



T.C.

TOKAT GAZİOSMANPAŞA ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

**SANAL MANİPÜLATİF KULLANIMININ 7. SINIF CEBİRSEL
İFADELER VE DENKLEM KONUSUNA YÖNELİK KAVRAM
YANILGILARINI GİDERMEDE ROLÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuğba TEMÜR

Danışman: Doç. Dr. Eyüp SEVİMLİ

TOKAT

Ocak, 2022

ETİK SÖZLEŞME

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. Eyüp Sevimli danışmanlığında hazırlamış olduğum “Sanal Manipülatif Kullanımının 7. Sınıf Cebirsel İfadeler ve Denklem Konusuna Yönelik Kavram Yanılgılarını Gidermede Rolü” adlı Yüksek Lisans bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

18/01/2021

Tuğba TEMÜR

TEŞEKKÜR

Lisans ve Yüksek lisans eğitimim boyunca çalışmalarında desteğini esirgemeyen, yardımlarıyla bana ışık tutan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Eyüp SEVİMLİ'ye sonsuz teşekkür ederim.

Ayrıca hayatım boyunca yol göstericim olan, Fikirlerine değer vererek her zaman yardımlarına başvurduğum ve desteklerini esirgemeyen her koşulda yanımda olan eğitimim için her fedakârlığı yapan canım babam Doç.Dr. Yusuf TEMÜR'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Daima yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

TUĞBA TEMÜR

ÖNSÖZ

Matematik hayatın birçok alanında karşımıza çıkmaktadır. Bazen günlük hayatta rutin işler sırasında, bazen de farkına varamayacağımız hassas ve önemli uygulamalarda. Bu öneminden dolayı eğitim hayatının mümkün olan en erken evrelerinde matematikle tanışmak gerekmektedir. Matematik, içerdiği konular açısından genellikle soyut kalabilmektedir. Bu soyutluk nedeniyle anlaşılabilirliği genellikle önyargılıdır; Matematik dersi ne kadar somutlaştırılır ve günlük yaşamla ilişkilendirilirse öğrenci matematik dersinde o kadar kendini güvende hisseder. Bu nedenle öğrencilerin öğrenme çağının başlangıcından sonuna kadar matematik dersleri mümkün olan en somut ve eğlenceli şekilde öğretilmelidir.

Bu çalışmada, öğrencilerin bilgiler ışığında aktif katılımını destekleyen, bilgiye kendi deneyimleri aracılığıyla ulaşmalarını sağlayan ve anlamlı öğrenmeyi hedefleyen etkinlik temelli sanal manipülatiflerle zenginleştirilmiş matematik öğretimi kullanılmıştır. Güncellenen öğretim programı (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) etkinlik temelli matematik öğretimini de desteklemektedir. Bu çalışmada, etkinlik temelli sanal manipülatif kullanımının 7. sınıf cebir öğrenme alanındaki olası güçlüklerin ve kavram yanlışlarının giderilmesinde etkinliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin cebir öğretiminde kullanılan sanal manipülatif etkinliklerinin kavram yanlışlarını gidermedeki rolünü incelemek, öğrenci başarıları ve tutumlarını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen bu araştırma altı bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde problem durumu, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, araştırmanın sayıtları, araştırmanın sınırlılıkları, tanımlar ve kısaltmalar birinci bölümde yer almaktadır.

İkinci bölümde eğitim ve teknoloji, eğitimde materyal kullanımı, somut-sanal manipülatifler ve cebir öğretimi başlıkları altında kavramsal çerçeve oluşturulmuştur.

Üçüncü bölümde yöntem, araştırma modeli, evren ve örneklem, veri toplama aracı, veri toplama ve veri analizi hakkında bilgi verilmiştir.

Dördüncü bölümde ise bulgulara yer verilmiştir.

Son bölüm olan altıncı bölümde ise sonuç, tartışma ve önerilere yer verilmiştir.

ÖZET

SANAL MANİPÜLATİF KULLANIMININ 7. SINIF CEBİRSEL İFADELER VE DENKLEM KONUSUNA YÖNELİK KAVRAM YANILGILARINI GİDERMEDE ROLÜ

Temür, Tuğba

Yüksek Lisans, Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Eyüp Sevimli

Ocak 2022, xviii+158 sayfa

Son yıllarda internetin yaygınlaşması, okulda ve okul dışı ortamlarda öğretim teknolojilerine erişimin artmasıyla birlikte matematiğin öğrenilmesi ve öğretilmesi sürecinde kullanılabilecek sanal uygulamalar artmıştır. Çevrimiçi ortamlar, matematiksel ifadelerin somutlaştırılmasını sağlayarak öğretim sürecinde öğrencilerin anlama düzeylerinin artması için farklı fırsatlar sunmaktadır. Bu ortamlarda kullanılabilecek araç ve uygulamalardan biride sanal manipülatiflerdir. Sanal manipülatiflerin matematiğin soyut kavramlarını anlama, kavramları açıklayarak yorumlama, kavramları birbirleriyle ilişkilendirme ve karşılaştıkları problemlerin çözümünde kullanma becerisinin gelişmesine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Özellikle somut işlemlerden soyut işlemlere geçiş döneminde öğrencilerin karşısına çıkan cebirsel ifadeler ve denklemler konusunda, öğrencilerin soyut düşünebilme gelişimini destekleyecek materyallere ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırmanın amacı ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin matematik dersi cebirsel ifadeler ve denklemler konusunda etkinlik temelli sanal manipülatifler ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının, öğrencilerin kavram yanılgılarını gidermedeki rolünü inceleyerek, cebir öğrenme alanına yönelik tutumları ile öğrenci başarısı üzerine etkilerini değerlendirmektedir.

Araştırmanın tasarımında ön test-son test gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. 2020-2021 eğitim-öğretim yılında Tokat il merkezinde bulunan bir devlet okulunda 7.sınıf düzeyinde öğrenim gören toplam 60 öğrenci araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır. Deney grubunda, araştırmacı tarafından geliştirilen sanal manipülatifler, öğretim programına uygun olacak şekilde cebirsel ifadeler ve denklem

konusunun anlatımında kullanılmıştır. Öğrenciler dersin içeriğinde olan her etkinliğe aktif katılım sağlamış ve öğretim süreci dört hafta boyunca etkinlik temelli sanal manipülatifler eşliğinde yürütülmüştür. Kontrol grubunda ise yapılandırmacı yaklaşım ile çevrimiçi konferans araçları üzerinden ders işlenmiştir. Veri toplama tekniği olarak test, ölçek ve görüşmelerden yararlanılmıştır. Araştırmanın verileri “Kavram Yanılgısı Belirleme Testi”, “Cebir Başarı Testi”, “Cebir Öğrenme Alanına Yönelik Tutum Ölçeği” ve “Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler” ile elde edilmiştir. Elde edilen nicel veriler SPSS 26.0 yazılımı yardımıyla bağımsız t-testi ile analiz edilmiş ve tablolara dönüştürülmüştür. Nitel veriler ise betimsel olarak analiz edilmiştir.

Çalışma sonuçları, öğretim süreci sonrasında gruplar arasında cebir başarısı ve kavram yanılgılarının giderilmesi açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğunu göstermiştir. Cebir öğrenme alanına yönelik tutumlar açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık belirlenmemiştir. Bununla birlikte deney grubunun cebir öğrenmeye yönelik ön test-son test tutumları arasında son test puanları lehine anlamlı bir farklılık görülmüştür. Nitel verilerin analizinde elde edilen sonuçlara göre sanal manipülatiflerin öğretimde kullanılmasının öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağladığı ve öğrenmenin kalıcılığına olumlu etkisi olduğu belirlenmiştir. Ayrıca sanal manipülatif etkinlikleri ile zenginleştirilerek işlenen derslerin öğrencilerin motivasyonunu arttırdığı, öğrencilerin derslerde daha aktif oldukları, dersleri ilgi çekici buldukları sonucuna ulaşılmıştır. Matematik dersi için mevcut sanal manipülatif kaynaklarının çoğunun yabancı dilde olması ve matematik program kazanımları ile uyumlu içeriklere ihtiyaç duyulmasından dolayı farklı konu ve kavramların da öğretimine katkı sağlayacak sanal manipülatif yazılımlarının geliştirilmesi önerilmiştir. Ayrıca bu çalışmada geliştirilen sanal manipülatiflerin tasarım açısından iyileştirilmesi ile öğrencilerin cebir tutumlarını olumlu açıdan etkileyecek düzenlemelere ihtiyaç duyulduğu belirtilmiştir. Bu çalışmanın sonuçları cebirsel ifadeler ve denklemler konusunun öğretilmesinde ve pekiştirilmesinde sanal manipülatiflerin öğrencilere fayda sağlayabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmanın örnekleme ve süresi daha geniş tutularak daha kapsamlı çalışmaların yapılması, öğretmen ve öğretmen adaylarının sanal manipülatiflere yönelik farkındalıklarını artıracak eğitimler ve çalışmalar yürütülmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sanal Manipülatif, Cebir, Kavram Yanılgıları, Matematik ve Teknoloji, Bilgisayar Destekli Öğretim

ABSTRACT

THE ROLE OF THE USE OF VIRTUAL MANIPULATIVES IN COVERING THE MISCONCEPTIONS ABOUT GRADE 7 ALGEBRARY EXPRESSIONS AND EQUATIONS

Temür, Tuğba

Master's Thesis, Division of Curriculum and Instruction

Advisor: Assit. Prof. Dr. Eyüp Sevimli

January 2022, xviii+158 page

In recent years, with the widespread use of the internet and the increase in access to instructional technologies in school and out-of-school environments, virtual applications that can be used in the process of learning and teaching mathematics have increased. Online environments provide different opportunities for students to increase their understanding in the teaching process by making mathematical expressions concrete. Virtual manipulatives are one of the tools and applications that can be used in these environments. It is thought that virtual manipulatives help develop the skills of understanding the abstract concepts of mathematics, explaining and interpreting the concepts, associating the concepts with each other and using them to solve the problems they encounter. There is a need for materials that will support the development of students' abstract thinking, especially in terms of algebraic expressions and equations, which are encountered by students during the transition period from concrete operations to abstract operations.

The aim of this research is to examine the role of the learning environment enriched with activity-based virtual manipulatives in mathematics lesson of 7th grade students in mathematics lesson in eliminating students' misconceptions, and evaluate the effects on their attitudes towards algebra learning field and student achievement.

In the design of the research, a quasi-experimental design with pretest-posttest groups was used. A total of 60 students studying at the 7th grade level in a public school located in the city center of Tokat in the 2020-2021 academic year constitute the study group of the research.

In the experimental group, virtual manipulatives developed by the researcher were used to explain the subject of algebraic expressions and equations in accordance with the curriculum. The students actively participated in every activity included in the course, and the teaching process was carried out with activity-based virtual manipulatives for four weeks. On the other hand, in the control group, the course was taught through online conference tools with the constructivist teaching method. Tests, scales and interviews were used as data collection techniques. The data of the research were obtained by "Misconception Test", "Algebra Achievement Test", "Attitude Scale Towards Algebra Learning Field" and "Semi-Structured Interviews". Quantitative data obtained were analyzed by independent t-test with the help of SPSS 26.0 software and turned into tables. Qualitative data were analyzed descriptively.

The results of the study showed that there was a statistically significant difference in favor of the experimental group in terms of algebra success and elimination of misconceptions between the groups after the teaching process. There was no significant difference between the groups in terms of attitudes towards the field of algebra learning. However, there was a significant difference in favor of posttest scores between the pretest-posttest attitudes of the experimental group towards learning algebra. According to the results obtained in the analysis of qualitative data, it was determined that the use of virtual manipulatives in teaching contributed to the academic success of the students and had a positive effect on the permanence of learning. In addition, it was concluded that the lessons taught by enriching with virtual manipulative activities increased the motivation of the students, the students were more active in the lessons and found the lessons interesting. Since most of the virtual manipulative resources available for the mathematics course are in foreign languages and there is a need for content compatible with the mathematics program achievements, it has been suggested to develop virtual manipulative software that will contribute to the teaching of different subjects and concepts. In addition, it has been stated that there is a need for arrangements that will positively affect the algebra attitudes of the students by improving the virtual manipulatives developed in this study in terms of design. The results of this study revealed that virtual manipulatives can benefit students in teaching and reinforcing the subject of algebraic expressions and equations. It is recommended to carry out more comprehensive studies by keeping the sample and duration of the study

wider, and to carry out trainings and studies that will increase the awareness of teachers and teacher candidates about virtual manipulatives.

Keywords: Virtual Manipulative, Algebra, Misconceptions, Mathematics and Technology, Computer Assisted Instruction



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ETİK SÖZLEŞME.....	i
JÜRİ İMZA SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	x
TABLO LİSTESİ.....	xiv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvi
KISALTMALAR.....	xviii
BÖLÜM I.....	1
GİRİŞ	1
Problem	6
Amaç	8
Önem	9
Sayıtlar	11
Sınırlılıklar	11
Tanımlar	13
BÖLÜM II	14
KAVRAMSAL ÇERÇEVE	14
Eğitim Ve Teknoloji.....	14

Matematik Eğitiminde Teknoloji.....	18
Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi.....	20
Eğitimde Materyal Kullanımı.....	24
Matematik Öğretiminde Manipülatif Kullanımı.....	26
Sanal Manipülatifler	30
Sanal Maniplatif Siteleri	37
Matematik Manipülatif Seti (SAMAP)	37
National Council of Teachers of Mathematic-Illuminations (NCTM Illuminaions)	38
WisWeb.....	39
National Library of Virtual Manipulatives (NLVM)	40
Cebir Öğretimi.....	41
Öğretim Programında Cebirsel ifadeler ve Denklemler	46
Cebirsel ifadeler Ve Denklemlerin Öğretiminde Görülen Problemler ve Kavram Yanılgıları	50
BÖLÜM III	55
YÖNTEM	55
Araştırma Modeli	55
Çalışma Grubu.....	57
Veri Toplama Araçları	58
Cebir Başarı Testi	58
Kavram Yanılgısı Belirleme Testi	59
Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği	60
Görüşme Formu	60

Veri Toplama Süreci Süreci	62
Materyal	62
Manipülatiflerin Seçimi Ve Oluşturulması.....	62
Manipülatif Portalının.....	64
Manipülatiflerin İçeriği Yapısı	68
Manipülatiflerin Uygulama süreci.....	72
Verilerin Analizi.....	75
Araştırma Kapsamında Alınan Etik Önlemler... ..	79
BÖLÜM IV	80
BULGULAR VE YORUM	80
Kavram Yanılgısı Belirleme Testine İlişkin Bulgular.....	80
Cebir Başarı Testine İlişkin Bulgular.....	96
Cebir Öğrenme Alanı Tutumlarına İlişkin Bulgular	98
Görüşme Sorularına İlişkin Bulgular	102
BÖLÜM V	106
TARTIŞMA	106
Sanal Manipülatiflerin Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Bulguları Üzerine Değerlendirilmesi.....	106
Sanal Manipülatiflerin Cebir Başarı Testi Bulguları Üzerine Değerlendirilmesi.....	110
Sanal Manipülatiflerin Cebir Öğrenme Alanı Tutum Bulguları Üzerine Değerlendirilmesi.....	112
Sanal Manipülatiflerin Nitel Bulgular Üzerine Değerlendirilmesi	113
BÖLÜM VI.....	117

SONUÇ VE ÖNERİLER.....	117
KAYNAKÇA.....	127
EKLER.....	138
EK 1. Cebir Başarı Testi	138
EK 2. Cebir Kavram Yanılgısı Belirleme Testi	143
EK 3. Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği.....	146
EK 4. Görüşme Soruları	148
EK 5. Sanal Manipülatif Etkinlikleri	149
EK 6. Araştırma İzni	155
EK 6. Yazarın Özgeçmişi.....	159

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Araştırma Deseni	56
Tablo 2. Deney ve Kontrol Gruplarının Cinsiyete Göre Dağılımı.....	57
Tablo 3. Cebir Konusuna Ait Kazanımların CBT’deki Madde Dağılımları	59
Tablo 4. Kavram Yanılgılarına Göre Soruların Ayırışımı,	60
Tablo 5. Öğrenme Alanlarına Göre Manipülatif Ve Uygulamaların Dağılımı	63
Tablo 6. 7. Sınıf Cebir Öğrenme Alanı Kazanımları	69
Tablo 7. Oluşturulan Manipülatiflerin Kazanımlara Göre Dağılımı.....	70
Tablo 8. Çalışma Grupları İçin Uygulama Süreci.....	74
Tablo 9. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgısı Ölçeği Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları.....	75
Tablo 10. Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği Beşli Likert Tablosu.....	77
Tablo 11. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Puanları	80
Tablo 12. Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanları.....	81
Tablo 13. CBT Son Test T-Testi Bulguları	96
Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubu Öntest Cebir Öğrenme Alanı Tutum Puanları T-Test Karşılaştırması	98
Tablo 15. Deney ve Kontrol Grubu Sontest Cebir Öğrenme Alanı Tutum Puanları T-Test Karşılaştırması	99
Tablo 16. Deney Grubu Cebir Öğrenme Alanı Puanları Öntest-Sontest T-Test Karşılaştırması (H01).....	100
Tablo 17. Kontrol Grubu Cebir Öğrenme Alanı Puanları Ön test-Son test T-Test Karşılaştırması (H0).....	100

Tablo 18. Sanal Manipülatif Etkinlikleri ile Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-1	102
Tablo 19. Sanal Manipülatif Etkinlikleri ile Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-2	103
Tablo 20. Sanal Manipülatif Etkinlikleri ile Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-3	104
Tablo 21. Sanal Manipülatif Etkinlikleri ile Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-4	105



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. Okullarda Kullanılan Matematik Manipülatifleri	28
Şekil 2. SAMAP Manipülatiflerin Sınıflara Göre Ayrıştırılarak Sergilendiği Sayfa.....	38
Şekil 3. NCTM – Illuminations İnternet Sitesinin Giriş Sayfası	39
Şekil 4. Wisweb – Manipülatiflerin Bulunduğu Sayfa	40
Şekil 5. NLVM Giriş Ara Yüzü	41
Şekil 6. TIMSS 8. Sınıf Matematik Öğrenme Alanlarının Dağılımı	47
Şekil 7. Sekinci Sınıf Matematik Konu Alanlarına Göre Türkiye’nin Durumu	48
Şekil 8. Manipülatiflerin Öğrenme Alanlarına Göre Dağılımı	63
Şekil 9. Manipülatiflerin Kaynaklarına Göre Dağılımı	64
Şekil 10. Manipülatifler Ana Giriş Ekranı	65
Şekil 11. Manipülatif Giriş Ekranı Arayüzü	65
Şekil 12. Sanal Manipülatif Etkinlikleri Ayarlama Arayüzü	66
Şekil 13. Sanal Manipülatif Etkinlikleri Ekran Ara Yüzü	67
Şekil 14. Manipülatif Örneği-1	71
Şekil 15. Manipülatif Örneği-2... ..	71
Şekil 16. Manipülatif Örneği-3... ..	72
Şekil 17. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Analiz Akışı.....	77
Şekil 18. Birinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	82
Şekil 19. İkinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	83
Şekil 20. Üçüncü Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	83
Şekil 21. Dördüncü Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	84

Şekil 22. Beşinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	85
Şekil 23. Altıncı Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	86
Şekil 24. Yedinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	86
Şekil 25. Sekizinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	87
Şekil 26. Dokuzuncu Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	88
Şekil 27. Onuncu Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	89
Şekil 28. On Birinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	89
Şekil 29. On İkinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	90
Şekil 30. On Üçüncü Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	91
Şekil 31. On Dördüncü Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	91
Şekil 32. On Beşinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	92
Şekil 33. On Altıncı Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	93
Şekil 34. On Yedinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	93
Şekil 35. On Sekizinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.....	94
Şekil 36. On Dokuzuncu Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri.	95
Şekil 37. Sanal Manipülatif Etkinliklerinin Başarı Yüzdeleri	97
Şekil 38. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Analiz Akışı-2... ..	101

KISALTMALAR

PISA: Programme for International Student Assessment(Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)

TIMMS: Trend in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)

OECD: Organisation For Economic Co-Operation and Development(Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

TTKB: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu

YÖK: Yüksek Öğretim Kurumu

BCS: Bilgisayar Cebir Sistemleri

NLVM: National Library of Virtual Manipulatives

NCTM: National Council of Teachers of Mathematics

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

ISTE: International Society for Technology Education (Uluslararası Eğitim Teknoloji Topluluğu)

BDÖ: Bilgisayar destekli öğretim

CCSSM: The Common Core State Standards for Mathematics

BÖLÜM I

GİRİŞ

Matematik, içerdiği soyut dil ve aksiyomatik yapıdan dolayı öğrencilerin genel olarak korktuğu ve bazen olumsuz tutum geliştirdikleri derslerden biri olarak görülmektedir. Özellikle ortaokul düzeyinde öğrencilerin matematiği bir yığın formüller ve işlemler bütünü olarak algılamaları ve zihinlerinde somutlaştıramamaları matematiğe yönelik olumsuz tutumları arttırabilmektedir. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için matematik öğretiminin ezberden uzak bir şekilde tasarlanması, matematiksel düşünmenin geliştirilmesi ve matematiksel fikirler üretilmesi önem arz etmektedir. Söz konusu zorluklar, aritmetik ve temel geometri bilgisi ile sınırlı olmayıp, cebir gibi diğer matematiksel bilgilerle ilişkilendirmeyi ve problem durumlarını matematiksel modeller yardımıyla ifade etmeyi de içermektedir (Erbaş ve Ersoy, 2003). Matematiğin öğrenciler için zor olmasının temel nedenlerinden bir diğeri ise matematiğin cebirsel kavramlar içermesidir. Ancak ders sırasında soyut olan cebirsel kavramlar somut olarak verilirse ve materyaller kullanılırsa bu zorluk önemli ölçüde azaltılabilir (Baykul, 1999; akt. İşleyen ve Işık, 2003, s.93). Matematik dersindeki konular birbiriyle bağlantılı olduğundan konular birbirinden ayrı düşünülmemektedir. Her konunun kendisinden önce gelen konularla güçlü bir ilişkisi vardır. Yeni bir konu için gerekli önkoşul bilgiler öğrenilmezse yeni konunun öğrenilmesi zorlaşmaktadır.

Öğrencinin zihninde yer etmiş olan kavram yanlışlarının giderilmesi için yaşanan kavram yanlışları net bir şekilde ortaya konulmalı ve yanlışların olası nedenleri hakkında bilgi edinilmesi gerekmektedir. Araştırmalar, öğrencilerdeki kavram yanlışlarının nedenlerinin öğrenci bilgi ve beceri düzeyi, öğretim yöntemi ve stratejisi, öğrenilen konunun zorluğu gibi birçok farklı faktörle ilişkili olduğunu göstermektedir (Memnun, 2008). Kavram yanlışlarına ilişkin mevcut literatür incelendiğinde olası nedenlerin üç ana başlık altında toplandığı ifade edilmektedir.

Kavram yanlışlarının ilk olası nedeni epistemolojik nedenlerdir. Matematik eğitiminde oluşan bazı kavram yanlışları öğrenilen kavramın doğasından veya özelliklerinden kaynaklanabilmektedir. Kavramın doğasından kaynaklanan nedenleri epistemolojik bir engel veya zorluk olarak ifade edilmektedir (Cornu, 1991; akt.

Sevimli, 2013, s. 228). Örneğin, π sayısının öğrenciler tarafından sonsuz bir sayı olarak ifade edilmesi epistemolojik zorluklara bir örnek olarak sunulabilir. π sayısı (3,1415926....) doğası gereği virgülden sonra gelen sayılarda belli bir düzeni olmayan yinelenmeyen sayılarla sonsuza kadar devam etmektedir. Bu sebeple öğrenciler π sayısında sonsuz basamağın olduğunu belirterek, π sayısının sayı doğrusu üzerinde de bir noktaya karşılık gelmeyeceğini ifade ederek bir hataya yönelmişlerdir (Mamolo, 2007).

Kavram yanılgısının bir başka olası nedeni de psikolojik nedenlerdir. Kavram yanılgılarının psikolojik nedenleri temel olarak bilişsel, biyolojik ve duyuşsal boyutları içeren kişisel gelişim ile ilgilidir. Bu temelde, Resnick'e (1983) göre, öğrencinin anlama yeteneği, becerisi, gelişim aşaması ve hazır bulunuşluk düzeyi gibi faktörlerin tümü öğrencinin yeni bir kavramı derinlemesine öğrenme şeklini etkiler. Bu olası nedeni ortaya koyan düşünce, Ausubel'in "Öğrenmeyi etkileyen en önemli faktör, öğrencinin o ana kadar ne bildiğidir" görüşüdür (Ausubel, 1968; akt. Çatal, 2020). Örneğin, sonsuzluk kavramı öğrenciler tarafından psikolojik zorluklara bir örnek olarak sunulabilir. Öğrenciler sonsuzluk kavramını öğrenmeye başlamadan önce sezgisel olarak anlarlar ve bu nedenle sonsuzluk kavramı öğrenciler için bazı zorluklara neden olmaktadır. Özmantar'ın (2008) da ifade ettiği gibi öğrenciler sahip oldukları sezgisel bilgilerden dolayı sonsuzluğu; sürekli artan, sınırsız ve sayılabilen bir kavram olarak görmektedirler.

Kavram yanılgısının bir diğer nedeni de pedagojik nedenlerdir. Pedagojik nedenleri oluşturan faktörlerden bazıları, ders kitaplarındaki öğretim modelleri, öğretmenin kullandığı materyaller, konu ve kavramların ele alınma sırası ve biçimleri olarak sıralanabilir (Cornu, 1991; akt. Sevimli, 2013, s. 229). Bu faktörlerin neredeyse hepsi, kuşkusuz öğrencinin öğrenimini ve neyi, nasıl öğrendiğini çok yakından etkileyebilmektedir. Pedagojiden kaynaklanan muhtemel bir zorluk ise cebirsel ifadelerle alakalıdır. Tanner'in (2000) de belirttiği gibi öğretmenlerin genelde $3a+5b$ şeklindeki cebirsel ifadeleri "meyve-salata cebiri" diye adlandırılan bir yaklaşımla tanıtmaktadırlar. Bu yaklaşım ile cebirsel ifade 3 armut ve 5 elma şeklinde öğrenciye ifade edilmektedir. Bu türden bir yaklaşım öğrencilere $2a+4b+3a+b$ şeklindeki cebirsel ifadelerde "benzer" ve "benzer olmayan" ifadelerin bir araya getirilmesi ve ifadenin daha da sadeleştirilmesi konusunda kolaylıklar sağlarken, aynı zamanda bu yaklaşımı öğrencilere cebir ile alakalı öğrenme güçlüklerine neden olabilme özelliğine sahip

olmaktadır. Dolayısıyla cebirsel ifadelerdeki harflerin bir nesne yerine kullanılması öğrenme zorluklarının oluşmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Öğrencilerin matematiksel öğrenmelerinde yaşadıkları bazı zorlukların ve ortaya çıkan kavram yanlışlarının sebebi tercih edilen pedagojik yaklaşımlar, materyaller ve öğretim modelleri olabilmektedir. Bu nedenle öğrencilerin yaşadıkları matematiksel zorlukların ve kavram yanlışlarının nedeni sadece ‘matematiğin zor olması’ ya da ‘öğrencilerin matematiği öğrenememesi’ olmayıp, pedagojik nedenlerinde çok ciddi anlamda bu zorlukların ve kavram yanlışlarının oluşmasında rol oynayabilmektedir.

Matematik öğretiminde yaşanan zorluklardan biri de cebir öğrenme alanında ortaya çıkmaktadır. Ortaokul matematiğinde somut işlem döneminden soyut işlem dönemine geçmesiyle daha belirgin hale gelmektedir. Bireyler günlük hayatta birçok durumu analiz ederken ve ilişkileri açıklarken farkında olmadan cebirsel düşünmeyi kullanırlar (Davidenko, 1997; akt. Akkaya ve Durmuş, 2006). Cebirsel düşünme becerisi matematik öğretim programlarında ele alınan önemli beceriler arasında yer almaktadır (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000). MEB (2018) tarafından yayınlanan ilköğretim matematik öğretim programı incelendiğinde, cebir öğretimi altıncı sınıfta başlayarak cebirsel ifadelerin anlamı, öğrencilerden sayı örüntülerinde verilmeyen sayıları bulmak için örüntünün kurallarını cebirsel olarak ifade etmeleri beklenmektedir. Yedinci sınıfta öğrencilerin cebirsel ifadeleri toplama ve çıkarma işlemlerini yapabilmeleri ve bir doğal sayıyı bir cebirsel ifade ile çarpabilmeleri beklenmektedir. Ayrıca, eşitlik kavramını anlamaları ve birinci mertebeden bilinmeyen bir denklemi ve ilgili problemleri çözmeleri istenmektedir. Sekizinci sınıfta öğrencilerden cebirsel ifadeleri farklı şekillerde temsil etmeleri, cebirsel ifadeleri çarpmaları, doğrusal ilişkileri kavramaları ve eşitsizlikleri anlamlandırmaları beklenmektedir. Lineer bağıntıların ve denklem çözümlerinin incelenmesi ile cebir öğrenme kazanımlarının sona erdiği görülmektedir. Öğrencilerden beklenen beceriler gruplandırıldığında şu üç temel beceriye odaklanıldığı görülmektedir: Değişken kavramını anlamlandırma, cebirsel ifadelerle işlem yapma ve değişken kavramını anlamlandırarak denklemler ve eşitsizlikler üzerinde çalışmak (MEB, 2018).

Öğrencilerin cebirsel düşünmede başarılı olabilmeleri için sayı sistemi, işlemler ve işlemlerle ilgili özellikleri derinlemesine anlamaları gerektiği vurgulanmaktadır. Matematik öğretim programında önemli bir yere sahip olan cebir öğrenme alanında aritmetik ve cebir arasında bir ilişki kurulması gerektiği açık olarak görülmektedir.

Aritmetik ve cebir öğrenme alanları farklı niteliklere sahip olsa da aralarında güçlü bir bağ vardır (Stacey ve MacGregor, 2000; Van Amerom, 2002). Literatürde aritmetik ve cebir arasında önemli bir ilişki olduğunu gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Carpenter ve Levi (2000) öğrencilerin aritmetiğin temel yapısı ve özellikleri hakkında genelleme yapmayı ve doğrulamayı erken öğrenmelerinin cebir ile ilgili birçok temelin oluşmasına katkı sağlayacağını vurgulamıştır. Van Amerom (2002) aritmetiğin sayı kavramından, cebirin ise aritmetiğin içinden geldiğini belirtmiştir. Araştırmacılar, öğrencilerin aritmetik ve cebir kavramlarını birleştirmede zorlandıklarını ve bunun öğretimde bilişsel bir boşluğa neden olduğunu belirtmişlerdir (Stacey ve MacGregor, 2000). Bu boşluğu doldurmada cebir öncesi büyük önem taşımaktadır (Van Amerom, 2002).

Öğrencilerin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışları literatürde araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Soylu (2008) 7. sınıf öğrencilerinin değişken kavramındaki öğrenme güçlüklerini ve hatalarını belirlemeyi amaçlamıştır. Araştırma sonucunda üç farklı kavram yanlışlığı tespit edilmiştir: a) Değişkene sayısal bir değer verilmesi, b) Cebirsel işlemler yapılırken değişkenlerin (harflerin) dikkate alınması, c) Değişkenleri belirli harflerle sınırlamak. Şahin ve Soylu (2011) benzer bir çalışmada 7. sınıf öğrencilerinin 'değişken' kavramına ilişkin yanlış anlamalarını tespit etmeyi ve bu yanlış anlamaları sınıflandırmayı amaçlamıştır. Araştırma sonucunda öğrencilerin cebir öğrenme alanı ile ilgili farklı kavram yanlışlarına sahip olduklarını belirlemişlerdir: a) Değişkenleri yok saymak, b) Farklı terimleri benzer terimlermiş gibi ele almak, c) x ve y değişkenlerine odaklanmak, d) Sözel ifadeler ile değişkenler arasındaki bağlantıyı bulamamak, e) Değişkenleri sabitlere indirgemek, f) Çarpma işleminde bir değişkene sayı atfetmek, g) Çarpım sembolünü bilinmeyen ' x ' ile karıştırmak, h) Parantez vb. kullanmamak. Aynı zamanda cebirin öğrenciler tarafından anlaşılmamasının üç sebebini ortaya koymuştur. Bunlar; 1) Cebirin yapısı, 2) Öğrencilerin zihinsel gelişim ve hazır bulunuşluk düzeyleri, 3) Cebir öğretimindeki eksiklikler. Stacey ve MacGregor (2000) cebirdeki kavram yanlışlarının nedenlerini şu şekilde açıklamaktadır: 1) Aritmetik deneyim eksikliği, 2) Çocukların cebirin kendine ait bir dili olduğunu anlamamaları, 3) Harflerin cebirdeki yerini anlamamak (Sasman ve Olivier, 1997; akt. Yıldızhan ve Şengül, 2017, s.249-268).

Öğrencilerin kavram yanlışlarını gidermek için sırasıyla üç aşama önerilmektedir. İlk aşamada öğrencilerin eksik bilgileri ve kavram yanlışları

belirlenmektedir. İkinci aşamada bu kavram yanlışlarını ve eksiklikleri gidermek için uygun yöntem ve teknikler geliştirilmektedir. Üçüncü aşamada ise geliştirilen yöntem ve teknikler uygulanarak bilgi eksiklikleri ve kavram yanlışları giderilmeye çalışılmaktadır (Yücesan, 2013).

Hem yapılandırmacı paradigma hem de bilişsel bilim teorileri üzerinde çalışan araştırmacılar ve eğitimciler, matematik eğitiminde kavram yanlışlarını ortadan kaldırmak için manipülatiflerin kullanımını savunmaktadır. Yapılandırmacı paradigma manipülatiflerin kullanımını destekler çünkü öğrenme aktiftir ve somut gelişim seviyelerinde çalışan öğrenciler manipülatiflerin somut yönünden yararlanmaktadır. Bilişsel bilim teorileri, ön bilgilerin yaratılmasına ve uygulanmasına katkıda bulundukları için manipülatiflerin kullanımını destekler (Hiebert ve Carpenter, 1992). Metodolojik ve kavramsal anlayış, öğrenciler matematiği öğrenirken değerlidir (NCTM, 2000). Kavramsal anlama, yapılandırmacılığın ve bilişsel bilimin önemli bir bileşenidir; öğrenciler yalnızca belirli gerçekleri veya yöntemleri ezberlemekle kalmamalı, aynı zamanda bağlantılar kurarak ve anlayış geliştirmeleri savunulmaktadır. Örneğin, öğrenci bir doğal sayının temsilini oluşturarak ve onu somut veya resimsel bloklarla birleştirerek sayı kavramının anlamını oluşturabilmektedir. Sanal manipülatifler olarak da adlandırılan bilgisayar manipülatifleri, öğrencilerin matematiksel kavramlar ve işlemler arasında bağlantılar oluşturmak ve eylemleri hakkında anında geri bildirim almak için kendi problemlerini oluşturup çözebilecekleri etkileşimli ortamlar sağlayabilir. Bu nedenle, farklı matematiksel kavramlara odaklanan belirli matematiksel manipülatiflerin tasarlanması gerekmektedir.

Eğitim alanında teknolojik faaliyetlerin yaygınlaşmasıyla birlikte geliştiriciler bilgisayar ortamında öğrenme-öğretme sürecini destekleyen birçok içerik üretmeye başlamışlardır. Bu bağlamda sanal manipülatifler, derslerde matematiksel bilginin oluşturulmasında kullanılmak üzere geliştirilmiş öğrenme araçlarından biri haline gelmiştir (Karakırık ve Çakmak, 2009; Van De Walle, 2012).

Sanal manipülatifler, çeşitli dinamik işlemler yoluyla matematiksel kavramları anlamaya yardımcı olan fiziksel manipülatiflerin sanal temsilleridir (Mildenhall, Swan, Northcote ve Marshall, 2008). Kay ve Knaack'e (2007) göre sanal manipülatifler öğrencilerin bilişsel süreçlerini yönlendirmekte, geliştirmekte ve belirli kavramların öğrenilmesini desteklemektedir (Akkan ve Çakıroğlu, 2011). Bu anlamda sanal

manipülatifler aynı anda hem somut hem de teknolojik oldukları için öğrencilerin matematikteki kavramları ve aralarındaki ilişkileri öğrenmeleri için önemli fırsatlar sunabilmektedir (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Ancak ülkemizde sanal manipülatif gelişiminin değerlendirilmesi ve öğrenmeye etkileri konusunda sınırlı sayıda çalışma olduğu gözlemlenmektedir. Bu noktada matematikteki kavram ve ilişkileri somutlaştıran, anlamlı öğrenmeyi destekleyen, Türkçe ara yüze (Türkçe dil desteğine) sahip sanal manipülatiflerin geliştirilmesi, uygun pedagojik ilkeler çerçevesi ile bütünleştirilmesinin ve öğrenmeye etkisinin araştırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Baki (2002) yapılandırmacı felsefeye dayalı bir bilgi kuramına dayalı olarak eğitimde teknoloji kullanıldığında, teknoloji kullanıldığında çok daha verimli ve işlevsel öğrenme ortamlarının oluşturulabileceğini vurgulamıştır. Akkoç (2008) ise matematiksel kavramların öğrenilmesinde çoklu temsillerin önemine vurgu yaparak, matematikteki kavramların daha geniş perspektif ile çoklu temsillerinin her birinin kavramın farklı yönünü vurguladığını ve matematiksel kavramlara farklı bir açıdan bakma fırsatı sunduğunu belirtmiştir. Bu durumda öğrencilerin cebir öğrenme alanında yaşadıkları zorlukları ortadan kaldırma potansiyeline sahip sanal bir manipülatifin geliştirilmesi ve sonuçlarının değerlendirilmesinin literatüre katkı sağlayacağı ön görülmektedir.

Çalışmada, 7. sınıf matematik öğretim programı “cebir” öğrenme alanındaki kazanımların yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı temel alınarak sanal manipülatif etkinlikleri geliştirilmiştir. Sanal manipülatif etkinlikleri, cebirsel kavramların çoklu temsillerine (sembolik, görsel vb.) sahip olmaktadır. Bu bağlamda geliştirilen sanal manipülatif etkinlikleri, çalışmanın deneysel bölümünde etkileşimli olarak öğrenme ortamında kullanımının öğrencilerin cebir öğrenme alanına ilişkin kavram yanlışları üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

Problem

Matematiğin önemli bir konusu ve öğrenme alanı olan cebir, matematiğin alt alanları ile diğer disiplinlerin unsurları arasında sağladığı soyut düşünme sayesinde, kavramsal ve teorik bir köprü görevi görür. Cebirin ileri matematik derslerini anlamak ve birçok kariyer iş fırsatına sahip olmak için kapı açabilecek bir konumda olduğu düşünülmektedir.

Ancak cebirsel kavramları anlama ve özümseme düzeyleri farklı olan öğrencilerin bazı zorluklar yaşadıkları bilinmektedir (Stacey ve Macgregor, 2000). Bu zorlukların nedeni olarak cebirin içeriği, öğrenilmesi ve öğretilmesindeki eksiklikler veya hatalar gösterilmektedir. Cebir ve cebirsel düşünme, eğitim sistemimizde matematik okuryazarlığının ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir. Eğitim sisteminde cebirin öğretilmesiyle birlikte öğretimde bazı zorluklarla karşılaşıldığı da ifade edilmektedir. İlköğretimde karşılaştığımız cebir konuları sonraki sınıflarda matematik derslerinin yapı taşlarını oluşturur. Ancak öğrencilerin cebiri anlamakta zorlandıkları görülmektedir. Öğrencilerin cebiri anlamakta zorlanmaları matematik başarılarını olumsuz etkilemekle birlikte matematiğe yönelik bazı olumsuz tutumlara da neden olmaktadır. Problem çözmede, problem sonucu etkileyen üç önemli etmen vardır. Bu etmenler yanlış, hata ve yanlış kavramlardır. Yanlış işlemde kaynaklanır ve sistematik değildir. Hata, planlamadan kaynaklanan yanlış cevaplardır. Bu sistematik olabilmekte ve kavram yanlışlarının bir belirtisi haline dönüşebilmektedir. Yanlış kavram ise sistematik olarak ortaya çıkan bir kavram hatasıdır (Olivier, 1989). Kavram yanlışlarının sadece başarıyı olumsuz etkilemediği, aynı zamanda matematiğe karşı olumsuz bir tutuma da neden olduğu açıkça görülmektedir. Bu nedenlerle eğitimin kalitesi açısından kavram yanlışlarının bir an önce tespit edilerek müdahale edilmesi önemli ve son derece gerekli olmaktadır.

Yapılan araştırmalar öğrencilerin düşünme stilleri, muhakeme güçleri ve problem çözme becerileri ile sahip olunan kavram yanlışlarını incelemektedir. Son yıllarda diğer ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kavram yanlışları ile ilgili çalışmalar artmaktadır. Bu çalışmalar daha çok geometri, analiz ve cebir ile ilgili olmaktadır. Türkiye'de bu konuda yapılan araştırmalar genel olarak öğrencilerin sıklıkla yaptıkları bazı yanlışları, kavram yanlışları veya yanlış/yetersiz (kavramsal veya işlemsel) bilgi olarak belirtilmektedir (Dede, Yalın ve Argün, 2002). Öğrencilerin matematikteki başarısını artırma ve kavram yanlışlarını giderme yöntemlerinden biri olarak öğretim teknolojileri kullanımına sıkça başvurulduğu görülmektedir. Özellikle çevrimiçi ortamlarda da kullanılabilir ve somutlaştırma sürecinde destekli oluşum görevi yürütebilecek sanal manipulatiflerin kavram yanlışlarını azaltma ve olumlu tutum geliştirmek üzere kullanılabileceği belirtilmektedir (Moyer, Salkind ve Westenskow, 2012). Araştırmalar sonucunda, sanal manipülatif kullanımının 7. Sınıf öğrencilerinin

cebirsel ifadeler ve denklem konusuna yönelik kavram yanlışlarını gidermedeki rolünün araştırılmasının literatüre katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Bu kapsamda araştırma problemi olarak “Etkinlik tabanlı sanal manipülatif kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklem konusuna yönelik kavram yanlışlarını gidermedeki rolü nedir?” sorusuna cevap aranmıştır. Bu araştırmada deney ve kontrol grupları kullanılmıştır. Deney grubunda etkinlik tabanlı sanal manipülatif kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamı, kontrol grubun da ise yapılandırmacı yaklaşıma bağlı olarak çevrimiçi ortamdan dersler yürütülmüştür. İlgili problem durumu üzerinden aşağıdaki alt problem üzerinde durulmuştur.

1. 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram yanlışları ölçeği ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Sanal manipülatif etkinliklerinin 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram yanlışları gidermede rolü nedir?
3. 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin Cebir Başarı Testi - son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusunda deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanı Tutumları ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Deney grubu öğrencilerinin sanal manipülatif etkinlikleri ile zenginleştirilmiş öğretim hakkındaki görüşleri nelerdir?

Amaç

Bu çalışmanın amacı olarak ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklem konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda sanal manipülatif kullanımının etkisini ve rolünü araştırmak amaçlanmaktadır. Bu genel amaç çerçevesinde şu alt amaçlar güdülmektedir.

1. Sanal manipülatif etkinlik kullanımının cebir öğrenme alanına yönelik kavram yanlışları üzerine etkisini belirlemek,

2. Sanal manipülatif kullanımının öğrenci başarısı üzerinde etkisini ve rolünü belirlemek,
3. Sanal manipülatiflerin, öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarını belirlemektir.

Önem

Günümüzde teknoloji alanında yaşanan hızlı gelişmeler ve teknolojik araçlara erişim kolaylığı ile birlikte farklı platformlar üzerinden bilgi alanında teknoloji tabanlı öğretim materyallerinin geliştirilmesi hız kazanmıştır. Bu öğretim materyalleri arasında her konu ve kazanıma özel tasarlanıp geliştirilebilen sanal manipülatifler önemli bir yer tutmaktadır (Karakırık ve Çakmak, 2009; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Sanal manipülatifler, öğrenme süreçlerinde özellikle bilişsel gelişimlerinde daha somut deneyime ihtiyaç duyan ilkökul öğrencilerinin matematiksel soyutlama (formülleştirme, kavramları tanımlama, genelleme vb.) yapabilme becerilerinin ilerlemesinde ve anlamlı bir şekilde öğrenmenin gerçekleşmesinde fırsat sunmaktadır (Durmuş ve Karakırık, 2006; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016). Sanal manipülatifler aynı zamanda çoklu temsillere sahip öğrenme ortamları olarak tasarlanabildikleri için temsiller arasında akıcı geçişler yaparak anlamlı öğrenmeyi kolaylaştırma potansiyeline sahiptir (Lee ve Tan, 2014; Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016).

Matematik dersinin kavram yanılgıları araştırmalarında en çok araştırılan derslerden biri olduğu görülmektedir. Bunda matematiğin birçok soyut kavram içermesinin etkisi kaçınılmazdır. Cebir öğrenme alanı, aritmetikten farklı özelliklere sahip olması nedeniyle matematikteki en soyut ve anlaşılması en zor konulardan biri olarak görünmektedir. Cebirsel ifadelerin zenginliği ve yoğunluğu sebebiyle matematik derslerinde öğretim özen gerektirmektedir (Alacacı, 2009). Kavram yönünden zengin olan cebir öğrenme alanında öğrencilerin zorlanması ve sistematik yanlışlar yapması kaçınılmazdır. Bütün bunlar göz önüne alındığında cebir öğrenme alanındaki kavram yanılgılarının öğrenciler açısından bir problem olduğu görülmektedir.

Öğrenciler cebir öğrenme alanındaki kavramları anlamakta güçlük çekebilmekte ve bu konudaki bilgilerin kavramsal boyutuna yeterince ele alınmamasından bazı kavram yanılgılarına sahip olabilmektedirler. Bu durum öğrencilerin bilgiyi anlamlı bir şekilde kullanmak yerine ezbere kullanma yolunu tercih etmelerine neden olabilmektedir (Gülkılık, 2013). Bu noktada öğrenenlerin zihinlerinde anlamlı bir

şekilde kavramları yapılandırmalarını sağlayan sanal manipülatiflerle yapacakları etkinlikler önemli bir yere sahiptir (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2001).

Kavram yanılgısına dair bu problemin eğitim sisteminde çok fazla tercih edilmemiş olan teknoloji tabanlı sanal manipülatifleri kullanarak nasıl bir etkiye ulaşılacağı merak uyandırmıştır. Manipülatiflerin öğretim üzerinde büyük bir önem ve etkiye sahip olduğu bilgisini dikkate alarak sanal manipülatiflerin kullanımın öğrenciler üzerinde cebirsel ifadeler ilgili kavram yanılgıları hakkında mevcut bilgilerin araştırılmasının önemli olduğunu düşünülmektedir.

Literatürde birçok araştırma sanal manipülatiflerin öğrencilere potansiyel faydalarından bahsetmekle birlikte, alanda Türkçe arayüze sahip sanal manipülatiflere ve bunları araştırma ve geliştirme çalışmaları açısından bir boşluk olduğu görülmektedir (Gülkılık, 2013; Karakırık ve Çakmak, 2009; Lee ve Chen, 2015; Reimer ve Moyer-Packenham, 2005; Yolcu ve Kurtuluş, 2010). Bu nedenle Türkçe arayüzlü sanal manipülatif etkinlikleri, alandaki boşluğu doldurmaya katkı sağlayacağı düşünülerek 7. sınıf matematik öğretim programında yer alan cebir öğrenme alanında, 7 kazanım için tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Sanal manipülatif etkinliklerinin pedagojik altyapısının oluşturulmasında yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı esas alınmıştır.

Bu bağlamda geliştirilen sanal manipülatifler, işlemsel ve kavramsal öğrenmeyi birlikte anlamlı öğrenmeyi destekleyen, ele alan, kavramların çoklu temsillerini içeren ve kavramları somutlaştıran bir yapıda tasarlanmıştır. Bu nedenle matematik dersi öğretim programının öğrenme-öğretme yaklaşımına uygun özgün bir tasarımla geliştirilen sanal manipülatiflerin bu alandaki ihtiyaçların karşılanmasına katkı sağlayacağı düşüncesiyle çalışılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

Sayıtlar

- Araştırma kapsamında yer alan araştırma örnekleminin araştırma evrenini yeterince temsil ettiği,
- Araştırma örneklemine alınan deney ve kontrol grubunun uzaktan eğitim ile bilgisayar ve internet kullanmaya olan ilgi ve davranışlarının yeterli düzeyde olduğu,
- Araştırma için seçilen araştırma deseninin araştırma için uygun olduğu,
- Sanal manipülatiflerin eğitim sürecine etkilerini belirlemek için cebirsel ifadeler- eşitlik ve denklemler alt öğrenme alanı yeterince temsili olduğu,
- Araştırmaya katılan öğrencilerin araştırmadan dolayı farklı davranışlar göstermeyecekleri,
- Araştırma için ayrılan çevrimiçi ders anlatım saatlerinin yeterli olduğu,
- Araştırma için hazırlanan sanal manipülatif etkinliklerinin ilköğretim matematik öğretim programı kazanımlarının kazandırılması için yeterli olduğu,
- Araştırma sonuçlarını yorumlamak için kullanılan istatistik analiz tekniklerinin yeterli olduğu varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

- Araştırma, 2020-2021 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde Tokat il merkezinde bir devlet okulun da 7.sınıf düzeyinde öğrenim gören 60 öğrenci ve bu öğrencilerin kullanılan ölçme araçlarına verecekleri cevaplar ile sınırlıdır.
- Araştırma 7. Sınıf matematik öğretim programının cebir öğrenme alanının bir alt öğrenme alanı olan cebirsel ifadeler-eşitlik ve denklem alt öğrenme alanı ile sınırlıdır.
- Araştırma, araştırmacı tarafından öğretim kazanımlarına uygun şekilde tasarlanan ve uygulamada kullanılan sanal manipülatiler ile sınırlıdır.
- Araştırma, araştırmanın uygulanması için izin alına ortaokul matematik öğretmenleri ve öğrencilerinin sunduğu uzaktan eğitim imkânları ile sınırlıdır.
- Araştırma, uygulama için belirlene her grup için toplam 12 ders saati süre ve uygulama sürecinde kullanılacak araştırmacının geliştirdiği alt örneklerine ayrılabilen 10 etkinlik ile sınırlıdır.

Tanımlar

FATİH Projesi: Milli Eğitim Bakanlığı'nın Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı işbirliği ile Vizyon 2023 Strateji Belgesi doğrultusunda Eğitimde Fırsatları Artırma ve Teknolojiyi Geliştirme Hareketi olarak adlandırılan okullarda verilen eğitime teknolojiyi entegre etmeyi amaçlayan bir projedir (Alkan vd., 2011).

e-İçerik: FATİH Projesi kapsamında öğretim uygulamalarında kullanılan ders kitapları, ders materyalleri ve öğretilecek konunun elektronik halini ifade eder (Alkan vd., 2011).

Bilgisayar Destekli Öğretim: Öğrencilerin öğretim sürecinde bilgisayarla etkileşimde bulunması ve bu süreçte bir öğretim aracı ve öğretim ortamı olarak bilgisayar işlevini yerine getiren etkinliklerini içeren bir öğretim yöntemidir (Erişen ve Çeliköz, 2010).

Öğretim Materyali: Öğretim içeriğini öğrenciye aktarırken bir iletişim kanalı görevi görerek öğretmene yardımcı olacak eğitimle ilgili her şeydir (Bozkurt ve Akalın, 2010).

Manipülatif: Fransızca "manipule" kelimesinden türetilen, hareket ettirilebilen, manipüle edilebilen ve farklı şekillere sokulabilen nesneleri ifade eder (Karakırık, 2006).

Somut Manipülatif: "Somut materyal" ve "manipülatif" terimleri genellikle çeşitli duyuları ve matematiksel kavramları birleştiren ve öğrenciler tarafından dokunulabilen ve hareket ettirilebilen somut nesneleri tanımlamak için eşanlamlı olarak kullanılır (Hynes, 1986).

Sanal Manipülatif: İnternet üzerinden Java destekli manipüle edilebilir uygulamalar veya bu siteler üzerinden bilgisayara indirilebilen bilgisayar programları sunan internet siteleri (Karakırık, 2006; Suh, 2005; Moyer vd., 2002).

NCTM Illuminations: American National Mathematics Teachers Council tarafından hazırlanan ve internette kullanıma sunulan sanal manipülatifleri entegre eden bir projedir (<http://illuminations.nctm.org/About.aspx>).

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Eğitim ve Teknoloji

Teknoloji çağı olarak gösterilen 21. yüzyıl, eğitim alanında birçok değişimi zorunlu kılmakta, öğrenme ortamında kalıcılığı sağlamak için farklı stratejiler ve reformlar kullanmaya zorlamaktadır. Öğrenme ortamları teknoloji ile zenginleştirilerek anlamlı ve kalıcı öğrenmeler sağlanmaya çalışılmıştır. MEB (2001) yılında başlattığı proje ile bu entegrasyona dâhil olmuştur. Bu projenin amacı okullarda bilgi ile donatılmış teknoloji sınıfları oluşturmak, teknoloji koordinatörleri yetiştirmek, alan öğretmenlerinin okuryazarlığına katkıda bulunmak ve teknoloji destekli eğitim konusunda seminerler düzenlemek olmuştur(MEB, 2001).

Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği (International Society for Technology Education-ISTE) tarafından eğitim teknolojilerinin doğru ve etkin kullanımını sağlamak için çeşitli standartlar sunulmuştur. ISTE, ilk kez 2008 yılında ortaya çıkan ve belirli dönemlerde kendini güncelleyen beş farklı alana ulaşmıştır. Bu alanlar şu şekilde sıralanabilir;

- Dijital çağda çalışmaya ve öğrenmeye öncülük etmek,
- Dijital çağın ihtiyaçlarına yönelik öğrenme alanları tasarlamak, bununla ilgili gelişen ve değişen faaliyetler,
- Dijital vatandaşlığa örnek olmak,
- Öğrencilerin hayal güçlerini, yaratıcılıklarını ve öğrenmelerini desteklemek,
- Mesleki gelişim ve liderlik faaliyetlerine katılmak (Kurt, vd., 2014).

Bir bütün olarak incelendiğinde bu standartların bilgi toplumunun gereklerine uygun olarak yenilendiği görülmektedir. Çocuğun öğrenmesini, hayal gücünü ve yenilikçi düşünmesini geliştirdiği, teknoloji ile öğrenme etkinliklerini bütünleştirerek öne çıkardığı söylenebilir (Orhan, 2014).

Eğitim ve öğretim sürecinin sağlıklı, hızlı ve etkili bir biçimde devam edebilmesi için eğitimde teknoloji kullanımı artık bir zorunluluk haline gelmeye başlamıştır. Öğrenme ortamlarının teknolojik materyaller yardımıyla zenginleştirilmiş olması öğrencilerin derse olan ilgilerini artırabilecek ve bireysel öğrenmeye olanak sağlayabilecektir. Eğitim ve öğretimde teknolojinin kullanımı küresel anlamda giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu teknoloji çağı birçok faydayı da beraberinde getirmektedir. Çocukların soyut düşüncelerini görselleştirmenin yanı sıra bilgiye daha güvenli bir şekilde ulaşmalarını kolaylaştırmaktadır (Li, 2007). Teknoloji sınıf ortamında doğru kullanıldığında çocukların öğrenme sürecine olan motivasyonu ve güvenini artırmaktadır (Torff ve Tirota, 2010). Ayrıca çocukların sürece katılımlarının ve akademik becerilerinin arttığı görülmektedir.

Günümüzde öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçları doğrultusunda matematik teknolojik gelişmelerden ayrı bir ders olarak düşünülmemektedir. Bu nedenle 20. yüzyılın sonlarında birçok ülkede eğitim sistemleri temelinde teknolojik sınıflar oluşturulmuştur. Ülkemizde etkileşimli tahtalar okullarda öğrencilerin hizmetine sunulmuştur. Öğrenciler sınıfta teknolojik araçları kullanarak bilgiye kolayca ulaşabilmekte ve öğrenme ortamında veya öğrenme ortamı dışında birbirleriyle kolayca bilgi paylaşabilmektedir.

Teknoloji desteği kullanılarak işlenen derslerde öğrencinin birçok duyu organına değinildiği için öğretimin kalıcı, anlamlı ve normalden daha hızlı olduğu görülmektedir. Matematik birçok soyut kavramlar içermesi dolayısıyla matematiksel kavramları öğretmek oldukça zor olabilmektedir. Bu nedenle diğer derslerde olduğu gibi matematik derslerinde de teknoloji kullanımı gerekli hale gelmiştir.

Bilgi ve iletişime dayalı eğitim yaklaşımları, öğrencinin öğrenmesini geliştirmek için bilgi iletişim teknoloji araçlarının aktif olarak kullanıldığı öğretme ve öğrenme yöntemleridir (Agbo-Egwu, 2018). Yeniliğe dayalı mevcut araçlar arasında dinamik grafik araçları, dinamik geometri araçları, algoritmik programlama dilleri, elektronik tablolar ve Bilgisayar Cebir Sistemleri (BCS) bulunmaktadır. Ayrıca, Mathematica, Maple, MuPAD, MathCAD, Derive ve Maxima gibi BCS'ler, öğrencilerin kişisel bilgilerini keşfetme ve pekiştirme sürecinde aktif katılımcılar olmalarını sağlayan aktif öğrenme yaklaşımlarını kolaylaştırabilmekte, böylece teorik ve geometrik kavrayışlarını geliştirebilmekte ve daha derinlemesine bir öğrenme stratejisi sunmaktadır (Kumar ve Kumaresan, 2008). Abari'nin (2015) gözlemlerine dayalı olarak, GeoGebra aracılığıyla

bir üst düzey ortaokul matematik dersinde öğretimin geliştirilmesinin ardından öğrencilerin ilgisi korunmuş ve başarı seviyeleri yükselmiştir. Diğerlerinin yanı sıra Cabri ve Geometer's Sketchpad gibi dinamik geometri sistemlerinin kullanımı, geometrik oluşumların denenmesini ve araştırılmasını açıkça kolaylaştırarak daha ileri seviyelere ek olarak, okul ortamında geometriye yeni bakış açıları sunduğu görülmektedir. Benzer şekilde, sanal ortamlarda öğrenciler ve öğretmenler arasındaki matematiksel etkileşimleri kolaylaştırmanın bir aracı olarak etkinlik tabanlı tasarım yaklaşımları geliştirilmiştir. Farklı yenilikçi teknolojilerin geliştirilmesi, teknolojiye dayalı matematiksel deneyimlerin hem sınıf içinde hem de sınıf dışında çoğaltılmasını sağlamıştır.

Son zamanlarda teknolojinin eğitimde kullanımı ile ilgili birçok araştırma yapılmıştır. Araştırmalarda yapılandırmacı yaklaşım yöntemi kullanılarak yani teknolojik araçlar kullanılmadan yürütülen öğretim etkinliklerinde öğrencilerin pasif kaldıkları ve istenilen düzeyde öğrenemedikleri görülmüştür. Bu sonuçlar geleneksel yaklaşım yöntemi yerine farklı bir öğretim modelinin gerekliliğini ortaya koymaktadır. Sakallı ve Bakay (2008) 40 öğretmen üzerinde yaptıkları çalışmada eğitim teknolojisi kullanımının öğrencilerin öğrenmesine daha fazla katkı sağladığını düşündüklerini bulmuştur. Araştırmaların bulguları, teknoloji destekli eğitimin yapılandırmacı eğitim modeline bir alternatif olduğunu ortaya koymaktadır. Öğretimde araç-gereç kullanımının öğrenmeyi artırdığı tüm araştırmacılar tarafından kabul edilen bir gerçek olarak görülmektedir. Öğrenme stillerindeki farklılıklar, öğretmeni süreçte farklı yöntem ve teknikleri uygulamaya yöneltmektedir. Fidan (2008) öğretmenin derste kullanacağı yöntem ve tekniklerin birden fazla duyu organını etkilemesi durumunda öğrenmenin daha kalıcı hale geleceğini belirtmektedir. Öğrenme-öğretme sürecinde daha çok duyu organlarına hitap edecek öğretim araçlarına ihtiyaç va olduğu görülmektedir. Dursun'a (2006) göre etkili ve kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesi için daha fazla duyu organına ulaşan görsel ve işitsel araçlarla oluşturulacak öğrenme ortamlarına başvurmak son derece önemlidir. MEB, eğitimde teknolojinin kullanımını sağlamak ve yaygınlaştırmak için çeşitli projeler geliştirmekte ve uygulama sürecini gerçekleştirmeye çalışmaktadır. Bunun en son örneği "Fatih Projesi" adı altında hayata geçirilen projedir. Buradaki amaç, teknolojiye gelişmelerden yararlanarak eğitim-öğretim ortamlarını çağdaş bir yaklaşımla düzenleyerek eğitimin kalitesini artırmaktır. Eğitim teknolojisi, sınıftaki disiplin sorununu ortadan kaldırabilmekte, öğrencileri

motive edebilmekte ve yönlendirebilir, kalıcı ve unutulmaz öğrenmeyi sağlayacak çok görevli ve eğlenceli bir ortam yaratmaktadır. Zamandan, ekonomiden ve öğrenme hızından tasarruf sağlamakta, bilgiye erişimi ve bilginin kullanımını kolaylaştırmakta, eğitim hedeflerine ulaşarak nitelikli insanlar yetiştirmenin temelini oluşturmaktadır.

Roschelle (2001) teknolojinin çocukların öğrenmeyi nasıl destekleyebileceğini vurgulayan bilgisayar destekli öğretimle ilgili birkaç çalışma olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmaları sonucunda öğrenmenin temel özelliğini destekler nitelikte olduğu vurgulanmıştır ve bu özelliklerin; aktif katılım, geri bildirim ve gerçek yaşam durumlarıyla ilişki şeklinde olduğunu belirtmiştir. Başka bir çalışmada problem çözme becerilerinin, eleştirel düşünme ve yazılı iletişim becerilerinin geliştirildiği ifade edilmiştir (Marjanovic 1999). Ayrıca bilgisayar aracılı iletişim yazılımlarının kullanıldığı sınıflarda keyif ve motivasyon artırdığı görülmüştür. Bilgisayarlar veya eğitim yazılımları, bu koşulların karşılanabileceği bir öğrenme ortamı yaratma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Aktif katılım, geri bildirim ve gerçek yaşam durumlarıyla ilişki, üst düzey düşünme becerileri ve motivasyonu, teknoloji tabanlı yöntemlerle sağlandığında, öğrencilerin derslerdeki başarısını artırmaktadır. Bilgisayarların ve yazılımların öğrenci başarısını artırdığını gösteren çeşitli araştırmalar vardır (Altun, Olkun ve Smith, 2005; Li ve Ma, 2010).

Okullarda teknoloji kullanımına ek olarak, son araştırmalar, öğrencilerin ev ortamlarında bilgisayar kullanımının okul derslerindeki başarı düzeyleri üzerindeki etkisini de araştırmıştır (Wittwer ve Senkbeil, 2008). Öğrenciler bilgisayarları evde eğitim amaçlı değil daha çok eğlence amacıyla kullansalar da, oyunlar gibi herhangi bir bilgisayar uygulamasının öğrencilerin bilişsel gelişimi üzerinde olumlu bir etkisi olabildiği görülmüştür (Delen ve Bulut, 2011). Her öğrencinin kendine özgü tipik bir öğrenme yöntemi ve farklı ilgi alanları var olmaktadır. Farklı öğrenme stillerine sahip öğrenciler, kalıtım, yetiştirme ve eğitim geçmişleri farklılık gösterdiğinden bilgiyi kendi yöntemleriyle öğrenebilir ve algılayabilmektedir. Bu noktada teknoloji, video, animasyon ve simülasyon ve görevler gibi çoklu temsillere sahip çok sayıda eğitim materyali sağlamaktadır. Bu nedenle, öğrenme görevlerinde teknolojinin kullanımı çeşitli bireysel ihtiyaçları karşılar ve öğrencilerin çeşitli temsillerle anlamalarını desteklemektedir.

Yukarıda bahsedildiği gibi, teknoloji kullanımının öğrenciler için pek çok faydası görülmektedir ve öğretmenler eğitimde, öğretim, zaman ve motivasyon desteği

açısından teknolojiden yararlanmaktadır. Bu nedenle teknoloji, matematik ve fen gibi alanlarda eğitimin normal rutinde yer almaktadır. Bilgisayarlar temelde matematiksel araçlar olduğu için matematik öğretiminde ve öğreniminde teknolojiyi tartışmak ve araştırmak kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle, teknolojinin matematik eğitimindeki rolü ve önemi aşağıdaki bölümde açıklanmıştır.

Matematik Eğitiminde Teknoloji

Teknoloji, matematik eğitiminin ayrılmaz bir parçasıdır. Teknolojinin doğru kullanımı yoluyla, öğrenciler matematiği karar verme, düşünme, akıl yürütme ve problem çözme süreci yoluyla öğrenebilirler (Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi [NCTM], 2000). Matematik eğitiminde dünyanın en büyük kuruluşlarından biri olan NCTM'e göre, teknoloji okul matematiğindeki altı ilkedden birini oluşturmaktadır. Dolayısıyla, teknolojinin matematik öğretimi üzerinde etkisi vardır ve öğrencilerin öğrenmesini geliştirmektedir. Bu nedenle, NCTM (2000) teknoloji destekli okul matematiğinde ısrar etmekte ve şunu beyan etmektedir: "Teknoloji her derde deva değil. Herhangi bir öğretim aracında olduğu gibi, iyi veya kötü kullanılabilir. Öğretmenler, teknolojinin neyi verimli ve iyi yapabileceğinden yararlanan matematiksel görevleri seçerek veya oluşturarak öğrencilerinin öğrenme fırsatlarını geliştirmek için teknolojiyi kullanmalıdır." Matematik Öğretmen Eğitimcileri Derneği (2006), NCTM (2000) ile uyumlu olarak, okullarda teknolojinin kullanımı yardımıyla matematik öğretiminin önemini vurgulamıştır. Matematik Öğretmen Eğitimcileri Derneği (2006), matematiksel keşif, anlama ve karmaşık ilişkiler sürecinin teknoloji aracılığıyla kolaylaştırılabileceğini iddia etmektedir. Dahası, teknoloji, matematiksel kavramların inşasını ve anlamlandırmayı kolaylaştıran matematiksel konuların, süreçlerin ve etkinliklerin etkili ve çeşitli temsilini sağlamaktadır. Bu nedenle öğretim, öğrencilerin anlayışı ve öğrenimi, teknolojinin kullanımıyla kolaylaştırılır ve güçlendirilmektedir. Ayrıca ISTE (2008), Amerika Matematik Derneği (MAA, 1991) Öğretmen Eğitimi Akreditasyonu Ulusal Konseyi (NCATE, 2002) ve Milli Eğitim Bakanlığı (MEB, 2013) matematik eğitiminde teknolojinin kullanımını teşvik etmektedir çünkü teknoloji, matematik öğretme ve öğrenmenin ayrılmaz bir parçası olarak görülmektedir (NCTM, 2010). Aslında, yüzyılın son çeyreğinde, eğitimciler matematikte teknolojinin kullanımında büyük bir talep ve büyüme farkı ortaya koymaktadır.

Matematik eğitiminde teknolojinin evrimi, araştırmacıların öğrencilerin matematiği nasıl öğrendikleri ve teknolojiyi kullanarak onlara matematiği nasıl öğretecekleri ile ilgili konuları araştırmalarını sağlamıştır (Goldenberg, 2000). Teknoloji kullanımının öğrencilerin matematik öğrenimini geliştirdiğine inanılmaktadır. Bu nedenle araştırmacılar, teknolojinin öğrencilerin kavramsal anlamasını desteklediğine ve dolayısıyla matematik dersine entegre edilmesi gerektiğine inanmaktadır (Hollebrands, 2003). Nwabueze (2004) tarafından yapılan bir çalışmada, teknolojilerin matematik eğitimini yöntemsel anlamadan kavramsal anlamaya kaydırarak, problem çözme ve muhakeme düşünme becerilerini geliştirecek güce sahip olduğunu savunmuştur. Ayrıca teknoloji, soyut matematik kavramlarını somut ve görselleştirilmiş bir biçime dönüştürmekte ve öğrencinin düşünme biçimi ile matematik arasındaki ilişkileri artırmak için dinamik ve etkileşimli hale gelmektedir (Lesh, 2007). Bu nedenle teknoloji, matematiği bir 'oyun' olarak sunan ve içerik oluşturmaya imkan veren bir 'düşünme aracı' olarak görmektedir (Schaffer ve Kaput, 1999).

Genel olarak matematik eğitimcileri, teknolojinin başarı, motivasyon, üst düzey düşünme becerileri, tutum, benlik saygısı, geri bildirim, öğrencilerin teknoloji ile kavramsal öğrenmeyi nasıl öğrendiklerini anlama yönünde destekleyici görev üstlendiğini savunmaktadırlar (Işıksal ve Aşkar, 2005; Olkun, Altun ve Smith, 2005). Matematik eğitiminde teknolojinin kullanımına ilişkin çalışmaların çoğu, teknolojinin öğrencilerin bilişsel süreçleri ve dolayısıyla matematik dersindeki başarıları üzerindeki etkisini ortaya çıkarmayı amaçlamaktadır (Reznichenko, 2007). Elde edilen bulgulara göre sınıflarda teknoloji kullanımıyla öğrenci başarı düzeyinin orta düzeyde arttığı sonucuna varılmıştır (Aşkar ve Altun, 2005). Işıksal ve Aşkar (2005) deneysel çalışmasında elektronik tabloların ve dinamik geometri yazılımının öğrenci başarıları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Sonuçlar, üç farklı şekilde uygulanan üç öğrenci grubunun başarı testi puanları arasında anlamlı bir ortalama fark olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Delen ve Bulut (2011) PISA (2009), çalışmasına dayanarak, Türkiye'deki bilgi iletişim teknolojileri kullanımı ile öğrencilerin başarı düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulmuştur.

Teknolojinin yalnızca öğrencilerin başarı düzeyini artırmakla kalmayıp, aynı zamanda matematik konularının derinlemesine anlaşılmasını da geliştirdiğine dair çok sayıda kanıt vardır (Clements, 1999). Öğrencilerin araçları nasıl kullandıklarını ve teknolojiyi kullanarak matematiksel kavramları nasıl anladıklarını anlamak,

araştırılması gereken önemli konular arasında yer almaktadır. Teknolojik araçlar aynı zamanda matematiğe ve geometriye karşı olumlu tutumların gelişimini de destekler (Boyras, 2008; Ellighton 2004; McCulloch, 2011). Bahsedilen çalışmalarda belirtildiği gibi, teknoloji öğrencilerin başarı, motivasyon ve üst düzey düşünme becerilerini artırma potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. öğretmenlerin teknolojiye ve teknolojiyi entegre etmenin önünde bir engel olarak öğretim felsefesine bakış açılarının yanı sıra, matematik eğitiminde teknolojinin kullanımına ilişkin tartışmaları ortaya koymuştur (Hoyle ve Lagrange, 2009; Risser, 2011). Öğrencilerin anlamasını, problem çözme becerilerini ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için teknolojik araçların ortaya çıkmasına rağmen, bazı öğretmenler ve eğitimciler matematik derslerinde teknolojiyi kullanmaya yönelik olumsuz eğilimlere sahip olmaktadır. Hesap makineleri gibi teknolojilerin erken yaşlarda kullanılması öğrencilerin kağıt, kalem becerilerini zayıflatabileceği ve onları üst düzey matematik için temel becerilerden mahrum bırakabileceği, öğrencilerin sayı algısına, işlem becerilerine ve soyut düşünme becerilerine zarar verebileceği düşünülmektedir (Altun, 2014). Benzer şekilde Risser (2011) incelenen makale sayısının alanda var olan makale sayısına göre son derece az olduğunu ve matematik öğretiminde teknolojinin kullanımını destekleyen çok sayıda makale olduğunu açıklamaktadır. Dolayısıyla, matematik eğitiminde teknolojinin etkililiğine savunan birçok araştırmacı ve eğitimci bulunmaktadır (Drijvers, 2012). Teknolojik gelişmelere paralel olarak tasarlanan bilgisayar yazılımları sayesinde matematiksel kavramların, sembollerin veya grafiklerin çoklu gösterimleri daha hızlı ve etkin bir şekilde açıklanabilmektedir (Lingerfjård, 2000). Bu sayede bilgisayar destekli öğretim eğitim araştırmalarında ön plana çıkmaktadır. Bir sonraki başlık altında bilgisayar destekli matematik öğretimi ele alınmıştır.

Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi

Bilgisayar destekli öğretimde matematik öğretimi, günlük hayatımızdaki faaliyetlerimizin bir parçası haline gelmiştir. Okullarda teknoloji kullanımı hem bilgisayarlar gibi teknolojik araçlarda hem de ilgili yazılımlarda artmaktadır. Ayrıca, öğrencilere daha eğlenceli ve etkili öğrenme fırsatları sağlamak için matematik eğitiminde yeni teknolojik araçlar ve ilgili ortamlar büyümektedir. Son yıllarda, teknolojinin yardımıyla matematik eğitiminin geliştirilmesine yoğunlaşmaktadır. Bununla birlikte, teknolojinin eğitim programlarına neden ve nasıl dâhil edilmesi gerektiği, öğrencilere ne öğretilmesi gerektiği ve eğitimcilerin teknolojiyi kullanmaları

için nasıl eğitileceği konusunda bir fikir birliği meydana gelmemiştir. Teknolojinin nasıl entegre edileceğini tartışmadan önce, teknolojinin neden matematiğe entegre edilmesi gerektiğinden bahsetmek gerekmektedir. Teknoloji, bir matematik sınıfının her yönünü etkileyen öğrenmeyi genişletme potansiyeline sahiptir. 21. yüzyıl matematik sınıfının tanımı, beyaz tahtaların görsel temsil için kullanıldığı ve grafik hesap makineleri ile matematiği potansiyel olarak tüm öğrenciler için anlamlı ve erişilebilir hale getirebilecek dönüşümleri simüle etmek, hesaplamaları değerlendirmek ve hesaplamaları basitleştirmek için programlanabileceği bir yer olarak ifade edilmektedir. (Robinson ve Maceli, 2000). Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ), materyalleri her öğrencinin ihtiyaçlarına göre uyarlayabilmenin önemli avantajını sunmaktadır. Bu uyarılama, bir ders boyunca öğrencinin ihtiyaçları değiştikçe şekillenmektedir. Bilgisayar destekli öğretim modelleri, bağlamı öğrenci ilgi alanlarına göre uyarlamak, güçlü ve pratik araçlar sağlamak için etkili bir şekilde tasarlanabilmektedir. Tipik bir modelin hedefleri şunlar olabilir:

- Her öğrencinin benzersiz bir sunum alabilmesi için bağlamı kişiselleştirir
- Uyarlanabilir bağlamları yalnızca eğitim değişkenleri yerine birçok farklı arka plan türüne ve ilgi değişkenine yönlendirir
- Ders hazırlama ve yönetim görevlerini otomatikleştirmektedir (Ross vd., 1985; akt. Şimşek ve Çalışkan, 1999, s.247).

Matematik öğretmenlerinin bilgisayarlar hakkındaki bilgi ve deneyimleri, matematik öğretiminde bilgisayarların kullanımına yönelik somut öneriler sağlamaya yol açar. Öğrenci başarısı ile fen ve matematik performansı hakkında diğer faktörlerle ilgili kapsamlı uluslararası karşılaştırmayı temsil etmek için, Uluslararası Eğitim Başarısını Değerlendirme Derneği (IEA), üç çerçeve halinde düzenlenmiş olan TIMSS Değerlendirme Çerçeveleri adlı bir rapor yayınlamıştır. TIMSS' in dördüncü ve sekizinci sınıflarda uygulanmasına temel teşkil eden değerlendirme tasarımı açıklanmaktadır. Raporun Bağlamsal Çerçeve bölümünde matematik derslerinde bilgisayarın önemi ve gerekliliğinden bahseden birkaç bölüm yer almaktadır. Ayrıca şunlar da eklenmiştir;

- Bilgisayarlar ve internet, öğrencilere kavramları geçmişte mümkün olmayan bir derinlikte keşfetmeleri için yeni yollar sağlayabilir.

- Bu teknolojik araçlar, öğrenmeye yönelik yeni bir coşku ve motivasyonu tetikleyebilir, öğrencilerin kendi hızlarında öğrenmelerini sağlayabilir ve öğrencilere geniş bilgi kaynaklarına erişim sağlayabilir (IEA, 2005). Böylelikle matematik derslerinde bilgisayar ve internet kullanımının değerlendirilmesi ve öğretim programının katılımcı ülkelerde dördüncü ve sekizinci sınıflarda teknoloji kullanımına ilişkin politikalar içerip içermediğinin değerlendirilmesi planlanmıştır (IEA, 2005).

Yukarıda belirtildiği gibi, bilgisayarların kullanımı tüm dünyada artmaktadır. Son yirmi yılda, bilgisayar teknolojileri hızlı ve yoğun bir şekilde gelişmektedir. Bu hızlı büyüme ile bilgi teknolojilerinin öğretme ve öğrenme faaliyetlerine entegrasyonu mümkün ve mali olarak yönetilebilir hale gelmiştir. Bilgisayar teknolojilerindeki bu gelişmeler, öğretmenlerin derslerinde izledikleri öğretim stratejilerini ve öğrencilerin öğrenme yollarını değiştirmektedir. Türkiye'dekiler de dâhil olmak üzere çeşitli okullar, öğretim ve öğrenim kalitesini artırmak için bilgisayar kullanmaya yönelmektedir. Öğretim teknolojisi Türkiye'de yeni gelişen bir alan olarak yer almaktadır. Son birkaç yılda hem Üniversiteler hem de MEB tarafından bazı girişimlerde bulunmaktadır. Türkiye eğitim sisteminde, fen eğitimi, fizik eğitimi ve matematik eğitimi başta olmak üzere farklı sınıf düzeylerinde ve konu alanlarında bilgisayarların etkinliğini destekleyen farklı sonuçlar ortaya koyan çalışmalar bulunmaktadır. Altın (2002) tarafından bilgisayar destekli deney yöntemi ve kavram haritası yönteminin lise öğrencilerinin ayrı sınıflarda ve aynı sınıf düzeyinde kullanılmasının etkilerini iki farklı şekilde araştırmak amacıyla yapılan deneysel bir çalışmada fizik öğretiminde bilgisayar destekli deneysel yöntemi kullanmanın lise öğrencilerinin başarıları üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Birgin, Kutluca ve Gürbüz (2007) 7. sınıf matematik dersinde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisini araştırdığı çalışmasında öğrenci başarısını artırmada geleneksel öğretime göre daha etkili olduğunu tespit etmiştir. Benzer bir çalışmada Çelik ve Çevik (2011) bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin istatistik öğrenme ve olasılık ünitesine etkisini araştırma sonucunda, ilköğretim 7. sınıf matematik dersinde bilgisayar destekli öğretim yönteminin geleneksel öğretim yöntemine göre matematikte öğrenci başarısını artırmada daha etkili bir öğretim yöntemi olduğu belirlenmiştir. Hangül ve Üzel (2010) bilgisayar destekli öğretimin 8.sınıf matematik öğretiminde öğrenci tutumuna etkisi ve görüşleri adlı

alışmalarında BDÖ'nün öğrencilerin matematik eğitiminde “geometrik cisimler” konusu üzerine tutumları etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda bilgisayar destekli matematik öğretiminin geleneksel öğretime göre öğrenci tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği ve bu eğitime katılan öğrencilerin BDÖ hakkında olumlu görüş bildirdikleri görülmüştür.

Yukarıdaki bilgiler ışığında bilgisayar destekli eğitimin birçok araştırmacı tarafından araştırıldığı ve halen araştırılmakta olduğu görülmektedir. Yurt içi ve yurt dışında yapılan çalışmaların çoğunda bilgisayar destekli eğitim ile geleneksel eğitimin karşılaştırıldığını görmek mümkündür. Bu çalışmaların birkaçı dışında, bilgisayar destekli eğitimin geleneksel öğretime göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin derslere karşı olumlu bir tutum kazanmalarına yardımcı olabileceği sonucuna varılmıştır.

Eğitimde Materyal Kullanımı

Türk Eğitim Sisteminde öğretim programının felsefesinin değişmesi ve yapılandırmacı yaklaşıma göre düzenlenmesi ile eğitim sisteminde son 20 yılda büyük değişimler yaşanmıştır. Yapılandırmacı yaklaşıma göre düzenlenen sistemde öğrenci merkezli eğitim esastır ve buna göre düzenlenen kitaplarda hemen hemen her konuda çeşitli materyaller kullanılarak düzenlenen etkinlikler yer almaktadır. Matematik eğitiminde somut materyallerin kullanımına ilişkin çeşitli yorumlar ve farklı görüşler ortaya çıkmaktadır. Araştırmacılar öğretimde kullanılan materyalin somut ve sanal manipülatif olarak yer aldığını belirtirken, bazı araştırmacılar materyal kullanımının öğrencilerin öğrenmelerini hangi düzeyde etkilediğini deneysel yöntemlerle inceleyerek yorumlamaktadır. Öğretim programı materyallerini ders kitabı, çalışma kitabı ve öğretmenin öğretim yoluyla öğrenme sürecinde kullandığı somut veya sembolik malzemeler olarak belirtmiştir (Fennema, 1969; akt. Akkaya, 2012 s.56). Materyal kullanımında temel amacın anlayarak öğrenmeyi sağlamak olduğu vurgulanmaktadır (Clements, 1999). Çalışmalar bir bütün olarak incelendiğinde matematik öğretiminde kullanılacak materyallerin zenginleştirilmesinin kavramsal öğrenmenin gerçekleştiği durumlarda öğrencilere yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Materyal kullanımının eğitimde başarıyı artırdığı çeşitli araştırmalarda ortaya konmaktadır. Ancak bu konuda dikkat edilmesi gereken noktalardan biri de materyalin doğru seçilmesi önem arz etmektedir. Öğretimde materyal kullanımının öğrenci başarısı üzerinde en yüksek ve olumlu etkiye sahip olması isteniliyorsa, öncelikle öğretim yöntemi ve materyali birbiriyle uyumlu bir şekilde seçilmekte ve aynı zamanda elde edilen kazanımlar da ortaya konulmaktadır. Bunun için üç aşama vardır:

- Öğretilmesi planlanan konuya uygun yöntemi seçmek,
- Seçilen yöntemin öğrenme ortamında uygulanmasına imkan verecek araç ve gereçlerin belirlenmesi,
- Seçilen araç ve gereçlere uygun malzemeleri kullanıma hazır hale getirmek (Bayram, 2004).

Öğrencilerin akademik başarılarını artırmak, matematiksel kavramları anlamlandırmak, öğrencileri kavramlar üzerinde farklı düşüncelere yönlendirmek, öğrenilen bilgiler arasında ilişki kurmak ve öğretimde kullanılmak üzere geliştirilmiş pek çok materyal bulunmaktadır (Bayram, 2004). Bu alanlarda hazırlanan materyaller

farklı terimlerle ifade edilebilmektedir. Manipülatif, nesne ve model kavramları da kullanılmaktadır. Öğrencilerin öğrenmelerinde kullanılan materyaller, bilgisayar ortamlarında hazırlanmış ders materyallerinden veya soyut kavramları ifade etmede ve anlamlandırmada etkili olan somut materyallerden oluşabilmektedir. Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin (2000) yayınladığı makalede, somut materyallerle ilgili bazı standartlar getirilmiştir. Bunlar, öğrenciler tarafından matematik ve geometride soyut fikirleri somutlaştırmak için kullanılan, öğrenciler tarafından model veya temsil olarak kullanılan, dokunduğu, tuttuğu veya hareket ettirdiği nesneler olarak tanımlanmaktadır (NCTM, 2000). Moyer (2001) materyalleri öğrencilerin duyularını uyararak ve bilişsel süreçlerini etkileyerek soyut matematiksel kavramları temsil etmek ve somutlaştırmak için tasarlanmış dinamik nesneler olarak tanımlamaktadır. Öğrencilerin matematiksel kavramları öğrenmeleri için geliştirilen somut materyallerin her zaman sınıfta olması gerekmemektedir. Gerekğinde dış ortamlardan da temin edilebilmektedir. Örneğin matematik dersleri için hazırlanmış boncuklar, çubuklar, birim küpler, desen blokları, tangramlar veya geometrik şeritler gibi çeşitli materyaller kullanılabilir. Van De Walle (2007) matematik öğretiminde kullanılan somut materyallerin büyük önem taşıdığını belirtmiştir. Matematik öğretiminde soyut bir kavram öğrencilere doğrudan gösterilememekte, bunun yerine somut materyaller kullanılmakta ve bu materyallerle etkileşim sonucunda soyutlama yapan öğrenci soyut kavramları daha iyi öğrenebilmektedir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2007).

Araştırmalar sonucunda matematik derslerinde somut materyallerin kullanılmasının eğitim alanında birçok faydasının olduğu söylenmektedir. Örneğin, sayılar ve cebir öğrenme alanlarında sayı blokları, kesir çubukları, cebir karoları vb. materyaller kullanılarak öğretim açıklanırken, geometri öğrenme alanına ait geometrik tangram setleriyle öğrenciler, çeşitli geometrik şekilleri dönüştürebilecek, şekiller arasındaki çevre ve alan ilişkilerini analiz ederek soyut kavramları öğrenebilecek ve böylece matematiksel kavramlar hakkındaki bilgilerini geliştirebilecekleri belirtilmektedir. Clements (1999) matematik dersinde kullanılan materyallerin öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve yeni fikirler üretmelerine yardımcı olacağını belirtmekte ve materyallerin derslerde tek başına kullanılmasının anlamlı öğrenmeye yol açmayacağını belirtmektedir. Bu noktada en önemli faktörün kavram öğretiminde uygulanan materyallerin öğretmenler tarafından nasıl kullanıldığı olduğu belirtilmektedir. Bunun en önemli nedeni materyali ne amaçla

kullanacağını bilen öğretmenin kendi öğretimini bu materyale göre tasarlaması olarak ifade edilmektedir.

Materyallerin matematik öğretiminde kullanımına ilişkin genel bir değerlendirme yapılırsa, birçok öğrenmenin gerçekleşmesinde materyal kullanımının faydalı olacağı düşünülmekte, materyallerin tek başına anlamlı öğrenmeyi sağlayamayacağı ifade edilmekte ve öğretmenin ders için iyi bir hazırlık yapması gerektiği ortaya konmaktadır. Bu materyallerin başında manipülatifler gelmektedir. Matematik öğretiminde manipülatif kullanımı bir alt başlıkta incelenmektedir.

Matematik Öğretiminde Manipülatif Kullanımı

Manipülatif kullanarak matematik öğretmek uzun bir geçmişe sahip olmaktadır. 19. yüzyılda Pestalozzi, manipülatif ve manipülatif kullanımın 1930'larda matematik derslerinde yer aldığını öne sürdü (Sowell, 1989; akt. Akkan, 2011, s.43). 1960'lar ve 1970'ler arasında araştırmacılar, yönlendirici veya resimsel malzemelerle yönlendirmeleri ve bu tür malzemeler içermeyen yönlendirmeleri karşılaştırmıştır. Zolton Dienes (1960) ve Jerome Bruner (1961) tarafından kullanımlarının teorik gerekçesinin yayınlanmasıyla önemi artmıştır (Sowell, 1989; akt. Akkan, 2011, s.45). Manipülatifler, öğrencilere matematiksel fikirlerin çeşitli temsillerini oluşturmada, güçlendirmede ve birbirine bağlamada yardımcı materyaller olarak belirtilmektedir (Clements, 1999). Hynes (1986) manipülatifleri, matematiksel kavramları içeren, çeşitli duyulara hitap eden ve öğrenciler tarafından dokunulabilen ve hareket ettirilebilen somut modeller olarak tanımlamaktadır. Moyer (2001) manipülatif materyaller, görme ve dokunma duyularını ele alarak veya kullanarak etkileşime geçen cihazlar veya araçlardır ve soyut olan matematiksel fikirleri açık ve somut olarak temsil etmek için tasarlanmış materyaller olarak ifade etmektedir. Manipülatif materyaller nesnelerle fiziksel etkileşim yoluyla soyutlanabilen matematiksel fikirleri temsil eden nesnelerdir (Moyer, 2001).

Manipülatifler, nesnelerin ve kavramların özelliklerini somutlaştırmak için kullanılmaktadır. Sınıfta somut nesnelerin kullanımına ilişkin olarak öğrencilerin somut nesne ve modellerle çalışmalarının hem motivasyonlarını artırdığı hem de öğrenmeyi eğlenceli hale getirdiği belirtilmektedir (Clements, 1999). Ancak öğretimde sadece somut modellerin kullanılmasının tam bir başarı sağlamadığı da belirtilmektedir. Somut manipülatiflerin kullanımının yanı sıra sanal manipülatifler de somut algı düzeyinde

olduğu düşünölen öğrenciler tarafından özellikle bazı soyut kavramların bilgisayar ortamında modellenerek somutlaştırılması yoluyla; kavramları daha iyi anlamalarına, kavramları yorumlamalarına ve kavramları problem çözmede kullanmalarına yardımcı olduğu varsayılmaktadır (Durmuş ve Karakırık, 2006).

Manipölatiflerin matematik eğitiminde yaygın olarak kullanımı eğitimciler tarafından uzun zamandır önerilmektedir (NCTM, 2000). Matematiksel bir kavramı doğrudan manipölatiflerin yardımıyla göstermek neredeyse imkânsız olsa da, öğrencinin uygun bir görevle manipölatiflerin kavram inşa etmesi veya matematiksel bir ilişki keşfetmesi muhtemel olmaktadır. NCTM (2010) manipölatifleri matematik eğitiminin tüm seviyelerine entegre etmeyi onaylamıştır. Manipölatif materyallerin gerçek dünya ile matematik dünyası arasında bir aracı olarak kullanılabileceği öne sürölmektedir (Lesh, 1979). Burns (2011) manipölatif materyalleri içeren derslerin, uygun şekilde kullanıldıklarında, manipölatif materyallerin kullanılmadığı derslerden daha fazla matematiksel başarı üreteceğine inanmaktadır. Aslında, manipölatifleri kullanan çalışmaların meta-analizleri onları doğrulamaktadır. Aynı raporda, manipölatiflerin kullanımı hakkında aşağıdaki önerileri vermektedir:

1. Manipölatif materyaller, eğitim programında, programın hedefleri ile tutarlı bir şekilde sık kullanılmalıdır.
2. Manipölatif materyaller resimler, diyagramlar, ders kitapları, filmler ve benzeri materyaller dâhil diğer yardımcı maddelerle birlikte kullanılmalıdır.
3. Manipölatif materyaller öğretim programı içeriğine uygun şekillerde kullanılmalı ve manipölatif yaklaşımlardan yararlanacak şekilde ayarlanmalıdır.
4. Manipölatif materyaller, keşif ve tümevarım yaklaşımlarla birlikte kullanılmalıdır.
5. Mümkün olan en basit malzemeler kullanılmalıdır.
6. Manipölatif materyaller, sonuçların sembolik olarak kaydedilmesini teşvik eden programlarla kullanılmalıdır. (Suydam ve Higgins, 1976; akt. Durmuş ve Karakırık, 2006, s.120)

Öğretimde manipölatiflerin kullanımı, öğrencileri matematikte daha aktif bir şekilde yer almaya teşvik etmek için yaygın olarak kullanılan bir strateji olarak görölmektedir. Manipölatifler, öğrencilerin zihinsel temsiller oluşturmalarına ve bu temsillerin kullanılması, değiştirilmesi ve yenilerinin sentezlenmesi konusunda beceri kazanmasına izin verdiği için, birçok kişi tarafından aritmetik ve cebir kavramları

öğretim süreçlerinde öğrenmenin doğasında var olan zorlukları çözmek için en iyi yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Uygulamalı somut manipülatifler dokunsal ve görselken, sanal manipülatifler sadece görseldir. Bununla birlikte, sanal manipülatifler de etkileşimlidir: yani öğrenci aynı nesneleri manipüle edebilmekte ve bilgisayar faresini kullanarak nesnelerin aynı zihinsel temsillerini oluşturabilmektedir.

Özetle, manipülatif materyaller şekil, boyut ve renk olarak değişkenlik gösteren matematik öğretimi için kullanılan, taşınan ve öğrencilerin aktif katılımını gerektiren nesnelerdir. Manipülatifler öğretmen-öğrenci yapımı veya ticari olabilmektedir. Kalıp blokları, sayı çubukları, on tabanlı bloklar, kesir çubukları, simetri aynası, dominolar, tangramlar, cebir blokları, dört bölmeli denge, geçmeli küpler, hesap makineleri, kartlar, cetveller, açıölçerler, zarlar, grafik kağıt, ölçü kapları, termometreler, çubuklar veya şeritler, ticari manipülatif örnekleridir (Şekil 1).



Şekil 1. Okullarda Kullanılan Matematik Manipülatifleri

Araştırmalarda manipülatifler bir öğretim stratejisi olarak kullanılmaktadır, ancak manipülatifler matematiksel araçlar olarak ifade edilmektedir. Bu araçlar aslında öğrenciler tarafından matematikte kavramsal öğrenmelerini ve gelişimlerini artıran bir araç olarak kullanılması önerilmektedir (Moyer ve Jones, 2008). Küçük çocuklara somut modellerle etkileşim kurma şansı verildiğinde matematiksel kavramları daha iyi öğrendiklerine dair kanıtlar yer almaktadır. Diğer bir deyişle, öğrenme ortamı öğretmenler tarafından değiştirildiğinde öğrencilerin matematiksel ilkeleri doğru bir şekilde inşa ettikleri görülmektedir. Manipülatif kullanımı, öğrencilerin tutumunu ve içsel motivasyonunu da geliştirmektedir. Öğrenciler, anlama ve anlam inşa etmek için somut manipülatifler ile fırsatlar elde etmektedir. Belli bir süreç altında yatan kavramı ve konuları anlarken matematiğe karşı olumlu tutum kazanıldığı belirtilmektedir (Moyer ve Jones, 2008).

Matematik derslerinde manipülatif kullanan öğrenciler kullanmayanlara göre genellikle daha iyi performans gösterildiği; ancak manipülatif başarıyı garanti etmediği ifade edilmektedir (Clements, 1999; Clements ve McMillen, 1996). Matematik eğitiminde manipülatif kullanımı üzerine yapılan araştırmalarda, uygulamalı manipülatif etkinlikleri yoluyla yapılan öğretimin öğrencilerin derslerle kişisel bir bağlantı kurmaya teşvik edilmesi önerilerini içermektedir (Allen, 2007; Burns, 1996; Clements, 2008). Manipülatif kullanımı, çocukların ilgisini doğrudan eğitimden çok daha uzun süre motive etmektedir. Manipülatifler, öğrencilere anlamlı öğrenme deneyimlerine aktif olarak katılma fırsatları sağlamaktadır. Öğrenciler öğrenme sürecine aktif olarak katıldıkları için öğrenmelerini kalıcı hale dönüştürerek gerçek yaşam problemlerine geçiş yapabilmektedir. Ek olarak manipülatifler, öğretmenin aynı problemi çözmek için farklı yöntemleri somut bir şekilde göstermesine izin vermektedir. Bazı öğrenciler için manipülatifler önemli bir araç sağlarken, diğerleri için genellikle sadece üst düzey anlayışlarını genişletebilecekleri ve derinleştirebilecekleri bir matematik bağlamı sağlamaktadır.

Manipülatiflerin sınıfta kullanımı ve etkililiği araştırılırken bazı faktörler göz önünde bulundurulmaktadır. Suydam ve Higgins (1976) manipülatiflerin kullanımının bir matematik programının amaçlarıyla tutarlı tutulması gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, öğretmenlerin çocukları daha yüksek düzeyde düşünme becerilerinin gelişimini ve daha derin akran etkileşimini teşvik edebilecek sonuçları kaydetmeye teşvik etmesi gerektiğini de belirtilmektedir. NCTM Prensipleri (2000)'ne göre, öğrenciler matematiği anlayarak, deneyimlerinden ve önceki bilgilerinden aktif olarak yeni bilgiler inşa ederek öğrenmektedir. Manipülatiflerin kullanımı da sınıfta eşitlik sağlamaktadır. Birçok öğrenci, manipülatiflerin sağladığı bu uygulamalı işbirlikçi öğrenmeden yararlanmaktadır. Bu eğitim fırsatı, öğrencilerin birden fazla öğretim stratejisini birleştirirken daha derin bir matematik anlayışı geliştirmelerine yardımcı olmaktadır. İki tür manipülatif vardır: somut ve sanal. Sanal manipülatiflerin kullanımına ilişkin bazı tartışmalar devam etmektedir. Mevcut tarihsel araştırmaların çoğu, somut manipülatiflerin, sanal manipülatifler üzerindeki etkinliğini desteklemektedir çünkü somut manipülatiflere dokunulabilir ve tutulabilir, sanal manipülatiflere ise bir bilgisayar ekranında mevcut olduğundan dokunulmaz veya tutulamaz olduğu belirtilmektedir. Fiziksel ve görsel manipülatiflerin nesne ve eylem arasında anlamlı

temsiller oluşturduğu söylenmektedir. Bu şekilde öğrencinin matematiksel nesneyi, düşünceyi, eylemi ve süreci iyi anlaması, öğrenmesi sağlanmaktadır.

Sanal manipülatifler, somut manipülatiflerle birlikte verimli bir şekilde kullanılmaktadır. Özellikle bazı soyut kavramların bilgisayar ortamında modellenmesi ve somutlaştırılması ile somut algı düzeyinde olduğu düşünülen öğrenciler; kavramları daha iyi anlamalarına, kavramlar hakkında yorum yapmalarına ve kavramları problem çözmede kullanma becerilerini geliştirmelerine yardımcı olduğu varsayılmaktadır (Durmuş ve Karakırık, 2006). Günümüzde bilgisayarların yerini almaya başlayan tabletler ve akıllı tahtalar üzerinde sanal manipülatifleri verimli bir şekilde kullanmak mümkün olmaktadır. Bu nedenle, teknoloji destekli öğrenmede manipülatiflerin rolü öne çıkmaktadır. Sanal manipülatiflerin bilgisayar destekli öğretimin öğrenmede zorluklara neden olabilecek sınırlılıklarını ortadan kaldırabilecek bir eğitim materyali olduğu düşünülmektedir. Sanal manipülatifler, internet üzerinden Java tabanlı etkileşime izin veren, klavye ve fare ile kontrol edilebilen, soyut kavramları görselleştirip somutlaştırabilen dinamik öğrenme materyalleri olarak ifade edilmektedir (Durmuş ve Karakırık, 2006).

Ülkemizde yeni uygulama alanı genişlemiş ve araştırmacılar tarafından tartışılmış olsa da sanal manipülatiflerin etkileri dünyada birçok farklı öğrenme alanında araştırılmaktadır (Moyer Packenham vd. 2008; Suh, 2005). Yapılan çalışmalara bakıldığında ülkemizde bu alanda yapılan çalışmaların her geçen gün arttığı söylenebilir. Çalışmanın temelini oluşturan sanal manipülatifler bir sonraki başlıkta ele alınmıştır.

Sanal Manipülatifler

Matematikte teknolojinin kullanımını temsil eden sanal manipülatifler, matematiksel bilgiyi yapılandırmak için fırsatlar sunan dinamik bir nesnenin etkileşimli, web tabanlı temsilleri olarak tanımlanmaktadır (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2002). Bu manipülatifler, fiziksel olmasalar da somut olarak kabul edilirler (Clements ve McMillen, 1996). Clements ve McMillan (1996) çocukların sanal manipülatiflere dokunamadıklarını ancak bilgisayar ekranındaki nesneleri hareket ettirebildiklerini ve onlarla etkileşime girebildiklerini belirtmişlerdir. Ayrıca, öğretmenler bu temsilleri sınıflarına entegre edebilecektir çünkü daha yönetilebilir, temiz, esnek ve genişletilebilir hale gelebilmekte oldukları ifade edilmektedir (Clements ve McMillan, 1996).

Kavramların ve ilişkilerin görsel temsili, öğrencilerin matematikte içgörü kazanmalarına yardımcı olmaktadır. Sanal manipülatifler, öğrencilerin matematiksel kavramlar ve işlemler arasında bağlantı kurmak için kendi problemlerini ortaya koyabilecekleri ve çözebilecekleri etkileşimli ortamlar sağlayabilmekte ve onların kavramsallaştırmaları üzerinde düşünmelerine yol açabilecek eylemleri hakkında anında geri bildirim vermektedir. Sanal manipülatifler, göreve yükledikleri bazı kısıtlamaları ortadan kaldırarak fiziksel manipülatiflere göre daha fazla avantaj sağlamaktadır. Kay ve Knaack (2007) sanal manipülatifleri, öğrencilerin zihinsel süreçlerini yönlendiren ve geliştiren ve kavram öğrenmesine yardımcı olan, yeniden kullanılabilir, etkileşimli web tabanlı araçlar olarak tanımlamaktadır. Bu teknolojilerin gelişmesiyle sanal manipülatifler internet ortamı ile her yerden erişilebilir hale gelmekte, fiziksel manipülatiflerle birlikte kullanılan öğrenme nesneleri olamakta ve hatta yerini almaktadır (Çakıroğlu, Güven ve Akkan, 2008). Sanal manipülatiflerin kullanımının hem öğrencilerin akademik başarılarında hem de matematiksel kavramları öğrenmede oldukça etkili olduğu ilgili literatürdeki çalışmalarla da desteklenmektedir. Sınıfta sunulan sanal manipülatif türü, öğrencinin öğrenmesini doğrudan etkilemektedir. Sanal manipülatifler, öğrencilerin problem çözme sonuçlarını analiz ederken matematiksel kavramları paylaşabilmeleri için teşvik edilen akranlar arasında işbirliğini de desteklemektedir. Öğrenciler daha sonra sonuçlarını gerçek yaşam durumlarıyla ilişkilendirebilir ve belirli bir zorluk için birden fazla çözüm olduğunu anlayabilir. Öğrenciler, amaçlanan çözümlere ulaşmak için kullanılan sonuçları ve yöntemleri paylaşmak için akranları ve öğretmenleri ile işbirliği yapmaktadır (Moyer, 2008).

Sowell (1989) manipülatiflerin uzun süreli kullanımının öğrenmeyi sürdürmede ve hatta artırmada kısa süreli kullanımdan daha etkili olduğunu öne sürmüştür, bu da manipülatif kullanımının ortaokul ve lise boyunca sürekli olması gerektiğini göstermektedir. Temel düzeyde manipülatiflerin kullanılmasının, öğrencilerin yaptıkları ile temsil ettiği anlam arasındaki uçurumu kapatmalarına izin vermekte, böylece sadece hesaplamayı değil, anlayışı da artıracığı da ifade edilmektedir. Bellonio'nun (2001) vurguladığı gibi, deneyimsel eğitim, aktif katılımın öğrencilerin öğrenmesini geliştirdiği fikrine dayanmaktadır. Bununla birlikte, öğrencilerin matematiksel anlamalarına deneyim kazandırmanın bir yolu olarak, manipülatiflerin kullanılması görülmektedir. Öğrenmelerine aktif olarak katılan çocuklar, materyali pasif öğrenenlere göre daha iyi anlamaktadır. Sanal manipülatifler, somut manipülatiflerin geleneksel tanımına uymasa

da, nesnelerin ve kavramların dokunulabileceklerden daha anlamlı temsillerini sağlayabilmektedir. Gardner (1993) sanal manipülatiflerin kullanılmasının, öğrencilerin bir becerinin kazanılmasında aktif katılımcılar olarak yer alma şanslarını arttırdığını belirtmektedir. Tüm öğrenciler aynı şekilde öğrenmezler, bu nedenle Gardener'ın sekiz zekâsından mümkün olduğunca çok sayıda söz etmek öğrencilere ve öğretmenlere yarar sağlamaktadır. Somuttan sanal manipülatiflere geçiş, görsel, işitsel ve kinestetik öğretim modları sağlayarak öğrencilerin materyali daha kolay anlamalarını sağladığı ifade edilmektedir. Sanal manipülatiflerin daha başarılı olmasının bir nedeninin, anında bilgisayar tarafından oluşturulan yanıtın kaynaklandığı ifade edilmektedir.

Sanal manipülatifler, çocuklar matematiksel kavram üzerinde çalışırken geri bildirim ve ipuçları sağlamaktadır. Somut manipülatiflerde durum böyle değildir çünkü zorluk ortaya çıkarsa öğretmenin yardımına ihtiyaç duyulmaktadır. Çocuklar daha sonra resmin tamamını görebilecek ve daha yüksek öğrenme seviyelerine ulaşmaya yardımcı olan görsel ve sembolik temsiller arasında daha kolay ilişki kurabilecekleri ifade edilmektedir (Suh ve Moyer, 2007). Anında geri bildirim ek olarak, araştırmacılar, bir bilgisayar monitöründe çalışırken onları manipüle edebildikleri için çocukların sanal manipülatiflerle daha büyük bir bağlantı kurduklarını belirtmektedir (Moyer, 2007). Bu nedenle, öğrenciler aslında manipülasyonlarının sonuçlarını anında görmektedir. Öğrenciler, sanal manipülatifleri kullanarak başarıya ulaşmak için genellikle kendi rekabet güçleri tarafından yönlendirilirler (Moyer, Bolyard ve Spikell, 2002).

Sanal manipülatifler hem statik hem de dinamik olabilmektedir. Statik bir manipülatif, bilgisayar ekranında basitçe görsel bir temsil olmaktadır. Çocuklar temsili manipüle edemezler, ancak programa göre değişebilmektedir. Dinamik manipülatifler, çocukların ekrandaki görüntüyü hareket ettirme ve değiştirme becerisini göstermekte, böylece kendi eylemlerine dayalı olarak kavramı daha derinden anlamalarını sağlamaktadır. Burns (2006) bu dinamik manipülatiflerin düşündürücü olduğunu ve çocukları derse odaklanmaya yönlendirdiğini ve bireysel öğrenmelerinde iskeleye neden olduğunu ileri sürmektedir. Günümüz sınıfları, öğrenme stillerinde o kadar çeşitlilik barındırmaktadır ki, dinamik manipülatif, ilerleyen matematik öğretiminde bir zorunluluk haline gelmektedir. Aynı dersin birçok seviyesi çocuklara sunulabilmekte ve daha sonra akademik seviyelerine göre farklılaştırılabilmektedir. Çoğu öğrencinin okulda ve evde bir bilgisayara ve internete erişimi olduğu için, öğretim programına sanal manipülatifleri dâhil etmek mantıklı olarak görülmektedir. Öğrenciler artık dijital

medyaya o kadar fazla maruz kalıyorlar ki, dijital medya öğretimi geliştirmek için kabul edilebilmekte ve hatta beklenen bir ortam haline gelmektedir. Matematik eğitimcileri artık öğretim programlarını zenginleştirmenin yenilikçi ve ilginç bir yolu olarak dijital manipülatiflere internet üzerinden erişebilmektedir. Teknoloji, öğretime katkıda bulunur ve öğrencinin kendi seviyesinde ve hızında çalışmasına izin vererek daha öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı yaratmaktadır. Dinamik, etkileşimli medya, öğrencilerin nesneleri ve kavramları birden fazla boyutta görmelerini sağlayarak kavramsal çerçevelerini genişletmektedir. Temsilleri önceki öğrenmelerle ilişkilendirme yeteneği, somuttan daha soyuta geçişi kolaylaştırmaktadır (Durmuş ve Karakırk, 2006; Moyer, 2005).

Moyer (2005) bir kavramı pekiştirmek için sanal manipülatifleri kullanırken, öğrenmeyi geliştirmek için programın ve kavramın kullanımında doğrudan talimat vermenin faydalı olduğunu belirtmektedir. Öğrenciler daha sonra, programı öğrenirken kavramı anlamak için daha fazla zaman harcayabilmektedir. Birçok sanal aracın dönüştürücü doğası, öğrencilerin fikirleri esnek bir şekilde keşfetmelerine, beyin aktivitesinin akışkanlığını ve insan düşüncesini fiziksel bir alanda yapılamayacak şekilde modellemelerine olanak tanımaktadır. (Moyer, Salkind ve Bolyard, 2008). Bir teknolojik manipülatifin çoklu uygulamaları, tek bir uygulama ile somut manipülatiflere göre daha çok avantaj sağlamaktadır. Sınıfta bilgisayar kullanımı ayrıca, sanal manipülatifler fiziksel hareket veya yazılı yanıtlar gerektirmediği için motor becerilerde veya yazılı ifadede zorluk yaşayan öğrencilerin daha fazla başarı elde etmelerini sağlamaktadır. Bazen, sanal manipülatifleri manipüle etmek, somut emsallerinden daha kolay olmaktadır. Sanal manipülatiflerin etkililiğine bir örnek verilirse, çocukların sayı duyusu kavramını öğrenmesiyle ortaya çıkmaktadır (Bellonio, 2001). Bir grup, sayı duyusunu kavramsallaştırmak için fasulyeleri, çubukları ve sayı sembollerini bir araya getirmek için dinamik bir sanal manipülatifler tercih edilirken; diğer grup somut fasulye çubukları kullanmaktadır. Sonuçlar, sanal fasulye çubuklarının çocukların manipüle etmesinin somut fasulye çubuklarından daha kolay olduğunu göstermektedir. Ancak bulgular, iki grup arasında değerlendirme puanlarında gözle görülür bir fark göstermemiştir (Bellonio, 2001).

Clements ve McMillen (1996) sanal manipülatiflerin aynı zamanda somut muadillerine göre daha az dikkat dağınıklığı sunduğunu belirtmektedir. Sanal manipülatifler, somut manipülatiflerden daha fazla çok yönlülük sunarak öğrencilerin

basit bir tuş vuruşuyla veri gösterimini değiştirmelerine olanak tanımaktadır. Öğrenciler daha sonra farklı temsilleri verilen bir problem için tüm olası sonuçlara düşünmektedir. Öğrenci zorluklarda bir çözüme ulaşmanın birden fazla yolu olduğu sonucuna varmaktadır. Bu şekilde öğrenci akıl yürütmeyi gerçek yaşam durumlarına uygulayabilmektedir (Durmuş ve Karakirik, 2006). Ek olarak, bilgisayar oyunları derslerle aynı türde keşif ve yansıtma sağlamaktadır (Bellonio, 2001). Sanal manipülatifler öğrenme avantajlarına ek olarak, dijital medya kullanımı, daha uygun maliyetli olmaları, kullanım için daha az alan gerektirmeleri ve somut manipülatiflere göre daha az zaman almaları nedeniyle daha pratiktir. Çoğu sanal manipülatif internete erişim gerektirirken, bazıları indirilebilir ve çevrimdışı olarak kullanılmakta, yine de öğrencilerin öğrenme sürecine maruz kalmasına ve katılımına izin vermektedir (Suh ve Moyer, 2005). Suh'un (2005) öğretimi geliştirmek ve desteklemek için yaptığı araştırmada kullanılan bilgisayarların, uygun yöntem ve materyal kullanan öğretmenler tarafından tercih edildiğinde başarılı öğretim araçları olduklarını kanıtladığı gözlemini yansıtmaktadır.

Sanal manipülatiflerin, öğretmenler tarafından kullanımı; (a) bir matematiksel fikri tanıtmak veya gözden geçirmek, (b) soyut olanları görsel olarak temsil ederek matematiksel kavramların anlaşılmasını geliştirmek, (c) öğrencilerin öğrenmesini desteklemek, (d) ve öğrencileri öğrenmeye aktif olarak dahil etmek olarak tanımlanmaktadır (Moyer, 2001). Öğretmenler, öğrencileri için sanal manipülatifler etrafında dersler oluşturabilmekte veya diğer medya aracılığıyla öğretilen kavramları güçlendirmek için teknolojiyi kullanmaktadır. Çevrimiçi sanal manipülatifleri öğretimlerine dâhil etmek için öğretmenlerin farklı Web sitelerine aşina olmaları, bu sitelerdeki farklı etkinlikleri araştırmaları ve hangi etkinliklerin öğretim programlarına ve öğrencilerinin beceri düzeylerine uygun olduğunu belirlemeleri gerekmektedir. Hem sanal hem de somut manipülatifler, yalnızca öğretmenler bunları öğretimlerine nasıl entegre edeceklerini bilirlerse faydalı araçlar haline gelmektedir.

Türkiye'de sanal manipülatifler ile yaptığı ilk çalışmaları, araştıran ve uygulayan araştırmacılardan Durmuş ve Karakirik (2006) çalışmalarında çoğunlukla literatür taraması yapmış ve sanal manipülatif kavramının tanımını ve sanal manipülatiflerin faydalarını vermiş; aynı zamanda kullanım kalıpları hakkında yabancı yayınlara atıfta bulunarak bu konunun daha iyi ve yeterli bir şekilde araştırılması çağrısında bulunmaktadır. Durmuş ve Karakirik (2006)'ya göre sanal manipülatiflerin tanıtımı ve

eğitimde aktif olarak uygulanması için kampanyalar düzenlenmeli ve en azından özellikle matematik öğretmenlerinde bir farkındalık oluşturulmalıdır. Özellikle manipülatiflerin matematik derslerinde kullanımının önemine dikkat çekmişler ve vurgulamışlardır. Öğretmenler üzerine yaptıkları çalışmada Moyer-Packenham ve diğerleri (2008) manipülatif ve teknolojileri kullanmanın önceliğini içeren yeni bir anket uygulamıştır. Araştırma öncesinde öğretmenlere eğitim verilmiştir. Bu eğitimlerde öğretmenlere sanal manipülatifler anlatılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğretmenlerin %35'i sayılar ve işlemler öğrenme alanında, %32'si geometri öğrenme alanında, %13'ü cebir öğrenme alanında, %13'ü ölçme öğrenme alanında manipülatifler kullanmıştır. En çok kullanılan manipülatif sanal geometri kartı olarak belirtilmiştir. Sanal geometri panosundan sonra en çok kullanılan manipülatifler model blokları, tangramlar ve onluk bloklar olarak listelenmiştir. Öğretmenlerin sanal manipülatif kullanımları ve kullandıkları yerler de araştırılmış ve öğretmenlerin %45'inin manipülatifleri araştırma amaçlı, %35'inin beceri yerleştirme, %14'ünün derse giriş, %2'sinin oyun amaçlı kullandıkları ortaya çıkmıştır. Araştırmanın en ilginç sonucu olarak araştırmacılar, öğretmenlerin derslerinde yardımcı materyal olarak sanal manipülatifleri kullandıklarını gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçları, sanal manipülatiflerin diğer eğitim araç ve gereçleriyle desteklenmesi gerektiğini göstermiştir. Bu nedenle manipülatiflerin öğretimde destekleyici materyaller olarak kullanılması gerektiği vurgulanmıştır.

Akkan ve Çakıroğlu (2009) çalışmalarında öğrencilerin sanal veya somut/fiziksel manipülatif tercihlerini araştırmaktadır. Araştırmada 8. sınıf matematik dersi öğretim programında cebir öğrenme alanındaki "Cebirsel ifadelerin çarpanları" ele alınmıştır. Araştırmada öğrencilerin somut/fiziksel manipülatiflerden daha çok sanal manipülatiflerle çalışmayı sevdikleri ve sanal manipülatiflerin somut/fiziksel manipülatiflerden daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Kullanımının daha kolay olduğu ve öğrencilerin somut/fiziksel manipülatifleri daha sıkıcı buldukları sonucuna varılmıştır. Elde edilen sonuca göre sanal manipülatiflerin öğrencilerin daha fazla ilgisini çektiği ve beğendikleri sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda manipülatiflerle eğlenceli ve eğlenceli öğrenme ortamları oluşturulduğu için öğrencilerin ders çalışma isteklerinin arttığı vurgulanmıştır. Speer (2009) sanal manipülatiflerin eğitimde kullanılmasının olumsuz etkilerini ortaya çıkarmak için gözleme dayalı nitel bir araştırma yapmıştır. Araştırmacı, araştırma sonucunda ortaya çıkabilecek sorunları; manipülatifler sadece

bilgisayarlı sanal ortamlarda araştırıldığında, bilgisayar kullanımı iyi düzeyde olmayan öğrencilerin manipülatif kullanımlarında sorun yaşayabileceğini, manipülatiflerin manipülatif kullanım kurallarının karışık anlatımı sonucu öğrenmeyi engelleyebileceğini ifade etmiştir. Her teknolojinin kendi sınırlamaları olduğu için kötüye kullanılabilir. Ayrıca sonuç olarak araştırmacı, sanal manipülatiflerin kullanımının etkilerinin daha detaylı ve uygun araştırma yöntemleri ile araştırılması gerektiğini söylemektedir.

Çetin ve Günay (2011) yaptıkları bir çalışma ile fen öğretimi ile ilgili web tabanlı bir manipülatif geliştirmişler ve bunun hazırlık ve uygulama aşamasını araştırmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre öğrenciler hazırlanan manipülatif sayesinde birçok soru çözme fırsatı bulduklarını ve bu nedenle manipülatifleri öğrenmeyi pekiştirme açısından önemli bulduklarını belirtilmektedir. Ayrıca öğrenciler hazırlanan materyal sayesinde sanal ortamda sohbet etme imkânı bulmuşlar ve bu sayede akran öğrenmesi gerçekleştirebildiği ifade edilmektedir. Tüm bu olumlu görüşlere rağmen öğrenci ve öğretmenler sanal manipülatif olarak kullanılan web tabanlı bu programın öğretim temelli değil öğretimi destekleyici bir materyal olarak kullanılmasını önermektedir. Yeniçeri (2013) yaptığı çalışmada ilkökul 6. sınıf matematik öğretim programı için bu sınıf düzeyinde kesir kazanımlarının öğretiminde sanal manipülatif kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisini incelemiştir. Öntest-sontest kontrol gruplu modellerle yapılan deneysel çalışmada deney grubu ve kontrol grubu oluşturulmuştur. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin sanal manipülatif kullanımında akademik başarılarında sadece öğretmenin sanal manipülatif kullandığı deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmaktadır. Doğan (2017) yaptığı çalışmada ortaokul matematik öğretmen adaylarının ders planına sanal manipülatifleri entegre etme süreçlerini araştırmış ve bu bağlamda cebir kazanımı örneklerini incelemiştir. Bu kapsamda öğretmen adaylarının ders planlarını hazırlama süreçleri incelenmiş ve sanal manipülatif kullanımları analiz edilmiştir. Sürecin sonunda öğretmen adayları ile grup görüşmeleri yapılmış ve yansıtıcı tartışmalar yapılmıştır. Araştırma sonucunda sanal manipülatiflerin matematiksel ilişkileri keşfetmede ve akıl yürütmede, modelleme ve çoklu temsilleri kullanmada, kavramları öğrenmede ve kavramsallaştırmada, dikkat çekerek öğrencilerin motivasyonunu artırmada etkili olduğu ifade edilmiştir.

Yurtdışındaki öğrenci ve öğretmenlerin ücretsiz kullanımı için geliştirilmiş pek çok sanal manipülatif web tabanlı (Türkçe dil desteği olmayan) platformların (NLVM,

NCTM aydınlatma, shodor, matematik oyun alanı vb.) olduğu görülmektedir. Öte yandan ülkemizde sanal manipülatif ve sanal manipülatif geliştirme çalışmalarını içeren platformların sayısının yeterli olmadığı görülmektedir (Durmus ve Karakırık, 2006; Karakırık ve Çakmak, 2009; Yazlık, 2018). Öte yandan literatürde karşılaşılan sanal manipülatif geliştirme çalışmalarının içerik açısından genellikle dar kapsamlı olduğu görülmektedir. Örneğin, Akkan ve Çakıroğlu (2011) cebirde kullanılmak üzere cebir karoları ile sanal bir manipülatif geliştirmiştir. Alkan ve Ada (2015) ise olasılık üzerine bir ders saatinde kullanılmak üzere bir sanal manipülatif çalışmalarında bulunmaktadır. Geliştirilen bir diğer sanal manipülatif ise altıncı sınıftaki tam sayılarla ilgilidir (Çetin, 2019). Türkiye'de yürütülen en kapsamlı sanal manipülatif geliştirme çalışması, Karakırık'ın yürütücülüğünü yaptığı TÜBİTAK destekli SAMAP projesi olmaktadır (Karakırık ve Çakmak, 2009). Proje, ilköğretim matematik öğretim programını destekleyen ve 80'e yakın sanal manipülatif içeren bir materyal seti olarak tasarlanmıştır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, bilimsel çalışmaların doğası gereği sınırlılıkları nedeniyle, bu çalışmada ele alınan kazanımların çoğuna hitap eden sanal manipülatifler içermediği görülmektedir.

Sanal Manipülatif Siteleri

Sanal Matematik Manipülatif Seti (SAMAP)

Ülkemizde geliştirilen ilk sanal manipülatif sitelerden biri olan SAMAP, genel olarak yapılan çalışmalar sonucunda olumsuz olarak nitelendirilmiştir. Bu sonuçlar ışığında bazı değişiklikler yapılarak sisteme bilgisayar ve teknoloji desteği sağlanmıştır. Ülkemizde matematik eğitiminde kullanılan materyaller çeşitlerinin niteliği ve niceliği bu değişimlere ayak uyduramamış, sanal manipülatiflerin üretimi çağın ve öğretim programının gereklerine uygun olarak geliştirilmiştir. Bu kapsamda Abant İzzet Baysal Üniversitesi ve TÜBİTAK işbirliği ile geliştirilen sanal manipülatifler, ilköğretim 1-8. Sınıflar matematik öğretim programını destekleyecek şekilde hazırlanmıştır. Bu manipülatifler, adı geçen her sınıfın sayı, cebir, geometri, ölçme ve veri analizi öğrenme alanlarında hazırlanmıştır. Bunların her biri sanal manipülatiflerdir. Bu proje kapsamında hazırlanan materyaller sadece tamamlayıcı ders materyali olarak öğretmenlere sunulmuştur. Bu nedenle faydaları sınırlı kalmıştır. Geliştirilen materyaller ülke genelinde siteye üye olanlara ücretsiz olarak sunulmaktadır. Ayrıca

SAMAP projesinin geliştiricileri, internetten indirilebilen çevrimdışı bir CD formatı da hazırlamışlardır.(Şekil 2)



Şekil 2. SAMAP Manipülatiflerin Sınıflara Göre Ayırıştırılarak Sergilendiği Sayfa (Bkz. <http://www.erolkarakirik.com/samap/>)

National Council of Teachers of Mathematic- Illuminations (NCTM Illuminations)

Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi NCTM, öğrencilerin yüksek kalitede matematik öğrenebilmeleri için öğretmenlere matematik eğitimine profesyonel destek, liderlik ve vizyon sağlayan Amerika Birleşik Devletleri'nin bir kamu kuruluşudur. NCTM, çok sayıda katılımcısı ile okul öncesi dönemden 12. sınıfa kadar olan dönemi kapsayan matematik eğitimi için dünyanın en büyük organizasyonlarından biridir. NCTM-Illuminations, her öğrencinin daha iyi bir matematik eğitimi alması için gelişimine yönelik materyaller geliştirmek ve matematik eğitiminin vizyonuna ışık tutmak amacıyla oluşturulmuş bir organizasyondur(Şekil 3). NCTM-Illuminations 35 öğretmen ve akademisyenden oluşan bir ekip tarafından uygulanmıştır (NCTM, 2000).



Şekil 3. NCTM – Illuminations İnternet Sitesinin Giriş Sayfası
(Bkz. <https://illuminations.nctm.org/>)

WisWeb

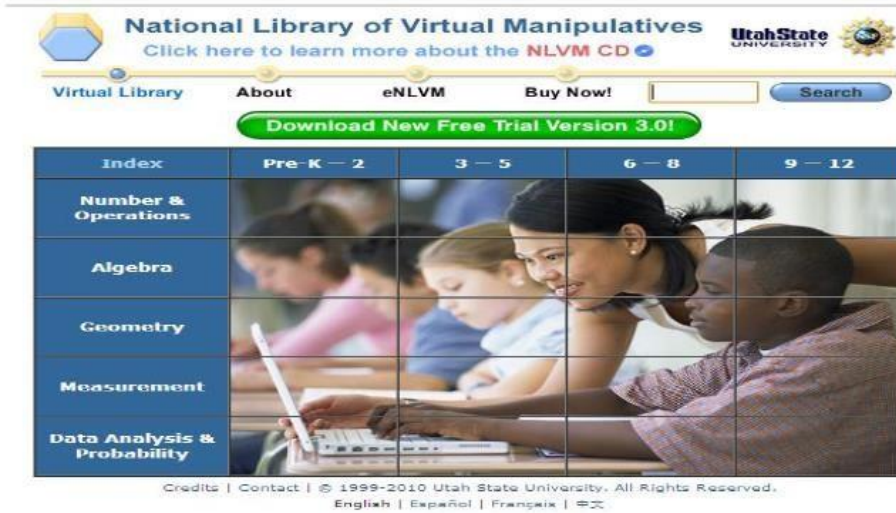
2000 yılında toplam dört okul ile gerçekleştirilen bir projenin ürünü olan WisWeb'in proje ekibi, katılımcı okulların öğretmenleri, Freudenthal Enstitüsü ve matematik kurumlarının personelinden oluşmaktadır. Kısa bir süre için hayata geçirilen bu proje, iki yıl sonra sonlandırıldı. Projenin ilk amacı günümüzde uygulanmaya başlayan internet destekli bilgisayar uygulamalarının yayınlanması ve geliştirilmesi olarak verilebilir. Bu amaçla öğretmenler uygulamaları denemiş, sınıflarında deneyerek görüşlerini ifade etmiş, ayrıca uygulamalar için ek materyaller geliştirerek sınıflarında uygulamışlardır. Ayrıca bu süreçte sınıf içi deneyimlerden yararlanılarak bazı yeni uygulamalar geliştirilmiştir. Ayrıca öğretmenler web sayfasının oluşturulmasına katkıda bulunarak projenin geliştirilmesine olumlu katkıda bulunmuştur. Bu projenin ikinci amacı, Hollanda'da sadece matematik eğitimcilerinin sorumlu olduğu bir ağ kurmak olarak verilebilir. Bu ağ sanal bir platformda organize edilmiş ve her akademik yılda birçok toplantıya temel olmuştur (Şekil 4) . Özellikle cebir ile ilgili manipülatifler geliştirilmiş ve değerlendirilmiştir.



Şekil 4. Wisweb – Manipülatiflerin Bulunduğu Sayfa
(Bkz. http://www.fi.uu.nl/wisweb/applets/mainframe_en.html)

National Library of Virtual Manipulatives (NLVM)

1999 yılında Utah State Üniversitesi tarafından başlatılan ve Science Foundation/NSF tarafından desteklenen ve 2007 yılına kadar devam eden bir proje sonucunda oluşturulan National Library of Virtual Manipulatives (NLVM), matematik programı için hazırlanmış sanal bir manipülatiftir (Şekil 5). 1999 yılında başlatılan program sayesinde öğrenciler interaktif ve web tabanlı bir manipülatiften yararlanmışlardır. Bu sanal manipülatifler genellikle Java uygulamaları formatında hazırlanır. Proje, çok çeşitli iç ve dış değerlendirme süreçlerini içermektedir. Proje kapsamında geliştirilen web sitesi ve yazılımlar birçok kez güncellenmiş ve 9. güncelleme ile son halini almıştır. Son güncellemeden sonra 3. ve 12. sınıf matematik öğretim programı için genişletilip sadeleştirilmiş ve internet üzerinden interaktif bir kütüphane haline getirilmiştir. Utah Eyalet Üniversitesi'nin yönettiği ve yine NSF tarafından desteklenen “eNLVM” projesi bu kapsamda gerçekleştirilmiştir. Bu proje kapsamında matematik öğretmenleri ve akademisyenlerden bilgisayar programcılarına ve bilgisayar yazılımı geliştiren grafik tasarımcılara kadar çeşitli alanlardan 45 kişilik bir ekip üzerinde çalışılmıştır.



Şekil 5. NLVM Giriş Ara Yüzü
(Bkz. <http://nlvm.usa.edu/>)

Matematiğin bir alt dalı olan cebir öğretiminde sanal manipülatiflerin kullanılmasının özellikle somutlaştırma ve görselleştirme açısından oldukça faydalı olduğu araştırma sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. (Anh ve Phuc, 2014; Creighan, 2014; Kolpak, 2011; Morris, 2013; Moyer-Packenham, Westenkow ve Salkind, 2012; Paek ve Hoffman, 2014; Suh, 2005). Bu kapsamda cebir öğretimi aşağıdaki başlıkta ele alınmaktadır.

Cebir Öğretimi

Cebir öğretimi öğrencilerin matematiksel gelişimi için çok önemlidir. Cebir, öğrencilere soyut düşünmenin ve mantıksal çıkarımın kapılarını açmaktadır (Stacey ve MacGregor, 2000). Cebirde sembolik temsile giriş, temel matematiksel kavramların gelişiminin önemli bir parçası olarak görülmektedir. Genel olarak cebir, eldeki ilişki veya ilişkileri sayılar ve semboller kullanarak genelleştirilmiş denklemlere dönüştüren bir matematik dalı şeklinde ifade edilmektedir. Sfard (1995) cebiri hesaplama bilimi olarak tanımlamaktadır. Kieran'a (1992) göre cebir; miktarları sadece harflerle göstermez, aynı zamanda bu sembollerle hesaplama yapmayı da mümkün kılar. Cebir gerçek sayıların sembolik dili olarak tanımlanmaktadır. Cebiri anlamının, bu dilin öğeleri arasındaki ilişkiyi anlayabilmek anlamına geldiğini vurguladı. Konu; aritmetik işlemlerde sayılar yerine semboller kullanarak farklı ve basit çözümler sunmaktır (Kieran 1992).

Matematik alanındaki yeni gelişmelerle birlikte cebire bakış açısı değişmiş ve cebir, düşünce-ilişkileri ifade etme yöntemi olarak görülmüştür. Bu açıdan cebir bir problem çözme aracı olarak düşünülebilir. Karşılaşılan sorun için problem çözmenin aşamaları; problemi anlama, matematiksel ifadesini oluşturma, uygun işlemleri yaparak çözme ve çözümün problemde verilenlerle uyumlu olup olmadığını kontrol etmektir (Polya, 1945). Cebirdeki sembolik işlemler, problem çözmenin bu aşamalarını ifade etmek için kullanılabilmektedir. Günlük hayatta karşılaşılan problemlerin değişkenleri arasındaki ilişkileri belirlemek ve probleme farklı çözümler üretmek cebir ile mümkün olmaktadır. Her öğrenci bir probleme farklı çözümler geliştirebilmektedir. Cebir, öğrencilerin farklı çözümler sunması için bir araç işlevi görmektedir. Bu, problem çözme becerilerinin gelişimi için önemli fırsatlar sağlamaktadır.

Cebir ve cebir öğretimi, matematik için kapsamlı ve çok yönlü bir konudur. Literatür incelendiğinde cebir öğretiminde farklı yaklaşımlar olduğu görülmektedir (Bednarz vd., 1996; Kaput, 1999). Cebir dört ana kategoriden oluşmaktadır. Bunlar; i) genelleştirilmiş aritmetik, ii) problem çözme çalışmaları, iii) nicelikler arasındaki ilişkiler ve iv) yapısal çalışmalardır (Usiskin, 1988; akt. Doğan Coşkun, 2021, s.105). NCTM (1997) cebiri dört temaya ayırmıştır: i) fonksiyon ve ilişki, ii) modelleme, iii) yapı iv) dil ve temsil. Kaput (1999) ise cebiri beş ana kategoriye ayırmıştır: i) genelleme ve formülleştirme, ii) belirli kuralları olan bir sistem, iii) yapısal çalışma alanı, iv) cebirsel işlemler ve v) modelleme dili. Genel olarak araştırmacılar tarafından cebirin sınıflandırılması göz önünde tutulduğunda, cebir öğretiminde dört farklı yaklaşım ortaya çıkmaktadır. Bunlar 1- Genelleştirilmiş aritmetik olarak cebir 2- Cebir ve somutlaştırma 3- Problem Çözme Aracı Olarak Cebir 4- Dil olarak cebir olmaktadır (NCTM, 2000).

1- Genelleştirilmiş Aritmetik Olarak Cebir: Öğrencilerin matematiksel bilgilerini geliştirmek için farklı deneyimlere sahip olmaları gerekmektedir. Bu deneyimlerin ilk aşaması sayılarla ilgili deneyimlerden gelmektedir. Çocuklar sayıları kullanma, sayılarla işlem yapma, sayıları kullanarak çeşitli yapılar oluşturma gibi birçok deneyim yaşamaktadır. Bu deneyimlerle öğrencilerin cebiri anlamaları için gerekli temeller atılmaktadır. Öğrenciler aritmetik bilgilerini geliştirir ve cebirsel bilgiye dönüştürür. Bu bakımdan aritmetik cebirin bir parçası olmaktadır.

2- Cebir ve Somutlaştırma: Sfard (1995) cebirin genelleştirilmiş aritmetik yaklaşımdan farklı boyutları olduğunu belirtmiştir. Sfard'a (1995) göre matematiksel kavramların gelişimi için üç aşama vardır. Bunlar; içselleştirme, yoğunlaşma ve somutlaştırma. İçselleştirme aşaması; bu, öğrencilerin matematiksel konuları işleme becerisine sahip oldukları aşamadır. Yoğunlaşma; temel kavramlara odaklanılarak geliştirme aşamasıdır. Bu aşamada öğrenciler karşılaştırmalar ve genellemeler yaparlar. Somutlaştırma aşamasında öğrenciler, geliştirdikleri matematiksel kavramları bilişsel süreçler aracılığıyla kendi sözcükleriyle ifade ederek somutlaştırırlar. Somutlaştırılan kavramlar incelenir ve mevcut kategorilere yerleştirilir. İlişkiler diğer kategorilerle karşılaştırılarak belirlenir. Bu açıdan aritmetik işlemler içselleştirme aşamasında kalır. Cebir ve cebirsel kavramların oluşumu için yoğunlaştırma aşaması, cebir için temel kavramların geliştirilmesi için somutlaştırma aşaması gereklidir (Sfard, 1995).

3- Problem Çözme Aracı Olarak Cebir: İlk bakışta cebir, problem çözme, denklem oluşturma ve denklemin sonucunu bulma olarak görülmektedir. Problem ifadelerini denklemlere dönüştürmek ve çözümlerini bulmak, aritmetikten cebire geçişin en temel konusu olmaktadır. Cebir, problemleri daha iyi anlamak ve onlara farklı çözümler bulmak için bir araç olarak görülmektedir.

4- Bir Dil Olarak Cebir: Bu yaklaşıma göre cebir, matematiksel fikirleri sembollerle ifade eden bir dil olarak ifade edilmektedir. Navarra ve Malara'ya (2003) göre cebir öğrenme süreci ile dil öğrenme süreci benzer konumda görmektedir. Bir çocuk bir dili öğrenmeye başladığında anlamını ve kurallarını kavrayamaz. Anlam ve kurallar adım adım gelişir ve birbirini destekler. Çocuk, okul çağına gelene kadar dil öğreniminde deneyimsizdir. Dili çevresindekilerden öğrenir. Bu süreçte çeşitli hatalar yaparak çevrelerindeki taklit ederler. Çocuk okumaya başladığında dilbilgisi kurallarını öğrenir ve düzenli cümleler kurmaya başlar. Cebir öğretimi, dil öğretimine benzer. Nasıl ki çocuk okul çağına gelene kadar çevresindekileri taklit ederek bir şeyler öğrenmeye çalışıyorsa, aritmetikte de amaç sadece problemin sonucuna ulaşmaktır. Bunu yaparken, öğrenci istediği gibi hareket edebilir. Arkadaşının veya öğretmenin gösterdiği yolu kullanarak sonuca ulaşabilir. Ancak cebirde bir problemle karşılaştığınızda, ilk adım problemi anlamaktır. Ardından probleme farklı çözümler üretilerek sonuca ulaşılır. Taklit de bu süreçte önemli bir unsurdur (Navara ve Malara, 2003).

Cebir tüm öğrenciler için önemli bir öğrenme alanı olarak görülmektedir. Ulusal hedeflere ulaşmak ve öğrencilerin hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olmak için cebir öğrenme önündeki engellerin belirlenmesi ve üstesinden gelinmesi gerekmektedir. “Herkes için cebire” yönelik son hareketler okulda cebir öğrenen öğrenci sayısını ve dolayısıyla matematik çalışmalarında zorluk yaşayan öğrenci sayısını artırmıştır (Ulusal Araştırma Konseyi [NRC], 2001). Araştırmalar, birçok öğrencinin sembolizmi, denklem çözme ve nicelikler arasındaki ilişkiye vurgu ile okul aritmetiğinden okul cebirine geçiş yapmakta zorluk çektiğini göstermektedir. Cebir başlangıcında, çoğu hesaplama araçlarını kullanan çeşitli yenilikçi yaklaşımlar araştırılmıştır. Bu yaklaşımlar, birçok öğrencinin şimdi yaşadığı zorluklardan kaçınmak için önemli bir öneri sunmaktadır (Bukova-Güzel ve Alkan, 2005). Etkileşimli araçlar, öğrencilerin cebirsel işlemlerin sembolleri ve gösterimleri arasındaki ilişkileri keşfetmesine ve doğrulamasına yardımcı olan deneyimler sunmaktadır. Fiziksel ve sanal manipülatifler, öğrencilere soyut cebirsel kavramlar edinmede yardımcı olmaktadır.

Son zamanlarda yapılan bazı çalışmalar, matematik öğrenmek için bilgisayar kullanımını desteklemiştir. Öğrencilere kullanmak için uygulamalar sunan, motive edici faaliyetlerden bilgisayar destekli çevrimiçi manipülatörler bulunmaktadır. Görsel grafikler öğrencilerin cebir problemlerini görmesine ve çözmesine yardımcı olmaktadır. Denklemleri ve grafikleri görselleştirmek ve manipüle etmek için teknolojiler bir öğrencinin bilişsel yeteneklerini artırmakta ve öğrencinin mevcut matematiksel anlayış ve düşünce kalıplarının yeniden düzenlenmesine yardımcı olmaktadır.

NCTM (2000) tarafından ortaya konan bir araştırmada öğrencilerin, matematik durumlarını ve yapılarını cebirsel semboller kullanarak temsil ettiklerini ve analiz ettiklerini savunmaktadır. NCTM (2000) nitelikleri öğrencilerin sekizinci sınıfın sonuna kadar her iki tarafta değişkenli çok adımlı denklemleri başarıyla çözmelerini bekler. The Common Core State Standards for Mathematics (CCSSM) standartları, matematiği modelleme, uygun araçları stratejik olarak kullanma ve yapıyı arama ve kullanma becerisi gibi yeterlilik ve kavramsal anlayışı vurgular (CCSSM, 2010). Bu önerileri ve standartları göz önünde bulundurarak, ortaokul öğrencileri sadece cebirsel işlemleri yapmakla kalmayıp, cebirsel sembollerin anlamını yorumlamaları beklenmektedir. Özellikle, ortaokul öğrencileri cebirsel ifadeler ve denklemler hakkında akıl yürütmeye odaklanmalı ve denklemleri başarıyla çözmeli savunulmaktadır. Belirli sınıf seviyesi matematiksel standartlara ek olarak CCSSM, matematiksel uygulama için problemleri

anlamlandırma, matematikle modelleme ve yapıyı arama ve kullanma da dâhil olmak üzere sekiz standart sunmaktadır. Bu standartlar, öğrenciler denklemleri nasıl çözeceklerini öğrendikçe uygulanabilmektedir. Manipülatif kullanmak öğrencilerin bu uygulama standartlarını kullanmalarına da yardımcı olmaktadır.

CCSSM, denklemleri çözenin ortaokul matematiğinin ve başlangıç cebir derslerinin önemli bir bileşeni olduğunu göstermektedir. Öğrenciler, özellikle de denklem çözme gibi soyut kavramları anlamaya çalışırken, matematik içeriğinde sıklıkla zorluklarla karşılaşır. Özellikle araştırmacılar, denklemleri çözmeye çalışırken öğrencilerin sıkça karşılaştıkları üç ortak zorluk belirlenmiştir.

1. Değişkenler ve katsayılar bir denklem içinde sembolik anlayış eksikliği
2. Eşittir işaretinin anlamının anlaşılabilmesi ve
3. Kavramsal anlayış olmadan yöntemsel bilgiye olan güven (Star, 2005).

Öğrencilerin bilgiyi günlük yaşamda kullanmaları, çeşitli kavramlar arasında ilişki kurmaları ve bilgiyi birden fazla temsil ile göstermeleri anlamlı öğrenmelerinin temelini oluşturmaktadır. Öğretimde bu becerilerin geliştirilmesine özel önem verilmelidir (MEB, 2009). Özellikle öğrencilerin aritmetik ve cebir öğrenme alanlarını ilişkilendirebilmeleri ve ilişki kurabilmeleri önemlidir (Akkan, Baki ve Çakıroğlu, 2012). Aritmetikten cebire geçişte öğrenciler genellikle bir kafa karışıklığı dönemine girerler; cebir konuları öğrencilerin zihinsel özellikleri açısından çok soyut olduğu için ikisini birleştirmede güçlüklerle neden olabilir (Akkan vd., 2012; Dede ve Argün, 2003; Sfard, 1995; Van Amerom, 2002). İlkokul ve ortaokul öğrencilerine matematik kavramlarının verilmesi, öğrencilerin bilgileri anlamalarını ve daha sonra matematik kavramlarını öğrenmelerini kolaylaştıracaktır. (Gülbüz ve Akkan, 2008; Gülbüz ve Toprak, 2014). Bu nedenle, somut uygulamanın cebir konularını öğrenciler için daha anlaşılır hale getirmesine olanak tanıyan uygulamaları kullanmak önem kazanmıştır.

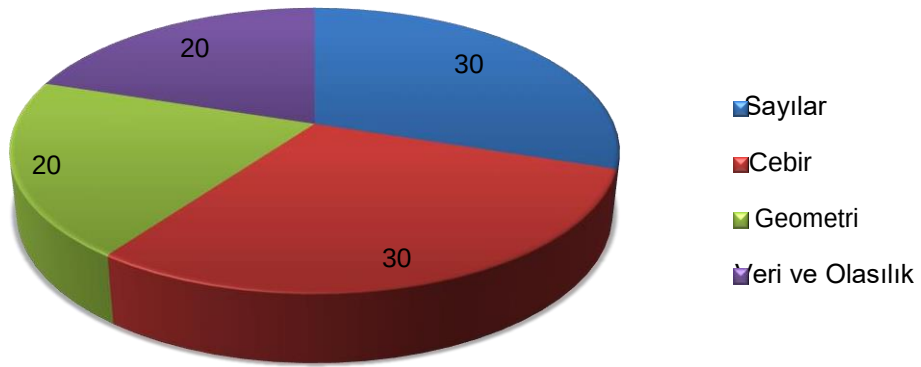
Hunter (2015), bir öğretmenin cebiri günlük matematik derslerine entegre etme pratiğini dönüştürmesindeki adımları incelemiştir. Bulgular, cebiri günlük matematik derslerinde anlamlı bir şekilde kullanmak için cebirsel muhakeme, cebirsel içerik, görev geliştirme için sınıf ve matematiksel uygulamalar gibi farklı alanların ele alınmasının önemini vurgulamaktadır. Araştırmalarda çokça vurgulanan cebir öğretiminin öğretim programındaki yeri bir sonraki başlıkta incelenmektedir.

Öğretim Programında Cebirsel ifadeler ve Denklemler

Bireylerin, toplumların, bilim ve teknolojinin gelişmesinde önemli bir disiplin olan matematik; sayılar, geometri, ölçme, olasılık ve cebir öğrenme alanlarına ayrılmaktadır. Bu alanların en önemlilerinden biri cebirdir. Cebir, semboller veya harflerle ifade edilen denklemler aracılığıyla bilinmeyen değerlerin bulunmasına dayanmaktadır. Bazen birden fazla bilinmeyen arasındaki ilişkiyi bulmayı da içermektedir (Yenilmez ve Avcu, 2009). Cebir; genel olarak elde çalışılan ilişkileri sayılar ve semboller kullanarak genelleştirilmiş denklemlere dönüştüren bir matematik dalıdır. Cebir ve cebirsel düşünme matematik okuryazarlığı için çok önemlidir. Cebir, öğrencilerin farklı çözümler sunmaları için bir araç olarak hizmet eder. Bu, problem çözme becerilerinin gelişimi için önemli fırsatlar sağlar. İlköğretimin ilk yıllarında bilinmeyen ifadeler yerine şekil veya resim sembolleri kullanılırken, sonraki yıllarda x , y , a , b gibi harf sembolleri kullanılmaktadır. Öğrencilerin bir sonraki eğitim kademesinde öğrenecekleri fonksiyon ve polinom kavramlarını öğrenmeleri için değişken kavramını öğrenmelerinin bir ön koşul olarak görülmektedir.

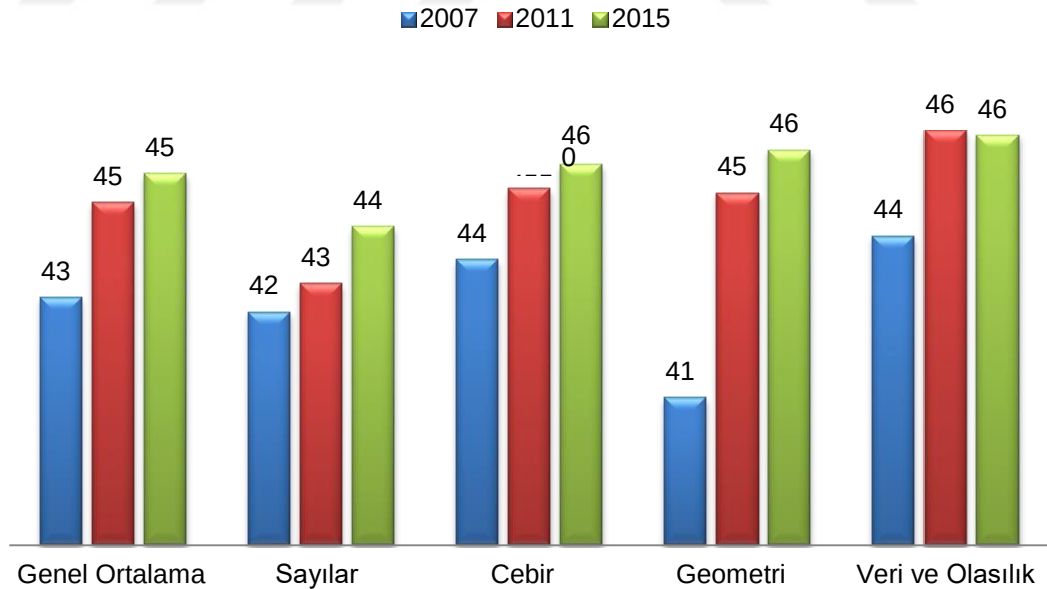
Cebirsel düşünme, cebirsel işlemlere ve sembollere aritmetik bir dille anlam yükleyerek, zihinde var olan cebirsel bilginin sınırları doğrultusunda matematiksel akıl yürütmenin geliştirilmesini içermektedir. Cebir ve cebirsel düşünce, günümüz eğitim anlayışının amaçları açısından matematik okuryazarlığının en önemli parçası ve birleştirici unsurudur (Erbaş ve Ersoy, 2002). Matematik konuları ilerledikçe bireylerin bu zihniyete sahip olmaları önemlidir; denklemler, fonksiyonlar ve grafikler cebirsel ifadeler ve cebirsel düşünme bilmeden öğrenilemeyecek konulardan bazılarıdır. Cebir, ulusal ve uluslararası başarı testlerinde çok önemli bir yere ve öneme sahiptir.

Dört yılda bir, tüm dünyada 4. ve 8. sınıflar için Matematik ve Fen derslerinde; bu derslerin eğitim ve öğretimini geliştirmek için uygulanan TIMMS, öğrenci başarısındaki eğilimleri ve eğitim sistemleri arasındaki farklılıkları belirlemektedir. Matematik 4. sınıflarda; sorular sayılar, geometrik şekiller ve ölçümler ve veri temsili öğrenme alanlarında yer almaktadır. 8. sınıflarda; sayılar, cebir, geometri, veri ve olasılık öğrenme alanından sorular grafik üzerinde orantısal olarak dağıtılır. 8. sınıf öğrenme alanlarının dağılımı Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 6. TIMSS 8. Sınıf Matematik Öğrenme Alanlarının Dağılımı

Şekil 6’da görüldüğü gibi, dünyanın en büyük uluslararası öğrenci başarı değerlendirme çalışmalarından biri olan TIMSS’de öğrenme alanlarının %30’u cebirdir. Sayılarla çalışmanın en büyük bölümünü oluşturan cebir, ülkemizde olduğu gibi tüm dünyada da ilköğretimden ortaöğretime geçişte çok önemli bir role sahiptir. Ülkemizin TIMSS 8. sınıf matematik öğrenme alanlarındaki başarısı ve yıllara göre gelişimi Şekil 7’de görülmektedir.



Şekil 7. Sekinci Sınıf Matematik Konu Alanlarına Göre Türkiye’nin Durumu

Şekil 7’ye bakıldığında tüm öğrenme alanlarında olduğu gibi ülkemizde de öğrencilerin başarılarının cebir öğrenme alanında arttığı son üç TIMSS sonucunda

görülmektedir. Her sınavda bir öncekine göre matematik konularında bir artış görülse de öğrencilerin sıralama ve öğrenme boyutu açısından beklenen düzeyde olmadığı görülmektedir. Cebir öğrenme alanında daha fazla ilerleme sağlamak için, öğrencilere sayılar gibi aritmetik temelinde meydan okumak yerine aritmetikten cebire geçiş seviyesinde anlamlı öğrenmeler tanımlanmaktadır. Bu sayede aritmetikten cebire geçişte daha başarılı olacakları düşünülmektedir.

Ülkemizdeki öğretim programlarında cebir öğrenme alanı, altıncı sınıf düzeyinde cebirsel ifadelerin kazanımının altında; aritmetik dizilerin kurallarını harflerle ifade etme ve istenilen terimi bulma, sözlü duruma uygun bir cebirsel ifade yazma-cebirsel ifadeye uygun bir sözlü durum yazma, değişkenin alacağı farklı değerler için cebirsel ifadelerin değerini hesaplama, basit cebirsel ifadelerin anlamlarını açıklama, toplama, çıkarma ve cebirsel ifadeler ile bir sayı doğal sayı çarpma kazanımları yer almaktadır. Yedinci sınıfta; eşitlik ve denklem, lineer denklem kazanımları mevcuttur. Sekizinci sınıflarda; cebir başlığı altında öğrencilere cebirsel ifadeler ve özdeşlikler, lineer denklemler, denklem sistemleri, eşitsizlikler öğretilecektir. Matematik öğretim programında cebirin yoğunluğu göz önüne alındığında; 6. sınıf düzeyinde 6 kazanım ve 16 ders saati ile cebir için %9 zaman ayrılırken, 7.sınıfta eşitlik ve denklemler boyutunda 7 kazanım ve 24 ders saati ile %14 görülmektedir. Ortaokulun son yılında denklem ve eşitsizlik sistemlerini içeren cebir, toplam 13 kazanım ve 48 ders saati ile 8. sınıf matematik öğretim programının %27'sini oluşturmaktadır (MEB, 2018). Öğretim programı değişikliğinde de görüldüğü gibi ortaokul öğretim programının önemli bir bölümünde cebirsel ifadelere yer verilmektedir. Ayrıca matematik dersi öğretim programının uygulanmasında dikkat edilmesi gereken noktalar belirlenirken özellikle cebir öğrenme alanına yer verilmiş ve programda cebir öğrenme alanı önemli bir altyapı olan cebirsel düşünme açısından hazırlanmıştır. Matematiksel düşünmenin boyutu, matematik öğretimi alanındaki çalışmaları dikkate alarak ulusal ve uluslararası araştırmaları incelemektir (MEB, 2018).

Cebirsel kavramların gelişmesinde kilit rol oynayan bir diğer unsur da değişkenler kavramıdır. Değişkenlerin kullanımı ile öğrenciler genellemelerinde ve bazı matematiksel durumları ifade etmelerinde yeni bir dil kullanmaya başlayacaklardır. Öğrencilerin formüllerde, cebirsel ifadelere, denklemlerde, özdeşliklerde vb. bir değişkenin anlamını anlamaları önemlidir. Cebir öğrenme alanındaki cebirsel ifadeler ve denklemler alt öğrenme alanlarının öğretiminde çoklu temsil yaklaşımının

kullanılması anlamlı öğrenmeye önemli katkılar sağlamaktadır. Çoklu temsil yaklaşımı, bir durumu veya kavramı farklı şekillerde ifade etmeye (temsil etmeye) dayanmaktadır. Öğrencilerin matematiksel fikirlerinin öğretim sırasında semboller, grafikler, tablolar, günlük yaşam durumları ve somut modellerle ifade edilmesi daha nitelikli öğrenmeyi sağlayacaktır (MEB, 2009).

Ulusal ve uluslararası testlerde de görüldüğü gibi cebir, öğrencilerin orta ve yükseköğretim öncesi kazanımları gereken önemli kazanımlara sahiptir. Öğrencilerin bu konuda yaşadıkları güçlükler ve kavram yanlışları ne kadar az olursa başarılarının da o kadar artacağı düşünülmektedir. Bunun için öncelikle kavramsal öğrenmenin sağlanması gerekmektedir. Cebiri kavramsal olarak anlamak ve öğrenmek için, içindeki birçok kavramı doğru bir şekilde öğrenmek önemlidir. Örneğin, değişken kavramı matematik öğretim programının tüm bölümleri için son derece önemlidir. Cebir ve ileri matematik bilgisi öğretimi için öğrencilerin değişken kavramını öğrenmeleri gerekir. Ancak eğitim düzeyinin her aşamasında öğrencilerin değişken kavramını anlamakta zorlandıkları görülmektedir. Bu zorluklar birçok faktörden kaynaklanabilir. Ancak bu faktörlerin en önemlisi değişkenlerin temsilde kullanılan harf sembollerinin farklı kullanımlarından kaynaklanmaktadır (Dede ve Argün, 2003). Değişken kavramını, aritmetikten cebire geçişte temel olarak ifade etmektedir. Kavramın bu önemine rağmen çoğu matematik öğretim programında basit bir terim olarak görülmektedir. Cebirde zaman zaman aynı durumdaki nicelikler farklı harflerle yazılır; farklı durumlardaki miktarları aynı harflerle ifade etmek öğrencilerde kavram karmaşası yaratabilir. Ancak değişken kavramında güçlük çeken öğrencilerin cebirsel bilgidен ziyade işlem bilgisinde eksikliklerin olduğu görülmektedir. İşlem bilgisi eksik olan öğrencilerin değişken ve cebirsel ifadelerde zorlanmaları beklenen bir sonuç olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle hem sayısal hem de cebirsel kazanımların doğru ve kalıcı olarak öğretilmesi için kavramsal öğrenmenin önemi açıkça belirtilmektedir. Bu nedenle oluşturulacak bilgilere kavramsal öğrenme yoluyla ulaşılmaktadır. Eğitimin her kademesinde öğrencileri aktif hale getirerek; amacın bilgiyi alan değil üreten bireyler olmak olduğu görülmektedir. Bu nedenle kavramsal öğrenmenin önündeki en önemli engellerden biri olan kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve ortadan kaldırılmasının son derece önemli olduğu düşünülmektedir (Yenilmez ve Teke, 2008). Bilgi oluşturma aşamasında kavram yanlışları ve eksiklikleri olan öğrencilerin kavramsal öğrenmede başarılı olmasını bekleyemeyiz. Özellikle soyut konuları içeren cebirde kavram

yanılgıları öğrencilerin bu konuda eksik ilerlemelerine ve başarısızlıklarına yol açabilmektedir.

Cebirsel ifadeler Ve Denklemlerin Öğretiminde Görülen Problemler ve Kavram Yanılgıları

Cebir, matematik dersinde önemli bir yere sahip olan konu alanlarından biri olmaktadır ve özellikle son 25 yılda cebirin öğretme-öğrenme üzerine birçok araştırma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda birçok ülke öğretim programlarında cebir öğretimi ile ilgili köklü değişiklikler ve düzenlemeler yapmıştır. Ancak yapılan değişikliklere ve düzenlemelere rağmen birçok ülkede öğrencilerin cebir öğrenmede hala zorlandıkları görülmektedir (Dede ve Argün, 2003). Cebir, öğrenciler arasında olumsuz tutumların ve önemli kafa karışıklığının olarak görülmektedir. Cebir öğrenme/öğretme üzerine çok sayıda çalışma ve araştırma olmasına rağmen, öğretmenlerin cebiri nasıl öğretebileceği ve etkili cebir öğrenme ortamlarında hangi gelişmelerin olması gerektiği konusunda çok az çalışma bulunmaktadır. Bu durum okullarda cebir öğretiminin geleneksel yöntemlere bağlı kalarak devam etmesine neden olduğu düşünülmektedir. Altun'a (2007) göre cebir, soyutlama gücünü gerektirir. Bu nedenle cebir öğretimine çocuğun soyut düşünmeye başladığı 13-14 yaşlarında başlanması gerektiği ifade edilmiştir.

Matematik öğretim programı incelendiğinde cebir öğrenme alanı ile ilgili konular örüntülere bağlı olarak verilmektedir. Cebir ile uğraşırken öğrencilerin birçok zorlukla karşılaştıkları görülmektedir. Çünkü aritmetikten cebire geçiş sırasında, öğrencilerin aritmetik mantıkla çalışmaya yönelmesi ve karşılaştıkları yeni harf ve simgelere karşı belirsizlik duygusu, çeşitli yanlış anlamalara ve hatalara neden olabilmektedir. Özellikle öğrencilerin cebiri anlama güçlüğü matematikteki başarılarının azalmasına neden olmaktadır (Erbaş ve Ersoy, 2003). Dede, Yalın ve Argün'e (2002) göre öğrencilerin cebir öğretiminde zorlanmasının nedenleri; değişkenlerin farklı kullanımlarını ve genellemedeki rollerini bilmemek ve değişkenleri yorumlayıp üzerinde hareket edememektir. Thomas ve Tall'a (2001) göre bu durum öğrencilerin cebir aşamasında manipülasyon işlemlerinde zayıf olmaları ve başarılı olamamalarıyla ilgili olduğunu belirtmiştir.

Erbaş ve Ersoy (2003)'de yaptıkları çalışmada alan yazında farklı okul ve sınıf düzeyindeki öğrencilerin cebirsel işlem ve kavramları anlama ve kullanma konusunda bazı güçlükler ve kavram yanılgıları yaşadıklarını belirten çalışmalar olduğunu

belirtmişlerdir. Çalışmalarında öğrencilerin basit doğrusal denklemlerin çözümünde karşılaştıkları güçlükleri, olası kavram yanlışlarını ve yaptıkları yaygın hataları inceleyerek kategorilere ayırmışlardır. Bu kategoriler tanımsızlık, eşitlik ve denklem, aritmetik hatalar olarak tanımlanır. Ayrıca, düşük başarılı öğrencilerin hatalarının genellikle yanlış kurallarla ilgili olduğu, orta ve yüksek başarılı öğrencilerin hatalarının ise genellikle işlemsel veya aritmetik olduğu görülmüştür. Akkaya (2006), öğrencilerin harfleri somut nesnelerin kısaltmaları olarak gördüklerini, bu nedenle farklı değişkenleri temsil edebileceklerini göz ardı ettiklerini belirtmektedir. Cebirin öğrenciler tarafından anlaşılamamasının nedenleri Kaş (2010) tarafından üç başlık altında incelenmiştir. Bunlar cebirin yapısı, öğrencilerin zihinsel gelişimleri ve hazır bulunuşlukları ile cebir öğretimindeki eksikliklerdir. Cebir öğretimindeki eksiklik ve hataların nedenlerine baktığımızda genellikle öğretim programında ve öğretmenin alan bilgisinde eksikliklerle karşılaşmaktadır (Dede ve Argün, 2003). Öğretmenlerin kendi alanlarında yeterli bilgiye sahip olmaması veya yeni gelişen yaklaşımlara ayak uyduramaması cebir öğretiminde sorunlara neden olmaktadır. Ayrıca öğrencilerin cebiri daha iyi anlayabilmeleri için öğretmenlerin öğrencilerin yapabilecekleri hata ve kavram yanlışlarını analiz etmeleri önemlidir (Kaş, 2010).

Thelma Perso (1992) öğrencilerin cebirle ilgili kavram yanlışlarını incelemiş ve bu kavram yanlışlarını üç kategoride toplamıştır:

1. Harflerin cebirdeki yerini anlama,
2. Değişkenleri kullanma ve
3. Denklemleri çözerken cebirsel kuralları kullanmaktır.

Perso'ya (1992) göre bu gruplandırma şunları içermektedir:

1-Harflerin cebirdeki yerini anlama:

- 1)Öğrenciler harflerin matematikte bir anlamının olmadığını düşünmektedirler.
- 2)Öğrencilere göre harfler alfabede olduğu gibi sıralanır.
- 3)Harflerin alfabetik sıralamada olduğu gibi sayısal konum belirttiklerini düşünmektedirler
- 4)Öğrenciler katsayısı bir olan harflerin değerinin "1" e eşit olduğunu düşünmektedirler.

5) Her harfin sadece bir değerinin olduğuna inanmaktadırlar. Bir soruda $b = 4$ ise diğer bütün sorularda da $b = 4$ kabul edilmektedir.

6) Öğrenciler, harflerin sadece rakam olabileceğini düşünmektedirler. Yani ab gibi bir ifadeyi iki basamaklı bir sayı gibi düşünmektedirler. Onlara göre a ve b birer rakam olmalıdır. Bu nedenle $ab=8$ eşıtlığının mümkün olmadığını düşünmektedirler.

7) Öğrencilere göre harfler nesneleri gösterir. $2m+3n$ gibi bir cebirsel ifadesi 2 muz ve 3 narı temsil etmektedir.

8) Harfler sayılar gibi davranmaz.

2-Değişkenleri Kullanma

1) Öğrenciler “+” veya “-” ile “=” işaretlerinin daima sonuç ürettiklerine inanmaktadırlar. Örneğin, $2+a=2a$.

2) Öğrenciler işlemlerin sırasını dikkate almamaktadırlar. Yapabileceklerini düşündükleri işlemde başlamayı tercih etmektedirler.

3) Cebirsel olarak “=” işareti bir eylem belirtmesine rağmen öğrenciler $2s+5$ ya da $5-c$ işlemlerinde olduğu gibi cebirsel ifadeleri bir matematiksel işlem yapma şeklinde yorumlamamaktadırlar.

4) Matematikte her zaman soldan sağa doğru işlem yapıldığını düşünmektedirler.

5) Öğrenciler cebirde parantezlerin önemini dikkate almamaktadırlar. Örneğin, $2(a+b)$ ifadesini $2a+b$ olarak yorumlayabilmektedir.

3-Denklem Çözerken Cebirsel Kuralları Kullanma

1) Öğrenciler bir denklemin diğer tarafında ters işlem yapma yerine, aynı işlemi yapmayı düşünmektedirler.

2) Sayıları, değişkenleri ve işaretleri birbirinden ayrı düşünmektedirler.

3) Çıkarma işleminin değişme özelliğine sahip olduğunu düşünmektedirler.

4) Ters işlemlerin gereksizliğine inanmaktadırlar.

5) Harflerin soldan sağa eşleştiklerine inanmaktadırlar.

6) Harflerin kelimeler için bir etiket olduklarını düşünmektedirler.

Akgün (2007) araştırmasında öğrencilerin sözel problemleri ile değişkenler arasındaki ilişkiyi gözlemlemiştir. 8. sınıf öğrencileri ile yapılan çalışmada veriler; öğrencilere uygulanan testler, sınavlar ve görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Araştırma, öğrencilerin çoğunun matematiksel ifadeleri ve değişkenleri problem cümlelerine dönüştürmekte zorlandıklarını göstermiştir. Öğrencilerin x , y , z ... gibi değişkenlerle karşılaştıklarında, matematik dili ile anneleri arasında güçlü bir bağlantı kurulabilirse bu ifadelerin bazı somut nesnelerin yerini alabileceğini ve günlük konuşmaya çevrilebileceğini öğrenmeleri gerektiği belirtilmektedir. Böylece öğrenciler cebirde daha başarılı olması beklenmekte ve günlük yaşam problemlerine daha kolay çözüm bulabilecekleri görülmektedir. Soylu (2008), 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri ve harf sembollerini yorumlamalarını ve bu yorumlamada yapılan hataları incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre öğrenciler değişkenleri belirli bir harfe (x) indirgemiş; “eksik” ve “fazla” kavramlarının yanlış anlaşılması sonucunda “ $h-10$ ” ifadesinin 10 fazlalık için kullanılması sıklıkla karşılaşılan durumlar olarak ortaya çıkmıştır. Bunların önüne geçebilmek için öğrencilere değişkenlerin farklı kullanımlarını kavratmak ve doğru anlamalarını sağlamak için çalışmalar yapılması gerektiği öğretmenlere ifade edilmiştir.

Akkan, Baki ve Çakıroğlu (2012) 5-8. İlkokul öğrencileriyle yaptıkları çalışmada, aritmetikten cebire geçişte problem çözmedeki değişim ve gelişmeleri incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre; eğitim seviyesi yükseldikçe cebirsel çözümlere geçişte artış olduğu görülmüştür. 5. sınıf öğrencileri cebirsel çözümlerde genellikle geometrik şekiller kullanırken, 7. ve 8. sınıf öğrencileri genellikle x ve y değişkenlerini tercih etmişlerdir. Öğrenciler aritmetikte sıklıkla zorlandıkları “ $35 \neq 3.5$ ve $35 \neq 53$ ” ifadeleri ile cebirdeki “ $ab = a.b$ ve $ab = ba$ ” ifadeleri arasındaki farkları anlamalıdır. Öğretmenlere bu kavram yanlışlarını gidermeleri tavsiye edilmiştir. Erdem (2013) yaptığı çalışmada, 7. sınıf öğrencilerinin denklemlerle ilgili hata ve kavram yanlışlarını belirlemeyi ve bu hata ve kavram yanlışlarına ilişkin öğretmenlerin görüşlerini almayı amaçlamıştır. Araştırma karma yöntemle uygulanmıştır. Analiz sonucunda 7. sınıf öğrencilerinin birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemlerde çeşitli hata ve kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Bunlar; eşittir işaretinin anlamı ile ilgili hatalar, negatif katsayılar içeren denklemlerdeki işaret hataları, denklemin diğer tarafına yanlış çevrilmesi ve bilinmeyen kavramı ile ilgili hatalar gruplandırılmıştır.

Öğretmenler bu hata ve kavram yanlışlarının sebebini öğrencilerin yaşlarına ve öğretim programındaki zaman yetersizliğine bağlamışlardır.

Sonuç olarak, araştırmaların sonuçları öğrencilerin cebir öğretme ve öğrenmede öğrenme gücüğü yaşadığını ortaya koysa da birçok araştırmacı, cebir öğretiminin gerçekleştiğı ortamlar da, çalışmamızın omurgasını oluşturan bilgisayar destekli çoklu temsillerin ve öğretim materyallerinin-manipülatiflerin kullanılmasının önemli olduğunu vurgulamaktadır. (Malara ve Navarra, 2003; Stacey, Chick ve Kendal, 2004).



BÖLÜM 3

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma deseni, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve toplanan verilerin nasıl analiz edildiğine ilişkin bulgular sunulmuştur. Bu kapsamda cebirsel ifadeler ve denklemler konusunda geliştirilen ve araştırma içerisinde kullanılan sanal manipülatiflerin tasarlanması ve sunumuna ilişkin bilgiler de paylaşılmıştır.

Araştırma Modeli

Bu çalışmada, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklemler konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda sanal manipülatif kullanımının etkisinin ve rolünün incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada ayrıca sanal manipülatif öğelerinin oluşturulma ve zenginleştirilme sürecine yönelik tasarım önerilerinin oluşturulması hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında var olan öğrenme ortamına bir müdahale sonrasında öğrencilerin kavram yanlışlarını giderme süreçleri değerlendirildiğinden deneysel desenler arasından yarı deneysel desen kullanılmıştır. Mevcut okul yapılarında kontrol değişkenleri açısından eşit deney ve kontrol gruplarının oluşturulmasının zor olması nedeniyle bu yöntem tercih edilmiştir. Yarı deneysel yöntem, deneysel çalışmalarda rastgele deney ve kontrol grupları oluşturmanın çok zor veya imkansız olduğu durumlarda önceden oluşturulmuş sınıflar kullanılarak gerçekleştirilen bir yöntemdir. Katılımcıların mümkün olduğunca benzer olmasına özen gösterilmektedir. Karasar (2009) tarafından eşitlenmemiş kontrol grubu yöntemi olarak adlandırılan bu yöntemde rastgele seçim dışında bir şekilde bir deney ve bir kontrol grubu oluşturulmaktadır.

Yarı deneysel yöntem eğitim araştırmalarında sıklıkla kullanılmaktadır ve tarih, test ve araçlar gibi iç geçerliliği tehdit edebilecek kaynaklardan gelen hatalar, deney ve kontrol gruplarında aynı etkiye sahip olacağından güçlü bir şekilde kontrol edilebildiği belirtilmektedir. Büyüköztürk ve diğerleri (2017), deneysel çalışmaların en keskin verileri sağlayan, karşılaştırılabilir işlemler uygulayan ve bu işlemlerin sonuçlarını inceleyen çalışmalar olduğunu belirtmiştir. Araştırmada öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen tercih edilmiştir. Ön test-son test kontrol gruplu desenlerde ilk olarak

belirlenen örneklem havuzundan yansız atama ile iki farklı grup oluşturulmuştur. Gruplardan biri deney grubu, diğeri kontrol grubu olarak atanır. Uygulamaya başlamadan önce deney ve kontrol gruplarına ön testler uygulanmıştır. Uygulama sırasında bağımlı değişkenler üzerinde etkisi araştırılacak olan bağımsız değişkenler sadece deney grubunda manipüle edilirken, kontrol grubunda herhangi bir değişiklik yapılmadan işlemlere devam edilir. Bu amaçla, benzer özelliklere sahip iki matematik öğretmeninin mevcut sınıfları arasından rastgele atamalar yapılarak bir deney, bir kontrol grubu olmak üzere gruplar belirlenmiştir. Deney grubunda etkinlik temelli sanal manipülatif öğretim, kontrol grubunda ise yapılandırmacı öğretim ile öğretim uygulanmıştır.

Bu araştırmada belirlenen bağımlı değişkenler öğrenci başarısı, cebir öğrenme alanı kavram yanılgılarını gidermedeki etki ve öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarıdır. Öğretim sırasında sanal manipülatif kullanım durumu ise bağımsız değişkendir. Araştırmaya ait deneysel desen Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Araştırma Deseni

Grup	Ön test	Uygulama	Son test
G ₁	Kavram Yanılgısı Belirleme Testi-Ön	X ₁	Kavram Yanılgısı Belirleme Testi-Son
G ₂	Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği-Ön	X ₂	Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği-Son Cebir Başarı Testi

G₁: Deney Grubu

G₂: Kontrol Grubu

X₁: Öğretmenin Sanal Manipülatifleri Sunduğu Ve Öğrencilerin Sanal Manipülatifleri Etkinlik Olarak Kullandığı Uygulama

X₂: Sadece Öğretmenin Standart Anlatımı İle Yapılan Uygulama

Çalışma Grubu

Araştırmanın katılımcılarını, Tokat merkezde bulunan bir devlet okulunun 7. sınıfta öğrenim gören 60 öğrenci oluşturmaktadır. Uygulama 2020-2021 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde gerçekleştirilmiştir.

Uygulamanın yapıldığı okul, şehir merkezinde akademik başarı açısından olumlu ilerlemekte olup, sosyal, kültürel, spor ve sanat alanlarında ödül almıştır. Okul sosyo-ekonomik olarak eğitim düzeyi yüksek ve gelir düzeyi orta ailelerden oluşmaktadır. Okul, sosyal, kültürel, sportif ve sanatsal faaliyetler ile akademik faaliyetler için gerekli ortam, araç-gereç ve materyallerden yoksun bırakılmamıştır. Uygulama okulu hem sosyal açıdan hem de okulun koşulları açısından oldukça fazla desteğe sahip olup, bu desteklerin yarattığı motivasyon ve dönüşümle her alanda başarıya ulaşmanın mümkün olduğu bir eğitim ortamıdır.

Çalışma grubunun belirlenmesinde amaca uygun örnekleme yöntemi kullanılarak örneklem seçimi yapılmıştır. Büyüköztürk ve diğerleri (2017) amaçlı örnekleme yöntemini olasılıklı ve rastgele olmayan bir yöntem olarak tanımlamaktadır. Derinlemesine araştırmalarda da ideal bir örnekleme yöntemi olarak görülmektedir (Büyüköztürk vd., 2017). Mevcut çalışma dikkate alındığında Yarı Deneysel Araştırma, doğası gereği ayrıntılı ve uzun süreli bir çalışma olduğundan amaca uygun örnekleme yöntemi en uygun yöntem olmuştur. Ayrıca çalışma yöntemi gereği uzun soluklu bir araştırma olduğu için gönüllülük de önemlidir. Çalışma gruplarının dağılımı Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Deney Ve Kontrol Gruplarının Cinsiyete Göre Dağılımı

<i>Gruplar</i>	<i>Kız</i>	<i>Erkek</i>	<i>Toplam</i>
Deney Grubu	15	15	30
Kontrol Grubu	15	15	30
TOPLAM	30	30	60

Veri Toplama Araçları

Araştırmada öğrenme alanında manipülatiflerin etkililiğini belirlemek amacıyla konu ile alakalı var olan somut manipülatifler ve bu süreçte kavram yanlışlarını gidermek amaçlı araştırmacı tarafından NLVM manipülatifleri rehber alınarak oluşturulan sanal manipülatifler kullanılmıştır. Öğrencilerin cebir öğrenme alanında ait başarılarını ve bilgilerinin kalıcılığını tespit etmek amacıyla nicel veri toplama araçlarından Cebir Başarı Testi, Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği ve cebirsel ifadeler ve denklemler ile ilgili kavram yanlışlarını belirlemek amacıyla Cebir Kavram Yanılgısı Belirleme Testi aynı zamanda nitel veri toplama araçlarından olan görüşme yöntemi veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. McMillan (2010), görüşmenin genellikle bir araştırma hakkında derinlemesine bilgi toplama ihtiyacı olduğunda kullanıldığını belirtmektedir. Görüşme, diğer veri toplama araçlarıyla birlikte kullanılabileceği gibi tek başına da kullanılabilir (Büyüköztürk vd.. 2017). Bu çalışmada görüşme yöntemi, esnek bir yapı sunması ve derinlemesine araştırmaya olanak sağlaması nedeniyle cebir başarı testi ve kavram yanlışlarını belirleme testi ve cebir öğrenme alanı tutum ölçeği ile birlikte kullanılmıştır.

Cebir Başarı Testi

Araştırmada deney ve kontrol grubu öğrencilerine sanal manipülatif uygulama sonrası başarıyı belirlemek amacıyla Sandalcı (2013) tarafından geliştirilen 16 soruluk çoktan seçmeli Cebir Başarı Testi (CBT) son test olarak uygulanmıştır.

Araştırmada kullanılan Cebir Başarı Testi, 7. sınıf öğrencilerinin Cebirsel İfadeler ve Denklemler kazanımlarına yönelik sanal manipülatif etkinliklerini yansıtan kazanımlarını ölçmek amacıyla Sandalcı (2013) tarafından hazırlanmıştır. Testi oluşturan maddeler 7. Sınıf MEB Matematik Ders Kitabı, 7. Sınıf MEB Matematik Çalışma Kitabı, MEB Vitamin Eğitim ve 7. sınıflar için mevcut diğer kaynaklar dikkate alınarak yapılandırılmıştır. Kazanımlar için hazırlanan sorular Tablo 3'te detaylandırılmıştır. Kazanımlar Milli Eğitim Bakanlığı öğretim programına yönelik olup, testte yer alan maddeler bu kazanımları ölçmek için hazırlanmıştır (Sandalcı, 2013).

Tablo 3. Cebir Konusuna Ait Kazanımların CBT'deki Madde Dağılımları

<i>Kazanımlar</i>	<i>Maddeler</i>
1)Belirli durumlara uygun cebirsel ifadeyi yazar.	1, 2, 3
2)Sayı örüntülerini modelleyerek bu örüntülerdeki ilişkiyi harflerle ifade eder.	4, 5, 6
3)Doğal sayıların kendisiyle tekrarlı çarpımını üslü nicelik olarak ifade eder ve üslü niceliklerin değerini belirler.	7, 8
4)Eşitliğin korunumunu modelle gösterir ve açıklar.	9, 10, 11
6)Denklemleri açıklar, problemlere uygun denklemleri kurar.	12,13
7)Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.	14, 15, 16

Elde edilen verilerle testin güvenirliği KR-20 testi ile hesaplanmış ve testin güvenirlik katsayısı 0.78 olarak belirlenmiştir. BDT 16 çoktan seçmeli maddeden oluşmakta ve testin puanlamasında her doğru cevap için 1 puan, her yanlış cevap için 0 puan verilmektedir.

Cebir Kavram Yanılgısı Belirleme Testi

Araştırmanın nicel bölümünde, öğrencilerin cebirle ilgili kavram yanılgılarını belirlemek için Perso (1992) tarafından hazırlanan "Diagnostic Test-Cebirde Kavramlar" testindeki sorulardan yararlanılmıştır. Cebir testi Türkçeye çevrilmiş, alan ve dil uzmanlarıyla görüşmeler yapılmış ve elde edilen öneriler doğrultusunda yeniden düzenlenmiştir (Akkaya, 2006). Testin güvenirliği kullanılan örneklem üzerinde yapılan analizlerde testin alfa güvenirlik katsayısı 0.72 olarak hesaplanmıştır. Bu sorularla amacımız Perso (1992) tarafından öne sürülen 19 kavram yanılgısını tespit etmektir. Her bir soru belirli bir kavram yanılgısını ortaya çıkarmak için yöneltilmiştir. Bazı sorular birden fazla kavram yanılgısını ölçmektedir. Kavram yanılgılarına göre soruların ayrışımı Tablo 4'te ifade edilmiştir.

Tablo 4. Kavram Yanılgılarına Göre Soruların Ayrışımı

<i>Kavram Yanılgısı</i>	<i>İlgili Soru</i>
1. Harflerin matematikte bir anlamı yoktur.	1, 2, 3, 7
2. Harfler alfabedeki gibi sıralanır.	6
3. Harflerin alfabetik sıralamada olduğu gibi sayısal konum belirtir.	6,10
4. Katsayısı bir olan harflerin değeri “1” e eşittir.	4, 5, 8, 9
5. Her harfin sadece bir değeri vardır.	1, 3, 6
6. Harfler sadece rakam olabilir.	4
7. Harfler nesneleri gösterir.	1, 2, 5, 7, 9
8. Harfler sayılar gibi davranmazlar.	2,8
9. “+” veya “-” ve “=” işaretleri her zaman sonuç verir.	11, 12, 13, 14, 15
10. İşlemlerin sırası önemli değildir.	18
11. Cebirsel olarak “=” işareti bir eylemi gösterse de öğrenciler cebirsel ifadeleri $2s+5$ veya $5-c$ işlemlerinde olduğu gibi matematiksel bir işlem yapma şeklinde yorumlamamaktadırlar.	11, 12, 13, 14, 15
12. Matematik her zaman soldan sağa doğru işlem yapılır.	14
13. Cebirde parantezlerin önemi yoktur.	17, 18
14. Bir denklemin diğer tarafında ters işlem yapmak yerine aynı işlem yapılır.	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
15. Sayıları, değişkenleri ve işaretleri birbirinden ayırır.	24, 25, 26
16. Çıkarma işlemi değişme özelliğine sahiptir.	22, 24
17. Ters işlemler gereksizdir.	20, 24
18. Harfleri soldan sağa eşleştirir.	27, 29, 30
19. Harfler kelimeler için bir etikettir.	27, 28, 29

Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği

Araştırmada öğrencilerin deneysel işlem öncesinde ve sonrasında cebir öğrenme alanı tutumlarını ölçmek için Karaca (2016) tarafından geliştirilen 28 maddeden oluşan 5’li likert tipindeki “Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği” kullanılmıştır. CTÖ (Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği) geçerlik ve güvenirlik çalışmaları kapsamında genel güvenirlik için Cronbach's alpha güvenirlik katsayısı analiz öncesi 0.95 ve analiz sonrası 0.89 olarak hesaplanmıştır. 28 maddelik CTÖ dört faktörden oluşmaktadır. Bu boyutlar “İlgi”, “Davranışsal”, “Duygusal” ve “Kaygı”dır (Karaca, 2016).

Görüşme Formu

Araştırmada elde edilen nicel verileri desteklemek amacıyla deney grubundaki öğrencilere uygulama süreci sonrasında nitel veri toplama araçlarından yarı yapılandırılmış görüşme soruları sorulmuş, sanal manipülatiflerin derste ve ödevlerde

kullanımına ilişkin görüşleri alınmıştır. Uygulama sürecine katılan 10 öğrencinin sanal manipülatiflerin matematik öğretiminde kullanımına ilişkin görüşlerini görüşmeler yoluyla desteklemek ve mümkün olduğunca araştırma bulgularına yansıtarak duygu ve düşüncelerini zenginleştirmek amacıyla hazırlanmıştır.

Görüşmeler araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Araştırmanın amacı ve yapılacak görüşme hakkında araştırmacı tarafından öğrencilere gerekli açıklamalar yapılmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşmeler çevrim içi ortamda bire bir olarak gerçekleştirilmiş, sorular araştırmacı tarafından sorulmuş ve katılımcılardan derinlemesine cevaplar aranmıştır. Görüşmeler 20 dakika sürmüştür. Görüşmeler, katılımcıların bilgisi ve onayı alınarak araştırmacı tarafından yazılı olarak kayıt altına alınmıştır. Açık uçlu sorularda öğrencilerin sanal manipülatiflerin derslerde kullanımına ilişkin olumlu ve olumsuz düşünceleri, matematikte diğer konuların öğretiminde sanal manipülatifleri kullanmak isteyip istemedikleri, sanal manipülatiflerle işlenen dersleri sanal manipülatiflerle işlenen dersleri sanal manipülatiflerden ayıran farklar, diğer yöntemlerle işlenen dersler, cebir öğrenme alanında yaşadığınız hatalarla ilgili düşüncelerinde ne gibi değişiklikler olur. Yarı yapılandırılmış görüşme soruları alanında uzman bir öğretim üyesinin desteğiyle hazırlanmıştır. Bulgular bölümünde raporlaştırılmış ve bulgularla ilgili yorumlar yapılmıştır.

Veri Toplama Süreci

Materyal

Bu bölümde, çalışmanın deneysel uygulama sürecinde kullanılmak üzere geliştirilen sanal manipülatifler ve sanal manipülatif portal hakkında bilgi verilmektedir.

Bölümün başında sanal manipülatiflerin tasarımı hakkında genel bilgiler verilmiştir. Ardından sanal manipülatif portalının yapısı ve sanal manipülatiflerin kullanımı hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Aşağıdaki bölümlerde geliştirilen tüm sanal manipülatifler içerik ve tasarım özellikleri açısından ele alınmaktadır. Sanal manipülatiflerin ilgili olduğu konu(lar)/kazanım(lar) ve sanal manipülatif de nasıl işlendiği içerik başlığı altında sunulmuştur. Tasarım başlığı altında öncelikle sanal manipülatifler ortam özelliklerine göre sınıflandırılmıştır. Daha sonra sanal manipülatiflerin yapısı ve manipüle edildikleri platform ve sanal manipülatiflerin manipüle edilebilir özellikleri hakkında bilgi verilmiştir. Bu bilgilere sanal manipülatiflerin ekran görüntüleri eşlik etmiştir.

Bölümün sonunda sanal manipülatif portalda sanal manipülatiflerin pedagojik altyapısına yönelik tasarım sürecinde dikkat edilmesi gereken noktalar ve bu konuda yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir. Geliştirilen sanal manipülatiflerin pedagojik altyapısının güçlendirilmesi için yapılan çalışmalara sanal manipülatiflerden örnekler verilerek bölüm tamamlanmıştır.

Manipülatiflerin Seçimi ve Oluşturulması

Araştırmada kullanılacak sanal manipülatiflerin seçimi ve oluşumu için NLVM, NCTM Illuminations, WisWeb olmak üzere beş sanal manipülatif kaynağı ve ülkemiz Milli Eğitim Bakanlığının Eğitim Bilişim Ağı olan EBA uygulamaları incelenmiş ve bu sitelerde yayınlanan manipülatifler, öğrenme alanlarına göre dağılımı kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Bunun sonucunda 7.sınıf cebir öğrenme alanına ait kazanımlara uygun bir şekilde uzman görüşleri ile desteklenen sanal manipülatifler oluşturulmuştur.

Öğrenme alanlarına göre manipülatif etkinlikleri sanal manipülatif sitelerine göre dağılımı Tablo 5'te verilmiştir.

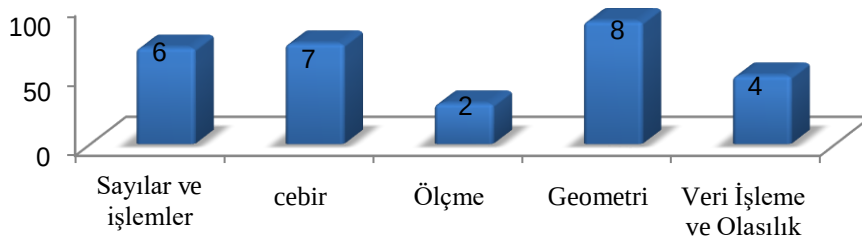
Tablo 5. Öğrenme Alanlarına Göre Manipülatif Ve Uygulamaların Dağılımı

	NLVM	NCTM	WisWeb	EBA	Toplam
<i>Öğrenme Alanları</i>					
Sayılar ve İşlemler	33	8	12	16	69
Cebir	27	17	25	3	72
Ölçme	15	12	-	2	29
Geometri	41	15	24	8	88
Veri İşleme ve Olasılık	18	20	11	-	49
Toplam	134	72	72	29	307

Tablo 5 incelendiğinde sanal manipülatif etkinliklerinin yoğunluklu olarak yabancı kaynaklarda yer aldığı görülmektedir. Öğrenme alanına göre sanal manipülatif etkinliklerin dağılımı NLVM ve NCTM’de tüm öğrenme alanları üzerine değinilmiştir, WisWeb’de ölçme öğrenme alanına ait manipülatif uygulamaları yer almamıştır. Ülkemizde yaygın kullanıma sahip olan eğitim bilişim ağına bulunan sanal manipülatif etkinliklerinin yoğunluk olarak sayılar ve işlemler öğrenme alanında uygulandığı, veri işleme ve olasılık öğrenme alanında manipülatif etkinliklerinin bulunmadığı görülmektedir.

Yapılan incelemelere göre sanal manipülatif kaynağı sitelerde yer alan manipülatiflerin toplamda öğrenme alanlarına göre dağılımı Şekil 8’de verilmiştir.

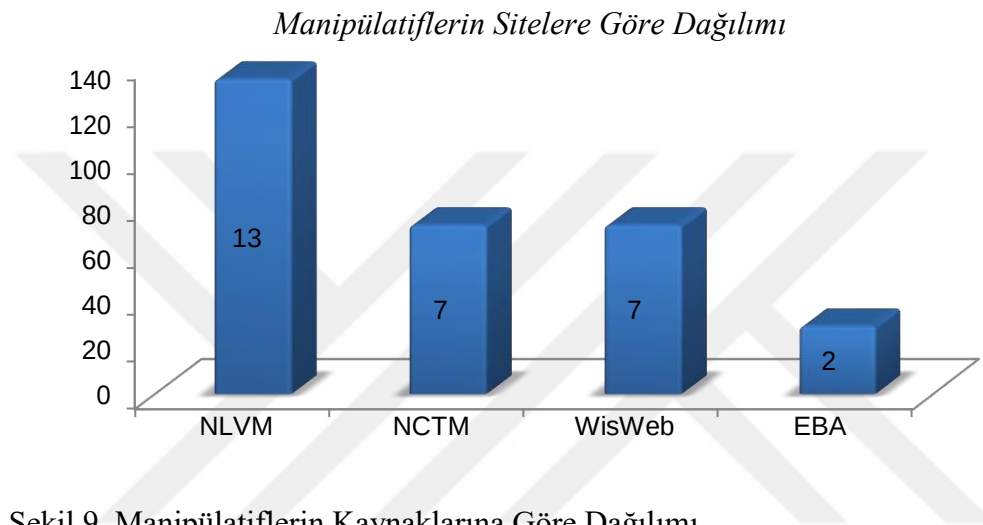
Öğrenme Alanlarına Göre Dağılım



Şekil 8. Manipülatiflerin Öğrenme Alanlarına Göre Dağılımı

Şekil 8'e göre en çok geometri öğrenme alanına yönelik kullanılabilecek sanal manipülatif geliştirilmiştir. İkinci sırada ise cebir öğrenme alanı yer almaktadır. En az sanal manipülatif ise ölçme öğrenme alanına yönelik geliştirilmiştir. Cebir öğrenme alanı üzerinde geliştirilen sanal manipülatif etkinliklerinin de belirli bir seviyede olduğu görülmektedir. Fakat bu etkinliklerin birçoğunun yabancı dil kaynaklı olmasından dolayı ülkemizde eğitim öğretim alanının da kullanımı elverişli olmamaktadır.

İncelenen sanal manipülatiflerin sitelere göre dağılımı Şekil 9'da görülmektedir.



Şekil 9. Manipülatiflerin Kaynaklarına Göre Dağılımı

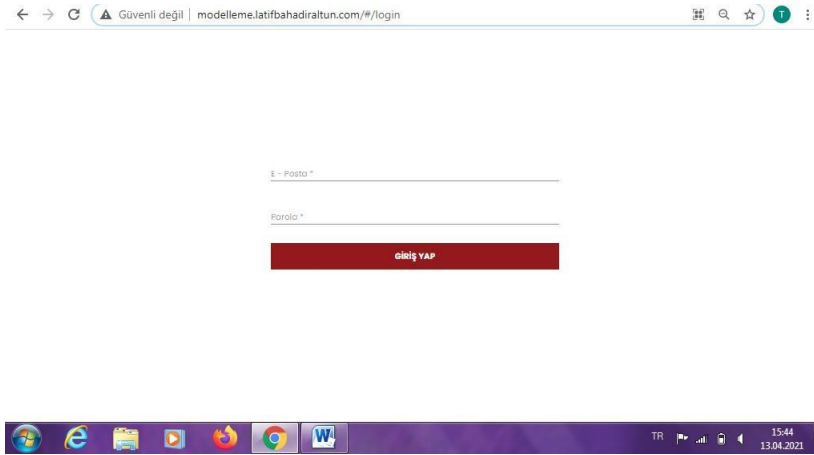
Şekil 9'a göre en çok manipülatif önemli görülebilecek bir farkla NLVM'de, en az ise ülkemizde kullanılan Eğitim Bilişim Ağı (EBA) sanal manipülatif kaynağında olduğu görülmektedir. Bu verilerden yola çıkılarak çalışmaya ve literatüre katkı sağlamak amacıyla Türkçe dil desteğiyle ilgili kazanımlara uygun olacak şekilde manipülatif materyal geliştirilerek etkililiği araştırılmıştır.

Manipülatif Portalının Yapısı

Bu çalışmanın deneysel uygulama sürecinde kullanılan tüm sanal manipülatifler bir portalda kullanıcılara sunulmuştur. Portal, sanal manipülatifleri ilgili oldukları konuya göre gruplandırmak ve tek bir çatı altında erişim sağlamak amacıyla geliştirilmiştir.

Kullanıcı, web tabanlı bir internet adresi üzerinden erişim sağlar(<http://www.modelleme.latifbahadiraltun.com/>). Giriş ekranına erişmeden önce yazılımın geliştirildiği kullanıcı adı ve şifre arayüzü ile karşılaşır. Kullanıcı adı ve şifre

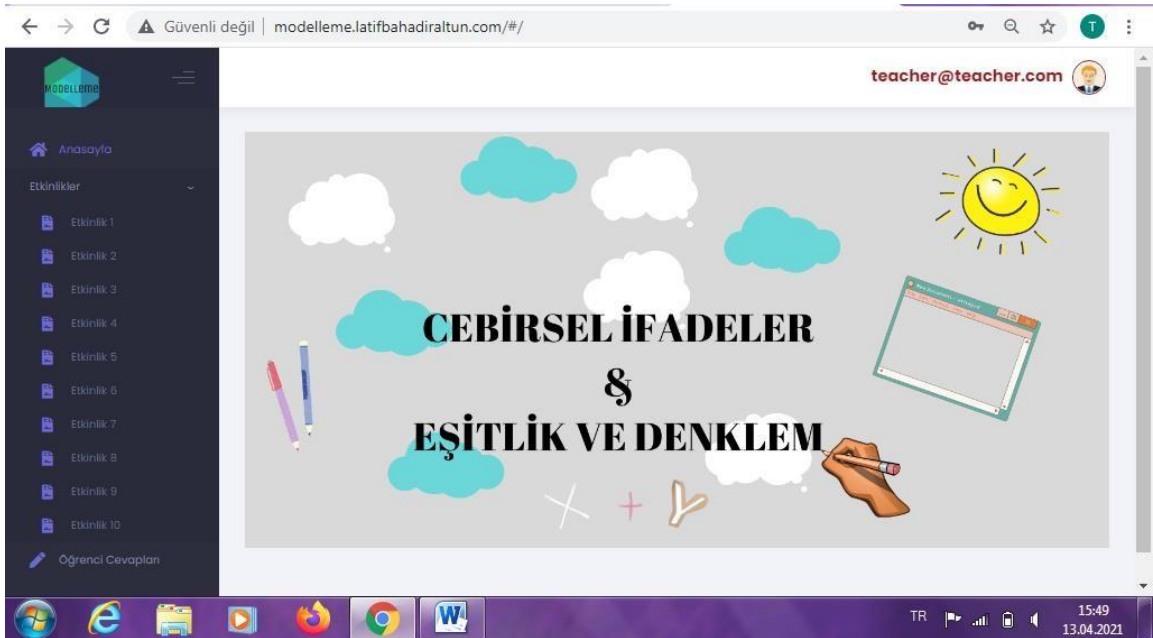
öğrenci ve öğretmenler için ayrı ayrı tanımlanmıştır. Giriş ekranı Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10. Manipülatifler Ana Giriş Ekranı

Şekil 10'da manipülatif etkinlikleri ara yüzü giriş ekranı görülmektedir. Öğretmenler ve öğrenciler için ayrı birer E-posta ve şifre ile giriş sağlanmaktadır.

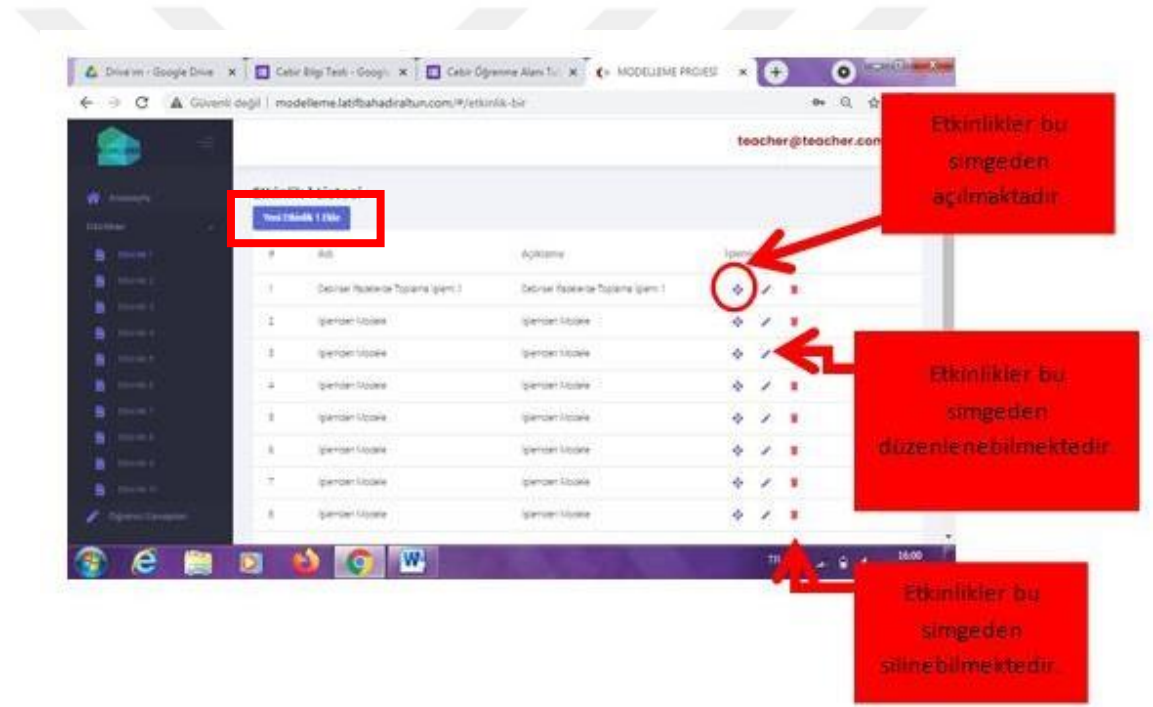
Portalda geliştirilen tüm sanal manipülatifler, kazanımlara göre sınıflandırılmış etkinlikler başlığı altında kullanıcılara sunulmaktadır. Giriş ekranı ve başlıklar Şekil 11'de sunulmuştur.



Şekil 11. Manipülatif Giriş Ekranı Arayüzü

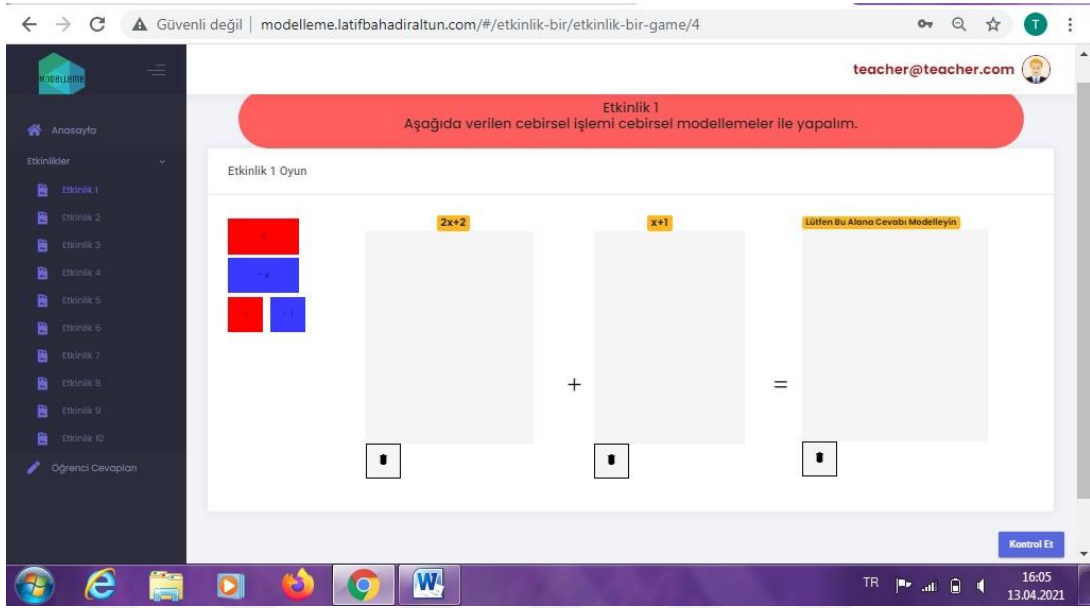
Şekil 11’de yer alan ekranın sol kısmında etkinliklerimiz yer almaktadır. Ayrıca öğretmen kullanıcı sayfasında öğrencilerin kendi etkinlik sayfasında yaptıklarını gösteren öğrenci cevapları yer almaktadır. Sistem üzerinde öğrencilerin cevapları öğretmen tarafından incelenerek öğrencilerin hangi kazanımda, hangi hataları yaptıkları gözlemlenerek geri bildirimler ile öğrencinin yanlışları düzeltilebilmektedir.

Etkinliklerin içeriklerine üzerine tıklayarak ulaşılabilir. Her etkinlik için böyle bir içerik yer almaktadır. Yeni etkinlikler üretilebilir, var olanlar düzenlenebilir, istenilen etkinlikler silinebilir özelliktedir.(Şekil 12) Bu özellikler sadece öğretmen ara yüzü için geçerli olabilirken, öğrenciler için sadece sanal manipülatif etkinliklerini açma ve işleme özelliği var olmaktadır.



Şekil 12. Sanal Manipülatif Etkinlikleri Ayarlama Arayüzü

Şekil 12’de ifade edildiği gibi sanal manipülatif etkinliklerini sistem üzerinden dinamik bir şekilde öğretmen düzenleme, silme ve yeni etkinlikler oluşturma imkânlarına sahiptir. Öğretmen istediği kadar manipülatif etkinlikleri oluşturabilmektedir. Sanal manipülatif etkinlikleri farklı sınıf düzeyinde farklı kazanımlar içinde düzenlenmektedir. Örneğin 8. Sınıf kazanımlarında yer alan cebirsel ifadelerin çarpımı kazanımı üzerinde de etkililik sağlamaktadır. Her bir kazanıma ait sanal manipülatif etkinlikleri dinamik bir şekilde işlemektedir. Etkinliklerin şeması Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 13. Sanal Manipülatif Etkinlikleri Ekran Ara Yüzü

Şekil 13’de yer alan cebirsel sanal materyaller sürüklenerek cebirsel ifadelerin altında yer alan boşluğa uygun şekilde yerleştirilmektedir. Yapılan modellemelerde her hangi bir yanlış mevcutsa modellemeler çöp kutusuna sürüklenerek silinebilmektedir. İşlem bitiminde kontrol et butonuna basılarak sonucun doğruluğu yanlışlığı belirlemektedir. Yapılan işlem doğru ise bir sonraki etkinliğe geçilirken, işlem sonucu ve manipülatiflerin yerleştirmesinde bir yanlışlık mevcut ise işlem düzeltilmeye yöneltirilir ve doğru sonuca ulaşıldığında bir sonraki etkinliğe geçilmektedir.

Her bir kazanımda yer alan sanal manipülatif etkinlikleri için aynı düzen ve sistem yer almaktadır.

Magruder (2012) yaptığı çalışmada öğrencilerin sanal manipülatifleri kullanmaya başlamak için günlük olarak yazılıma giriş ve çıkış yapmanın zaman aldığını belirttiklerini ifade etmiştir. Bu nedenle öğrenciler sanal manipülatifleri etkili ve yeterli kullanamadıklarını ve konuyu iyi öğrenemediklerini belirtmiştir. Bu çalışmada sanal manipülatif faaliyetler içerisinde yer alan sanal manipülatifler bir portal altında kullanıcılara sunulmaktadır. Kullanıcı, sanal manipülatiflere erişmek ve onunla çalışmaya başlamak için basit bir arayüz ve işlem ağı karşılaşmaktadır. Bu sayede dikkatin dağılmasına neden olabilecek görsel ve teknik unsurlardan kaçınılmaya çalışılmış ve kullanıcının istediği sanal manipülatiflere kolayca ulaşabilmesi

sağlanmıştır. Kullanıcının istediği sanal manipülatif ile çalışmaya başlaması için tasarlanan butonlar, sanal manipülatif içeriğini yansıtacak şekilde hem görsel öğeler hem de sözlü açıklamalar içermektedir. Böylece kullanıcı herhangi bir sanal manipülatif kullanmaya başlamadan önce bir ön fikir sahibi olabilmektedir. Bu özellik aynı zamanda sanal manipülatif aktivitelerinin kullanım kolaylığına da katkı sağlamaktadır.

Öğrencilere sanal manipülatiflerin nasıl kullanılacağı konusunda çok fazla talimat verildiğinde, nesnelerin kullanımı matematiksel anlama ile bağdaşmayan bir düzeyde mekanikleşme potansiyeline sahip olmaktadır (Osana ve Duponsel, 2016). Etkinlikler içerisinde sanal manipülatifler üzerinde yapılabilecek tüm manipülasyonlar, az sayıda klavye ve fare tuşlarına atanan fonksiyonlar sayesinde kolaylıkla yapılabilmektedir. Böylece sanal manipülatif etkinliklerin kullanım kolaylığı sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin sanal manipülatifler üzerinde yaptıkları manipülasyonların matematiksel anlamından sapmamaları ve kavramlara odaklanmamaları için her sanal manipülatifin içeriğine uygun olarak çalışma etkinlikleri de hazırlanmıştır.

Manipülatiflerin İçeriği

Araştırmada cebir öğrenme alanının 7.sınıf cebirsel ifadeler, eşitlik ve denklemler alt öğrenme alanı kazanımlarına yönelik olarak uygun 15 adet sanal manipülatif incelenmiştir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda araştırmanın öğrenme alanına, kazanımlarına ve dil olarak uygun olacak şekilde manipülatifler belirlenememiştir.

Araştırmanın deneysel uygulama sürecinde kullanılmak üzere araştırmacı tarafından 10 adet özgün sanal manipülatif geliştirilmiştir. Geliştirilen sanal manipülatifler 7. sınıf matematik öğretim programının "Cebir" öğrenme alanındaki 7 kazanımı ele almaktadır (MEB, 2018). Öğretmenin etkinlikleri oluşturması, düzenlemesi ve silmesi için bir ekran sağlanırken, öğrencilerin sadece etkinlikleri uygulayabileceği bir sistem oluşturulmuştur. Araştırmada kullanılan sanal manipülatiflerin tasarlanma sürecinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı benimsenerek pedagojik altyapıları oluşturulmuştur. sanal manipülatiflerin tasarım sürecinde sanal manipülatiflere yönelik çalışmalardan da (Moyer-Packenham ve Bolyard, 2016; Moyer vd., 2002) yararlanılmıştır. Bu doğrultuda geliştirilen sanal manipülatifler, işlemsel ve kavramsal öğrenmeyi, keşfetmeyi ve anlamlı öğrenmeyi, kavramların çoklu

temsillerinden yararlanarak temsiller arası geçişlerde akıcılık kazanmayı ve cebirsel ifadelerin biçimsel ve kavramsal yönlerini birlikte anlamayı desteklemek için tasarlanmıştır. Sanal manipülatifler üzerinde yapılabilecek manipülasyonların teknik özelliklerinin belirlenmesi sürecinde, internet ortamında açık erişim platformları (NLVM, NCTM illuminations, SAMAP, mathplayground, EBA vb.) üzerinde sanal manipülatiflerin tasarımları, literatürdeki çalışmalar ve matematik eğitimi alanında uzman akademisyen görüşlerinden yararlanılmıştır.

Etkinlikleri tasarlama süreci yaklaşık olarak 6 ay sürmüştür. Bu süreçte etkinlik tasarımları düzenli olarak alanda uzman akademisyenler ve sahada yer alan öğretmenlerin görüşleri alınarak revize edilmiştir. Her bir kazanım için sanal manipülatif etkinliklerinin amacı öğrenciye öğrenme alanına ait kavramları sanal ortamda en etkili ve doğru bir şekilde aktarmak olmuştur. Süreç sonunda uygulanacak etkinliklerin öğrencilere sıkıntı oluşturulmaması konusunda titizlikle çalışılmıştır. Tasarımlar temelde araştırmacı tarafından taslak şekilde oluşturularak yazılımcı tarafından web ortamına aktarılmıştır. Web ortamına aktarımından sonra sanal manipülatif etkinlikleri araştırmacı tarafından tekrar denetlenerek öğrencilere en uygun sanal manipülatif etkinlikleri ortaya konmuştur.

7. Sınıf cebir öğrenme alanı kazanımları Tablo 6’da ifade edilmiştir.

Tablo 6. 7. Sınıf Cebir Öğrenme Alanı Kazanımları

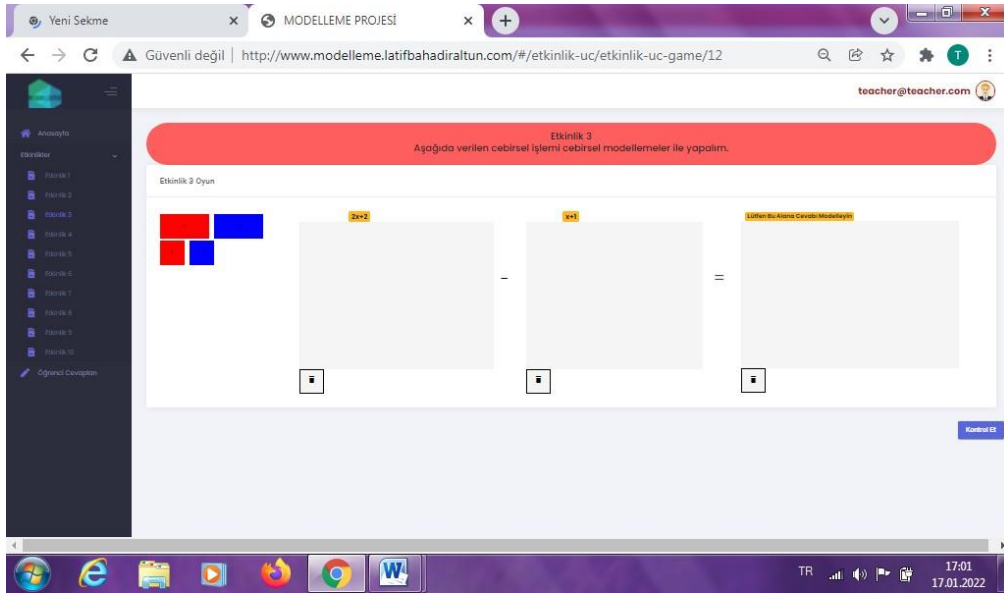
<u>Alt Öğrenme Alanları ve Kazanım No</u>	<u>Kazanımlar</u>
Cebirsel İfadeler	
1.	Cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemleri yapar.
2.	Bir doğal sayı ile bir cebirsel ifadeyi çarpar.
3.	Sayı örüntülerinin kuralını harfle ifade eder, kuralı harfle ifade edilen örüntünün istenilen terimini bulur.
Eşitlik ve Denklem	
1.	Eşitliğin korunumu ilkesini anlar.
2.	Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi tanır ve verilen gerçek hayat durumlarına uygun birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurar.
3.	Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer.
4.	Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurmayı gerektiren problemleri çözer.

Oluşturulan sanal manipülatiflerin kazanımlara göre dağılımı Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Oluşturulan Manipülatiflerin Kazanımlara Göre Dağılımı

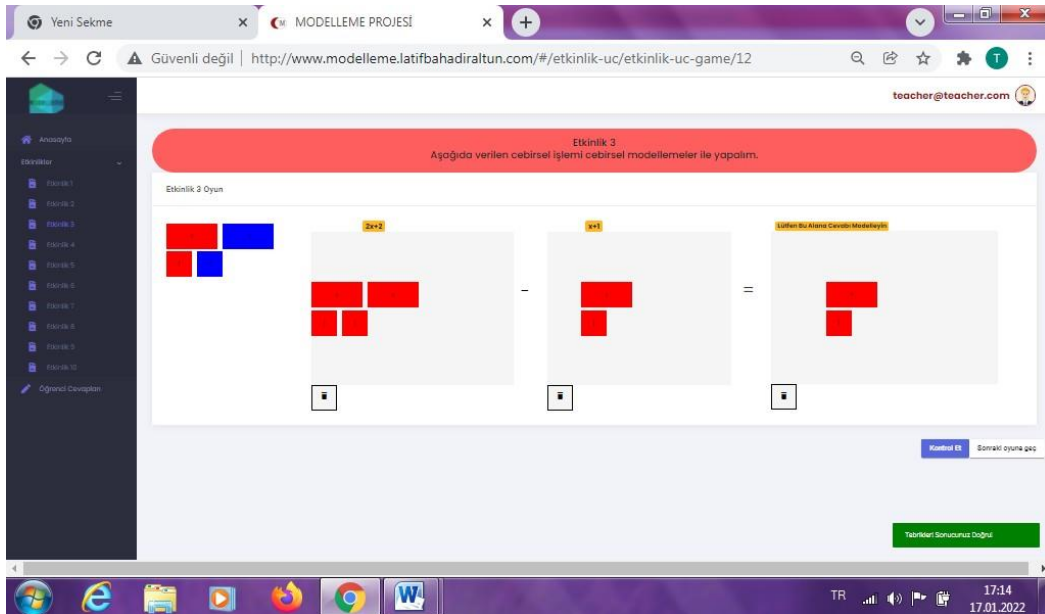
<u>Kazanımlar</u>	<u>Cebirsel İfadeler</u>			<u>Eşitlik ve Denklem</u>			
	1.Kazanım	2.Kazanım	3.Kazanım	1.Kazanım	2.Kazanım	3.Kazanım	4.Kazanım.
<u>Manipülatifler</u>							
Manipülatif-1	X						
Manipülatif-2	X						
Manipülatif-3	X						
Manipülatif-4	X						
Manipülatif-5		X					
Manipülatif-6		X					
Manipülatif-7		X					
Manipülatif-8				X			
Manipülatif-9						X	
Etkinlik -10						X	

Tablo 7’de ifade edildiği gibi ilk dört sanal manipülatif cebirsel ifadeler de toplama ve çıkarma işlemleri yapma kazanımına ait olarak oluşturulmuştur. 5. ,6. ve 7. manipülatifler cebirsel ifadelerde çarpma işlemi üzerine inşa edilmiştir. Kalan üç manipülatif ise denklemler alt öğrenme alanına ait olarak eşitliğin korunumu ve birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem çözmeye ait olarak kurulmuştur. Sanal manipülatif etkinlikleri temsiller arası (sembolik, sözel, görsel vb.) geçişleri de vurgulamaktadır. Bu kapsamda anlamlı ve kalıcı öğrenmeyi gerçekleştirmeye hizmet etmektedir. Kazanımlara ait sanal manipülatif örnekleri Şekil 14’de sunulmuştur.



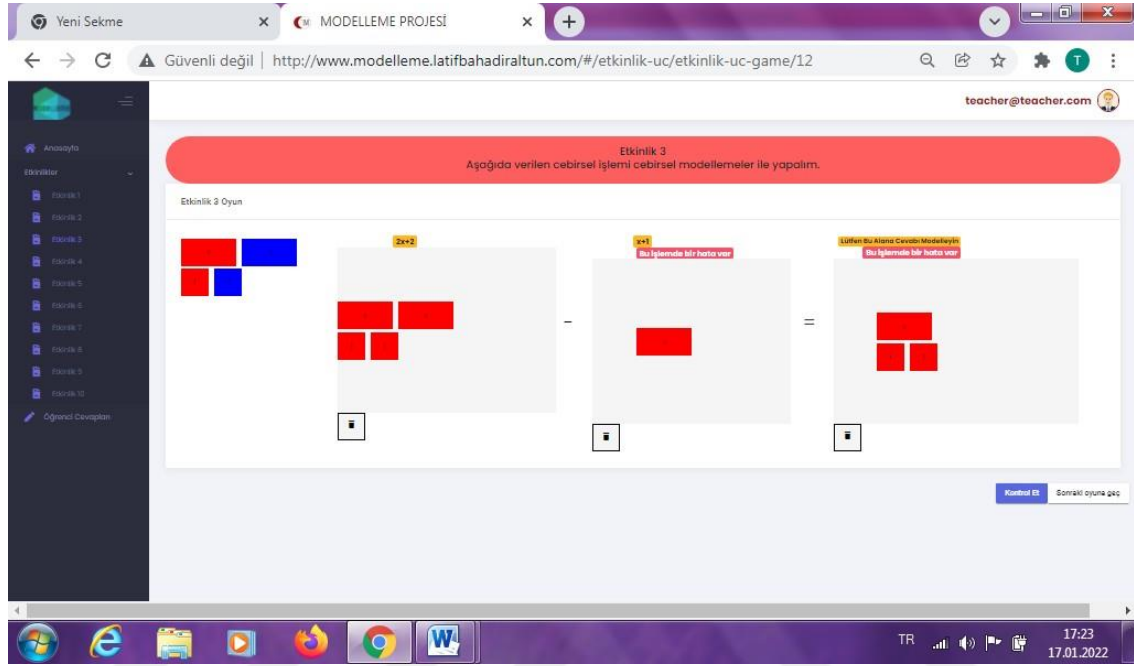
Şekil 14. Manipülatif Örneği-1

Şekil 14’de cebirsel ifadeler alt öğrenme alanında “cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemleri yapar” kazanıma ait bir çıkarma işlemi etkinliği görülmektedir. Öğrenci sanal manipülatif etkinliğinde ilk olarak sembolik dil ile verilen cebirsel ifadeleri ekranın sol tarafında yer alan sanal cebir karolarını fare yardımı ile sürükleyerek uygun şekilde cebirsel ifadelerin altında bulunan kutulara yerleştirmektedir. Sonrasında cebir karolarıyla modellenen ifadeler yardımıyla işlem sonucuna ulaşılmaktadır (Şekil 15).



Şekil 15. Manipülatif Örneği-2

Şekil 15’de öğrencini yaptığı işlem yer almaktadır. Öğrenci işlemini tamamladıktan sonra portalda yer alan “kontrol et” butonuna basarak işlemin doğruluğunu görmektedir ve bir sonraki etkinliğe geçiş butonu açılmaktadır. Eğer yapılan işlemde bir hata mevcut ise sistem aracılığıyla bu hata öğrenciye geri bildirim şeklinde dönr vererek işlemin doğru şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlanmıştır (Şekil 16).



Şekil 16. Manipülatif Örneği-3

Şekil 16’da görüldüğü gibi sistem öğrencinin hangi basamakta hata yaptığını bildirmektedir. Öğrenci bu hatalarını düzeltmeden bir sonraki etkinliğe geçme imkanı verilmemektedir. Kazanımlara ait sanal manipülatifler ek de sunulmuştur. (bkz. Ek 5)

Manipülatiflerin Uygulama Süreci

Araştırma kapsamında uygulamalara başlamadan önce, Cebirsel İfadeler Ve Denklem konusuna yönelik varolan Kavram Yanılgısı Belirleme testi (Ek 2) ve Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği (Ek 3) ölçme araçları sanal ortamda ön test olarak, 30 dakika süre verilerek gruplara uygulanmıştır. Öğrencilerin ön test başarı durumları ise ilk dönem matematik notları ile değerlendirilmiştir. Araştırmacı tarafından deney ve kontrol grubunun derslerini yürütecek öğretmenler süreci uygulayabilmek için belirli iki hafta boyunca uygulama materyalleri hakkında ve sürecin nasıl işleneceği ile ilgili bilgilendirilmiştir. Deney grubunda uygulamalar, çevrimiçi Eğitim Bilişim Ağı aracılığıyla çalışma imkânı sağlanarak gerçekleştirilmiştir. Uygulama sürecinde

öğretmen sanal ortamda oluşturulan manipülatifleri öğrencilere tanıtarak ilgili konu kazanımlarını manipülatifler ile öğrencilere aktarmış ve ders sürecini bu şekilde hazırlanmış olan manipülatif etkinlikleri ile tamamlamıştır. Öğrenciler ders sonrasında öğrenilen kazanımlar ile ilgili kendi portalında yer alan sanal manipülatif etkinliklerini tamamlayarak öğretimi desteklenmiş ve kalıcılığı sağlanmaya çalışılmıştır. Bazı etkinliklerde tüm sınıfın birlikte katılımı sağlanırken bazılarında ise etkinlikler bireysel olarak sağlanmıştır.

Kontrol grubunda ise dersler uzaktan eğitim ve öğretmen merkezli olarak yapılandırıcı öğretim yöntemine dayalı olarak işlenmiştir. Bu süreçte konu öğretmen tarafından ders kitabındaki sıraya göre sözlü olarak anlatılmış ve öğretmen gerekli açıklamaları öğrenci ekranlarında paylaşarak öğrencilerin defterlerine aktarılmasını sağlamıştır. Öğretmen dersi videolu anlatımlar ve soru çözümleri ile desteklemiştir. Bu süreçte öğrenciler sessizce öğretmeni dinlediler ve öğretmenin talimatlarını takip etmişlerdir. Sürecin sonunda öğretmen öğrencilerden varsa konu ile ilgili sorular sormalarını istemiştir. Ancak tüm süreç boyunca bazı öğrenciler öğretmenin izniyle konu ile ilgili soru sorabilmişlerdir. Bu öğrencilerin özelliklerine ilişkin öğretmenle yapılan informal görüşmede bu öğrencilerin matematik dersi not ortalamalarına göre sınıfın çalışkan öğrencileri olduğu anlaşılmıştır.

Bu süreçte dersler uzaktan eğitim ile yürütülmüştür. 2020-2021 eğitim öğretim yılında, deney grubunda ders bir matematik öğretmeni tarafından, kontrol grubunda ise diğer matematik öğretmeni tarafından öğretim programında belirtilen saatte 4 hafta olarak işlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarında bu uygulamalar eş zamanlı olarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamalar tamamlandıktan bir hafta sonra her iki gruba Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği (Ek 3), Kavram Yanılgılarını Belirleme testi (Ek 2) ve Cebir Başarı Testi (Ek 1) son test olarak uygulanmıştır. Son olarak deney grubu öğrencilerinden 10 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Bu süreçte araştırmacı her hafta öğretmenlerden gerçekleştirilen dersler ile ilgili bilgilendirmeler almıştır. Ders sonrasında araştırmacı tarafından öğrencilerin tamamlamış oldukları sanal manipülatif etkinliklerinin kontrolleri sanal manipülatif etkinlikleri portalı üzerinden takip edilmiştir. Her iki çalışma grubu için uygulama süreci Tablo 8’de sunulmuştur.

Tablo 8. Çalışma Grupları İçin Uygulama Süreci

<i>Hafta</i>	<i>Kazanımlar</i>	<i>Deney Grubu</i>	<i>Kontrol Grubu</i>
		Online eğitim ile ders anlatımı gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan sanal manipülatif etkinlikleri uygulanıp, ödevlendirilmiştir. Öğrenci cevapları sistem üzerinden bir sonraki haftaya kadar kontrol edilmiştir.	Online eğitim ile ders kitabı üzerinden EBA destekli öğretmen merkezli konu anlatımı gerçekleştirilmiştir. Çeşitli web siteleri ile etkinlikler zenginleştirilmiştir.
1.Hafta	*Cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemleri yapar.	İlgili sanal manipülatif etkinlikleri: Etkinlik 1 Etkinlik 2 Etkinlik 3 Etkinlik 4	Eba Online Testler Ders kitabı etkinlikleri
2.Hafta	*Bir doğal sayı ile bir cebirsel ifadeyi çarpar. *Sayı örüntülerinin kuralını harfle ifade eder, kuralı harfle ifade edilen örüntünün istenilen terimini bulur.	İlgili sanal manipülatif etkinlikleri: Etkinlik 5 Etkinlik 6	Eba Online Testler Ders kitabı etkinlikleri
3.Hafta	*Eşitliğin korunumu ilkesini anlar. *Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemi tanır ve verilen gerçek hayat durumlarına uygun birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurar.	İlgili sanal manipülatif etkinlikleri: Etkinlik 8	Eba Online Testler Ders kitabı etkinlikleri
4.Hafta	*Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer. *Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem kurmayı gerektiren problemleri çözer.	İlgili sanal manipülatif etkinlikleri: Etkinlik 9 Etkinlik 10	Eba Online Testler Ders kitabı etkinlikleri
5.Hafta		Görüşmeler gerçekleştirilmiştir.	

Verilerin Analizi

Kavram Yanılgısı Belirleme Testinden Elde Edilen Verilerin Analizi

Etkinlik temelli sanal manipülatiflerle zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 7. sınıf cebir dersinde öğrencilerin kavram yanılgılarına etkisini belirlemek için kullanılan ölçeklerden elde edilen puanlar arasında anlamlı bir fark var mıdır? Alt problem incelendiğinde; Cebir kavram yanılgısı testi, her doğru soru için 1 puan, her yanlış soru için 0 puan verilerek değerlendirilmiştir. Öğrencinin alabileceği maksimum puan 30 iken, alabileceği minimum puan 0'dır. Test sonuçlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için normallik testleri uygulanmıştır. Grup sayısı 50'den fazla olduğu için Kolmogorov-Smirnova normallik testi uygulandı. Normallik testi sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur. Normallik testinden elde edilen sonuçlara göre verilerin analizinde grupların ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı bağımsız t-testi kullanılarak belirlenmiştir. Elde edilen puanlar SPSS 26.0 yazılımı yardımı ile analiz edilmiş ve sonuçlar tablolara dönüştürülmüştür.

Tablo 9. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin Kavram Yanılgısı Ölçeği Puanlarına İlişkin Normallik Testi Sonuçları

	Çalışma Grubu	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		İstatistik	df	P
Kavram Yanılgısı Ön Test Puanları	Deney Grubu	,089	30	,200
	Kontrol Grubu	,126	30	,200
Kavram Yanılgısı Son Test Puanları	Deney Grubu	,126	30	,200
	Kontrol Grubu	,145	30	,105

Tablo 9'da ifade edildiği gibi 50 den fazla veriye sahip olduğumuz için Kolmogorov-Smirnova kullanılmıştır ve p değeri 0,05 ten büyük olduğu için kavram yanılgısı ön test – son test puanları her iki grup için normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir.

Perso'nun (1992) ölçeğindeki diğer 19 kavram yanılgısına baktığımızda, kavram yanılgılarının oluşma sıklığına göre yüzdeleri hesaplanarak deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir.

Cebir Başarı Testinden (CBT) Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmanın etkinlik temelli sanal manipülatif kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin Cebir Başarı Testi (Sontest) puan ortalamaları arasında akademik başarı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır? problem cümlesine cevap bulabilmek için CBT son test puanlarının normal dağıldığı varsayılarak bağımsız t testi uygulanmıştır. Bu testten alınan puanların ortalama ve standart sapma değerleri ve t-testi değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen puanlar SPSS 26.0 yazılımı yardımı ile analiz edilmiş ve sonuçlar tablolara dönüştürülmüştür.

Verilerin analizine bakıldığında, CBT puanlarına göre hem deney grubunda hem de kontrol grubunda akademik başarıda anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Ayrıca deney grubunun cebir öğrenmede kontrol grubuna göre daha başarılı olduğu ifade edilebilmektedir.

Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeğinden Elde Edilen Verilerin Analizi

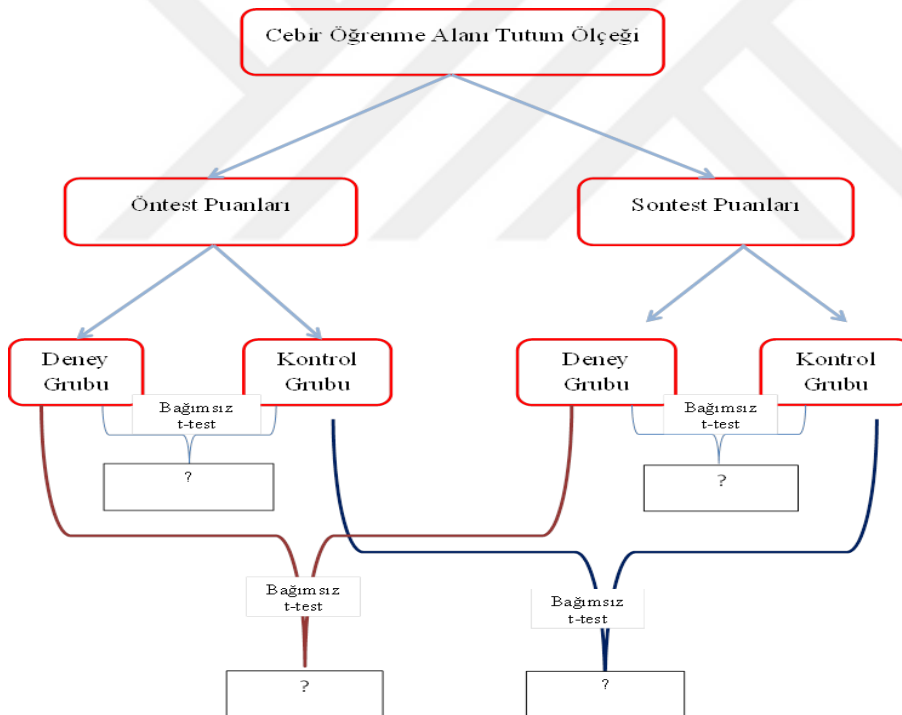
Araştırmada öğrencilerin cebir öğrenme alanlarına yönelik ön ve son tutumlarını belirlemek için uygulama öncesi ve sonrası Likert tipi bir ölçek kullanılmıştır. “Kesinlikle Katılıyorum”, “Katılıyorum”, “Kararsızım”, “Katılıyorum” ve “Kesinlikle Katılmıyorum” olmak üzere beş seçenek içermektedir. Öğrencilerin tutum ölçeği puanları, her bir madde için puanlar toplanarak belirlenmiş ve bu değerler ölçekteki madde sayısına bölünerek her öğrencinin tutum ölçeğinden aldığı ortalama puanlar hesaplanmıştır. Analizler ölçeğin normal dağılımı kabul edilerek yapılmıştır. Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeğinden elde edilen bulgular SPSS 26.0 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön-son tutum puanlarının karşılaştırılmasında ön tutum puanlarından kaynaklanan olası etkileri azaltmak amacıyla bağımsız t-testi yapılmıştır. Deney ve kontrol grupları arasındaki karşılaştırmalar ve gruplar arası karşılaştırmalar için bağımsız t-testi kullanılmıştır.

Tablo 10. Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği Beşli Likert Tablosu

Seçenekler	Puanlar	Puan Aralığı	Ölçek Değerlendirme
Kesinlikle Katılıyorum	1	1,00-1,79	Çok Üst Düzey
Katılıyorum	2	1,80-2,59	Üst Düzey
Kararsızım	3	2,60-3,39	Orta Düzey
Katılmıyorum	4	3,40-4,19	Alt Düzey
Kesinlikle Katılmıyorum	5	4,20-5,00	Yetersiz

Araştırmada kullanılan ölçek beşli Likert tipinde düzenlenmiş olduğundan, ölçek maddelerinin değerlendirilmesinde seçeneklerin aldığı değerlere göre Tablo 10'daki ölçütler dikkate alınmıştır.

Öğrenme ortamları açısından sanal manipülatif etkinliklerinin cebir öğrenme alanı tutum puanları arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Şekil 17 oluşturulmuştur.



Şekil 17. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Analiz Akışı

Şekil 17'de ifade edilen akışa göre deney ve kontrol gruplarının cebir öğrenme alanları ön test-son test puanlarına bakılarak aşağıdaki hipotezler test edilmiştir

H_{01} = Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin öntest cebir öğrenme alanı tutumları arasında anlamlı bir fark yoktur.

H_0 = Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin sontest cebir öğrenme alanı tutumları arasında anlamlı bir fark yoktur.

Daha sonra deney ve kontrol gruplarının kendi aralarında ön test- son test tutum puanları karşılaştırılmıştır. Bu hipotezleri test etmek için t-testi yapılmıştır

Görüşme Formu Analizleri

Deney grubundaki öğrencilere yarı yapılandırılmış görüşme formu uygulanarak elde edilen nitel veriler betimsel analiz kullanılarak analiz edilmiştir. Betimsel analizde elde edilen veriler temalar çerçevesinde değerlendirilir. Analizler, araştırma soruları altında sunulabileceği gibi görüşme formundaki soruların altında da sunulabilir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu analizin amacı, elde edilen bulguları düzenleyip yorumlamak ve okuyucuya sunmaktır. Bu süreç betimleme, açıklama ve yorumlama, neden-sonuç ilişkilerini inceleme ve sonuçlara ulaşma şeklinde uygulanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Nitel bir araştırmada, araştırmanın güvenilirliğini artırmanın bir yolu olarak “araştırmanın her aşamasının ve izlenen yolun ayrıntılı olarak anlatılması” ifade edilir (Büyüköztürk vd., 2017). Büyüköztürk ve arkadaşlarına göre görüşmelerin ses kaydı, fotoğraf çekimi ve doğrudan katılımcı alıntılarına yer verilmesi de araştırmanın güvenilirliğini artıran unsurlardır. Ayrıca verilerin analizinde tutarlılığın sağlanmasının güvenilirliği arttırdığı bilinmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu çalışmada güvenilirliği sağlamak için aşağıdaki çalışmalar yapılmıştır:

- Araştırmanın tüm aşamaları detaylı olarak anlatılmıştır. Bunun için araştırmacının rolü olay ve olguların dışında, yansız ve nesnel olarak tanımlanmış, katılımcıların özellikleri ve öğrenme ortamı ayrıntılı olarak rapor edilmiştir.
- Verilerin elde edildiği görüşmeler yazılı olarak kayıt altına alınmıştır. Nitel veri analizleri uzmanlar tarafından kontrol edilmiştir.
- Elde edilen nitel veriler iki bağımsız kodlayıcı tarafından okunmuş ve görüşme formunda yer alan sorulara yönelik olarak öğrencilerin vermiş oldukları bireysel cevaplar kodlamalar yapılarak ortak temalar oluşturulmuştur. Bu temalara ilişkin frekans ve yüzdeler hesaplanarak öğrenci görüşleri ile desteklenerek yorumlanmıştır.

Araştırma Kapsamında Alınan Etik Önlemler

Öncelikle Tokat İl Milli Eğitim Müdürlüğü ile gerekli yazışmalar yapılmış ve izinler alındıktan sonra okul müdürü ile görüşülerek araştırma hakkında bilgi verilmiştir. Okul müdürünün onayından sonra araştırmanın yapılacağı sınıflar belirlenmiştir. Bu amaçla okuldaki sınıflardan araştırmacı ile uyumlu çalışmaya gönüllü olan öğretmenlerin sınıfları arasından çalışma grupları belirlenmiştir. Ayrıca Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Bilimleri Etik Kurulu'na başvurularak etik kurul onayı alınmıştır.

Daha sonra uygulanacak sınıfların öğretmenleri ile görüşmeler yapılmış ve araştırmanın amaçları, kapsamı, süresi, etkinlikleri ve uygulamaları hakkında bilgi verilmiştir. Uygulamanın sağlıklı sonuç verebilmesi için özellikle deney gruplarındaki öğretmenlerden manipülatif uygulama, düzenleme ve düzenin devamlılığı gibi konulara duyarlı olmaları istenmiştir. Kontrol grubundaki öğretmenlerden eğitime öğretim programına uygun olarak devam edilmesi konusunda gerekli bilgiler verilmiştir. Daha sonra uygulamaya katılacak öğrencilerin velileri ile görüşülerek araştırma hakkında bilgi verilmiş ve onam formları dağıtılarak onamları alınmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırma bulguları, araştırma problemleri sırasına uygun olarak bu bölümünde öğrenciler tarafından verilen cevapların istatistiksel olarak değerlendirilmesi ışığında, deney ve kontrol grubundaki öğrenciler de etkinlik temelli sanal manipülatiflerin kavram yanlışlarının giderilmesinde etkisine, öğrenci cebir başarılarına ve öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarına ilişkin bulgular yer alacaktır

Kavram Yanılgısı Belirleme Testine İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi etkinlik tabanlı sanal manipülatif kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusunda öğrencilerin kavram yanlışları ölçeğinden aldıkları ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir fark var olup olmadığı ilişkisi şeklindedir. Bu problemi test etmek için öğrencilerin ön ve son kavram yanlışları testlerinde her soruya verdikleri doğru cevaplar 1, yanlış cevaplar ise 0 olarak paket programa girilmiştir. Daha sonra deney ve kontrol gruplarının ön ve son test puanlarının ortalama ve standart sapmaları hesaplanmıştır, bu veriler deney ve kontrol gruplarının ön ve son test arasındaki fark, bağımsız t-testi ile karşılaştırılmıştır. Bu veriler deney ve kontrol gruplarının kavram yanlışları ön test puanları arasındaki ilişki Tablo 11’ de verilmiştir.

Tablo 11. Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test Puanları

		N	X	Ss	p	t
Kavram Yanılgısı Ön Test Puanları	Deney Grubu	30	15,61	5,16	,067*	2,028
	Kontrol Grubu	30	13,20	4,69		

*Ortalamar arası fark 0.05 düzeyinde anlamlı değildir.

Tablo 11’de ön test puanlarına ait ortalaması arasındaki fark, t-testi ile karşılaştırılmış ($t=2,028$; $p > .05$) anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu verilere göre araştırmanın başında deney ve kontrol gruplarının başarıları arasında bir düzeyde fark olduğu söylenemez. Bunun nedeni olarak da her iki grup içinde bir müdahale olmadığı

öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeyleri üzerinden analizlerin yapılmış olduğunu söyleyebiliriz.

Deney ve kontrol gruplarının kavram yanlışlığı son test puanları arasındaki ilişki Tablo 12’ de verilmiştir.

Tablo 12. Deney ve Kontrol Gruplarının Son Test Puanları

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>p</i>	<i>t</i>
Kavram Yanlışlığı	Deney Grubu	30	25,45	2,25	,000*	6,310
Son Test Puanları	Kontrol Grubu	30	20,69	3,45		

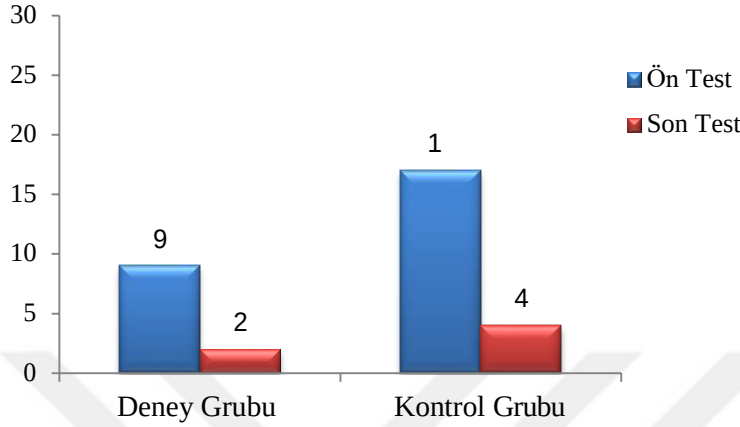
*Ortalamar arası fark 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 12’ de görüldüğü gibi deney grubunun son test puanlarına ait ortalaması ile kontrol grubunun son test puanlarına ait ortalaması arasındaki fark bağımsız t-testi ile karşılaştırılmış ($t=6,310$; $p < .05$) anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu verilere dayanarak deney ve kontrol gruplarının son test başarıları arasında, deney grubunun lehine anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmıştır. Bu verilerden yola çıkarak etkinlik temelli sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının deney grubu üzerinde kavram yanlışlıklarını gidermesinde olumlu bir etkisinin olduğu söylenebilir.

Sanal Manipülatiflerin Kavram Yanlışlıklarını Giderme Etkisine İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi etkinlik tabanlı sanal manipülatif kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklem konusunda öğrencilerin kavram yanlışlıklarının giderilme etkilerini incelemektir. Öğrencilerin kavram yanlışlıklarını tespit etmek için geliştirilen cebir kavram yanlışlığı belirleme testi ön ve son test olarak uygulanmasından sonra deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön test-son testte mevcut kavram yanlışlığı olan öğrenci sayıları tablolarda ifade edilmiştir. Etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş öğretim ve mevcut çevrimiçi öğretim yaklaşımlarının uygulandığı gruplarda öğrencilerin kavram yanlışlıklarını gidermedeki etkileri arasındaki benzerlik ve farklılıklardan yorumlanmıştır. Tablolarda yorumlamalar yapılırken kullanılan hesaplamalar kavram yanlışlığına sahip olan öğrenciler ile kavram yanlışlığına sahip olmayan öğrencilerin farkı alınarak yüzdelik dilimdeki oranı belirlenmiştir.

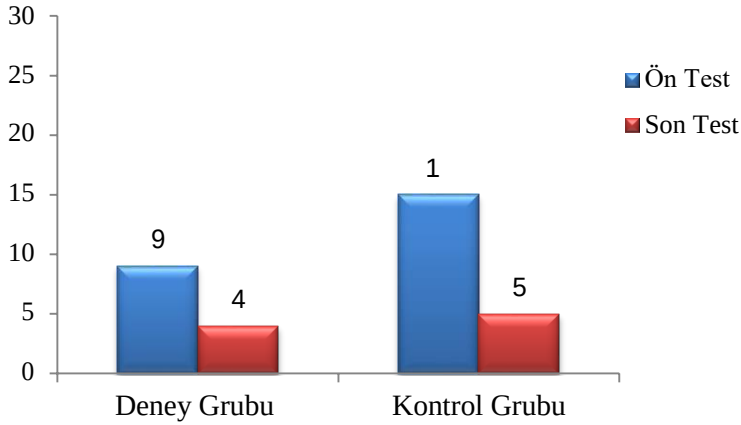
Her iki çalışma grubu için kavram yanlışlarına baktığımızda ilk olarak öğrenciler harflerin matematikte bir anlamının olmadığını düşünmektedirler. Bu kavram yanlışlarını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak grafiklere dönüştürülerek Şekil 18’de sunulmuştur.



Şekil 18. Birinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 18’de deney ve kontrol grubu öğrencilerinin kavram yanlışını gidermedeki verileri incelediğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanlışları giderme oranı %77,7 ($9-2=7$) iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %76,5 ($17-4=13$) olduğu görülmüştür. Analizler sonucunda her iki grup içinde yapılan öğretim yönteminin kavram yanlışını gidermedeki etkililiği aynı düzeyde görülmüştür.

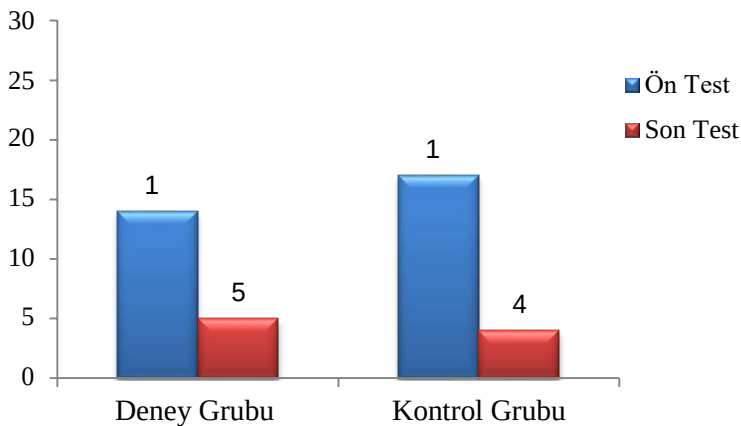
Kavram yanlışlarına baktığımızda ikinci olarak öğrencilere göre harfler alfabe olduğu gibi sıralandığı ortaya çıkmaktadır. Çalışma grupları için kavram yanlışını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak grafiklere dönüştürülerek Şekil 19’da sunulmuştur.



Şekil 19. İkinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 19’da ikinci kavram yanılgısına ait veriler incelendiğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanılgıları giderme oranı %55,5 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda oran %66,6 olduğu görülmüştür. Analizler sonucunda, öğrencilere göre harfler alfabe olduğu gibi sıralanır kavram yanılgısını gidermede etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin etkisinden ziyade yapılandırmacı çevrimiçi eğitimde daha olumlu bir ilerleme göstermiş olduğunu söylenmektedir.

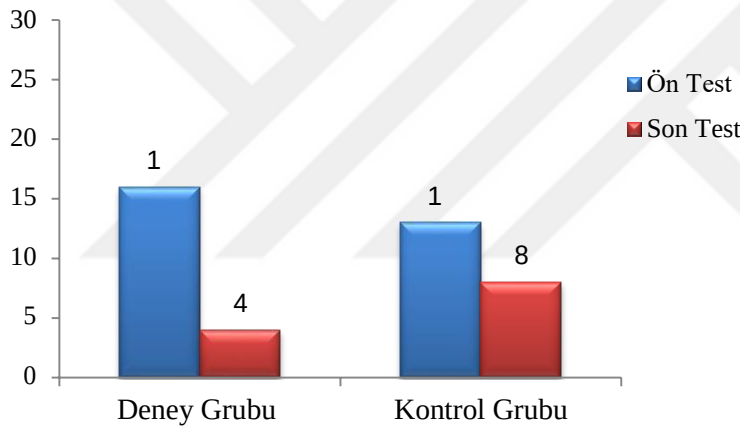
Kavram yanılgılarına baktığımızda öğrencilerin bir diğer yanılgısı; harflerin alfabetik sıralamada olduğu gibi sayısal konum belirttiklerini düşünmektir. Örneğin a,b,c gibi cebirsel harfleri, $a=1$, $b=2$ ve $c=3$ olarak ifade ettikleri gözlemlenmiştir. Çalışma grupları için kavram yanılgısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak grafiklere dönüştürülerek Şekil 20’de sunulmuştur.



Şekil 20. Üçüncü Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Öğrencilere uygulanan süreçler sonunda kavram yanlışlığı giderilme oranları Şekil 20’de incelendiğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanlışlıkları giderme oranı %64,2 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %60 olduğu görülmüştür. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimi ile yapılandırmacı çevrimiçi eğitim yöntemi öğrencilerin harflerin alfabetik sıralamada olduğu gibi sayısal konum belirttiklerini düşünmek yönündeki yanlışlıklarını gidermede benzer düzeyde başarı sağladığı görülmektedir.

Kavram yanlışlıklarına baktığımızda dördüncü olarak; katsayısı bir olan harflerin değerinin 1’e eşit olduğu kavram yanlışlığı ortaya çıkmaktadır. Çalışma grupları için kavram yanlışlığını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda veriler grafiklere dönüştürülerek Şekil 21’de sunulmuştur.

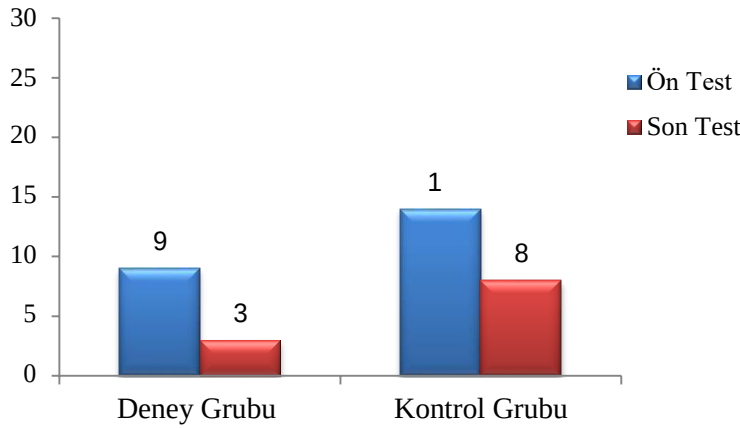


Şekil 21. Dördüncü Kavram Yanlışlığına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 21’de kavram yanlışlığı giderilme yüzdeleri incelendiğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanlışlıkları giderme oranı %75 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda etkinin %38,4 olduğu görülmüştür. Sonuç olarak etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte katsayısı bir olan harflerin değerleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir.

Kavram yanlışlıklarına baktığımızda öğrencilerin bir diğer kavram yanlışlığı olarak; her harfin sadece bir değerinin olduğuna inanmaktadırlar. Bir soruda $b = 4$ ise diğer bütün sorularda da $b = 4$ kabul edilmektedir. Her harfin sadece bir değeri var olduğu görülmektedir. Çalışma grupları için kavram yanlışlığını giderme yönündeki

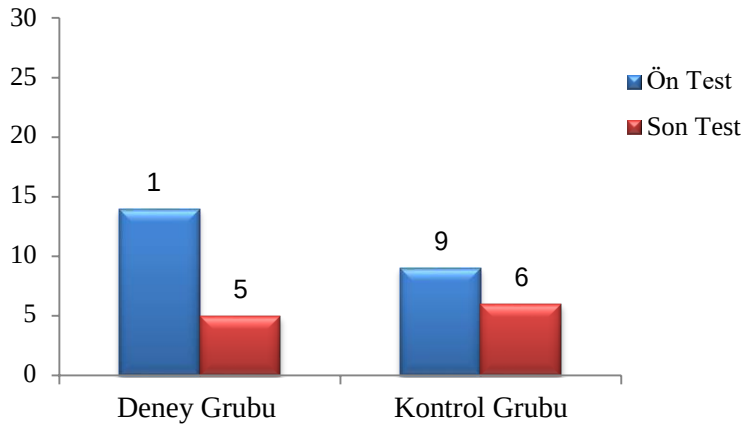
uygulama ve analizler sonucunda veriler grafiklere dönüştürülerek Şekil 22’de verilmiştir.



Şekil 22. Beşinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 22’de kavram yanılgısı giderilme oranları incelendiğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanılgıları giderme oranı %66,6 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda bu etki %42,8 olduğu ifade edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte harflerin değeri üzerinde daha başarılı olduğunu görülmektedir.

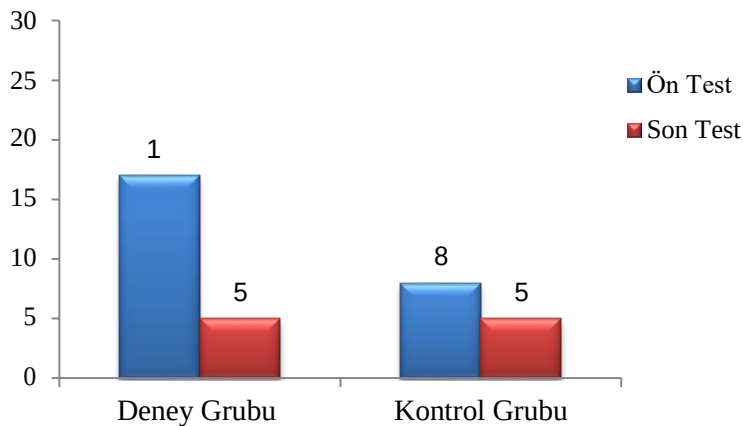
Kavram yanılgılarına baktığımızda altıncı kavram yanılgısı olarak öğrenciler, harflerin sadece rakam olabileceğini düşünmektedirler. Yani ab gibi bir ifadeyi iki basamaklı bir sayı gibi düşünmektedirler. Onlara göre a ve b birer rakam olmalıdır. Bu nedenle $ab=8$ eşitliğinin mümkün olmadığını düşünmektedirler. Çalışma grupları için kavram yanılgısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak grafiklere dönüştürülerek Şekil 23’de sunulmuştur.



Şekil 23. Altıncı Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 23’de Öğrencilere uygulanan süreçler sonunda kavram yanılgısı giderilme oranları incelendiğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanılgıları giderme oranı %64,2 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda oranın %33,3 olduğu ifade edilmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin harflerin sadece rakam olabileceğini düşünme yönündeki yanılgılarını gidermede daha başarılı olduğunu görülmektedir.

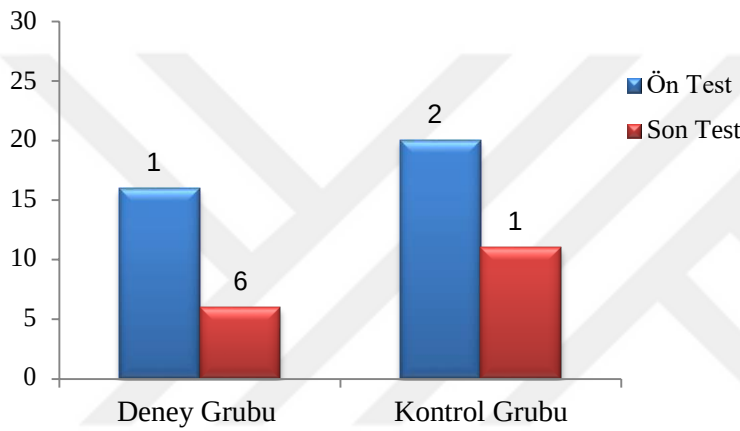
Kavram yanılgılarına baktığımızda öğrencilerin bir diğer yanılgı öğrencilere göre harfler nesneleri gösterir. $2m+3n$ gibi bir cebirsel ifadesi 2 muz ve 3 narı temsil etmektedir. Çalışma grupları için kavram yanılgısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak grafiklere dönüştürülerek Şekil 24’de sunulmuştur.



Şekil 24. Yedinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 24’de kavram yanlışısına giderme yönündeki verilere baktığımızda; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanlışları giderme oranı %70,5 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda oran %37,5 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte harf algısı üzerinde daha başarılı olduğunu ifade edilmektedir.

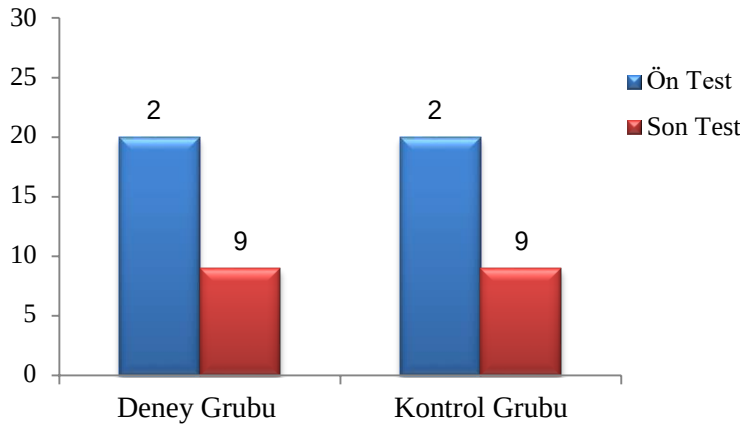
Öğrencilerin bir diğer kavram yanlışısı olarak harfler sayılar gibi davranmaz şeklinde olduğu görülmüştür. Kavram yanlışısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak Şekil 25’de sunulmuştur.



Şekil 25. Sekizinci Kavram Yanlışısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 25’de verilere baktığımızda, etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanlışları giderme oranı %62,5 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda oran %45 olduğu ifade edilmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin harfleri sayılar gibi işlemlere tabii tutma bakımından yapılandırmacı çevrimiçi eğitime nazaran daha başarılı olduğu görülmektedir.

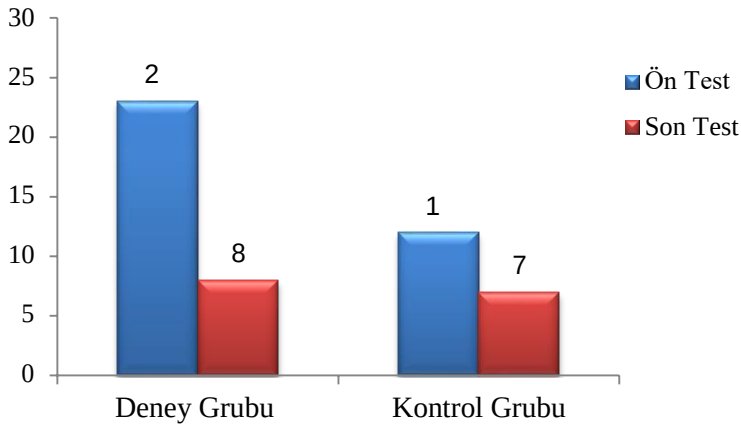
Kavram yanlışlarına baktığımızda dokuzuncu kavram yanlışısı olarak öğrenciler “+” veya “-” ile “=” işaretlerinin daima sonuç ürettiklerine inanmaktadırlar. Örneğin, öğrenciler $2+a=?$ cebirsel işlemin sonucunu $2a$ şeklinde ifade etmektedir. Çalışma grupları için kavram yanlışısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak Şekil 26’da sunulmuştur.



Şekil 26. Dokuzuncu Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 26’da uygulamalar neticesinde kavram yanılgısı giderilme oranları incelendiğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanılgıları giderme oranı %55($20-9=11$) iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %55 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle her iki grup için verilen öğretim sürecinin matematiksel işaretlerin daima sonuç üretme üzerindeki yanılgılarına dair aynı düzeyde bir etkililik olduğu söylenebilir. Öğrencilerin “+” veya “-” ile “=” işaretlerinin daima sonuç ürettiklerine inanmakta oldukları kavram yanılgısı üzerine sanal manipülatif etkinliklerinin beklenen düzeyde bir etki gerçekleştirmediği görülmektedir.

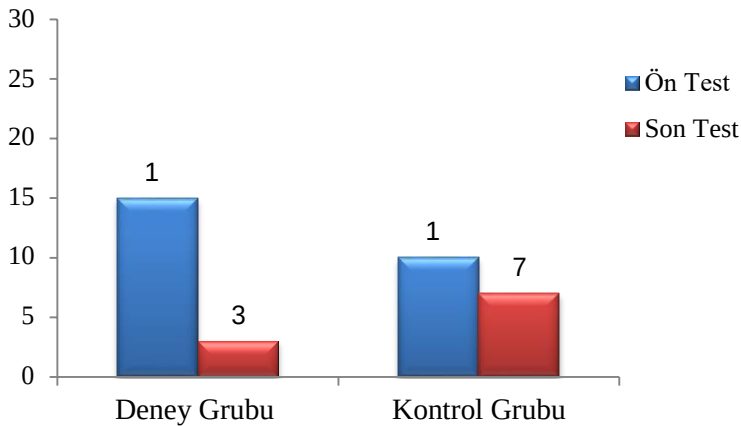
Öğrencilerde bir diğer kavram yanılgısı olarak, öğrenciler işlemlerin sırasını dikkate almamaktadırlar. Yapabileceklerini düşündükleri işlemde başlamayı tercih etmektedirler. Çalışma grupları için kavram yanılgısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda veriler grafiklere dönüştürülerek Şekil 27’de sunulmuştur.



Şekil 27. Onuncu Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Grafikler yorumlanarak kavram yanılgısı giderilme yüzdesi incelendiğinde; Şekil 27’de etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanılgıları giderme oranı %65,2 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %41,6 olduğu ifade edilmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte işlem sırası üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir.

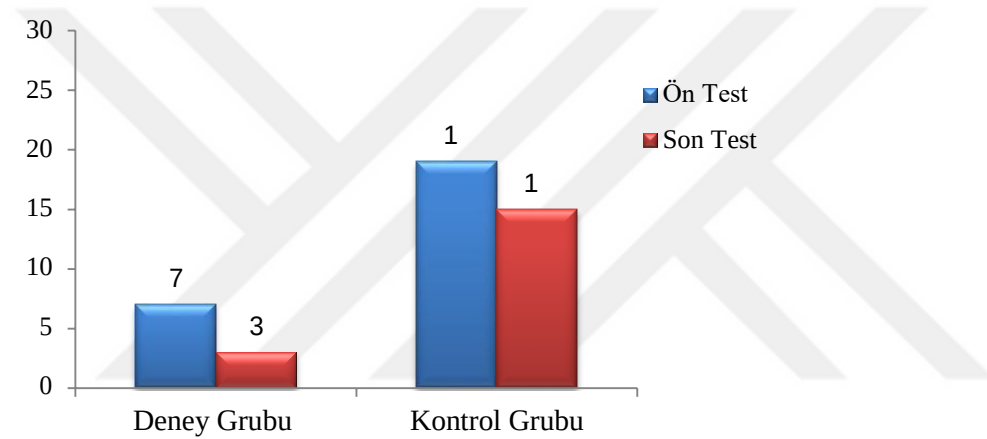
Kavram yanılgılarına baktığımızda on birinci kavram yanılgısı olarak öğrencilerin cebirsel olarak “=” işareti bir eylem belirtmesine rağmen öğrenciler $2s+5$ ya da $5-c$ işlemlerinde olduğu gibi cebirsel ifadeleri bir matematiksel işlem yapma şeklinde yorumlamamaları görülmektedir. Çalışma grupları için kavram yanılgısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda veriler Şekil 28’de sunulmuştur.



Şekil 28. On Birinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 28’de verilerden kavram yanlışsı giderilme oranları incelendiğinde; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanlışları giderme oranı %80 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %30 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin cebirsel ifadeleri bir matematiksel işlem yapma şeklinde yorumlama algısı yönünden olumlu bir etkisi olduğu ifade edilmektedir.

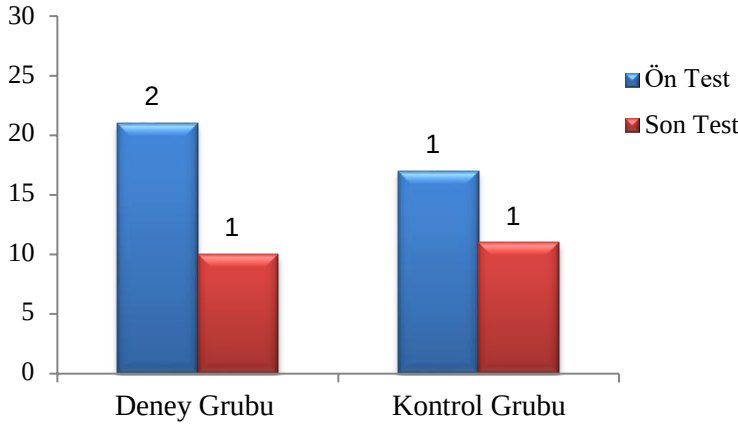
Öğrencilerde görülen bir diğer kavram yanlışsı olarak, matematikte her zaman soldan sağa doğru işlem yapıldığını düşünmektedirler. Çalışma grupları için kavram yanlışsını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda veriler grafiklere dönüştürülerek Şekil 29’da sunulmuştur.



Şekil 29. On İkinci Kavram Yanlışsına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 29’da kavram yanlışsı giderilme oranlarına bakıldığında etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanlışları giderme oranı %57,1 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %21,1 olduğu ifade edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte işlem önceliği üzerinde olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir.

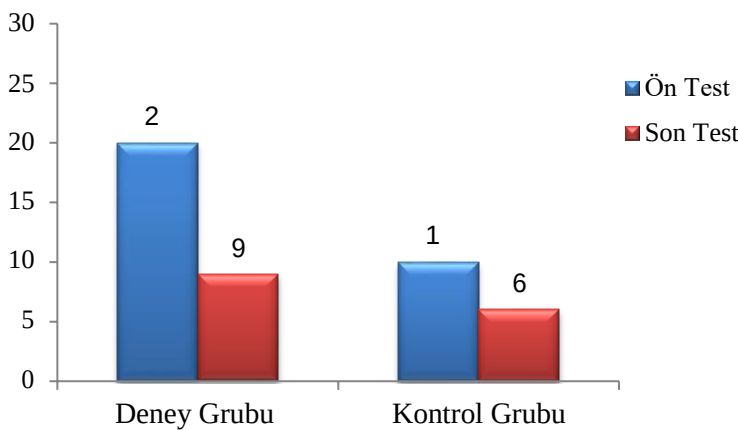
Öğrencilerde on üçüncü kavram yanlışsı olarak; öğrenciler cebirde parantezlerin önemini dikkate almamaktadırlar. Örneğin, $2(a+b)$ ifadesini $2a+b$ olarak yorumladıkları görülmektedir. Bu yanlışlığa ait yapılan çalışmalar sonucunda yanlışlığı giderme bakımından, veriler grafiklere dönüştürülerek Şekil 30’da sunulmuştur.



Şekil 30. On Üçüncü Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 30’da etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanılgıları giderme oranı %52,3 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %35,3 olduğu ifade edilmiştir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin cebirde parantezlerin önemini dikkate almamaları hususunda olumlu bir etkisi olduğu görülmektedir.

Kavram yanılgılarına baktığımızda öğrencilerin bir diğer kavram yanılgısı, bir denklemin diğer tarafında ters işlem yapma yerine, aynı işlemi yapmayı düşünmektedirler. Çalışma grupları için kavram yanılgısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda veriler grafiklere dönüştürülerek Şekil 31’de sunulmuştur.

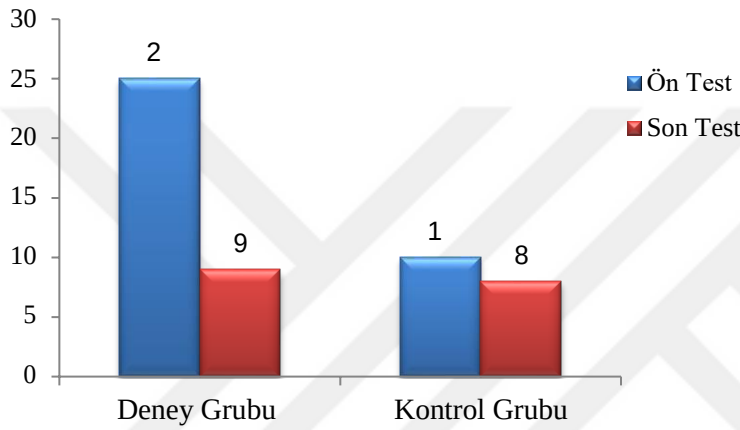


Şekil 31. On Dördüncü Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 31’e bakıldığında, etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubunda kavram yanılgıları giderme oranı %55 iken yapılandırmacı

çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %40 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin cebir de bir denklemin diğer tarafında ters işlem yapma yerine, aynı işlemi yapmayı düşünmekteki yanlışlarını gidermede daha etkili olduğu ortaya çıkmıştır.

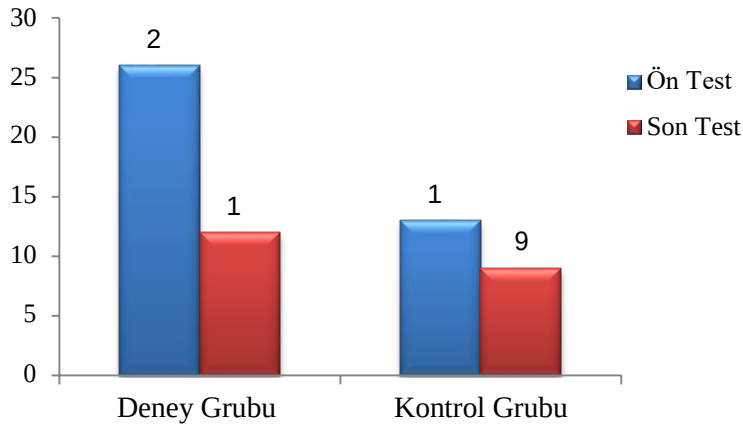
Kavram yanlışlarına baktığımızda bir başka yanlış olarak öğrenciler sayıları, değişkenleri ve işaretleri birbirinden ayrı düşünmektedirler. Çalışma grupları için kavram yanlışsını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda veriler grafiklere dönüştürülerek Şekil 32’de sunulmuştur.



Şekil 32. On Beşinci Kavram Yanlışına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 32’ye bakıldığında; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubu öğrencileri kavram yanlışları giderme oranı %64 iken kontrol grubu öğrencilerinde %20 olduğu ifade edilmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte harf algısı, değişkenler ve işaretleri üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu görülmektedir.

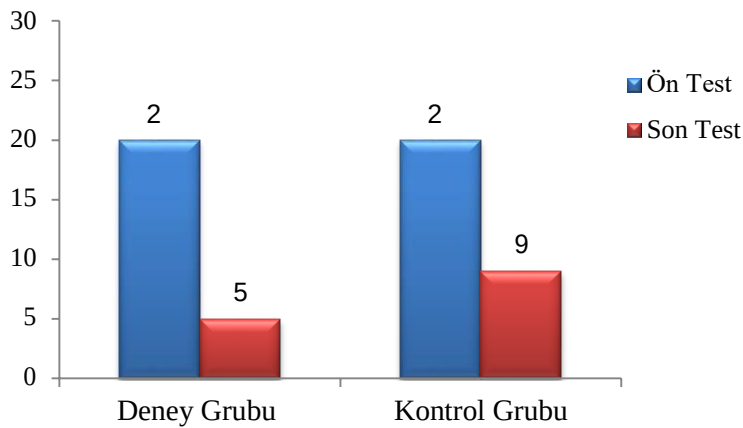
Bir diğer kavram yanlışsı olarak öğrenciler, çıkarma işleminin değişme özelliğine sahip olduğunu düşünmektedir. Çalışma grupları için kavram yanlışsını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak Şekil 33’de sunulmuştur.



Şekil 33. On Altıncı Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Yapılan analizler sonucunda Şekil 33’de etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubu öğrencileri kavram yanılgılarını giderme etkisi %53,8 iken kontrol grubu öğrencilerinde %30,8 olarak görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin çıkarma işleminin değişme özelliğine sahip olduğu yönündeki yanılgılarını gidermede yapılandırmacı çevrimiçi eğitime göre daha olumlu bir etki sağladığı ifade edilebilir.

Kavram yanılgılarına baktığımızda öğrencilerin bir diğer yanılgı ise öğrenciler ters işlemlerin gereksizliğine inanmaktadırlar. Bu doğrultuda yapılan analizlere grafiklere dönüştürülerek Şekil 34’de sunulmuştur.

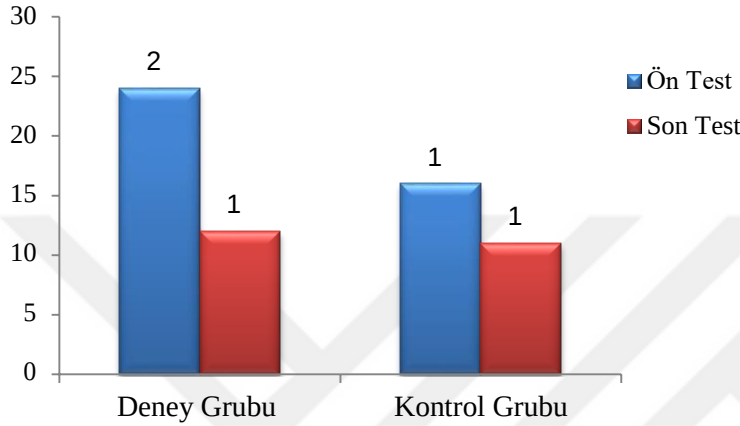


Şekil 34. On Yedinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 34’e bakıldığında; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubu öğrencileri kavram yanılgıları giderme oranı %75 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %55 olarak ifade edilmektedir.

Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte yapılandırmacı çevrimiçi eğitime oranla başarı sağladığı görülmektedir.

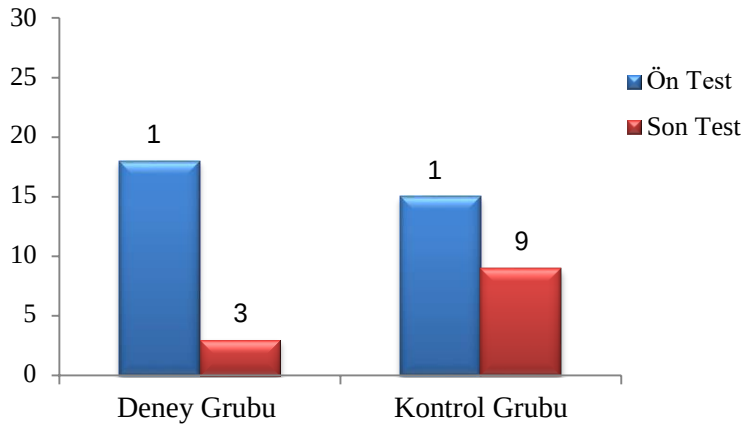
Kavram yanlışlarına baktığımızda öğrencilerin bir diğer yanılgı, öğrenciler harflerin soldan sağa eşleştiklerine inanmaktadırlar. Çalışma grupları için kavram yanlışısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda Şekil 35’de sunulmuştur.



Şekil 35. On Sekizinci Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 35’de grafiklere bakıldığında; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubu öğrencileri kavram yanlışlarının giderme oranı %50 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubunda %31,3 olarak görülmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin harflerin soldan sağa eşleştiklerine inanma yönünde yarı yarıya olumlu bir etkinin olduğu ifade edilmektedir.

Kavram yanlışlarına baktığımızda son kavram yanılgısı olarak; öğrenciler harflerin kelimeler için bir etiket olduklarını düşünmektedir. Çalışma grupları için kavram yanlışısını giderme yönündeki uygulama ve analizler sonucunda verilere ulaşılarak grafikler Şekil 36’da sunulmuştur.



Şekil 36. On Dokuzuncu Kavram Yanılgısına Ait Öğrenci Verileri

Şekil 36’da kavram yanılgısı giderilme yüzdesi; etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş eğitim alan deney grubu öğrencileri kavram yanılgıları giderme oranı %83,3 iken yapılandırmacı çevrimiçi eğitim alan kontrol grubu öğrencilerinde bu etki %40 olarak ifade edilmektedir. Bu sonuçlardan hareketle etkinlik temelli sanal manipülatiflerle öğretimin öğrencilerin matematikte harf algısı için iyi bir başarı sağladığı görülmektedir.

Genel olarak etkinlik temelli sanal manipülatifler ile zenginleştirilmiş öğretim yaklaşımının öğrencilerin cebir öğrenme alanındaki kavram yanılgılarını gidermede olumlu yönde daha etkili olduğu görülmektedir. Birinci ve dokuzuncu kavram yanılgılarına ait verilerde gruplar arasında sanal manipülatif etkinlikleri ile yapılan eğitimin yapılandırmacı yaklaşımla yapılan eğitim üzerindeki etkinin aynı düzeyde olduğu görülmektedir.

Cebir Başarı Testine İlişkin Bulgular

Araştırmanın etkinlik tabanlı sanal manipülatif kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Cebir Başarı Testi(Son test) puan ortalamaları arasında akademik başarı bakımından istatistiksel olarak anlamlılığı araştırılmıştır. Verilere ait bulgular analiz edilerek Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. CBT Son Test T-Testi Bulguları

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>p</i>	<i>t</i>
Cebir Başarı Testi Puanları	Deney Grubu	30	13,42	1,736	,000*	5,89
	Kontrol Grubu	30	10,24	2,403		

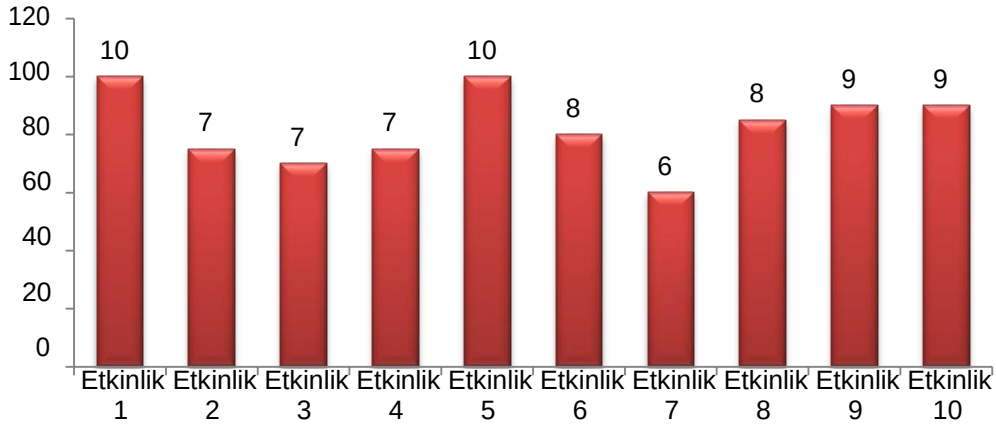
*Ortalamar arası fark 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, 7.sınıf cebir öğrenme alanında etkinlik temelli sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş eğitim alan öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrenciler arasındaki akademik başarılar arasında ($t=5,886$; $p < .05$) anlamlı bir fark söz konusudur (Tablo 13). Aynı zamanda deney grubundaki öğrencilerin aritmetik ortalaması ($X=13,42$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamasından ($X=10,24$) daha üstün olması dolayısıyla bu farkın deney grubundaki öğrencilerin lehine olduğu da Tablo 13'te görülmektedir.

Verilerin analizleri göz önünde bulundurulduğunda hem deney grubu hem de kontrol grubunda CBT puanlarına göre akademik başarılarında bir anlamlılık görülmektedir. Ayrıca deney grubu kontrol grubuna göre cebir öğrenme alanında daha başarılı olduğu ifade edilmektedir. Deney grubunun kontrol grubuna göre akademik olarak daha başarılı olmasının sebebi olarak, öğrenci merkezli sanal manipülatif etkinliklerinin yapılandırmacı çevrimiçi eğitime göre daha etkili olduğu görülmektedir. Ek olarak sanal manipülatif etkinliklerinin ilgi ve motivasyonu daha üst düzeyde tutması, öğrencilerin cebir öğrenme alanında akademik başarılarına pozitif yönde katkı sağladığı şeklinde yorumlanmaktadır.

Araştırma da sanal manipülatif etkinlikleriyle gerçekleştirilen öğretimin öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik başarısını incelemeye diğer bir bulgu olarak sanal manipülatif etkinlikleri portalında yer alan öğrencin etkinlik uygulama başarı sonuçları incelenmiştir. Deney grubunda bulunan 30 öğrencinin verileri sanal

manipülatif etkinliklerini doğru ve yanlış uygulamalarına göre başarı yüzdeleri analiz edilmiştir. Analizler Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37. Sanal Manipülatif Etkinlikleri Başarı Yüzdesi

Şekil 37’de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin sanal manipülatif etkinliklerini uygulama analizleri sonucunda öğrenci başarıları görülmektedir. Genel olarak etkinliklerin uygulama başarıları % 70 ve üzerindedir. Bu analiz sonucundan öğrencilerin sanal manipülatif etkinliklerini anlama, uygulama ve sonuca ulaştırma basamaklarına başarı ile uyum sağladıklarını göstermektedir. Şekil 34’e bakıldığında sadece etkinlik 7’nin başarı düzeyi %60’larda yer almıştır bunun nedeni olarakta öğrencilerin cebirsel ifadeler de çarpma işleminin manipülatif sürecine aktarmaların da bir takım zorluklar yaşandığı ifade edilmektedir.

Cebir Öğrenme Alanı Tutumlarına İlişkin Bulgular

Araştırmanın dördüncü alt problemi etkinlik tabanlı sanal manipülatif kullanımı ile zenginleştirilmiş öğrenme ortamının deney ve kontrol gruplar'ındaki öğrencilerin cebir öğrenme alanı tutumları arasındaki anlamlılık değerleri araştırılmıştır. Gruplar arasında yapılan analizler Tablo 14'de ifade edilmiştir.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Grubu Öntest Cebir Öğrenme Alanı Tutum Puanları T-Test Karşılaştırması

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>p</i>	<i>t</i>
Tutum Ölçeği Ön Test Puanları	Deney Grubu	30	3,12	,371	,125*	1,563
	Kontrol Grubu	30	2,99	,337		

*Ortalamar arası fark 0.05 düzeyinde anlamlı değildir.

Tablo 14'e bakıldığında, bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, 7.sınıf cebir öğrenme alanında etkinlik temelli sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş eğitim alan öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrenciler arasındaki cebir öğrenme alanı öntest tutumlarına baktığımızda ($t=1,563$; $p > .05$) anlamlı bir fark yoktur. Aynı zamanda deney grubundaki öğrencilerin tutum ortalamaları 3,12 ile cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarında kararsızlık söz konusu iken kontrol grubundaki öğrencilerin tutum ortalaması 2,99 ile deney grubunda olduğu gibi kararsız tutum sergilemektedirler. Çalışma gruplarının cebir öğrenme alanı tutumları öntest puanları ortalamaları arasında da bir fark görülmemektedir.

Verilerin analizleri göz önünde bulundurulduğunda hem deney grubu hem de kontrol grubunda cebir öğrenme alanı tutumları öntest puanlarında anlamlılık söz konusu değildir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri cebir öğrenme alanı öntest tutumlarında orta düzey bir tutum sergilemiştir. Deney ve kontrol grupları cebir öğrenme alanı tutum öntest puanları arasında anlamlı bir farkın olmamasının nedeni her iki grup içinde konuya dâhil bir müdahale gerçekleşmediği için öğrencilerin var olan tutumları arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir. Tablo 15'de deney ve kontrol grupları arasınd son test puanları incelenmiştir.

Tablo 15. Deney ve Kontrol Grubu Sontest Cebir Öğrenme Alanı Tutum Puanları T-Test Karşılaştırması

		N	X	Ss	p	t
Tutum Ölçeği Son Test Puanları	Deney Grubu	30	2,95	,284	,123*	1,566
	Kontrol Grubu	30	2,79	,479		

*Ortalamar arası fark 0.05 düzeyinde anlamlı değildir.

Tablo 15’de bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, 7.sınıf cebir öğrenme alanında etkinlik temelli sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş eğitim alan öğrenciler ile kontrol grubundaki öğrenciler arasındaki cebir öğrenme alanı son test tutumlarına baktığımızda ($t=1,566$; $p > .05$) anlamlı bir fark yoktur. Deney grubundaki öğrencilerin tutum ortalamaları 2,95 ile cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarında kararsızlık olduğunu gösterirken aynı şekilde kontrol grubundaki öğrencilerin tutum ortalaması 2,79 ile kararsız tutum ortaya çıkmıştır. Çalışma gruplarının cebir öğrenme alanı tutumları son test puanları ortalamaları arasında da bir fark görülmemektedir.

Verilerin analizleri göz önünde bulundurulduğunda hem deney grubu hem de kontrol grubunda cebir öğrenme alanı tutumları son test puanlarında anlamlılık söz konusu değildir. Deney ve kontrol grubu öğrencileri cebir öğrenme alanı son test tutumlarında orta düzey bir tutum sergilenmektedir. Çalışma süreci sonrasında deney ve kontrol grupları cebir öğrenme alanı tutum sontest puanları arasında anlamlı bir ortaya çıkmamıştır. Bunun nedeni olarak da deney grubu öğrencilerine uygulanan sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş eğitim sürecinin kontrol grubu öğrencilerinde uygulanan yapılandırmacı eğitime göre cebir öğrenme alanı tutumu etkileyecek bir etmen olmadığı görülmektedir.

Deney ve kontrol grupları öntest-sontest cebir öğrenme alanı tutum puanları arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür. Buradan sonuçla diğer bir araştırma bulgumuz olan her iki grupta ön test ve son test karşılaştırmalarını analiz edilmeye gidilmiştir. Analizleri gerçekleştirmek için deney ve kontrol gruplarının öğrenme ortamları açısından hipotezler kurulmuş ve test edilmiştir. Deney grubuna ait bulgular Tablo 16’da, kontrol grubu bulguları Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 16. Deney Grubu Cebir Öğrenme Alanı Puanları Öntest-Sontest T-Test Karşılaştırması

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>p</i>	<i>t</i>
Deney Grubu Tutum Ölçeği Puanları	Ön Test	30	3,07	,187	,048*	2,018
	Son Test	30	2,95	,284		

*Ortalamar arası fark 0.05 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 16’da bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, 7.sınıf cebir öğrenme alanında etkinlik temelli sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş eğitim alan öğrenciler için cebir öğrenme alanı ön test-son test tutum ölçeği puanlarına baktığımızda ($t=2,018$; $p < .05$) anlamlı bir fark vardır. Öğrencilerin ön test-son test cebir öğrenme alanı tutum ortalamaları sırasıyla 3,07- 2,95 ile cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarında kararsızlık tutumunun olduğunu göstermektedir. Verilerin analiz değerleri göz önünde bulundurulduğunda deney grubu cebir öğrenme alanı tutumları ön test-son test puanlarında anlamlılık söz konusudur. Deney grubu öğrencileri cebir öğrenme alanı ön test-son test tutumlarında ölçek değerlendirme tablosuna göre orta düzey bir tutum sergilenmektedir. Deney grubu ön test-son test tutumları arasındaki anlamlılık düzeyi iki uygulama ortalamalarını karşılaştırdığımızda ön test ortalaması 3,07 iken son test ortalaması 2,95’e ilerleyerek son test puanlarına lehine yönelik düzeyde bir anlamlılık söz konusudur.

Deney grubu cebir öğrenme alanı tutum ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farkın gözlemlenmesinin nedenini sanal manipülatif ile zenginleştirilmiş öğretim sürecinin öğrencilerin tutumları üzerinde olumlu bir etki göstermesinden kaynaklanmaktadır.

Tablo 17. Kontrol Grubu Cebir Öğrenme Alanı Puanları Ön test-Son test T-Test Karşılaştırması

		<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>p</i>	<i>t</i>
Kontrol Grubu Tutum Ölçeği Puanları	Ön Test	30	3,03	,489	,065*	1,882
	Son Test	30	2,79	,479		

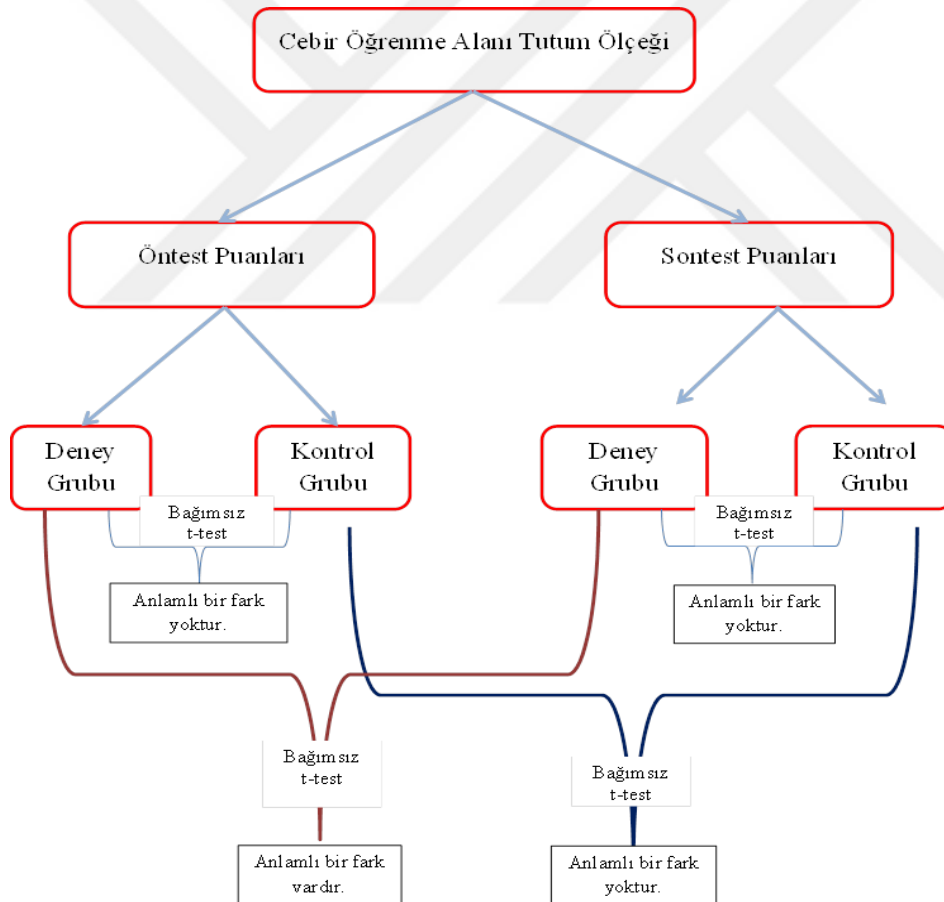
*Ortalamar arası fark 0.05 düzeyinde anlamlı değildir.

Tablo 17’de bağımsız grup t-testi sonuçlarına göre, 7.sınıf cebir öğrenme alanında yapılandırmacı yaklaşım yöntem ile eğitim gören kontrol grubu öğrencilerinin ön test- son test tutum puanlarına baktığımızda ($t=1,882$; $p > .05$) anlamlı bir fark

görülmemiştir. Öğrencilerin ön test-son test cebir öğrenme alanı tutum ortalamaları sırasıyla 3,03-2,79 ile cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarında kararsızlık tutumunun olduğunu göstermektedir. Verilerin analiz değerleri göz önünde bulundurulduğunda kontrol grubu cebir öğrenme alanı tutumları öntest-son test puanlarında anlamlılık söz değildir. Kontrol gurubu öğrencileri cebir öğrenme alanı öntest-son test tutumlarında orta düzey bir tutum ortaya çıkmıştır.

Kontrol grubu cebir öğrenme alanı tutum öntest-son test puanları arasında anlamlı bir farkın gözlemlenmemesinin nedenini yapılandırmacı yaklaşım yöntemi ile yapılan öğretim sürecinin öğrencilerin tutumları üzerinde bir etki gerçekleşmemesinden kaynaklanmaktadır.

Elde edilen analiz sonuçlarına göre bulgular Şekil 38’ de özetlenmiştir.



Şekil 38. Dördüncü alt problem analiz sonuçları

Görüşme Sorularına İlişkin Bulgular

Araştırmanın beşinci alt problemi kapsamında; uygulama sonunda deney grubu öğrencilerinin sanal manipülatif etkinliklerle zenginleştirilmiş öğretime ilişkin görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla öğretim süreci ile ilgili dört açık uçlu soru hazırlanmış ve öğrencilerden bu soruları yanıtlamaları istenmiştir. Birinci görüşme sorusuna ait görüşler Tablo 18’de sunulmuştur.

Tablo 18. Sanal Manipülatif Etkinlikleri İle Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-1

<i>Yarı Yapılandırılmış Görüşme Maddeleri</i>	<i>Görüş Temaları</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
1. Cebirsel ifadeler ve denklemlere yönelik hazırlanan sanal manipülatif etkinlikleri ile ilgili düşüncelerin nelerdir?	Ders eğlenceliydi ve işlenişi ilgimi çekti.	2	20
	Adım adım ilerlemesi konuyu öğrenmemi kolaylaştırdı.	3	10
	Yeni bir öğrenme biçimi farklı buldum.	2	20
	Konu çok basit anlatıldı. Sınavlarda bu şekilde çıkmıyor.	1	20
	Herhangi bir düşüncem yok.	1	10
	Bazı bölümlerde kafam karıştı.	1	20
Toplam		10	100

Tablo 18’de öğrencilerin cebirsel ifadeler ve denklemlere yönelik hazırlanan sanal manipülatif etkinlikleri ile ilgili düşüncelerinin neler olduğuna dair cevapların büyük çoğunluğunun (f=7) öğretim süreci hakkında öğrencilerin olumlu düşünceye sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak öğrenciler sanal manipülatif etkinlikleri ile zenginleştirilmiş öğretimi eğlenceli ve ilgi çekici bulduklarını, yeni bir öğrenme biçimi olarak farklı geldiğini ve adım adım ilerlemesinin öğrenmelerini kolaylaştırdığını belirten öğrencilerden biri (Ö1) “...Bu şekilde anlatılan ders merak uyandırdı ve ilgimi çekti, ilgilim arttıkça etkinlikler eğlenceli hale geldi ve severek etkinliklerimi tamamladım...” diyerek görüşünü ifade etmiştir. Bir diğer öğrenci ise (Ö2) “Eğlenceli olduğunu düşündüm, mutlu oldum” demiştir. Sanal manipülatif etkinlikleri ile konunun öğretiminin adım adım ilerlemesi temasında yer alan öğrencilerden biri (Ö3) “...dersler bu şekilde daha aşamalı olarak ve ezbere dayalı olmayan her aşamada dikkat isteyen anlaşılır bir yöntemdir” demiştir. Bazı öğrenciler (f=1) konunun çok basit anlatıldığını ve sınavlarda bu şekilde çıkmadığını belirten öğrenci düşüncesini (Ö7) “dersin bu

şekilde anlatılması kolay olmasına rağmen test soruları çok zor oluyor.” şeklinde belirtmiştir. , bazı öğrenciler (f=1) ise bazı bölümlerde kafa karışıklığının meydana geldiğini (Ö9) “İsmini ilk defa duyduğum için biraz garip geldi ve bazı kavramları anlamlandıramadım etkinlikler karışık gedi.” şeklinde görüşünü ifade etmiştir.

Sanal manipülatifler ile işlenen dersleri diğer yöntemlerle işlenen derslerden ayıran farklılıklarla ilgili öğrenci görüşleri Tablo 19’da sunulmuştur.

Tablo 19. Sanal Manipülatif Etkinlikleri İle Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-2

<i>Yarı Yapılandırılmış Görüşme Maddeleri</i>	<i>Görüş Temaları</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
2. Sanal manipülatifler ile işlenen dersleri diğer yöntemlerle işlenen derslerden ayıran farkların olduğunu düşünüyor musun? Varsa bu farklılıkları açıkla mısın?	Fark yoktur.	1	10
	Daha detaylı anlatılıyor.	2	20
	Basitten zora ilerliyor.	3	30
	Kalıcı olmasını sağlıyor.	4	40
Toplam		10	100

Tablo 19’da öğrencilerin sanal manipülatifler ile işlenen dersleri diğer yöntemlerle işlenen derslerden ayıran farkların olduğunu düşünüyor musun? Sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde büyük çoğunluğunun (f=9) öğretim sürecini yapılandırmacı yöntemlere göre farklı bulduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerden biri olumlu düşüncelerini (Ö2) “Bizim konuyu anlamamıza yarıyordu. Cebirsel ifadelerin görselini görerek yapılan işlemler bilinmeyenlerin ne demek olduğunu kolayca öğretiyor.” şeklinde ifade ederken bir diğer öğrenci de (Ö5) “Manipülatifler cebirsel ifadeleri daha iyi öğrenmemizi sağlar ve sorularda bize yardımcı olur.” demiştir. Sanal manipülatif etkinliklerinin basitten zora adım adım ve detaylı bir şekilde ilerlemesinin kalıcı öğrenmelerine katkı sağladığını öğrencilerden biri (Ö2) “Keşfetmeyi sağlıyor adım adım etkinlikler zorlaşarak devam ediyor, öğrenmemi sağlıyor” demiştir ve konunun kolay öğrenilmesine yardımcı olduğunu belirtmiştir. Olumlu düşüncelerin aksine öğrencilerden biri (Ö9) “Diğer yöntemlerden bir farkı yoktur. Sadece görsel şekiller vardır.” diyerek manipülatiflerin farklı bir yöntem olmadığını belirtmiştir

Öğrencilerin sanal manipülatiflerle işlenen matematik derslerinde aktif ve başarılı olma yönündeki düşünceleri Tablo 20’de sunulmuştur.

Tablo 20. Sanal Manipülatif Etkinlikleri İle Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-3

<i>Yarı Yapılandırılmış Görüşme Maddeleri</i>	<i>Görüş Temaları</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
3. Derslerin sanal manipülatif etkinleriyle hazırlanıp işlendiğinde, matematik dersinde aktif ve başarılı olacağımı düşünüyor musun?	Derslerde aktif ve başarılı olacağımı düşünüyorum fakat merkezi sınavlarda durumumu çok fazla etkileyeceğini düşünmüyorum.	2	20
	Herhangi bir düşüncem yok.	1	10
	Aktif ve başarılı olacağımı düşünüyorum.	5	50
	Sadece derslerde aktif olacağımı düşünüyorum.	2	20
Toplam		10	100

Tablo 20’de “Derslerin sanal manipülatif etkinleriyle hazırlanıp işlendiğinde, matematik dersinde aktif ve başarılı olacağımı düşünüyor musun?” sorusuna verilen cevaplar incelendiğinde öğrencilerin yarısı (f=5) öğretim sürecinde aktif ve başarılı olacağını belirtmişlerdir. (Ö1) “*etkinlikleri yaparken kendimi başarılı hissettim. Sorularda böyle şekiller gördüğümde korkarken bu sorularda kendimi daha iyi hissettim.*” derken diğer bir öğrenci (Ö3) “*derste sürekli bu etkinlikleri ben yapmak isteyeceğim ve başarılı olacağım.*” demiştir. Öğrencilerin bir kısmı (f=2) sadece derslerde aktif olacağını (Ö5) *bu etkinliklerde sadece etkinlikleri tamamlamak için aktif olacağımı düşünüyorum.*” demiştir. Bu temadaki bir başka öğrenci ise (Ö7) *etkinlikleri çözmem başarıyı artırmaz.*” şeklinde görüşünü belirtmiştir, bazı öğrencilerin (f=2) ise (Ö9) “*Bu etkinlikler aktiflik sağlar ama benim deneme sınavlarındaki başarıyı artırmaz.*” diyerek, derslerde aktif ve başarılı olacağımı düşünüyorum fakat merkezi sınavlarda başarı durumlarını çok fazla etkileyeceğini ifade etmişlerdir. Bir öğrenci ise (Ö10) “*hiçbir fikrim yok.*” diyerek bu konuda düşüncesinin olmadığını belirtmiştir.

Sanal manipülatif etkinlikleriyle işlenen dersler sonucunda, cebir öğrenme alanında yaşamış olduğun yanılgılara yönelik öğrenci düşünceleri Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21. Sanal Manipülatif Etkinlikleri İle Zenginleştirilmiş Öğretim Hakkındaki Görüşleri-4

<i>Yarı Yapılandırılmış Görüşme Maddeleri</i>	<i>Görüş Temaları</i>	<i>f</i>	<i>%</i>
4. Sanal manipülatif etkinlikleriyle işlenen dersler sonucunda, cebir öğrenme alanında yaşamış olduğun yanılgılara yönelik düşüncelerinde ne gibi değişiklikler oldu?	Cebirsel kavramları doğru bir şekilde anlamama neden oldu.	2	20
	Var olan hatalarım doğru yönde değişti.	2	20
	Cebirsel ifadelerden korkuyordum. Bu yöntem sayesinde kolay öğrendim ve daha çok sevdim.	3	30
	Etkilemedi.	2	20
	Herhangi bir yanılgıya sahip değilim.	1	10
Toplam		10	100

Tablo 21’de öğrencilerin sanal manipülatif etkinlikleriyle işlenen dersler sonucunda, cebir öğrenme alanında yaşamış olduğu yanılgılara yönelik düşüncelerinde ne gibi değişiklikler olduğuna dair cevapların büyük çoğunluğunun (f=7) sanal manipülatiflerle öğretim sürecinin cebirsel ifadelerde bulunan kavram yanılgılarını olumlu yönde etkilediğini ve bu yanılgıları düzelterek cebire karşı daha istekli olduklarını belirtmişlerdir. Öğrencilere ait bazı görüşler (Ö1) “görsel şekiller cebir harflerini anlamamda kolaylık sağladı.” derken, (Ö4) “işlemsel karmaşalarım düzelmeye başladı.” ve son olarak diğer bir öğrenci (Ö8) “denklem çözmede kullanılan terazi şekli denklem sorularından korkmamı gösterdi ve çözümü daha kolay öğrendim.” demiştir. Bazı öğrenciler (f=2) yaşamış oldukları yanılgılara yönelik düşüncelerinde değişikliklerin olmadığını (Ö10) “Bu etkinlikleri yapmak yanılgıma etki etmedi.” demiştir. Bir öğrenci ise (Ö9) “cebir öğrenme alanına yönelik herhangi bir yanılgıya sahip değilim.” şeklinde görüşünü belirtmiştir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA

Çalışma ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler ve denklem konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesi konusunda sanal manipülatif kullanımının etkisini ve rolünü araştırmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada, öğrencilerin aktif katılımını sağlayan, bilgiye kendi deneyimleri aracılığıyla ulaşmalarını hedefleyen etkinlik temelli sanal manipülatiflerle zenginleştirilmiş matematik öğretimi kullanılmıştır. Güncellenen müfredat (MEB, 2018) etkinlik temelli sanal manipülatif öğretimini de desteklemektedir. Sıralı ve birikimli bir özelliğe sahip olan matematik, birbiri üzerine inşa edilmiş bir yapıdır. 7. sınıf öğrencilerinin cebir konu ve kavramları hakkında ne tür bilgilere sahip olduklarının belirlenmesi, daha önceki yıllarda atılan cebirin temellerini ileriki derslere hazırlar niteliktedir. Çalışma sanal manipülatif etkinliklerinin cebir öğreniminde olası güçlükleri ve kavram yanlışlarını gidermedeki etkinliği, öğrenci başarısı ve öğrencilerin cebir öğrenme alanına yönelik tutumları açısından incelemiştir. Çalışmada hem nicel hem de nitel verilerden faydalanılmıştır.

Bu bölümde elde edilen bulgular, daha önce yapılmış çalışmaların bulguları ile karşılaştırılarak durum değerlendirilmiştir.

Sanal Manipülatiflerin Kavram Yanlışlarını Gidermedeki Bulguları Üzerine Değerlendirilmesi

Sanal manipülatif etkinlikleri ile zenginleştirilmiş öğretim yönteminin etkilerinin incelendiği bu çalışmada öğrenci gruplarının düzeylerinin eşit olması istenmektedir. Cebirsel ifadeler ve denklemler alt öğrenme alanında sanal manipülatif etkinlikli öğretim gören deney grubu öğrencileri ile yapılandırmacı yaklaşım ile öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerine uygulanan kavram yanlışları belirleme ölçeği ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu, her iki grubun da öğretim öncesi benzer hazır bulunuşluk seviyelerine sahip olduğunu göstermektedir. Literatürdeki birçok çalışmada deney ve kontrol gruplarının ön test puanları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür (Buran, 2005; Birgin vd., 2008).

Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin öğretim süreçleri sonrasında kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik yapılan son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Deney ve kontrol gruplarının kavram yanlışları son test puan ortalamaları incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin kavram yanlışları son test puan ortalamaları ($X = 25.45$) kontrol grubu son test puan ortalamalarından ($X = 20.69$) yüksek olduğu görünmektedir. Bu durumda deney grubu ve kontrol grubu kavram yanlışlarını belirleme son test puan ortalamaları arasındaki farkın sanal manipülatif etkinlikleri ile zenginleştirilmiş öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu lehine olduğunu söylenmektedir. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı olduğundan cebir öğrenme alanında sanal manipülatif etkinlikleri ile öğretim yönteminin kavram yanlışlarını gidermede yapılandırmacı yaklaşım öğretim yöntemine göre daha üstün olduğu söylenebilmektedir.

Araştırma sonucunda deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin öğretim süreci sonunda kavram yanlışlarının giderilme yüzdeleri incelenmiştir. Tespit edilen 19 kavram yanlışının 18'inde deney grubundaki öğrencilerin yarısından fazla kavram yanlışını gidermede pozitif yönde etkililiğe sahip oldukları görülmektedir. Kavram yanlışlarının bir tanesinde yapılandırmacı yaklaşım eğitimi alan kontrol grubunun sanal manipülatif etkinlikleri ile eğitim alan deney grubundaki kavram yanlışına etkisinde daha fazla olduğu görüşmüştür. Bu etki cebirsel ifadelerde öğrencilere göre harfler, alfabede olduğu gibi sıralanma kavram yanlışına aittir. Kontrol grubu öğrencilerinin yapılandırmacı yaklaşım ile öğretim süreci sonunda, kavram yanlışlarını giderme etkililiklerine bakıldığında bu oran sanal manipülatif ile öğretim alan deney grubu öğrencilerindeki etkiye göre farkedilir olmamıştır. Bu sonuçlar çerçevesinde etkinlik temelli sanal manipülatif zenginleştirilmiş öğretimin öğrencilerin cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışlarını gidermede etkili olduğunu göstermektedir. Öğrenciler harflerin matematikte bir anlamının olmadığını düşünmektedirler kavram yanlışları üzerinde sanal manipülatif etkinlikleri ile zenginleştirilmiş eğitimin yapılandırmacı çevrimiçi eğitime bir üstünlüğü görülmediği belirlenmiştir.

Araştırmanın bulguları, etkinlik temelli sanal manipülatifler ve yapılandırmacı eğitim alan öğrencilerin kavram yanlışlarının tam olarak ortadan kaldırılmadığını da göstermektedir. Kavram yanlışlarının tamamen ortadan kaldırılması bir süreç içerisinde gerçekleşmektedir. Bu çalışma kısa süreli bir çalışma olduğu için öğrencilerin cebir ile ilgili kavram yanlışları tamamen ortadan kaldırılamamış olabilir.

Bu çerçevede yapılan araştırmalar manipülatifler öğrencilerin matematiksel fikirlerin özünü oluşturan soyutlamaları ve genellemeleri oluşturmalarına olanak sağladığı görülmektedir. Farklı eğitim düzeylerinde yapılan literatür araştırmalarında (Gningue, 2006; Velo, 2001), Dienes'in ilkeleri öğrencinin matematikteki başarısına katkı sağladığı, matematiksel fikirlerin özünü oluşturan soyutlamaları ve genellemeleri öğrenciler tarafından oluşturmaya olanak verdiği ve bununla birlikte, kavram oluşumunda öğrencilere farklı deneyimler sunduğu ve öğrenme-öğretme sürecinin bir oyun olarak görüldüğü matematiğin doğasında var olan soyutluğu anlamlandırma fırsatları sunduğu belirtilmektedir. Zoltan Dienes yüzyıllar boyunca matematiği, doğadaki düzenliliklerin gözlemlenmesinden başlayarak ardışık soyutlamalarla oluşturulan bir disiplin olarak tanımlamıştır (Borasi, 1984; akt. Üner ve Biber, 2020, s. 2). Matematiksel bir yapının anlaşılmasının öğretmen bu yapıyı öğrencilerine aktarırken kullandığı iletişim yöntemine bağlı olduğunun altını çizen Dienes, matematik öğretimi kuramını, manipülatif materyallerin kullanıldığı ve keşfedici etkinliklerin kullanıldığı öğrenci merkezli bir temele oturtmuştur. Bu bağlamda matematik öğretim sürecinde dikkat edilmesi gereken dört ilke ortaya konmuştur. “Dienes ilkeleri” olarak da bilinen bu ilkeler “dinamik, yapılandırmacılık, çoklu somutlaştırma ve matematiksel değişkenlik”tir (Dienes, 1967; akt. Üner ve Biber, 2020, s. 3).

Dinamik ilkesi, Dienes tarafından geliştirilen matematik öğretim sisteminin temeli olmaktadır. Bu ilkeye göre soyutlama, yani matematik, deneyimle başlar. Dienes, yapılandırmacılık ilkesine göre 12 yaşına kadar çocuğun öğrenme döngüsünde analiz yer almadığından, oyun/etkinliklerin analize değil yapılandırmaya yol açacak şekilde tasarlanması gerektiğini savunmuştur (Gningue, 2006; Olkun ve Toluk-Uçar, 2012). Çoklu somutlaştırma ilkesine göre çeşitli fiziksel ortamlar ve somutlaştırmalarla karşı karşıya kalan çocuklarda kavramsal öğrenmenin en üst düzeyde olması beklenmektedir. Matematiksel kavramın soyutlanmasını desteklemek için tasarlanmış çok çeşitli materyallerin kullanımıyla çoklu deneyimler elde edilir (Gningue, 2016). Bu ilkenin vurgulamak istediği nokta, öğrenciye bir kavramı farklı durumlarda görme fırsatı sağlamaktır. Matematiksel değişkenlik ilkesi, öğrenenin öğrenilmek istenen konu hakkında genellemeler yapmasına fırsat verilmesini ifade eder (Sarı, 2015).

Dienes'in ilkelerinin, çocuklara çok çeşitli farklı deneyimler yoluyla matematiksel kavramları öğrenmeleri için fırsatlar sağladığı düşünülmektedir. Dienes'in öğrenme ortamında; matematiksel sürece oyunla başlama, manipülatif materyaller

kullanma, öğrencinin fiziksel ve zihinsel olarak aktif katılımı, kavram geliştirmede maksimum deneyim sağlama (algısal değişkenlik ilkesi) ve kavramın ilgili/ilgisiz özelliklerini ortaya çıkarma (matematiksel değişkenlik) gibi birçok süreç ilkesi öğrenciler tarafından deneyimlenir. Dienes ilkelerinin matematiksel kavramların etkili bir şekilde öğrenilmesi için önemli bir fırsat sağladığına dair kanıtlar literatürün bulguları ile uyumludur (Gningue, 2000, 2006; Velo, 2001). Örneğin Gningue'nin (2000) ortaokul öğrencileri üzerinde yaptığı çalışmada, Dienes'in değişkenlik ilkeleriyle manipülatiflerin öğretimin cebirsel işlemlerde başarıya ulaşmada etkili olduğu sonucuna varılmıştır. Aynı araştırmacının başka bir çalışmasında, eşitlik ve denklem kavram ve süreçlerini öğretmeye yönelik algısal ve matematiksel değişkenlik ilkelerinin her iki grupta da (6. ve 7. sınıflar) başarılı olduğu görülmüştür. Sınıflarda öğrenme %80'in üzerinde bir başarı oranına ulaşmıştır (Gningue, 2006). Sonuç olarak, çocuklar öğretmenin oluşturduğu dinamik süreç içerisinde kendi matematiksel kavramlarını oluşturmuşlardır. Önemli miktarda çaba gerektiren karmaşık problemleri formüle etmek, anlamak ve çözmek için birçok olasılık mevcut olmaktadır.

Literatürde sanal manipülatif kullanımının cebir öğrenme alanındaki kavram yanlışları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar bulunmakta olup, deney ve kontrol gruplarının son test puanları arasında anlamlı farklılık bulunmaktadır. (Birgin vd., 2008). Sonuç olarak, araştırmaların sonuçları birçok öğrencinin cebir öğretme ve öğrenmede öğrenme güçlüğü yaşadığını ortaya koysa da, araştırmacılar bilgisayar destekli çoklu gösterimlerin ve çalışmamızın omurgasını oluşturan cebir öğretiminin gerçekleştiği ortamlarda öğretim materyalleri-manipülatiflerinin kullanılmasının önemli olduğunu vurgulamaktadır. (Stacey, Chick, Kendal, 2004).

Deney gruplarındaki öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilmesindeki pozitif yönlülüğün, başarılarının artmasının ve öğrencilerin cebir öğrenme alanlarına yönelik artışın nedeni olarak; Dienes'in ilkelerinin temelini oluşturan yapılandırmacı yaklaşımın olduğu düşünülmektedir. Dienes'in ilkelerinin de bir sürecini oluşturan "inşa edicilik" ilkesi ile öğrenciler matematiksel kavramları yapılandırırken ortam öğretmen tarafından hazırlanır ve öğrenciler matematiksel bilgiyi oluşturur. Öğrenme sürecinin sonunda öğrenciler kendileri bir ilke, kural ve formüle ulaşırlar. Mevcut çalışmada olduğu gibi yapılandırmacı anlayışa dayalı öğrenme ortamlarının öğrencilerin cebir öğrenme alanı başarılarını artırdığını, üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiğini, matematiğe karşı ilgi ve tutumlarını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymaktadır (Arseven, 2010; Ayaz

ve Şekerci, 2015; Çağlar, 2010; Çilingir, 2015; Işık ve Çağdaşer, 2009; akt. Sarı, 2017, s.45).

Sanal Manipülatiflerin Cebir Başarı Testi Bulguları Üzerine Değerlendirilmesi

Araştırmanın çalışma grubunda yer alan öğrencilerin akademik başarıları açısından Cebir Başarı Testi (Sontest) puan ortalamaları arasında sanal manipülatif etkinlikler ile zenginleştirilmiş öğretim yöntemi ve yapılandırmacı yaklaşım öğretim yönteminin kullanıldığı öğretim sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Aynı zamanda deney grubundaki öğrencilerin puan ortalamasının ($X=13.42$) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamasından ($X=10.24$) yüksek olması nedeniyle bu farklılığın deney grubundaki öğrenciler lehine olduğu görülmektedir. Sanal manipülatif etkinliklerinin ilgi ve motivasyonu üst düzeyde tuttuğu ve öğrencilerin cebir öğrenme alanındaki akademik başarılarına olumlu katkı sağladığı ifade edilebilir. Sanal manipülatif etkinlikleri üzerinde öğrencilerin başarıları analiz edildiğinde kazanımlara ait 10 sanal manipülatif etkinliğinden dokuz etkinlikte öğrenciler yüksek başarı sağladığı belirlenirken 7. etkinlikte bu başarı oranı düşük kalmıştır. Bu oranın düşüklüğü etkinliğin kazanımın zorluğundan kaynaklı olarak öğrencilerin sanal manipülatiflere aktarımından dolayı başarılarını etkilemiştir.

Kontrol grubundaki öğrencilerin deney grubundaki öğrenciler kadar başarılı olamamasının nedeni olarakta; Dienes ilkeleri süreçlerinde de belirtildiği gibi sınıf ortamında yeterince yapılandırmacılığa yer verilmemesi olarak değerlendirilebilir. Başka bir deyişle; kontrol grubundaki öğretmenle yapılan görüşme ve gözlemlere dayalı olarak; bu gruptaki öğrenciler, matematiksel fikirleri soyutlayabilmeleri için öğretimde oyunlara yer vermemek, manipülatif materyalleri yeterince kullanmamak, yeterli fiziksel ve zihinsel aktif katılım sağlamamak, kavram geliştirmede maksimum deneyim sağlayamamak, kavram ve konuyla ilgili/ilgisiz özellikleri ortaya çıkaramamak, öğrenciler tarafından bilgiyi yapılandırmak için yeterli deneyim olmadığı görülmektedir. Öğrenmeye fırsat verilmemesi gibi pek çok süreçten yoksun olmaları deney gruplarındaki öğrenciler kadar başarılı olamamalarına neden olmuş olabilmektedir. Çünkü Toptaş'ın (2012) çalışmasında ortaya çıkan durum incelendiğinde; İlkokul birinci sınıfta bile öğretmenin geometri öğrenme-öğretme sürecinde çok az somut materyal kullandığı, öğrencilerin etkinlikleri yapmasına fırsat vermediği, yaparak yaşayarak öğrenmesine izin vermediği yönündeki bulguları, bu bu

konudaki bulguları destekler nitelikte görülmektedir. Ayrıca matematik ders kılavuz kitabı, ders ve öğrenci çalışma kitaplarında yer alan etkinliklerin öğretmen tarafından kontrollü ve anlatımlı olarak işlenmesinin öğrencilerin kendilerini ortaya koyma fırsatını ortadan kaldırdığını ifade edilmektedir.

Bu çalışma ile benzer sonuçlara ulaşan bir çalışmada Aktümen ve Kaçar (2003) bilgisayar destekli öğretim 8. sınıf harf işlem öğretimi öğrencilerinin başarı ve görüşlerini inceledikleri araştırmalarında öğrencilerin son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğunu belirtmişlerdir. Buran (2005) ise ikinci dereceden denklemlerin ve fonksiyonların öğretiminde teknoloji destekli ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkililiğini gerçekçi problem durumları ile karşılaştırmayı amaçlayan araştırmasında, bu çalışma ile paralellik göstermeyen bir sonuca ulaşmış ve herhangi bir problemin olmadığını belirtmiştir. Işıksal ve Aşkar (2005) iki farklı yazılımın matematik başarısına etkisini iki deney ve bir kontrol grubu olarak araştırmışlardır. Araştırma sonucunda kullanılan matematik yazılımlarının başarıya olumlu etkilerini gözlemlemişlerdir. Şahin (2013), manipülatif destekli öğretimin 5. sınıf öğrencilerinin geometri yapılarını oluşturma ve çizme başarılarını nasıl etkilediğini ortaya koymak için yaptığı çalışmada bu araştırmaya benzer sonuçlar elde etmiştir. Şahin (2013) yaptığı çalışma sonucunda hem manipülatif destekli eğitim alan deney grubu öğrencilerinin hem de geleneksel eğitim alan kontrol grubu öğrencilerinin başarı düzeylerinin arttığını, ancak söz konusu artışın deney grubunda kontrol grubuna göre daha fazla olduğunu belirlemiştir. Bir başka benzer sonuç, Suh'un (2005), 3. sınıf öğrencileriyle kesirler üzerine yaptığı çalışmada görülmüştür. Alanda mevcut çalışmanın yukarıda belirtilen sonucunu destekleyen çalışmalar bulunmaktadır (Gülkılık, 2013; Işıksal ve Aşkar, 2005; Kocaman, 2015; Olkun ve Altun, 2003; Uygun ve Karakırık, 2009; Yeniçeri, 2013).

Sanal Manipülatiflerin Cebir Öğrenme Alanı Tutum Bulguları Üzerine Değerlendirilmesi

Sanal manipülatif etkinlikler ile zenginleştirilmiş öğretim ve yapılandırmacı yaklaşım öğretim yöntemlerinin uygulandığı deney ve kontrol grubu öğrencilerinin Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği ön test-son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Likert değerlendirme ölçeği tablosuna göre deney grubu öğrencilerinin tutum ölçeği ön test ortalamaları ($X=3,12$) ile kontrol grubu öğrencilerinin tutum ölçeği ön test ortalamaları ($X=2,99$) arasında düzey açısından fark yoktur. Her iki grup da olumlu bir tutum sergilemektedir. Ancak ortalamalar açısından kontrol grubunun tutumlarının deney grubu öğrencilerinin tutumlarından daha iyi olduğu ifade edilebilir. Benzer şekilde, likert değerlendirme ölçeği tablosuna göre deney grubu öğrencilerinin tutum ölçeği son test ortalamaları ($X=2,95$) ile kontrol grubu öğrencilerinin tutum ölçeği son test ortalamaları ($X=2,79$) arasında düzey açısından farklılık yoktur. Her iki grup da olumlu bir tutum sergilemektedir. Sonuç olarak grupların ön test-son test puan ortalamaları arasındaki fark anlamlı değildir. Deney grubu öğrencilerine uygulanan sanal manipülatif ve zenginleştirilmiş öğretim sürecinin, kontrol grubu öğrencilerine uygulanan yapılandırmacı yaklaşım ile öğretime göre cebir öğrenme alanı tutumunu etkileyecek bir unsur olmadığı görülmektedir.

Deney grubu öğrencilerinin cebir öğrenme alanı tutum ölçeği ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Öğrencilerin puanlarının ön test ($X=3.07$) ve son test ($X=2.95$) ortalamaları arasında son test puanları lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Aynı zamanda kontrol grubu öğrencilerinin cebir öğrenme alanı tutum ölçeği ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmüştür. Bu sonuç, sanal manipülatif etkinliklerle zenginleştirilmiş öğretim yönteminin deney grubu öğrencilerinin cebir öğrenmeye yönelik tutumlarını artırdığını göstermektedir. Deney grubunun ön test-son test tutumları arasındaki anlamlılık düzeyi iki uygulama ortalaması arasında karşılaştırıldığında ön test ortalaması 3.07 iken son test ortalaması 2.95'e doğru ilerlemekte ve son test puanları lehine anlamlılık düzeyi bulunmaktadır.

Araştırmanın nicel analizleri özetlenirse sanal manipülatif kullanımı öğrencilerin kavram yanlışlarını ve başarılarını gidermede yapılandırmacı yaklaşım yöntemlerine göre daha etkili olduğu görülmüştür. Bu durumun nedeni; sanal manipülatifler birden

fazla duyu organına hitap ettiği için öğrencilerin dikkati daha fazla çekilebilir, ilgileri canlı tutulabilir ve böylece daha değerli öğrenmeler gerçekleştirilebilir. Ayrıca sanal manipülatifler, daha fazla ve farklı uygulamayı hızlı bir şekilde yapma imkânı sağladığı için somut materyallerden daha faydalı olmuş olabilir. Bunlardan farklı olarak, sanal manipülatifler, her öğrencinin kendi öğrenme hızında pratik yapmasına ve tekrar etmesine izin verdiği için öğrencilerin başarısı üzerinde daha olumlu bir etkiye sahip olabilir.

Sanal manipülatifler, bilgisayar destekli öğretimde kullanılan bir eğitim yazılımı türü olarak görülse de, araştırılan diğer bilgisayar destekli eğitim yazılımlarının etkileri ile benzer sonuçlar göstermiştir. Karaduman ve Emrahoğlu (2011) geleneksel yöntem ve bilgisayar destekli sanal manipülatif etkinlikleri ile öğretimi karşılaştırdıkları araştırmalarında sanal manipülatif etkinliklerinin geleneksel yöntemle göre daha etkili ve başarılı olduğunu bulmuşlardır. Bunun nedeninin bilgisayar kullanımının olası hataları en aza indirmesi ve sunulan etkinliklerin bilgisayarla daha hızlı sunulması, böylece öğrencilerin dikkatini dağıtmadan gerekli bilgilerin verilmesi olabileceğini belirtmişlerdir. Bu çalışmaların dışında bilgisayar destekli öğretimin akademik başarıya etkisini araştırmak amacıyla yapılan birçok araştırmada elde edilen bulgular, sanal manipülatifler üzerine bu araştırmadan elde edilen bulgularla örtüşmektedir (Kutluca ve Birgin, 2007).

Sanal Manipülatiflerin Nitel Bulgular Üzerine Değerlendirilmesi

Araştırmaya ilişkin nitel bulgular incelendiğinde, öğrencilerin uygulama sonrasındaki görüşleri yer almıştır. Öğrenciler manipülatiflerin konunun daha iyi anlaşılmasını sağladığını, işleme becerilerini artırdığını, zekayı geliştirdiğini, düşünmeyi etkilediğini, başarıyı artırdığını ve kalıcılığı sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca manipülatiflerin eğlence, merak ve ilgi gibi duyuşsal özelliklere katkısından da bahsetmişlerdir. Manipülatif ile tanışan hemen hemen tüm öğrencilerin matematiğe karşı iyi duygular beslemesi tutumla ilgili nicel verileri desteklemektedir. Öğrencilerden ikisi bu şekilde yapılacak etkinliklerin basit olduğunu, merkezi sınavlara herhangi bir etkisi olmayacağını ve olumsuz bir duygu olarak kafa karışıklığı yaratacağını ifade etmiştir. Bununla ilgi Baroody (1989), araştırmasında manipülatiflerin özgüven kırdığını; bu sebeple manipülatiflerin öğrenmenin olmazsa olmazı olmadığını yazmıştır. Aynı zamanda manipülatiflerin olumlu yönlerinden de bahseden Baroody (1989),

manipülatiflerin planlı bir şekilde anlamlı öğrenmeyi gerçekleştirebilecek konumda kullanılması gerektiğini söylemiştir. Manipülatiflerin kullanım kurallarının karışık olmasından dolayı öğrenmeyi engelleyebileceğini ve teknolojinin kendi içinde sınırlılıklarının olmasından dolayı bu durumun kötüye kullanılma potansiyelinin olduğu ifade edilmektedir

Araştırmanın nitel bulgularına göre öğrenciler manipülatifleri kullanırken en çok etkinliklerin içeriğinden keyif almışlardır. Ayrıca sanal manipülatifler adından daha fazla ilgi görmüş ve benimsenmiş, yani sanal manipülatifler olarak yapılan uygulama etkinlikler diğer tüm somut/fiziksel manipülatiflere göre daha fazla ilgi görmüştür. Bu durumu destekleyen çalışmalar bulunmaktadır (Akkan ve Çakıroğlu, 2009; Çetin ve Günay, 2011; Demir, 2016; Gülkılık, 2013; Moyer Packenham ve diğerleri, 2008). Akkan ve Çakıroğlu'nun (2009) 8. sınıf öğrencileri ile yaptıkları çalışmalar sonucunda öğrenciler somut/fiziksel manipülatifleri sıkıcı, sanal manipülatifleri daha eğlenceli ve eğlenceli bulmuşlardır. Öğrencilerin çoğu manipülatiflerin hem matematikte hem de diğer derslerde kullanılmasını istemektedir. Bunun nedenleri ise diğer derslerin sıkıcılığından kurtulmak ve daha iyi anlamak olarak ifade edilmiştir. Literatürde bu durumu destekleyen çalışmalar bulunmaktadır (Brown, 2007; Çetin ve Günay, 2011; Gülkılık, 2013; Işıksal ve Aşkar, 2005; Moyer ve diğerleri, 2008; Olkun ve Altun, 2003; Suh, 2005). Bu durumla ilgili olarak Uzundağ (2016) 278 sınıf öğretmeni ile yaptığı görüşmeler sonucunda 254 öğretmenin manipülatif kullanmadığını belirlemiştir. Bu kapsamda öğrenci görüşlerine dayalı manipülatiflerin daha fazla kullanılması öğrencilerin derse olan ilgilerini olumlu yönde etkileyebileceğini belirtmiştir.

Araştırma kapsamında sanal manipülatif etkinliklerinin olumlu etkisinin aşağıda özetlenen özellikleriyle ilgili olduğu düşünülmektedir:

- Öğrencilerin müfredattaki kazanımlara ulaşabilmeleri için sanal manipülatifler, öğrencilerin bireysel öğrenme hızlarına uygun olarak istedikleri kadar deneme ve tekrar yapma fırsatı buldukları bir öğrenme sürecinden geçmelerine olanak sağlamıştır. Sanal manipülatiflerin bu özelliğinin, yapılandırmacı çevrimiçi öğrenme ortamında öğretmen anlatımıyla sınırlı olan öğrenme sürecine göre avantaj sağladığı söylenebilir.
- Moyer ve Bolyard (2002), yaptıkları çalışmada sanal manipülatiflerin "temsiller arasında dinamik ilişkiler kurma, etkileşimli olma, çoklu temsiller içermek ve

anında geri bildirim verme" özelliklerinin öğrenmeyi desteklemede en önemli faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Bu anlamda öğrencilerin başarısına katkı sağlayan bir diğer faktörün sanal manipülatif etkinliklerinin altyapısının dayandığı pedagojik temeller olduğu düşünülmektedir. Nitekim sanal manipülatif etkinlikleri ile cebirsel ifadelerin sembolik özelliklerinin yanı sıra cebirsel ifadelerin kavramsal yönü vurgulanmakta, kavramların çoklu temsillerine yer verilmekte, kavramların görsel temsilleri üzerinde yapılan manipölasyonlar dinamik olarak gözlemlenebilmekte, işlemsel bilginin altında yatan kavramsal boyut ön planda tutulmakta ve soyut kavramları tümü somut olarak modellenmektedir. Sanal manipülatif etkinliklerinin bu yapısı, öğrencilerin herhangi bir konudaki kavramları zengin bir öğrenme ortamında deneyimleyerek anlamlı bir şekilde öğrenmelerine zemin hazırlamaktadır. Diğer bir deyişle, öğrenciler öğrenme sürecinde sorumluluk alarak sürece aktif olarak katılmaktadır. Sanal manipülatif etkinliklerinin bu yapısının öğrencilerin kavram yanılgılarını, başarılarını ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varılabilir.

- Sanal manipülatiflerin interaktif yapısı, öğrencilere interaktif bir öğrenme ortamı olarak farklı fırsatlar sunmaktadır. Sanal manipülatif etkinliklerinin bu yapısı ile öğrenciler eylemlerinin doğruluğu hakkında geri bildirim alabilmektedir. Böylece öğrenciler öğrenme süreçlerinde anlık değerlendirmeler yapabilmekte ve düşüncelerini kavramsal düzlemde şekillendirme fırsatı bulabilmektedir.
- Baki'ye (2002) göre matematikte anlamlı öğrenme, kullanma ve anlama arasında tamamlanan bir dizi keşfetme ve bulma etkinliklerinin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu nedenle BDÖ kapsamında geliştirilen bir yazılımı kullanan öğrenci, bilgisayarla etkileşim sırasında matematiksel bilgilerini ifade etme ve kullanma olanağına sahip olabilmelidir. Bu bağlamda araştırmaya dâhil edilen sanal manipülatifler de öğrencinin bir kavramı öğrenmesi için yaptığı eylemler keşfetme ve bulma etkinliklerini içermektedir. Sanal manipülatif etkinliklerinin söz özellikleri içeren yapısının anlamlı öğrenmeyi desteklediği ifade edilmektedir.
- Deneyisel süreç sonrasında yapılan görüşmelerden, sanal manipülatif etkinliklerinin öğrencilerin derse olan ilgilerini de artırdığı söylenebilir. Öğrencilerin özelde cebir ve genelde matematik öğrenmeye yönelik olumlu tutumlarının başarılarını artırmada olumlu etkisi olduğu düşünülmektedir. Sanal

manip latiflerin hem öğrencilerin ders boyunca aktif kalmasını sağlayarak, hem de onlara somut bir deneyim yaşatarak hem de derse olan ilgilerini artırarak başarılarında ve tutumlarının gelişmesinde önemli rolü olduğu ifade edilmektedir.



BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, ilköğretim 7. Sınıf matematik öğretim programı cebir öğrenme alanına ait bir alt öğrenme alanı olan cebirsel ifadeler ve denklemler alanı kazanımlarının öğretiminde internet üzerinden kullanılabilen web tabanlı manipüle edilebilir ders materyalleri olarak tanımlanan sanal manipülatiflerin kullanımının öğrencilerin kavram yanlışlarına, başarılarına etkileri ile cebir öğrenme alanı tutumları araştırılmıştır.

Çalışma sonuçları, uygulama öncesi kavram yanlışısını belirleme testi puan ortalamaları açısından deney grubu öğrencilerinin test ortalamaları, kontrol grubu öğrencilerinin test ortalamalarına istatistiksel olarak eşdeğer olduğu sonucuna varılmıştır. Deneysel sürecin sonunda gruptaki öğrencilere tekrar son test olarak kavram yanlışlarını tespit etme testi uygulanmıştır. Uygulama süreci sonrası ön test sonuçlarının aksine deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin uygulama sonrasında kavram yanlışlarını belirleme testi puanları açısından istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu sonucuna varılmıştır. Elde edilen bulgulardan, öğrenme sürecinde sanal manipülatif etkinlikleri kullanan deney grubu öğrencilerinin akademik olarak kavram yanlışlarının giderilmesindeki artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde yapılandırmacı yaklaşım ile çevrimiçi ortamda öğrenim gören kontrol grubu öğrencilerinin de kavram yanlışlarını giderme başarılarında istatistiksel olarak bir artış olduğu görülmüştür.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son test puanları, ön test puanlarının etkisi istatistiksel kontrol altına alınarak karşılaştırıldığında, sanal manipülatifler ile öğrenim gören deney grubu öğrencileri ile yapılandırmacı çevrimiçi öğrenim alan kontrol grubu öğrencilerinin kavram yanlışlarını giderme açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer bir ifade ile sanal manipülatif kullanan grupta öğrenci yanlışlarının anlamlı bir şekilde azaldığı gözlenmiştir. Sanal manipülatif etkinliklerinin 18 kavram yanlışını olumlu yönde

azalttığı, bir kavram yanlışlığını gidermede yapılandırmacı yaklaşımla yapılan eğitimin daha etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Çalışmanın bir diğer sonucu olarak, sanal manipülatif etkinlikleri öğrenci akademik başarıları üzerinde anlamlı bir fark ortaya koymuştur. Bu fark deney grubu öğrencilerinin lehine olduğu görülmektedir. Bulgular göz önünde bulundurulduğunda hem deney grubu hem de kontrol grubunda CBT puanlarına göre akademik başarılarında bir anlamlılık görülmektedir. Ayrıca deney grubu kontrol grubuna göre cebir öğrenme alanında daha başarılı olduğu ifade edilmektedir. Sanal manipülatif etkinliklerinin ilgi ve motivasyonu daha üst düzeyde tutması, öğrencilerin cebir öğrenme alanında akademik başarılarına pozitif yönde katkı sağladığı gözlemlenmiştir.

Öğretim uygulamaları sonrasında, manipülatif destekli öğretimin uygulandığı deney grubu ile yapılandırmacı öğretim yönteminin uygulandığı kontrol grubunun cebir öğrenme alanı tutum düzeyleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Öteyandan, kontrol grubu öğrencilerinin cebir öğrenme alanına yönelik tutumlarındaki artışın, deney grubu öğrencilerinin tutum ortalamalarındaki artıştan yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna göre matematiksel manipülatiflerin kullanıldığı deney grubunun tutum ortalamaları ile yapılandırmacı öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubunun tutum ortalamaları arasında deney grubu lehine bir fark bulunmamıştır. Ancak sanal manipülatif etkinliklerle öğrenme sonucunda deney grubu öğrencilerinin ön test-son test tutum puan ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiştir. Bu grupta söz konusu farklılığın son test puanları lehine olduğu ortaya çıkmıştır.

Sanal manipülatif destekli matematik öğretimi uygulamasına ilişkin nitel sonuçlar kullanıcıların kendi öğrenme hızına göre uygulama ve tekrar yapma imkânı sağladığından dolayı bu uygulamalara olumlu yaklaşıtlarını göstermiştir. Öğrenciler manipülatifleri kullanırken başarılı hissetme, eğlenme duyguları hissettiklerini ve cebir konularına bakış açılarının olumlu yönde geliştiğini belirtmiştir.

Manipülatif destekli cebir öğretimi uygulamasına ilişkin bir diğer sonuç ise öğrencilerin yaptıkları uygulamaların etkisidir. Buna göre öğrenciler manipülatiflerin bilişsel düzeyde konunun daha iyi anlaşılmasını sağladığını, işlem becerilerini artırdığını, düşünmeyi etkilediğini, başarıyı artırdığını ve kalıcılığı sağladığını vurgulamıştır. Manipülatif etkinlikleri ile işlenen derslerde öğrenciler daha aktif olabileceklerini düşünmektedir. Öğrenciler akranları ile sosyalleşmenin sosyal etkilerini

de görüş olarak ifade ederken, sadece üç öğrenci manipülatiflerin başarıya bir etkisinin olmayacağını belirtmişlerdir. Bu görüşlerden manipülatif kullanımının olumlu katkılarının baskın olduğu sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlardan; sanal manipülatifler ile öğrenme süreci yaşayan öğrencilerin yapılandırmacı çevrimiçi yöntemle öğrenme süreci yaşayan öğrencilere göre daha etkili olduğu belirlenmiştir. Diğer bir deyişle, öğrenme sürecinde sanal manipülatif etkinliklerinin kullanılmasının öğrencilerin matematik dersindeki kavram yanılgılarını gidermede akademik başarı ve tutumlarında daha olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışmanın sonuçları cebirsel ifadeler ve denklemler konusunun öğretilmesinde ve pekiştirilmesinde sanal manipülatiflerin öğrencilere fayda sağlayabileceğini ortaya koymuştur. Çalışmanın örneklemi ve süresi daha geniş tutularak daha kapsamlı bulgulara ulaşılabilir.

Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda bu alanda çalışan veya çalışacak olan araştırmacı ve eğitimcilere şu önerilerde bulunulabilir:

- 1- Öğretmen ve öğretmen adaylarının sanal manipülatiflere yönelik farkındalıklarını artıracak eğitimler ve çalışmalar yürütülebilir.
- 2- Sanal manipülatiflere yönelik tutumu geliştirmek için uygun tasarım süreçlerinin geliştirilmesinde öğretmenlerden görüş alınabilir.
- 3- Öğretmen adaylarının sanal manipülatif etkinlikleri hazırlama ve uygulama süreçlerine yönelik yansıtıcı günlükler, yarı yapılandırılmış görüşmeler ile farklı çalışmalar yapılabilir.
- 4- Matematik doğası gereği soyut bir konudur. Soyut kavramları açıklamak ve zihinlerde anlamlandırmak zor bir süreçtir. Bu süreçte öğrenenin aktif olması ve somut deneyimlerle öğrenmesi bilginin öğrenen tarafından yapılandırılmasını ve kalıcılığını kolaylaştırır. Araştırmacılar soyut kavramları içeren konularda daha çeşitli Türkçe ara yüze sahip manipülatifler geliştirilebilir.
- 5- Bu çalışmada 7. sınıf cebirsel ifadeler ve denklemler üzerinde uygulanmıştır. Sanal manipülatiflerin kullanımına yönelik bir başka çalışmada konu ve kazanımlar değiştirilerek, geniş bir örneklemele kapsamlı çalışmalar yapılabilir.

- 6- Çalışma, pandemi sürecinde uzaktan eğitim-öğretim döneminde gerçekleştirilmiştir. Pandemi sürecinden uzak yüz yüze bir eğitim-öğretim sürecinde ilgili çalışmaların yapılması faydalı olabilir.
- 7- Eğitimciler sanal manipülatiflerin geliştirme aşamasında önerilerde bulunarak mevcut sanal manipülatif ile diğer sanal manipülatifleri karşılaştırabilir.



KAYNAKÇA

- Akgün, L. (2007). *Değişken kavramına ilişkin yeterlilikler ve değişken kavramının öğretimi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Akkan, Y. (2009). *İlköğretim öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akkan, Y. ve Çakıroğlu, Ü. (2011, Şubat). *Using virtual manipulative and concrete materials in mathematics education: Teachers and pre-service teachers' perspectives*. 11th International Educational Technology Conference, (IETC), İstanbul.
- Akkan, Y., Baki, A. ve Çakıroğlu, Ü. (2012). 5-8. Sınıf öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin problem çözme bağlamında incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 43, 01-13.
- Akkaya, R. ve 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., ve Pişkin-Tunç, M. (2012, Haziran). *İlköğretim matematik öğretmen adaylarının somut materyal ve sanal manipülatiflerin eğitim süreçleri boyunca kullanabilme durumlarının belirlenmesi*. X. Ulusal Fen Bilimleri Ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunuldu, Niğde.
- Akkoç, H. (2008). Kavramsal anlama için matematik eğitiminde teknoloji kullanımı. M. F. Özmantar, E. Bingölbali ve H. Akkoç (Ed.), *Matematiksel Kavram Yanlışları ve Çözüm Önerileri* içinde (s. 361–392). Ankara:Pegem Akademi.
- Aktümen, M. ve Kaçar, A. (2003). İlköğretim 8. sınıflarda harfli ifadelerle işlemlerin öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin rolü ve bilgisayar destekli öğretim üzerine öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 339-358.
- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)*, 2(1), 43–49.
- Alkan, S. ve Ada, T. (2015, Mayıs). *Olasılık eğitiminde sanal dinamik manipülatif tasarlanması ve manipülatife yönelik öğrenci görüşleri*. Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Sempozyumu'nda sunuldu, Adıyaman.
- Altun, M. (2007). *İlköğretim ikinci kademe (6, 7 ve 8. Sınıflarda)matematik öğretimi*, (5. Baskı). Bursa: Aktüel Yayıncılık.

- Altun, M. (2014). Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8.sınıflarda) matematik öğretimi (10.Baskı). Bursa: Aktüel Yayıncılık.
- Aşkar, P. ve Olkun, S. (2005). The use of ICT in schools based on PISA 2003 Data. *Eurasian Journal of Educational Research*, 19, 15-34.
- Aydoğdu-İskenderoğlu, T., Türk, Y., ve 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.
- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretenler için bilgisayar destekli matematik*. İstanbul: Ceren Yayın Dağıtım.
- Baki, A. (2018). *Matematiği öğretme bilgisi (1. baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Baroody, A. J. (1989) Manipulatives don't come with guarantees, *Arithmetic Teacher*, 37(2), 4-5.
- Bayram, S. (2004). Evolution of Educational Software Evaluation: Instructional Software Assessment. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 3(2).
- Bednarz, N., Kieran C. ve Lee, L. (Editörler). (1996). *Approaches to algebra. Perspectives for research and teaching*. Boston: Kluwer Academic Publishers
- Bellonio, J. (2001). *Multi-sensory manipulatives in mathematics: Linking the abstract to the concrete*. from <http://www.yale.edu>.
- Bingölbalı, E. ve Özmantar, M. F. (2009). Matematiksel kavram yanılgıları: sebepleri ve çözüm arayışları. Bingölbalı, E. ve Özmantar, M. F., Akkoç, H. (Ed.). *İlköğretimde karşılaşılan matematiksel zorluklar ve çözüm önerileri* (s. 1-60). Ankara: Pegem Akademi.
- Birgin, O. ve Gürbüz, R. (2009). İlköğretim II. kademe öğrencilerinin rasyonel sayılar konusundaki işlemsel ve kavramsal bilgi düzeylerinin incelenmesi. *Uludağ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(2), 529-550.
- Birgin, O., Kutluca, T. ve Gürbüz, R. (2008). *Yedinci Sınıf Matematik Dersinde Bilgisayar Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısına Etkisi*. 8th International Educational Technology Conference (s. 879-882), Eskişehir.
- Bourner J., Huges M. ve Bourner T. (2001), First-year Undergraduate Experiences of Group Project Work. *Assessment ve Evaluation in Higher Education*, 26(1), 19-39.
- Boyraz, Ş. (2008). *The effects of computer based instruction on seventh grade students'*

spatial ability, attitudes toward geometry, mathematics and technology.

Unpublished Master dissertation. Middle East Technical University, Ankara.

- Bozkurt, A. ve Akalın, S. (2010). Matematik öğretiminde materyal geliştirmenin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 27, 47-56.
- Boggan, M., Harper, S. ve Whitmire, A. (2010). *Using manipulatives to teach elementary mathematics. Journal of Instructional Pedagogies*, 3(1), s. 1-10.
- Buran, E. (2005). *İkinci dereceden denklemler ve fonksiyonların gerçekçi problem durumları ile öğretilmesinde teknoloji destekli ve geleneksel yöntemlerin etkililiği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Bolu.
- Brown, S. E. (2007). Counting Blocks or Keyboards? A Comparative Analysis of Concrete Versus Virtual Manipulatives in Elementary School Mathematics Concepts.
- Brunner, R. B. (1997). Numbers, please. *Mathematics Teacher*, 6(4), 704–709.
- Bukova-Güzel, E. ve Alkan, H. (2005). Yeniden yapılandırılan ilköğretim programı pilot uygulamasının değerlendirilmesi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(2), 385-420.
- Bulut, S., Çömlekoğlu, G., Seçil, S. O., Yıldırım, H., ve Yıldız, B.T. (2002, Ekim). *Matematik öğretiminde somut materyallerin kullanılması*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunuldu, Ankara.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2017). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Byoung-Gon, 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.
- Carmichael, A., Chini, J. J., Gire, E., Puntambekar, S. ve Rebello, N. S., (2010). Comparing the Effects of Physical and Virtual Experimentation Sequence on Students Understanding of Mechanics Annual. *Meeting of the American Educational Research Association Denver*.
- Carpenter, T.P., ve Levi, L. (2000). *Developing conceptions of algebraic reasoning in the primary grades*. Retrieved from Wisconsin Center for Education.
- Cavanaugh, C., Jo Gillan, K., Bosnick, J., Hess, M. ve Scott, H. (2008). Effectiveness of interactive online algebra learning tools. *J. Educational Computing Research*, 38(1), 67-95.

- Clements, D. H. ve McMillen, S. (1996). Rethinking concrete manipulatives. *Teaching Children Mathematics*, 2(5), 270–279. doi:10.2307/41196500.
- Clements, D. H. (1999). Concrete manipulatives, concrete ideas. *Contemporary Issues in Early Childhood*, 1(1), 45-60. <https://doi.org/10.2304/ciec.2000.1.1.7>
- Csernoch, M., Biró, P., Máth, J. and Abari, K. (2015). Testing algorithmic skills in traditional and non-traditional programming environments. *Informatics in Education*, 14(2), 175-197.
- Çakıroğlu, E. ve Yıldız, B. T. (2007). Turkish preservice teachers' views about manipulative use in mathematics education. In C. S. Sunal ve M. Kagendo (Eds.), *The enterprise of education*, 275- 289.
- Çatal, M. (2020). *İlköğretim matematik öğretiminde materyal destekli öğretim yönteminin öğrenci başarısına etkisi üzerine istatistiksel bir analiz*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Çetin, H., Aydın, S. ve Yazar, M. İ. (2019). Ortaokul matematik öğretmenlerinin manipülatif kullanımına ilişkin tutumlarının ve ihtiyaçlarının incelenmesi. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 10(17) .
- Çetin, O. ve Günay, Y. (2011). Fen eğitimine yönelik örnek bir web tabanlı öğretim materyalinin hazırlanması ve bu materyalin öğretmen öğrenci görüşleri doğrultusunda değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(2), 175-202
- Dede, Y., Yalın H., ve Argün, Z. (2002, Ekim). *İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanlışları*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sunuldu, Ankara.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Değişken kavramının öğretimi: harf sembollerinin farklı kullanımları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003). Cebir, öğrencilere niçin zor gelmektedir?. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24, 180-185.
- Delen, E. Ve Bulut, O. (2011). The relationship between students' exposure to technology and their achievement in science and math. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology* , 10(3).
- Demir, Ö. (2019). *Geometrik cisimlerin öğretiminde somut materyal kullanımının öğrencilerin başarısına, tutumlarına ve öz-yeterliğine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

- Dienes, Z. P. (1967). Some basic processes involved in mathematics learning. In J. M. Scandura (Ed.). *Research in mathematics education*, 21–34. Washington, DC: National Council of Teachers of Mathematics.
- Dienes, Z. P. (1973). *The six stages in the process of learning mathematics*. Winsor, England: NFER Publishing Company.
- Dienes, Z. P. (2000). The theory of the six stages of learning with integers. *Mathematics in Schools*, 29(2), 1-25.
- Doğan Coşkun, S. (2021). Sınıf öğretmeni adayları öğrencilerin yazılı çözümlerindeki cebirsel düşünme biçimlerini nasıl fark etmektedir? *Journal of Qualitative Research in Education*, 27, 103-124. doi:10.14689/enad.27.6
- Doğan, D.T. (2017). *Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Sanal Manipülatifleri Ders Planına Entegre Etme Süreçlerinin İncelenmesi: Cebir Kazanımlarına Yönelik Örnekler*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Mersin.
- 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, Logan, Utah.
- Drijvers, P. (2012). *From text to 'lived' resources: mathematics curriculum materials and teacher development* (s. 265-281). New York/Berlin: Springer
- Dumais, S. A. (2009). Cohort and gender differences in extracurricular participation: The relationship between activities, math achievement, and college expectations. *Sociological Spectrum*, 29(1), 72-100.
- Durmuş, S. ve Karakırık, E. (2006). Virtual manipulatives in mathematics education: a theoretical framework. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 5(1), 12.
- Eğitim Bilişim Ağı (EBA), EBA. <http://www.eba.gov.tr/hakkinda/tam>
- Ellington, A. J. (2004). *Calculators in the Classroom – A Review of Recent Research Findings*, Southwest Consortium for the Improvement of Mathematics and Science Teaching (SCIMAST) Spring Forum, Baton Rouge, LA.
- Erbaş, A. K. ve Ersoy, Y. (2002). *Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin eşitliklerin çözümündeki başarıları ve olası kavram yanlışları*. UFBMEK-5 Bildiri Kitabı (s.16-18). Ankara: Devlet Kitapları Basımevi.
- Ersoy, Y. (2003). Teknoloji Destekli Matematik Eğitimi-1: Gelişmeler, Politikalar ve Stratejiler. *İlköğretim-Online*, 2(1), 18-27.

- Erbaş, A. K. ve Ersoy, Y. (2003). Kassel projesi cebir testinde bir grup türk öğrencisinin başarısı ve öğrenme güçlükleri. *İlköğretim Online Dergisi*, 4 (1), 18-39.
- Erdem, Ö. ve Sarpkaya Aktaş, G. (2018). Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanında yaşadıkları kavram yanlışlarının giderilmesinde etkinlik temelli öğretimin değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 9(2), 312-338.
- Erşen, A. N. (2014). *Materyal destekli matematik öğretiminin ortaokul 6. Sınıf öğrenci başarısına, tutumuna, kaygısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.
- Fidan, K. N. (2008). İlköğretimde araç gereç kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim*, 1(1), 48-61.
- Fossa, A. J. (2003). On the ancestry of Z. P. Dienes's theory of mathematics education. *Revista Brasileira de História da Matemática*, 3(6), 79-81.
- Furner, Joseph M. ve Worrell, Nancy L. (2017). *The importance of using manipulatives in teaching math today, transformations*, 3(1).
- Fuson, K. C. ve Briars, D. J. (1990). Using a base-ten blocks learning/teaching approach for first and second grade placevalue and multidigit addition and subtraction. *Journal For Research in Mathematics Education*, 21, 180-206.
- Gardner, H. (1993). *Multiple intelligences: The theory in practice*. psycnet.apa.org.
- Gningue, S. M. (2000). *The use of manipulatives in middle school Algebra: An application of Dienes variability principles*. Unpublished doctoral dissertation. Columbia Üniversitesi, Columbia.
- Gningue, S. M. (2006). Students working within and between representations: an application of dienes's variability. *Principles For the Learning of Mathematics*, 26(2), 41-47.
- Gningue, S. M. (2016). Remembering Zoltan Dienes, a maverick of mathematics teaching and learning: applying the variability principles to teach algebra. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 17(2), 122-146.
- Gningue, S.M., Menil, V.C. ve Fuchs, E. (2014). Applying bruner's theory of representation to teach pre-algebra and algebra concepts to community college students using virtual manipulatives. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 8(3).

- Golafshani, N. (2013). Teachers beliefs and teaching mathematics with manipulatives. *Canadian Journal of Education/Revue canadienne de l'éducation*, 36(3), 137-159.
- Güler, Ç. (2010). *Öğrenme nesnesi tasarım ve geliştirme süreci: bir tasarım tabanlı araştırma örneği*. Yayınlanmamış doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Gülkılık, H. (2013). *Matematiksel anlamada temsillerin rolü: sanal ve fiziksel manipülatifler*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi. Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gürbüz, R. ve Akkan, Y. (2008). A comparison of different grade students' transition levels from arithmetic to algebra: a case for 'equation' subject. *Education and Science*, 33(148), 64-76.
- Gürbüz, R. ve 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.
- Hangül, T. ve Üzel, D., (2010). Bilgisayar destekli öğretimin (bdö) 8. Sınıf matematik öğre-timinde öğrenci tutumuna etkisi ve bdö hakkında öğrenci görüşleri. *NEF-EFME*, 4(2).
- Heddens, J. W. (2008). *Improving Mathematics Teaching by Using Manipulatives*. Kent State University.
- Hiebert, J., ve Carpenter, T. P. (1992). Learning and teaching with understanding. In D. W. Grouws (Ed.), *Handbook of research in teaching and learning of mathematics* (65-97). New York: Macmillan.
- Hoyles. C. ve Lagrange, J-B (eds) (2009), *Mathematics Education and Technology – Rethinking the Terrain*, Springer.
- Hunter, J. (2015). Teacher Actions to Facilitate Early Algebraic Reasoning. In *Proceedings of the 38th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*. Australia.
- Hwang, J., Riccomini, P. J., ve Morano, S. (2019). Examination of cognitive processes in effective algebra problem-solving interventions for secondary students with learning disabilities. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal* 17(2), 205-220.
- Işıksal, M. ve Aşkar, P. (2005). The effect of spread sheet and dynamic geometry software on the achievement and self-efficacy of 7th -grade student's. *Educational Research*, 47(3), 333-350.

- İşleyen, T. ve Işık, A. (2003). Conceptual and procedural learning mathematics. *Journal of the Korea Society of Mathematical Education Series D: Research in Mathematical Education*, 7(2), 91-99.
- Kadagöl, E. (2018). *Somut materyal kullanımının 8.sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme becerilerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Kamii, C., Lewis, B. A., ve Kirkland, L. (2001). Manipulatives: When are they useful? *The Journal of Mathematical Behavior*, 20(1), 21-31.
- Karaca, H ve Yalçinkaya, İ. (2018). Ortaokul cebir öğrenme alanı tutum ölçeği (CTÖ). *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi (INESJOURNAL)*, 5(14), 1-18.
- Karaca, H. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin cebir öğrenme alanına yönelik tutumları (ölçek geliştirme çalışması)*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Karaduman, B. ve Emrahoğlu, N. (2011). “Maddenin tanecikli yapısı” ünitesinin öğretiminde, bilgisayar destekli ve bilgisayar temelli öğretim yöntemlerinin, akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 19(3), 925-938.
- Karakırık, E. (2008). SAMAP: A turkish math virtual manipulatives site. 8th International Educational Technology Conference, Eskişehir.
- Karakırık, E. ve Çakmak, E. (2009). *İlköğretim 1-8. Sınıflar Matematik Öğretim Programını Destekleyici Türkçe Bir Sanal Manipülatif Setinin Geliştirilmesi*. TÜBİTAK Projesi.
- Karakuş, A. (2016). Zoltan Dienes’in matematik öğrenme teorisi. İçinde E. Bingölbali, S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Ed.), *Matematik eğitiminde teoriler* (1. baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Kaput, J. J. (1999). Teaching and learning a new algebra. In E. L. Fennema, ve T. A. Romberg (Eds.), *Mathematics classrooms that promote understanding* (s.133–156). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum
- Karasar, N. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayınevi.
- Kaş, S. (2010). *Sekizinci sınıflarda çalışma yaprakları ile öğretimin cebirsel düşünme ve problem çözme becerisine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kay, R. ve Knaack, L. (2007). Evaluating the Use of Learning Objects for Secondary School Science. *Jl. of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 26(4), 261-289.

- Kelly, C. A. (2006). Using manipulatives in mathematical problem solving: A performance-based analysis. *The Mathematics Enthusiast*, 13(2), s. 184.
- Keşan, C. ve Akbulut, E. S. (2019). Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin cebir konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde etkileşimli tahta kullanımının etkisi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports veScience Education (IJTASE)*, 8(1).
- Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D.A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*. New York: Macmillan.
- Kocaman, N. B. (2015). *Manipülatifler kullanılarak yapılan öğretimin 11. Sınıf öğrencilerinin matematik başarısına etkisi*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Koza-Çiftçi, S., Yıldız, P., ve Bozkurt, E. (2015). Ortaokul matematik öğretmenlerinin materyal kullanımına ilişkin görüşleri. *Eğitimde Politika Analizi Dergisi*, 4(1), 79-89.
- Kumar, A. ve Kumaresan, S. (2008). Use of mathematical software for teaching and learning mathematics. *ICME 11 Proceedings*.
- Kutluca, T. ve 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.
- Kutluca, T. ve Birgin, O. (2007). Doğru denklemi konusunda geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyali hakkında matematik öğretmeni adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 81-97.
- Lee, C.-Y. ve Chen, M.-J. (2015). Effects of worked examples using manipulatives on fifth graders' learning performance and attitude toward mathematics. *Journal of Educational Technology ve Society*, 18(1), 264-275. doi:10.2307/jeductechsoci.18.1.264
- Lee, N. H. ve Tan, B. L. J. (2014). The role of virtual manipulatives on the concrete-pictorial-abstract approach in teaching primary mathematics. *The Electronic Journal of Mathematics and Technology*, 8(2), 102-121.
- Lesh, R. (1990). Computer-based assessment of higher order understandings and processes in elementary mathematics, in G. Kulm (Ed.), *Assessing Higher Order Thinking in Mathematics* (s. 81-110). Washington: American Association for the Advancement of Science.
- Li, Q., ve Ma, X. (2010). A Meta-Analysis of the Effects of Computer Technology on

- School Students' Mathematics Learning. *Educational Psychology Review*, 22(3), 215-243.
- Ma, L. (1999). *Knowing and teaching elementary mathematics: Teachers understanding of fundamental mathematics in China and the United States*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Magruder, R. L. (2012). *Solving linear equations: a comparison of concrete and virtual manipulatives in middle school mathematics*. Unpublished doctoral dissertation. Lexington, KY.
- Malara, N.A. ve Navarra G. (2003). *Aral project: arithmetic pathways towards pre-algebraic thinking*. Bologna, Pitagora Editrice.
- Mamolo, A. (2007). Infinite magnitude vs. infinite representation: Intutions of "infinite numbers". *Electronic proceeding for the 10th special interest group of the mathematical association of America on research in undergraduate mathematics education*. [<http://cresmet.asu/crume2007/papers/mamolo.pdf>]
- McCulloch, A. W. (2011). Affect and graphing calculator use. *Journal of Mathematical Behavior*, 30(2), 166-179.
- McMillan, J. H. (2000). *Educational research, fundamentals for the consumer*. USA: Longman.
- Memnun, D. S. (2008). Olasılık kavramlarının öğrenilmesinde karşılaşılan zorluklar, bu kavramların öğrenilememe nedenleri ve çözüm önerileri. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9 (15), 89–101.
- Mildenhall, P., Swan, P., Northcote, M. ve Marshall, L. (2008). Virtual manipulatives on the interactive whiteboard: A preliminary investigation. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 13(1), 9–15.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2009). *İlköğretim matematik dersi 6-8. Sınıflar öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2013). *Ortaokul matematik dersi (5,6, 7 ve 8 sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2015). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara: MEB Yayınları.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018) *Matematik dersi (İlkokul ve Ortaokul 1.2.3.4.5.6.7 ve 8.sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu.

- Moyer, P. S. (2001). Are we having fun yet? How teachers use manipülatives to teach mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 47(2), 175-197.
- Moyer, P. S., Bolyard, J. J. ve Spikell, M. A. (2002). What are virtual manipulatives? *Teaching Children Mathematics*, 8(6), 372–377.
- Moyer-Packenham, P.S., Salkind, G., ve Bolyard, J.J. (2008). Virtual manipulatives used by K-8 teachers for mathematics instruction: Considering mathematical, cognitive, and pedagogical fidelity. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3), s. 202-218.
- Moyer-Packenham, P. S., Westenskow, A., ve Salkind, G. (2012). Effects of virtual manipulatives on mathematics learning and student achievement. *Manuscript under review*.
- 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. Yayınlanmamış doktora tezi. Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- NCTM, (2000). Principles and standarts for school mathematics. *National Council of Teacher of Mathematics*, Reston, VA.
- NCTM, (2012). *Statement of Beliefs*. Retrieved from <http://www.nctm.org/beliefs.aspx>.
- NCTM, (2017). *National Council of Teachers of Mathematic-Illuminations*. (<https://www.nctm.org/>)
- NLVM, (2017). *National Library of Virtual Manipulatives (NLVM)*. NLVM, Amerikan Ulusal. (<http://nlvm.usu.edu/>)
- Namukasa, I.K. , Stanley, D. ve Tuchtie, M. (2009). Virtual manipulative materials in secondary mathematics: A theoretical discussion. *Discussion. Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(3), 277–307.
- Niess, M. (2006). Preparing preservice teachers to teach mathematics with technology - developing a tpck. In c. Crawford vd. (Ed.), *Proceedings of Societyfor Information Technology and Teacher Education International Conference 2006*, 3788-3795. Chesapeake, VA: AACE
- Nordin, N. H., Tengah, K., Shahrill, M., Tan, A. ve Leong, E. (2017). Using visual representations as an alternative in teaching simultaneous enuations. *Proceeding of the 3rd International Conference on Education*, 3. 198-204.
- Okuyucu, Ü. (2019).Ortaokul düzeyinde hacim kavramına giriş: somut materyal destekli bir öğretim örneği. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Olivier, A. (1989, Temmuz). *Handling pupils' misconceptions*. Presidential address delivered at the Thirteenth National Convencion on Mathematics, Physical Science and Biology Education. Pretoria.
- Olkun, S. ve Toluk-Uçar Z. (2014). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi* (6. Baskı). Ankara: Eğiten Kitap.
- Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2012). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi* (4.baskı). Ankara: Eğiten.
- Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2006). *İlköğretimde matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar*. Ankara: Ekinoks.
- Olkun, S. ve Toluk-Uçar, Z. (2007). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi* (3. Baskı). Ankara: Maya Akademi.
- Olkun, S., Altun A. ve Smith, G. (2005). Computers and 2D geometric learning of Turkish fourth and fifth graders. *British Journal of Educational Technology*, 36(2), 317–326.
- Olkun, S. ve Altun, A. (2003). İlköğretim öğrencilerinin bilgisayar deneyimleri ile uzamsal düşünme ve geometri başarıları arasındaki ilişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET*, 2(4).
- Orhan, D., Kurt, A. A., Ozan, Ş., Vural, S. S. ve Türkan, F. (2014). Ulusal eğitim Teknolojisi standartlarına genel bir bakış. *Karaelmas Journal of Educational Sciences*, 2, 65-79.
- Osana, P. H. ve Duponsel, N. (2016). Manipulatives, diagrams, and mathematics: A framework for future research on virtual manipulatives. P. S. Moyer-Packenham (Ed.). *International Perspectives on Teaching and Learning Mathematics with Virtual Manipulatives* içinde (s. 95–120). Springer, Cham.
- Perry, B. ve Howard, P. (1994). Manipulatives: constraints on construction. In G. Bell, B. Wright, N. Leeson ve G. J. (Ed.), *Challenges in mathematics education: Constraints on construction*, 487- 495. Lismore: MERGA.
- Perso, Thelma (1992). Using diagnostic teaching to overcome misconceptions in algebra. *The Mathematical Association of Western Australia*.
- Pesen, C. (2008). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre matematik öğretimi*. Ankara: Sempati Yayınları.

- Pişkin-Tunç, M., Durmuş, S., ve Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *MATDER-Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 13-20.
- Polya, G. (1945). How to solve it: A new aspect of mathematical method. Princeton University.
- Post, T. (1981). The role of manipulative materials in the learning of mathematics concepts. In *Selected issues in mathematics education* (s. 109-131). Berkeley, CA: McCouhan Publishing Corporation.
- Reimer, K. ve 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.
- Resnick, L. (1983). Mathematics and science learning: A new conception. *Science*, 220, 477-478.
- Risser, H. S. (2011). What are we afraid of? Arguments against teaching mathematics with technology in the professional publications of organisations for us mathematicians. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 18(2), 97-101
- Sakallı, M., Bakay, G., ve Hüssein, G. (2008). Yeni eğitim teknolojilerine ilişkin öğretmen görüşleri. In *Proceedings of 8th. International Educational Technology Conference*, 710-714.
- Sandalcı, Y. (2013). *Matematiksel modelleme ile cebir öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiği günlük yaşamla ilişkilendirmelerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Rize.
- SAMAP, (2017). *Sanal manipülatif sitesi*. (<http://www.erolkarakirik.com/samap/>)
- Samioğlu, M. ve Siniksaran, E. (2016). Embedding virtual manipulatives into middle school mathematics curriculum. *The Anthropologist*, 25(3), 207–213.
- Sarı, M. H. (2015). *İlkokul 4. sınıfta dienes ilkelerine göre yapılandırılmış geometri etkinliklerinin öğrenci başarısına, kalıcılığa ve akademik benlik algısına etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Satsangi, R., Hammer, R. ve Hogan, C. D. (2018). Studying virtual manipulatives paired with explicit instruction to teach algebraic equations to students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly*, 41(4), 227–242.

- Sevimli, E. (2013). *Bilgisayar cebiri sistemi destekli öğretimin farklı düşünme yapısındaki öğrencilerin integral konusundaki temsil dönüşüm süreçlerine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sfard, A. (1995). The development of algebra, historical and psychological perspectives. *Journal of Mathematical Behavior*, 14, 15-39.
- Shaffer, D. W., ve Kaput, J. (1999). Mathematics and virtual culture: A cognitive evolutionary perspective on technology and mathematics education. *Educational Studies in Mathematics*, 37 (2), 97–119.
- Soylu, Y. (2006). Öğrencilerin değişken kavramına vermiş oldukları anlamlar ve yapılan hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 211-219.
- Soylu, Y. (2008). 7.sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri ve harf sembollerini (değişkenleri) yorumlamaları ve bu yorumlamada yapılan hatalar. *Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Dergisi*, 25, 237-248.
- Stacey, K., Kendal, M., ve Pierce, R. (2002). Teaching with CAS in a time of transition. *The International Journal of Computer Algebra in Mathematics Education*, 9(2), 113-127.
- Stacey, K., Chick, H., ve Kendal, M. (2004). The future of the teaching and learning of Algebra. Kluwer Academic Publishers.
- Star, J. R. (2005). Reconceptualizing procedural knowledge. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36, 404–411.
- Suh, J. (2005). *Third graders mathematics achievement and representation preference using virtual and physical manipulatives for adding fractions and balancing equations*. Unpublished doctoral dissertation, Doctor of Philosophy in Education at George Mason University, Virginia.
- Suh, J., Moyer, P. S., and Heo, H. J. (2005). Examining technology uses in the classroom: Developing fraction sense using virtual manipulative concept tutorials. *The Journal of Interactive Online Learning*, 3(4), s. 1-22
- Şahin, T. (2013). *Somut ve sanal manipülatif destekli geometri öğretiminin yapıları inşa etme ve çizmedeki başarılarına etkisi*, Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Bolu.

- Şahin, Ö. ve Soylu, Y. (2011). İlkokul öğrencilerinin değişken kavramına ilişkin yanlışları ve kavram yanlışları. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 3322–3327.
- Şimşek, B. ve Soylu, Y. (2018). Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeler konusunda yaptıkları hataların nedenlerinin incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11(59).
- Şimşek, A. ve Çalışkan, H. (1999). Bilgisayar destekli öğretimin tasarımı ve uygulanmasında öğrenme bağlamı. *Kurgu Dergisi*, 16, 243-253.
- Tabach, M., ve Friedlander, A. (2003). *The role of context in learning beginning algebra*. Proceedings of the Third Conference of the European Society for Research in Mathematics Education. Bellaria, Italia.
- Tanner, H. (2000). *Becoming a successful teacher of mathematics*. London, UK: Routledge Falmer.
- Temel Doğan, D., ve 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.
- Türk Dil Kurumu. (2021). Yazım kuralları. <https://www.tdk.gov.tr/kategori/icerik/yazim-kurallari> adresinden ulaşılmıştır.
- Toptaş, V. (2012). Elementary school teachers' opinions on instructional methods used in mathematics classes. *Eğitim ve Bilim*, 37(166), 116-128.
- Torff, B. ve Tirotta, R. (2010). Interactive whiteboards produce small gains in elementary students' self-reported motivation in mathematics. *Computers & Education*, 54, 379–383
- Tuncay-Yıldız, B. (2012). *A case study of the use of manipulatives in upper elementary, mathematics classes in a private school: Teachers' and students' views*. Yayınlanmamış doktora tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Uygun, M. ve Karakırık, E. (2009). *Kesirler konusundaki bir bilgisayar yazılımının öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisinin incelenmesi*. 9th International Educational Technology Conference (IETC2009), Ankara.

- Uzundağ, K. (2016). *Sınıf öğretmenlerinin sanal manipülatiflere ilişkin görüşleri*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı, Aydın.
- Van Amerom, B. A. (2002). *Reinvention of early algebra: Developmental research on the transition from arithmetic to algebra*. Unpublished doctoral dissertation. University of Utrecht, The Netherlands.
- Van de Walle, J. A. (2007). *Elementary and middle school mathematics*. Boston: Pearson.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S. ve Bay-Williams, J. M. (2012). *İlkokul ve Ortaokul Matematiği: Gelişimsel Yaklaşımla Öğretim*. S. Durmuş, (Ed.), Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Velo, J. (2001). *The impact of dynamic geometry software on student's abilities to generalize in geometry*. Unpublished doctoral thesis. The Ohio State Üniversitesi, Ohio.
- WisWeb, (2017). *Sanal manipülatif sitesi*. (http://www.fi.uu.nl/wisweb/applets/mainframe_en.html)
- Wittwer, J. ve Senkbeil M. (2008). Is students' computer use at home related to their mathematical performance at school?. *Computers & Education*, 50, 1558–1571.
- Yalın, H. İ. (2010). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Nobel Yayıncılık: Ankara.
- Yang, Y. (2003). Dimensions of socioeconomic status and their relationship to mathematics and science achievement at individual and collective levels. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 47, 21–41.
- Yazlık, D. Ö. (2018). Öğretmenlerin matematik öğretiminde somut öğretim materyali kullanımına yönelik görüşleri. *OPUS Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 775-805.
- Yenilmez, K. ve Teke, M. (2008). Yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(15), 229–246.
- Yenilmez K. ve Avcu T. (2009). Altıncı sınıf öğrencilerinin cebir öğrenme alanındaki başarı düzeyleri. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10 (2), 37-45.

- Yetkin-Özdemir, İ. E. (2008). Sınıf öğretmeni adaylarının matematik öğretiminde materyal kullanımına ilişkin bilişsel becerileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 362-373.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (8. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, Z. (2009). *Geometrik cisimlerin yüzey alanları ve hacimleri konularında bilgisayar destekli öğretimin ilköğretim 8. sınıf öğrenci tutumu ve başarısına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yin, R. K. (2017). *Applications of case study research*. (Çev. İ. Günbayı). (3. Baskı). Ankara: Nobel Yayınları.
- Yıldırım, G. (2014). *Tablet bilgisayarlara yönelik geliştirilen e-kitapların video ilezenginleştirilmesi süreci: bir tasarım tabanlı araştırma*. Yayınlanmamış doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Yeniçeri, Ü. (2013). *İlköğretim 6. Sınıf matematik öğretim programında yer alan kesirler alt öğrenme alanı kazanımlarının öğretiminde sanal manipülatif kullanımının öğrencilerin başarılarına etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Yıldızhan, B. ve Şengül, S. (2017). 6. Sınıf öğrencilerinin harflerin anlamına yönelik kavram yanlışlarının aritmetikten cebire geçiş süreci bağlamında incelenmesi ve öğrencilerin matematik tutum ve öz yeterlikleri ile karşılaştırılması. *The Journal of International Lingual, Social and Educational Sciences*, 3(2), 249-268.
- Yolcu, B. ve Kurtuluş, A. (2010). A study on developing sixth-grade students' spatial visualization ability. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- Zhang, X., Clements, M. K. ve Ellerton, N. F. (2015). Kesirlerin yanlış anlaşılması (anlamalar): Alan modellerinden çoklu düzenlemelere. *Matematik Eğitimi Araştırma Dergisi*, 27(2), 233-261.

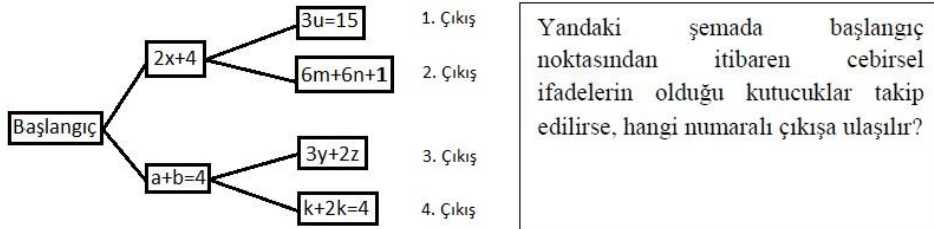
EKLER

Cebir Başarı Testi (EK 1)

Sevgili öğrenciler;

Aşağıdaki sorular bilimsel bir araştırma kapsamında cebirle ilgili kazanımlarınızı değerlendirmeye yönelik olarak hazırlanmıştır. Katkılarınız için her birinize teşekkür ederim.

1)



- A) 4. Çıkış B) 3. Çıkış C) 2. Çıkış D) 1. Çıkış

2)

+3	-9	-2
+6	-6	-1
-3	-7	-8

$-9ab + 6a - 7b - 1$ cebirsel ifadesi veriliyor. Bu ifadedeki katsayılar yandaki şekilden çıkarılırsa aşağıdaki şekillerden hangisi elde edilir?

- A)

+3		-2
	-6	
-3		-8

 B)

	-9	
+6	-6	-1
	-7	

 C)

	-9	
+6	-6	
-3		-8

 D)

+3	-9	
		-1
-3	-7	

3) Zeynep ile Ayşe aralarında “Aklından Bir Sayı Tut” oyununu oynuyorlar. Zeynep Ayşe’ye sırasıyla aşağıdakileri söylüyor.

- a) Aklından herhangi bir sayı tut.
- b) Bu sayının 2 katını al ve sonuca 4 ekle.
- c) Bulduğun sonucun yarısını al ve başlangıçta tuttuğun sayıyı çıkar.

Buna göre Zeynep’in söylediklerine uygun olan matematik cümlesi aşağıdakilerden hangisidir?

A) $\frac{2k}{2} + 4 - k$ B) $\frac{4m+2}{2} - m$ C) $\frac{2x+4}{2} - x$ D) $\frac{2a+4-a}{2}$

4) Aşağıdaki sayılar şerit üzerine belirli bir kurala göre yazılmıştır. Buna göre $x+y$ ‘nin değeri kaçtır?

1	7	13	x	25	y
---	---	----	---	----	---

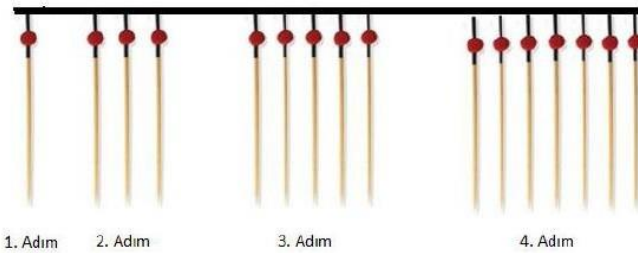
A) 48

B) 50

C) 52

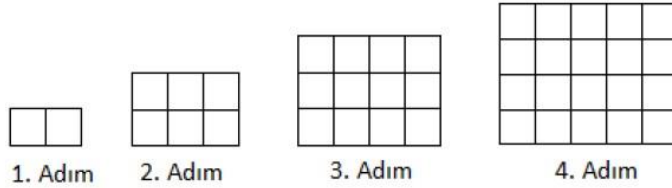
D) 54

5) Yandaki şekilde kürdanlar belli bir kurala göre asılıyor. Buna göre adım sayısı ile kürdan sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir? (Adım sayısı: n)



- | | |
|-------------|---------------|
| A) $2n - 1$ | B) $2(n - 1)$ |
| C) $n + 3$ | D) $3n - 2$ |

6) Aşağıda verilen örüntüde adım sayısı ile her adımda küçük karelerin sayısı arasındaki ilişkiyi gösteren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

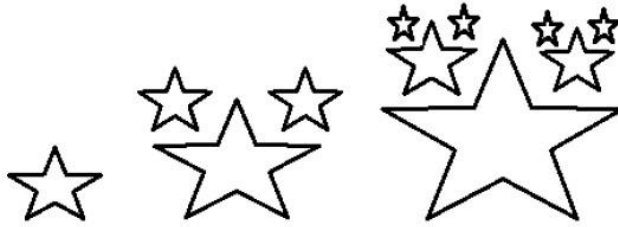


- A) $n.n$ B) $2n+2$ C) $n+1$ D) $n.(n+1)$

7) $a=3$ için a^4 ifadesinin değeri aşağıdakilerden hangisidir?

- A) 12 B) 64 C) 27 D) 81

8) Yıldızlarla oluşturulan şekildeki örüntünün kuralına ait cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

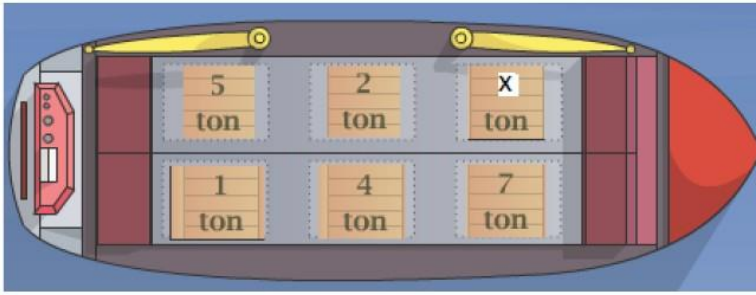


- A) $2^n - 1$ B) 2^n C) $2n - 1$ D) $4n$

9) Eşit kollu terazinin denge durumu ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

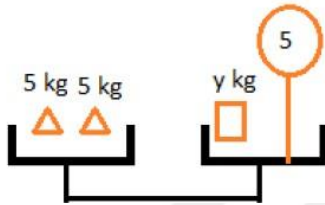
- A) Eşit kollu terazinin denge durumu eşitlik için bir modeldir.
 B) Eşit kollu terazide kefelerin her iki yanına aynı kütle eklenebilir.
 C) Eşit kollu terazide her iki kefedenden aynı kütle çıkarılabilir.
 D) Eşit kollu terazide kefelerdeki yük miktarı 2 katına çıkarsa dengesizlik hali olur.

- 10) Aşağıdaki geminin hareket edebilmesi için geminin dengede olması gerekiyor. Buna göre geminin hareket edebilmesi için verilmeyen ağırlık kaç ton olmalıdır?



- A) 4 B) 5 C) 6 D) 7

- 11) Aşağıdaki modelde üçgen kütlenin ağırlıkları 5 kg. ve dikdörtgen kütlenin ağırlığı y kg'dır. Terazinin sağ kefesine yukarıya doğru 5 kg'lık etki yapan bir uçan balon takılıyor ve terazi dengede kalıyor. Terazinin denge durumunu gösteren eşitlik aşağıdakilerden hangisidir?



A) $5+5=y+5$ B) $5+5=5.y$

C) $5+5=y-5$

D) $5.5=y+5$

- 12) Aşağıda denklem ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Bir eşitlikte değişken varsa bu eşitliğe denklem denir.
 B) Bir denklemdeki değişkene bilinmeyen denir.
 C) Bir denklemi doğru yapan bilinmeyen değerine denklemin çözümü denir.
 D) Bir denklemde eşitliğin sağına sayı eklenirse, denge bozulmaması için eşitliğin solundan sayı çıkarılır.

- 13) “Bir otobüse 6 kişi daha binerse otobüsteki yolcu sayısı 20 olacaktır” ifadesine uygun eşitlik aşağıdakilerden hangisidir?

A) $x + 6 = 14$ B) $y - 6 = 20$ C) $z + 20 = 6$ D) $t + 6 = 20$

- 14) Bir sayının 3 katının 2 eksiği 1 ise bu sayı kaçtır?

- A) 1 B) 0 C) 2 D) 3



Şekildeki durumda 8 ton yük kaldırabilen vinc tam kapasite yükleniyor. Kütlelerden  ağırlığı 3 ton ve  ağırlığı bilinmediğine göre bilinmeyen ağırlığın kütlesi kaç ton'dur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

16) Dikdörtgensel bölge şeklinde verilen bir çay bahçesinin çevresine 2 sıra demir tel çekilecektir. Bu bahçenin uzun kenar uzunluğu kısa kenar uzunluğunun 3 katı ve uzun kenar uzunluğu 300 m ise, alınması gereken demir tel kaç m olmalıdır?

- A) 800 m B) 1200 m C) 1600 m D) 2000 m

Cebir Kavram Yanılgısı Belirleme Testi (EK 2)

Sevgili öğrenciler aşağıda soruları dikkatlice okuyup size doğru gelen seçeneği işaretleyiniz. Soruları boş bırakmayınız. Katılımınızdan dolayı teşekkür ederim.

- | | |
|---|--|
| <p>1) $a + 5$ ifadesinde “a” için ne söyleyebilirsiniz?</p> <p>a) 1
b) Bilinmeyen
c) Hiçbir anlamı yok
d) Hiçbiri</p> <p>2) $3c + 7c = ?$ işleminin sonucu nedir?</p> <p>a) 10 ceviz
b) $3c + 7c$
c) $10c$
d) 100</p> <p>3) $6 + b = ?$ işleminin sonucu nedir?</p> <p>a) 7
b) $6 + b$
c) Hiçbir anlamı yok
d) b</p> <p>4) $a + b + c = a + z + c$ ifadesinin doğruluğu hakkında ne söyleyebilirsiniz?</p> <p>a) Her zaman doğru
b) Her zaman yanlış
c) $b = z$
d) Hiçbiri</p> <p>5) Eğer 3 ile p çarparsam sonuç ne olur?</p> <p>a) $3 \times p$ yada $3p$
b) Sadece $3 \times p$
c) Sadece $3p$
d) Hiçbiri</p> <p>6) $a + b + c = ?$ ifadesinin sonucu nedir?</p> <p>a) Üç sayı sırayla toplanmış
b) 6
c) Neye eşit olduğunu söyleyemeyiz.
d) 3</p> <p>7) Hangisi daha büyüktür $3 \times n$ mi yoksa $n + 3$ mü ?</p> <p>a) $3 \times n$
b) $n + 3$
c) ikisi birbirine eşittir
d) “n” ye bağlı olarak değişir.</p> | <p>8) Eğer $2xy = 240$ ve $x = 4$ ise $y = ?$</p> <p>a) $y = 30$
b) $y = 0$
c) $y = 1$
d) $y = 60$</p> <p>9) $2m = 10$ ise $m = ?$</p> <p>a) $m = 8$
b) $m = 5$
c) “m” harfi metreyi gösterir.
d) Hiçbiri</p> <p>10) $a = 7$, $c = 9$ ise $b = ?$</p> <p>a) $b = 6$
b) $b = b$
c) $b = 8$
d) $b = 11$</p> <p>11) Eğer $a + c = 7$ ise $a + b + c = ?$</p> <p>a) 8
b) 12
c) $7 + c$
d) $7 + b$</p> <p>12) $6 + c = ?$</p> <p>a) $6c$
b) 7
c) $6 + c$
d) Hiçbiri</p> <p>13) $6x + 2y + x = ?$</p> <p>a) $7x + 2y$
b) $8x2y$
c) $8xy$
d) $6x2 + 2y$</p> <p>14) $m + 4$ ifadesine 3 eklersem sonuç ne olur?</p> <p>a) $3m + 4$
b) $7m$
c) $m + 7$
d) Hiçbiri</p> |
|---|--|

15) $6xy$ ifadesine 5 eklersem ne olur?

- a) $11xy$
- b) $6xy + 5$
- c) $30xy$
- d) Hiçbiri

16) $e + f = 29$ ise $e - 3 + f = ?$

- a) 33
- b) 26
- c) 32
- d) 24

17) $k = j + m$ ve $k + j + m = 12$ ise $k = ?$

- a) $k = 3$
- b) $k = 6$
- c) 221
- d) 273

18) $m = 5n + 1$, n değeri 2 artarsa m değeri ne olur?

- a) $m = 7n + 1$
- b) $m = 53$
- c) $m = 5n + 11$
- d) $m = 10n + 1$

19) Yandaki şekil bir karedir. $\angle C = 4a$ ve $A = a^2$ ise $a = ?$

- a) $a = 3$
- b) $a = 4$
- c) $a = a$
- d) $a = 9$

20) $b + 5 = 4b$ ise $b = ?$

- a) $b = 5/3$
- b) $b = 4b + 5$
- c) $b = 3/5$
- d) $b = 0$

21) $x - 53 = 220$ ise $x - 54 = ?$

- a) 274
- b) 219
- c) 221
- d) 273

22) $m - 24 = 8$ ise $m = ?$

- a) 3
- b) -16
- c) 16
- d) 32

23) $k - m + 4 = 16$ ise $k - m = ?$

- a) 20
- b) 8
- c) 12
- d) 16

24) $9 = 24 - 5z$ ise $z = ?$

- a) 3
- b) -3
- c) $9/19$
- d) 10

25) $12 - 2x = 4x + 3$ ise $x = ?$

- a) $x = 12/15$
- b) $x = 16/15$
- c) $x = 9/6$
- d) $x = 7/10$

26) $z + 2(y - 3) = 9y - 8$ ise $z = ?$

- a) $z = 7y - 5$
- b) $z = 11y - 2$
- c) $z = 11y + 14$
- d) $z = 7y - 2$

27) Ceren kırtasiyeden tanesi 3 milyon olan kalemlerden ve tanesi 2 milyon olan defterlerden alıyor. k : aldığı kalemlerin sayısını; d : aldığı defterlerin sayısını göstermektedir. Ceren kasaya 15 milyon ödediğine göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) $3d + 2k = 15$ milyon
- b) $k + d = 15$ milyon
- c) $3k + 2d = 15$ milyon
- d) $6k + d = 15$ milyon

28) Ebru pazardan tanesi 2 milyon olan limonlardan ve tanesi 3 milyon olan karpuzlardan alıyor.

a : aldığı limonların sayısı ; b : aldığı karpuzların sayısı ise $2a + 3b$ ne anlama gelir?

- a) 2 tane limon ve 3 tane karpuz
- b) 32 milyon
- c) 23 milyon
- d) Limon ve karpuzla ödediği para

29) Ahmetlerin çiftliğinde tavuk ve horozları vardır. Tavukların sayısı horozların sayısının 5 katıdır. T : tavukların sayısını ve H : horozları sayısını gösterdiğine göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

a) $5 = T + H$

30) “Hangi sayının yarısının üç katından dört çıkartırsak on yedi eder?”

b) $5T = H$

c) $T = 5H$

d) $5T \times H$

Bu soruyu çözebilmek için yazılabilecek denklem aşağıdakilerden hangisidir?

a) $2/3 x + 4 = 17$

b) $3/2x - 4 = 17$

c) $3/2x + 4 = 17$

d) Hiçbiri

Cebir Öğrenme Alanı Tutum Ölçeği (EK 3)

Sevgili öğrenciler

Bu ölçek sizin matematikte cebir öğrenme alanına yönelik tutumunuzu ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Ölçekte verilen ifadelerin kesin bir cevabı yoktur. Maddelere vereceğiniz cevaplar sizin kendi düşüncenizi yansıtmaktadır. Lütfen bu maddeleri dikkatli bir şekilde okuyunuz ve belirtilen ifadeleri samimi bir şekilde sizin yaşamınızdaki anlam ve önemine göre karşısındaki puanlama cetvelinden duygu ve düşüncenizi en iyi yansıttığını düşündüğünüz seçeneği işaretleyiniz. Bu ölçekte doğru veya yanlış yoktur. Önemli olan sizin gerçek düşüncelerinizdir.

Lütfen her madde için yalnız bir seçeneği işaretleyiniz ve hiçbir maddeyi cevapsız bırakmayınız.

İşaretlemelerinizi cümlelerin karşısındaki boşluklardan size en uygun olana (x) koyarak yapınız.

Çalışmamıza sağladığınız katkı için teşekkür ederiz.

Cinsiyet : Kız () Erkek ()

Sınıf : 6. Sınıf () 7. Sınıf () 8. Sınıf ()

Maddeler		Kesinlikle Katılıyorum	Katılıyorum	Kararsızım	Katılmıyorum	Kesinlikle Katılmıyorum
1	Günlük hayatta karşılaştığım problem durumlarını cebir ifadeleri kullanarak ifade etmeyi severim.					
2	Cebirsel ifadeleri günlük hayatta kullanırım.					
3	Cebir alanına ait konuları öğrenmek her zaman ilgimi çeker.					
4	Cebirsel ifadeleri modellemek cebire karşı ilgimi artırır.					
5	İçimde cebire karşı aşırı bir öğrenme isteği var.					
6	Cebirin gerçek yaşama uygulaması olan bir alan olduğunu düşünürüm.					

7	Verilen bir matematiksel modellemeyi cebirsel olarak ifade etmek beni heyecanlandırır.					
8	Cebirle ilgili problemleri çözmek beni mutlu eder.					
9	Sınavlarda soruları çözmeye cebire ait konulardan başlarım.					
10	Cebirsel olarak verilmiş bir ifadeyle ilgili matematiksel cümle kurabilirim.					
11	Verilen bir sözel ifadeyi cebirsel olarak ifade etmekte zorlanırım.					
12	Cebir alanına ait konulara çalışmak problem çözme yeteneğimi artırır.					
13	Cebire ait konulara uğraşmak vakit kaybıdır.					
14	Cebire ait hiçbir konu bana anlamlı gelmez.					
15	Cebirsel ifadelerin matematikten çıkarılması gereklidir.					
16	Matematik dersinde cebirsel ifadelerden sorumlu tutulmak istemem.					
17	Cebir ile ilgili problemler cebire karşı beni soğutur.					
18	Cebire zorunda kaldığım için katlanırım.					
19	Cebirsel ifadeleri yorumlamak hoşuma gidiyor.					
20	Cebir matematiğin öğrenmesi zor alanlarından biridir.					
21	Cebirsel ifadeleri bilmek veya bilmemek çok önemli değildir.					
22	Cebir olmasaydı matematik bir şey kaybetmezdi.					
23	Matematikte sayılar varken harflerin kullanılması bana saçma gelir.					
24	Cebir konularının işlediği matematik derslerine katılmaktan zevk duyarım.					
25	Cebirsel ifadeleri modellemek bana anlamsız gelir.					
26	Cebir sorularını çözememek beni korkutmaz.					
27	Cebirle ilgili problemleri yapamamak beni endişelendirir.					
28	Cebir ile ilgili soruları çözememek beni umutsuzluğa düşürür.					

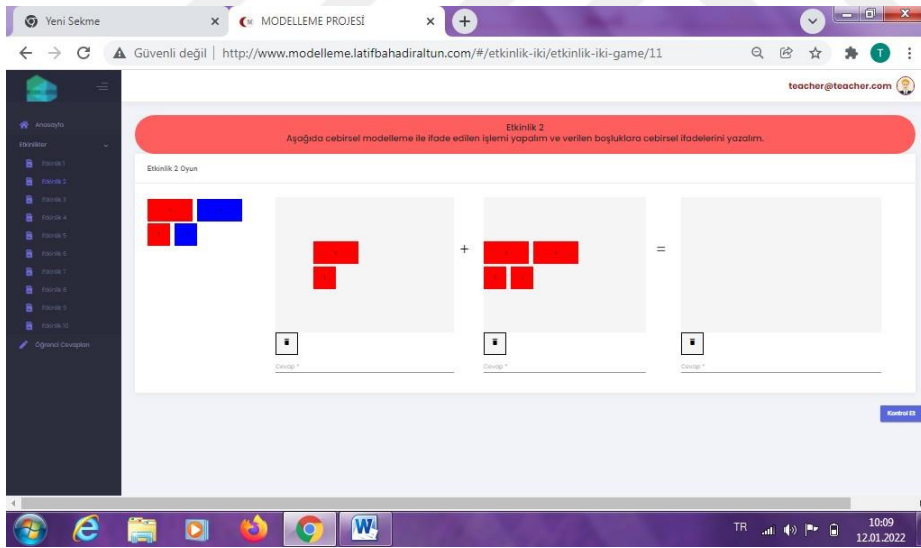
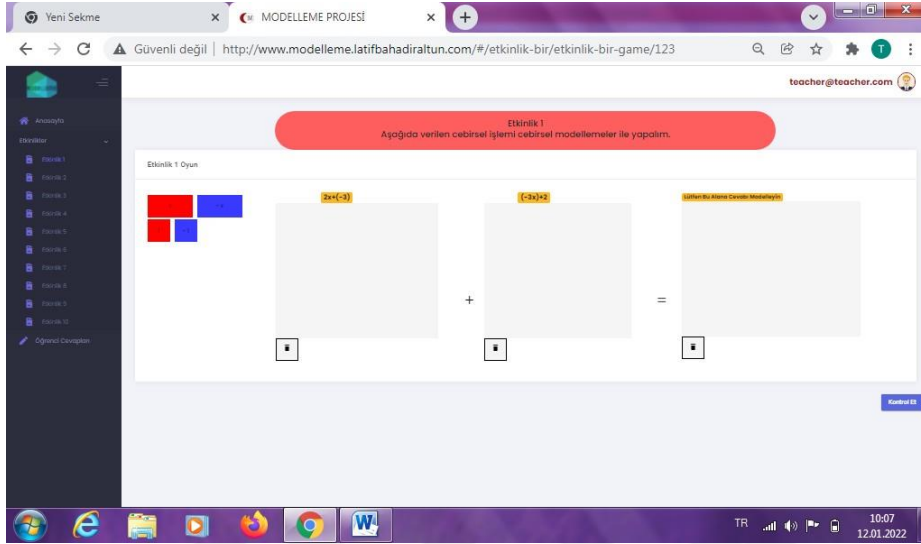
Görüşme Soruları (EK 4)**Görüşme Soruları**

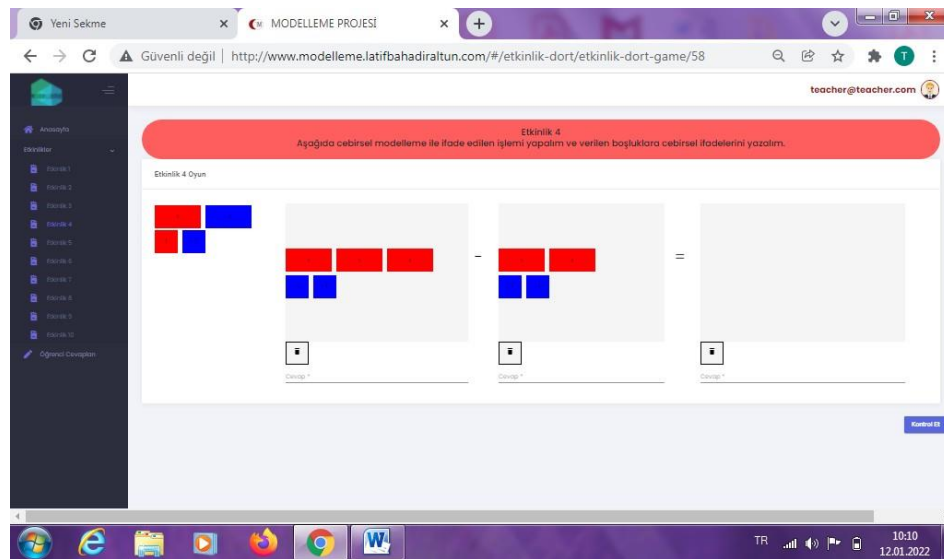
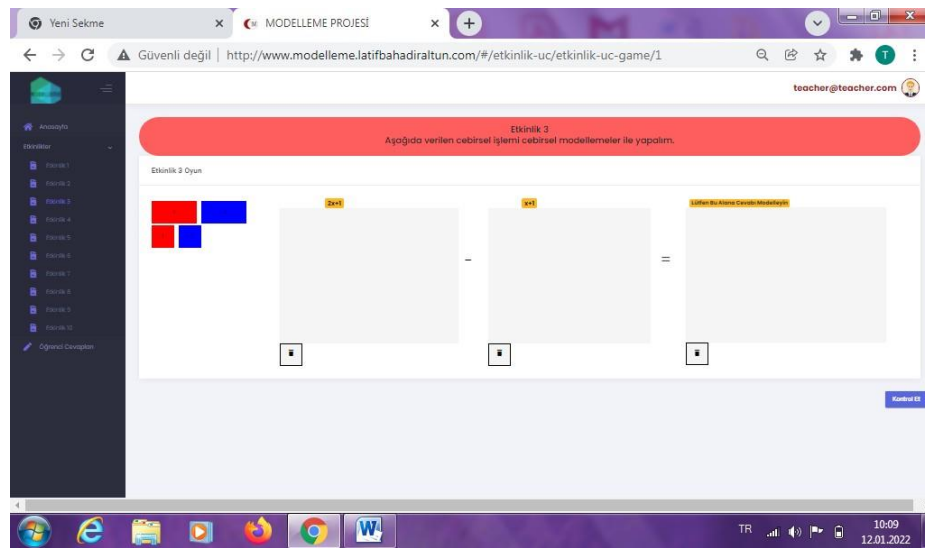
- 1) Cebirsel ifadeler ve denklemlere yönelik hazırlanan sanal manipülatif etkinlikleri ile ilgili düşüncelerin nelerdir?
- 2) Sanal manipülatifler ile işlenen dersleri diğer yöntemlerle işlenen derslerden ayıran farkların olduğunu düşünüyor musun? Varsa bu farklılıkları açıkla mısın?
- 3) Derslerin bu şekilde hazırlanan etkinliklerle işlendiğinde, matematik dersinde aktif ve başarılı olacağını düşünüyor musun?
- 4) Bu etkinliklerle işlenen dersler sonucunda, cebir öğrenme alanında yaşamış olduğun yanılgılara yönelik düşüncelerinde ne gibi değişiklikler oldu?

Sanal Manipülatif Etkinlikleri (EK 5)

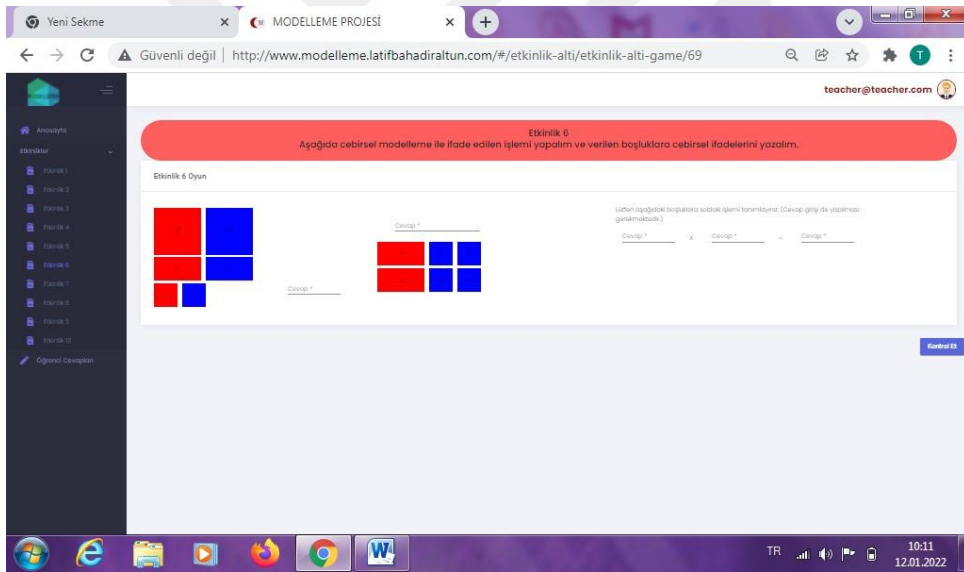
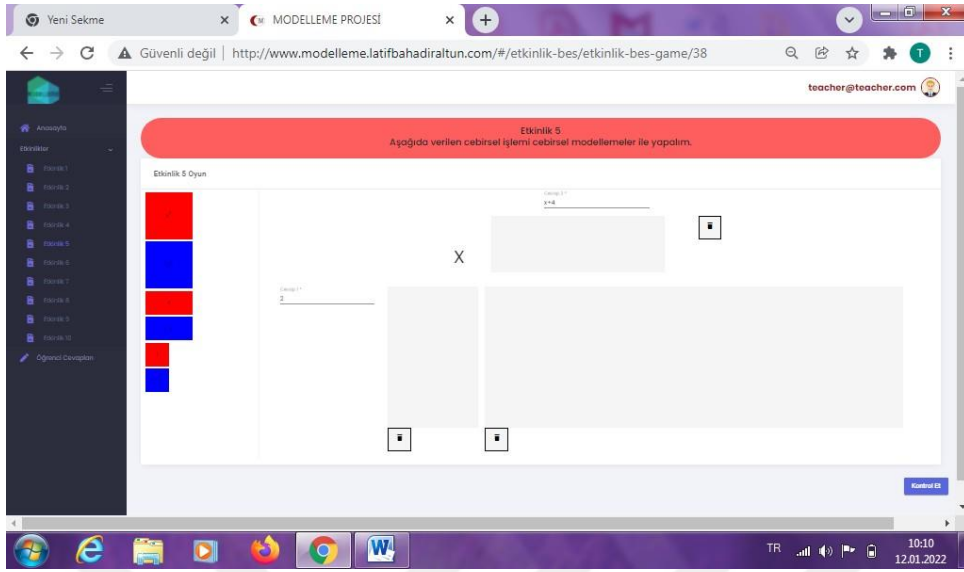
7.sınıf kazanımlarına ait geliştirilen SM etkinlikleri aşağıda sunulmuştur.

1. Kazanım: Cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma işlemleri yapar. Kazanımına ait SM etkinlik örneği,





2. Kazanım: Bir doğal sayı ile bir cebirsel ifadeyi çarpıp. Kazanımına ait SM etkinlik örnekleri,



3. Kazanım: Eşitliğin korunumu ilkesini anlar. Kazanımına ait SM etkinlik örnekler

Yeni Sekme x MODELLEME PROJESİ x +

Güvenli değil | http://www.modelleme.latifbahadiraltun.com/#/etkinlik-sekiz/etkinlik-sekiz-game/73

teacher@teacher.com

Etkinlik 8
Aşağıda verilen denklemleri modelleyelim ve bilinmeyen ifadeyi (x) bulalım.

Etkinlik 8 Oyun

Lütfen önce eşitliğin iki tarafını da doldurun.

Kontrol Et

Windows taskbar: 10:11 12.01.2022

Yeni Sekme x MODELLEME PROJESİ x +

Güvenli değil | http://www.modelleme.latifbahadiraltun.com/#/etkinlik-sekiz/etkinlik-sekiz-game/73

teacher@teacher.com

Etkinlik 8
Aşağıda verilen denklemleri modelleyelim ve bilinmeyen ifadeyi (x) bulalım.

Etkinlik 8 Oyun

Şimdi kârtları eşitliği sadeleştirip X'i bulalım. + bulduğumuz + değerini sağa taşıyarak yazalım. x = ?

Kontrol Et

Yanlış! Sorusunuza Doğru

Windows taskbar: 10:39 12.01.2022

4.Kazanım: Birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemleri çözer. Kazanımına ait SM etkinlik örnekler

Yeni Sekme x MODELLEME PROJESİ x +

Güvenli değil | http://www.modelleme.latifbahadiraltun.com/#/etkinlik-dokuz/etkinlik-dokuz-game/76

teacher@teacher.com

Etkinlik 9
Aşağıda verilen eşitliği cebirsel modellerlemler ile eşit kolu terazide gösterelim.

Etkinlik 9 Oyun:
Lütfen modelleyiniz $5x + 0 = 4x + 4$

www.modelleme.latifbahadiraltun.com/#

10:12
12.01.2022

Yeni Sekme x MODELLEME PROJESİ x +

Güvenli değil | http://www.modelleme.latifbahadiraltun.com/#/etkinlik-on/etkinlik-on-game/120

teacher@teacher.com

Etkinlik 10
Aşağıda verilen denklemi cebirsel modellerlemler ile eşit kolu terazide gösterelim ve denklemi çözümlenerek bilinmeyen ifadeyi (x) bulalım.

Etkinlik 10 Oyun:
Lütfen modelleyiniz $3x + 4 = x + (-2)$

Lütfen denklemin sonucunda
Bulan değeri yazınız
x = ?

10:13
12.01.2022

Yeni Sekme x MODELME PROJESİ x

Güvenli değil | http://www.modelleme.latifbahadiraltun.com/#/etkinlik-on/etkinlik-on-game/79

teacher@teacher.com

Etkinlik 10
Aşağıda verilen denklemi cebirsel modellerle eşit kollu terazi üzerinde gösterelim ve denklemi çözümlenerek bilinmeyen ifadeyi (x) bulalım.

Etkinlik 10 Oyunu:

Lütfen modelleyiniz: $(-3x)+2 = (-x)+4$

Lütfen denklemin sonucunda bulduğunuz x'in değerini giriniz:

Kontrol Et Sonraki oyuna geç

Tamamla Sonucunuz Doğru

10:15
12.01.2022

Araştırma İzini (Ek 6)



T.C.
TOKAT VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-27001677-44-38754502

10/12/2021

Konu : Anket Çalışma İzni

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığına Bağlı Okul ve Kurumlarda Yapılacak Araştırma ve Araştırma Destegine Yönelik İzin ve Uygulama Yönergesi.
b) 10/11/2021 tarihli ve 27001677/44/36577437 sayılı Valilik Makam Onayı.
c) Araştırma İzinleri İnceleme Komisyonunun 10.12.2021 tarihli tutanağı.
d) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 01.12.2021 tarih ve 103949 sayılı yazısı.

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi'nin ilgi (d) talebi gereği okulun Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Tuğba TEMUR Merkez Gaziosmanpaşa Ortaokulu öğrencilerine yönelik hazırlamış olduğu "Etkinlik Tabanlı Sanal Manipülatif Kullanımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel İfadeler-Eşitlik ve Denklem Konusuna Yönelik Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Rolünün İncelenmesi" konu başlıklı anket çalışmasını uygulamak istenmektedir.

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Tuğba TEMUR Doç. Dr. Eyüp SEVİMLİ danışmanlığında hazırlamış olduğu "Etkinlik Tabanlı Sanal Manipülatif Kullanımının 7. Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel İfadeler-Eşitlik ve Denklem Konusuna Yönelik Kavram Yanılgılarını Gidermedeki Rolünün İncelenmesi" konulu bilimsel amaçlı anket çalışmasını Merkez Gaziosmanpaşa Ortaokulu öğrencilerine uygulama yapma isteği Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamınızca da uygun görüldüğü takdirde Olur'unuza arz ederim.

Murat KÜÇÜKALİ
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR

Osman SARI
Vali a.
Vali Yardımcısı

Ek:

1-Tutanak

2-Tokat GOP. Ün. Rektörlüğü yazısı ve yazı ekleri

Adres : GOP Bulvarı 60100 Tokat/Merkez

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No : 0 (356) 214 10 17
E-Posta : strategijelistirme60@meb.gov.tr
Kep Adresi : meb@hs01.kep.tr

Bilgi için: Adnan YÜCE Memur

Unvan : Memur

İnternet Adresi: www.meb.gov.tr

Faks: 3562141186

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden d23c-aa77-3555-9ae2-faa4 kodu ile teyit edilebilir.







