencilerin materyalin özelliklerini anlamakta “Karoların isimlerinde” ve “Karoları yerleştirirken” zorlandıkları belirlenmiştir. Yaşanılan bu zorlukların da öğrencilerin karolarla yeni tanışmalarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Karoların isimlerinde zorlandıklarını açıklayan öğrencilerden bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Mesela ikisi ile iki değişkenlerin birbirleri ile. Yani değişkenleri öyle ya, ben adlarını karıştırıyordum.”(C11)

“Benim başta o cebir karoları öğrenmekte biraz zorluk çekmiştim. Onları öyle öğrendim. Öğrendikten sonra daha kolay geldi. Genellikle ilk örneklerde kafam karışıyordu.”(C16)

“...ve o blokların x kare falan onların isimlerini fazla bilmiyordum.”(C18)

Karoları yerleştirirken zorlandıklarını açıklayan öğrencilerden bazılarının görüşleri ise şöyledir:

“Hani dağıtım işlerini yapıyorduk ya işte parantez alıyorduk. Onu çarpıp oraya yazıp ondan çarpıp o zaman orada biraz zorlanmıştım ama şu anda atlattım.”(C15)

“İlk başta blogları nasıl yerleştirileceğini fazla anlamamıştım.”(C18)

“En çok çarpmada zor. Onları birbirine bazen yani unuttum. Çarpmada orada birbiriyle dağılma özelliğinde.”(C20)

“İki değişkenli cebir karosu materyali ile matematik öğretimi sürecinde materyali kullanmakta zorlandınız mı?” sorusuna ise öğrencilerden alınan cevaplar Tablo 45’te sunulmuştur.

Tablo 45. Materyalin Kullanımına Dair Zorluk

Kod	f
Başta zorluk yaşanması tekrarladıkça zorluğun aşılması	11
Zorlanmadım	15

Tablo 45 incelendiğinde öğrencilerin çoğunun zorlanmadığını, diğer kısmının ise önceleri zorlandığını fakat tekrar yapıp uygulayınca bu zorluğu aştıklarını belirtmişlerdir.

Materyali kullanırken başta zorluk yaşadığını tekrarladıkça zorluğun aşıldığını belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“En başta kullanırken biraz biraz zorlandım”(C6)

“İlk başta zorlandım hocam anlattığınız da çok iyidi ilk başta zorlandım. Sonra zorlanmadım”(C8)

“Kullanırken de yani birkaç kez. Onda da fazla değil bir zamandan sonra zorlanmadım.”(C24)

“İlk başta kullanırken zorlandım. İki örnekten sonra tam kafama kazındı.”(C26)

Materyali kullanırken zorlanmadığını ifade eden olan öğrencilerden bazılarının açıklamaları ise şöyledir:

“Hayır, hocam zaten şekilleri vardır.” (C17)

“Onda da zorlanmadım. Çok basit çünkü. (C7)

“Hayır, anlattıktan sonra hepsini yaptım. (C4)

“Yani kullanırken hani yardımınızla biraz daha iyi kavradım. Daha sonra kendim yapmaya başladım. Çok zorlanmadım.” (C1)

Öğrencilerin materyali kullanırken zorlandıkları durumlar Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46. Materyalin Kullanımına Dair Zorluğun Nedenleri

Kod	f
Karoların isimlerinde	5
Karoları yerleştirmede	3
Karoların renginde	2
Tahtaya kalkınca heyecan yaşama	2

Tablo 46 incelendiğinde öğrencilerin materyali kullanırken “Karoların isimlerinde”, “Karoları yerleştirmede”, “Karoların renginde” ve “Tahtaya kalkınca heyecan yaşama” gibi durumlarda zorlandıkları belirlenmiştir. Karoların isimlerinde zorluk yaşama durumunun diğer durumlara göre baskın olduğu söylenebilir.

Materyali kullanırken karoların isimlerinde zorlandıklarını açıklayan öğrencilerden bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Bazen hocam diğer materyaller şeylerle onla karıştırdım.” (C6)

“Karıştırdım. Orada x y ile karışabiliyordu. (C11)

“Onlarda da ilk başta şaşıırıyordum. Hangisi hangisi diye bilmiyorum işte x^2 mi? xy mi? Onları tam bilmiyordum ama sonradan tekrar edince hani siz dediniz şaşıırınca bakabilirsiniz diye. Öyle iyice öğrendim.”(C15)

Materyali kullanırken karoları yerleştirmede zorlandıklarını açıklayan öğrencilerden bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Hocam nasıl şey yapacağım hocam, nasıl birleştireceğim filan onlarda zorlanmıştım ama şimdi hocam yaparım.” (C14)

“Nereye yerleştireceğimi bilemedim.”(C20)

Materyali kullanırken karoların renginde zorlandığını açıklayan C9’un görüşleri aşağıdaki gibidir:

“Şuan materyaller hocam şu pozitif veya negatif yönlerini de biraz karıştırdım hocam.”

Tahtaya kalkınca heyecan yaşama nedeniyle materyali kullanırken zorlandığını açıklayan C25’in açıklamaları şu şekildedir:

“Şöyle mesela, tahtaya kalkmak kalkmakta biraz materyali kullanmakta heyecan yapmıştım ama tahtaya kalka kalka kolay bir şekilde kullandım.”

Bir diğer soru olan “Kullanılan materyalin, soyut kavramlardan oluşan matematiğin somutlaştırılmasına yardımcı olup olmadığına ilişkin görüşlerinizi gerekçelerinizle beraber açıklar mısınız?” sorusuna alınan cevaplardan oluşturulan Tablo 47 aşağıda verilmiştir.

Tablo 47. Materyalin Soyut Kavramları Somutlaştırılmasına İlişkin Görüşler

Kod	f
Anlamlandırma	5
Duyusal öğrenme	14
Dikkat çekme	5
Aktif öğrenme	3

Tablo 47 incelendiğinde öğrenciler materyalin “Anlamlandırma”, “Duyusal öğrenme”, “Dikkat çekme” ve “Aktif öğrenme” gibi gerekçelerle soyutu somutlaştırdığını belirtmişlerdir. Bunlardan “duyusal öğrenme” öğrenciler tarafından en fazla belirtilen gerekçedir. Öğrenciler için iki değişkenli cebir karosu materyali özellikle görme, dokunma vb. duylara hitap ederek soyut olan cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunu somutlaştırmaktadır.

Materyalin öğrenilen bilgiyi anlamlandırması açısından soyut kavramları somutlaştırdığını belirten bazı öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

“Bilinmeyen ifadesini cebirsel olarak baktığımız zaman anlamıyordum ama bu materyaller ile nedenini gördüm somutlaştı, daha kolay anladım.” (C1)

“Hocam siz böyle kavramları açıklayarak kullanıyorsunuz. Bu da anlamama daha fazla yardımcı oluyor, somut oluyor.” (C14)

Duyuşsal öğrenme sağlaması nedeniyle soyut kavramları somutlaştırdığını belirten bazı öğrencilerin açıklamaları şöyledir:

“Çünkü görüyorum, dokunuyorum ve isimleri olduğu için daha çok aklımda kaldı.” (C1)

“Hocam zaten materyallere elliyoruz somut hocam, yani somut oluyor. Ne oluyor yani elliyoruz, somut oluyor. Yani somutlaştırmada yardımcım oldu.”(C4)

“Hocam bence daha çok somutlaştırdı çünkü yani öğreniyoruz, onlara dokunuyoruz, hissediyoruz.”(C5)

“Çünkü mesela biz onlar tahtadan görseydik daha yani yine soyut olacaktı ama bu sayede hissettik. Nasıl bir şey olduklarını mesela dokunuyoruz onlara. Dokunduğumuz için.” (C11)

“Genellikle gördüğümüz veya ellediğimiz şeylerde derste işledikleri yani aklıma geliyor. Bir şeyi gördüm mü hatırlıyorum. Yani bunu böyle yapıyorduk. Buraya bu sayıları koyarsam şu işlemi yaparsan öyle olur gibi”. (C16)

Dikkat çekmesi nedeniyle soyut kavramları somutlaştırdığını belirten bazı C15’in açıklamaları şu şekildedir:

“Bence oldu çünkü yani açıkçası yararlı oldu. Mesela öğretmenim siz metallerle anlatıyorsunuz. Hani yan sınıfla dediniz ya mesela bizim orada arkadaşlarımız da var, onlarla da konuşuyoruz. Mesela en azından matematiğim hiç iyi değildi ama onlar da diyor ki materyalle ilgi artıyor. Şuan somutlaştırarak daha iyi anladım. Metallerle hani yaptınız ya o bence somutlaştı.”

Aktif öğrenme ile soyut kavramları somutlaştırdığını belirten bazı C18’in açıklamaları şu şekildedir:

“Bence, yardımcı olur aslında. Çünkü mesela o yaptığımız uygulamada şey blokları gerçekten kendimiz götürebiliyorduk yerine. O yüzden somutlaşmış oldu.”

“İki değişkenli cebir karosu materyali ile çalışmanızın size ne gibi faydaları oldu? Açıklayınız.” sorusuna alınan cevaplardan elde edilen bulgular Tablo 48’de sunulmuştur.

Tablo 48. Materyallerin Faydaları

Kategori	Kod	f
Öğretim sürecine fayda	Daha hızlı öğrenme	1
	Geri bildirim verme	2
	Kalıcı öğrenme	10
	Dersi anlaşılır hâle getirme	19
	Akran eğitimi sağlama	1

Tablo 48. (Devamı)

	Kavramsal öğrenme	1
	Farklı yöntem olma	2
	Pekiştirme	2
	Dersi verimli hâle getirme	1
Bireysel gelişime fayda	Soru çözmeye katkı sunma	4
	İşlem yapma becerisi kazandırma	2
	Sınavları olumlu etkileme	2
	Eksik öğrenmeleri giderme	1
	Matematiğe karşı önyargıları yıkma	2
Duyuşsal fayda	Eğlendirme	9
	Dersi sevdirmeye	6
	Heyecan duyma	1
	Motive olma	9

Tablo 48'e göre materyal ile ders işlenmesindeki faydalar "Öğretim sürecine fayda", "Bireysel gelişime fayda" ve "Duyuşsal fayda" olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. İki değişkenli cebir karosu materyali ile çalışmak öğrencilere bireysel, duyuşsal ve öğretim sürecinde olumlu katkı sunmaktadır. Materyalin dersi anlaşılır hâle getirme, daha kalıcı öğrenmeler sağlama, öğrencileri eğlendirme ve motive etme başta olmak üzere birçok faydalarının olduğu söylenebilir.

Bunlardan öğretim sürecine fayda kategorisindeki kodlar "Daha hızlı öğrenme", "Geri bildirim verme", "Kalıcı öğrenme", "Dersi anlaşılır hâle getirme", "Akran eğitimi sağlama", "Kavramsal öğrenme", "Pekiştirme" ve "Dersi verimli hâle getirme" kodlarıdır. Materyal ile ders işlenmesinin öğretim sürecine faydalarına bakıldığında dersi anlaşılır hâle getirme ve kalıcı öğrenme sağlamanın diğer durumlara göre oldukça baskın olduğu görülmektedir.

Materyal ile daha hızlı öğrenme meydana geldiğinden bahseden C4'ün açıklamaları şu şekildedir:

"Materyal daha hızlı öğrenmemi sağladı."

Materyalin geri bildirim verme faydasından söz bahseden C20 şöyle açıklama yapmıştır:

"Yani ben yaptığımda ve arkadaşlarım yaptığında da nerede hata olduğunu görüyorum. Onlar yaptığı zaman size anlattığım zaman nerede yanlışlık yaptığımızı anlayabiliyorum."

Materyalin kalıcı öğrenme sağladığını belirten öğrencilerden bazılarının görüşleri aşağıdaki gibidir:

"Şekillerle daha çok aklımda kaldı. Daha kalıcı... Daha kalıcı oldu."(C23)

“Hocam aklımda daha iyi kalmasını, kalıcı olmasını...”(C17)

“Onun haricinde ise dediğim gibi hiç unutmuyorum. Yani o metalleri hiç unutmuyorum kalıcı. Kalıcı oldu unutmuyorum artık.”(C15)

Materyalin dersi anlaşılır hâle getirmesi bağlamında faydasından bahseden öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Yani anlamamı kolaylaştırdı diyebilirim. Kolay anlaşılır.” (C1)

“Hocam hani dersi konuyu iyi anladım.” (C3)

“Hocam çok iyi anladım, yavaş gittik çok iyi anladım.” (C26)

Materyalin akran eğitimi sağlamasından bahseden C20’nin açıklamaları şöyledir:

“Arkadaşlarımla birlikte yapabiliyorum, onlardan öğrenebiliyorum.”

Materyal ile kavramsal öğrenme meydana geldiğini belirten C24’ün açıklamaları şöyledir:

“Ezber üzerinden değil de mantık üzerinden yapmamı sağladı.”

Farklı yöntem olma nedeniyle materyalle ders işlenmesini faydalı bulan C16’nın görüşleri şu şekildedir:

“Değişik bir yöntem olduğu için...”

Materyalin pekiştirme sağlaması nedeniyle faydalı olduğunu açıklayan C15’in görüşleri şöyledir:

“Bu materyal ile çalışmanın... Matematik çalışmanın açıkçası bana matematikten daha fazla soru çözmemizi sağladı ve daha iyi anladım.”

C25 materyalin dersi verimli hâle getirmesi noktasında faydasını şöyle açıklamıştır:

“Materyalle daha iyi verim aldım.”

Bireysel gelişime fayda kategorisindeki kodlar “Soru çözmeye katkı sunma”, “İşlem yapma becerisi kazandırma”, “Sınavları olumlu etkileme”, “Eksik öğrenmeleri giderme” ve “Matematiğe karşı önyargıları yıkma” kodlarıdır. Öğrencilerin materyalin bireysel gelişimlerinde en çok soru çözmelerinde faydalı olduğunu belirttikleri görülmektedir.

Materyalin soru çözmeye katkı sunmasından bahseden öğrencilerden bazılarının görüşleri şöyledir:

“Artık daha hızlı çözebiliyorum. Soruları hızlı çözdürdü.”(C24)

“Birde hocam soru çözmemi kolaylaştırdı.”(C6)

C10 materyalin işlem yapma becerisi kazandırmasını şu şekilde açıklamıştır:

“Hocam işlemler yapmamda yardımcı oldu. İşlemlere karşı hocam onlar da yardımcı oldu.”

Materyalin sınavları olumlu etkilediğini belirten öğrencilerden bazılarının görüşleri şöyledir:

“Aklına sınavda veya başka bir şeyde hemen aklına geliyor, yapabiliyorsun direk yani. Sınav başarısını etkileyen, başarısını etkileyebiliyor.” (C12)

“...sınavlarda daha iyi not almamı sağladı.”(C8)

C10 ise materyalin eksik öğrenmeleri gidermesi açısından faydasını şu şekilde açıklamıştır:

“Eksik konularım giderdi materyaller. Çünkü cebirsel konusuna girmemiştım derste. Çok bilmiyordum.”

C15 materyalin matematiğe karşı önyargıları yıkmasından şöyle bahsetmiştir:

“Çünkü artık daha matematikten korkmuyorum. Materyalle işlediğimiz için.”

Duyuşsal fayda kategorisindeki kodlar; “Eğlendirme”, “Dersi sevdirmeye”, “Heyecan duyma” ve “Motive olma” kodlarıdır. Materyalin duyuşsal faydaları kategorisinde eğlendirme ve motive olma kodlarının diğer kodlara göre öne çıktığı görülmektedir.

Materyalin eğlendirme duyuşsal faydasından bahseden öğrencilerden bazılarının görüşleri şöyledir:

“Daha eğlenceli oldu ders. Önemli yani sıkıcı geçmemesi lazım.” (C7)

“...dersi eğlendiriyorsunuz. Hem ders anlatıyorsunuz, eğlendiriyorsunuz, eğlenceli. Sıkıyor.”(C15)

“Zevkli yani matematikten sıkılmadım. Sıkıcı değil.”(C1)

Materyalin dersi sevdirmesinden bahseden öğrencilerden bazılarının görüşleri şöyledir:

“...dersi sevdim. Derse daha bağımlı oldum.” (C9)

“Önceden... Önceden çok şey yapmıyordum hocam. Şimdi baya bir sevdim. Daha çok sevdim.”(C22)

“Matematiği sevdirecek.”(C20)

C16 ise materyalle işlenen derste heyecan duyduğunu şöyle ifade etmiştir:

“Böyle bir yani heyecanlandık. Şu materyaller falan onların heyecanları ile birlikte hocam. Materyallerden heyecan duydum.”

Materyalin derse motive olmayı sağlamasından bahseden öğrencilerden bazılarının görüşleri şöyledir:

“Ben matematiği anlattığınızda, yani çok böyle değişik şey oldu. Matematikten öyle çok anlamam ama sonra böyle düşünüyorum bu haftalarda baya ilgimi artırdı.”(C13)

“Yani derse merakı ilk başta artırdı. Değişik bir yöntem olduğu için.” (C16)

“Hocam derste hiç canım sıkılmadı. Normalde matematikte üç ders işledik mi seviyordum ama biraz kafam yoruluyordu.”(C26)

Bir diğer görüşme sorusu olan “İki değişkenli cebir karosu materyali ile gerçekleştirilen öğretim ile diğer matematik konularının öğretimi arasında nasıl bir farklılık vardır? Gerekçeleriyle açıklar mısınız?” sorusuna verilen yanıtlardan Tablo 49 oluşturulmuştur.

Tablo 49. Materyale Dayalı Öğretim Yönteminin Geleneksel Öğretim Yöntemine Göre Farklılığına İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Kod	f
Öğretim süreci bakımından	Duyusal öğrenme	9
	Daha anlaşılır	7
	Daha hızlı öğrenme	1
	Daha verimli	1
	Daha etkin öğrenme sağlama	2
	Daha kalıcı	7
	Daha ilgi çekici	5
	Daha eğlenceli	6
	Daha somut	4
Sosyal beceriler bakımından	Rekabet etme	1
	Oyun ile öğrenme	1

Tablo 49’a göre materyal ile gerçekleştirilen öğretim ile diğer matematik konularının öğretimi arasındaki farklar “Öğretim süreci bakımından” ve “Sosyal beceriler bakımından” iki kategori altında toplanmıştır. İki değişkenli cebir karosu materyalinin kullanıldığı dersler geleneksel öğretime göre öğrenciler birçok yönden avantajlar sağlamaktadır.

Öğretim süreci bakımından kategorisindeki kodlar “Duyusal öğrenme”, “Daha anlaşılır”, “Daha hızlı öğrenme”, “Daha verimli”, “Daha kalıcı”, “Daha ilgi çekici”, “Daha eğlenceli” ve “Daha somut” şeklindedir. Bu kodlardan duyusal öğrenme sağlama bakımından materyal ile gerçekleştirilen öğretim ile diğer matematik konularının öğretimi arasında farklılık oluşturduğunu belirten öğrenciler diğer kodlara göre öne çıkmaktadır.

Duyusal öğrenme bakımından diğer matematik konularının öğretimine göre farklılık olduğunu belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Şimdi matematik konularında elimize bir şey alamıyoruz, tahtadan işliyorsun hocam. Materyaller daha çok ilgimizi çektiği için daha iyi anlaşılıyor. Mesela hocam orada anlayamadıysam elime aldığımda anladım.”(C3)

“Hocam bence materyaller ile daha iyi oluyoruz. Çünkü onlara mesela daha önce dediğim gibi hocam dokunup hissediyoruz.”(C5)

“Hocam şuan sizin yaptığınız bence çok iyi hocam. Materyalde daha güzel oluyor tabiki hocam çünkü dokunabiliyoruz.”(C8)

“Çok fark var yani materyallerle da işledik mi? Daha farklı yani. Diğer türlü dokunamıyoruz, şapamıyoruz matematiğe öyle. O karolarla gelmeden önce dokunamıyoruz. Bir şey yapamıyorduk.” (C13)

“Evet, bir sürü fark var aslında. Materyal kullanmadığınızda rakamlar oluyor. Genellikle materyal kullandığınızda daha iyi oluyor. Rakamları işte beynimizde tutmak ve onları zihninizde canlandırmak daha zor oluyor ama şekillerin arasına girdi mi? Daha kolay anlıyorum.”(C16)

Daha anlaşılır olması bakımından diğer matematik konularının öğretimine göre farklılık olduğunu belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Yani materyal kullanarak daha iyi oluyor. Daha iyi anlayabiliyoruz, daha iyi öğrenebiliyoruz .”(C6)

“Yani şimdi materyallerle daha iyi. Anlaşılır hâle geldiler.”(C10)

C26 materyalle işlenen dersin diğer matematik konularının öğretimine göre daha hızlı öğrenme sağladığını şöyle açıklamıştır:

“Bunda birkaç örnek çözdün mü? Hemen anlıyorsun. Diğerinde en az 15 gün ek soru çözümü ancak anlıyorsun. Daha hızlı anlıyorum.”

Materyalle işlenen dersin diğer matematik konularının öğretimine göre daha verimli olduğunu belirten C25 bu fikrini şöyle açıklamıştır:

“Bence dağlar kadar fark var. Çünkü yani normal matematikle işlediğimiz zaman insan yani fazla verim alamıyor tekrar yapmadığı sürece. Kimileri mesela var derste direkt dinler alır ama kimileri de o konuyu tekrar etmeden hiç yani verim alamaz. Ama materyaller öyle değil. Direkt insan tekrar etmesine gerek yok. Yani direkt verim alabiliyor.”

C10 daha etkin öğrenme sağlama bakımından diğer matematik konularının öğretimine göre farklılık olduğunu şu şekilde açıklamıştır:

“Ve diğer derslerden ayıran şey biz kendimiz yapıyoruz dokunup yaptığımız için. Kendiniz yapıyorsunuz.”

Daha kalıcı olması bakımından diğer matematik konularının öğretimine göre farklılık olduğunu belirten öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Arasındaki fark bence daha çok diğer derslerde akılda hani unutuyorsun çalışmadığın zaman. Ama bunda unutmuyorsun. Şekillerle gösterildiği için akılda kalıcı işte hocam yani şekiller olduğu için.” (C12)

“Bu daha böyle kalıcı. Çünkü mesela renklerde şey yapmaları da cebir karoları falan onlar daha kalıcı mesela. Onlar olmadan daha karışık geliyor.”(C23)

“Bu daha yani akılda kalıcı oluyordu. Öbürlerinde bayağı ezber yapmamız gerekiyordu. Bunları düşünerek daha basit oluyor.” (C24)

Daha ilgi çekici olması bakımından diğer matematik konularının öğretimine göre farklılık olduğunu belirten C18’in açıklamaları şöyledir:

“O yapmış olduğunuz uygulamada farklılık olduğundan dolayı daha dikkatimizi çekiyor. Bence çok fark var çünkü öğretmenim bir farklılık oldu bizim için de. Daha dikkatimizi çekti. Daha derse odaklandık.”

Materyalle yapılan öğretimin diğer matematik konularının öğretimine göre daha eğlenceli olduğunu dile getiren öğrencilerden bazılarının açıklamaları şöyledir:

“Sizin anlattığınız ders daha güzel hocam tahtadan açtığınızda daha eğlenceli oluyor hocam şekiller ve benzeri şeyler olunca.”(C17)

“Hocam cebir korusuyla birlikte mesela hocam bir derste eğlenerek yapmak var hocam. Çok güzel mesela eğlenmeyerek sıkılır insan.”(C14)

Materyalle yapılan öğretimin diğer matematik konularının öğretimine göre daha somut olduğunu dile getiren C6’nın açıklamaları şöyledir:

“Şimdi hocam soyut somut demiştik ya şimdi materyallere somut olarak dokunabiliyorduk ama diğer matematik derslerinde kullanamıyorduk soyut olarak yapıyordu. Somut olduğu için daha anlaşılır oldu benim için.”

Sosyal beceriler bakımından elde edilen kodlar ise “Rekabet etme” ve “Oyun ile öğrenme” kodlarıdır.

C12 rekabet etme fırsatı sağlaması bakımından materyalle öğretimin diğer matematik konularının öğretime göre farklılık olduğunu şu şekilde ifade etmiştir:

“Arkadaşlarıyla beraber yarış içindesin hocam. Arkadaşlarıyla yarış içinde olduğun için hocam akılda daha çok kalıcı diğer derse göre.”

C21 ise oyun ile öğrenme bakımından materyalle öğretimin diğer matematik konularının öğretime göre farklılık olduğunu şöyle açıklamıştır:

“Çünkü oyun hâlinde böyle öğretiyor bize.”

Bir diğer görüşme sorusu olan “Bu tür materyallere diğer matematik konularının öğretiminde de yer verilmesi konusunda ne düşünüyorsun?” sorusuna verilen yanıtlardan Tablo 50 oluşturulmuştur.

Tablo 50: *Diğer Matematik Konularında da Materyal Kullanımına İlişkin Öğrenci Görüşleri*

Kod	f
Kullanılmalıdır	26
Kullanılmamalıdır	0

Tablo 50 incelendiğinde görüşmeye katılan öğrencilerin tamamının diğer matematik konularında da materyal kullanılması gerektiğini belirttikleri görülmektedir. Öğrenciler için konunun amacına uygun olacak tüm matematik konularında materyal kullanılmasının gerektiği düşünülmektedir. Öğrencilerin diğer matematik konularında da materyal kullanılması gerektiğini düşünmelerinin sebepleri ve bazı öğrencilerin görüşleri ise Tablo 51’deki gibidir.

Tablo 51. *Öğrencilerin Diğer Matematik Konularında Materyal Kullanılması Gerektiğini Düşünmelerinin Sebepleri ve Bazı Öğrencilerin Görüşleri*

Kod	Örnek görüş	f
Somutlaştırma	C8: “Daha verilirse daha güzel olur bence. Çünkü hocam dokunabildiğimizde daha iyi anlayabiliyoruz bence.”	3
Bireysel farklılıklara hitap etme	C26: “Yani çok iyi olur böyle çalışmayan bir öğrenci bile anlayabilir. Mesela yanımdaki C17 hiç matematikle ilgilenmiyordu ama sorular getirmeye başladı.”	4
Daha anlaşılır olma	C25: “Yani diğer matematik konularında da bence güzel olur. Yani insanlar daha iyi anlayabilir.”	6
Eğlendirme	C13: “Çünkü hem eğlendiriyor hem daha güzel kafana yerleşiyor. O tekrar ettikçe daha şey oluyor. Yani tenefüse bile çıkmak istemiyorsun, öyle eğleniyoruz.”	4

Tablo 51. (Devamı)

Daha kalıcı olma	C10: “Olmasını isterdin mesela şimdi bizim dersimiz karekök. 7 Onlar için de olmalı mesela böyle materyaller. Yani ders materyal ile daha kalıcı olabilir diye düşünüyorum ben.” C23: “Bence yer verilmeli yani. Diğer şeylerden daha kalıcı oluyor. Bilmiyorum, renkleri falan şekilleri. Çok kalıyor, öyle daha kalıcı oluyor, geliyor.”
Daha ilgi çekici olma	C18: “Bence daha dikkat çekici hocam bence daha çok yer 2 verilmeli. Hele ki hocam sekizinci sınıflar daha da dikkatini matematiğe vermelidir. Çünkü dikkat çekici.”

Tablo 51 incelendiğinde öğrencilerin diğer matematik konularında materyal kullanılması gerektiğini düşünmelerinin sebepleri olarak “Somutlaştırma”, “Bireysel farklılıklara hitap etme”, “Daha anlaşılır olma”, “Eğlendirme”, “Daha kalıcı olma” ve “Daha ilgi çekici olma” kodları belirlenmiştir. Özellikle “Daha kalıcı olma” ve “Daha anlaşılır olma” bakımından öğrencilerin diğer matematik konularında materyal kullanılması gerektiğini düşündükleri görüşlerinin diğer görüşlere göre öne çıktığı görülmektedir. Materyallerin sahip oldukları birçok özellik bunların matematik öğretim sürecinde kullanılmalarının gerekliliğini göstermektedir.

Son görüşme sorusu olan “İki değişkenli cebir karosu materyalinin öğrenmenizde daha faydalı olabilmesi için neler önerirsiniz? Gerekçelerinizle birlikte açıklar mısınız?” sorusuna verilen yanıtlara ve örnek öğrenci görüşlerine ilişkin Tablo 52 oluşturulmuştur.

Tablo 52. Materyalin Daha Faydalı Olmasına İlişkin Öneriler ve Örnek Öğrenci Görüşleri

Kod	Örnek görüş	f
Karoların üzerine isimleri yazılabilir	C1:“Eklenmesi gereken bir şey yani isimleri belki de yazabilir. Daha kolay anlaşılır olabilmesi için hani x,y falan. Materyallerin üzerinde isimleri olabilir.”	3
Kendimiz de materyal yapmalıyız	C5:“Materyal kendimiz de yapmalıyız. Hocam daha çok örneklerle mesela yani hocam kendimiz sizin yaptığınız materyaller gibi yapmalıyız evde.”	1
Farklı renkler de olmalı	C18:“Aslında biraz daha böyle canlı renkler falan olsa. Mesela hocam uygulamada ya sarı ya yeşil ya da mor vardı pembe falan yoktu.”	1
Animasyonlar olmalı	C26:“Diğer öğrencilerin ilgisini çekmesi için sevilen müzikler ya da çizgi filmlerle anlatılabilir mi acaba? Yani animasyon.”	1

Tablo 52. (Devamı)

Bu hâli yeterli	C7:“Eksik bulduğum bir şey yok. Çok güzeldi.” C10:“Yani bence şu anda yani iyi, yani şuan bir şey önermezdim, çünkü siz iyisini yapmışsınız.” C21:“Gayet iyi. Her şey düşünülmüş bence.” C16: “Bence şuan kullandığınız uygulama güzel arkadan müzik çok dikkatimi dağıtmayacak şekilde olması, eğlence küplerin olması falan. Onlar da beni gayet derse etkiliyor. Yani yeterliydi.”	19
-----------------	--	----

Tablo 52 incelendiğinde öğrencilerin iki değişkenli cebir karosu materyalinin öğrenmelerinde daha faydalı olmasına ilişkin önerileri “Karoların üzerine isimleri yazılabilir”, “Kendimiz de materyal yapmalıyız”, “Farklı renkler de olmalı”, “Animasyonlar olmalı” ve “Bu hâli yeterli” başlıkları altında toplanmıştır. Görüşmeye katılan öğrencilerin çok büyük çoğunluğunun materyalin bu hâlinin yeterli olduğunu belirttikleri görülmüştür. Fakat materyallerin üzerine isimlerinin yazılması önerisi bir kaç öğrenci tarafından yinelenen bir görüş olmuştur.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Araştırmanın bu bölümünde 8. sınıf cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun iki değişkenli cebir karosu modeli yardımıyla eylem araştırması yöntemiyle öğretiminde araştırma sorularına ilişkin sonuçlar yer almaktadır. Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda yaşanan sorunlara, somut ve sanal materyal uygulanan sınıflardaki başarı düzeyleri arasında farklılık olup olmadığına, materyalin öğretim sürecine katkılarına ve bu süreçte yaşanan zorluklara ilişkin sonuçlar alanyazındaki diğer çalışmalarla kıyaslanarak tartışma ve yorumlar sunulmuştur. Ayrıca tartışma ve yorumlardan yola çıkılarak çalışma ile ilgili sonuç ve önerilere de bu bölümde yer verilmiştir.

Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Materyallerden Faydalanılmasına Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşlerine Ait Sonuçlar

Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde yaşanan sorunlara ve çözüm önerilerine ilişkin olarak 23 matematik öğretmeni ile materyallerle yapılan öğretimin sonunda ise 8A ve 8B sınıfından 13' er gönüllü öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır.

“Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyallerden faydalanılması hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Sebepleri ile açıklar mısınız?” sorusuna öğretmenlerin verdikleri cevaplar öğretim sürecine, duyuşsal ve bireysel gelişme fayda olmak üzere üç kategoride incelenmiştir. Bunlardan öğretim sürecine fayda kategorisinde öğretmenler materyali en çok somutlaştırma daha sonra da görselleştirme ve kalıcılık açısından faydalı bulduklarını belirtmişlerdir. Diğer bir yandan anlamlı öğrenmeyi sağlama, farklı zekâ türlerine hitap etme, öğrenmeyi kolaylaştırma, dokunarak-görerek-uygulayarak öğrenme, aktif katılım sağlama, ilişki kurabilme, akran öğretimi sağlama, zamandan tasarruf sağlama, zihinsel model, yaparak-yaşayarak öğrenme, kolaydan zora gitme ve özetleme şeklinde materyalin diğer faydaları da öğretmenler tarafından belirtilmiştir.

Öğrencilerin iki değişkenli cebir karosu materyalinin faydaları sorulduğunda onlardan alınan cevaplar da öğretim sürecine, duyuşsal ve bireysel gelişme fayda olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Daha hızlı öğrenme sağlama, geri bildirim verme, kalıcı öğrenme, dersi anlaşılır hâle getirme, akran öğretimi sağlama, kavramsal öğrenme, farklı yöntem olma, pekiştirme ve dersi verimli hâle getirme gibi özellikler öğrencilerin materyallerin öğretim sürecine faydaları olarak belirlenmiştir. Materyalin faydalarına ilişkin kalıcılık, anlamlı öğrenme ve akran öğretimi sağlama ifadelerinde öğrenciler ve öğretmenler hem fikirdirler.

Bu sonuçlar öğrencilerin materyaller aracılığıyla soyut semboller ve dinamik görsel resimler arasında ilişki kurulacağını belirten Reimer ve Moyer-Packenham'ın (2005) çalışması ile örtüşmektedir. Hoffman ve Rosen (2009) da öğrencilerin materyal ile öğretim sürdürüldüğünde matematiksel ilişkileri konuşup yazmaları konusunda cesaretlendirdikleri ve matematiksel iletişim kurmalarına olanak sağlandığını, böylelikle de kendilerinin bağımsız bir şekilde keşfetmelerine fırsat sunulduğunu belirtmiştir.

Materyallerin duyuşsal faydalarında ise öğretmenler tarafından eğlenceli olması ve motive etmesi daha çok ön plana çıkarılmıştır. Matematiği sevdirmesi ve ilgi çekmesi de materyallerin duyuşsal anlamda diğer faydaları olarak belirtilmiştir. Eğlendirme, dersi sevdirmeye ve motive olma ise öğrenciler tarafından iki değişkenli cebir karosu materyaline yönelik duyuşsal faydalar olarak belirlenen ve öğretmenlerin belirttikleri faydalar ile örtüşen ifadelerdir. Cebirin soyut olması, cebir ve gerçek hayatla ilişki kurmanın zor olması, katı kurallara sahip olması gibi nedenler cebirin öğrenciler tarafından sevilmemesine sebep olmaktadır (Kieran, 1992; Sfard & Linchevski, 1994; Usiskin, 1999; Van Amerom, 2002). Materyallerin matematik öğretiminde işe koşulması ile öğrenciler için oldukça soyut olan matematiğe ilişkin olarak duyuşsal faydalar sağlandığı görülmektedir.

Diğer yandan bireysel gelişme fayda kategorisinde matematiğe karşı oluşan ön yargıları yıkma, analiz ve problem çözme yeteneğini geliştirme faydaları öğretmenler tarafından dile getirilmiş ve öğrencilerin bireysel gelişimi kategorisinde yer almıştır. Öğrenciler ise aynı kategoriye yönelik olarak iki değişkenli cebir karosu materyalinin soru çözmeye katkı sunma, işlem yapma becerisi kazandırma, sınavları olumlu etkileme, eksik öğrenmeleri giderme ve matematiğe karşı önyargıları yıkma faydalarından söz etmişlerdir. Bu faydalardan matematiğe karşı önyargıları yıkma hem öğretmenler hem de öğrenciler tarafından dile getirilen bir ifadededir.

Ünlü (2017) yaptığı çalışmada öğretimde materyallerin kullanılmasıyla soyut kavramları somutlaştırma, görsellik, kalıcı öğrenme sağlama ve anlamlı öğrenmeyi sağlayarak öğrenmeyi kolaylaştırma gibi faydaların sağlandığını belirlemesi ile bu araştırmanın sonucu ile paralellik göstermektedir. Öğretim sürecinde materyal kullanımının öğrencilerin derse katılımını olumlu yönde etkilediği ve akademik performanslarının arttığı Ross'un (2008) yaptığı çalışmada da görülmektedir. Yine öğretmenlerin materyal ile öğretimin soyut kavramları somutlaştırmada, kalıcı öğrenme sağlamada ve öğrenmeyi kolaylaştırmada olumlu yönde etki sağladığı Yazlık'ın (2018) çalışmasında araştırmamızın sonuçlarıyla örtüşecek şekilde belirtilmiştir.

Bu araştırmadaki öğrencilerden elde edilen sonuçlar ise cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılan iki değişkenli cebir karosu materyalinin soyut kavramları somutlaştırmada etkili olduğu bunun nedenlerinin de materyalin anlamlandırma, duysal öğrenme, dikkat çekme ve aktif öğrenme özelliklerinden kaynaklandığı şeklindedir.

Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun materyallerle öğretimi sonucunda öğrencilere derse olan ilgi ve katılımlarının nasıl etkilendiğı ve olumlu ya da olumsuz etkilenme durumunun ise nedenleri sorulmuştur. Öğrencilerden birisi derse olan ilgi ve katılımının değişmediğini çünkü zaten matematiğe karşı ilgi ve katılımının olduğunu, diğeri 25 öğrenci ise derse ilgi ve katılımlarının arttığını belirtmiştir. Materyalin derse olan ilgili ve katılımı artırmasında ilgi çekicilik, görsellik ve sürükleyicilik özelliklerinin materyalin öğretim sürecine etkisinden kaynaklandığı; materyallerin ön yargıları yıkması, eğlenceli olması, dersi sevdirmesi, dokunsal öğrenmeyi, odaklanmayı ve yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması ise materyalin öğrenciler üzerindeki etkisi nedenlerinden kaynaklanmaktadır. Öğretimde materyallerin kullanılmasıyla ders günlük hayatla ilişkilendirilip somut hâle getirildiğinden öğrencilerin derse katılımlarının ve ilgilerinin arttığının belirlendiğı çalışmalar alanyazında mevcuttur (Castro, 1998; Patricia, 2001; Sarı & Bakır-Güven, 2013; Thompson, 1992).

Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda kullanılan materyalin öğrenilenlerin kalıcılığını artırdığını görüşmeye katılan tüm öğrenciler doğrulamıştır. Materyalin öğrenilenlerin kalıcılığı artırmasının ilgi çekici olması, görselliğinin yüksek olması, pekiştirici olması, deneyimsel-dokunsal öğrenme sağlaması, hafızayı güçlendirmesi, eğlenceli olması ve sürükleyici olması gibi nedenlerden kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde öğrencilere materyalin matematik dersine karşı tutumlarını ne yönde değiştirdiğı sorulmuş öğrencilerin üçü değişmediğini zaten matematiğı sevdiğini geri kalan tüm öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının olumlu yönde etkilendiğini görölmüştür. Öğrencilerin matematiğe ilişkin yaşantıları, matematiğe yönelik tutumlarını etkiler çünkü tutumlar davranışı yönlendirebilecek bir etkiye sahiptir bu durum da matematik dersindeki başarıya yansıyacaktır. Oğuz (2008) gibi Uysal-Koğ ve Başer (2012) cebir öğrenme alanındaki görsel materyallerle destekledikleri çalışmalarında öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının olumlu yönde etkilendiğini belirlemişlerdir. Kaya ve Keşan cebir öğretiminde (2018) sanal materyal kullandığı araştırmasında öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının arttığı sonucuna varmıştır.

Diğeri bir soruda öğretmenlere ders işlerken gerçeki hayatla anlattığınız konu arasında bağlantı kurar mısınız? diye sorulmuş, öğretmenlerin tamamının gerçeki hayatla anlattığı konu arasında bağlantı kurarak öğrencilere öğretim yaptıkları belirlenmiştir. Lesh ve Doerr (2003)

çalışmalarında öğrencilere önemli bir matematiksel kavram veya fikir verilecekse bunun tarihsel gelişimlerine uygun, gerçek hayat durumları aracılığıyla verilmesi gerektiğinden bahseder. Çünkü öğrencilere sunulan hazır matematiksel bilgiler öğrencilerin zihninde belli bir süreçten geçmediği zaman anlamlı öğrenmeler gerçekleşmez. Gerçek hayat durumları öğrenciler için motive edicidir ve öğrencilerin derse olan ilgilerini artırır (Stylianides & Stylianides, 2008). Singletary (2012) ise gerçek hayat durumlarının matematik ile gerçek hayattaki matematik arasındaki ilişkiyi güçlendirdiğini belirtmektedir. Bu durumdan hareketle öğrencilerin günlük hayatla bağlantı kurmaları ile matematiğe yönelik ilgilerinin artabileceği ve anlamlı öğrenmelerin sağlanabileceği sonucuna varılabilir.

Görüşmeye katılan öğretmenlerin çoğunluğunun sayılar ve işlemler öğrenme alanından gerçek hayatla ilgili örnek verdikleri görülmüştür. Çetin vd. (2019) de benzer bir sonuca ulaştıkları çalışmalarında somut ve sanal materyal kullanmışlar ve öğretmenlerin özellikle tam sayılar ve kesirler konusunda materyale ihtiyaç duyduklarını belirlemişlerdir. Moyer vd. (2008) yaptıkları çalışmada öğretmenlerin sanal materyalleri en çok sayılar ve işlemler alanında kullandıklarını belirlemişlerdir. Öyleyse sayılar ve işlemler öğrenme alanı materyal kullanımına daha fazla olanak sağlayacak içeriklere sahiptir denebilir. Fakat cebir öğrenme alanını ile günlük hayatın öğretmenler tarafından yeterince ilişkilendirilmediği görülmüştür.

Öğrencilere ise günlük hayatlarıyla matematik dersindeki öğrendikleri konular arasında bağlantı kurup kurmadıklarına dair benzer nitelikte soru yöneltilmiş ve öğrencilerin günlük hayatlarında en çok alışveriş ve hesaplama daha sonra ise geometrik bölgelerin alan ve çevresini ölçmede ve bilgisayar yazılımlarında bağlantı kurdukları görülmüştür. Üç öğrencinin ise günlük hayatlarıyla matematik dersindeki öğrendikleri konular arasında bağlantı kurmadığını ifade etmiştir. Gainsburg (2008) ile Özgeldi ve Osmanoğlu (2017) tarafından yapılan çalışmalarda da öğrencilerin matematiği en çok alışverişte kullandıkları görülmüştür. Edwards ve Ruthven (2003) ise benzer nitelikte bir soruya ilişkin olarak öğrencilerin matematiği “şekil, alan/mekân ve ölçme” için kullandıklarını görmüştür. Masingila (2002) da öğrencilerin matematiği dış dünyada hesaplama ve ölçme amaçlı kullandığını göstermiştir. Didiş-Kabar (2018) da araştırması sonucunda alışveriş ve ölçme alanlarında matematiğin dış dünya ile ilişkilendirildiğini görmüştür. Dolayısıyla yapılan çalışmalar bu araştırmada ulaşılan sonuçlarla örtüşmektedir. Cebir öğrenme alanına ilişkin olarak da öğrencilerin günlük hayatla bağlantı kurmalarının sağlanmasına yönelik etkinlikler öğretim sürecine dâhil edilmesi gerektiği söylenilebilir.

Görüşmeye katılan öğretmenlerin tamamının cebir karosu modeli hakkında bilgisi olduğu belirlenmiştir. Cebir karosu modeline yönelik olarak öğretmenler genellikle alandan

yola çıkma yoluyla tanımlama yapmışlardır. Parçalara ayırma-birleştirme, çarpma öğretimi, model ve geometrik gösterim şeklinde de fikir beyan eden öğretmenler bulunmaktadır. Çavuş-Erdem vd. (2017) cebir karosunu model anlamında “cebirsal ifadeler ve denklem öğretiminde değişken ve sayıların yerine kullanılan model” şeklinde tanımlamışlardır. Uysal-Koğ ve Başer’in (2011) ise çarpanlara ayırma konusunun öğretiminde cebirsal ifadelerin, bölgelerin alanlarıyla modellenmesi yardımıyla cebir karolarını kullandıklarını belirterek alandan yola çıkma bağlamında cebir karosu kullandıkları anlaşılmaktadır. Bu konunun öğretiminde öğretmenlerin genellikle cebir ve geometri ilişkisi kurarak tanımlama yaptıkları söylenebilir.

Görüşmeye katılan öğretmenlerden derslerinde hem somut hem de sanal materyal kullananların olduğu görülse de sanal materyalleri kullanan öğretmenlerin daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmenler sanal materyalleri görsellikleri yüksek, pratik, zaman tasarrufu sağlama, kalıcı öğrenme oluşturma, interaktif, dikkat çekici, teknoloji devrine hitap etme, üç boyutlu hâle getirme, eğlenceli olma, LGS ve müfredat yetiştirme kaygısı, COVID-19 dönemi mecburiyeti ve çeşitliliğinin fazla olması gibi özelliklerden dolayı kullandıklarını belirtmişlerdir. Akbay vd.nin (2011) yaptığı çalışmadaki zamandan tasarruf sağlama, eğlenceli olma ve hareket serbestliği tanıma gibi özelliklerden dolayı öğretmenlerin sanal materyalleri tercih ettikleri sonucuyla çalışmamızın sonucu paralellik göstermektedir. Ayrıca sanal materyallerin sınırsızca kullanılabilmesi, içerdikleri seçme boyama ya da işaretleme gibi özellikler sayesinde öğrenciler için kolaylık sağladığı Moyer (2001) tarafından da belirtilmiştir. Khasawneh (2012) ise sanal materyallerdeki şekil, boyut, renk ve hareket gibi özellikler bakımından kısıtlı olmayan imkânlarla sahip olmasının diğer materyallere göre bir avantaj olduğu çeşitliliği sağlaması açısından çalışmamızın sonuçları ile örtüşür niteliktedir. Teknoloji devrine hitap etme anlamında D’Angelo ve Iliev (2012) de materyallerin anlık geri bildirim verme özellikleri sayesinde öğrencilerin soyut düşüncelerine ve teknolojik bilgilerinin gelişimine olanak sağladığını belirtmiştir. Hakim vd. (2019) ise sanal materyallerin etkileşimli bir ortam oluşturma, hızlı geri dönüt verme gibi avantajlarıyla matematiksel soyutlama süreçlerine katkı sunduğunu, daha verimli ve etkili öğretim sağladığını belirtmektedir. Sanal materyallerin öğretim sürecinde aktif bir şekilde kullanılmasının öğrencilerin anlamlı öğrenmelerine ciddi katkı sunduğunu belirten İnce ve Demirkuş (2021) da özellikle de ulaşılması zor nesne ya da kavramların öğretiminde sanal materyallerin etkili olacağını ve öğrencilerin kavramsal gelişimlerine fayda sağlayacağını belirtmişlerdir. Bir diğer yandan COVID-19 pandemisi eğitime bakış açımızı ve eğitimi yorumlama şeklimizi değiştirmiştir (Bozkurt & Sharma, 2020). Bu salgın ile uzaktan eğitime geçilmiş olması da sanal öğretim araçları kullanımını gerektirmiştir (Metin vd., 2021) ve bu da araştırma sonucumuz ile örtüşür niteliktedir.

Uzundağ (2016) ise öğretmenlerin sanal materyallerin öğretimde kullanımına ilişkin olarak matematiksel kavramların öğrenciye kazandırılmasında önemli olduğunu, kalıcı öğrenme sağladığını, zamandan tasarruf edildiğini ve öğrencilerin motivasyonlarını sağladığını belirtmiş, ancak öğretmenlerin çoğunluğunun derslerinde materyal kullanmadıkları sonucuna varmıştır. Dankal (2017) da matematik dersinin teknoloji ile desteklenmesinin öğrencilerin matematiğe olan tutumlarını olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir. Pişkin-Tunç vd. (2012) ise bu görüşlerin aksine matematik öğretmen adaylarının sanal materyalleri kullanmanın zaman kaybına yol açtığını düşündüklerini belirlemiştir. Moyer (2001) de bu görüşe katkı sunacak şekilde öğretmenlerle yaptığı çalışmada, öğretmenlerin materyalleri öğretimde kullanmanın eğlenceli olduğunu fakat zaman kaybına sebep olması nedeniyle öğrenmek için gerekli olmadığını düşündüklerini belirlemiştir. Yine Khasawneh (2012) de zamandan tasarruf sağlayan sanal materyallerin öğrencilerin yalnız bir kavrama odaklanarak motivasyonlarını artırmalarına neden olduğunu belirtmiştir.

Öğretmenlerin somut materyalleri tercih etme sebepleri arasında dokunsal öğrenmeye hitap etme yönünün olması, el becerisi geliştirmesi, ilgi çekmesi, eğlenceli olması, deneyimsel öğrenme sağlaması, daha öğretici olması, daha kalıcı olması, teknolojik imkânsızlık ve materyal geliştirme gibi sebepler öne çıkmıştır. Kükey vd. (2019) de daha etkili bir öğrenme sağlayarak öğretimin somutlaştırılması bağlamında somut materyalin sürece katkı sunduğunu ve öğrencilerin somut materyaller ile öğretim ile matematiğe yönelik tutumlarının olumlu etkilendiğini ifade etmiştir. Kutluca ve Akın (2013) ise öğretim süreçlerinde somut materyallerin kullanılmasının matematiği eğlenceli hâle getirdiğini ve öğrencilerin motivasyonlarını artırdığını belirtmiştir. Clements (1999) öğretimde somut materyallerin kullanımı ile bu görüş ile aynı doğrultuda olarak öğrenmenin eğlenceli hâle geldiği ve öğrencilerin motivasyonlarının arttığını ifade etmiştir. Matematik öğretiminde somut materyallerin kullanımı ile birçok olumlu sonuç alınabileceği söylenebilir.

Öğretmenlerin cebir karosu materyalini uygularken yaşadıkları güçlükler belirlenmeye çalışılmış bu güçlükler öğrenciden kaynaklanan, konudan kaynaklanan ve diğer nedenler olmak üzere kategorilendirilmiştir. Öğrenciden kaynaklanan nedenlerde öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyesinin yetersizliği öne çıkmaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin parçadan bütüne ulaşmakta, günlük hayat ile bağlantı kurmakta, matematiğe ön yargısı olan öğrencileri olumsuz etkilemede, karoların hangi cebirsel ifadeyi temsil ettiğini anlamakta ve materyal kavramına uzak olan öğrenciler de sorunlar yaşandığı belirlenmiştir. Konudan kaynaklanan nedenler ise cebir karosu materyalinin anlaşılması için bol tekrar gerektirmesi, negatif alan kavramının

karşılığının olmaması, bilinmeyenlerin algılanması, önceki yıllara göre daha zor ve soyut bir konu olması nedenleri belirlenmiştir. Yine ekonomik nedenler ve materyal yokluğu ile zaman kaybı oluşturması gibi nedenler de diğer nedenler kategorisinde yer almaktadır. Öğrencilerin hazırbulunuşluk seviyeleri, zaman kısıtlılığı, fiziksel şartlar ve deneyim eksikliğinin Koza-Çiftçi vd. (2015) tarafından materyal kullanım süreçlerini etkileyen etmenler olduğu belirtilmiştir. Zaman kısıtlılığı nedeniyle öğretmenler tarafından materyal kullanımının desteklenmediği Golafshani (2013) tarafından da tespit edilen bir durumdur. Öğretmenlerin materyal kullanmalarındaki zorlukların temelde materyallerin ekonomik olmayışı, sınıf yönetimini zorlaştırması, ailelerdeki sınav beklentisi ve zaman sınırlaması gibi nedenler araştırmamızın sonuçları ile örtüşecek bir biçimde Gökmen vd. (2016) tarafından da belirtilmiştir. Dede vd. (2003) gibi Girit ve Akyüz (2016) de yaptıkları çalışmada öğrencilerin değişken kavramını anlamakta sorunlar yaşadıklarını tespit etmişlerdir. Stacey ve MacGregor (1997) da cebirin kendine özel bir dili olduğundan öğrencilerin harflerle bu harflerin cebirde kullanımlarını ilişkilendirmekte zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir. Bunun temel nedeninin ise öğrencilerin cebirsel ifadeleri yorumlama ya da cebiri önceki durumlarla ilişkilendiremiyor olmaları ve cebirin öğrencilerin anlayacakları kadar açık olmamasından kaynaklanmakta olduğu ifade edilmektedir. Yetkin-Özdemir'in (2008) öğretmen adaylarının özellikle materyal ile kavram arasındaki ilişkiyi kurmaya yönelik yönlendirmeleri yaparken ve matematiksel kavramları anlamlandırmada materyallerin nasıl kullanılacağı konusunda zorluk yaşadıklarını belirlemesi sonucu bu çalışma ile tutarlılık göstermektedir. Ayrıca materyallerin temin edilmesinde yaşanan sıkıntılar ve müfredat yetiştirebilme kaygısı Bozkurt ve Şahin (2013) tarafından da materyallerin kullanımında karşılaşılan zorluklar olarak dile getirilmiştir. Bu durumun matematik öğretiminde materyal kullanımının zaman alıcı olması ve hazırlık gerektiriyor olması gibi özelliklerden kaynaklanıyor olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Öğrencilerin ise iki değişkenli cebir karosu materyalini özelliklerini anlamakta ve bu iki değişkenli cebir karosunu kullanmakta zorlanıp zorlanmadıkları araştırılmış ve öğrencilerin çoğunluğunun bu iki durumda zorlanmadığını geri kalan öğrencilerin ise başlangıçta zorlandıklarını fakat süreçle birlikte bu zorlukları aştıkları görülmüştür. Oluşan zorlukların ise karoların isimlerinden ya da renginden, karoların yerleştirilmesinden ya da tahtaya kalkınca yaşanan heyecan durumundan kaynaklandığı anlaşılmıştır. Elde edilen bu sonuçlar öğrencilerin günlüklerindeki sonuçlar ile de uyushmaktadır. Sürecin ilerlemesi ile öğrenciler bu zorluklar konusunda sorun yaşamamaya başlamışlardır.

Görüşmeye katılan öğretmenlerin ders kitabında cebir karosu modeline yeterli düzeyde yer verilip verilmemesi sorusuna ilişkin olarak öğretmenlerin birçoğunun cebir karosuna yer

verilmesini yeterli bulmadıkları anlaşılmaktadır. Çavuş-Erdem vd. (2017) yaptıkları çalışmada cebir karoları model türünün diğer modellere göre daha ders kitaplarında daha az kullanıldığını hatta cebir karolarına sadece cebirsel ifadelerin öğretiminde rastlandığını belirtmiştir. Oysaki özdeşlikler gibi aritmetikten cebire geçişte köprü olan ve önemli kazanımları içeren konularda modellerin yeterli düzeyde yer alması oldukça önemlidir.

Öğretmenlerin büyük bir çoğunluğunun özdeşlikleri anlatırken model kullandıklarını belirttikleri görülmüştür. Cebir karolarının kullanımı ile özdeşlikler konusu etkili bir şekilde öğretilir ancak cebir karoları öğretimde kullanılırken öğrencilere karolarıyla neyin amaçlandığı belirtilmelidir ki anlamlı öğrenme sağlanabilsin (Özer & Şan, 2013). Çaylan vd. (2018) ise cebir karosu modelinin kullanıldığı derslerde daha kalıcı öğrenme sağlandığını ve öğrenciler tarafından derslerin daha eğlenceli bulunduğunu belirlemişlerdir.

Özdeşliklerin öğretiminde alan çıkarma ve alan taşıma ile özdeşliğin elde edilmesinde öğrencilerin zorlandığı öğretmenlerden alınan görüşlerden elde edilmiştir. Bu zorluğu aşmak içinse öğretmenler farklı materyal çeşidi kullanma, kolaydan zora gitme, sınıf içi etkileşim oluşturma, eksik öğrenmelerin giderilmesi ve diğer önlemler gibi görüşler bildirmişlerdir. Öğretmenler özdeşliklerin öğretiminde özellikle de farklı materyal çeşidi kullanma görüşünde hem fikir olmuşlardır. Çalışmasında öğrencilerin iki kare farkı özdeşliği ve iki terimin farkının karesi özdeşliğinde işlemsel anlamalarında eksiklikler olduğunu belirten Ünlüer'in (2019) vardığı sonuçlar da çalışmamızın sonuçları ile örtüşmektedir. Kocakaya-Baysal'ın (2010) çalışmasında da araştırmamızın sonucu ile paralel olacak şekilde cebir öğrenme alanındaki değişken kavramının ve farklı kullanımların öğretimi için öğretmenlerin farklı modellere sahip olmaları gerektiğini belirtmiştir. Farklı materyal çeşidi olarak ise öğretmenlerin çoğu somut materyal kullanarak bu zorluğun aşılabileceğini belirtirken görsel materyal, sanal materyal veya videoların kullanılması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Öğretmenlerden kolaydan zora gitme ile yani önce bilinmeyen değil de sayı verilmeli ya da farklı değişkenler kullanılmalı görüşünü belirtenler de bulunmaktadır. Sınıf içi etkileşim için ise oyunlaştırılmalı, tiyatro ortamı oluşturulmalı, tartışma ortamı oluşturulmalı veya grup çalışması yapılmalı diyerek durumu örneklendirmişlerdir. Konunun temelden alınması veya 6. ve 7. sınıf konularının tekrar edilmesi gerekliliği ise eksik öğrenmelerin giderilmesi ile ilgili görüşlerdir. Bol tekrar yapılması, doğrudan ezberletilmesi veya da bu araştırmanın çıkış noktası olan kenarın " $a - b$ " alınması gibi öneriler de bulunmaktadır.

Yılmaz vd. (2016) özdeşliklerin soyut bir konu olması nedeniyle öğrencilerin bu konuyu öğrenmelerinin daha zor olduğunu ve bu zorluğun üstesinden gelinebilmesi için de özdeşliklerin öğretiminde materyallerin kullanılmasının öğrenciler için daha kalıcı ve faydalı

olacağını belirtmişlerdir. Yine Bulut vd. (2002) de soyut matematiksel kavramların somut materyaller yardımıyla öğretimi ile öğrencilerin daha kolay öğreneceklerini ve soyut kavramların öğrenciler için daha anlaşılır hâle geleceğini belirtmişlerdir.

Ulaş ve Yenilmez'in (2017) çalışmasında olduğu gibi özdeşlikler konusunda öğrenciler sayısal değerleri kullanarak çözüm yoluna ulaşabilirken cebirsel ifadelerle işlem yaparken çözüme ulaşamamışlardır. Bu sebeple araştırmamızda da olduğu gibi kolaydan zora gitme bu zorluğun aşılmasında önemli bir etken olacaktır. Yenilmez (2008) de bilinenden bilinmeyene doğru gidilerek özdeşliklerin öğretiminde başarı sağlanabileceğini belirtmiştir ve bu fikir bizim çalışmamızdaki öğretmenler tarafından da dile getirilmiştir. Hershkowitz vd. (2001) ile Yılmaz'ın (2021) belirttiğine göre soyutlama becerisi, çözümle uğraşan kişinin kişisel geçmişine dayanmaktadır. Şahiner (2018) öğrencilerin özdeşlikler konusunda yaşadıkları sorunların önceki öğrenmelerindeki eksikliklerden kaynaklandığını belirterek çalışmamızla aynı yönde bir sonuca varmıştır. Bu doğrultuda eksik öğrenmelerin giderilmesinin gerekliliği açıktır.

Öğretim ortamlarında yeterli iletişim sağlandığında ya da iletişim engellenmediğinde tüm öğrencilerin ilk yapılarını artırdığı belirtilmiştir (Ulaş & Yenilmez, 2017). Bu görüşle paralel olarak bu araştırmada da belirlendiği üzere sınıf içi etkileşimini sağlanması gerekliliği özdeşlik konusunun öğretiminde önemli bir rol oynayacaktır. Ayrıca araştırmada bazı öğretmenler tarafından özdeşliğin ezberletilmesi gerektiği fikri özdeşliklerin açılımlarının ezberlenmesini yerine öğretmeyi hedeflemek gerekir (Karataş & Bahadır, 2018) görüşü ile tezat bir durum oluşturmaktadır. Yine Yılmaz vd. (2016) çalışmasında da öğrencilerin seviyesi her ne olursa olsun öğrencilere bir matematiksel ifadenin mantıksal çıkarımının verilmesi onu ezberlemek yerine öğretime daha fazla katkı sunacağı belirtilmiştir.

Öğrencilere materyal ile yapılan öğretim ile geleneksel yöntemi karşılaştırmaları istendiğinde alınan cevaplar öğretim süreci bakımından ve sosyal beceriler bakımından iki kategoriye ayrılmıştır. Öğrencilerin materyalle yapılan öğretimi duysal öğrenme sağlama, daha anlaşılır, daha hızlı bir öğrenme, daha verimli olma, daha etkin öğrenme sağlama, daha kalıcı, daha ilgi çekici, daha eğlenceli, daha somut olması yönüyle öğretim süreci bakımından üstün görmüşlerdir. Rekabet etme ve oyun ile öğrenme sağlama özelliklerinden dolayı da sosyal beceriler anlamında materyalle öğretimin tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Öğrencilerin tamamı diğer matematik konularında da materyal kullanımına yönelik olumlu fikir belirtmişlerdir. Bunun sebebinin ise materyallerin somutlaştırma, bireysel farklılıklara hitap etme, daha anlaşılır olma, eğlendirme, daha kalıcı olma ve daha çekici olma gibi özelliklerine dayandırmışlardır.

CİÖBT1 ve CİÖBT2'nin Uygulanması ile Elde Edilen Sonuçlar

Sınıfların hazırbulunuşlukları arasında farklılık olup olmadığını ve sınıfların cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusundaki başarı düzeylerini belirlemek adına CİÖBT1 testi uygulanmıştır. Bu testten elde edilen veriler incelendiğinde 8A sınıfının başarı ortalamasının daha yüksek olduğu görülse bu iki sınıfın hazırbulunuşlukları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Yenilmez ve Kakmacı'ya (2008) göre hazırbulunuşluk seviyeleri düşük olan öğrenciler için daha somut, daha az basamaktan oluşan, önceki tecrübelerden faydalanılmış ve daha basit etkinlikler düzenlenmelidir. Yine aynı zamanda matematik öğretim programı incelendiğinde 8. sınıf cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun 6. ve 7. sınıftaki cebirsel ifadeler konusu ile ilişkili olduğu bilinmektedir ve öğrencilerin önceki sınıflardan getirdikleri bilgiler onların altyapılarını oluşturmaktadır. Bu sebeple sınıfların hazırbulunuşluklarının belirlenmesi ve sınıfların başarı seviyeleri arasında anlamlı fark olmaması yani sınıfların hazırbulunuşluk bakımından denk olup olmadıklarının belirlenmesi öğretimin planlanması adına oldukça önemlidir.

CİÖBT2 için ise materyallerle yapılan uygulamalar sonucunda sanal materyalin mi somut materyalin mi daha etkili olduğunu belirlemek için sınıfların başarı düzeyleri arasındaki farklılığın araştırılması bağımsız örneklem t-testi ile yapılmıştır. Bu testin sonucuna göre 8A sınıfının başarı ortalamasının daha yüksek olmakla bir beraber bu iki sınıfın ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı görülmüştür. Bu sonuç bir sınıfa somut ve diğer sınıfa sanal materyal uygulayıp gruplar arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşan Öz'ün (2012) çalışmasıyla örtüşmektedir. Aynı çalışmada iki materyalin birlikte uygulanmasının grupların başarılarında olumlu bir etki oluşturduğu görülmüştür. Yine çok benzer nitelikte bir çalışma yapan Gök (2020), deney grubundan bir birine somut materyal değerine sanal materyal uygulamış bir grup ise kontrol grubu olarak seçilmiştir ve öğrencilerin aritmetik başarılarında sanal ve somut materyal uygulanan gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmadığı gözlenmiştir. Lee ve Chen (2015) ise bir sınıfa somut materyal, bir sınıfa sanal materyal bir sınıfa da her iki materyali birlikte uygulamış materyallerin öğrenmeye olumlu yönde etki ettiğini, sanal ve somut materyallerin öğretimde etkilerinin birbirine yakın olduğunu belirlemiştir.

Somit ya da sanal materyal ile öğretim yapılan sınıflarda uygulamanın öncesinde ve sonrasında uygulanan başarı testleri arasında bir farklılık olup olmadığı araştırılmıştır. Her iki sınıfın da CİÖBT1 ve CİÖBT2 başarı düzeyleri arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Sonuç olarak sınıflarda uygulama sonrası öğrencilerin başarıları artmıştır denilebilir. Domino (2010) da materyallerin (sanal ya da somut) ders başarısını artırdığına dair

araştırmamızın sonucu ile örtüşen nitelikte bir çalışma yapmıştır. Carbonneau vd.nin (2013) yaptığı materyallerin matematik öğretiminde kullanımlarına ilişkin meta analiz çalışmasında soyut matematiksel kavramların yerine materyallerin kullanılmasının gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yine araştırmalarında hem somut hem de sanal materyale yer veren Güllük (2013) ve Takahashi (2002) her iki materyalin de öğrencilerin anlamalarında faydalı olduğunu, öğretimde somut ve sanal materyallerin birlikte kullanılmasının birbirini destekleyerek öğrencilerin matematiği anlamalarına olumlu yönde katkı sunduğunu belirtmişlerdir. Yurt ve Sünbül (2012) ise somut ve sanal materyallerin öğretimde ayrı ayrı kullanıldıklarında öğrencilerin düşünme becerilerinde anlamlı farklılık olduğu belirtilmiş ve öğretimde sanal ve somut nesnelerinin birlikte kullanılmasının daha etkili olacağını belirtmişlerdir. Aynı doğrultuda bir başka çalışma yapan Şahin (2013) de somut ve sanal materyalin birlikte kullanılmasının öğrencilerin matematiksel performanslarını artırdığı sonucuna varmıştır. Bu çalışmalarla tezat bir sonuca varan Önver (2019), çalışmasında hem somut hem de sanal materyal kullanmış fakat deney-kontrol gruplarında başarı ve motivasyon açısından anlamlı bir farklılık oluşmadığını tespit etmiştir. Tez konusu olan araştırmamızda sanal ve somut materyaller ayrı ayrı uygulanmış ve bu materyallerin öğrencilerin cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda başarıyı artırdıkları görülmüşse de iki sınıfın başarıları arasında anlamlı bir farklılık oluşmaması, bir materyalin sınıfın düzeyine ve öğrencilerin yapısına uygun olarak kullanılmasıyla gerekli başarının sağlanabileceği sonucuna ulaşılabilir. Somut ya da sanal materyal kendi içlerinde olumlu ve farklı özelliklere sahip materyallerdir. Hangi tür materyali uygulayacağına karar vermek ortamın ve öğrencinin ya da öğreticinin imkânlarına bağlıdır, yeter ki materyal amacına uygun olarak, doğru şekilde kullanılabilirsin.

Akkan ve Çakıroğlu (2009) da yaptıkları çalışmada bu araştırma ile paralel olacak şekilde öğretmenlerin sanal ve somut materyallerin her ikisinin de matematiksel kavramların öğretimi için önemli olduğunu, öğrencilerin güdülenmelerini sağladığını, başarılarını artırdığını, matematiksel ilişki kurma ve akıl yürütmeye imkân verdiğini görmüştür. Akbay vd. (2011) sanal ve somut materyallerin kullanımını karşılaştırmış, bizim araştırmamızda vardığımız sonuçta da olduğu gibi öğretmenlerin genelde sanal öğrenme nesnelerini tercih ettiğini fakat daha küçük sınıflar için somut materyal kullanımının daha faydalı olacağını düşündüklerini belirlemişlerdir. Bu da her iki materyal türünün öğrencilerin yapısına göre kullanım alanının değişebileceğini göstermektedir. Araştırmamızla farklı yönde bir sonuca varan Suh (2005) ise sanal ve somut materyallerin ayrı ayrı sınıflarda uygulanmasıyla yapılan öğretimler sonucunda sanal materyalin kullanıldığı sınıflardaki öğrencilerin performanslarının

daha yüksek olduğunu belirlemiştir. Bu sonucun öğrencilerin ilgi alanlarından veya gelişimsel çağlarından kaynaklandığı söylenebilir.

Öğrenci Günlüklerinden ve Yarı Yapılandırılmış Gözlem Formlarından Elde Edilen Sonuçlar

Araştırma sürecinde 42 öğrencinin tamamı, uygulamanın yapıldığı her gün günlük tutmuş bu günlüklerin içeriklerinin dersin öncesinde tanıtılan bir taslak form çerçevesinde yazılması gerektiği kendilerine açıklanmıştır. Öğrencilerin konuyu öğrenirken özellikle eğlenceli hissettikleri bunu ise mutlu, korku, harika ve garip gibi duyguların izlediği görülmüştür. Uygulamanın yapıldığı son iki haftada ise hissettiği duyguyu eğlenme olarak belirten öğrencilerin sayısının oldukça arttığı görülmektedir. Bunun yanında öğrencilerin uygulamayı heyecan verici bulduğunu, zeki hissettirdiğini bir kişinin ise üzüntülü hissettiğini belirttiği görülmüştür. Kendisini üzüntülü hisseden öğrenci soruların zorluğundan dolayı böyle hissettiği belirtmiştir. Cebir öğrenme alanında yapılan birçok çalışmada da materyal ile öğretimin öğrenciler için daha eğlenceli olduğu görülmüştür (Çaylan, 2018; Görgün & Eken, 2020; Gürbüz & Toprak, 2014; Kutluca & Akın, 2013; Yazlık, 2018).

Öğrenciler uygulamada en çok materyallerin ilgi çekici olmasını beğendiklerini belirtmişler, aynı zamanda materyalle öğretimi, bol alıştırmaya olmasını, materyallerin dersi anlaşılır hâle getirmesini ve materyallerin öğretici olmasını beğendiklerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin materyallerle ilgili beğendikleri durumlara son iki haftada ilk haftadan farklı olarak anlamlı öğrenme, öğrenmeyi kolaylaştırma, dersi sevdirmeye, önyargıları yıkmaya ve sürükleyici olma gibi durumlar eklenerek daha çeşitli olumlu yorum yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayatla ilişkilendirirken x'i kayıp insanlara benzettikleri ve matematikte karşılaşılabilen nesneler ile günlük hayatlarında ilişki kurduklarını belirtmişlerdir. Yine öğrencilerin son iki haftada da günlük hayatla anlatılan konu arasında karşılaşılabilen nesneler açısından ilişki kurabildikleri fark edilmiştir. Öğrencilerin kendilerine puan vermesi istendiğinde birçoğunun 85-100 aralığında puan verirken 70-84 puan aralığında kendini değerlendirenlerin de çoğunlukta olduğu söylenebilir. Öğrencilerden son iki haftada ise kendilerine 85-100 aralığında puan veren öğrencilerin sayısının da oldukça fazla arttığı görülmüştür. Öğrenciler ilk hafta karoların isminde, renginde ve karoları yerleştirmede zorlandıklarını belirtmişler fakat hiçbir şey de zorlanmadığını belirten öğrenciler de olmuştur. Yine son haftalarda öğrencilerin uygulama hakkında beğenmedikleri hiçbir şey olmadığı ve sadece karo yerleştirmede iki öğrencinin zorlandığı aynı zamanda zorlanılan durumların da ilk haftaya göre oldukça azaldığı görülmüştür. Bu süreç değerlendirildiğinde öğrencilerin hislerinin, beğendikleri durumların, kendilerini değerlendirdikleri puanların, sürecin ilerlemesi

ile birlikte artış gösterdiği; öğrenciler tarafından zorlanılan durumların da azaldığı görülmüştür ki bu da uygulamanın başarılı olduğunu göstermektedir.

Gözlem verilerine dair üç tablodaki bulgular incelendiğinde haftalar ilerledikçe materyallerin öğrencilerin dikkatini çekme, etkin katılım ve dikkatle dinleme oranlarının arttığı görülmüştür. Aynı zamanda öğrencilerin materyalleri kolaylıkla kullanma, materyali kullanırken karşılaşılan problemleri çözebilme, bir problem olup olmadığını öğretmene-arkadaşlarına sormaları ve doğru sonuca ulaşabilmeleri, materyali uygularken nasıl düşündüklerini arkadaşlarına açıklayabilmeleri oranının arttığı da görülmüştür. Özellikle öğrencilerin materyali kolaylıkla kullanabilme ve kullanırken doğru sonuca ulaşabilme oranlarındaki artış oranının diğer maddelere göre oldukça fazla olduğu söylenebilir.

Öneriler

Öğrencilerin kendilerinin de materyal yapmak istediklerini belirtmeleri görüşü doğrultusunda öğrencilerin materyal hazırlama sürecine katılmaları ve öğretimin her aşamasında görev almaları sağlanabilir.

Öğrencilere kendi materyallerini kendileri oluşturma fırsatı verilerek öğretmen rehberliğinde renk ve boyut bakımından daha özgür olacak şekilde istekleri doğrultusunda materyaller hazırlatılabilir.

Materyallerin film görüntüsü şeklindeki animasyonlardan oluşacak şekilde tasarlanması sağlanarak çeşitlilik oluşturulabilir.

Okullarda öğrencilerin matematiksel bilgi ve becerilerini geliştirecek yönde simülasyonlar ve oyunlar için ortam sağlayan matematik atölyeleri kurulabilir.

Özdeşlikler konusu için verilen sürenin özdeşliklerin materyallerle öğretimi için yetersiz olduğu öğretmenler tarafından belirtildiğinden dolayı bu süre müfredat yapıcılar tarafından artırılabilir.

Öğrenciler için oldukça soyut olan matematik dersinde materyal kullanımına uygun olan konular için somut ve sanal materyaller MEB tarafından tasarlanıp hazır olarak okullara gönderilebilir.

Okulların fiziki şartları ve ders araç gereçleri etkili bir matematik öğretimi için özellikle materyal konusunda yeterli hâle getirilebilir.

Özdeşliklerin öğretimi için bu araştırmada kullanılan somut ve sanal materyaller matematik öğretmenleri tarafından hazırlanıp öğretim sürecinde kullanılabilir.

Hazırlanacak olan ders kitaplarına yönelik olarak akıllı tahta uyumlu ve interaktif bir ders kitabına ihtiyaç duyulduğu, kitaplardaki soru sayılarının artırılması, kitapların pilot çalışmasının öğrencilerle yapılması, ders kitaplarında LGS ve MEB örnek soruları ile eşdeğer nitelikte olacak şekilde yeni nesil sorulara yer verilmesi gerektiği görülmüştür. Bunlara yönelik tedbirler alınabilir.

Bu çalışmanın 42 ortaokul 8. sınıf öğrencisi ile yapıldığı düşünülecek olursa iki değişkenli cebir karosu sayıca daha fazla öğrenci gruplarına uygulanabilir.

Çalışmanın yapıldığı ortaokul orta sosyal ekonomik yapıya sahiptir dolayısıyla üst ve alt sosyo ekonomik seviyedeki öğrencilerin de bulunduğu okullarda çalışmalar yapılarak daha kapsamlı sonuçlara ulaşılabilir.

Araştırma sonuçlarına göre 8. sınıflarda kullanılan iki değişkenli cebir karosu modeline yönelik geliştirilen alan taşıma ya da çıkarma olmaksızın uygulanan sanal ve somut materyaller öğrencilerin öğrenmelerine katkı sunmaktadır. Bu doğrultuda cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde bu materyal ile benzer özellikler gösteren materyallerin kullanılması önerilmektedir.

Matematik gerçek hayatta ilişkilendirildiğinde araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin öğrenmeleri gelişmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin okul dışı ortamlarda da matematiksel bilgi ve becerilerini geliştirmek için onlara fırsat sunulmalı ve velilerle işbirliği yapılmalıdır.

Soyut kavramlardan oluşan matematiğin öğrencilerde somutlaştırılmasına yardımcı olması için Türkçe ara yüzli sanal materyaller tasarlanabilir.

Öğrencilerin materyal hazırlanması sürecinde de aktif rol aldıkları çalışmalar yapılarak bu durumun öğrencilerin cebirsel ifadelerdeki başarılarına etkisi araştırılabilir.

Bu çalışma da iki değişkenli cebir karosu modeline yönelik sanal ve somut materyaller ayrı ayrı olacak şekilde uygulanmıştır. Her iki materyalin de uygulanacağı bir grubun oluşturulduğu bir çalışma yapılarak hem sanal hem de somut materyalin birlikte kullanılmasının öğretimdeki katkısı araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abbott, S., & T. Ryan (1999). Constructing knowledge, reconstructing schooling. *Educational Leadership*, 57(3), 66-69.
- Acar, C. (2005). *Aktif öğrenmenin matematik başarısı üzerine etkileri* (Tez No. 197604) [Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi-Van]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akarsu, E. (2013). *7. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında matematiksel dil kullanımlarının incelenmesi* (Tez No. 342340) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akbay, M., Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2011). Matematik öğretiminde farklı manipülatiflerin kullanımı ile ilgili sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının görüşleri. *In The Proceedings of 11th International Educational Technology Conference* (Vol. 11, pp. 1749-1755).
- Akbulut, E. S. (2018). *Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin cebir konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkileşimli tahta kullanımının etkisi* (Tez No. 537898) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akgül, A. (2010). *Öğretmenlerin uygulamaya dayalı öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı beceri algılarının öğrencilerin seviye belirleme sınavı (sbs) ile ilişkisi* (Tez No. 265089) [Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akkan, Y., & Baki, A. (2016). Ortaokul öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin incelenmesi: Sembollerin kullanımı ve harflerin anlamı. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 270-305.
- Akkan, Y., Baki, A., & Çakıroğlu, Ü. (2012). 5-8. sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin problem çözme bağlamında incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 1-13.
- Akkan, Y., & Çakıroğlu, Ü. (2009, 6-8 Mayıs). *Öğrencilerin sanal ve fiziksel manipülatiflere yönelik tercihleri students' preferences about virtual and physical manipulatives* [Sözlü bildiri]. In Proceedings of 9 The International Educational Technology Conference, Ankara.
- Akkaya, R., & Durmuş, S. (2006). İlköğretim 6-8. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31, 1-12.
- Akkaya, R., & Durmuş, S. (2010). İlköğretim 6. sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışlarının giderilmesinde çalışma yapraklarının etkililiği. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27, 7-26.
- Akkaya, R., Durmuş, S., & Pişkin-Tunç, M. (2012). *İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini öğretim süreçleri boyunca kullanabilme durumlarının belirlenmesi*. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Niğde.
- Akın, M. F., İlhan, A., & Çelik, H. C. (2019). Matematik öğretiminde materyal kullanımının matematiksel düşünme becerisi ve kavram yanlışları üzerindeki rolü. *İlköğretim Online*, 18(3). <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2019.612772>
- Akın, M. F., & Pesen, C. (2010). Özdeşliklerin elde edilmesinde tam küp modelinin öğrenme ürünlerine etkileri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14, 86-102.

- Aksoy, H. H. (2003). Eğitim kurumlarında teknoloji kullanımı ve etkilerine ilişkin bir çözümleme. *Eğitim Bilim Toplum Dergisi*, 1(4), 4-23.
- Aksu, Z. (2013). *Sınıf öğretmeni adaylarının kesirler konusundaki pedagojik alan bilgilerinin gelişimi* (Tez No. 350081) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi-Erzurum]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aktaş, M., & Yüksel, T. (2010). 6. sınıfta kümeler alt öğrenme alanının öğretiminde aktif öğrenme yönteminin öğrenci başarısına etkisi. *e-Journal of New World Sciences Academy Education Sciences*, 5(4), 1439-1468.
- Aktepe, V., Uzunöz, A., & Gündüz, M. (2018). Öğretim teknolojisi ve materyal tasarımı (ötm) dersinin öğretmen adaylarının mesleki kazanımlarına etkisine ilişkin farklı değişkenlere göre farkındalık düzeylerinin incelenmesi. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 31-43.
- Akyüz, G., & Hangül, T. (2013). 6. sınıf öğrencilerinin denklemler konusunda sahip oldukları yanlışların giderilmesine yönelik bir çalışma. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi*, 7(1), 16-43. <https://doi.org/10.5578/keg.6176>
- Albayrak, M. (2017). 1990 ve 2017 İlkokul matematik dersi öğretim programlarının değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(3), 685-701.
- Altrichter, H., Posch, P., & Somekh, B. (2005). *Teachers investigate their work: An introduction to the methods of action research*. Routledge.
- Altun, M. (2002). Sayı doğrusunun öğretiminde yeni bir yaklaşım. *İlköğretim-Online*, 1(2), 33-39.
- Altun, M. (2005). *Matematik öğretimi ilköğretim ikinci kademedede (6, 7. ve 8. sınıflarda)*. (4. baskı). Alfa.
- Altun, M. (2008). *Matematik öğretimi*. Alfa.
- Altun, M. (2014). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi*. Aktüel.
- Altun, M., & Memnun, D. S. (2012). Rbc+c modeline göre doğrunun denklemi kavramının soyutlanması üzerine bir çalışma: özel bir durum çalışması. *Uluslararası Cumhuriyet Eğitim Dergisi*, 1(1), 17-37.
- Altunel, M. (2020). TIMSS 2019'da Türkiye. *Seta Perspektif*, 303, 1-6.
- Amadioha, S. W. (2009). The importance of instructional materials in our schools: An overview. *New Era Research Journal of Human, Educational and Sustainable Development*, 2(3), 61-63
- Amidu, B., Salifu, A. S., & Nyarko, J. (2020). The effect of algebra tiles manipulative on preservice teacher's mathematics knowledge in teaching basic algebra. *International Journal of Mathematics and Statistics Studies*, 8(29), 26-39.
- Anagün, Ş. S. (2008). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinde yapılandırmacı öğrenme yoluyla fen okuryazarlığının geliştirilmesi: Bir eylem araştırması* (Tez No. 229235) [Doktora tezi, Anadolu Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Anh, N. H., & Phuc, N. D. M. (2014). Using virtual manipulative materials for supporting teaching and learning fraction division and area of a circle. *Proceedings of the 7th International Conference on Educational Reform Innovations and Good Practices in Education: Global Perspectives*, 273-280.

- Arslan, A. (2008). *Web destekli öğretimin ve öğretimsel materyal kullanımının öğrencilerin matematik kaygısına, tutumuna ve başarısına etkisi* (Tez No. 226387) [Doktora tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Aslan, A. G. A., & Yadigaroglu, M. (2013). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik lisansüstü öğrencilerinin model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2, 111-120.
- Arslan, S., Karahalilöz, O., Karagözoğlu, B., Yıldırım, E., Yaldız, T., Kuş, H., & Acar, S. (2019). *Geleceğin okulları. Akademik Platform Eğitim ve Değişim Dergisi*, 2(2), 201-216.
- Aşkar, P. (2004). Eğitim teknolojisi için yeni bir kavram: Öğrenme nesneleri. *12. Eğitim Bilimleri Kongresi Bildiriler Cilt 2*, 1148-1155.
- Atasay, M. (2020). Görme engelli öğrenciler için matematik materyalleri tasarımı. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 104-121. <https://doi.org/10.34056/aujef.662203>
- Atasoy, E., & Bulut, D. B. (2017, 17-19 Mayıs). *Lise 4. sınıf öğrencilerinin geometrik kavramlarda cebirsel düşünme becerilerinin incelenmesi*. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu, Afyon.
- Aydın, S. (2007). Bazı özel öğretim yöntemlerinin lineer cebir öğrenimine etkisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 214-223.
- Aydoğdu İ., T., & Taşkın, D. (2015). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının özel öğretim yöntemleri dersinde somut materyalleri seçme ve kullanma nedenleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 215-237.
- Aydoğdu, M., Erşen, A. N., & Tutak, T. (2014). Materyal destekli matematik öğretiminin ortaokul 6. sınıf öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi. *Turkish Journal of Educational Studies*, 1(3), 166-185.
- Aydoğdu, İ. T., Türk, T., & İskenderoglu, M. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri tanıma kullanma durumları ve matematik öğretiminde kullanmalarına yönelik öz yeterlikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1302-8944.
- Ayre, C., & Scally A. J. (2014). Critical values for Lawshe's content validity ratio: revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 47(1), 79-86. <https://doi.org/10.1177/0748175613513808>
- Bağdat, O. (2013). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme becerilerinin solo taksonomisi ile incelenmesi* (Tez No. 322083) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Bakaç, E., & Özen, R. (2016). Öğretmen adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersine yönelik tutumları, yaratıcılık algıları ve öz-yeterlik inançları arasındaki ilişki. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 41-61.
- Baki, A. (2008). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi* (3. baskı). Derya.
- Bal, A. P. (2016). The effect of the differentiated teaching approach in the algebraic learning field on students' academic achievements. *Eurasian Journal of Educational Research*, 16(63), 185-204.
- Balcı, A. (2013). *Sosyal bilimlerde araştırma, yöntem, teknik ve ilkeler*. Pegem Akademi.
- Batdı, V. (2014). Etkinlik temelli öğrenme yaklaşımının akademik başarıya etkisi (metaanalitik ve tematik bir çalışma). *e-International Journal of Educational Research*, 5(3), 39-55.

- Başkale, H. (2016). Nitel araştırmalarda geçerlik, güvenirlik ve örneklem büyüklüğünün belirlenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, 9(1), 23-28.
- Baştürk, S. (2014). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Vize.
- Battista, M.T. (2001). Shape makers: A computer environment that engenders students' construction of geometric ideas and reasoning. In Took, J., & Handerson N. (Eds.), *Using information technology in mathematics education* (pp 105-120). The Haworth.
- Baykul, Y. (2009). *İlköğretimde matematik öğretimi (1.-5. sınıflar)*. Pegem Akademi.
- Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi (5-8 sınıflar)* (2. baskı). Pegem Akademi.
- Bayram, N. (2009). *Sosyal bilimlerde SPSS ile veri analizi*. Ezgi.
- Bekdemir, M., & Işık, A. (2007). İlköğretim öğrencilerinin cebir öğrenme alanında kavram ve işlem bilgilerinin değerlendirilmesi. *Eurasian Journal of Educational Research*, 7(28), 9-18.
- Berg, B. L. (2001). *Qualitative research methods for the social sciences* (4th ed). Allyn and Bacon.
- Beyhan, A. (2013). Eğitim örgütlerinde eylem araştırması. *Bilgisayar ve Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 65-89.
- Birgin, O., & Demirören, K. (2020). Sekizinci sınıf öğrencilerinin basit görsel ve cebirsel ifadeler konusundaki hata ve kavram yanlışlarının incelenmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(14), 233-247. <https://doi.org/10.20860/ijoses.797472>
- Boz, N. (2008). Matematik neden zor?. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 2(2), 52-65.
- Bozkurt, A., & Akalın, S. (2010). Matematik öğretiminde materyal geliştirmenin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27, 47-56.
- Bozkurt, A., & Polat, M. (2011). Sayma pullarıyla modellemenin tam sayılar konusunu öğrenmeye etkisi üzerine öğretmen görüşleri. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 787 -801.
- Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2020). Emergency remote teaching in a time of global crisis due to CoronaVirus pandemic. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 1-6.
- Bozkurt, A., & Şahin, S. (2013). İlköğretim matematik öğretiminde materyal kullanılırken karşılaşılan zorluklar ve bu zorlukların nedenleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25, 19-37.
- Bouck, E. C., Park, J., Satsangi, R., Cwiakala, K., & Levy, K. (2019). Using the virtual-abstract instructional sequence to support acquisition of algebra. *Journal of Special Education Technology*, 34(4), 253-268. <https://doi.org/10.1177/0162643419833022>
- Bouck, E. C., Park, J., & Stenzel, K. (2020). Virtual manipulatives as assistive technology to support students with disabilities with mathematics. *Preventing School Failure: Alternative Education for Children and Youth*, 64(4), 281-289. <https://doi.org/10.1080/1045988X.2020.1762157>
- Boyer, C. B., & Merzbach, U. C. (1991). *A history of mathematics* (2nd ed.). John Wiley & Sons.
- Brahier, D. J. (2016). *Teaching secondary and middle school mathematics*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315685502>

- Brown, S. E. (2007). Counting blocks or keyboards? A comparative analysis of concrete versus virtual manipulatives in elementary school mathematics concepts. *Online Submission*.
- Bruner, J. S. (1966). *Toward a theory of instruction*. Belknap.
- Bruner, J. S. (1977). Process orientation. In D. B. Aichele & R. E. Reys (Eds.), *Readings in secondary school mathematics* (2nd ed.). Weber, & Schmidt.
- Bulut, S., Çömlekoğlu, G., Seçil, S.Ö., Yıldırım, H., & Yıldız, B.T. (2002, 18 Eylül). *Matematik öğretiminde somut materyallerin kullanılması* [Sözlü bildiri]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (14. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, E. A., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2010). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (5. baskı). Pegem Akademi.
- Byoung, G. A. (2001). Using calculators in mathematics education in korean elementary schools. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*, 5(2), 107-118.
- Cabı, E., & Ergün, E. (2016). Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinin öğretmen adaylarının eğitimde teknoloji kullanımına yönelik kaygılarına etkisi. *Başkent University Journal of Education*, 3(1), 37-43.
- Cai, J., & Knuth, E. (2011). *Early algebraization*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-17735-4>
- Caridade, C. M. R. (2019). Applications (ideas) in linear algebra with digital image processing. Can we do, teach, motivate and evaluate? *Journal of Information Systems Engineering & Management*, 4(4), 1-10.
- Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 380. <https://doi.org/10.1037/a0031084>
- Carpenter, T. Franke, M., & Levi, L. (2003). *Thinking mathematically: Integrating arithmetic and algebra in elementary school*. Heinemann.
- Cavanaugh, C., Gillan, K. J., Bosnick, J., Hess, M., & Scott, H. (2005). *Succeeding at the gateway: secondary algebra learning in the virtual school*. Jacksonville, University of North Florida.
- Ceyhan, E. Y. (2012). *İlköğretim matematik dersi öğretim programı çerçevesindeki öğretimin öğrencilerin cebir başarısına etkisi* (Tez No. 319502) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2015). *Araştırma yöntemleri desen ve analiz* (A. Aypay, Çev. Ed.). Anı. (Çalışmanın orijinali 2014'te yayımlanmıştır)
- Clements, D. H. (1999). 'Concrete' manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60.
- Clements, D. H., & McMillen, S. (1996). Rethinking concrete manipulatives. *Teaching Children Educational Studies in Mathematics*, 2(5), 175-197. <https://doi.org/10.5951/TCM.2.5.0270>
- Creighan, S. (2014). *Investigating the effects of the mathemantics number line activity on children's number sense*. Unpublished doctoral dissertation, Columbia University.
- Cohen, J. (1988). *The t test for means. Statistical power analysis for the behavioural sciences*. Routledge.

- Cohen, L., & Manion, L. (1994). *Research method in education*. Routledge.
- Corsi, L. (2014). *The use of concrete manipulatives in third grade special education and student achievement* [Doctoral dissertation, State University of New York]. <http://hdl.handle.net/20.500.12648/297>
- Cortes, A., & Pfaff, N. (2000). Solving equations and inequations: operational invariants and methods constructed by students. *Proceedings of the 24th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. II, pp. 193- 200). Nishiki.
- Costello, P. (2007). *Action research*. Continuum Books.
- Crawford, A., Wendy, S., Samual, R. M., & Makinster, J.(2005). *Teaching and Learning Strategies for the Thinking Classroom*. International Debate Education Association.
- Creswell, J. W. (2007). *Qualitative inquiry and research design choosing among five traditions*. Sage.
- Cunningham, B. M. (2008). Using action research to improve learning and the classroom learning environment. *Issues in Accounting Education*, 23(1), 1-30. <https://doi.org/10.2308/iace.2008.23.1.1>
- Cüre, F., & Özden, N. (2008). Öğretmenlerin bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) uygulama başarıları ve BİT'e yönelik tutumları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34.
- Çakıroğlu, Ü. (2014). Enriching project-based Learning environments with virtual manipulatives: A comparative study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 55, 201-222.
- Çakmak-Gürel, Z., & Okur, M. (2017). A glance at the equation and equality of 7th grade students in terms of student knowledge. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 6(4), 479-507. <https://doi.org/10.30703/cije.342074>
- Çavuş-Erdem, Z., Doğan, M. F., Gürbüz, R., & Şahin, S. (2017). Matematiksel modellemenin öğretim araçlarına yansımaları: ders kitabı analizi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 61-86. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.309793>
- Çaylan, B. (2018). *The Effects of using algebra tiles on sixth grade students' algebra achievement, algebraic thinking and views about using algebra tiles* (Tez No. 509436) [Yüksek lisans tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Çekirdekçi, S., & Toptaş, V. (2011). Sınıf öğretmenlerinin matematik (4. ve 5. sınıf) dersinde öğretim materyalleri kullanımını engelleyen unsurlarla ilgili görüşleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 29, 137-149.
- Çelik, L. (2007). Öğretim materyallerinin hazırlanması ve seçimi. Ö. Demirel (Ed), *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Pegem Akademi.
- Çelik, D., & Güler, M. (2018). Examination of pre-service elementary school mathematics teachers' knowledge for algebra teaching. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(1), 129-149.
- Çetin, H. (2017). Çoklu temsil destekli tasarlanan manipulatiflerin “tam sayı” öğretiminde öğrenci başarısına etkisi. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11, 55-69. <https://doi.org/10.16991/INESJOURNAL.1378>
- Çetin, H., Aydın, S., & Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarının ve ihtiyaçlarının incelenmesi. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10(17), 1179- 1200. <https://doi.org/10.26466/opus.525024>

- Çınar, O., Teyfur., E., & Teyfur, M. (2006). İlköğretim okulu öğretmen ve yöneticilerinin yapılandırmacı eğitim yaklaşımı ve programı hakkındaki görüşleri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(11), 47-64.
- D'Angelo, F., & Iliev, N. (2012). Teaching mathematics to young children through the use of concrete and virtual manipulatives. *Online Submission*.
- Damjanović, R. (2008). Konkretno iskustvo kao snažan oslonac u formiranju formalnog, apstraktnog mišljenja. *Metodički obzori*, 3(2), 35-45.
- Daniels, H. (2001). *Vygotsky and Pedagogy*. Routledge Falmer. <https://doi.org/10.4324/9780203469576>
- Dankal, B. (2017). *Eşitsizlikler konusunun öğretiminde dinamik matematik yazılımı Geogebra kullanımının matematik tutumuna etkisi*. (Tez No. 482004) [Yüksek lisans tezi, Başkent Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Day, L., & Hurrell, D. (2017). Food for thought: The role of manipulatives in the teaching of fractions. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 22(4), 39-40.
- Dede, Y., & Argün, Z. (2003). Cebir, öğrencilere niçin zor gelmektedir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 180-185.
- Dede, Y., & Peker, M. (2007). Öğrencilerin cebire yönelik hata ve yanlış anlamaları: Matematik öğretmen adaylarının bunları tahmin becerileri ve çözüm önerileri. *İlköğretim Online*, 6(1), 35-49.
- Demir, M. F. (2009). *Effects of virtual manipulatives with open-ended versus structured questions on students' knowledge of slope* [Doctoral dissertation, Michigan State University]. Educational Psychology and Educational Technology, East Lansing, MI, USA.
- Demir, Ö. (2019). *Geometrik cisimlerin öğretiminde somut materyal kullanımının öğrencilerin başarısına, tutumlarına ve öz-yeterliliğine etkisi* (Tez No 594695) [Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi-Bartın]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Demircioğlu, H., & Atasoy, Ş. (2006). Çalışma yapraklarının geliştirilmesine yönelik bir model önerisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19, 71- 79.
- Demirel, Ö., Seferoğlu, S. S., & Yağcı, E. (2002). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Pegem Akademi.
- Demirören, K. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler konusundaki hata ve kavram yanlışlarının incelenmesi* (Tez No. 557851) [Yüksek lisans tezi, Uşak Üniversitesi-Uşak]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Didiş-Kabar, M. G. (2018). Matematik öğretmen adaylarının matematiğin günlük hayat ile ilişkisi hakkındaki algı ve görüşlerinin incelenmesi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 19(3), 266-283. <https://doi.org/10.17679/inuefd.341702>
- Dienes, Z. P. (1973). Mathematical games. 1. *Journal of Structural Learning*, 4, 1-23.
- Dienes, Z. P., & Golding, E. W. (1971). *Approach to modern mathematics*. Herder and Herder.
- Dilci, T., & Arslan, A. (2017). Çocuk oyuncaklarının çocukların gelişim alanlarına yönelik etkilerinin günümüz bağlamında incelenmesi (Sivas ili örnekleme). *Journal of Social Sciences/Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13), 35-47.
- Dindar, H., & Yaman, S. (2003). İlköğretim okulları birinci kademedede fen bilgisi öğretmenlerinin eğitim araç-gereçlerini kullanma durumları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 167- 176.

- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2(1), 1-7.
- Doğan, D. T., & Özgeldi, M. (2018). Ders araştırması kapsamında matematik öğretmen adayları cebir öğretiminde sanal manipülatifleri nasıl kullanmaktadır? *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(1), 152-179. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.437729>
- Domino, J. (2010). *The effects of physical manipulatives on achievement in mathematics in grades k-6: a meta-analysis*. [Doctoral dissertation, State University]. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/effects-physical-manipulatives-on-achievement/docview/758939356/se-2>
- Doruk, B. K., & Umay, A. (2011). Matematiği günlük yaşama transfer etmede matematiksel modellemenin etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 124-135.
- Drickey, N. A. (2000). *A comparison of virtual and physical manipulatives in teaching visualization and spatial reasoning to middle school mathematics students* [Doctoral Dissertation, Utah State University]. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/comparison-virtual-physical-manipulatives/docview/251499189/se-2>
- Driscoll, M. (1999). *Fostering algebraic thinking. A guide for teachers in grades 6 through 10*. Heinemann.
- Duman, T., & Peker-Ünal, D. (2017). *Etkili öğrenme ve öğretim*. Pegem Akademi.
- Duran, M., Doruk, M., & Kaplan, A. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının matematiksel modelleme süreçleri: Kaplumbağa paradoksu örneği. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 5(4), 55-71.
- Durmuş, S. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının sahip olduğu değerler ve modelleme düzeylerine ilişkin bir inceleme. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri (KUYEB)*, 11(2), 1055-1071.
- Durmuş, S., & Karakırık, E., (2006). Virtual manipulatives in mathematics education: a theoretical framework. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 12.
- Edwards, A., & Ruthven, K. (2003). Young people's perceptions of the mathematics involved in everyday activities. *Educational Research*, 45(3), 249-260. <https://doi.org/10.1080/0013188032000137247>
- Elidar, Ö., (2019). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının almış olduğu öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinin matematiksel modellemeye yönelik görüşlerine etkisi* (Tez No. 576622) [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi-Elâzığ]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Elliott, J. (1991). *Action research for educational change*. Open University Press.
- Er, S., & Sağlam K., Y. (2017). Ortaöğretim matematik öğretmen adaylarının geogebra ortamında materyal hazırlama hakkındaki görüşleri. *Mersin University Journal of the Faculty of Education*, 13, 228-242. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.305950>
- Erdem E., (2001). *Program geliştirmede yapılandırmacılık yaklaşımı* (Tez No. 100359) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ergin, D. Y. (1995). 1. ölçeklerde geçerlik ve güvenirlik. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(7), 125-148.

- Ersoy, Y., & Ardahan, H. (2003). İlköğretim okullarında kesirlerin öğretimi-II: Tanıya yönelik etkinlikler düzenleme. <http://www.matder.org.tr>.
- Evirgen, O. (2014). *İlköğretim 7. sınıf matematik öğretim programında zor olarak algılanan konular ve öğretmen, öğrenci görüşleri* (Tez No. 395544) [Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi-Balıkesir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Farah, R. N., & Kim, C. Y. (2017). The effectiveness of colour triciare model in the topic addition and subtraction of algebra. *International Journal of Education and Research*, 5(7), 12.
- Fidan, T. & Öztürk, İ. (2015). Perspectives and expectations of union member and non- union member teachers on teacher unions. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 191-220.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS* (3rd. ed.). Sage.
- Finkelstein, N., Fong, A., Tiffany-Morales, J., Shields, P., & Huang, M. (2012). *College bound in middle school and high school? How math course sequences matter*. The Center for the Future of Teaching and Learning at West Ed.
- Flusser, P. & Francia, G. (2000). Derivation and visualization of the binomial theorem. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 5(1), 3-24. <https://doi.org/10.1023/A:1009873212702>
- Fuson, K. C., & Briars, D. J. (1990). Using a base-ten blocks learning/teaching approach for first and second grade place-value and multidigit addition and subtraction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21, 180-206. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.21.3.0180>
- Gainsburg, J. (2008). Real-worlds connections in secondary mathematics classrooms. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(3), 199-219. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9070-8>
- Garson, G.D. (2012). *Testing statistical assumptions*. Asheboro. Statistical Associates.
- Ghazali, D. (2008). Kesahan dan kebolehpercayaan dalam kajian kuantitatif dan kualitatif. *Jurnal Institut Perguruan Islam*, 61-82.
- Girit, D., & Akyüz, D. (2016). Farklı sınıf seviyelerindeki ortaokul öğrencilerinde cebirsel düşünme: örüntülerde genelleme hakkındaki algıları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 10(2), 243-272. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.277815>
- Goins, K. B. (2001). *Comparing the effect of visual and algebra tile manipulatives methods on student skill and understanding of polynomial multiplication* [Unpublished doctoral dissertation]. University of South Carolina.
- Goodson-Espy, T. (1998). The roles of reification and reflective abstraction in the development of abstract thought: Transitions from arithmetic to algebra. *Educational Studies In Mathematics*, 36(3), 219-245. <https://doi.org/10.1023/A:1003473509628>
- Golafshani, N. (2013). Teacher's beliefs and teaching mathematics with manipulatives. *Canadian Journal of Education*, 36(3), 137-159.
- Gök, M. Y. (2020). *Somut ve sanal manipülatif destekli matematik eğitim programının 48-72 ay grubu çocukların erken aritmetik becerilerine etkisi* (Tez No. 643655) [Yüksek lisans tezi, Çukurova Üniversitesi-Adana]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gökmen, A. (2012). *İlköğretim matematik ve sınıf öğretmenlerinin matematik eğitiminde materyal (manipülatif) kullanmaya yönelik inançları ile kullanım düzeyleri arasındaki*

- ilişki (Tez No. 311824) [Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gökmen, A., Budak, A., & Ertekin, E. (2016). İlköğretim öğretmenlerinin matematik öğretiminde somut materyal kullanmaya yönelik inançları ve sonuç beklentileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(3), 1213-1228.
- Görgün, G., & Eken, Z. (2020). 7. sınıf matematik dersi cebir konularının öğretiminde hands-on aktivitelerinin öğrenci başarısına etkisi. *International Journal of Scholars in Education*, 3(2), 346-362.
- Graham, A. T., & Thomas M. O. J. (2000). Building a versatile understanding of algebraic variables with a graphic calculator. *Educational Studies in Mathematics*, 41, 265-282. <https://doi.org/10.1023/A:1004094013054>
- Greenes, C., & Findell, C. (1998). *Algebra puzzles and problems (grade 7)*. Creative.
- Griffiths, A. K., Thomey, K., Cooke, B., & Normore, G. (1988). Remediation of student-specific misconception relating to three science concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(9), 709-719. <https://doi.org/10.1002/tea.3660250902>
- Gülpek, P. (2006). *İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeylerinin gelişimi* (Tez No. 206195) [Yüksek lisans tezi, Uludağ Üniversitesi-Bursa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Gülkılık, H. (2013). *Matematiksel anlamada temsillerin rolü: Sanal ve fiziksel manipülatifler* (Tez No. 339931) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Güneş, G., & İskenderoğlu, T. A. (2015). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersine yönelik yaklaşımları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(3), 469-488.
- Gürbüz, R. (2006). Olasılık kavramlarıyla ilgili geliştirilen öğretim materyallerinin öğrencilerin kavramsal gelişimine etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 59-68.
- Gürbüz, R. (2007). Olasılık konusunda geliştirilen materyallere dayalı öğretime ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15(1), 259-270.
- Gürbüz, R., & Bakı, A. (2013). Çoklu zekâ kuramına göre tasarlanan öğrenme ortamında gerçekleştirilen matematik öğretiminin etkililiğinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 34, 67-100.
- Gürbüz, R., & Gülburnu, M. (2013). 8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan cabri 3d'nin kavramsal öğrenmeye etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 224-241.
- Gürbüz, R., & Toprak, Z. (2014). Aritmetikten cebire geçişi sağlayacak etkinliklerin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 8(1), 178-203.
- Gürbüz, R., Toprak, Z., Yapıcı, H., & Doğan, S. (2011). Ortaöğretim matematik müfredatında zor olarak algılanan konular ve bunların nedenleri. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 10, 1311-1323.
- Güveli, E., & Güveli, H. (2002). Lise 1 fonksiyonlar konusunda web tabanlı örnek bir öğretim materyali. *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı, Cilt: II*, 866-872, ODTÜ, Ankara.

- Hacıömeroğlu, G., & Apaydın, S. (2009). Tangram etkinliği ile çevre ve alan hesabı. *İlköğretim Online*, 8(2), 1-6.
- Hadi, W., & Faradillah, A. (2019). The algebraic thinking process in solving hot questions reviewed from student achievement motivation. *Al-Jabar: Jurnal Pendidikan Matematika*, 10(2), 327-337. <https://doi.org/10.24042/ajpm.v10i2.5331>
- Hannafin, R. D., & Scott, B. N. (1998). Identifying critical learner traits in a dynamic computer based geometry program. *Journal of Educational Research*, 92(1), 3-12. <https://doi.org/10.1080/00220679809597570>
- Hayes, P., Joyce, D., & Pathak, P. (2004). *Ubiquitous learning-an application of mobile technology in education*. Paper presented at the EdMedia: World Conference on Educational Media and Technology.
- Heid, M. K. (1997). The technological revolution and the reform of school mathematics. *American Journal of Education*, 106, 5-61. <https://doi.org/10.1086/444175>
- Heidegger, M. (1997). *Özdeşlik ve ayırım*. Bilim ve Sanat.
- Herbert, K., & Brown, R. (1997). Patterns as tools for algebraic reasoning. *Teaching Children Mathematics*, 3, 340-344. <https://doi.org/10.5951/TCM.3.6.0340>
- Herzberg, T. S., & Rosenblum, L. P. (2014). Print to braille: preparation and accuracy of mathematics materials in k-12 education. *Journal of Visual Impairment & Blindness (Online)*, 108(5), 355-367. <https://doi.org/10.1177/0145482X1410800502>
- Hidayah, I., Dwijanto, D., & Istiandaru, A., (2018). Manipulatives and question series for elementary school mathematics teaching on solid geometry. *International Journal of Instruction*, 11(3), 649-662. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11344a>
- Hiebert, J., & Carpenter, T. P. (1992). Handbook of research on mathematics teaching and learning. *Learning and teaching with understanding*, 65-97.
- Hoffman, J., & Rosen, D. (2009). Integrating concrete and virtual manipulatives in early childhood mathematics. *Young Children*, 64(3), 26-32.
- Horzum, T., & Bülbül, M. Ş. (2017). Görme engelliler için bir geometri öğretim materyali: Geometri kafesi. *Sürdürülebilir ve Engelsiz Bilim Eğitimi*, 3(1), 1-15.
- Hölzl, R. (1996). How does “Dragging” affect the learning of geometry? *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1, 169-187. <https://doi.org/10.1007/BF00571077>
- Hsiao, P. (2001). *The effects of using computer manipulatives in teaching probability concepts to elementary school students* (Publication No. 3014774) [Doctoral dissertation]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Hung, H. J., O'Neill, R. T., Bauer, P., & Kohne, K. (1997). The behavior of the p-value when the alternative hypothesis is true. *Biometrics*, 53, 11-22. <https://doi.org/10.2307/2533093>
- Huetinck L., & Munshin S. N. (2004). *Teaching mathematics for the 21st century* (2nd ed.). Pearson Education.
- Hurst, C., & Linsell, C. (2020). Manipulatives and multiplicative thinking. *European Journal of STEM Education*, 5(1), 04.
- Işık, E., & Çağdaşer, B. T. (2009). Yapısalci yaklaşımla cebir öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 17(3), 941-954.
- Işık, A., & Mercan, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1835-1850.

- İnan, C. (2006). Matematik öğretiminde materyal geliştirme ve kullanma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7, 47-56.
- İnce, O., & Demirkuş, N. Doğal yaşam döngüsü ve temel biyolojik kavramların öğretimi üzerine sanal materyal tasarımı. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 950-981.
- Izydorczak, A. E. (2003). *A study of virtual manipulatives for elementary mathematics* (Publication No. 3014774) [Doctoral dissertation, State University-New York]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- İskenderoğlu, T. A., Türk, Y., & İskenderoğlu, M. (2016). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının somut materyalleri tanıma-kullanma durumları ve matematik öğretiminde kullanmalarına yönelik öz-yeterlikleri. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(39), 1-15.
- Johnson, K. A. (1993). Manipulatives allow everyone to learn mathematics. *Contemporary Education*, 65(1), 10-12.
- Johnson, A. P. (2005). *A short guide to action research*. Pearson.
- Johnson, A. P. (2014). *Eylem araştırması el kitabı* (Çev. Ed. Uzuner, Y., & Anay, M.) Anı.
- Kabael, T., & Akın, A. (2016). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel sözel problemlerini çözerken kullandıkları stratejiler ve niceliksel muhakeme becerileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(2), 875-894.
- Kablan, Z., Topan, B., & Erkan, B. (2013). Sınıf içi öğretimde materyal kullanımının etkililik düzeyi: Bir meta-analiz çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 13(3), 1629-1644.
- Kadagöl, E. (2018). *Somut materyal kullanımının 8. sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme becerilerine etkisi* (Tez No. 517864) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaf Y. (2007). *Matematikte model kullanımının 6. sınıf öğrencilerinin cebir erişilerine etkisi* (Tez No. 228991) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kamii, C., Lewis, B. A., & Kirkland, L. (2001). Manipulatives: When are they useful? *The Journal of Mathematical Behavior*, 20(1), 21-31. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(01\)00059-1](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(01)00059-1)
- Kaptan, F. (1998). *Fen bilgisi öğretiminde kullanılan araç ve gereçler*. MEB.
- Kara, Y., & Özgün-Koca, S. A. (2004). Buluş yoluyla öğrenme ve anlamlı öğrenme yaklaşımlarının matematik derslerinde uygulanması: İki terimin toplamının karesi. *İlköğretim Online*, 3(1), 2-10.
- Karaca, S. Y., & Ada, S. (2018). Öğrencilerin matematik dersine ve matematik öğretmenine yönelik algılarının metaforlar yardımıyla belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(3), 789-800. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.413327>
- Karakırık, E., & Aydın, E. (2016). Matematik nesneleri ve sanal manipulatifler. *Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı*, 27-46.
- Karakırık, E., & Çakmak, E. (2009). *İlköğretim 1-8. sınıflar matematik öğretim programını destekleyici türkçe bir sanal manipulatif setinin geliştirilmesi*. TÜBİTAK projesi.
- Karamustafaoğlu, O. (2006). Fen ve teknoloji öğretmenlerinin öğretim materyallerini kullanma düzeyleri: Amasya ili örneği. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 90-101.

- Karataş, C. G., & Bahadır, E. (2018). 8. Sınıf cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun cebir gösterim karosu materyali ile öğretilmesi ve materyalin kullanılabilirliğinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal ve Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(10), 209-224. <https://doi.org/10.20860/ijoses.473990>
- Kaş, S. (2010). *Sekizinci sınıflarda çalışma yaprakları ile öğretimin cebirsel düşünme ve problem çözme becerisine etkisi* (Tez No. 2508681) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kay, R., & Knaack, L. (2007). Evaluating the use of learning objects for secondary school science. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(4), 261-289. <https://doi.org/10.28945/379>
- Kaya, A. (2017). *Dinamik matematik yazılımı olan geogebra'nın öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: meta-analiz çalışması* (Tez No. 487936) [Yüksek lisans tezi, Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi-Ağrı]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaya, D. (2017). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel düşünme düzeyleri ile becerilerinin incelenmesi. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(2), 657.
- Kaya, D., & Keşan, C. (2017). Çoklu temsil temelli cebir öğretimin matematiğe yönelik tutuma etkisi. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(18), 1-22. <https://doi.org/10.14686/buefad.309000>
- Kaya, Z. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Pegem Akademi.
- Kazaz, H., & Genç, Z. (2016). İlkokul matematik öğretiminde yeni bir yaklaşım: Lego MoretoMath. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 5(2), 59-71.
- Kelly, A. C. (2006). Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance-based analysis. *The Montana Mathematics Enthusiast*, 3(2), 184-193. <https://doi.org/10.54870/1551-3440.1049>
- Kemmis, S., McTaggart, R., & Nixon, R. (2014). *The action research planner: Doing critical participatory action research*. Springer.
- Ketterlin-Geller, L. R., Shivraj, P., Basaraba, D., & Schielack, J. (2019). Universal screening for algebra readiness in middle school: Why, what, and does it work?. *Investigations in Mathematics Learning*, 11(2), 120-133. <https://doi.org/10.1080/19477503.2017.1401033>
- Khasawneh, S. (2012). *A web-based lessons authoring system for mathematics education*. [Doctoral Dissertation-Kent State University].
- Kılıç, H., Pekkan, Z. T., & Karatoprak, R. (2013). Materyal kullanımının matematiksel düşünme becerisine etkisi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 9(4), 544-556.
- Kılıç, S. (2016). Cronbach'ın alfa güvenirlik katsayısı. *Journal of Mood Disorders*, 6(1), 47-48.
- Kılıçoğlu, E. (2021). Ortaokul cebirsel faaliyetlerde matematiksel süreç standartlarının kullanım durumu. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(1), 137-166. <https://doi.org/10.33711/yyuefd.859526>
- Kıyıcı, G., Erdoğan, E., & Sevinç, Ö. S. (2007). *Sınıf ortamında materyal kullanımının eğitim-öğretime katkısı ile ilgili öğretmen adaylarının görüşleri*. The Proceedings of 7th International Educational Technology Conference, Near East University, North Cyprus.
- Kızılay, N. (2014). *Arkeoloji konularının sınıf içi yaparak yaşayarak öğretiminin 6. sınıf öğrencilerinin tarihsel düşünme becerilerini geliştirmeye etkisi üzerine bir eylem araştırması* (Tez No. 356171) [Yüksek lisans tezi, Adıyaman Üniversitesi-Adıyaman]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kieran, C. (1992). *The learning and teaching of school algebra*. Macmillan.

- Kilpatrick, J., Swafford, J., & Findell, B. (2001). *Adding it up: Helping children learn mathematics*. National Academy.
- Kocakaya-Baysal, F. (2010). *İlköğretim öğrencilerinin (4-8. sınıf) cebir öğrenme alanında oluşturdukları kavram yanlışları* (Tez No. 263483) [Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi-Bolu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kolpak, R. L. (2011). *Using virtual manipulatives to explore mathematical concepts* [Doctoral dissertation-Central Connecticut State University].
- Kontas, H. (2016). The effect of manipulatives on mathematics achievement and attitudes of secondary school students. *Journal of Education and Learning*, 5(3), 10-20. <https://doi.org/10.5539/jel.v5n3p10>
- Koparan, T., & Özbey, A. (2018). Matematik öğretmeni adaylarının somut materyal geliştirme ve kullanma sürecine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 277-290.
- Koza - Çiftçi, Ş., Yıldız, P., & Bozkurt, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin materyal kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Politika Analizi*, 4(1), 79-89.
- Koylahisar, T. (2012). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde özdeşlikleri modelleme becerilerinin incelenmesi: origami ile modellenmesi* (Tez No. 308760) [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi-Samsun]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Köksal, M. S., Koray, Ö., Özsoy, T., Bağçe, H., & Koray, A. (2006, Eylül). Öğretim materyali geliştirmede portfolyo ve rubrik değerlendirmenin eleştirel ve yaratıcı düşünme üzerine etkisi [Konferans özeti]. Muğla Üniversitesi XV. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Muğla, Türkiye.
- Kurtdede, F. N. (2008). İlköğretimde araç-gereç kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 1(1), 48-61.
- Kuş, C., & Keskin, İ. (2008). Levene ve bartlett testleri üzerine bir inceleme. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 22(44), 78-83.
- Kutluca, T., & Akın, M. F. (2013). Somut materyallerle matematik öğretimi: dört kefeli cebir terazisi kullanımı üzerine nitel bir çalışma. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(1), 48-65.
- Kuzu, Ç. İ., & Uras, M. C. (2019). İlköğretim matematik öğretmenliği bölümü öğretim elemanlarının matematik öğretiminde materyal kullanımı ile ilgili görüşleri. *Current Research in Education*, 5(1), 23-33.
- Kuzu, O. (2020). Preservice mathematics teachers' competencies in the process of transformation between representations for the concept of limit: A qualitative study. *Pegem Journal of Education and Instruction*, 10(4), 1037-1066. <https://doi.org/10.14527/pegegog.2020.032>
- Kükey, E., Tutak, A. M., & Tutak, T. (2019). Kesirler konusunun görsel materyal ile öğretiminin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin matematik başarı ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 3(1), 115-125.
- Magruder, R. L. (2012). *Solving linear equations: A comparison of concrete and virtual manipulatives in middle school mathematics* [Doctoral dissertation-University of Kentucky].
- Lacampagne, C., Blair, W., & Kaput, J. (1995). Conceptual framework for algebra initiative of national institute on student achievement, curriculum and assesment. *The Initiative Colloquium*, 2, 237-242.

- Lannin, J., Barker, D., & Townsend, B. (2006). Algebraic generalisation strategies: Factors influencing student strategy selection. *Mathematics Education Research Journal*, 18(3), 03-28. <https://doi.org/10.1007/BF03217440>
- Larbi, E., & Mavis, O. (2016). The use of manipulatives in mathematics education. *Journal of Education and Practice*, 7(36), 53-61.
- Lawrence, A., & Hennessy, C. (2002). *Lessons for algebraic thinking* (grades 6-8). Math Solutions Publications.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4), 563-575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Lee, F. (2002, Aralık). *Diagnosing students' algebra errors on the web* [Paper presentation]. Paper presented at Proceedings of the International Conference on Computers in Education (ICCE'02), Auckland, New Zeland.
- Lee, C. Y., & Chen, M. J. (2015). Effects of worked examples using manipulatives on fifth graders' learning performance and attitude toward mathematics. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(1), 264-275.
- Lesh, R., Post, T., & Behr, M. (1987). *Representations and translations among representations in mathematics learning and problem solving* (C. Janvier, Çev. Ed.). Lawrence Erlbaum Associates.
- Lett, W.S. (2007). Using manipulative materials to increase student achievement in mathematics. *Online Submission*. <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED499262.pdf>
- Linchevski, L., & Herscovics, N. (1994). *Cognitive obstacles in pre-algebra* [Paper presentation]. Proceedings of the 18th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Lisbon, Program Committee.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage.
- Little, T. M. 1981. *Interpretation and presentation of results*. Hortsience.
- Maboya, M., Jita, L., & Chimbi, G. (2020). South african teachers' beliefs and the use of manipulatives to resolve the concept-symbol schism in mathematics learning. *Universal Journal of Educational Research*, 8, 5414-5424. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.081144>
- Malara, N. A., & Navarra G. (2003). *Aral project: Arithmetic pathways towards prealgebraic thinking*. Pitagora Editrice.
- Masingila, J. (2002). Examining students' perceptions of their everyday mathematics practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1, 30-39. <https://doi.org/10.2307/749963>
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence-based inquiry*. Pearson.
- MEB. (2017). *1-8 Matematik dersi öğretim programı*. MEB Basımevi.
- MEB. (2018). *2023 eğitim vizyonu*. MEB Yayınları.
- Metin, M., Gürbey, S., & Çevik, A. (2021). Covid-19 pandemi sürecinde uzaktan eğitime yönelik öğretmen görüşleri. *Maarif Mektepleri Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(1), 66-89.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. Sage.
- Mills, G. E. (2003). *Action research: A guide for the teacher researchers*. Merrill Prentice Hall.
- Moon, J. (2013). *Reflection in learning and professional development*. Routledge.

- Morris, J. (2013). *The use of virtual manipulatives in fourth grade to improve mathematic performance* [Doctoral dissertation, State University of New York].
- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipulatives to teach mathematics. *Educational Studies In Mathematics*, 47, 175-197. <https://doi.org/10.1023/A:1014596316942>
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J., & Spikell, M. A. (2001, August 19-24). *Virtual manipulatives in the K12 classroom* [Poster presentation]. Paper presented at the International Conference on New Ideas 179 in Mathematics Education, Queensland, Australia.
- Moyer, P. S., & Bolyard, J. J. (2002). Exploring representation in the middle grades: Investigations in geometry with virtual manipulatives. *The Australian Mathematics Teacher*, 58(1), 19-25.
- Moyer, P. S., Salkind, G., & Bolyard, J. J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: The influence of mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3), 202-218.
- Mutluoğlu, A. (2019). 6. sınıf matematik dersi geometri ve ölçme öğrenme alanında geliştirilen bir sanal manipülatif takımının (matmap) öğrencilerin akademik başarılarına, geometriye yönelik tutumlarına ve geometrik muhakeme süreçlerine etkisi (Tez No. 559767) [Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Nay, F. A., & Rudhito, M. A. (2020, July 25-27). *Implementation of virtual manipulative using problem-based learning on topic algebra for seventh grade student* [Poster presentation]. Journal of Physics: Conference Series, Yogyakarta, Indonesia.
- National Council of Teachers of Mathematics (NCTM). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston.
- Norton, L. S. (2009). *Action research in teaching and learning: A practical guide to conducting pedagogical research in universities*. Routledge.
- Nurrahmi, H., Suryadi, D., & Fatimah, S. (2017, May 24). *Students' algebraic thinking process in context of point and line properties*. In Journal of Physics: Conference Series, Bandung, Indonesia.
- Olgun, C. K. (2008). *Nitel araştırmalarda içerik analizi tekniği*. Osyoloji Otları
- Oğuz, A. (2008). *Denklemler alt öğrenme alanında cd destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi* (Tez No. 226430) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi-İstanbul]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Okpube, N. M. (2016). Card games and algebra tic tacmatics on achievement of junior secondary ii students in algebraic expressions. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 5(2), 93-100. <https://doi.org/10.11591/ijere.v5i2.4527>
- Önal, N. (2013). Ortaokul öğrencilerinin matematik tutumlarına yönelik ölçek geliştirme çalışması. *İlköğretim Online*, 12(4), 938-948.
- Önver, M. (2019). *Matematik dersinde manipülatif kullanımının öğrenci başarısına ve motivasyonuna etkisi* (Tez No. 574161) [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi-Elâzığ]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Öz, A. (2012). *Somut materyallerin ve geometer's sketchpad yazılımının derslerde kullanımının öğretmen adaylarının geometri başarılarına etkisinin incelenmesi* (Tez No. 320027) [Yüksek lisans tezi, Gaziantep Üniversitesi-Gaziantep]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Özaltun, A., Hıdıroğlu, Ç., Kula, S., & Güzel, E. B. (2014). Matematik öğretmeni adaylarının modelleme sürecinde kullandıkları gösterim şekilleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(2), 66-88.
- Özdemir, M. E., Duru, A., & Akgün, L. (2005). İki ve üç boyutlu düşünme: İki ve üç boyutlu geometrik şekillerle bazı özdeşliklerin görselleştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 527-540.
- Özer, M. N., & Şan, İ. (2013). Görselleştirmenin özdeşlik konusu erişimine etkisi. *International Journal of Social Science*, 6(1), 1275-1294. https://doi.org/10.9761/jasss_258
- Özgeldi, M., & Osmanoğlu, A. (2017). Matematiğin gerçek hayatla ilişkilendirilmesi: Ortaokul matematik öğretmeni adaylarının nasıl ilişkilendirme kurduklarına yönelik bir inceleme. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 8(3), 438-458.
- Özmantar F., & Bingölbalı E. (2009). *Etkinlik tasarımı ve temel tasarım prensipleri, ilköğretimde kavram yanılgıları ve çözüm yolları*. Pegem A.
- Öztürk, İ. H. (2012). Tarih öğretmeni eğitiminde eylem araştırması yaklaşımının kullanılması: Bir model önerisi. *Tuhead-Türk Tarih Eğitimi Dergisi*, 1(1), 99-115.
- Paek, S. & Hoffman, D. L. (2014, March 27). *Challenges of using virtual manipulative software to explore mathematical concepts*. Proceedings for the 41th Annual Meeting of the Research Council on Mathematics Learning, San Antonio, Texas.
- Palabıyık, U., & Akkuş, O. (2011). Örüntü temelli cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 111-123.
- Palabıyık, U. & İspir, O. A. (2010). *Örüntü temelli cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi* (Tez No. 265480) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Patton, M.Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods* (3rd ed.). Sage.
- Peker, B., Küçükgençay, N., & Acar, S.(2018). Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinin, ilköğretim matematik öğretmen adaylarının öğretmenlik öz yeterliliklerine ve öğretmenlik mesleğine yönelik tutumlarına etkisi. *Human Society and Education in the Changing World*, 180-188.
- Peltier, C., Morin, K. L., Bouck, E. C., Lingo, M. E., Pulos, J. M., Scheffler, F. A., Suk, A., Mathews, L. A., Sinclair, T. E., & Deardorff, M. E. (2020). A meta-analysis of single-case research using mathematics manipulatives with students at risk or identified with a disability. *The Journal of Special Education*, 54(1). <https://doi.org/10.1177/0022466919844516>
- Perry, B., & Howard, P. (1994). Manipulatives: Constraints on construction. *Challenges in mathematics education: Constraints on construction*, 487-495.
- Piaget, J. (1965). *The child's conception of number*. W. W. Norton & Company.
- Piaget, J. (1971). *Biology and knowledge*. Chicago.
- Pirci, H. A. (2018). *Cebirsel ifadeler konusunun öğretiminde 5E öğrenme modelinin 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları üzerine etkisi* (Tez No. 507896) [Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi-Kastamonu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Pişkin, T., M., Durmuş, S., & Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.

- Radford, L. (2008). Iconicity and contraction: A semiotic investigation of forms of algebraic generalizations of patterns in different contexts. *ZDM Mathematics Education*, 40(1), 83-96. <https://doi.org/10.1007/s11858-007-0061-0>
- Ralston, N. C., Li, M., & Taylor, C. (2018). The development and initial validation of an assessment of algebraic thinking for students in the elementary grades. *Educational Assessment*, 23(3) 1-17. <https://doi.org/10.1080/10627197.2018.1483191>
- Reimer, K., & Moyer, P. S. (2005). Third graders learn about fractions using virtual manipulatives: A classroom study. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 24(1), 5-25.
- Reys, R., Reys, B., Lapan, R., Holliday, G., & Wasman, D. (2003). Assessing the impact of standards-based middle grades mathematics curriculum materials on student achievement. *Journal for Research in Mathematics Education*, 34(1), 74-95. <https://doi.org/10.2307/30034700>
- Reys, R. E. (1971). Considerations for teachers using manipulative materials. *Arithmetic Teacher*, 18, 551-558. <https://doi.org/10.5951/AT.18.8.0551>
- Rosnick, P. (1999). *Some misconceptions concerning the concept of variable*. NCTM.
- Ross, C. (2008). *The effect of mathematical manipulative materials on third grade students' participation, engagement, and academic performance* [Masters Thesis]. <https://stars.library.ucf.edu> adresinden 12.04.2022 tarihinde elde edilmiştir.
- Rossi, D. W. (2004). *Using elementary interactive science journals to encourage reflection, learning and positive attitudes toward science*. SCE 5308.
- Sadovsky, P., & Sessa, C. (2005). The didactic interaction with the procedures of peers in the transition from arithmetic to algebra: A milieu for the emergence of new questions. *Educational Studies in Mathematics*, 59, 85-112. <https://doi.org/10.1007/s10649-005-5886-2>
- Sagor, R. (2005). *The action research guidebook: A four-step process for educators and school teams*. Corwin.
- Samioğlu, M., & Siniksaran, E. (2016). Embedding virtual manipulatives into middle school mathematics curriculum. *The Anthropologist*, 25(3), 207-213. <https://doi.org/10.1080/09720073.2016.11892108>
- Sarama, J., & Clements, D. H. (2009). Building blocks and cognitive building blocks. *American Journal of Play*, 1(3), 313-337.
- Saraswati, S. (2016). Supporting students' understanding of linear equations with one variable using algebra tiles. *Journal on Mathematics Education*, 7(1), 21-32. <https://doi.org/10.22342/jme.7.1.2814.19-30>
- Sarı, U., & Bakır-Güven, G., (2013). Etkileşimli tahta destekli sorgulamaya dayalı fizik öğretiminin başarı ve motivasyona etkisi ve öğretmen adaylarının öğretime yönelik görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 7(2), 110-143.
- Sarıtaş, M. (2013). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Pegem Akademi.
- Satsangi, R., Bouck, E. C., Taber-Doughty, T., Bofferding, L., & Roberts, C. A. (2016). Comparing the effectiveness of virtual and concrete manipulatives to teach algebra to secondary students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 3(4), 240-253. <https://doi.org/10.1177/0731948716649754>

- Satsangi, R., Hammer, R., & Evmenova, A. S. (2018). Teaching multistep equations with virtual manipulatives to secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities Research & Practice*, 33(2), 99-111. <https://doi.org/10.1111/ldrp.12166>
- Sfard, A. (1995). The development of algebra, historical and psychological perspectives. *Journal of Mathematical Behavior*, 14(1), 15-39. [https://doi.org/10.1016/0732-3123\(95\)90022-5](https://doi.org/10.1016/0732-3123(95)90022-5)
- Sfard, A. & Linchevski, L. (1994). The gains and pitfalls of reification-the case of algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 191-228. <https://doi.org/10.1007/BF01273663>
- Sharp, J. M. (1995). *Results of using algebra tiles as meaningful representations of algebra concepts*. <http://www.eric.ed.gov/>.
- Skemp, R. R. (1987). *The psychology of learning mathematics*. Hillsdale.
- Smaldino, S. E., Lowther, D. L., Russell, J. D., & Mims, C. (2008). *Instructional technology and media for learning*.
- Singletary, L. M. (2012). *Mathematical connections made in practice: An examination of teachers' belief and practices academic performance* [Doctoral dissertation-University of Georgia].
- Sitrava, R. T. (2017). Matematik öğretmeni adaylarının cebirsel ifadelere ve denklemlere ilişkin kavram imajları. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 6(2), 249-268.
- Somekh, B. (2006). *Action research: A methodology for change and development*. Open University Press.
- Sowell, E. (1989). Effects of manipulative materials in mathematics instruction. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(5), 498-505. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.20.5.0498>
- Speer, W. (2009). Virtual manipulatives: Potential instructional hazards and possible design-based solutions. In *epiSTEME-3: International conference to review research in science, technology, and mathematics education* (162-167).
- Spyros, P., Georgios, S., Konstantinos, K. T., & Konstantinos, G. (2021). The effect of 3d printing technology on primary school students' content knowledge, anxiety and interest toward science. *International Journal of Educational Innovation*, 3(1), 38-50.
- Stacey, K., & MacGregor, M. (1997). Ideas about symbolism that students bring to algebra. *Mathematics Teacher*, 90, 110-113. <https://doi.org/10.5951/MT.90.2.0110>
- Sfard, A. (1995). The development of algebra: Historical and psychological perspectives. *Journal of Mathematical Behavior*, 14, 15-39. [https://doi.org/10.1016/0732-3123\(95\)90022-5](https://doi.org/10.1016/0732-3123(95)90022-5)
- Stafylidou, S., & Vosniadou, S. (2004). The development of students' understanding of the numerical value of fractions. *Learning and Instruction*, 14, 503-518. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.015>
- Steele, D. F., & Johanning, D. I. (2004). A schematic-theoretic view of problem solving and development of algebraic thinking. *Educational Studies in Mathematics*, 57(1), 65-90. <https://doi.org/10.1023/B:EDUC.0000047054.90668.f9>
- Steinberg, R., Sleeman, D., & Ktorza D. (1990). Algebra students' knowledge of equivalence of equations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(2), 112-121. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.22.2.0112>

- Steinbring, H. (2020). About the nature of manipulatives, visual material and signs in learning mathematics—an epistemological perspective. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 13, 11-29.
- Stylianides, A. J., & Stylianides, G. J. (2008). Studying the implementation of tasks in classroom settings: High-level mathematics tasks embedded in “real-life” contexts. *Teaching and Teacher Education*, 24, 859-875. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2007.11.015>
- Suh, J. (2005). *Third graders' mathematics achievement and representation preference using virtual and physical manipulatives for adding fractions and balancing equations*. George Mason University.
- Such, J., & Moyer-Packenham, P. (2016). How affordances and constraints of physical and virtual manipulatives support the development of procedural fluency and algorithmic thinking in mathematics. *International Journal for Research in Mathematics Education*, 6(2), 245-265.
- Sutherland, R., & Rojana, T. (1993). A Spreadsheet approach to solving algebra problems. *Journal of Mathematical Behavior*, 12(4), 351-383.
- Şahin, T. (2013). *Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin 5. sınıf öğrencilerinin geometrik yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi* (Tez No. 336340) [Yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi-Bolu]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şahin, S. (2016). *Eğitimde Bilişim Teknolojileri I-II*. Pegem Akademi.
- Şahiner, F. (2018). *Ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin matematik dersi cebirsel ifadeler konusundaki kavram yanlışları* (Tez No. 512922) [Yüksek lisans tezi, Akdeniz Üniversitesi-Antalya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Şan, İ. (2013). Görselleştirmenin özdeşlik konusu erişimine etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(1), 1275-1294.
- Şandır, H., Ubuz, B., & Argün, Z. (2002, 18 Eylül). *Ortaöğretim 9. sınıf öğrencilerinin mutlak değer kavramındaki öğrenme hataları ve kavram yanlışları* [Sözlü bildiri]. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara
- Şengül, S., & Körükçü, E. (2012). Tam sayılar konusunun görsel materyal ile öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin matematik başarıları ve kalıcılık düzeylerine etkisi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(2), 489-508.
- Şensoy, Ö., & Yıldırım, H. İ. (2016). 8. sınıf fen ve teknoloji dersinde üç boyutlu görsel materyal kullanımının başarıya ve tutuma etkisinin araştırılması. *Journal of Turkish Educational Sciences*, 14(1), 81-102.
- Şimşek, A. (2012). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Eskişehir Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Şimşek, B., & Soylu, Y. (2018). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler konusunda yaptıkları hataların nedenlerinin incelenmesi. *Journal of International Social Research*, 11(59), 830-848. <https://doi.org/10.17719/jisr.2018.2693>
- Takahashi, A. (2002). *Affordances of computer-based and physical geoboards in problem-solving activities in the middle grades* (pp. 1-167). Champaign.
- Tatar, E., & Kağızmanlı, T. B. (2016). Matematik öğretmeni adaylarının dinamik bir materyali hazırlama süreçlerinin incelenmesi. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 119-142.

- Temür, T. (2022). *Sanal manipülatif kullanımının 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusuna yönelik kavram yanlışlarını gidermede rolü* (Tez No. 706891) [Yüksek lisans tezi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi-Tokat]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Thompson, P. W. (1994). Concrete materials and teaching for mathematical understanding. *Arithmetic Teacher*, 41(9), 556-558.
- Thornton, G. J. (1995). Algebra tiles and learning styles [Master's thesis, University of Simon Fraser-Harare]. <https://summit.sfu.ca/item/6699>
- Toptaş, V., Çelik, S., & Karaca, E. T. (2012). Pedagogical materials use of primary grade teachers in mathematics education. *İlköğretim Online Dergisi*, 11(4), 1121-1130.
- Trends in International Mathematics and Science Study (2019). <https://timss.meb.gov.tr/>
- Tsamir, P., & Bazzini, L. (2004). Consistencies and inconsistencies in students' solutions to algebraic 'single-value' inequalities. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(6), 793-812. <https://doi.org/10.1080/00207390412331271357>
- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2012). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Pegem Akademi.
- Turgut, M., & Yenilmez, K. (2011). İlköğretimde web tabanlı matematik eğitime ilişkin lisansüstü öğrencilerin görüşleri. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 2, 121-139.
- Türk Dil Kurumu Sözlüğü. (2020). "Materyal". <https://sozluk.gov.tr/>
- Türksever, B. (2019). *Altıncı sınıfta yer alan cebir öğrenme alanına ait kazanımların öğretiminde model kullanımının öğrencilerin başarılarına ve öğrenmelerinin kalıcılığına etkisi* (Tez No. 562430) [Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi-Denizli]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ukdem, Ş. (2021). *3. sınıf kesirler konusunda somut ve sanal manipülatif destekli öğretim uygulamalarının kavrama ve motivasyona etkisi* (Tez No. 675662) [Doktora tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi-Konya]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ulaş, T., & Yenilmez, K. (2017). Analyzing the eighth grade students' formation process of the identity concept. *International e-Journal of Educational Studies*, 1(2), 103-117.
- Umay, A. (1996). Matematik eğitimi ve ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 145-149.
- Ural, A. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin bilgi iletişim teknolojisi ve psikomotor beceri kullanımlarının incelenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 6(1), 93-116.
- Usiskin, Z. (1999). Why is algebra important to learn. In B. Moses (Ed.), *Algebraic thinking, grades 9-12* (pp. 22-30). NCTM.
- Uyangör, S. M., & Ece, D. K. (2010). The attitudes of the prospective mathematics teachers towards instructional technologies and material development course. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 9(1), 213-220.
- Uysal-Koç, O., & Başer, B. (2012). Görselleştirme yaklaşımının matematikte öğrenilmiş çaresizliğe ve soyut düşünmeye etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(3), 89-108
- Uzundağ, K. (2016). *Sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatiflere ilişkin görüşleri* (Tez No. 435874) [Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi-Aydın]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.

- Uzunöz, A., Aktepe, V., & Gündüz, M. (2017). Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı dersinin, mesleki açıdan kazandırdıklarına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri: Nitel bir çalışma. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 5(3), 317-339.
- Ünal, Z. A., & İpek, A.S. (2009). Gerçekçi matematik eğitiminin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin tam sayılarla çarpma konusundaki başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 34(152), 60-70.
- Ünal, D. P., & Şen, E. Ö. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının tasarladıkları materyallerle öğretim programında yer alan değerlerin ilişkilendirilmesi. *Değerler Eğitimi Dergisi*, 17(37), 77-107. <https://doi.org/10.34234/ded.456619>
- Ünlü, M. (2017). Matematik öğretmen adaylarının matematik derslerinde öğretim materyali kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(1), 10-34.
- Ünlüer, İ. (2019). *Sekizinci sınıf öğrencilerinin özdeşlikler ve çarpanlara ayırma konusuna yönelik kavramsal ve işlemsel anlama süreçlerinin incelenmesi* (Tez No. 547369) [Yüksek lisans tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi-Eskişehir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Ünlütürk-Akçakın, H. (2016). *Geogebra destekli matematik öğretiminin ilköğretim öğrencilerinin akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisi* (Tez No. 457480) [Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Van Amerom, B. (2002). *Reinvention of early algebra: Developmental research on the transition from arithmetic to algebra* [Doctoral dissertation, University of Utrecht-The Netherlands].
- Van de Walle, J. A. (2006). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally* (6th ed.). Pearson.
- Van Dooren, W., Verschaffel, L., & Onghena, P. (2002). The impact of preservice teachers' content knowledge on their evaluation of students' strategies for solving arithmetic and algebra word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33(5), 319-351. <https://doi.org/10.2307/4149957>
- Varank, İ., & Ergün, S. S. (2009). Uygulamaya dayalı öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı becerileri ölçeği geliştirme. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 29, 173-185.
- Vintere, A. (2018). A constructivist approach to the teaching of mathematics to boost competences needed for sustainable development. *Rural Sustainability Research*, 39(334), 1-7. <https://doi.org/10.2478/plua-2018-0001>
- Vlassis, J. (2004). Making sense of the minus sign or becoming flexible in 'negativity'. *Learning and Instruction*, 14, 469-484. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2004.06.012>
- Wagner, S. (1983). What are these called variables? *The Mathematics Teacher*, 76(7), 474-478. <https://doi.org/10.5951/MT.76.7.0474>
- Wang, J., & Goldschmidt, P. (2003). Importance of middle school mathematics on high school students' mathematics achievement. *Journal of Educational Research*, 97, 3-19. <https://doi.org/10.1080/00220670309596624>
- Wang, X. (2015). The literature review of algebra learning: focusing on the contributions to students' difficulties. *Creative Education*, 6(2), 144-153. <https://doi.org/10.4236/ce.2015.62013>
- Weaver, J. H. (2004). *Matematik kaşifi* (B. Şipal, B. Akalın, Çev.). Güncel.

- Williams, S. (1997). Algebra: what students can learn. The nature and algebra in the K-14 curriculum. *In Proceedings of a National Symposium* (pp. 27-28).
- Yalın, H. İ. (1997). *Eğitim teknolojisi öğretim tasarımı*. Pegem Akademi.
- Yalın, H. İ. (2000). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Nobel.
- Yaman, U. (2019). *Kesir öğretimine yönelik geliştirilen dijital materyalin öğrencilerin öğrenme ve tutumlarına etkisi* (Tez No. 613662) [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi-İzmir]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yanpar-Şahin, T., & Yıldırım, S. (1999). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Anı.
- Yaşar, M., Çermik, H., & Güner, N. (2014). Türkiye'deki lise öğrencilerinin matematik dersine ilişkin tutumları ve bu tutumlarını etkileyen faktörler. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 47(2), 41-64.
- Yaşar, Ş. (1998). Yapısalcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8 (1-2), 68-75.
- Yazlık, D. (2018). Öğretmenlerin matematik öğretiminde somut öğretim materyali kullanımına yönelik görüşleri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 775-805. <https://doi.org/10.26466/opus.417200>
- Yenilmez, K., & Kakmacı, Ö. (2008). İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin matematikteki hazırbulunuşluk düzeyi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 16(2), 529-542.
- Yenilmez, K. & Şan, İ. (2008). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin özdeşliklerin görsel modellerini tanıma düzeyleri. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 3(3), 409-418.
- Yenilmez, K., & Teke, M. (2008). Yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(15), 229-246.
- Yetkin-Özdemir, İ. E. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde materyal kullanımına ilişkin bilişsel becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(35), 362-373.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin.
- Yıldız, B. (2012). *A case study of the use of manipulatives in upper elementary mathematics classes in a private school: Teachers' and students' views* (Tez No. 305016) [Doctoral dissertation, Middle East Technical University-Ankara]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yıldız, C., Altundağ, R., Aydın, M., & Köğce, D. (2010, Nisan). Matematik öğretiminde çoklu zekâ kuramına uygun materyal geliştirme ve uygulama. *Second International Congress of Educational Research*, WOW Kremlin Palace, Antalya.
- Yıldız, P., Çiftçi, Ş. K., Atay Mutlu, A., & Şengil Akar, Ş. (2019). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının cebirsel ifade kavramına ilişkin tanımları. 28. Uluslararası eğitim Bilimleri Kongresi, Ankara.
- Yıldız, P., Koza-Çiftçi, Ş., Şengil Akar, Ş., & Sezer, E. (2015). Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri ve değişkenleri yorumlama sürecinde yaptıkları hatalar. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 18-31.
- Yıldızhan, B., & Şengül, S. (2017). 6. sınıf öğrencilerinin harflerin anlamına yönelik kavram yanılgılarının aritmetikten cebire geçiş süreci bağlamında incelenmesi ve öğrencilerin matematik tutumları ve öz yeterlikleri ile karşılaştırılması. *The Journal of International Lingual Social and Educational Sciences*, 3(2), 249-268.

- Yılmaz, N. (2015). Cebir öğretiminde yazma etkinliklerini kullanmanın ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 357-376.
- Yılmaz, R. (2021). *Cebirsel kavram ve genellemelerinin, soyutlama sürecine uygun öğretiminin tasarımı, uygulanması ve değerlendirilmesi* (Tez No. 675575) [Doktora tezi, Uludağ Üniversitesi-Bursa]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yılmaz, A., Gökkurt, B., & Usta, N. (2016). Öğretmenlerin özdeşliklerin mantıksal çıkarımının öğretilmesine ilişkin görüşleri ve bu mantıksal çıkarımları kullanma becerileri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 5(1), 106.
- Yolcu, B., & Kurtuluş, A. (2010). 6. Sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- Yurt, E., & Sünbül, A. M. (2012). Sanal ortam ve somut nesneler kullanılarak gerçekleştirilen modellemeye dayalı etkinliklerin uzamsal düşünme ve zihinsel çevirme becerilerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 12(3), 1975-7992.
- Zwart, D., Johannes, E. H., Luit, V. , Noroozi, O., & Goei, S.L. (2017). The effects of digital learning material on students' mathematics learning in vocational education. *Cogent Education*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2017.1313581>

EKLER

EK 1. Erzurum Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden Alınan İzin Belgesi



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı



Sayı : E-88179374-100-2100342714
Konu : Uygulama İzni (Elif ALBAYRAK)

13.12.2021

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Enstitünüz doktora öğrencisi Elif ALBAYRAK'ın "Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Somut Ve Sanal Materyaller İle Öğretimi: Bir Eylem Araştırması" konulu tez çalışması ile ilgili Erzurum Valiliği İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden alınan 09.12.2021 tarih ve E-36648235-605.01-38633184 sayılı yazı ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof.Dr. Mustafa SÖZBİLİR
Rektör Yardımcısı

Ek : 9.12.2021 tarihli E-36648235-605.01-38633184 sayılı belge

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu: 44D24736233

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/atanark-universitesi-ebys>

Atatürk Üniversitesi Merkez Yerleşkesi 25240 Erzurum

Tel: +90 442 2311601

Elektronik Ağı: <http://www.atauni.edu.tr/?birim=ogrenci-isleri-daire-baskanligi>

Kep Adresi: atauni@hs01.kep.tr

Bilgi: Sevdâ TUTURGA İZCİ

Faks: +90 442 2361026

E-Posta: edaire@atauni.edu.tr





T.C.
ERZURUM VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-36648235-605.01-38633184
Konu : Uygula izni (Elif ALBAYRAK)

09.12.2021

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi: 30.11..2021 tarihli ve E.2100328002 sayılı yazınız.

İlgi yazınız gereği; Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora öğrencisi **Elif ALBAYRAK** tarafından Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN danışmanlığında; "*Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Somut ve Sanal Materyaller İle Öğretimi: Bir Eylem Araştırması*" adlı çalışmasının kabulüne ilişkin 07/12/2021 tarihli ve E.38477603 sayılı Valilik Onayı yazınız ekinde gönderilmiştir.

Bilgilerinize arz ederim.

Salih KAYGUSUZ
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek: Valilik Onayı ve Ekleri (38 sayfa)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres: Yönetim Cad. Valilik Binası Kat:4 Yakutiye/ERZURUM

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No : 0 (442) 234 48 00 /179

E-Posta: erzurummeb@meb.gov.tr

Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Unvan : Veri Hazırlama ve Kontrol İşletmeni

İnternet Adresi: arg25@meb.gov.tr

Faks: 0 (442) 2351032

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://www.turkiye.gov.tr> adresinden c5e4-5407-3103-8d46-0527 koda ile teyit edilebilir.





T.C.
ERZURUM VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-36648235-605.01-38477603
Konu : Uygula izni (Elif ALBAYRAK)

07/12/2021

VALİLİK MAKAMINA

İlgi: Atatürk Üniversitesi Rektörlüğünün 30.11..2021 tarihli ve E. 2100328002 sayılı yazısı.

İlgi yazı gereği; Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora öğrencisi Elif ALBAYRAK tarafından Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN danışmanlığında; *"Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Somut ve Sanal Materyaller İle Öğretimi: Bir Eylem Araştırması"* araştırma ve uygulama çalışması için izin talebinde bulunulmuştur.

İlgi yazı ve ekleri, Bakanlığımızın 21.01.2020 tarihli ve E.1563890 (2020/2) sayılı genelgesi çerçevesinde Komisyonumuzca incelenmiş olup; *"Araştırmaların, Eğitim Öğretim Faaliyetlerini Aksatmayacak Şekilde, gönüllülük esasıyla ve varsa veli onay belgesinin onaylatılması"* ve komisyon kararlarında belirtilen veri toplama araçlarının kullanılarak isimleri belirtilen okullarda uygulama ve anket çalışmasının yapılması, yapılan çalışmalarının sonuçlarının birer örneğinin Müdürlüğümüz, Strateji Geliştirme Şube Müdürlüğü (AR-GE Birimi)'ne gönderilmesi ve çalışmaların bir eğitim öğretim yılını kapsayacak şekilde yapılması Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Salih KAYGUSUZ
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR
İlyas ÖZTÜRK
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek: İlgi Yazı (1 adet dosya)

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Yönetim Cad. Valilik Binası Kat:4 Yakutiye ERZURUM

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ehys>

Bilgi için: H.TEMEL

Telefon No : 0 (442) 234 48 00

E-Posta: arge25@meb.gov.tr

Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Unvan : Veri Hazırlama ve Kontrol İşletmeni
İnternet Adresi: erzurummeb@meb.gov.tr Faks: 4422351032



Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evrak.sorgu.meb.gov.tr> adresinden ee7c-46df-37dc-9f21-208a kodu ile teyit edilebilir.

EK 2. Veli Onay Formu

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “Cebirsel İfadeler Ve Özdeşlikler Konusunun Somut Ve Sanal Materyaller İle Öğretimi: Bir Eylem Araştırması” adıyla, 2021-2022 eğitim öğretim döneminde yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun tasarlanan iki değişkenli somut ve sanal cebir karosu materyali ile öğretiminin yapılması.

Araştırma Uygulaması: Görüşme / Gözlem/ Başarı testi şeklindedir.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı'nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmamama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Anket çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı :Elif ALBAYRAK

İletişim bilgileri :

*Velisi bulunduğum sınıfı numaralı öğrencisi
.....'in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum.
(Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz*).*

.../.../.....

İsim-Soyisim İmza:

Veli Adı-Soyadı :

Telefon Numarası :

EK 3. Öğrenci Katılım Kabul Formu

Sayın Katılımcımız

Katılacağınız bu çalışma “Cebirsel İfadeler Ve Özdeşlikler Konusunun Somut Ve Sanal Materyaller İle Öğretimi: Bir Eylem Araştırması” adıyla, Elif ALBAYRAK tarafından 2021-2022 eğitim öğretim döneminde yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun tasarlanan iki değişkenli somut ve sanal cebir karesi materyali ile öğretiminin yapılması.

Araştırmanın Nedeni: Tez çalışması

Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): Atatürk Ortaokulu

Araştırma Uygulaması: Görüşme / Gözlem/ Başarı testi şeklindedir.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı’nın ve okul/kurum yönetiminin izni ile gerçekleştirilmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çalışmada sizden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir. Veriler sadece araştırmada kullanılacak ve üçüncü kişilerle paylaşılmayacaktır.

Uygulamalar, kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden rahatsız hissederseniz cevaplama işini yarıda bırakabilirsiniz.

Katılımı onaylamadan önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı : Elif ALBAYRAK

İletişim Bilgileri :

Yukarıda bilgileri bulunan araştırmaya katılmayı kabul ediyorum.

.../.../.....

İsim-Soyisim İmza:

Katılımcı Adı-Soyadı :

Telefon Numarası:

EK 4.CiÖBT1 (Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Başarı Testi 1)

1) $a + 1 + a - a + 2 + 5$ İfadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $3a$ B) 8 C) $a+8$ D) $3a+8$

2)

	1. Kutu	2. Kutu	3. Kutu	4. Kutu	5. Kutu	6. Kutu
BAŞLANGIÇ NOKTASI →	$2x-3$	$x+5$	x	$3-x$	$3x+1$	$x-2$

Zeynep'in oynadığı oyununun kuralları aşağıda verilmiştir;

- 1- Oyun 2 tur oynanmaktadır ve her tur başlangıç noktasından başlamaktadır.
- 2- Birinci turda her kutuya basarak, ikinci turda çift sayı ile numaralandırılmış kutulara basarak ilerlenir.
- 3- Oyuncu üzerine bastığı kutunun içindeki sayı kadar puan kazanır.
- 4- Oyuncu kutular arasındaki çizgiye her bastığında $(x-3)$ puan kaybeder. Zeynep oyun sırasında 1 defa çizgiye basmıştır.

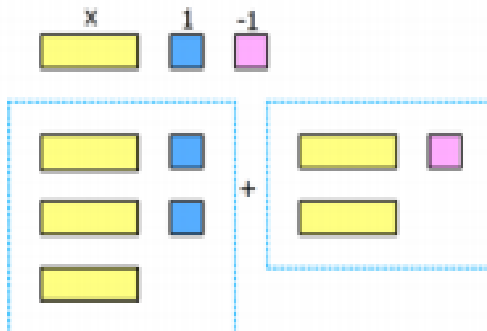
Zeynep'in bu oyun sonundaki puanını gösteren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $7x + 9$ B) $7x + 13$ C) $9x + 7$ D) $9x + 11$

3) Murat $3x-2$ yaşında, babası ise Murat'tan $2x+3$ yaş daha büyüktür. Buna göre, Murat ile babasının yaşları toplamını veren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

- A) $5x+1$ B) $5x+5$ C) $8x-1$ D) $7x-1$

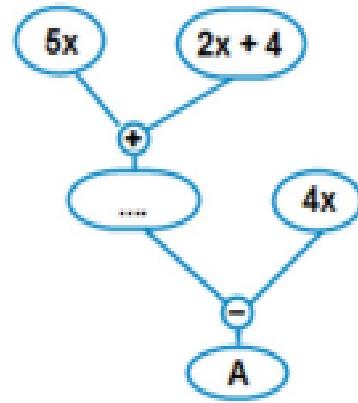
4)



Yukarıda modellenen toplama işleminin sonucu aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $5x+1$ B) $5x-1$ C) $x+3$ D) $x+1$

5)



Yanda verilen işlem ağacına göre A yerine gelecek cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $11x + 4$
- B) $11x - 4$
- C) $3x - 4$
- D) $3x + 4$

6) $4 \cdot (2x+3)$

İşleminin sonucu aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $4x+4$
- B) $8x + 8$
- C) $8x+12$
- D) $4x+12$

7) $2 \cdot (x-5) + 3 \cdot (2x+4)$

İfadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $8x+22$
- B) $5x-1$
- C) $2x+8$
- D) $8x+2$

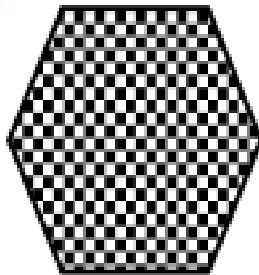
8)



Emin kumbarasına her gün $(2y-3)$ lira para atmaktadır. Buna göre bir hafta sonra kumbarasında biriken paranın cebirsel ifadesi ne olur?

- A) $7y-21$
- B) $14-21y$
- C) $21y+14$
- D) $14y-21$

9)



Yanda verilen düzgün altıgenin bir kenar uzunluğu $3x-2$ birimdir. Buna göre düzgün altıgenin çevresini veren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $18x-2$
- B) $18x-12$
- C) $3x-12$
- D) $12x-18$

10) Kısa kenarı $(4x - 3)$ cm, uzun kenarı 6 cm olan dikdörtgenin alanına ait cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

A) $12x - 18$ B) $24x - 18$ C) $18x - 24$ D) $18x - 12$

11) Kuralı $(5n + 7)$ olan sayı örüntüsünün 7. Adımındaki sayı kaçtır?

A) 35 B) 42 C) 64 D) 70

12) 8, 11, 14, 17...

Yukarıda ilk dört adımı verilen örüntünün genel terimi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $3n+5$ B) $3n+3$ C) $8n+3$ D) $3n+8$

13)

1.terim	2.terim	3.terim	4.terim	5.terim
-3	-1	1	3	?

Yukarıda tabloda verilen sayılar arasında belli bir ilişki vardır. Buna göre soru işareti yerine kaç gelmelidir?

A)4 B)5 C)6 D)7

14)



Bir fidanın boyu dikildiğinde 25cm dir. Fidanın boyu her yıl 22cm uzamaktadır. Buna göre kaç yıl sonra boyu 113 cm olur?

A) 3 B) 4 C) 5 D) 6

15) 7.terimi 27 ve 11.terimi 43 olan örüntünün genel terimi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $2n+5$ B) $3n-6$ C) $3n+6$ D) $4n-1$

EK 5.CİÖBT2 (Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Başarı Testi 2)

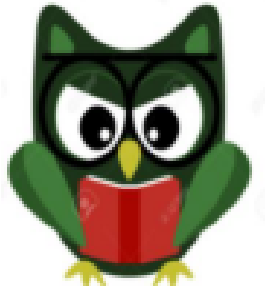
1) $6x^2y-3y+5$ cebirsel ifadesinin kaç değişkeni vardır?

A)1 B)2 C)3 D)4

2) $-11z^2-13y^3+7x^2-7$ ifadesinin sabit terimi kaçtır?

A)-13 B) -11 C)-7 D)7

3)



Aşağıdakilerden hangisi a^2b^2 ifadesinin farklı gösterilişi değildir?

A) $a \cdot a \cdot b \cdot b$

B) $a \cdot b^2 \cdot a$

C) $b \cdot a \cdot b \cdot a$

D) $a \cdot 2 \cdot b \cdot 2$

4) Aşağıdaki ifadelerden hangisi 3 terimlidir?

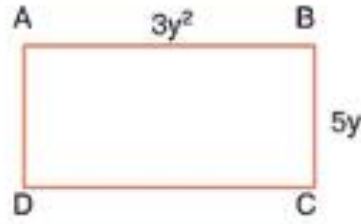
A) $9ab$ B)3 C) $-a^2+b-3$ D) $5-3x$

5) m bir tam sayı olmak üzere,

$(2x-4).(x+m)$ işleminin sonucunda katsayılar toplamı -12 olduğuna göre m kaçtır?

A)-12 B)-5 C)5 D)12

6)



Şekilde santimetre cinsinden kenar uzunlukları verilen ABCD dikdörtgeninin alanı kaç santimetrekaredir?

- A) $8y^3$ B) $15y^2$ C) $15y^3$ D) $8y^2$

7)

x^2	x^2	x^2	$-x$	$-x$
x	x	x	-1	-1
x	x	x	-1	-1
x	x	x	-1	-1

Cebir karoları ile modellenen çarpma işlemi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $(2x - 2) \cdot (x + 3)$ B) $(3x - 2) \cdot (x + 3)$
 C) $(2x + 2) \cdot (x + 3)$ D) $(3x + 2) \cdot (x + 2)$

8) $(3a+2) \cdot 4a$ cebirsel ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $12a^2+8$ B) $12a^2+8a$ C) $12a^2-8$ D) $12a^2-8a$

9)

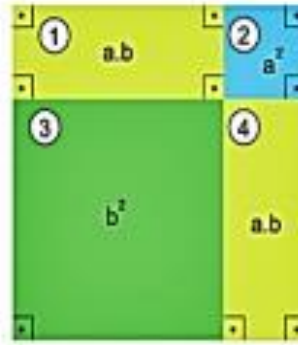


Arif, her gün $3x-1$ tane soru çözüyor.

$x + 2$ gün çözdüğü soruların $7x$ tanesi yanlış olduğuna göre, Arif'in doğru çözdüğü soru sayısını veren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $3x^2+2x+2$ B) $3x^2+5x-2$
 C) $3x^2-2x-2$ D) $3x^2+12x-2$

10)



Yukarıdaki karesel karton parçası içine alanları yazılı olan 2 adet dikdörtgen ve 2 adet kare kartonun birleştirilmesi ile oluşturulmuştur.

Buna göre bu karesel kartondan numaralı parçalardan herhangi biri veya ikisi çıkarıldığında geride kalan parçanın alanı aşağıdakilerden hangisi olamaz?

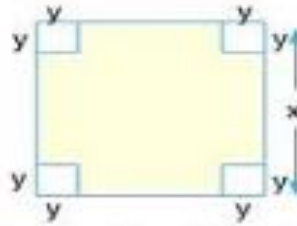
A) $a.(a+b)$

B) $b.(a+b)$

C) $(a+b).(a-b)$

D) $(a+b)^2 - 2ab$

11)



Yukarıda kenar uzunluğu x birim olan kare şeklindeki bir kartonun köşelerinden kenar uzunlukları y birim olan 4 eş kare, şekildaki gibi kesilip atılıyor. Buna göre, kartonun kalan kısmının alanı birim kare cinsinden aşağıdakilerden hangisine eşit olur?

A) $(x - 4y).(x + 4y)$

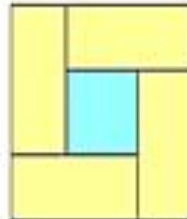
B) $(x - 2y)^2$

C) $(x - 4y)^2$

D) $(x - 2y).(x + 2y)$

12)

Aşağıda uzun kenarı x birim, kısa kenarı 3 birim olan sarı renkli dikdörtgen parçalarından 4 tanesi ile kare şekil oluşturuluyor.



Buna göre bu oluşturulan bu şekil içindeki mavi bölgenin alanını birimkare cinsinden veren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

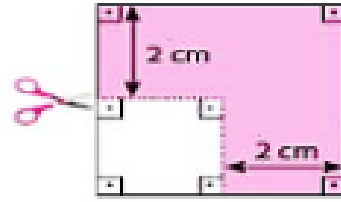
A) $x^2 - 9$

B) $x^2 - 6x$

C) $x^2 - 6x + 9$

D) $x^2 + 6x + 9$

13)



Kenar uzunlukları y cm olan karesel bir bölgeden şekildeki gibi karesel bir parça kesiliyor.

Buna göre, kesilerek elde edilen yeni karesel bölgenin alanını santimetrekare cinsinden ifade eden cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

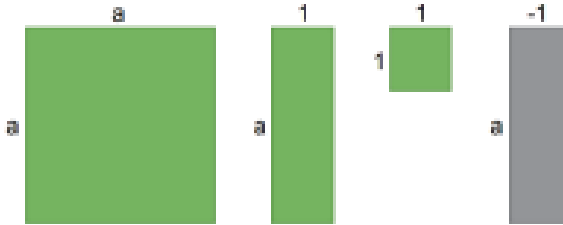
A) $-y^2 + 4y - 4$

B) $y^2 + 4y - 4$

C) $y^2 - 4y - 4$

D) $y^2 - 4y + 4$

14)



Yanda gösterilen ve yeterli sayıda bulunan şekillerin kullanılmasıyla aşağıdaki özdeşliklerden hangisi modellenemez?

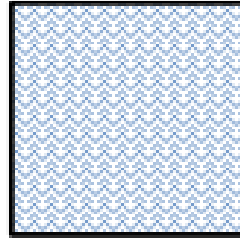
A) $(a + 1)^2$

B) $(a + 2) \cdot (a + 1)$

C) $(a + 1) \cdot (a - 1)$

D) $(a - 1)^2$

15)



Bir karesel bölgenin bir kenarı x br'dir. Bölgenin her bir kenar uzunluğu y br azaltılırsa yeni oluşan bölgenin alanını belirten özdeşlik aşağıdakilerden hangisidir?

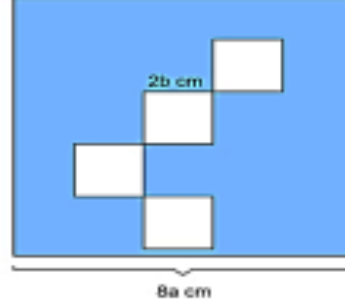
A) $x^2 - y^2$ B) $x^2 + y^2$ C) $x^2 - 2xy + y^2$ D) $x^2 + 2xy + y^2$

16) $169 - a^2$ ifadesinin çarpanlarına ayrılmış aşağıdakilerden hangisidir?

A) $(a-13)(a+13)$ B) $(13-a)(13+a)$

C) $(13-a)^2$ D) $(13+a)(13+a)$

17)



Kenar uzunluğu $8a$ cm olan mavi renkli kareden kenar uzunluğu $2b$ cm'ye eşit olan beyaz renkli dört tane eş kare kesilerek atılıyor. Daha sonra geriye kalan mavi renkli parçanın santimetrekare cinsinden bir yüzünün alanı hesaplanıyor.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi bu alana karşılık gelen cebirsel ifadenin bir çarpanı değildir?

A) $8a + 4b$

B) $8a - 4b$

C) $2a - b$

D) $2a - 4$

18) $3x+18y-9$ ifadesinin özdeşi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $3 \cdot (x - 3y + 6)$

B) $3 \cdot (x + 6y - 3)$

C) $3 \cdot (x - 3y - 6)$

D) $3 \cdot (x + 6y - 2)$

19)



Yukarıda verilen sabit hızla hareket eden iki araç arasındaki mesafe $9x^2$ dir. Araçlar arasındaki mesafe 1 sn sonra y kadar azalıyorsa, y saniye sonra aralarındaki mesafeyi veren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

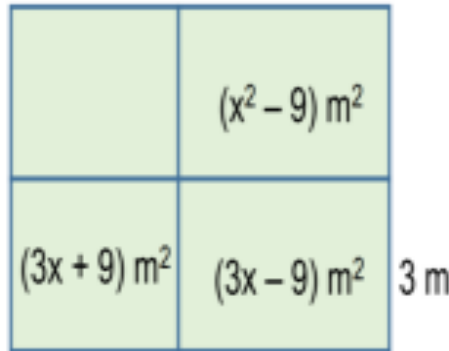
A) $(3x-3)(3y+3)$

B) $(3x-y)(3y+3)$

C) $(3x-y)(3x+y)$

D) $(3x-y)(3x-y)$

20)



Ali Bey, dikdörtgen şeklindeki tarlasını 4 parçaya bölerek domates, fasulye, patates ve mısır ekecektir.

Domates ekilecek alan $(x^2 - 9) m^2$

Fasulye ekilecek alan $(3x + 9) m^2$

Patates ekilecek alan $(3x - 9) m^2$ ve kenarlarından birinin uzunluğu 3 m'dir.

Buna göre mısır ekilecek alanını veren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

A) $x^2 + 9$

B) $x^2 + 6x + 9$

C) $x^2 - 6x + 9$

D) $x^2 - 9$

Ek 6. İki Değişkenli Cebir Karosu Materyali ve Öğretim Süreci İle İlgili Öğrenci Gözlem Formu

Sevgili Öğrenciler, bu gözlemin amacı, 8.sınıf matematik dersi cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda iki değişkenli cebir karosu materyalinin uygulanması sürecini araştırmaktır. Çalışmaya gönüllü olarak katıldığınız ve gözleme izin verdiğiniz için teşekkür ederim. Gözlem maddeleri dışında gerekirse not tutulacaktır.

Gözlem tarihi, saati, yeri:

Gözlem süresi:

Gözlemlenen kazanım:

Soru no	Gözlem formu maddeleri	Hiçbir zaman	Nadiren	Sıklıkla	Dalma	Açıklama
1.	Materyal öğrencilerin ilgisini çeker.					
2.	Öğrenciler derse etkin katılır.					
3.	Öğrenciler dersi dikkatle dinler.					
4.	Öğrenciler materyali kolaylıkla kullanabilir.					
5.	Öğrenciler materyali kullanırken karşılaşılan problemleri çözebilir.					
6.	Öğrenciler materyali kullanırken bir problem olup olmadığını öğretmene sorar.					
7.	Öğrenciler bir materyali kullanırken bir problem olup olmadığını arkadaşına sorar.					
8.	Öğrenciler materyali uygularken nasıl düşündüğünü arkadaşlarına açıklayabilir.					
9.	Öğrenciler materyali kullanırken doğru sonuca ulaşır.					
10	Yukarıdaki maddeler dışında öğrencilerin performansında gözlemleriniz varsa yazınız.					

Ek 7. Öğrenci Günlükleri Taslak Form

❖ **Bugünkü konuyu öğrenirken neler hissettiniz?**

❖ **Bugünkü uygulamada en çok neleri beğendiniz?**

❖ **Bugün öğrendiklerinizi günlük hayatla nasıl ilişkilendirebilirsiniz?**

❖ **Bugün öğrendiklerinizden kendinize 100 üzerinden bir not verseniz kaç**

verirsiniz? Neden?

❖ **Bugünkü uygulamada en çok neleri beğenmediniz?**

❖ **Uygulamanın hangi aşamasını anlamakta zorlandınız?**

❖ **Uygulama ile ilgili ifade etmek istediğiniz farklı düşünceleriniz var mı? Var ise**

paylaşıңыз.

EK 8. Cebirsel İfadeler ve Özdeşlikler Konusunun Öğretiminde Karşılaşılan Sorunlar ile İlgili Öğretmen Görüşme Formu

Araştırma Sorusu Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde yaşanan sorunlar nelerdir?

Tarih ve Saat:

Merhaba, ben Elif ALBAYRAK, Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora öğrencisiyim. Bu görüşme ile cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde karşılaşılan sorunları tespit etmeye çalışıyorum. Sizinle bu konuyla ilgili konuşmak istiyorum. Sizden istediğim aşağıdaki soruları içtenlikle yanıtlamanızdır. Araştırma sonucunda elde edilen verilerin, cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretimi ile ilgili çalışmalara katkıda bulunması beklenmektedir. Görüşme sürecinde vereceğiniz bilgilerin tümü gizli kalacaktır. Görüşmeye başlamadan önce bu söylemlerle ilgili belirtmek istediğiniz bir düşünce veya sormak istediğiniz bir soru var mı? Görüşmeyi kaydetmemizde bir sakınca yoksa izninizle kaydetmek istiyorum. Bu görüşmenin yaklaşık 10 dakika süreceğini tahmin ediyorum. İzin verirseniz sorulara başlamak istiyorum.

Demografik sorular:

- 1) En son mezun olduğunuz okul/bölüm belirtiniz.
- 2) İlköğretim matematik öğretmenini olarak çalıştığınız hizmet süreniz nedir?

Görüşme Soruları:

- 1) Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde materyallerden faydalanılması hakkındaki düşünceleriniz nelerdir? Sebepleri ile açıklayınız?
- 2) Dersi işlerken gerçek hayatla anlattığınız konu arasında bağlantı kurmaya çalışır mısınız? Bir örnek verir misiniz?
- 3) Cebir karesi modelini daha önce duydunuz mu?
 - Eğer duydusanız size göre
 - Cebir karesi modeli ne demektir?
- 4) Derslerinizde cebir karesi modelini kullanıyor musunuz?
 - Cevabınız evet ise;
 - Somut materyal olarak mı veya sanal materyal olarak mı kullanıyorsunuz?
 - ◆ Somut cebir karesi kullanıyorsanız sebebini açıklayınız?

- ◆ Sanal cebir karosu kullanıyorsanız sebebini açıklayınız?
- Cebir karosu materyalini kullanım amaçlarınız nelerdir?
- Cebir karosu materyalini uygularken eğer varsa ne gibi güçlükler ile karşılaşmaktasınız?
- Cevabınız hayır ise;
 - Cebir karosu modelini derslerinizde kullanmamanızın sebepleri nelerdir?
- 5) Ders kitabında cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda cebir karosu modeline yer verilmesinin yeterliliği hakkında ne düşünüyorsunuz?
- 6) Özdeşlikleri anlatırken model kullanıyor musunuz?

Eğer kullanıyorsanız:

- İki terimin farkı özdeşliğinin anlatımında ders kitabında verilen bir kenarı a birim olan kareden bir kenarı b birim olan kare ve b ile $(a-b)$ boyutlarında iki dikdörtgenin alanlarının çıkarılması ile özdeşliğin elde edilmesinde öğrencilerin zorlandığını düşünüyor musunuz?
 - Düşünüyorsanız bu zorluğu aşmak için ne yapılabilir?
- İki kare farkı özdeşliğinin anlatımında ders kitabında verilen bir kenarı a birim olan kareden bir kenarı b birim olan karenin çıkarılması sonucu kalan parçaların alan taşıma işlemi ile gösterilmesinde öğrencilerin zorlandığını düşünüyor musunuz?
 - Düşünüyorsanız bu zorluğu aşmak için ne yapılabilir?

Eğer kullanmıyorsanız neden kullanmıyorsunuz, açıklayınız?

- 7) Bu konuda belirtmek istediğiniz başka görüş ve önerileriniz var mı?

EK 9. İki Değişkenli Cebir Karosu Materyali ve Öğretim Süreci ile İlgili Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu

Cinsiyeti: Kız () Erkek ()

Sevgili Öğrenciler, Bu araştırma, 8.sınıf matematik dersi cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunda iki değişkenli cebir karosu materyali kullanımına yönelik görüşlerinizi almak amacıyla gerçekleştirilmektedir. Görüşme kayıtları yalnızca bu araştırma için kullanılacak ve isminiz gizli tutulacaktır. Görüşmeye katılıp katılmamak sizin isteğinize bağlıdır. Görüşmeyi kaydetmemizde bir sakınca yoksa izninizle kaydetmek istiyorum. Bu görüşmenin yaklaşık 15 dakika süreceğini tahmin ediyorum. İznin verirsiniz sorulara başlamak istiyorum. Görüşmeye başlamadan önce bu söylemlerle ilgili belirtmek istediğiniz bir düşünce veya sormak istediğiniz bir soru var mı? Katılımınız için teşekkür ederim.

1. Okulda öğrendiğiniz matematik konuları ile günlük hayatınız arasında bağlantılar kurabiliyor musunuz? Açıklayınız.

Alternatif soru: Günlük hayatınızda karşılaştığınız olaylar ile matematik dersinde öğrendiğiniz konular arasında bağlantı kurabiliyor musunuz? Eğer kurabiliyorsanız bir örnek verir misiniz?

2. Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler konusunun öğretiminde kullanılan materyal;
Derse olan ilginizi nasıl etkiledi?
Derse katılımınızı nasıl etkiledi?
 - Olumlu etkilediyse nedenini açıklayınız?
 - Olumsuz etkilediyse nedenini açıklayınız?
3. Kullanılan materyal öğrendiklerinizin kalıcılığını nasıl etkiledi? Sebepleriyle birlikte açıklayınız?
4. İki değişkenli cebir karosu materyali matematik dersine karşı tutumunuzu ne yönde değiştirdi? Nedenleriyle birlikte açıklayınız?
5. İki değişkenli cebir karosu materyali ile matematik öğretimi sürecinde materyalin özelliklerini anlamakta zorlandınız mı?
 - Cevabınız evet ise hangi hususlarda zorlandığınızı nedenleriyle birlikte ifade eder misiniz?
6. İki değişkenli cebir karosu materyali ile matematik öğretimi sürecinde materyali kullanmakta zorlandınız mı?
 - Cevabınız evet ise hangi hususlarda zorlandığınızı nedenleriyle birlikte ifade eder misiniz?
7. İki değişkenli cebir karosu materyalinin soyut kavramların somutlaştırılmasında yardımcı olup olmadığına yönelik görüşlerinizi gerekçelerinizle beraber açıklayınız?
Alternatif soru: Kullanılan materyalin, soyut kavramlardan oluşan matematiğin somutlaştırılmasına yardımcı olup olmadığına ilişkin görüşlerinizi gerekçelerinizle beraber açıklayınız?
8. İki değişkenli cebir karosu materyali ile çalışmanızın size ne gibi faydaları oldu? Açıklayınız.
9. İki değişkenli cebir karosu materyali ile gerçekleştirilen öğretim ile diğer matematik konularının öğretimi arasında nasıl bir farklılık vardır? Gerekçeleriyle açıklayınız?
10. Bu tür materyallere diğer matematik konularının öğretiminde de yer verilmesi konusunda ne düşünüyorsunuz? Açıklayınız?
11. İki değişkenli cebir karosu materyalinin öğrenmenizde daha faydalı olabilmesi için neler önerirsiniz? Gerekçelerinizle birlikte açıklayınız?

EK 10.Çalışma Kağıdı Örneği

ÇALIŞMA KAĞIDI 1-2

1) $2x^2 - 5y + 2$

Terim sayısı:
Terimler:
Değişkenler:
Sabit terim:
Katsayılar:
Katsayılar toplamı:

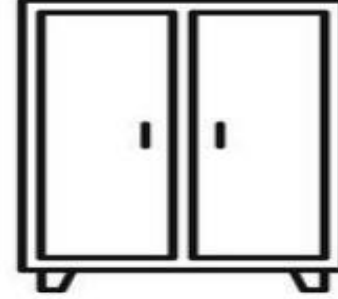
2) Alanı $40x^2y^2$ olan dikdörtgen şeklinde bir kapının kenar uzunlukları neler olabilir?



Örnek çözüm: $5x^2 \cdot 8y^2$

.....
.....
.....
.....
.....

3)



Yandaki dolabın bir kenar uzunluğu x , öteki kenar uzunluğu $2x-1$ ise bu dolabın yüzeyinin alanını veren cebirsel ifadeyi bulunuz.

4)



Bir sinema salonunda $(x+1)$ tane sıra ve her sırada da $(x-2)$ tane koltuk olduğuna göre bu sinema salonunda kaç tane koltuk vardır?

Ek 11. Öğrenci Günlüklerinden Örnekler (Öğrenciler İsim Verilmeden Numaralandırılmıştır).

C6

30 Aralık 19.53
perşembe

Bu gün yeni konuya geçtik yeni hocamız geldi. İlk başta birşeyler anlamadım yeni materyallerin ismi biraz zayıp geldi sonra anladım. yeni konuyu öğrenirken çok eğlendim. materyallerle soru çözmeys çok beğendim bugünkü uygulamada beğenmediğim birşey olmadı öğrendiklerim kendime puan verişsem 80 verirdim çünkü ilk başta biraz zorlandım sonra anlamaya başladım. uygulamanın materyallerin isimlerini söylemekten biraz zorlandım çünkü isimleri birbirine karıştırdım. sonradan materyallerin isimlerini anladım.

C5

~~Yazma~~
Eren YALMAZ 30/12/2021

Sevgili Gönülçen:

Bugün Gönülçen perşembe. Bugün hiç bitmediğimiz şeyler yaptık ve bu çok eğlenceli geçti. Etkinlikler yaptık fakat yaptığımız etkinlikte kızların neredede sıkıntı yaşadım ama yine de iyi geçti. Gönülçenle bitirdim çünkü güzel haber oldu. Görüşmek üzere 😊

C10

~~NAZILCAN TUVER~~ 81B 30/12/2021

Sevgili Günlük bugünkü derste çok eğlendik derste yeni şeyler öğrendim materyallerle işlem yaptık bu işlemleri yaparken kendimi testettim bu konuyu anladığımı düşünüyorum bugün öğrendiklerime 85 veriyorum çünkü bazı şeyleri karıştırdım. bu derste işlemler yaparken kendimi çok mutlu hissettim dersteki her şeyi çok sevdim bu dersteki şeyleri normal hayatta x bulunamayan insanlar olarak düşünüyüm. ilk defa böyle bir uygulamaya katıldığım için kendimi biraz garip hissettim Ama yine de güzel bir ders oldu. Bu uygulamada en çok materyalleri beğendim. Bu uygulamada materyallerin isimlerini öğrenmekte zorluk çektim ama sonra anladım bu dersin 3 hafta olmasına üzuldüm çünkü 6-7 hafta olsaydı daha çok zaman geçirdik ama olsun bu deneyimi yaşamak benim için çok hoş bir şeydi. Bu güzel ders için teşekkürler.

C11

2021 30 ARALIK PERŞEMBE

Sevgili Günlük bugün dersimize farklı bir hoca girdi. Derste konuyu anladım. Ama çok fazla isim vardıye önce cebirsel ifadeleri öğrendik. Çok zor bir konuymuş anladığımı kadarıyla ama yaşadığım deneyim. Bana öğrettiki matematiğin zor konularını da daha öğrencilerin anlayabileceği güzel bir şekilde anlatılıyormuş. Öncelikle korktum ben bunları nasıl ezberliycem aklım da tutacağını diye endişelendim. Hoca sorunca ama bildim. Sonra dedim ki mantığımı yürütmeliyim. Ve anladım yapabildim. En çok beğendiğim şey bizleri düşünür en kolay şekilde anlatmayı düşünmesi. Günlük hayattada bir bilinmeyen oluyar bizim bilmemizi istiyor. Aynı cebirsel ifadedeki gibi 100 üzerinden kendim 100 çünkü anlıyorum yapabileceğime inanıyorum. Önce zorlansamda yapabilirim. Dersteki her şeyi beğendim. Zorlandığım yön önce nefsi bana karşıtı. Geldi. Ama arkadaşım ve bugünkü hoca sayesinde anladım.

C21

30/12/2021

Sevgi Gölük;

Bugün okulda matematik dersi için uygulamaya üzerinde ders
işledik çok eğlenceli ve öğreticiydi.

Konuyu işlerken kendimi harika hissediyordum çünkü konuyu
öğrenmiştim. Uygulamada en çok renkleri ve bilmeleri beğendim.
Günlük hayatla herhangi bir bağ kuramadım. Bugün kendime 100
üzerinden 25 verdim. Çünkü derste çok aktif değildim.

Uygulamada kelimelerin üzerindeki ifadeleri anlamakta zorlandım.
Uygulama güzel eğlenceli öğretici ve harika idi.

C16

30.12.2021

Bu gün okulda matematik dersimize yeni bir öğretmen geldi. Çok güzel
ve anlayabileceğim şekilde dersi anlattı. Konuyu öğrenirken uygulamaya
üzerinden öğrenmemiz çok iyi oldu çünkü şekillerle öğrenmek daha
çok ilgimi çekti. Sadece ilk başta kelimeleri anlamakta zorluk çekmiştik
ama onları da anladım. Bu gün öğrendiklerimi günlük hayatla gördüğüm
dikdörtgen ve kare parçalarıyla ilişkilendiriyorum. Kendime bu gün
öğrendiklerimden 100 üzerinden 50 verdim çünkü ilk başta kelimeleri
anlamakta zorluk çekmiştik. Bu günkü uygulamada en çok bolca
alıştırma olmasını ve kelimelerin ne olduğunu unutmamak diye üstten
kelimeleri tekrardan görme imkanımızın olmasını beğendim.

C20

30.12

♥ $\frac{x}{x}$

Sergili Günü! Bugün yeni bir hocamızla cebirsel ifadeleri meteryollerle işledik. Bugünkü konu çok güzel eğlenceliydi meteryollerle anlatıldı. İcin konu çok güzeldi Bugün işlediğimiz konu günlük hayatta en çok ticaret işlerinde ve hesap yaparak tiren işlerde kullanılır. Ben katılıma 100 üzerinden 85 veriyorum. Ben güzel peçetisi için sevmedim bir konu yok kutucuk yerleştirmede zorlanıyorum

C21

30-12-2021

Sergili Günü!

Bugün matematik dersinde yeni bir konuya geçtik. Konuda cebirsel ifadelerdi. Aslında geçen seneden bu konuyu biraz biliyordum ama yeni gelen öğretmenimiz tekrar anlattı ve konuyu hatırladım. Cebirsel ifadeleri işlerken baştan bizi korkutmuştu ama sonradan konuyu çok sevdim, bence çok eğlenceli. Bu konuda en çok cebirsel ifadelerle yaptıklarımızın eğlenceliydi. Etkinlikler günlük hayattaki gibi bazen halı, tablo, masa gibi sorular çıkıyor. Siten öyle sorular daha eğlenceli bence. İlk başta Terim ve benzer terimi bulurken başta bizi zorlanmıştım ama soru çöze çöze alıştım. Kendime bugünkü öğrendiklerimden 400 üzerinde puan versem %89 verirdim. Günün Biraz zor oluyor hesaplama falan ama burada soru çöze çöze alışacağım inşallah.

31.12.2021

Sergili G nl  

Bugün yine matematik dersinde cebirsel ifade konusunu i ledik. Ders hem çok güzel hem de çok çabuk geçti. Soru   zd k tahtadan. Cebir kollarla çok güzel di sorular. Bu   rendiklerimizi ille başta çok anlamamı tım ama sonradan anladım kendime 100 üzerinden puan versen %90 hatta belki %95 veririm. Zorlandığım bir konu yoktu.

En e lenceliside cebir kollarla soru   zmeldi. Sorularda halı, tablo, masa gibi e larla da soruluyor. Ama benzer ke  de çok eğlenceli ve   retmenimizde çok güzel anlatıyor.

07.01.2022

Sergili G nl  

Bugün okulda cebirsel ifadeleri i ledik. Bu konu çok eğlenceli heyecan verici biraz mantık tarzı bir konudur. Bugün 7. sınıfta tekrarlanıyor olduk. Ama b zı se leri unut. Benim, tekrar etmemiş olsa bile yapabilirdim. Ve   retmenimiz uygulama sırasında sorular   t rdi. Gercekte çok güzeldi çok güzel sorular vardı. Uygulamada bir kaç yeleştirme soruları vardı oralarda biraz zorladım ama konunun çözmesi çok g dince anladım. Dedğim gibi çok eğlenceli sorular heyecan verici kolaylıkla yapabildim. Bugünlük bu kadar. Sıra g r    .

13 Ocak perşembe 2022
18.04

Bugün çok güzeldi yine ilk başta anlamadım sonra anladım. bugün hoca bize sorular sorulu öyle arasında ondan önceki ders hoca bize test verdi onu çözerek ben bir soruyu anlamadım hocaya sordum hocada yardım etti hoca anladıktan sonra anladım yaptım sonra öğretmen masina koydum öyle yani kendime puan verseydim 80 verirdim çünkü hep öbucu gibi ilk başta anlamadım sonradan anladım.

2021 Kuma 7 Ocak

Bugün ders iyiydi. Güzel Problemler çözdük. Tabi bir kısmını yaptım. Bazılarını yapamadım. Ödeçlikler konusunu iyi anladım. Bütün uygulamaları beğendim. 100 üzerinden 90 çünkü bazılarında zorlandım. Mantığı kavrayınca yapılıyor. Gözümüzde canlıyor. Ve geliyor çözümler.

13/01/2022

Sevgili günlük bu öğretmenimizle yeni bir konu isledik. Ben bu konuyu gerçekten çok sevdim. Bugün konuyu işlerken kendimi **zeki** hissettim. Bugün benim için çok **eglençli** geçti. Öğretmenimizin yine aattığı uygulamayı çok beğeniyorum. Bugün kendime bir puan vermek istiyorum ve verdiğim puan **100** çünkü bugün iyibir performans gösterdiğimi düşünüyorum. Her soruyu aöze bildim. Umarım yarında aynı performansı gösteririm. Görüşürüz.

C22

(05.01.2022)

«GÜNLÜK»

— Sevgili günlük bu hafta hocamızın (Elif Albayrak) bize öğrettiği konuyu (cebirsel ifadeleri) tekrar ettikten sonra bize yeni konumuz olan Özdeşliklere başladık hocamız (Elif Albayrak) bize cebirsel ifadeleri öğrettiği uygulamada bize yeni konumuzda o uygulamadan öğretti uygulama yine **heyecan vericiydi** hence uygulama hem hocamız için hemde bizim için güzeldi çünkü konu hem hocamız için **kolay öğreticiydi** hemde biz daha kolay öğreniyorduk. Bugün öğrendiğimiz konuyu günlük hayat olarak evde yeni bir resim qalızması görüp onu **heyecanla** yapmaya benzettim yani aalkası her zamanki gibi. Bana anladıklarınla ilgili bir **Q12** yapılsa kendine 100 üzerinden kaç verirdin? diye sorulsa kendime **90** verirdim çünkü hocamızın bize öğrettiği konu kolay öğrenilebilecek bir konuydu. Ben bugünkü uygulamada **her şeyi beğendim** çünkü hem konu kolay anlatıcı ve kolay öğrenici bir uygulamaydı, uygulamada en çok zorlandığım yer **garprazlanmasında** neyse herşey bir yana **zama** nasıl geçtiğini anladım sevgili günlük bugünkü yazacağım bu kadar... (son)

Sevgili Günlük

06/01/2022

Bugün çok değişik sorular gördüm yeni nesil sorular biraz zordu ama mantık yürütürce anlayabildim.

Sorular zorda çözemediğim için ilk önce **üstümdü** ama Elif hoca anladınca çok daha iyi anladım ayıttan müddet:)

Dyskalkiada bize öğretmek için çok iyi yanları var ayıttan çok **seviyorum**.

Yeni bir eve yerleşirken eşyaları yerleştirir ve bu aynı bizim konuya benziyor orada kaba olanı bulmak için cebirsel ifadelerle anladık

Bugün ilk zorlandığım için **85-90** verindim. (Elif hoca bugün beno baya bi ordı oldu.)

Dyskalkiada çok güzel **hence herkes kulono bilmeli**.

Görüşmek üzere...

Ben bugün matematiği diğer öğrencilere sevdirecek bir yöntem olduğunu anladım ama matematik bana göre zaten eğlenceli.

bugünkü Lebrsel ifadeler öğrenirken kendim 6 yaşında iken 9. sınıf okurken bakanın ders çalışırken yanlarına geldim ve bir konuyu gördüğümden gerçekleştiren işleri zor demiştim o zaman ki anıyı orada hatırladım bir de eğri oldum ne anı bıraktım dedim kendi kından.

bugünkü uygulamada ki beğenilerim matematiğe karşı oluyordu diye düşünüyordum ama şimdi öğrendiklerimden kendime 0/10 veriyorum zaten bazılarını biliyorum konuyu yeni başladığınız için normal yanısı.

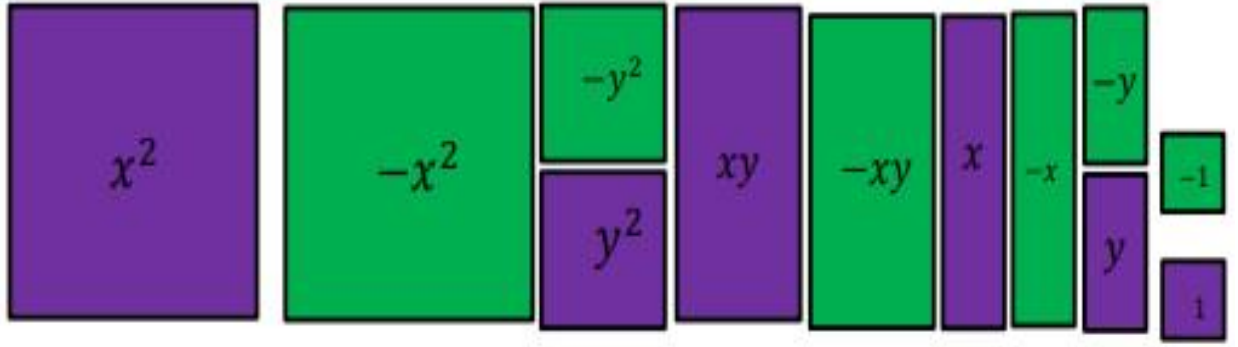
ben bu uygulamada beğenmediğim şey vardı ileriye doğru hızlı ilerleyecek sorun yok sadece 1 günlük konuyu 2 güne öğrendik.

ben biraz zorlandığım bir yer yok.

uygulama ile ilgili bütün düşüncelerim ya da eğlenceli öğrendiğim şeyleri yazıyorum.

06.01.

Ek 122. Uygulama Planı Örneği



Dersin adı: Matematik	Sınıf: 8
Öğrenme Alanı: Cebir	Alt Öğrenme Alanı: Cebirsel ifadeler ve özdeşlikler
○ Kazanım M.8.2.1.2.:	Cebirsel ifadelerin çarpımını yapar.
Kazanım açıklaması:	a) $y(3y-2)$, $(2x+3)(5x-1)$ gibi işlemler üzerinde durulur. b) Cebirsel ifadelerdeki katsayılar tam sayılardan seçilir. c) Cebirsel ifadelerle çarpma işlemini modellerle yapmaya yönelik çalışmalara yer verilir.
Uygulanacak hafta:	27 -31 Aralık
Uygulanacak ders saati:	3 ders saati
Kullanılan Öğrenme- Öğretme Yöntem Ve Teknikleri	Anlatım, Soru - cevap, Beyin Fırtınası
Kullanılan Eğitim Teknolojileri-Araç ve Gereçler	Akıllı tahta, iki değişkenli cebir karosu materyali

Etkinlik 3:



Ege çalışma odasında bulunan masanın üstünü çizilmemesi için yapışkanlı folyo ile kaplamak istiyor. Bir kenarı 2 cm diğer kenarı $2x+1$ cm olan masanın üst yüzeyi için ne kadar folyoya ihtiyaç vardır?

Sorusu ile öğrenciler çarpma işlemine yönlendirilir ve çözümü için cebir karolarından faydalanılır:

Modeli kullanırken $2x+1$ cm olan kenarı: $x+x+1$ olarak, 2 cm yi ise: $1+1$ olarak parçalayıp alan hesabı yaparak gerekli karoları belirleyip yerleştirilim ve oluşan modeldeki her parçanın alanını toplayarak masanın folyo ile kaplanacak alanını bulalım.

x	x	1
x	x	1

Örnek:



Evinin salonundaki bir duvarı duvar kağıdı ile kaplamak isteyen Selin'in duvarının bir kenarı y cm diğer kenarı $x-y$ cm ise gereken duvar kağıdı miktarını cebirsel olarak nasıl hesaplırsınız?

Cebir karoları ile çözüm gösterilir:

Kenar uzunlukları y ve x olan parçanın alanı: $y \cdot x = yx = xy$

y ve $-y$ olan parçanın alanı: $y \cdot (-y) = -y^2$ olur ve bu parçaların alanları toplanırsa: $xy - y^2$ olarak belirlenir.



Cebirsel ifadeler çarpılırken çarpmanın toplama veya çıkarma işlemi üzerine dağılım özelliğinden yararlanılır. Birinci çarpandaki terimler ikinci çarpandaki terimlerle ayrı ayrı çarpılır. Çıkan sonuçta benzer terimler toplanır veya çıkarılır.

Aşağıda verilen çarpma işlemlerini modelle gösteriniz.

- a) $-2 \cdot 2y$
- b) $3 \cdot (x + 1)$
- c) $3 \cdot (2y + 1)$
- d) $4 \cdot (y - x + 1)$
- e) $(-x + y + 2) \cdot 2$
- f) $x \cdot x$
- g) $2y \cdot y$
- h) $x \cdot (x - 3)$
- i) $y \cdot (x + 2)$

Örnek



Ayşe Hanım ördüğü kilimin bir kenarının $(x+1)$ br diğer kenarının ise $(2x-1)$ br olduğunu görüyor. Bu kilimin alanını nasıl hesaplar?

Etkinliğin çözümü için cebir karolarından faydalanalım:

$$2x-1 = x+x-1$$

$$X+1 = x+1$$

x^2	x^2	$-x$
x	x	-1

İfadeleri toplanırsa x ve $-x$ toplamı sıfır olur ve kalan parçaların toplamı:
 $2x^2+x-1$ olmuş olur.

Aşağıda verilen çarpma işlemlerini modelle gösteriniz.

- a) $(x + 2) \cdot (2x - 1)$
- b) $(3y + 2x) \cdot (y - x)$
- c) $(-x - y) \cdot (2y + x)$

2) Verilen modellere uygun çarpma işlemleri yazınız.

a)

x^2	x^2	$-x$
-------	-------	------

b)

x^2	x^2	xy
$-x$	$-x$	$-y$

c)

x^2	xy
x^2	xy
$-xy$	$-y^2$

Soru:



Bir tiyatro salonunda $(a - 1)$ tane sıra ve her sırada da $(2a + 1)$ tane koltuk olduğuna göre bu sinema salonunda kaç tane koltuk vardır?

Soru:



Dikdörtgensel bir bölgenin alanı hesaplanırken kısa kenar ve uzun kenar çarpılır.

Yandaki şekilde Fatma hanımın evinin bölümleri görülmektedir. Bölümlerin alanları aşağıda verilmiştir:
Oturma odası: x^2

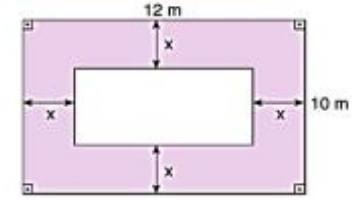
Banyo: xy

Yatak odası: y^2

Olduğuna göre mutfağın alanını veren cebirsel ifadeyi bulunuz.

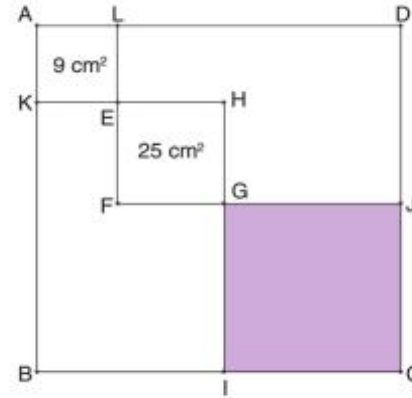


Soru



Yukarıda kenar uzunlukları verilen dikdörtgen biçimindeki bir arsanın kısa kenar uzunluğu 10 m, uzun kenar uzunluğu 12 m'dir. Bu arsanın ortasına her bir kenardan eşit x m uzaklıkta olacak şekilde bir havuz yapılacaktır. Buna göre havuzun taban alanını veren cebirsel ifadeyi yazınız.

Soru



Yanda verilen şekilde AKEL, EFGH, ICJG ve ABCD birer karedir.

$IAD I = (2x + 4)$ cm, $A(AKEL) = 9$ cm²

$A(EFGH) = 25$ cm² 'dir. Buna göre boyalı bölgenin alanı kaç cm² dir?

ÖZ GEÇMİŞ

Erzurum’da doğan Elif ALBAYRAK, ilk ve orta öğrenimini Erzurum/Merkez’de bitirdi. Lisans eğitimini Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümünde tamamlayarak 2014 yılında mezun oldu. Aynı yıl başladığı Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimini 2017 yılında tamamladı. Daha sonra 2018 yılında Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında’nda doktora eğitimine başladı. 2014 yılında MEB’de matematik öğretmeni olarak göreve başlamış çeşitli ortaokul ve liselerde çalışmıştır. Şu anda ise Erzurum İl Millî Eğitim Müdürlüğü matematik dersi kitap yazma komisyonunda görevine devam etmektedir.