

**DEĞİŞKEN KAVRAMININ
ÖĞRETİMİ SÜRECİNDE
ELEKTRONİK TABLO KULLANIMI:
BİR ÖĞRETİM DENEYİ**
Pelin TURAN
(Yüksek Lisans Tezi)
Ağustos 2013

**DEĞİŞKEN KAVRAMININ ÖĞRETİMİ SÜRECİNDE ELEKTRONİK TABLO
KULLANIMI: BİR ÖĞRETİM DENEYİ**

Pelin TURAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Ağustos 2013

**“Bu çalışma Anadolu Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca
kabul edilen 1201E009 nolu proje kapsamında desteklenmiştir.”**

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Pelin TURAN'ın "Değişken Kavramının Öğretim Sürecinde Elektronik Tablo Kullanımı: Bir Öğretim Deneyi" başlıklı tezi 01.08.2013 tarihinde, aşağıda belirtilen jüri üyeleri tarafından Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi programı yüksek lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Adı-Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı) : Yard.Doç.Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN



Üye : Doç.Dr. Aytaç KURTULUŞ



Üye : Yard.Doç.Dr.Abdülkadir ERDOĞAN




Doç.Dr. Oktay Cem ADIGÜZEL

Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdür Vekili

ÖZET

DEĞİŞKEN KAVRAMININ ÖĞRETİMİ SÜRECİNDE ELEKTRONİK TABLO KULLANIMI: BİR ÖĞRETİM DENEYİ

Pelin TURAN

Matematik Eğitimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Ağustos 2013

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN

Öğrencilerin matematiksel düşünmesinin gelişmesinde önemli rol oynayan süreçlerden biri aritmetikten cebire geçiştir. İlk kez 6. sınıf cebir öğrenme alanında giriş yapılan bu sürecin başlangıcında yer alan temel kavram ‘değişken’ kavramıdır. Aynı zamanda bu kavramın öğrencilerin algılamakta en çok zorlandıkları kavramlardan biri olduğu da ifade edilmektedir. Bu sebeple değişken kavramının öğretimi için farklı öğretim ortamları sunulması gerektiği düşünülmekte ve teknoloji destekli ortamın özellikle de elektronik tablonun bu yönde kullanılabilecek bir potansiyele sahip olduğu belirtilmektedir. Bu araştırmada cebire ilk adımın atıldığı değişken kavramının elektronik tablo ortamında öğretim sürecinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

Araştırmada öğretim deneyi yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmadaki öğretim deneyi üç aşama içermektedir. Birinci aşama elektronik tablonun tanıtımından oluşmaktadır. İkinci aşama, cebir öğrenme alanının ilk konusu olan örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanındaki kazanımlara yönelik olarak elektronik tablo ortamında sunulacak etkinliklerden oluşmaktadır. İkinci aşama örüntü genellenmesi sürecini içermesi bakımından öğrenci için değişken kavramına giriş özelliği taşımaktadır. Üçüncü aşama da ise, elektronik tablo kullanımıyla değişken kavramına yönelik etkinliklere yer verilmiştir. Son olarak klinik görüşmeler yapılarak değişken kavramının öğretimi süreci daha detaylı incelenmiştir.

Araştırma kapsamında elektronik tablo programlarından Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır. Öğretim deneyi Eskişehir’deki bir ilköğretim okulunun 6. sınıfında bulunan 15 ilköğretim öğrencisi (11-12 yaş) ile gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler ilk defa elektronik tablo ile tanışmışlar ve matematik dersleri araştırma süreci boyunca bilgisayar laboratuvarında yapılmıştır.

Öğrencilerin uygulama boyunca bilgisayar ekranları ekran kaydetme programıyla, uygulama sonlarında ise bilgisayar üzerindeki çalışma sayfaları kaydedilmiştir. Ayrıca genel olarak sınıf ortamını gösteren video çekimleri yapılmış ve bir yaka mikrofonu yardımıyla öğretmenin sınıf ve öğrenci grupları ile yaptığı konuşmalar kaydedilmiştir. Tüm bu kayıtların bir dökümü yapılarak öğretim deneyinin ve klinik görüşmelerin nitel araştırma yöntemleri kullanılarak içerik analizi yapılmıştır.

Öğrencilerin ilk defa teknoloji destekli bir matematik öğretimi ortamında bulundukları bu çalışmada, elektronik tablo kullanımının öğrenciler tarafından kolayca benimsendiği ve elektronik tablo ile matematik etkinliklerini gerçekleştirebildikleri saptanmıştır. İkinci aşamada ise, örüntüler konusunun ele alınmasıyla öğrencilerin elektronik tablo üzerinde oluşturdukları formülleri öncelikle örüntünün genellenmesi için bir araç ve cebirsel ifadeye ilk adım olarak öğrenme süreçlerine dâhil ettikleri görülmüştür. Üçüncü aşamada, verilen problem durumlarını elektronik tablonun yardımıyla rahatlıkla cebirsel olarak ifade edebildikleri, örüntü problemlerinde kullandıkları çözüm stratejilerini bu problem durumlarının çözümüne uyguladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Yazdıkları cebirsel ifadelerde kullandıkları harfleri birer değişken olarak algılayabildikleri yapılan klinik görüşmelerde belirlenmiştir. Böylelikle aritmetikten cebire geçiş sürecinde elektronik tablo dilinin öğrenciler tarafından kolayca benimsenmesi ile örüntü genelleme süreci tamamlanmış ve değişken kavramına giriş yapılmıştır. Değişken kavramının öğretiminde elektronik tablo temsilleri aracılığıyla kavramın öğrenciler tarafından zorlanmadan anlamlandırılabilirdiği ve kavrama yönelik düşüncelerinin programda hedeflenildiği gibi geliştiği belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Değişken kavramı, elektronik tablo, 6. sınıf, Microsoft Excel, cebir, örüntü, öğretim deneyi

ABSTRACT**USING SPREADSHEETS IN TEACHING VARIABLE CONCEPT: A TEACHING
EXPERIMENT****Pelin TURAN****Department of Mathematics Education
The Graduate School of Educational Sciences****August 2013****Supervisor: Asst. Prof. Emel ÖZDEMİR ERDOĞAN**

The transition from arithmetic to algebraic plays an important role in developing mathematical thinking. In the beginning of this process, basic concept is the concept of variable which is firstly seen in the algebra learning area on 6th grade. It is pointed out that variable is one of the concepts that students face many difficulties about perceiving it. Different instructional environments can be effective to cope with these difficulties. Additionally, many studies imply that spreadsheets have potential to support meaning of the concept of variable. The aim of the study was to introduce variable concept in spreadsheet environment and to examine this process.

The study was based on the method of teaching experiment which had three phases. In the first phase the spreadsheet was introduced to the students. In the second phase, the study ran on activities about the first subject of algebra learning area- ‘patterns and relations’ in spreadsheet environment. In the way of having pattern generalization process in second phase, students faced to concept of variable at first. In the third phase students were given a sequence of spreadsheet activities to find out their understanding of the concept of variable. Lastly, teaching processes were examined more detailed with the help of clinical interviews.

In the study, one of spreadsheet programs, Microsoft Excel software was used. The teaching experiment was implemented with 15 students who study on 6th grade (11-12 ages) in a primary school in Eskişehir. The students at first introduced with the spreadsheet and mathematics classes went on in the computer lab during the teaching programme.

The class has been videotaped during the teaching process. The phases of exercises have been recorded by special software, which has been installed to computers in order to record the screen moves of the students, and a lapel microphone, which was carried by the researcher in order to record student-researcher dialogues. Also, Excel files and worksheets of the students have been collected. All the data that has been collected during teaching experiment and clinical interviews examined with the context of analysis using the qualitative research methods.

In this study which the students took part in a technology-based environment for the first time, it was revealed that the use of spreadsheet was easily adopted by the students and they could perform the mathematics activities using the spreadsheet. In the second phase, it was observed that by focusing on the subject of patterns and relations, the students included the formulas that they formed on the spreadsheet; initially as a tool for the generalization of the pattern and as a first step to algebraic expressions. In the third phase, it was concluded that they could state the given problem situations in an algebraic way via the help of spreadsheet easily and they could apply the solving strategies that they had used in the pattern problems in the solving of those problem situations. It was found out in the clinical interviews, the students could perceive the letters as a variable which they used in the algebraic expressions they wrote. Thus, in the process of the transition from arithmetic to algebra, the pattern generalization process was finished and the concept of variable was introduced by using spreadsheet language easily by students. It is seen that through the spreadsheet language the students gave meanings to the concept of the variable and their ideas on this concept evolved as aimed in the programme.

Key words: The concept of variable, spreadsheet, 6th grade, Microsoft Excel, algebra, pattern, teaching experiment

ÖNSÖZ

Cebirin temel kavramlarından biri olan değişken kavramının öğrenim sürecinde öğrenciler birçok zorlukla karşılaşmaktadır. Bu zorlukların giderilmesi amacıyla araştırmada değişken kavramına giriş süreci alternatif bir öğrenme ortamı olan elektronik tablo ortamında incelenmiş ve bu süreçle yönelik sonuçlar paylaşılmıştır.

“Hayatta en büyük mucize, iyi bir öğretmene rastlamaktır.” diye bir söz duymuştum. Öğretmenlik mesleğimin ve bilim insanı olma sürecimin başında ve araştırma sürecinin her aşamasında bana yol gösteren, yeni ufuklar açan, kıymetli görüşleri, katkıları, akademik ve manevi desteği ile yanımda rehber olan değerli öğretmenim ve danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Emel Özdemir ERDOĞAN’a teşekkürüm sonsuzdur.

Tez jürimde olmayı kabul eden Doç. Dr. Aytaç KURTULUŞ ve Yrd. Doç. Dr. Abdülkadir ERDOĞAN’a zaman ayırdıkları ve değerlendirmeleri ile tezime katkıda bulundukları için teşekkür ederim.

Tüm hayatım boyunca örnek aldığım, desteğini ve sevgisini her zaman hissettiğim, benim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan sevgili ablam Yasemin Turan TOPAL’a, yaratıcı görüşleri ve huzur veren varlığıyla bana daima gülmeyi öğretten annem Fatma TURAN’a, çalışmanın bir erdem olduğunu öğrenmekten ve öğretmekten vazgeçmeyerek gösteren bana inanan ve güvenen babam Ali Rıza TURAN’a, duaları, nasihatleri ve sevgisiyle bugünlere gelmemi sağlayan ananem Ayşe BARIŞIK’a, hayatımıza güzellikler getiren, güven dolu varlığıyla her anlamda yardımını ve ilgisini esirgemeyen, bana yol gösteren abim Mehmet Meriç TOPAL’a, moral kaynaklarım Mehmet Mirza ve Ali Mirat’a teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Anadolu Üniversitesi’ne başvurmamı ve yüksek lisansa başlamamı sağlayan ve benimle her zaman bilgilerini paylaşan değerli dostum Araştırma Görevlisi Deniz ÖZEN’e, evinin kapılarını açan daima yanımda ve destek olan dostum Merve ŞAHİNER’e, araştırmamın uygulanması sırasında yardımlarını esirgemeyen öğretmen arkadaşım Ahmet YANIK’a teşekkür ederim.

Araştırma sürecine katılan öğrencilere ve bu uygulamayı yapmama izin veren Eskişehir İl Milli Eğitim Müdürlüğü'ne teşekkür ederim.

Araştırmama verdiği destekten ötürü Anadolu Üniversitesi'ne teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bugüne gelmemde payları bulunan tüm öğretmenlerime teşekkürü borç bilirim.

Pelin TURAN
Eskişehir, 2013

ÖZGEÇMİŞ

Pelin TURAN
Matematik Eğitimi Anabilim Dalı
Yüksek Lisans

Eğitim

Lisans: 2006 - 2010	Dokuz Eylül Üniversitesi (İzmir) İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü
2009 – 2010	University of Minho (Portekiz- Braga) Enstitute of Child Studies (Güz dönemi, Erasmus Öğrenci Değişim Programı kapsamında)
Lise: 2002 – 2006	Söke Hilmi Fırat Anadolu Lisesi (Aydın)

İş

2012- ...	MEB, Başoba Ortaokulu (Hopa/ARTVİN)
-----------	-------------------------------------

Seçilmiş Yayınlar

- Turan, P. ve Özdemir Erdoğan, E. (2012). Matematik dersinde teknoloji kullanımı ve öğrenci zorlukları: Elektronik tablo örneği. *6th International Computer and Instructional Technologies Symposium, Abstract*, October 04-06, Gaziantep, p. 262.
- Özdemir Erdoğan, E. ve Turan, P. (2012). İlköğretim 6. sınıfta cebire giriş sürecinde elektronik tablo destekli örnek bir öğretim ortamı. *11. Matematik Sempozyumu Sempozyum Özetleri*, 19-21 Eylül, Samsun, s. 88-90.

Özdemir Erdoğan, E. ve Turan, P. (2012). An Instrumental approach to pattern generalisation in spreadsheet environment. *Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (PME36)*, Taipei-Taiwan, July 18-22, 2012, volume 4, p. 310.

Özdemir Erdoğan, E. ve Turan, P. (2012). A first step to concept of variable by using spreadsheets: an example of teaching experiment in Turkey. *ICME-12, 12th International Congress on Mathematical Education Pre-proceedings*, 8–15 July, 2012, COEX, Seoul, Korea, p. 3729-3738.

Özdemir Erdoğan, E. ve Turan, P. (2012). Elektronik tablo ortamında ilköğretim öğrencilerinin örüntüleri genellemeleri. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi (X. UFBMEK) Bildiri Özetleri*, 27-30 Haziran 2012 Niğde, s. 27.

Kişisel Bilgiler

Doğum Yeri ve Yılı: Söke – 1988

Cinsiyeti: Kadın

Yabancı Dili: İngilizce

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
ÖNSÖZ	viii
ÖZGEÇMİŞ	x
İÇİNDEKİLER	xii
TABLolar LİSTESİ	xvii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ	xxiii
 BİRİNCİ BÖLÜM: GİRİŞ	 1
1.1. Aritmetikten Cebire Geçiş.....	2
1.1.1. Örüntüler ve İlişkiler Alt Öğrenme Alanı	3
1.2. Değişken Kavramı	7
1.2.1. Düünden Bugüne Değişken Kavramı ve Çalışmalarda Geçen Formal Tanımlar	7
1.2.2. Değişken Kavramının Farklı Kullanımları.....	10
1.2.3. Değişken Kavramında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar	12
1.3. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı	17
1.4. Elektronik Tablo	17
1.4.1. Elektronik Tablo Nedir?.....	17
1.4.2. Microsoft Excel Yazılımının Kullanımı ile İlgili Temel Özellikler	18
1.4.2.1. Elektronik Tablonun Yapısal Özellikleri.....	19
1.4.2.2. Elektronik Tabloda Matematiksel Beceriler	19
1.4.2.3. Elektronik Tabloda Formül Girme ve Sürükleme Tekniği.....	19

1.4.3. Matematik Eğitiminde Elektronik Tablo Kullanımı ve Elektronik Tablonun Potansiyelleri	21
1.4.4. Elektronik Tablonun Matematik Öğretim Programlarındaki Yeri	23
1.4.5. Elektronik Tablo ve Örüntüler ve İlişkiler	24
1.4.6. Elektronik Tablo ve Değişken Kavramı.....	25
1.5. Araştırmanın Amacı.....	27
1.6. Araştırmanın Önemi	28
1.7. Sınırlılıklar	29
1.8. Sayıtlılar	29
İKİNCİ BÖLÜM: YÖNTEM	30
2.1. Araştırma Modeli.....	31
2.1.1. Öğretim Deneyi.....	31
2.1.1.1. Öğretim Deneyinin Planlanması	32
2.1.1.2. Öğretim Deneyinde Uygulanacak Etkinliklerin Hazırlanması	34
2.1.1.3. Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliklerinin Amaçları ve Tanıtımı	36
2.1.2. Klinik Görüşme	39
2.1.3. Pilot Çalışma.....	40
2.2. Araştırmanın Katılımcıları	40
2.2.1. Öğretim Deneyinin Katılımcıları	41
2.2.2. Klinik Görüşmenin Katılımcıları	41
2.3. Verilerin Toplanması	41
2.3.1. Veri Toplama Araçları	42
2.4. Verilerin Analizi	43

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM: BULGULAR VE YORUMLAR.....	45
3.1. Birinci Aşama-Elektronik Tablonun Tanıtımı	45
3.1.1. Elektronik Tablo Kullanımında Karşılaşılan Zorluklar	46
3.1.1.1. Sayısal Sonuçlarının Öne Çıkması.....	46
3.1.1.2. Hücre Adresi ve İçeriğinin Formül Yazımında Karıştırılması	46
3.1.1.3. Sürükleme Tekniği	47
3.2. İkinci Aşama- Örüntüler ve İlişkiler.....	48
3.2.1. Örüntüler ve İlişkiler Etkinliklerinin Amaçları ve Tanıtımı	49
3.2.1.1. Elektronik Tablo Ortamında Örüntü İçin Girilecek Formülü Bulma 'Kuralı Tahmin Et' Etkinliği.....	49
3.2.1.2. Elektronik Tablo Ortamında Örüntünün Yakın ve Uzak Adımlarını Bulma 'Örüntüler' Etkinliği.....	50
3.2.1.3. Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan 'Küpler' ve 'Kareler' Etkinliği	52
3.2.2. Örüntünün Genellenmesi Süreci (Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan 'Küpler' ve 'Kareler' Etkinliğinin Analizi)	52
3.2.2.1. 'Küpler' ve 'Kareler' Etkinliğinin Elektronik Tablo Kullanım Analizi.....	53
3.2.2.2. 'Küpler' Etkinliğinin Matematiksel Analizi.....	55
3.2.2.3. 'Kareler' Etkinliğinin Matematiksel Analizi	60
3.3. Üçüncü Aşama- Değişken Kavramı	64
3.3.1. Değişken Kavramına Giriş 'Problemler' Etkinliği.....	64
3.3.1.1. 'Problemler' Etkinliğinin Amaçları ve Tanıtımı.....	64
3.3.1.2. Elektronik Tablo Formülünden Cebirsel İfadeye Geçiş Süreci ('Problemler' Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci Sorusu)	68
3.3.1.3. Elektronik Tablo Formülünden Cebirsel İfadeye Geçiş Süreci ('Problemler' Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan İkinci Sorusu)	74

3.3.1.4. Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan İlk 5 Sorunun Analizi.....	78
3.3.1.5. Elektronik Tablo Formüllerini Yorumlama ('Problemler' Etkinliğinin Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Altıncı, Yedinci ve Sekizinci Sorusu).....	87
3.3.1.6. Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan 6, 7 ve 8. Sorunun Analizi	89
3.3.2. Değişken Kavramını Yorumlama ve Bilinmeyi Bulma 'Sorulanı Bul' Etkinliği.....	90
3.3.2.1. 'Sorulanı Bul' Etkinliğinin Amaçları ve Tanıtımı	90
3.3.2.2. Bilinmeyi Bulma (Sınıfça Yapılan Çalışma 'Çikolata Problemi').....	92
3.3.2.3. Bilinmeyi Bulma ('Sorulanı Bul' Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci Sorusu).....	96
3.3.2.4. Bilinmeyi Bulma ('Sorulanı Bul' Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan İkinci Sorusu)	101
3.3.2.5. 'Sorulanı Bul' Etkinliğinin Analizi	104
3.4. Klinik Görüşmeler	111
3.4.1. Klinik Görüşme Sorularının Amaçları ve Tanıtımı	111
3.4.1.1. Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci ve İkinci Soru	111
3.4.1.2. Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Üçüncü ve Dördüncü Soru.....	112
3.4.2. Bilinmeyi Bulma (Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci ve İkinci Sorunun Analizi)	112
3.4.2.1. Elektronik Tablo Kullanımı Analizi.....	113
3.4.2.2. Matematiksel Analiz.....	114
3.4.3. Değişkeni Yorumlama (Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Üçüncü Sorunun Analizi)	117
3.4.4. Değişkeni Yorumlama (Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Dördüncü Sorunun Analizi)	119
3.4.4.1. Cebirsel İfadeye Göre Cümle Yazma.....	119
3.4.4.2. Cebirsel İfadelerdeki Harf Sembollerini Yorumlama	120

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER.....	121
4.1. Sonuç.....	121
4.1.1. Elektronik Tablo Kullanımına Dair Sonuçlar.....	122
4.1.2. Örüntünün Genellenmesi Sürecine Yönelik Sonuçlar	123
4.1.3. Değişken Kavramına Yönelik Sonuçlar.....	125
4.2. Öneriler	130
EKLER	131
KAYNAKÇA.....	166

TABLOLAR LİSTESİ

<i>Tablo 1: Değişken Kavramının Sözlük Tanımları</i>	<i>7</i>
<i>Tablo 2: 1710-1936 Yılları Arasında Değişken Kavramı</i>	<i>8</i>
<i>Tablo 3: 1959-1983 Yılları Arasında Değişken Kavramı</i>	<i>9</i>
<i>Tablo 4: 2005 ve 2009 Yıllarında Değişken Kavramı.....</i>	<i>9</i>
<i>Tablo 5: Sembollerin Farklı Kullanımları ve Örnekler</i>	<i>10</i>
<i>Tablo 6: Cebir Kavramları ve Değişken Kavramları Arasındaki İlişki.....</i>	<i>11</i>
<i>Tablo 7: Elektronik Tablonun Değişken Kavramını Destekleyen Yapısal Özellikleri....</i>	<i>26</i>
<i>Tablo 8: Öğretim Deneyi Süreci</i>	<i>35</i>
<i>Tablo 9: Elektronik Tablo Tanıtımı Etkinliklerinin Amaçları</i>	<i>36</i>
<i>Tablo 10: ‘Küpler’ ve ‘Kareler’ Etkinliği Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri.....</i>	<i>53</i>
<i>Tablo 11: ‘Küpler’ Etkinliğinin Matematiksel Analizi.....</i>	<i>55</i>
<i>Tablo 12: ‘Kareler’ Etkinliğinin Matematiksel Analizi</i>	<i>60</i>
<i>Tablo 13: ‘Problemler’ Etkinliği Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri.....</i>	<i>79</i>
<i>Tablo 14: ‘Problemler’ Etkinliğinin Matematiksel Analizi.....</i>	<i>83</i>
<i>Tablo 15: ‘Problemler’ Etkinliği Altıncı Soru İçin Yazılan İfadeler</i>	<i>87</i>
<i>Tablo 16: ‘Problemler’ Etkinliği Yedinci Soru İçin Yazılan İfadeler.....</i>	<i>88</i>
<i>Tablo 17: ‘Problemler’ Etkinliği Sekizinci Soru İçin Yazılan İfadeler.....</i>	<i>88</i>
<i>Tablo 18: ‘Problemler’ Etkinliği 6, 7 ve 8. Sorunun Analizi.....</i>	<i>89</i>
<i>Tablo 19: ‘Soruları Bul’ Etkinliği Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri.....</i>	<i>104</i>
<i>Tablo 20: ‘Soruları Bul’ Etkinliğinin Matematiksel Analizi.....</i>	<i>106</i>
<i>Tablo 21: Klinik Görüşme Birinci ve İkinci Sorudaki Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri</i>	<i>113</i>
<i>Tablo 22: Aynı Sütundaki İki Formülü Karşılaştırmaya İlişkin Yorumlar.....</i>	<i>117</i>
<i>Tablo 23: Klinik Görüşme Üçüncü Sorunun Analizi</i>	<i>117</i>
<i>Tablo 24: Verilen Cebirsel İfadeye Göre Yazılan Cümleler</i>	<i>119</i>
<i>Tablo 25: Cebirsel İfadelerdeki Harf Sembollerine İlişkin Yorumlar</i>	<i>120</i>

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Cebirsel Düşünmenin Çatısı.....	4
Şekil 2: Örnek Excel Çalışma Sayfası.....	18
Şekil 3: Hücre	19
Şekil 4: Matematiksel İşlem	19
Şekil 5: Hücre Adresi ile İşlem.....	20
Şekil 6: Birden Fazla Hücre Adresi ile İşlem	20
Şekil 7: Bilinen Serileri Sürüklemeye.....	20
Şekil 8: Tek Bir Sayı Sürüklemeye.....	20
Şekil 9: İki Sayıyı Sürüklemeye.....	20
Şekil 10: Formül Sürüklemeye	21
Şekil 11: MEB (2009)'deki Elektronik Tablo Kullanımı Örneği.....	24
Şekil 12: Elektronik Tabloda Aritmetik Yaklaşım (Deneme-Yanılma Yöntemi).....	27
Şekil 13: Elektronik Tabloda Cebirsel Yaklaşım.....	27
Şekil 14: Araştırma Süreci.....	31
Şekil 15: Öğretim Deneyi Aşamaları	33
Şekil 16: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 1	36
Şekil 17: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 2	37
Şekil 18: Eşitlik İşareti Kullanma	37
Şekil 19: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 3- İşlem 1 ve İşlem 2.....	37
Şekil 20: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 4	38
Şekil 21: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 5	38
Şekil 22: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 6	38
Şekil 23: Adresteki Satır Sayısı Yerine Hücredeki Sayıyı Yazma	47
Şekil 24: Hücre İçerisindeki Sayıyı Adreste Verme	47
Şekil 25: Formülü ve Sayıyı Birlikte Sürüklemeye	48
Şekil 26: Örüntü 1- Kuralı Tahmin Et.....	49
Şekil 27: Girdi-Çıktı İnceleme.....	49
Şekil 28: Doğru Formülü Bulma.....	49
Şekil 29: Örüntüler 2 Etkinliği.....	50

Şekil 30: Örüntüler 2-Formül Girme.....	51
Şekil 31: Örüntüler 2- Zuhal'in Çalışma Kağıdı	51
Şekil 32: Küpler Etkinliği.....	52
Şekil 33: Kareler Etkinliği.....	52
Şekil 34: Küpler Etkinliği Fatmanur Ekran Kaydı.....	54
Şekil 35: Kareler Etkinliği Nur ve Gökçe Ekran Kaydı.....	54
Şekil 36: Adım Sayısı Sürükleme	54
Şekil 37: Terim Sayısı Sürükleme-Küpler.....	54
Şekil 38: Terim Sayısı Sürükleme-Kareler	54
Şekil 39: Örüntü Formülü Sürükleme-Zuhal'in Ekran Kaydı.....	55
Şekil 40: Küpler Etkinliği Rekürsif Formül.....	56
Şekil 41: Küpler Etkinliği Sürükleme Hatası.....	56
Şekil 42: Küpler Etkinliği Terim Sayılarını Sürükleme ile Rekürsif Strateji	57
Şekil 43: Küpler Etkinliği Belirgin Strateji	57
Şekil 44: Rabia ve Nesrin'in Formülü	57
Şekil 45: Küpler Etkinliği Uzak Adımlar Nur'un Çalışma Kâğıdı.....	58
Şekil 46: Seyfullah'ın Tablosu.....	58
Şekil 47: Seyfullah'ın Çalışma Yapağı.....	58
Şekil 48: Kareler Etkinliği Terim Sayılarını Sürükleme	61
Şekil 49: Yanlış Formülü Sürükleme.....	62
Şekil 50: Kareler Etkinliği Belirgin Formül	62
Şekil 51: Kareler Etkinliği Uzak Adımlar Fatmanur'un Çalışma Kâğıdı	63
Şekil 52: Kareler Etkinliği Zuhal'in Tablosu ve Çalışma Kağıdı	63
Şekil 53: 'Problemler' Birinci Soru.....	65
Şekil 54: 'Problemler' İkinci Soru.....	65
Şekil 55: 'Problemler' Üçüncü Soru	65
Şekil 56: 'Problemler' Dördüncü Soru.....	66
Şekil 57: 'Problemler' Beşinci Soru.....	66
Şekil 58: 'Problemler' Altıncı Soru.....	67
Şekil 59: 'Problemler' Yedinci Soru	67
Şekil 60: 'Problemler' Sekizinci Soru.....	67
Şekil 61: 'Problemler' Birinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma	68

Şekil 62: 'Problemler' Etkinliği Birinci Soru Terim Sayılarının Girilmesi.....	68
Şekil 63: Her İki Sütuna Formül.....	69
Şekil 64: Ufuk'un Çalışması	69
Şekil 65: Bir Sütuna Sayı Bir Sütuna Formül.....	70
Şekil 66: Müge, Nur, Azat ve İbrahim'in Çalışması	70
Şekil 67: 'Problem' Birinci Soru Çalışma Kâğıdındaki Tablo	70
Şekil 68: Rabia, Nesrin ve Halise'nin Hatalı Formülü ve Formülü Sürüklemesi.....	71
Şekil 69: 'Problemler' Birinci Soru Formül Eşitliğini Yazma	72
Şekil 70: 'Problemler' Birinci Soru Cebirsel İfadeleri Yazma	73
Şekil 71: 'Problemler' İkinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma	74
Şekil 72: Formül Kopyalama.....	75
Şekil 73: 'Problemler' İkinci Soru Ufuk'un Çalışması.....	75
Şekil 74: Bir Sütuna sayı Bir Sütuna Formül Zuhal'in Çalışması.....	75
Şekil 75: 'Problemler' İkinci Soru İbrahim'in Çalışması.....	76
Şekil 76: 'Problemler' İkinci Soru Müge ve Nur'un Çalışması.....	76
Şekil 77: 'Problemler' İkinci Soru Bir Sayı Bir Formül Şeklinde Çalışma	76
Şekil 78: 'Problemler' İkinci Soru Çalışma Yaprağındaki Tablo	77
Şekil 79: 'Problemler' İkinci Soru Eray'ın Çalışma Yaprağındaki Tablo	77
Şekil 80: 'Problemler' İkinci Soru Formül Eşitliğini Yorumlama	77
Şekil 81: 'Problemler' İkinci Soru Cebirsel İfadeyi Yazma	78
Şekil 82: 'Problemler' İkinci Soru Eray'ın Cebirsel İfadesi	78
Şekil 83: 'Problemler' Üçüncü Soru Çalışma Sayfası Oluşturma	78
Şekil 84: İlk sayı Sonra Formül	79
Şekil 85: İlk Formül Sonra Sayı.....	80
Şekil 86: Bir Sayı Bir Formül	80
Şekil 87: Bir Formül Bir Sayı	80
Şekil 88: İki Sütuna da Formül	81
Şekil 89: Çalışma Sayfası Süsleme- İbrahim'in Çalışması	81
Şekil 90: İlkay'ın Farklı Sütunlarda Çalışma Sayfasını Oluşturması.....	81
Şekil 91: 'Problemler' Dördüncü Soru Ufuk'un Formülü	82
Şekil 92: 'Problemler' Dördüncü Soru Ufuk'un Formülü Sürüklemesi	82
Şekil 93: 'Problemler' Birinci Soru Eray'ın Formül Eşitliği İfadesi.....	84

Şekil 94: 'Problemler' Birinci Soru İlkey'in Formül Eşitliği İfadesi	84
Şekil 95: 'Sorulanı Bul' Birinci Soru.....	90
Şekil 96: 'Sorulanı Bul' İkinci Soru	91
Şekil 97: 'Sorulanı Bul' Üçüncü Soru	91
Şekil 98: 'Sorulanı Bul' Dördüncü Soru.....	91
Şekil 99: Çikolata Problemi.....	92
Şekil 100: Çikolata Problemi Tablosu.....	93
Şekil 101: Çikolata Problemi İkinci ve Üçüncü Grup için Formüller.....	94
Şekil 102: Çikolata Problemi Deneme Yanılma Yöntemi.....	94
Şekil 103: Çikolata Problemi İkinci, Üçüncü Grup ve Toplam için Formüller.....	95
Şekil 104: Çikolata Problemi Formül Sürükleme ile Çözüme Ulaşma.....	95
Şekil 105: Çikolata Problemi Cebirsel İfadeler	96
Şekil 106: 'Sorulanı Bul' Birinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma	97
Şekil 107: Hesap Makinesiyle Çalışma.....	97
Şekil 108: 'Sorulanı Bul' Birinci Soru Eray'ın Formül Arayışı.....	97
Şekil 109: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruya Girilecek Formülleri Tahtada Tartışma	98
Şekil 110: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruda Kızlar ve Erkekler İçin Sayı Sürükleme, Toplam İçin Formül Sürükleme	99
Şekil 111: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruda Erkekler İçin Sayı Sürükleme, Kızlar ve Toplam İçin Formül Sürükleme	100
Şekil 112: 'Sorulanı Bul' Birinci Sorunun Cevabı.....	100
Şekil 113: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruda Cebirsel İfade Yazma	100
Şekil 114: 'Sorulanı Bul' İkinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma.....	101
Şekil 115: 'Sorulanı Bul' İkinci Soruda Formül Arayışı.....	101
Şekil 116: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruda Aslı, Cem ve Tarkan İçin Sayı Sürükleme ve Toplam İçin Formül Sürükleme	102
Şekil 117: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruda Aslı İçin Sayı Sürükleme, Cem, Tarkan ve Toplam İçin Formül Girip Formülü Sürükleme.....	102
Şekil 118: 'Sorulanı Bul' İkinci Sorunun Cevabı	103
Şekil 119: 'Sorulanı Bul' İkinci Soruda Cebirsel İfade Yazma.....	103
Şekil 120: 'Sorulanı Bul' Üçüncü Sorunun Çalışma Sayfasını Oluşturma	104
Şekil 121: Sadece Toplam Sütunu İçin Formül Girme	105

Şekil 122: Bir Sütun Hariç Diğer Sütunlara Formül Girme	105
Şekil 123: Çalışma Sayfası Süsleme- Fatmanur'un Çalışması.....	105
Şekil 124: İlkay ve İbrahim'in Farklı Sütunlarda Çalışma Sayfasını Oluşturması.....	106
Şekil 125: Kurala Göre Girilecek Formülü Bulma Eray'ın Çalışması.....	107
Şekil 126: Kurala Göre Girilecek Formülü Bulma Ufuk'un Çalışması.....	107
Şekil 127: Klinik Görüşme Birinci soru.....	111
Şekil 128: Klinik Görüşme İkinci Soru.....	112
Şekil 129: Klinik Görüşme Üçüncü Soru.....	112
Şekil 130: Klinik Görüşme Dördüncü Soru.....	112
Şekil 131: Klinik Görüşme Birinci ve İkinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma.....	113
Şekil 132: Klinik Görüşme Birinci ve İkinci Soruda Formül Girme	113
Şekil 133: Klinik Görüşme Birinci Soru Müge'nin Çalışması	114
Şekil 134: Klinik Görüşme Sürükleme Tekniği ile Sonuca Ulaşma.....	115
Şekil 135: Klinik Görüşme Birinci Soru Eray'ın Çalışması.....	116
Şekil 136: Klinik Görüşme Üçüncü Soru Eray'ın Cebirsel İfadesi.....	118
Şekil 137: Değişken Kavramının Gelişiminde Bir Köprü Olarak Elektronik Tablonun Potansiyeli.....	126

KISALTMALAR LİSTESİ

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	: National Council of Teacher of Mathematics

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

2005 tarihinde uygulanmaya başlanan ilköğretim matematik dersi öğretim programında matematik etkin bir süreç olarak ele alınmış ve öğrencinin etkin şekilde öğrenme ortamlarına sahip olacağı yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiştir. Bu yaklaşım doğrultusunda öğretim programı problem çözme becerisini geliştirmeyi hedeflemekte ve etkinliklere dayalı öğrenmeyi temel almaktadır. Ayrıca programda matematikle ilgili kavramların, kavramların kendi aralarındaki ilişkilerin, işlemlerin altında yatan anlamların ve işlem becerilerinin kazandırılması vurgulanmaktadır. Programın odağında kavram ve ilişkilerin oluşturduğu öğrenme alanları bulunmaktadır (MEB, 2009).

Bu öğrenme alanlarından biri de cebirdir. Öğrenciler cebir öğrenme alanı ile 6. sınıfta karşılaşmakta ve aritmetikten cebire geçiş süreci de bu sınıf düzeyinde gerçekleşmektedir. Aritmetikten cebire geçiş sürecine örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanı ile giriş yapılmaktadır. Daha sonra cebirin temel kavramlarından biri olan değişken kavramı üzerinde durulmaktadır. Değişken kavramı birçok araştırmada cebirin temel kavramlarından biri olarak görülmektedir (Akkan, 2009; Wagner, 1981; Wagner, 1983). Değişken kavramının öğrenciler tarafından öğrenilmesi ve anlamlandırılması önemlidir (Philipp, 1992; Usiskin, 1999a).

Programda da değişken kavramı, cebir ile ilgili kavramların gelişmesinde anahtar rol oynayan unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Değişkenlerin kullanılmaya başlamasıyla öğrenciler yapacakları genellemelerde ve bazı matematiksel durumların ifadesinde yeni bir dil kullanmaya başlamış olacaktırlar. Formüllerde, cebirsel ifadelerde, denklemlerde, özdeşliklerde ve benzeri durumlarda değişkenin yüklendiği anlamın, öğrenciler tarafından kavranması büyük önem taşımaktadır (MEB, 2009).

Bu nedenle çalışmanın bu bölümünde öncelikle aritmetikten cebire geçiş ve bu geçiş sürecinde örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanı, değişken kavramı ve matematik eğitiminde teknoloji ve elektronik tablo ile ilgili yapılan alan yazın taraması verilmiştir. Daha sonra araştırmanın amacı, önemi, sınırlılıkları, sayılıları ve tanımları açıklanmıştır.

1.1. Aritmetikten Cebire Geçiş

Öğrencilerde matematiksel düşünmenin gelişiminde önemli rol oynayan aşamalardan biri aritmetikten cebire geçiş sürecidir (Baroudi, 2006; Cai, Lew, Morris, Moyer, Ng ve Schmittau, 2005; Nathan ve Koellner, 2007). Bu çalışmalarda cebirin temelindeki kavramların (Değişken kavramı gibi), gelecekteki öğrenmeleri etkilediği belirtilmektedir. Bu sebeple öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş sürecini başarılı bir şekilde geçirmeleri ileriki öğrenmelerine temel teşkil etmesi bakımından oldukça önemlidir.

İlköğretim matematik programında aritmetikten cebire geçiş sürecine örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanı ile giriş yapılmakta ve daha sonra değişken kavramı üzerinde durulmaktadır (MEB, 2009):

- **Aritmetikten cebire geçişte örüntüler:** Aritmetikten cebire geçiş süreci örüntüler ve ilişkiler konusuyla başlamaktadır. Öğrencilerin örüntülerin içerdigi ilişkileri keşfetmeleri ve bunları genellemeleri önemsenmekte, özellikle sembolik olarak ifade edilmesinin cebirin temel kavramlarının oluşmasına önemli katkılar sağlayacağı belirtilmektedir. Bu bağlamda öğrencilerden sayı örüntülerini modelleyerek örüntüdeki kuralı genellemesi ve harfle ifade etmesi, temel beceri olarak ele alınmaktadır.

- **Cebirsel ifadeler ve değişken kavramı:** Daha sonra cebirsel ifadelere geçiş yapılarak, öğrencilerden belirli durumlara uygun cebirsel ifadeyi yazması istenmektedir. Cebirsel ifadelerle beraber değişken kavramı anlam kazanmaktadır. Programda da öğrencilerin cebirsel ifade, örüntü ve değişken arasındaki ilişkiyi bilmesi gerektiği ayrıca belirtilmektedir.

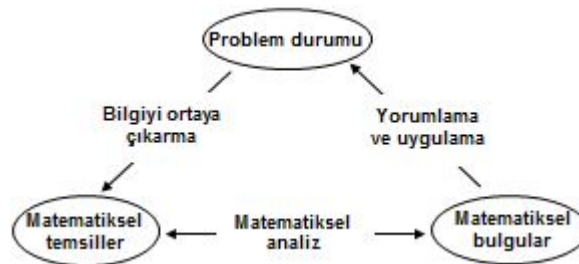
1.1.1. Örüntüler ve İlişkiler Alt Öğrenme Alanı

Örüntüler ve ilişkililer pek çok ülkede ilköğretim matematik öğretimi programında temel konulardan biri olarak yer almaktadır. NCTM (2000) tüm sınıf seviyeleri için ‘örüntüleri ve ilişkileri anlama’yı cebir standartlarından biri olarak kabul etmekte, 6-8. sınıf seviyesindeki öğrencilerin örüntüleri genellemesi gerektiğini belirtmektedir. Aynı şekilde 2005 yılında yapılan program değişikliği ile Türkiye’de de matematik öğretimi programında örüntü konusuna geniş yer verilmekte, öğrencilerin sayı örüntülerini modelleyerek örüntüdeki kuralı genellemesi ve harfle ifade etmesi, temel beceri olarak ele alınmaktadır (MEB, 2009).

Yapılan araştırma sonuçlarında örüntü konusunun öğrencilerde matematiksel ilişki kurmada özellikle de fonksiyonel ilişkiyi oluşturmada, cebire girişte ve problem çözme stratejileri geliştirmede yardımcı olduğu (Hargreaves, Shorrocks-Taylor ve Threlfall, 1998; Mor, Noss, Hoyles, Kahn ve Simpson, 2006), ayrıca sayı örüntülerindeki aritmetik fikirlerin genellenmesinin cebirsel ilişkilerin kurulmasını kolaylaştıracakı belirtilmektedir (Tall, 1992). ‘Örüntüleri ve ilişkileri gözlemlleme, formülleştirme, araştırma ve görselleştirme’ cebirsel düşünmenin gelişiminde önemli matematiksel etkinliklerden biri olarak kabul edilmektedir (Dekker ve Dolk, 2011). Böylece, cebir örüntülerin, niceliklerin arasındaki ilişkinin dolayısıyla da genellemenin dili olarak görülmektedir (Usiskin, 1995; Usiskin, 1999b). Örüntüleri inceleme de genellemeye ulaşmada gerekli bir adımdır (Jones, 1993: 27). Zazkis ve Liljedahl (2002) örüntüleri matematiğin kalbi ve ruhu olarak belirtirken Mason (1996) genellemeyi matematiğin can damarı olarak adlandırmakta ve genelleme yapmanın cebirin temellerinden biri olduğunu ifade etmektedir. Örüntüleri tanımlama ve genelleme matematiksel düşünmede önemli ve cebirsel düşünme için yararlı bir yoldur (Mor, Noss, Hoyles, Kahn ve Simpson, 2006). Eğer cebir genellemeleri ifade etmede bir araç

ise, başlangıç olarak örüntüleri keşfetme cebirsel düşünmenin temelini oluşturur (Vale ve Cabrita, 2011).

Herbert ve Brown (1997)'a göre cebirsel düşünme bir problem durumundan bilgilerin ortaya çıkarılması, bu bilgilerin matematiksel olarak temsil edilmesi (diagram, tablo, grafik, denklem vs.) ve aynı ya da incelenen durumla ilişkili yeni bir problem durumu için elde edilen sonuçların yorumlanarak uygulanması daha sonra da matematiksel sembol ve araçların farklı problem durumlarının analizinde kullanılmasıdır. Örüntülerle ilgili problem durumlarının incelenmesi de Şekil 1'de gösterilen bu cebirsel düşünme çatısının özel bileşenleri olarak yorumlanmaktadır (Herbert ve Brown, 1997). Örüntülerle ilgili problemlerin araştırma süreci üç aşamadan oluşmaktadır: (1) örüntüyü arama, (2) örüntüyü tanıma/tanımlama ve (3) genelleme. Örüntüyü arama, verilen problem durumundan örüntü ile ilgili ipuçlarının araştırılmasıdır. Örüntüyü tanıma/tanımlama ise matematiksel bir analizdir. Bu aşamada çoklu temsiller (matematiksel kelimeler, diyagram, tablo, grafik ve denklemler) öğrencinin örüntüyü bulmasına yardımcı olabilir. Örüntüyü genelleme ise ilk iki aşamada elde edilen bilgilerin örüntünün uzak adım ve n. adımı için yorumlanması ve uygulanmasıdır. Öğrencinin terim değerlerini test etmesi, fonksiyonel ilişkileri tanımlaması ve problem durumuna uygun formülü oluşturarak yeni durumlara yorumlanması ve uygulaması genelleme sürecinde yapılabilir. Böylece öğrenci örüntüyü genelleme ile cebirsel düşünmenin gücünü anlayabilecektir (Herbert ve Brown, 1997).



Şekil 1: Cebirsel Düşünmenin Çatısı

Örüntüler ile ilgili yapılan hem ulusal hem de uluslararası birçok araştırma örüntülerin genellenmesi üzerinedir (Akkan ve Çakıroğlu, 2012; Baş, Erbaş ve Çetinkaya, 2011; Bishop, 2000; Hargreaves, Shorrocks-Taylor ve Threlfall 1999; Lannin, 2003; Ley, 2005; Sasman, Linchevski ve Olivier, 1999; Stacey, 1989; Tanışlı ve Yavuzsoy Köse, 2011; Yeşildere ve Akkoç, 2010, 2011). Bu çalışmalarda farklı öğrenci seviyelerinde sayı örüntüleri, şekil örüntüleri, lineer örüntü ve lineer olmayan örüntü soruları verilerek kâğıt kalem ortamında örüntülerin genellenmesinde öğrencilerin kullandıkları stratejiler ortaya çıkarılmıştır. Örneğin; Hargreaves, Shorrocks-Taylor ve Threlfall (1999) 1-5. sınıf öğrencileriyle lineer sayı örüntülerini ele alırken lineer şekil örüntüsü üzerinde araştırma yapan Baş, Erbaş ve Çetinkaya (2011) 9. sınıf, Bishop (2000) 6-8. sınıf, Lannin (2003) 1-8. sınıf, Ley (2005) 2-5. sınıf, Stacey (1989) 3-7. sınıf öğrencileriyle ve Tanışlı ve Yavuzsoy Köse (2011) sınıf öğretmeni adaylarıyla çalışmışlardır. Lineer ve lineer olmayan örüntüleri ise Akkan ve Çakıroğlu (2012) ve Sasman, Linchevski ve Olivier (1999) 6-8. sınıf öğrencileriyle, Yeşildere ve Akkoç (2010, 2011) matematik öğretmen adaylarıyla incelemişlerdir. Araştırmacılar stratejiler için farklı adlandırmalar kullansalar da açıklamalarında aynı stratejilerden bahsettikleri görülmektedir. Bu stratejileri modelleme (modelling, counting method), farkın çarpımı (difference method, multiply), bütünü genişletme (whole object, proportional), tahmin ve kontrol (guess and check), içeriksel (contextual), belirgin (explicit, linear method, use expression) rekürsif (recursive, skip count/add method, looking for differences) olarak sayabiliriz (Bishop 2000; Hargreaves, Shorrocks-Taylor ve Threlfall 1999; Lannin, 2003, 2005; Lannin, Barker ve Townsend, 2006; Orton ve Orton, 1994; akt. Bishop, 2000; Stacey, 1989). Araştırmaların bulguları incelendiğinde öğrencilerin diğerlerine göre daha çok tercih ettikleri stratejiler ise şunlardır:

- *Rekürsif (Recursive)*: Bağımsız değişkenler arasında bir ilişki bulma.
- *Belirgin (Explicit)*: Bağımlı ve bağımsız değişken arasında bir ilişki bulma.
- *Bütünü Genişletme (Whole-object)*: Daha büyük bir adım sayısını bulmak için diğer adım sayısını genişletmek.
- *Farkın Çarpımı (Difference Method)*: Adım sayılarını örüntüdeki ortak fark ile çarpma.

Cebirsel düşünme için önemli görülen örüntülerin genellenmesi sürecinin diğer bir deyişle aritmetikten cebire geçişin bazı öğrenciler için kolayca gerçekleşmediği saptanmıştır (Örneğin; Sasman, Linchevski ve Olivier, 1999). Bu durumda öğretmenlerin farklı örüntü genelleştirme stratejilerine önem vermesi, soyut stratejileri kullanmada öğrencileri cesaretlendirmesi, özellikle de terim ile terim yeri arasındaki ilişkiyi ifade eden belirgin stratejinin mantığının kavramsal anlamda öğrencilere kavratılmasının önemi vurgulanmaktadır (Akkan ve Çakıroğlu, 2012; Cai ve Moyer, 2008).

Örüntülerin genellenmesi sürecinde öğrenciler harf sembolleri kullanırlar. Bu durum örüntünün kuralının formal dille ifade edilmesiyle başlar (Kaput, 1999; Mason, 1996). English ve Warren (1998; akt. Zazkis ve Liljedahl, 2002) değişken kavramının tanıtımının örüntü yaklaşımı ile yapılmasını desteklemektedir. Örüntü etkinliklerine olan ihtiyacın değişken kavramını oluşturmak ile bitmediğini ayrıca örüntülerin sembollerle çalışırken yararlı ve somut bir taban oluşturduğunu ifade etmektedir. NCTM (2000)'de örüntüleri genellerken ve tanımlarken öğrencilerin değişkenleri ve cebirsel ifadeleri kullanmaya başladıklarını belirtmiştir. Dede (2005) değişken kavramının öğrenimindeki zorlukların aşılabilmesi için önerilen modeller hakkında bilgi verdiği çalışmasında değişken kavramının sunumu için Usiskin modeli olarak örüntüler ve ilişkiler sorularına değinmiştir. Örüntünün cebirsel olarak ifade edilmesi ile sembollere geçiş yapılmakta (Axiak, 2003) ve böylece değişken kavramına yönelik önemli bir adım atılmış olmaktadır. Palabıyık ve Akkuş İspir (2011) 7. sınıfta öğrenim gören iki grup üzerinde örüntü temelli olan ve örüntü temelli olmayan cebir öğretimi yapmış ve araştırma sonucunda deney grubunun örüntü temelli öğretim sonucunda kavramsal cebir başarılarını kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Çalışmalarında örüntüleri genelleme ve örüntü kuralı bulma etkinlikleri yaparak öğrencilerin değişken kavramına yönelik daha anlamlı öğrenmelere sahip olabileceğini belirtmişlerdir.

1.2. Değişken Kavramı

Aritmetikten cebire geçiş sürecinde öğrenciler ilk defa değişken kavramı ile karşılaşır. Dolayısıyla değişken kavramı bu geçiş sürecinin kritik noktasıdır (Wagner, 1983).

1.2.1. Düünden Bugüne Değişken Kavramı ve Çalışmalarda Geçen Formal

Tanımlar

Değişken kavramının bazı sözlük tanımları Tablo 1’de verildiği gibidir. Bu sözlük tanımlarında değişken kavramının farklı kullanımlarına (Örneğin bilinmeyen, parametre) değinildiği ayrıca cebirde ve geometri de farklı anlamlara sahip olduğunu açıklayan genel ve özel tanımlara rastlanmaktadır.

Tablo 1

Değişken Kavramının Sözlük Tanımları

Sözlük	Tanım
Collins English Dictionary (1991)	“Herhangi bir değerler kümesi ile belirlenen ifadedir. (Değiştiren şey olarak) değerler aralığında herhangi birini alabilen: bir değişkenin toplamı. Nesnelerin, sayıların vb. bir sınıfının belirlenmemiş bir elemanını temsil eden bir sembol, x , y , veya z gibi. Değişkenler ya varoluşsal ya da evrensel olarak kullanılabilir: temel cebirde değişkenler koşullu denklemlerde değerleri bulunacak olan bilinmeyen nicelikleri temsil ederek ortaya çıkar...” Bilinmeyen: “ bir denklemi çözerek değeri keşfedilecek bir değişken veya onu temsil eden bir nicelik; koşullu denklemdeki bir değişken” (akt. Malisani ve Spagnolo, 2009)
Matematik Terimleri Sözlüğü (2000)	Yerine, belli bir kümenin her bir elemanı konulabilen simge.
TDK (2011)	Değişik sayı değerleri alabilen nicelik. Cebirde bir denklemin katsayılarına giren değişken nicelik, parametre. Geometride, bir koninin odağından çıkan dikeyin konikle kesiştiği noktaya kadar olan parçanın uzunluğu, parametre. Bir istatistik bütünü belli başlı niteliklerini daha basit ve kısa olarak gösterme olanağı veren ölçülebilir büyüklük, parametre

Değişken kavramını tarihsel bir gelişim içinde ele aldığımızda ilk olarak Diophantus 3. yüzyılda (245-280) matematik problemleri içerisinde bilinmeyen bir niceliği temsil etmesi için sembolleri kullanmaktadır. Descartes ise 16. yüzyılın sonlarında (1596-1650) alfabenin başındaki harflerin parametreleri ve sonundaki harflerin değişen nicelikleri temsil ederek kullanıldığı bir gelenek oluşturmuştur (Dogbey ve Kersaint, 2012). 18. yüzyılda ve 20. yüzyılın başlarında da değişken kavramının tanımında değişen nicelik ifadesinin yer aldığı görülmektedir.

Tablo 2

1710-1936 Yılları Arasında Değişken Kavramı

Yıl	Tanım
1710	“Değişken nicelikler... Devamlı olarak artan veya azalan gibi farz edilen” (akt. Schoenfeld ve Arcavi, 1988, s. 151).
1909	“Değeri sınırsız bir sayı varsayılan bir nicelik değişken olarak adlandırılır. Değeri değişmeyen bir nicelik sabittir. Örneğin, $x^2+y^2=a^2$ olan çemberin denkleminde, x ve y değişken fakat a bir sabittir” (akt. Philipp, 1992, s. 157).
1925	“Anlamı belli olmayan herhangi bir sembol değişken olarak adlandırılır ve anlamları duyarlı olan (kolay etkilenen) çeşitli tanımlamalar değişkenin değeri olarak adlandırılır” (akt. Schoenfeld ve Arcavi, 1988, s. 152).
1928	“Başından sonuna bir matematiksel hesaplama veya araştırma olan bir nicelik, değeri değişen veya değiştirebilen olarak varsayılmaktadır” (akt. Schoenfeld ve Arcavi, 1988, s. 151).
1936	“ $x^2+y^2=a^2$ denklemindeki x ve y gibi beraber değişen birbirine bağlı sayılar değişken olarak adlandırılır. Bir değişkenin değeri diğerine bağlı olduğunda, diğerinin fonksiyonu olarak söyleyebiliriz” (akt. Philipp, 1992, s. 157).

Değişken kavramı ve fonksiyon kavramı arasındaki yakın ilişki 20. yüzyılın ilk yarısının başından sonuna kadar devam etmekte ve birçok kitap sabit olarak adlandırılan tek değerli nicelikler ile değişken olarak adlandırılan birçok değeri temsil eden nicelikleri ayırmaktadır (Philipp, 1992).

20. yüzyılın ikinci yarısında ise değişken kavramının nesne, sayı vb. kümelerdeki bir elemanı temsil eden sembol ya da belli bir içerikte çeşitli değerler alan eleman gibi daha geniş tanımlarla karşılaşmaktadır. Cebirle olan ilişkisi ön plana çıkartılarak sayı ile yer değiştirebilen cebirsel bir nesne olduğu ve farklı kullanımları özel olarak belirtilmektedir (Sabit, yer tutucu gibi).

Tablo 3

1959-1983 Yılları Arasında Değişken Kavramı

Yıl	Tanım
1959	“Değişken bazı nesneler için adların yerine geçen (genellikle cebirdeki bir sayının) sembolüdür. Değişken her zaman adları yerine konulabilen nesneler kümesiyle ilişkilendirilir. Bu nesneler değişkenin değeri olarak adlandırılır” (akt. Usiskin, 1999a, s. 8).
1966	• “bir nicelik belirlenmiş değerler kümesinin herhangi biri varsayılabilir” • “Matematiksel bir formülde bir değişkeni temsil eden sembol: yer tutucu” (akt. Schoenfeld ve Arcavi, 1988, s. 151).
1967	“Belirlenmiş bir kümenin herhangi bir elemanını temsil eden sembol, değişkenin tanım kümesi olarak adlandırılır” (akt. Philipp, 1992, s. 158).
1975	“Genellikle harflerle temsil edilen değişkenler, sabit bir kümeden keyfi elemanın (veya onun sembolü) yerine konulabildiği boş bir yerdir. Değişkenler iki şekilde kullanışlıdır: kuralları açıklamayı kolaylaştırır ve değişkenler açısından açıklanan problemin çözümü sadece yerine koyma ile birçok keyfi durum için hesaplama olmadan sonuç vermektedir” (akt. Schoenfeld ve Arcavi, 1988, s. 152)
1981	“Sayı kavramı aritmetik için temel olduğu gibi, değişken kavramı cebir ve yüksek matematik için temeldir. Sayılar kümelerdeki işlemleri tanımlamaya az ve öz anlamlar verirken, değişkenler kümeler arasındaki ilişkiyi tanımlamaya az ve öz anlamlar vermektedir. Değişken, basit denklemlerden ve fonksiyonlardan karmaşık örüntülere ve yapılara geniş bir kapsam oluşturan, yüksek matematiğin içeriği, ilişkilerin çalışmasıdır” (Wagner, 1981).
1983	“Bir değişken, değişkenin tanım kümesi olarak adlandırılan birkaç belirlenmiş sayı kümelerinin herhangi biriyle (veya diğer niceliklerle) yeri değişebilen semboldür. Bu kümenin herhangi bir elemanı değişkenin değeridir. Eğer küme sadece bir elemana sahipse, değişken bir sabit olur. Eğer bir matematiksel ifade birinci değişkeni yerine koyduğumuzda ikinci değişkenin tanımlandığı iki değişkene sahipse, birinci değişken bağımsız değişken, ikincisi bağımlı değişken olarak adlandırılır” (akt. Schoenfeld ve Arcavi, 1988, s. 152).

21. yüzyıla geldiğimizde ise değişen şeyler, belirsiz değerler, belli bir kümenin her elemanı konulabilen simge olarak ifade edildiği görülmektedir.

Tablo 4

2005 ve 2009 Yıllarında Değişken Kavramı

Yıl	Tanım
2005	Cebiri öğrenmede harflere anlam kazandırmak ana problemlerden biridir. Harf bir işarettir, başka bir şeyi anlamlandırmak için belirlenen bir şeydir. “x” veya “n” gibi harfler değişken olarak adlandırılan belli nesneleri belirler. Değişken aritmetik anlamda bir sayı değildir. Bir sayı (örneğin 3) değiştirilemez. Değişken sayı ile yer değiştirebilen cebirsel bir nesnedir (Bardini, Radford ve Sabena, 2005).
2009	Değişkeni fonksiyonel ilişkide “değişen şeyler” olarak tanımlayabiliriz. Böylece bir harf, sistematik ilişki açıkça verilmemiş olsa bile çeşitli belirsiz değerler olarak temsil edilebilir (Malisani ve Spagnolo, 2009).

Değişken kavramının sözlük tanımları ile araştırmalarda yapılan tanımlar incelendiğinde, tanımların çeşitlilik göstermekte ve ortak tanımlamaların çoğunlukta olduğu (Değişen nicelik gibi) söylenebilir. Tanımlardaki farklı ifadeler ise harf sembolünün kullanıldığı yere göre anlamının değişmesi ile ilişkilendirilebilir. Yine sürece bakıldığında başlangıçta basit tanımlar ve değişken kavramının belli durumlardaki kullanımına yönelik ifadeler kullanılırken sonlara doğru farklı kullanımları göz önüne alınarak daha genel tanımlamalar yapıldığı da görülmektedir. Bu genel tanımlarda bir kümenin elemanı olan değişken kavramının farklı yerlerdeki durumlarına göre anlamının da değiştiği vurgulanmaktadır.

1.2.2. Değişken Kavramının Farklı Kullanımları

Değişkenin farklı kullanımlarını açıklayan farklı çalışmalar mevcuttur. Trigueros ve Ursini (1999) değişkenin kullanımına dair görüşlerini şu şekilde belirtmiştir:

“Değişken çok yönlü bir kavramdır. Bir bütün olarak farklı yönler içermektedir. Temel cebir öğrencilerinin uygun kullanıma ulaşmak için en azından değişkenin ilgili olduğu şu durumlarla başa çıkmaları gerekmektedir: bilinmeyen, genel sayı ve fonksiyonel ilişkide değişkenler.”

Philipp (1992) değişkenin kullanımlarına aşağıdaki gibi yer vermiştir (Tablo 5):

Tablo 5

Sembollerin Farklı Kullanımları ve Örnekler

Sembollerin Bazı Farklı Kullanımları	Örnekler
Etiketler	$3f=1y$ (3 fit 1 yarda eşittir)'deki f ve y f fiti, y ise yarı temsil etmektedir.
Sabitler	Π, e, c
Bilinmeyenler	$5x-9=91$ denklemindeki x $3x+5x-24=0$
Genellenmiş sayılar	$a+b=b+a$ 'daki a ve b ($2x+3x=5x$) $3x+5x-24$
Değişen miktarlar	$y=9x-2$ denklemindeki x ve y $C=kg$ (C ücreti, k gazın 1lt için fiyatını ve g satılan litreği temsil etmektedir.) denklemindeki C ve g birbirine bağlı olarak değişecektir.
Parametreler	$y=mx+b$ denklemindeki m ve b $C=kg$ denklemindeki k
Soyut semboller	$e*x=x$ 'deki e ve x (Buradaki e * işlemi için birim elemandır.)

NCTM (2000) ise değişkenlerin farklı kullanımlarını şu şekilde belirtmiştir:

- $27 = 4x + 3$ (Place holder-yer tutucu)
- $1 = t$ ($1/t$) (0 hariç herhangi bir değer aldığı anda bir kimliği temsil eder)
- $A = LW$ (Bir dikdörtgenin formülü, A alanı [area], L uzunluğu [length]

ve W eni [width] temsil etmektedir.)

- $y = 3x$ (x farklı değerler alabilir ve y değişir.)

Cebirin amaçları, değişkenin farklı kullanımlarının ilişkili olduğu cebirsel kavramlar tarafından ya da onlara göre tanımlanmaktadır. Cebirin farklı kavramları değişkenlerin farklı kullanımları ile ilişkilidir. Bu ilişki Tablo 6'daki gibi özetlenebilir (Usiskin, 1999a) :

Tablo 6

Cebir Kavramları ve Değişken Kavramları Arasındaki İlişki

Cebir Kavramı	Değişkenlerin Kullanımı
Genellenmiş Aritmetik	Örüntü genelleyici (dönüştürme, genelleme) Örneğin; • $3+5, 7=5, 7+3$ genellemesi $a+b=b+a$ şeklindedir. • $-1.5=-5$ $-2.5=-10$ örüntüsünün genellemesi $-x.y=-xy$ şeklindedir.
Belli problemleri çözmek için araçlar	Bilinmeyenler, sabitler (çözüm, sadeleştirme) Örneğin; “Belli bir sayıyı 5 ile çarpıp 3 eklediğimizde sonuç 40 oluyor. Sayıyı bulun.” problemini cebir dilinde $5x+3=40$ şeklinde ifade ederiz ve çözümünü her iki taraftan ilk önce 3 çıkartarak daha sonra 5'e bölerek buluruz
Büyüklikler arasındaki ilişkiler üzerinde çalışma	Argümanlar, parametreler (ilişki kurma, grafik ile gösterme) Örneğin; bir dikdörtgenin alanını $A=L.W$ şeklinde yazdığımızda üç büyüklik arasındaki ilişkiyi tanımlamaktayız.
Yapı (gruplar, halkalar, alanlar ve vektör uzayları)	Kâğıttaki keyfi işaretler (işleme, düzeltme) Örneğin; $3x^2+4ax-132a^2$ çarpanını ele aldığımızda burada fonksiyon yada ilişki, değişkenin argüman, çözülecek bir denklem dolayısıyla bir bilinmeyen olmadığını görürüz. Aynı zamanda da genelleyecek bir aritmetik örüntü yoktur. Fakat bu tür problemlerde öğrenciler değişkenleri kâğıttaki işaretler olarak işleme eğilimindedirler. Burada değişken keyfi bir sembolden daha fazlasıdır.

Araştırmalarda tanımlandığı üzere harf sembolünün birçok farklı kullanımı ve cebirsel kavramlar içinde taşıdığı farklı anlamlar vardır. Bu durumda değişken kavramını öğrenebilmek için bu kullanımlar ve tanımlar arasındaki farklılıkları da

bilmek gerekmektedir. Değişken, kolayca anlaşılabilir tek, sabit bir kavram değildir (Gray, Loud ve Sokolowski, 2009). Bu kavram karışıktır çünkü farklı durumlarda farklı anlamlarda kullanılır (Malisani ve Spagnolo, 2009). Dolayısıyla bu süreç hem öğrenciler hem de öğretmenler açısından bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir (Malisani ve Spagnolo, 2009; Asquith, Stephens, Knuth ve Alibali, 2007). Bunun yanında öğrencilerin değişkenlerin işlevlerini doğru bir şekilde anlamaları hem matematik alanında hem de diğer disiplinler açısından oldukça önemlidir (Akkan, 2009).

1.2.3. Değişken Kavramında Öğrencilerin Karşılaştıkları Zorluklar

Daha önceki çalışmalarda elde edilen sonuçlara göre cebire giriş yapan pek çok öğrenci değişken kavramı ile ilgili zorluklar yaşamaktadırlar. Değişken kavramında öğrencilerin yaşadığı zorlukları ortaya çıkaran birçok çalışma yapılmıştır (Wagner, 1981; Schoenfeld ve Arcavi, 1988; Weinberg ve diğerleri, 2004; Soylu, 2006). Bu zorlukları ortaya çıkaran ana sebep olarak değişkenlerin birçok yolla kullanılması gösterilmektedir (Coleman, 2008). Öğrencilerin değişken kavramını anlamamalarının nedeni değişken kavramının gösteriminde kullanılan harf sembollerin aynı içeriklerde farklı, farklı içeriklerde aynı anlama gelebilecek şekillerde kullanılması olarak belirtilmektedir (Kuchemann, 1981; akt. Dede ve Argün, 2003a; Philipp, 1992; Wagner, 1983; Dede ve Argün, 2003a). Örneğin; $C=kg$ (C ücreti, k gazın 1lt için fiyatını ve g satılan litreyi temsil etmektedir) denklemindeki C ve g değişen miktarları temsil ederken k bir parametredir (Philipp, 1992; Bk. Tablo 5). Yine farklı iki içerik olan $5x-3=17$ ve $4y+2=18$ denklemlerinde x ve y bilinmeyeni temsil etmektedir.

Öğrencilerin değişken kavramını anlamadaki zorluklarının çoğunun cebirsel bilgi eksikliğinden ziyade aritmetik işlem bilgisi eksikliğinden kaynaklandığını ortaya koyan birçok araştırma mevcuttur (Gray ve Tall, 1994; Linchevski ve Livneh, 1999; Schappelle ve Philipp, 1999; Slavits, 1999; akt. Akkan, 2009). Bu durumda cebire giriş öncesi aritmetik işlem bilgisine sahip olunmasının öğrencilerin öğrenmelerinde etkili olacağı söylenebilir.

Schoenfeld ve Arcavi (1988) yaptığı çalışmada cebirsel denklemlerin çözümlerinin hangi konuya bağlı olduğu yani hangi konu içeriğinde yer aldığı bilgisinden bağımsız olarak öğrenciye verildiğini ve cebirdeki birçok uygulamanın örneğin kelime problemlerinin farklı ünitelerde öğretildiği için öğrencilerin cebirsel dilin gücünü anlayamadıklarını belirtmektedir. Örnek olarak ise şu problem durumu verilmiştir: $39 \times 62 = 93 \times 26$, 39 ve 62'yi ters çevirdiğimizde, bu sayıların tersinin çarpımının bu sayıların çarpımına eşit olduğunu görürüz. Bu özelliğe sahip başka sayı çiftleri var mıdır?

Değişken kavramında kullanılan cebirsel dil çoğunlukla harflerden oluşmaktadır. Dolayısıyla öğrencilerin yaptıkları hataların büyük bir kısmı harf sembolünün yanlış anlaşılmasından kaynaklanmaktadır. Buna dair bazı çalışmalardan çıkarılan sonuçlar şöyledir:

- Wagner (1981) 10-18 yaşları arasındaki öğrenciler ile yaptığı çalışmada 5.-8. sınıf arasındaki öğrencilere değişken kavramına ait kavram yanlışlığını belirlemek için bir denklem ve 9.-12. sınıf öğrencilerine bir fonksiyon verilmiştir. Örneğin; öğrenciler $7 \times W + 22 = 109$ ve $7 \times N + 22 = 109$ şeklinde verilen denklemde her harfin sabit bir değeri temsil ettiğini düşünmektedirler. Wagner bu çalışmada değişken ile ilgili iki ortak kavram yanlışlığı belirtmektedir:

1. Bir değişkenin sembolünü değiştirmek kastedilen nesne veya kavramın değiştiği anlamına gelmektedir.

2. Alfabenin sıralaması sayı sisteminin sıralamasına karşılık gelmektedir. (Örneğin harf sıralamasında N harfi W harfinden önce geldiği için W harfi daha büyük bir sayıyı temsil etmektedir.) Bazı öğrencilerin sayılardaki gibi x'den sonra y'nin geleceğini belirtmektedirler (Wagner, 1983) ve öğrenciler değişkenleri miktarların yerini tutan harfler olmaktan ziyade etiketler veya kısaltmalar olarak düşünmekte ve değişken yerine geçen harflerin alfabedeki konumlarına göre harflere sayısal değerler vermektedirler (Kuchemann, 1981 ve Kieran, 1992; akt. Akkan, 2009). Benzer şekilde $a=1$, $b=2$ şeklindeki yorumlama r harfinin değerinin 18 (İngiliz alfabesine göre) olduğunu düşündürmektedir (Stacey ve MacGregor, 1997).

- Kuchemann (1981; akt Soylu, 2006)'ın öğrencilerin cebirsel harfleri yorumlamada ki hatalarını iki ana sebebe dayandırarak sınıflandırdığı görülmektedir:
 1. Öğrencilerin harfleri ihmal etmeleri, harflere keyfi değerler vermeleri veya harfleri bir varlığın isminin yerine kullanmaları
 2. Denklemlerdeki harflerin genelleştirilmiş sayılar gibi veya özel bilinmeyen sayılar olarak kullanılması
- Rosnick (1981) problem cümlelerini cebirsel ifadelere dönüştürmede zorluk yaşandığını belirtmiştir. 'Üniversitedeki öğrencilerin sayısı profesörlerin sayısının altı katıdır' ifadesinde öğrencilerin sayısını S ve profesörlerin sayısını da P değişkeni ile göstererek bu ifadeyi bir denkleme dönüştürünüz." probleminde çoğu öğrencinin $S=6P$ yerine $6S=P$ denklemini yazdığını belirten Rosnick bu durumun denklemlerdeki harflerin yanlış anlaşılmasından kaynaklandığı ifade etmektedir.
- Akkan (2009) 5.sınıftaki bir öğrencinin " $3n + 1$ " ve " $3n+1= 13$ " ifadelerinin her ikisindeki "n" harfini bilinmeyen olarak düşündüğünü ve birçok değer alabileceğini ifade ettiğini belirtmiştir. "n harfi birçok değer alabilir" yorumundan Akkan öğrencilerin bilinmeyen ve değişken kavramları arasındaki farkı algılayamadıklarını ve bu kavramları birbirlerinin yerine kullandıklarını belirtmektedir.
- Weinberg ve diğerleri (2004) 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin verdikleri yanıtlardan harfin sadece tek basamaklı bir sayıyı temsil ettiği fikrine sahip olduklarını ve parantez kullanımında cevapların farklılaştığını söylemektedir. Örneğin $27+15$ yerine n harfinin duramayacağını söyleyen bir öğrenci $(27+15)$ ifadesini n harfinin temsil edebileceğini düşünmektedir.
- Booth (1988)'ın öğrencilerin "m" ve "p" gibi ifadeleri "metrelerin sayısı" veya "para miktarından" çok "metre" ve "para" olarak ifade etmekte olduğunu ve bunun da cebirde harflerin anlamını yorumlamada sayısal gösterim eksikliği problemine neden olabileceğini belirtmektedir. Yani öğrencilerin " $3e$ " ifadesini 3 elma olarak değil de "elma sayısının 3 katı" olarak algılamalarını sağlamak için genel kuralı kendi kararlarına bağlı olarak yazmalıdırlar. Harflendirmeleri kendileri seçmelidirler.

- Yine öğrencilerin tek başına bir harfi 1 olarak düşünmeleri başka bir engeldir. Bu, öğretmenlerin “katsayısı olmadan x ’in $1x$ anlamına geldiğini” söylediklerinde bunun anlamı ile yaşadıkları anlam kargaşasından kaynaklanmaktadır (Stacey ve MacGregor, 1997).

Değişken yerine özellikle ilköğretim ikinci kademedan başlayarak “ x ” sembolü kullanılmaktadır. Türk alfabesinde yer almayan, İngiliz alfabesinden bir harf olan “ x ” sembolünü birçok öğrenci çarpım işareti olarak algılamaktadır (Martinez, 2002). Ayrıca bazı öğrenciler değişkenlerin kullanımında x haricinde harflerin kullanımını kabul etmemektedirler (Kuchemann 1981; akt. Akkan, 2009).

Bunun yanında öğrenciler değişkenleri “Romen rakamları” gibi düşünmektedirler (Cates 2000; akt. Akkan, 2009). Öğrenciler değişkenleri Romen rakamlarında olduğu gibi (örneğin IV ve VI) “ $10h$ ”ı h ’nin 10 eksiği “ $h10$ ”u h ’nin 10 fazlası olarak yorumlamaktadır (Stacey ve MacGregor, 1997).

Booth (1988) çalışmasında başka bir zorluğu şöyle belirtmektedir:

Aritmetikte semboller tek bir büyüklüğü temsil etmektedir. Örneğin belli bir değere ilişkin sayının sembolü “3” tür. Öğrenciler büyüklükleri temsil eden sembolleri de bu şekilde anlama tutumundadırlar. Örneğin öğrenciler “ $x+y+z$ ifadesi $x+p+z$ ifadesine eşit midir?” sorusuna eşit olmadığı yanıtını vermektedirler. Çünkü p ve y ’nin belli değerleri temsil ettiğini düşünmektedirler.

Dede, Yalın ve Argün (2002) ise öğrencilerin değişken kavramının öğreniminde yaptıkları hata ve yanlış anlamaları aşağıdaki şekilde sınıflandırmanın mümkün olduğunu belirtmişlerdir:

- Değişkenin farklı kullanımlarını bilememe,

Bu maddeyi Stacey ve MacGregor (1997) şu sözlerle belirtmektedir:

11-12 yaşlarındaki öğrenciler ilköğretim ikinci kademedan itibaren altı sene boyunca öğretim programında cebir ünitelerini içeren konular görmektedir. Eğer çalışma daha önce cebir ile tanışmayan öğrenciler içerseydi daha anlamlı sonuçlar elde edilebilirdi. Fakat her seviyeden sonuçların bulunduğu çalışmada cebir ile karşılaşalı üç yıl geçmesine rağmen öğrencilerin harflerin genellenmiş sayılar, bilinmeyen sayılar veya değişkenler olarak cebirde temsil edildiğini bilmemektedirler.

- Değişkenin genelleme yapmadaki rolünün ve öneminin farkında olmama,
- Değişkenin matematiğin alt bilim dallarındaki temsil yeteneğini

bilmeme, yorumlayamama,

- Matematikte daha önceden öğrenilen bilgilerin yanlış transferi,
- Değişken kavramıyla ilgili işlem yapamama.

Değişken kavramına öğretim sürecinde aritmetik işlem bilgisinin etkili olduğu görülmektedir. Çalışmalarda harf sembolüne yönelik çok farklı algılamaların olduğu belirtilmektedir. Böylece yaşanan zorlukların temelini, öğrencilerin harf sembolünü farklı yorumlamaları ya da yorumlayamamaları olarak ifade edebiliriz. Aynı zamanda harf sembolü ile sembolik dilin kullanımına geçilmektedir. Bu durumda öğrencilerin harf sembolleri ile ilgili yaşadıkları zorluklar cebirdeki öğrenmelerini etkilemektedir.

Cebire girişte öğrenciler sembolik ifadeleri kendi dilleri ile ilişkilendirmek, kullanımlarını beceri haline getirmek ve anlamlandırmak için öğrenmek zorundadırlar (Arcavi, 1995; akt. Tabach 2011). Cebirdeki öğrenme sürecinin önemi karşılaşılan zorluklar sebebiyle küçümsenmemeli ve teknolojinin cebir öğretim programındaki önemli potansiyeli göz önünde bulundurulmalıdır (Thomas, 2001). Günümüzde teknoloji büyük bir hızla gelişmekte ve anlamlı matematik öğretimi için yeni fırsatlar oluşturmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin sürekli gelişmesi sonucunda; öğretim yazılımlarının hem niteliği hem de niceliği artmakta, alternatifler sürekli çoğalmaktadır (MEB, 2009). Birçok ülkede teknolojik araçların kullanımı dikkate alınmaksızın öğrencilerin hala genelleme yapması veya verilen bir durumu sembolik gösterimler kullanarak modellemesi ek olarak kâğıt kalem ortamında sembolik ifadeleri kolaylıkla yazabilmesi beklenmektedir (Tabach, 2011).

1.3. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı

Birbirinden bağımsız görünen birçok matematik problemi, gerçekte ortak kavramsal yapıları paylaşmaktadırlar. Bu yapıları öğrencinin fark etmemesinin sebebi problemlerin ve fikirlerin sahip olduğu içsel karmaşıklığıdır. Teknoloji böyle keşifleri desteklemek, farklı problemleri öğretim programı doğrultusunda ilişkilendirmek için muhteşem potansiyele sahiptir (Abramovich, 2007). Cebir alanında yapılan çalışmalarda da gerek cebir öğretiminde olsun gerekse aritmetikten cebire geçiş aşamasında olsun öğrenme ortamlarının teknoloji kullanımı ile desteklenebileceği belirtilmektedir (Abramovich ve Nabors, 1997; Heid ve Blume, 2008; Heid ve Zbiek, 1995; Tabach, Hershkowitz ve Arcavi, 2008).

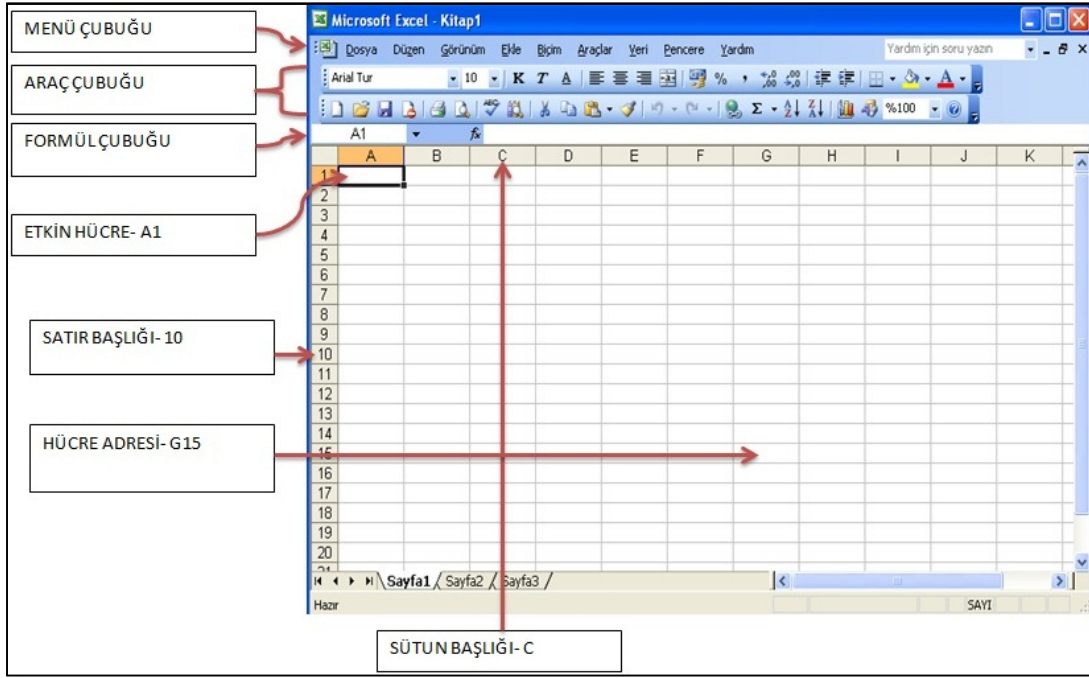
Bu sebeple yeni teknolojiler aritmetik düşünceden cebirsel düşünmeye geçişi desteklemede önemli rol oynayabilirler (Ainley, Bills ve Wilson, 2005). Teknolojik araçların öğrencilerin karşılaştığı zorlukların giderilmesi amacıyla etkili öğretim ortamları sunduğu da bilinmektedir (Kieran ve Drijvers, 2006; NCTM, 2000). Teknolojiye dair belirtilen bu düşüncelerle beraber birçok teknolojik aracın öğretim sürecine entegrasyonu üzerine çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu araçlardan biri de doğrudan eğitim amaçlı üretilmeyen ama matematik eğitiminde de yaygın olarak ilköğretim sınıflarından itibaren kullanılabilen (Baker ve Sugden, 2003) elektronik tablolarıdır.

1.4. Elektronik Tablo

1.4.1. Elektronik Tablo Nedir?

İlk defa 80'li yıllarda piyasaya sürülen elektronik tablolar, bir işyerinin hesabının tutulması için sütun ve satırlara bölünerek kullanılan büyük sayfaları (*çalışma sayfaları*) bilgisayar ortamına taşıyan interaktif bir yazılımdır (Özdemir Erdoğan, 2013). Birçok bilgisayarda bulunan elektronik tablo yazılımına ülkemizde en iyi bilinen Microsoft'un Excel yazılımını örnek olarak verebiliriz.

Başlat menüsünden ‘Microsoft Office’ ve ardından ‘Microsoft Excel’ isimli dosyaya tıklayarak ya da masaüstünde yeni bir excel dosyası açabiliriz. Excel dosyalarının uzantısı .xls’dir. Excel’i bir kitap olarak düşünersek, bu kitap sayfalardan oluşmaktadır. Excel’i açtığımızda bilgisayar ekranında çıkan sayfaya çalışma sayfası denir (Şekil 2).



Şekil 2: Örnek Excel Çalışma Sayfası

1.4.2. Microsoft Excel Yazılımının Kullanımı ile İlgili Temel Özellikler

Öncelikle öğrencilere elektronik tablo kullanımı ile ilgili bazı becerilerin kazandırılması gerekmektedir. Bu amaçla ilk olarak elektronik tabloyu açma, kapama, dosyaya isim verme ve menü ve araç çubuklarını kullanma durumları aynı zamanda öğrencilere sayfalar arasında nasıl geçiş yapacakları, nasıl sayfa ekleyecekleri, sayfa ismini nasıl değiştirecekleri ve sayfayı nasıl kaydedecekleri de gösterilmelidir. Elektronik tablo kullanımı becerilerini aşağıdaki başlıklar altında ele alabiliriz.

1.4.2.1. Elektronik Tablonun Yapısal Özellikleri

Hücre. En yaygın kullanımı ile elektronik tablolarındaki sütunlar harfle, satırlar ise sayı ile ifade edilmektedir. Satır ile sütunların kesişimi ile oluşan kutucuklara hücre adı verilmektedir. İmleç hangi hücrede bulunuyorsa veya hangi hücrenin çevresi daha kalın ise o hücreye etkin hücre denir. Her bir hücre kendisini oluşturan sütun ve satırların isimlerinin birleştirilmesi ile adlandırılmakta, hücrenin adresi olarak ifade edilmektedir. Örneğin Şekil 3’de A1 hücresi A sütunu ile 1. satırın kesiştiği yerdedir. Aynı şekilde B sütunu ile 4. satırın kesiştiği hücrenin adı B4 olacaktır. Öğrencilerin ilk olarak hücre adreslerini belirleyebilme becerisine sahip olması gerekmektedir.

	A1	
	A	B
1	A1	
2		
3		
4		B4

Şekil 3: Hücre

1.4.2.2. Elektronik Tabloda Matematiksel Beceriler

Burada söz konusu olan öğrencilerin elektronik tabloda dört işlem yapma, eşitlik işaretinin kullanımını bilme gibi becerilerdir.

Matematiksel işlem yapma ve eşitlik işaretini kullanma. Bir hücrede matematiksel bir işlemin yapılabilmesi için hücreye yapılacak işlem öncelikle eşitlik işareti konularak girilmelidir. Örneğin; $=278+976$ şeklinde hücreye yazılan işlem ‘enter’ tuşuna basıldığında hücredeki işlemin sonucu olan 1254 elde edilmekte, formül çubuğunda ise bu hücre seçili iken yapılan işlem belirtilmektedir (Şekil 4).

A1	f_x	=278+976	
	A	B	C
1	1254		
2			

Şekil 4: Matematiksel İşlem

1.4.2.3. Elektronik Tabloda Formül Girme ve Sürükleme Tekniği

Öğrencilerin sonraki aşamalara geçmesini sağlamak amacıyla formül yazma ve sürükleme becerisine sahip olması gerekmektedir.

Formül girme. Bir hücreye, başka bir hücrenin adresi örneğin A1 hücresinde $=B2+6$ (Şekil 5) veya birden fazla hücre adresleri kullanılarak örneğin $=A3+B3$ (Şekil 6) formülleri oluşturularak matematiksel işlem yapılabilir.

	A	B	C
1	=B2+6		
2		4	

Şekil 5: Hücre Adresi ile İşlem

	A	B	C
1	=A3+B3		
2			
3	8	9	

Şekil 6: Birden Fazla Hücre Adresi ile İşlem

Sürükleme tekniği. Elektronik tablonun temel kullanımlarından biri de kopyalama fonksiyonudur. Kopyalama işlemi seçili hücrenin (hücrelerin) ister satır ister sütun boyunca sürüklenmesi ile gerçekleştirilir. Elektronik tablolarda bilinen seriler otomatik olarak (ay, gün, vs.) sürükleme tekniği ile elde edilebilir (Şekil 7).

	A	B	C
1	Pazartesi		

	A	B	C	D	E	F	G
1	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar

Şekil 7: Bilinen Serileri Sürükleme

Hücre içindeki veriye bağlı olarak sürükleme ile farklı sonuçlar elde edilir. Sürükleme (dragging) iki şekilde olabilmektedir: sayı sürükleme (dragging number) ve formül sürükleme (dragging formula). Örneğin hücrede bir sayı var ise o hücre seçilip sürüklendiğinde diğer hücrelere de aynı sayı kopyalanmaktadır (Şekil 8). Yan yana veya alt alta bulunan en az iki hücreye girilen değerler a ve b ise bu iki hücrenin seçilerek sürüklenmesiyle elektronik tablo b-a değerine göre diğer elemanları hesaplayarak bir dizi oluşturur (Şekil 9).

	A	B
1	2	
2	2	
3	2	
4	2	
5	2	
6	2	
7	2	
8	2	

Şekil 8: Tek Bir Sayı Sürükleme

	A	B
1	3	
2	6	
3	9	
4	12	
5	15	
6	18	
7	21	
8		

Şekil 9: İki Sayıyı Sürükleme

Bir hücreye girilen formül seçilip sürüklendiğinde ise diğer hücrelerde de matematiksel ilişki korunarak formül bu yeni hücrelere göre düzenlenerek kopyalanmaktadır. Örneğin Şekil 10'da A1 hücresine formül girildikten sonra hücre seçilip aşağı doğru sürüklendiğinde elde edilecek formüller tablo üzerinde gösterilmiştir.

	A
1	=B1*4
2	=B2*4
3	=B3*4
4	=B4*4

Şekil 10: Formül Sürükleme

1.4.3. Matematik Eğitiminde Elektronik Tablo Kullanımı ve Elektronik Tablonun Potansiyelleri

Sutherland ve Rojano (1993) “elektronik tablonun öğrencinin keşfetmesine, açıklamasına ve informal düşüncelerini formalize etmesine yardımcı olduğunu” belirtmektedir (akt. Wilson ve Ainley, 2007).

Çalışmalarda ortaya çıkan elektronik tablonun matematik eğitiminde kullanım potansiyellerini şu şekilde sıralanabilir:

- Elektronik tablolar sıralar ve hücreler için etiketleme sistemine sahip tablolardır. En önemli karakteristik özelliği hücrelerin adreslerine referans vererek formüller oluşturma kolaylığını sağlaması ve bu adresleri belirlenen veya daha önceden hesaplanan değerlere bağlı olarak tabloyu doldurmak için kullanılmasıdır. Diğer özelliği, sütunları, satırları ve hücre kümelerini ekleme, silme ve hareket ettirme olanağı içermesi böylece tabloların dinamik bir yapıya sahip olmasıdır (Dettori, Garuti ve Lemut, 2001).

- Elektronik tablo ortamında cebir problemlerini çeşitlemek için işlemsel ve sayısal yaklaşımların birleşimi ile öğrenciler elektronik tabloyu yeni anlamların genellenmesinde bir araç olarak kullanılabilir (Abramovich ve Nabors, 1997).
- Hesaba dayalı ortam olarak elektronik tablo, matematiksel görselliğe ve tümevarımsal sorgulamaya dayalı araştırmalarda öğrencilerin çalışmalarını destekleyebilir. Elektronik tablo ile simgeleri kopyalama, yapıştırma ve örüntüleri desenleme yapılabilir. Bu etkinlikler simgesel ve sayısal yapılar arasında farklı bağlantılar yapmada ve orijinal problemin ötesine geçen varsayımları desteklemede öğrencilere yardım eder. Yani öğrencilerin yeteneğini problem çözmeden problem ortaya çıkarmaya hareket etmek için teşvik eder (Abramovich ve Nabors, 1997). Kâğıt kalem ortamınıninkinden daha özerk bir çalışma ortamına sahip olan yazılımlar daha zengin yapılandırma sürecinin gelişmesine olanak sağlamaktadır (Arzarello, Bazzini ve Chiappini, 1995).
- Elektronik tabloda kullanılabilecek birçok etkinlik vardır. Özellikle değişkenlerin isimlendirilmesi ve hücreye verilen formül ile genellemelere ulaşmak mümkündür. Birçok verinin de girilebilmesi ve aynı anda görülebilmesi de elektronik tablonun başka bir özelliğidir (Ainley, 1996).
- Elektronik tablolar öğrencilere anında sayısal bir geribildirim vermekte ve formüllerini kontrol etme olanağı sağlamaktadır. Birçok öğrencinin hesaplarının yanlış olduğuna dair verilen geri bildirimden sonra doğru formülü başardıkları görülmüştür. (Arzarello, Bazzini ve Chiappini, 1995; Bills, Wilson ve Ainley, 2005; Wilson, Ainley ve Bills, 2004).
- Elektronik tabloda kullanılan dil problem çözme sürecinde önemli bir arabulucu rolü oynamaktadır (Rojano ve Sutherland, 1993; 1994). Aynı şekilde Sutherland (1993; akt. Ainley, Bills ve Wilson, 2005) elektronik tablo gösteriminin öğrencinin doğal dili ve cebirin formal gösterimi arasında aracılık yapan bir dil sağladığını söylemektedir.

- Problem, elektronik tablonun sembolik dili ile açıklandığında öğrenciler, kuralı aşağı sürükleyerek veya bilinmeyen hücreindeki sayıyı değiştirerek bilinmeyi çeşitlendirebilir (Rojano ve Sutherland, 1993; Rojano, 1996). Bilinmeyenden bilinene doğru çalışma cebirin zor bir yönüdür ve cebirsel metotların gelişimini elektronik tablo etkinlikleri sağlayabilmektedir (Rojano ve Sutherland, 1993).

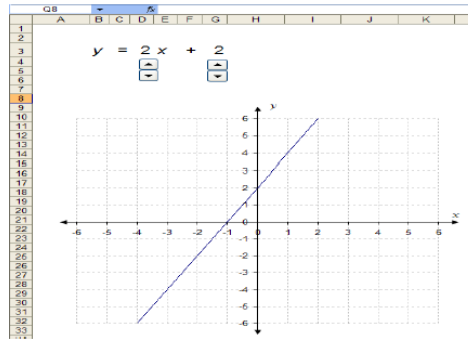
- Öğrencilerin hesaplama yaparken kâğıt-kalem ortamında kendilerine özgü ifadeleri kullandıkları, elektronik tablo kullanımında ise hesaplamalarını formal yolla açıkladıkları görülmüştür (Rojano, 1996; Wilson, Ainley ve Bills, 2004). Aslında elektronik tablo ortamında bilgisayar ile etkileşim öğrencilerin problemin çözümü için gerekli formüllerle ilgili düşüncelerinin hareketini üretmelerine ve tahmin etmelerine olanak vermektedir. Bilgisayar tarafından oluşturulan sayısal tablo nesnelerin sürecini doğrular ve tahmin eder. Böylece formal ifadeler için uygun algıların oluşabildiği deneyimlerin, anlamların, referansların yerel bir alanı geliştirilebilir (Arzarello, Bazzini ve Chiappini, 1995).

1.4.4. Elektronik Tablonun Matematik Öğretim Programlarındaki Yeri

NCTM (2000) teknolojinin yeni fırsatlar sunduğunu ve elektronik tabloda kullanılan sembollerin matematikçiler tarafından kullanılan cebirsel semboller ile bağlantılı olduğunu belirtmektedir. Böylece elektronik tablo veya hesap makineleri gibi popüler araçların sembolleriyle standart matematiksel ifadeleri karşılaştırarak çalışmak öğrencilere yararlı olacaktır. Ayrıca elektronik tablolar 1997'den beri Fransız öğretim programlarında yer almaktadır (Haspekian, 2005).

Türkiye'de ise matematik eğitiminde elektronik tablo kullanımı yaygın değildir. İlköğretim matematik öğretim programında sadece bir veya iki yerde grafik ve tablola yapma üzere öğretmenlere tavsiye edilmesiyle sınırlıdır (Özdemir Erdoğan, 2010) ve yapılan bilimsel çalışmalarda yok denecek kadar azdır. Programa bakıldığında cebir öğrenme alanında “Elektronik tablola yazılımlarının sağladığı kolaylıklardan yararlanılarak öğrencilerin denklemlerdeki bilinmeyenleri tablo ve grafik yardımıyla incelemeleri mümkün olabilecektir.” ifadesi yer almaktadır (MEB, 2009).

Program incelendiğinde 7. sınıf olasılık ve istatistik öğrenme alanı içindeki tablo ve grafikler alt öğrenme alanında yer alan “Daire grafiğini oluşturur ve yorumlar.” kazanımında “Elektronik tablolama yazılımları kullanılarak da grafik çizdirilebilir.” açıklaması yer almaktadır. Benzer şekilde 8. sınıf cebir öğrenme alanı içindeki denklemler alt öğrenme alanında yer alan “Doğrunun eğimi ile denklemini arasındaki ilişkiyi belirler.” kazanımı ile ilgili olarak “Öğrenciler, elektronik tablolama yazılımlarını kullanarak bir doğrunun denklemini ile grafiği arasındaki ilişkiyi incelerler. Bilgisayar ekranında verilen denklemindeki kat sayıların değiştirilmesinin grafiğe olan etkisini gözlemleyerek tartışır.” açıklaması etkinlik örnekleri kısmında verilmiştir. Aynı zamanda Şekil 11’deki örnek çalışma sayfasında programda yer almaktadır.



Şekil 11: MEB (2009)'deki Elektronik Tablo Kullanımı Örneği

Bu açıklamalardan elektronik tablodaki hücre ve formül girme özelliklerine yer verilmediği elektronik tablonun sadece görsel boyutunun vurgulandığı çıkarılmaktadır.

1.4.5. Elektronik Tablo ve Örüntüler ve İlişkiler

Elektronik tablo ile çalışmak öğrencilere cebirsel olmayan yaklaşımdan cebirsel olana ilerlemesinde yardımcı olan yollardan biridir (Jones, 2005). Bunun yanında kâğıt kalem ile karşılaştırıldığında elektronik tablo ortamında öğrenciler sembolik dili kullanarak matematiksel ilişkileri genel olarak ifade etmeyi daha kolay öğrenebilmektedirler (Tabach, 2011). Örneğin Arzarello, Bazzini ve Chiappini (1995)’nin çalışmasında öğrencilerin “ $2n+1$, $2n$ ” ifadelerini elektronik tablo ortamında, kâğıt kalem ortamından daha başarılı yorumladıkları görülmüştür. Dolayısıyla elektronik tablolar aritmetikten cebire geçiş sürecini desteklemektedir (Bills, Wilson ve Ainley, 2005; Dettori, Garuti ve Lemut, 2001; Rojano, 1996; Wilson, Ainley ve Bills, 2004).

Örüntüler ve ilişkiler konusunda yapılan bilimsel çalışmalar özellikle verilen bir örüntünün genellenmesi üzerinedir. Elektronik tablo ortamı kâğıt kalem etkinliklerini destekleyerek öğrencilerin genellemelerini güçlendirmekte önemli rol oynamaktadır (Wilson, Ainley ve Bills, 2004). Rojano (1996)'da elektronik tablonun özelden genele düşünme becerisini desteklediğini ve böylece araştırmada yer alan öğrencilerin cebirsel ilerleme sürecine sahip olduklarını savunmaktadır. Diğer bir deyişle elektronik tablo ortamının dili örüntülerin incelenmesinden genellenmesine geçiş sürecinde önemli bir arabulucu rolü üstlenebilir (Sutherland, 1991; akt. Abramovich ve Nabors, 1997).

1.4.6. Elektronik Tablo ve Değişken Kavramı

Bu alandaki araştırmanın sayısı, araştırmacıların cebir öğretimi ve öğreniminde elektronik tablonun potansiyeline verdikleri önemi göstermektedir (Haspekian, 2005). Birçok çalışma, elektronik tabloların öğrencilerdeki değişken kavramının anlamının gelişimini destekleyebildiğini belirtmektedir (Ainley, Bills ve Wilson, 2004; Wilson, Ainley ve Bills, 2005; Dettori, Garuti ve Lemut, 2001; Haspekian, 2005).

Elektronik tablonun değişken kavramına yönelik sunduğu potansiyeller şu şekilde sıralanabilir:

- Ainley (1996) geleneksel ortamın tersine bilgisayar destekli ortama dayalı etkinliklerde öğrencilerin değişkenleri kullanabildiğini ve cebirsel gösterim için kullanıcının, yazılımın sahip olduğu dili kullanmak zorunda olduğunu ifade etmektedir. Öğrencilerin elektronik tabloda informal ifadelerini formal olarak yazmak zorunda olduğu elektronik tablo dili öğrencilerin değişkenleri anlamalarına katkı yapmaktadır.
- Elektronik tablolarda sayıların yer aldığı hücreler güçlü bir görsellik sunmaktadır (Bills, Ainley ve Wilson, 2006). Bu hücrenin desteklediği değişkenin anlamı “genel bir sayı için yer tutucu” dur. Yani öğrenciler hücreye cebirsel bir sembol yazabilir, herhangi bir değer koyabilir veya kural girebilir (Ursini ve Trigueros, 2001).

- Elektronik tablolar formül ve grafik kullanımıyla cebirin anlamına ve özellikle ‘değişken hücre’ ve ‘değişken sütunu’ kavramlarının anlamlarına ulaşmak için bir bağlantı sunmaktadır (Haspekian, 2003). Başka bir ifadeyle elektronik tablo değişken kavramına bağlı 3 önemli özellik sunmaktadır (Wilson, Ainley ve Bills, 2005):

Tablo 7

Elektronik Tablonun Değişken Kavramını Destekleyen Yapısal Özellikleri

Özellik	Açıklama
Değişken hücre	Haspekian (2005, s. 121) değişken hücresi ile ilgili 4 özellik tanımlamaktadır: 1. Bir soyutluk, genel referans: değişkeni temsil eder 2. Belirli bir somut referans: burada bir sayıdır 3. Bir coğrafi referans (sayfada üç boyutlu bir adres) 4. Bir materyal referans (tablonun bir bölümü, bazı öğrenciler onu kutu olarak görmektedir.)
Değişken sütunu	Elektronik tablolar ayrıca formül ile sütunu doldururken görsel bir metafor sağlayarak bir “değişken sütunu” oluştururlar (Haspekian, 2003, s. 6). Bir formül tüm sütuna yazıldığında, sadece bir hücrede işlem yapılamaz, sütundaki birçok hücre üzerinde işlem yapılır. Formülü içeren hücre referansı hem özel (bir hücreye bağlı) hem de genel (tüm sütuna bağlı) görülebilir (Ainley, Bills ve Wilson, 2005). Bu görüntü birçok sayının fonksiyonel ilişkisi olarak değişken fikrini desteklemektedir (Ursini ve Trigueros, 2001).
İsimlendirilmiş sütun	Öğrencilerin sütunu isimlendirmeleri değişkeni tanımlamada yardım etmektedir. İsimlendirme sürecinde değişim ve sürüklenme (change and dragging) dinamik metaforları değişken anlamının gelişimini desteklemektedir (Wilson, Ainley ve Bills, 2005).

“Matematik Eğitiminde Elektronik Tablo Kullanımı ve Elektronik Tablonun Potansiyelleri” başlığında ele alındığı gibi elektronik tablo gösteriminin öğrencinin doğal dili ve cebirin formal gösterimi arasında aracılık yapan bir dil sağladığını ifade eden çalışmalar bulunmaktadır. Wilson, Ainley ve Bills (2005)’in çalışmasında öğrenciler elektronik tabloda çalışırken $2 \cdot A2 + 12$ gibi birçok elektronik tablo açıklaması yazmıştır. Çalışmada öğrencilerden birine standart cebirsel gösterim ve elektronik tablo gösterimi arasında bağlantı kurmak için elektronik tabloda A2 yazdığımız yere normalde ne yazıldığı sorulmuştur. Öğrenci bu formülde A2 yerine kâğıt kalem ortamında herhangi bir harf (x, q) koyulabileceğini söylemiştir. Tablo 7’de açıklandığı gibi öğrenci değişken hücre yerine harf sembolü yazılabileceğini söylemekte ve elektronik tablo dilini değişken kavramını destekler şekilde yorumlamaktadır.

Dettori, Garuti ve Lemut (2001) çalışmalarında değişkenlerin ve bilinmeyenlerin elektronik tablo işlemleri üzerinden tanıtılabileceğini ve elektronik tablo yardımıyla öğrencilerin soyutlama yeteneklerinin geliştirilebileceğini belirtmektedir. Eğer öğrenciler Şekil 12’deki gibi bir satırda tablo oluşturur ve A2’ye farklı sayılar girerek deneme-yanılma yöntemi kullanırlarsa bu bilinmeyen kavramının soyutlanmasını desteklemektedir ve aritmetik yaklaşımdır. Diğer taraftan Şekil 13’deki gibi tablosunu oluşturur ve satırlardaki benzerliği farkedelerse değişken kavramını soyutlama öne çıkacaktır ve bu cebirsel yaklaşımdır. Dettori, Gauti ve Lemut’un cebirsel yaklaşım olarak değerlendirdiği bu çalışmayı Tabach (2011) ‘çok değişkenli yaklaşım’ olarak adlandırmaktadır. Bu çalışmalarda ortak olarak formüllerin sürükleyerek genellendiğinde değişken kavramının anlamını desteklendiği belirtilmektedir.

books.1				
	A	B	C	D
1	first	second	third	sum
2	1	$=4*A2$	$=B2+10$	$=A2+B2+C2$
Σ				

books				
	A	B	C	D
1	first	second	third	sum
2	1	4	14	19
Σ				

Şekil 12: Elektronik Tabloda Aritmetik Yaklaşım
(Deneme-Yanılma Yöntemi)

books.2				
	A	B	C	D
1	first	second	third	sum
2	1	$=4*A2$	$=B2+10$	$=A2+B2+C2$
3	2	$=4*A3$	$=B3+10$	$=A3+B3+C3$
4	3	$=4*A4$	$=B4+10$	$=A4+B4+C4$
5	$=A4+1$	$=4*A5$	$=B5+10$	$=A5+B5+C5$
6	$=A5+1$	$=4*A6$	$=B6+10$	$=A6+B6+C6$
7	$=A6+1$	$=4*A7$	$=B7+10$	$=A7+B7+C7$
8	$=A7+1$	$=4*A8$	$=B8+10$	$=A8+B8+C8$
9	$=A8+1$	$=4*A9$	$=B9+10$	$=A9+B9+C9$
10	$=A9+1$	$=4*A10$	$=B10+10$	$=A10+B10+C10$
11	$=A10+1$	$=4*A11$	$=B11+10$	$=A11+B11+C11$

Şekil 13: Elektronik Tabloda Cebirsel Yaklaşım

1.5. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada, teknoloji destekli bir ortamda (elektronik tablo ortamında) değişken kavramına giriş yapılması hedeflenmiştir. Örüntü ve ilişkiler alt öğrenme alanına ait etkinlikler ile hem öğrencilerin matematik etkinliklerinde elektronik tablo kullanımlarını sağlamak hem de değişken kavramına bu yolla bir hazırlık yapılması amaçlanmıştır. Daha sonra ise oluşturulan teknoloji öğrenme ortamında değişken kavramının öğrencilere kazandırılması amaçlanmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranacaktır:

- Aritmetikten cebire geçiş sürecinin ilk adımında ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin elektronik tablo ortamında örüntüleri araştırmak için kullandıkları stratejiler nelerdir? Örüntüyü genelleme süreci nasıl gelişmektedir?
- Değişken kavramına girişte elektronik tablo ortamındaki örüntü genelleme sürecinin 6. sınıf öğrencilerinin bu kavramı anlamlandırmalarındaki etkisi nedir?
- Elektronik tablo temsillerinin değişken kavramının öğretime girişte ve 6. sınıf öğrencilerinin cebirsel dilinin gelişimindeki rolü nedir?

1.6. Araştırmanın Önemi

Teknolojik araçların matematik eğitime entegrasyonun önemi hakkında oldukça fazla çalışma bulunmaktadır. Ancak özellikle ülkemizde matematik eğitiminde teknoloji kullanımı daha çok geometri öğrenme alanı boyutunda sınırlı kalmakta ve Cabri, Sketchpad, Geogebra gibi dinamik geometri yazılımlarının kullanıldığı bu çalışmalar öne çıkmaktadır. Türkiye’de matematik eğitiminde elektronik tablo kullanımı yaygın değildir. Elektronik tablonun grafik ve tablolama yapma özelliklerinin incelendiği (Örneğin; Dede ve Argün, 2003b; Işıksal ve Aşkar, 2003) ya da fonksiyon konusuyla ilgili çalışmalar (Örneğin; Aksoy, Çalık ve Çınar, 2012; Baki ve Öztekin, 2003) yapıldığı görülmüştür. Elektronik tablonun sadece grafik ve tablolama potansiyelinin yanında cebire girişin temelini oluşturan sembolik temsilin öğretime yönelik sunduğu potansiyeli de incelemesi araştırmanın önemini oluşturmaktadır.

Değişken kavramına dair öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar ve bu zorlukların daha sonraki öğrenmelerine yapacağı etki düşünüldüğünde bu kavramın öğretiminde farklı yaklaşımlar ortaya çıkarmak ve bu yaklaşımın pozitif/ negatif yönlerini incelemek gerekmektedir. Cebir öğrenme alanına ve özellikle değişken kavramına elektronik tablo kullanımı aracılığı ile yeni bir öğretim yöntemi sunulması çalışmanın diğer bir önemi olarak düşünülmektedir.

1.7. Sınırlılıklar

Araştırma sınırlılıklarını şunlar oluşturmaktadır:

1. 2011-2012 öğretim yılı güz dönemi, Eskişehir ili Emine Cahide Karaali İlköğretim Okulu 6/B sınıfında öğrenim gören 15 öğrenci ile,
2. İçerik bakımından Matematik Dersi cebir öğrenme alanında bulunan “örüntüler ve ilişkiler” alt öğrenme alanı ve “değişken kavramı” ile
3. Çalışma kapsamında kullanılan yazılım Microsoft Excel ile sınırlıdır.

1.8. Sayıtlar

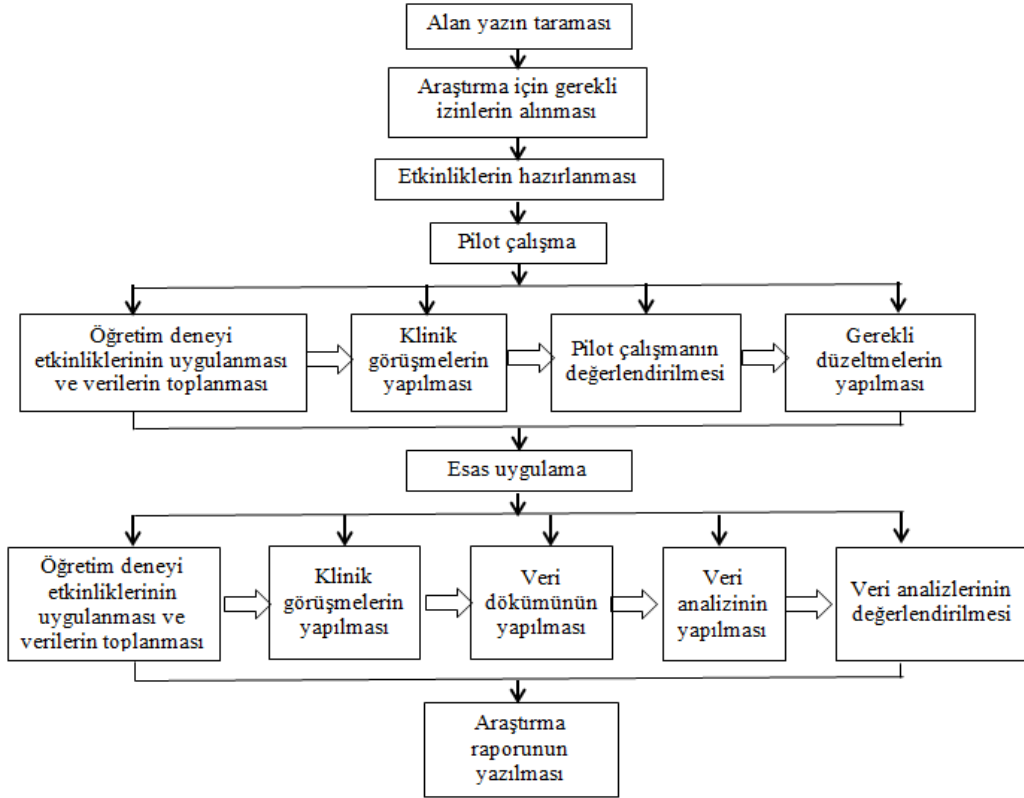
Araştırma sayıtlarını şunlar oluşturmaktadır:

1. Öğrenciler uygulamalara gönüllü olarak katılmışlardır.
2. Öğrenciler Microsoft Excel yazılımı ile daha önce çalışmamışlardır.
3. Öğrencilerin bu araştırmanın kapsamındaki öğrenmelerle ilgili olarak ek çalışma yapmadıkları ve sınıf dışından yardım almadıkları kabul edilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, katılımcıları, araştırmada kullanılacak veri toplama araçları ve elde edilen verilerin analiz süreci açıklanmıştır. Tüm araştırma süreci Şekil 14’de bütünsel olarak görülmektedir.



Şekil 14: Araştırma Süreci

2.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmanın modelini “öğretim deneyi” (teaching experiment) ve bunu desteklemek için yapılan “klinik görüşmeler” (clinical interviews) oluşturmaktadır. Öğretim deneyinde ve klinik görüşmelerde elde edilen veriler incelenmiştir. Araştırma kapsamındaki çalışmalarla ilgili olarak, belirlenen başlıklar altında nitel çözümlemeler yapılmıştır.

2.1.1. Öğretim Deneyi

Çalışmada öğretim deneyi (teaching experiment) yöntemi izlenmiştir. Öğretim deneyi, öncelikle öğrencilerin matematiksel etkinliklerini keşfetmek ve anlamak için tasarlanmış dinamik bir yöntemdir (Steffe ve Thompson, 2000). Araştırmacılar için öğretim deneyi yöntemini kullanmanın öncelikli amacı ilk elden öğrencilerin matematiksel öğrenme ve düşüncelerini deneyimlemektir. Öğretim deneyinde öğrencilerin öğrenmelerinde hangi değişkenlerin etkili olduğu ve daha önceki

bildiklerini yeni bilgiye nasıl bütünleştirdikleri, bu yeni bilgiyi nasıl yapılandırdıkları belirlenebilmektedir (Steffe, 1991). Böylece öğretim deneyi aracılığıyla kişi hangi tekniğin değişikliğe yol açtığını keşfedebilir ve bu değişikliği takip edebilir (Engelhardt, Corpuz, Ozimek ve Rebello, 2003).

Bazı öğretim deneyleri bireysel olarak veya küçük gruplarla bazıları ise bir grupla (takım, topluluk) yapılabilir. Tek bir kişi yerine bir topluluğu ele alan öğretim deneylerinde araştırmacı/öğretmenin çalışma içerisindeki otorite figürü ve öğrenci-öğretmen etkileşimi ön plana çıkmaz. Daha çok öğrenci-öğrenci ve öğrenci-problem etkileşimi ön plana çıkmaktadır. Bu tür öğretim deneyleri bilgisayar yazılımlarını içerebilir ve burada etkileşim öğrenci-bilgisayar programı arasında olur. Böylece öğretim deneyi iyi bir yazılımın veya somut el becerileriyle (manipülatif) yapılan yaratıcı etkinliklerin doğasını keşfetmek için planlanır (Lesh ve Kelly, 1999, s. 198-199).

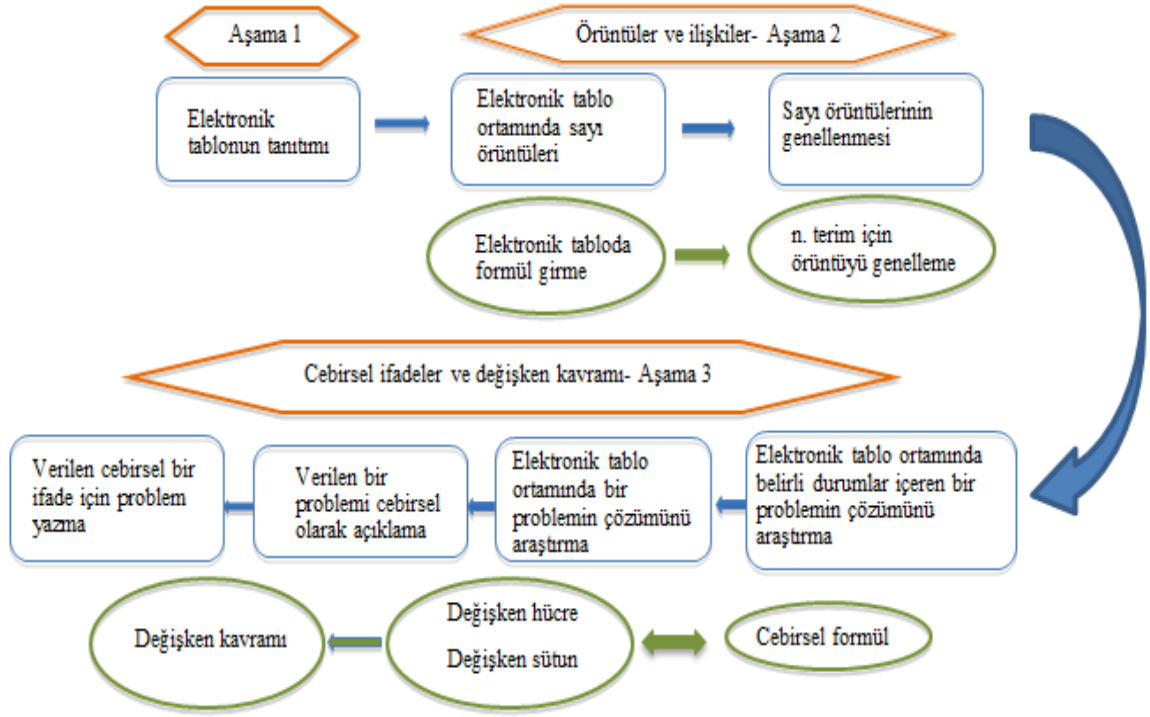
Bu çalışmada da değişken kavramına giriş sürecinde hem elektronik tablonun eğitim sürecine entegrasyonu ve ortaya çıkan potansiyeli hem de belli aşamalara sahip olan öğretim ortamında öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş süreci incelendiği için öğretim deneyi yöntemi seçilmiştir.

2.1.1.1. Öğretim Deneyinin Planlanması

Öğretim deneyi tasarlanan süreç içerisinde elektronik tablonun doğasını keşfetmek amacıyla planlanmıştır. Böylece elektronik tabloyu kullanarak öğrencilerin aritmetikten cebire geçişleriyle beraber değişken kavramını nasıl yapılandırdıkları incelenmiştir.

Öğretim deneyi matematik derslerinde haftada iki gün ve 4 ders saati olmak üzere toplam 4 hafta ve 16 saat sürmüş ve okulun bilgisayar laboratuvarında gönüllü öğrencilerle gerçekleştirilmiştir. Programın tüm öğretim aşamaları araştırmacı tarafından uygulanmıştır. Araştırmacı, MEB'e bağlı bir ilköğretim okulunda matematik öğretmenliği yapmaktadır. Ancak öğretim deneyinin uygulama aşamasında göreve başlamamıştır. ERASMUS programıyla gittiği ülkede yaptığı staj ve vermiş olduğu özel matematik derslerindeki deneyimlerinden yararlanmıştır. Teknolojik araçları hem günlük hem de mesleki yaşamında aktif olarak kullanmaktadır.

Etkinlikler matematik öğretim programındaki kazanımlar gözönünde bulundurularak hazırlanmıştır. Öğretim deneyinin yapısı ve seçilen etkinlikler öğretim programına paralel olarak aşağıdaki gibi düzenlenmiştir (Şekil 15):



Şekil 15: Öğretim Deneyi Aşamaları

Bu araştırmanın ilk aşamasında elektronik tablo öğrencilere tanıtılmıştır. Daha sonra yazılım kullanımını pratikleştirmek amacıyla etkinlikler yapılmıştır. Öğretimin ikinci aşaması, elektronik tablo ortamında ‘örüntüler ve ilişkiler’ konusunda yapılan etkinliklerle devam etmiştir. Son aşamada, öğrencilerin değişken kavramını nasıl anladıkları ortaya koymak amacıyla bir dizi elektronik tablo etkinlikleri verilmiştir.

2.1.1.2. Öğretim Deneyinde Uygulanacak Etkinliklerin Hazırlanması

Etkinliklerin hazırlanması aşamasında çeşitli araştırmalar incelenmiş ve uzman görüşü alınmıştır. Etkinliklerden bazıları araştırmalarda yer alan örneklerden doğrudan alınmış diğerleri ise matematik öğretim programındaki etkinlikler gözönünde bulundurularak hazırlanmıştır. Çalışmalardan doğrudan alınan etkinlikler şu şekildedir:

- *Elektronik tablo tanıtımı 3* adlı etkinlikteki 3, 4, 5 ve 6. sorular hazırlanırken Healy ve Sutherland (1990)'ın çalışmasında uyguladığı etkinliklerden yararlanılmıştır.
- *Elektronik tablo tanıtımı 4 Barkod* adlı etkinlik Swan (2003, s. 54)'ın Patterns in Mathematics adlı kitabı incelenerek oluşturulmuştur.
- *Elektronik tablo tanıtımı 6* Doğum günü partisi planlama etkinliği 19.10.2011 tarihinde <http://www.primaryresources.co.uk/ict/pdfs/00spread.pdf> adresinden alınmıştır.

Tablo 8'de etkinliklere göre öğretim deneyi süreci verilmiştir:

Tablo 8

Öğretim Deneyi Süreci

Hafta	Saat	Aşama	Etkinlik Adı	Amaç
BİRİNCİ HAFTA	4 saat	Birinci Aşama	Elektronik tablo tanıtımı 1 (Ek D)	Elektronik tablonun temel özelliklerini (menü çubuğu, araç çubukları vb.) ve öğelerini (hücre, satır, sütun) bilme
			Elektronik tablo tanıtımı 2 (Ek E)	Hücre adlandırmasını yapabilme ve hücre boyutlarıyla oynama
			Elektronik tablo tanıtımı 3 (Ek F)	Dört işlem sembollerini ve eşitlik işaretinin kullanımını bilme
			Elektronik tablo tanıtımı 4 Barkod (Ek G)	- Hücreye işlem ve formül girme. Örneğin; $=2*8$, $=C8+6$, $=C3+D6$ - Excel kullanım alışkanlığı kazandırma
İKİNCİ HAFTA	2 saat	İkinci Aşama	Örüntü 1- Kuralı Tahmin Et 1 (Ek J)	- Formül girme, hücre adlandırma - Verilen sayı örüntülerinin elektronik tablo ortamında kuralını bulma
		Birinci Aşama	Elektronik tablo tanıtımı 5 Hücre Sürükleme (Ek H)	Elektronik tablonun sürükleme tekniğini bilme
	2 saat	İkinci Aşama	Elektronik tablo tanıtımı 6 Doğum günü partisi planlama (Ek İ)	- Sürükleme tekniğini pratikleştirme - Çalışma sayfası oluşturma
			Örüntüler 2 (Ek K)	Sayı örüntülerindeki adım sayısına bağlı kuralı bulma
ÜÇÜNCÜ HAFTA	2 saat		Örüntü 3 Küpler (Ek L)	Örüntünün elektronik tabloda bilgilerini düzenleme
			Örüntü 4 Kareler (Ek M)	- Örüntü kuralını bularak formül girme - Örüntüyü genelleme ve n. adım için genel ifadeyi yazma
DÖRDÜNCÜ HAFTA	2 saat	Üçüncü Aşama	Değişken 1 'Problemler' (Ek N)	- Verilen bir problemin elektronik tabloda bilgilerini düzenleme - Verilen elektronik tablo formülünün ifade ettiği eşitliği yazabilme - İstenen cebirsel ifadeleri yazabilme - Elektronik tabloda verilen bilgilere göre problem cümlesi yazma
			Değişken 2 'Soruları Bul' (Ek O)	- Verilen bir problemin elektronik tabloda bilgilerini düzenleme - Verilen problemi çözebilme - İstenen cebirsel ifadeleri yazabilme
	2 saat			

2.1.1.3. Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliklerinin Amaçları ve Tanıtımı

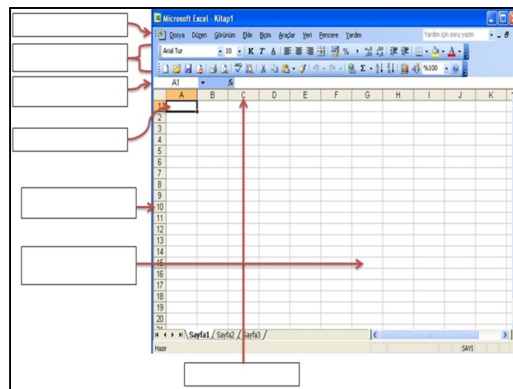
Elektronik tablo kullanımı ile ilgili becerilere sahip olmaları amacıyla öğrenciler Ek D, E, F, G, H ve İ’de verilen etkinlikler üzerinde çalışmıştır. Etkinlikler öğrencilere kazandırılması gereken beceriler öncelik sırası gözönüne alınarak oluşturulmuş ve amaçları şu şekildedir:

Tablo 9

Elektronik Tablo Tanıtımı Etkinliklerinin Amaçları

Etkinliğin Adı	Amaç
Elektronik tablo tanıtımı 1 (Ek D)	Ön becerileri kazandırma
Elektronik tablo tanıtımı 2 (Ek E)	Elektronik tablonun yapısal özelliklerini bilme
Elektronik tablo tanıtımı 3 (İşlem 1 ve İşlem 2) (Ek F)	Matematiksel işlem yapma ve eşitlik işaretini kullanma ve formül girme
Elektronik tablo tanıtımı 4 Barkod (Ek G)	Excel kullanım alışkanlığı kazandırma
Elektronik tablo tanıtımı 5 Hücre Sürükleme (Ek H)	Sürükleme tekniğini kullanma
Elektronik tablo tanıtımı 6 Doğum Günü Partisi Planlama (Ek İ)	Sürükleme tekniğini kullanım alışkanlığı kazandırma ve çalışma sayfası oluşturma

Elektronik tablo tanıtımı 1 etkinliğinde (Ek D) bir Excel kitabı açtırılır ve çalışma sayfasının temel özellikleri neler olduğu anlatıldıktan sonra öğrencilerden verilen kutucukları uygun isimlerle doldurmaları istenir (Şekil 16). Öğrenciler üzerinde çalıştıkları sayfanın ismini değiştirip sayfayı ve kitabı kaydederek çalışmalarını tamamlamıştır. Herhangi bir talimatı tamamlayamayan öğrenci ile öğretmen birebir çalışma yapmış ve tüm öğrencilerin ön becerileri sahip olduğundan emin olmuştur.



Şekil 16: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 1

Elektronik tablo tanıtımı 2 etkinliğinde (Ek E) bazı hücre adları verilerek öğrencilerden bu hücelere gerekli kelimeleri yazmaları istenmiştir. Öğrenciler doğru hücelere verilen kelimeleri yazdıklarında bir mektup ortaya çıkmaktadır (Şekil 17). Öğrencilerin tüm adlandırmaları uygun şekilde yapmaları amacıyla mektupta sorulan sorunun cevabı her öğrenciden istenmiştir.

C8	Atatürk'ün
A11	Ayrıca
C11	en kalabalık
B9	Anıtkabir burada.
B4	bulmak için
A1	Sevgili Arkadaşlar,
C16	Levent
A3	Kayboldum
D3	bilmiyorum.
B3	ve
B8	cumhurbaşkanı
B10	hızlı tren

	A	B	C	D
1	Sevgili Arkadaşlar,			
2				
3	Kayboldum	ve	neredeyim	bilmiyorum.
4	Beni	bulmak için	ipuçlarını çözün.	
5				
6	Bulduğum yer	Türkiye'nin	İç Anadolu	
7	Bölgesi'nde		yer almaktadır.	
8	İlk	cumhurbaşkanı	Atatürk'ün	
9	naaşının bulunduğu	Anıtkabir buradadır.		
10	Eskişehir'den	hızlı tren	ile gidebilirsiniz.	
11	Ayrıca	Türkiye'nin	en kalabalık	
12	ikinci kentidir.			
13				
14	Lütfen	yardım edin.		
15				
16		Sevgiler	Levent	

Şekil 17: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 2

Elektronik tablo tanıtımı 3 etkinliğinde (Ek F) ilk önce öğrencilerin hücre içine eşitlik işaretini kullanarak işlem girmeleri sağlanmıştır (Şekil 18). Daha sonra ise tek bir hücreye ve birden fazla hücreye referans vererek formül girme becerisine yönelik işlem 1 ve işlem 2 etkinlikleri yapılmıştır (Şekil 19).

Yaptığımız işlemin sonucunu almak için elektronik tabloda eşitlik sembolünü (=) kullanmalıyız.
Birinci soruda yaptığın işlemleri hücelere eşitlik işaretini kullanarak gir.
Örneğin; =2+8 şeklinde. Sonuç nedir?

Şekil 18: Eşitlik İşareti Kullanma

İŞLEM 1

C3 hücresine 2 sayısını gir. Herhangi bir hücrede 8 sayısını elde etmek için C3 hücresindeki sayıyı kullanarak nasıl bir formül girmek gerektiğini düşün. Örneğin; D3 hücresine =C3+6 formülü girilebilir.

	A	B	C	D	E
1					
2					
3			2	=C3+6	
4					
5					

İŞLEM 2

Yeni bir çalışma sayfası aç. Herhangi iki hücre seç ve içine istediğin sayıları gir. Diğer bir hücreye bu iki hücrenin toplamını veren **formülü** gir. Formülü aşağıdaki kutucuğa da yaz.

	A	B	C
1			
2		7	
3	5		12
4			

Şekil 19: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 3- İşlem 1 ve İşlem 2

Elektronik tablo tanıtımı 4 etkinliğinde (Ek G) öğrencilerin formül girme becerilerini pekiştirmek amacıyla barkod sisteminin hesaplanması ile ilgili bilgisayarlarının ‘masaüstünde’ bulunan bir Excel çalışma sayfası ve etkinlik talimatlarının olduğu çalışma yaprağı verilmiştir (Şekil 20).

BARKOD NUMARASI KONTROL ETME

1. Masaüstünde bulunan 'Barkod' adlı çalışma dosyasını aç.
2. Birçok üründe barkod bulunmaktadır. Ve barkodda bulunan sayılar arasında bir kural vardır. Bu kuralı bulmak için aşağıdaki yönergeleri uygula.
3. 'BARKOD NUMARASI' yazan sütuna aşağıdaki barkod numarasını gir.

9 3 1 1 6 9 7 1 0 1 5 8 3

4. 'BİRİNCİ ADIM' yazan hücrenin yanındaki hücreye mavi hücrelerdeki sayıları toplayan formülü gir. D6 hücresine bu toplamı 3 ile çarpan formülü gir.

FORMÜL:

Şekil 20: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 4

Elektronik tablo tanıtımı 5 etkinliğinde (Ek H) sürüklemeye tekniğinin öğrenilmesine yönelik alıştırmalar yaptırılmış ve hem sayı hem de formül sürüklemeye teknikleri gösterilerek ikisi arasındaki fark vurgulanmıştır (Şekil 21).

Alt alta iki hücreye 11 ve 15 sayılarını gir. Bu iki hücreyi seçerek aşağı doğru sürükleyin.

H4 hücresine 7 yaz. I4 hücresine 7 sayısını 3 ile çarpan **formülü** gir. H4 ve I4 hücrelerini sürükleyin. Diğer hücrelerde nasıl bir değişiklik oldu? H sütununda ardışık sayıları görmek istiyorsanız nasıl sürüklemelisiniz? I sütununda formülü görmek istiyorsanız nasıl sürüklemelisiniz?

Şekil 21: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 5

Elektronik tablo tanıtımı 6 etkinliğinde (Ek İ) öğrencilerden çalışma yaprağındaki tabloyu Excel çalışma sayfalarında oluşturmaları istenmiş ve hem sayı hem de formül sürüklemeye tekniğinin kullanımına yönelik pratik kazanımları amacıyla yönergeler verilmiştir (Şekil 22).

Yeni bir çalışma sayfası aç. Çalışma sayfasını aşağıdaki gibi olacak şekilde oluştur.

	A	B	C	D
1	YIYECEK ADI	FIYATI	MIKTAR	TOPLAM FIYAT
2				
3				
4				
5				

D sütununu doldurmak için her yiyeceğin toplam fiyatını hesaplayacak bir formül girmen gerekiyor:

- i. D2 hücresine toplam fiyatı verecek formülü gir.
- ii. 'Enter' a bas.
- iii. D2 hücresini seçerek sağ alt köşesine imleci götür ve artı işaretini gördüğün yerden tut ve aşağı doğru sürükleyin.
- iv. Veri girdiğin bütün satırlar bitinceye kadar sürükleyin.
- v. Excel programı D sütununda her bir yiyecek için toplam fiyatı hesaplayacaktır.

Şekil 22: Elektronik Tablo Tanıtım Etkinliği 6

Örüntüler ve ilişkiler (İkinci aşama) ve değişken kavramına (Üçüncü aşama) yönelik yapılan etkinliklerin detaylı tanıtımları elde edilen bulgularla ilişkilendirilerek açıklanması sebebiyle “Üçüncü Bölüm Bulgular ve Yorumlar” başlığı altında verilmiştir. Ayrıca etkinliklerin çalışma sayfaları “Ekler” bölümünde yer almaktadır.

2.1.2. Klinik Görüşme

İlk olarak Piaget tarafından kullanılan ve geliştirilen bu yöntemin amacı çocukların çeşitli içeriklerde kullandıkları yapısal süreçlerini incelemektir. Matematik eğitiminde ise bu yöntem öğrencinin matematiksel düşüncelerinin temelinde gelişen özelliklerini keşfetme süreci olarak kullanılmaktadır (Ginsburg, 1981).

Klinik görüşmeler kapsamlı bir gözlem yapma amacıyla genellikle bir ofiste, sınıf ya da atölye gibi görüşmecinin eğitim gördüğü alan dışında ve çoğunlukla bireysel olarak yapılır (Zazkis ve Hazzan, 1998). Bu sebeple çalışmanın klinik görüşmeleri sınıfların olmadığı bir katta bulunan rehber öğretmenin odasında bireysel olarak yapılmıştır.

Klinik görüşmelerde öğrenci ele alınan konuya yönlendirilir ve görüşmelerde öğrencinin matematiksel kavramı nasıl anlamlandırıldığını ortaya çıkarmak amacıyla matematiksel içeriğe odaklanılır (Zazkis ve Hazzan, 1998). Bu çalışmada da öğrencilerin değişken kavramını öğretim deneyi sonrasında nasıl yapılandırdıklarını keşfetmek ve değişken kavramına yönelik yorumlarını incelemek amacıyla klinik görüşmeler yapılmıştır. Baki, Karataş ve Güven (2002) tarafından klinik mülakatı uygularken dikkat edilmesi gereken durumlar şöyle açıklanmıştır: “Problemlerin öğrencilerin seviyesine uygun olduğunda beceriler hakkında yorum yapılabilir. Öğrencilere verilecek problemler veya aktiviteler öğrencinin seviyesine göre olmalıdır. Sorular veya aktiviteler, öğrencinin geçmiş bilgisini ve becerisini değerlendirebilecek özelliğe sahip olmalıdır.” Bu nedenle klinik görüşme soruları öğretim deneyinin üçüncü aşamasında değişken kavramına yönelik yapılan etkinliklere paralel olarak oluşturulmuştur (Ek P).

2.1.3. Pilot Çalışma

Pilot çalışma MEB'e bağlı bir ilköğretim okulunda 6. sınıfta (11-12 yaş) öğrenim gören ve gönüllü olan 6 öğrenci ile okul saatleri dışında bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Esas uygulamada yer alan veri toplama araçları kullanılmıştır. Oluşturulan etkinliklerin uygulaması sırasında ortaya çıkabilecek sorunları belirlemek ve esas uygulama için en etkili ortamı oluşturmak amacıyla esas uygulamanın başlamasından bir ay önce bitirilmiştir.

Pilot çalışma sırasında öğrencilerin çalışma sayfaları ve çalışma yapraklarında anlamadıkları durumlar not edilmiş ve hatalar varsa düzeltmeler yapılmıştır. Ayrıca elektronik tablo kullanımında karşılaşılan zorluklara dair önlemler alınmıştır. Örneğin öğrenciler elektronik tabloda formül girme özelliğini kavramakta zorlanmışlardır. Bu sebeple esas uygulama için formül girmeye yönelik yapılacak etkinlikler arttırılmıştır. Pilot uygulamanın genel değerlendirme sürecinde eksiklikler ve ortaya çıkan sorunlar belirlenerek, esas uygulama için öğretim planı ve etkinlikler gözden geçirilmiştir.

Araştırmacı ve Yrd. Doç. Dr. Emel Özdemir ERDOĞAN tarafından geliştirilen öğretim deneyinin süreci pilot çalışmalarda karşılaşılan durumlar göz önünde bulundurularak şekillenmiş ve pilot çalışmanın değerlendirilmesi sonrası son halini almıştır.

2.2. Araştırmanın Katılımcıları

Çalışma MEB'e bağlı bir ilköğretim okulunda 6. sınıfta (11-12 yaş) öğrenim gören 15 öğrenciyle yapılan 4 haftalık bir öğretim sürecini ve klinik görüşmeleri kapsamaktadır.

Bu öğrencilerin araştırmaya seçilme sebepleri şu şekilde sıralanabilir:

- Öğrenciler gönüllü olarak araştırmaya katılmışlardır. Bu amaçla velilerden ve öğrencilerden gerekli izinler alınmıştır (Ek B ve C).
- Öğretim deneyi yapılacak okulda bilgisayar laboratuvarı bulunmaktadır. Araştırmanın bir bilgisayar yazılımını kapsaması sebebiyle okulun teknolojik donanımı göz önünde bulundurulmuştur.

- Öğrenciler araştırmada öğretimi hedeflenen matematiksel kavramları bilmemekte fakat bunlara temel oluşturan ön bilgilere sahiptirler.

Araştırmanın 6. sınıf seviyesinde uygulanmasının sebepleri ise şöyledir:

- Cebir öğrenme alanına bu sınıf seviyesinde geçilmesi,
- Değişken kavramına ilişkin herhangi bir çalışma yapılmamış olması.

Dolayısıyla öğrenciler ele alınacak olan konuya dair bilgi sahibi değildirler. Fakat MEB'in öğretim programında yer alması sebebiyle öğrenmek durumundadırlar.

2.2.1. Öğretim Deneyinin Katılımcıları

Öğretim deneyi katılımcılarını 6. sınıftaki 15 öğrenci oluşturmaktadır.

2.2.2. Klinik Görüşmenin Katılımcıları

Klinik görüşmelere öğretim deneyine katılan öğrencilerden 9 tanesi seçilmiştir. Öğrencilerin seçim aşamasında şu kriterler göz önünde bulundurulmuştur:

- Matematik öğretmenlerinin görüşü
- Öğrenci başarı durumu (Düşük seviyede 2 öğrenci, orta seviyede 5 öğrenci ve iyi seviyede 2 öğrenci)
- Öğretim deneyi devamlılık/devamsızlık durumu

2.3. Verilerin Toplanması

Confrey ve Lachance (1999) öğretim deneyinde verilerin toplanırken araştırmacının düşüncelerinin ve uygulama sırasındaki hareketlerin kaydedilmesi gerektiğini belirtmektedir. İdeal olarak etkileşimde olunan sürecin görüntü ve ses kayıtları toplanmalıdır. Buna ek olarak araştırmacı kendi düşüncelerini kayıt altına almak ve uygulama sırasında ortaya çıkan durumları yazmak amacıyla gözlem notları tutmalıdır.

Klinik görüşmelerde elde edilen verilerin daha güvenilir olması için de uygulama kameraya kaydedilmelidir (Baki, Karataş ve Güven, 2002). Bu araştırmada

öğrencilerin elektronik tablo ortamındaki çalışmalarının incelenmesi de söz konusu olduğu için bilgisayarda yaptıkları etkinliklerin kayıt edildiği ekran kayıtları da toplanmıştır.

2.3.1. Veri Toplama Araçları

Araştırmada birçok veri toplama aracı kullanılmıştır.

Bilgisayar ve Microsoft Excel programı: Elektronik tablo olarak her okulda rahatlıkla bulunabilen bir Office programı olan Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır.

Video kayıtları: Öğretim deneyinin her aşaması bir kamera ile sınıf geneli çekilerek görüntülenmiştir.

Ses kayıtları: Sınıf etkileşimi esnasında öğretmen-öğrenci arasındaki diyaloglar öğretmenin üzerinde olan bir ses kayıt cihazı ile kaydedilmiştir.

Araştırmacı/öğretmen gözlem notları: Araştırmacı tarafından öğretim deneyi boyunca gözlem notları tutulmuştur.

Bilgisayar ekran kayıtları: Araştırma boyunca öğrencilerin çalıştıkları bilgisayarda yaptıkları hareketleri kaydeden 2 adet ekran kaydetme programı kullanılmıştır. Biri öğretim deneyi sürecinde bilgisayar laboratuvarındaki çalışmalarını kaydeden “Freez Screen Video Capture” adlı programdır. Diğeri ise araştırmacının kendi bilgisayarı ile yaptığı klinik görüşmeler için kullanılan ekran kaydetmenin yanı sıra öğrenci görüntüsünü de kaydeden “Camtasia Studio 7” adlı programdır.

Çalışma sayfaları (Microsoft Excel dosyası etkinlik kayıtları): Yapılan etkinlikler sonunda öğrencilerin elektronik tablo üzerindeki çalışma dosyaları ve çalışma sayfaları kaydedilmiştir.

Çalışma yaprakları: Bazı etkinliklerde elektronik tabloda yaptıkları çalışmalarla ilgili soruların olduğu ve bazı etkinliklerde de kâğıt kalem ortamında cevaplayacakları soruların bulunduğu çalışma yaprakları verilmiş ve çalışma sonunda bu kâğıtlar toplanmıştır.

2.4. Verilerin Analizi

Öğretim deneyinde sınıf etkinlikleri tamamlandıktan sonra analizler yapılabilir. Araştırmacı topladığı verilerin içine girerek uygulama süresince meydana gelenleri derin bir şekilde analiz etmeye başlar. Kullanılacak analiz metodu verilerin nasıl toplandığına bağlıdır. Nitel verileri analiz etmek için süreçler organize edilmeli ve ortaya çıkan ilişkilerin ve konuların içeriği analiz edilmelidir (Confrey ve Lachance, 1999). Bu sebeple araştırmada toplanan veriler doğrultusunda nitel araştırma yöntemleri kullanılarak içerik analizi yapılmıştır.

Analizler öğretim deneyinin aşamalarına göre üç başlık altında incelenmiştir: Birinci aşama-elektronik tablo tanıtımı, ikinci aşama-örüntüler ve ilişkiler, üçüncü aşama-değişken kavramı. Son olarak klinik görüşmelerde elde edilen bulguların analizlerine yer verilmiştir. Araştırmacı analiz işleminin başlangıcında tüm süreçlere dair toplanan verileri incelemiştir.

Birinci aşama sırasında elektronik tablo kullanımı ile ilgili becerilerin kazanılması ön plana çıktığı için elektronik tablo kullanımında karşılaşılan durumlar ele alınmıştır.

İkinci ve üçüncü aşamada ise öğrencilerin matematiksel içeriğe sahip etkinlikleri yapmasıyla hem elektronik tablo kullanımına hem de matematiksel durumlara yönelik her bir öğrencinin çalışması ayrı ayrı analiz edilmiştir. Böylece aritmetikten cebire giriş ile örüntülerin genellenme süreci ve bu süreç ile de değişken kavramına giriş sürecinin nasıl geliştiği göz önünde bulundurulmuştur. Elektronik tablo temsillerinin cebirsel dilin gelişimindeki rolüne de bakılmıştır. Bu amaçla Microsoft Excel çalışma sayfaları, çalışma yaprakları, video, ekran ve ses kayıtları karşılaştırılarak incelenmiştir. Böylece öğrencilerin çalışmaları bir araya getirilerek ortak ve farklı durumlar ortaya çıkarılmıştır.

Belli bir ilişki içinde ilerleyen öğretim deneyi sürecinin bu şekilde analiz edilmesi ile elektronik tablo kullanım tekniklerinin gelişimi görülmüştür. Aynı zamanda matematiksel düşüncelerinin gelişimleri keşfedilerek nasıl stratejiler geliştirdikleri ve bunu hangi teorik temellere dayandırdıkları ortaya konulmuştur.

Alanyazın taramasında elde edilen teorik yapılardan yararlanılmış ve elde edilen bulgular bu bilgiler ışığında analiz edilmiştir. Özellikle öğrencilerin elektronik tablo ortamından kâğıt kalem ortamına geçiş yaparkenki çalışmaları ve öğretim deneyi sürecinin başından sonuna kadar gösterilen matematiksel ve elektronik tablo kullanımı ile ilgili gelişmeler incelenmiştir. Öğrenci ifadeleri ve ekran kayıtlarında elde edilen analizleri desteklemesi amacıyla verilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu bölümde öğretim deneyinin birinci, ikinci ve üçüncü aşamalarında elde edilen bulgular ve bulgulara dair analizler daha sonra da yapılan klinik görüşmelere ait analizler verilmiştir.

3.1. Birinci Aşama-Elektronik Tablonun Tanıtımı

Çalışmaya katılan öğrenciler ilk defa matematik derslerini bilgisayar laboratuvarında gerçekleştirmiş ve daha önce elektronik tablo ile tanışmamışlardır. Bu amaçla öğretim deneyinin birinci haftası 4 saat ve ikinci haftası 2 saat olmak üzere toplam 6 saat elektronik tablonun tanıtım etkinliklerine ayrılmıştır.

Etkinlikler süresince öğrencilerin elektronik tablodaki temel becerileri kazanmaları ve elektronik tablo kullanım becerilerini pratik haline getirmeleri hedeflenmiştir. Fakat öğrencilerin elektronik tablonun kullanımında zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Bu sebeple öncelikle bu aşama da yaşanan zorluklar verilmiştir.

3.1.1. Elektronik Tablo Kullanımında Karşılaşılan Zorluklar

Günlük hayatlarında da bilgisayar ortamına sahip olan öğrenciler ön becerileri (Excel dosyası açma, kapatma gibi) kolaylıkla gerçekleştirmiştir. Diğer etkinliklerde ise zorluklarla karşılaşmış ve yaşanan zorluklar sayfa yapısına, sürükleme tekniğinin kullanımına, hücre adresi ve formül yazımına bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Bu zorlukları aşağıdaki başlıklar altında toplayabiliriz.

3.1.1.1. Sayısal Sonuçlarının Öne Çıkması

Elektronik tabloda öğrencilerin yazdıkları formüller ya da girdikleri işlemler otomatik olarak hesaplanmakta, çalışma alanında da bu sayısal sonuçlar görülmektedir. Yaptırılan işlem ilgili hücreye tıklandığında çalışma alanından farklı olarak formül çubuğunda görülebilmektedir. Dolayısıyla yapılan işlemin doğruluğunun kontrolü ikinci bir görev olarak öğrenciye kalmakta, elektronik tablo dönüt vermemektedir. Örneğin 4, 7, 10, 13 şeklinde devam eden bir örüntü için terim sayısını 3 ile çarpıp 1 ekleyeceğini ifade eden öğrenci elektronik tabloda ilk adım için formülü $=A1*3-1$ olarak girmiştir. Hücrede 4 olması gerekirken otomatik olarak 2 sayısı çıkmış ve öğrenci düşündüğü formülün yanlış olduğunu söylemiştir. Yazdıkları formülü kontrol etmek yerine çıkan sayısal sonucu kabul eden öğrenciler bu durumda çözüme ulaşamamaktadır.

3.1.1.2. Hücre Adresi ve İçeriğinin Formül Yazımında Karıştırılması

Elektronik tabloda öğrenciler hücrenin 2 özelliğini birbirinden ayırmak durumundadırlar: Hücre adresi ve hücre içeriği (sayı veya formül girilebilen hücre). Öğrencilerin hücre adresini yazarken şu gibi zorluklarla karşılaştığı görülmüştür:

- Hücre adresindeki satır sayısını işlem yapacağı sayı olarak alma.

Örneğin; C3 hücresinde 2 yazan öğrencinin başka bir hücrede 8 elde etmek için $=C3+6$ yerine $=C3+5$ yazması. Burada öğrenci hücre adresindeki 3 ile 5'i toplayarak 8 elde etmektedir.

- Adresteki satır sayısı yerine hücredeki sayıyı yazma.

Örneğin; B2 adresini yazmak yerine içeriğindeki sayıyı referans alarak B9 yazılması. Sadece sütuna odaklanılarak hücre adresini verirken satır sayısı yerine içeriğindeki sayıyı alma (Şekil 23).

	A	B
1		
2		9
3		
4		=B9+
5		

Şekil 23: Adresteki Satır Sayısı Yerine Hücredeki Sayıyı Yazma

- Hücre içerisindeki sayıyı adreste verme

Bir hücrenin adresini yazdıktan sonra hücre içerisindeki sayının hücre adresinde yazılması (Şekil 24).

	A	B
1		
2	40	
3		=A240*
4		

Şekil 24: Hücre İçerisindeki Sayıyı Adreste Verme

3.1.1.3. Sürükleme Tekniği

Öğrencilerin sürükleme hareketine ile ilgili ilk etkinlikler yapıldıktan sonra öğretim deneyi boyunca bu özelliğin kullanımına dair gözlemler şöyledir:

- *Sayı ve formül sürükleme için aynı hareketi yapma.* Sayı sürükleme tekniğinde eğer bir dizinin aynı şekilde devam edilmesi isteniyorsa en az iki hücredeki sayısal değerleri seçerek sürükleme yapılması gerekmektedir. Formül sürükleme tekniğinde ise formül girilmiş olan bir hücreyi sürüklemek yeterlidir. Fakat öğrenciler formül olan bir hücreyi seçerek sürüklemek yerine en az iki hücreye formül girip sürüklemektedir.

- *Formülü ve sayıyı birlikte sürüklemek.* Öğrenciler iki hücre seçmesi gerektiğine odaklanıldıkları için formül olan hücreyi ve içeriğinde sayı olan hücreyi seçip sürüklemektedirler. Örneğin Şekil 25'deki gibi örüntünün ilk iki terimi sayısal olarak girildikten sonra 3. adım için B3'e $=A3+6$ formülünü giren öğrenci, B3 ve içerisinde 8 sayısı bulunan B2 hücresini seçerek sürükler. B3, B5 ve B7 hücrelerinde formüle bağlı, B4, B6 ve B8 hücrelerinde de sayıya bağlı iki ayrı örüntü elde edilir.

	A	B		A	B		A	B
1	1	7	1	1	7	1	1	7
2	2	8	2	2	8	2	2	8
3	3	$=A3+6$	3	3	$=A3+6$	3	3	9
4	4		4	4	9	4	4	9
5	5		5	5	$=A5+6$	5	5	11
6	6		6	6	10	6	6	10
7	7		7	7	$=A7+6$	7	7	13
8	8		8	8	11	8	8	11

Şekil 25: Formülü ve Sayıyı Birlikte Sürüklemek

- *Formüllerin de sayılara benzer şekilde oluşacağını düşünerek sürüklemek.* Örneğin, B12 hücresine $=B11+15$ ve B13 hücresine $=B12+16$ formüllerini yazan öğrencinin bu iki hücreyi seçerek sürüklemesi sonucunda hem hücre adresinin hem de yazdığı sayıların bir artarak gideceğini yani B14 hücresinde $=B13+17$ formülünün oluşmasını beklemektedir.

Öğretim deneyi sürecinde öğrenciler aracın kullanımında hata yaptıklarını düşünmemiş, problem çözümünde yaptıkları işlemlerin veya izledikleri yolun yanlış olduğunu düşünmüşlerdir. Öğretmen öğrencilerin zorlandıkları kullanımların üzerinde durmuş ve yapılan hataların sebeplerini açıklamıştır. Daha sonra örüntüler ve ilişkiler konusuyla ilgili yapılan etkinliklere geçilmiştir.

3.2. İkinci Aşama- Örüntüler ve İlişkiler

Öğretim deneyi sürecinin ikinci aşamasında öğrencilere 'örüntüler ve ilişkiler' alt öğrenme alanına yönelik etkinlikler ve sorular verilmiştir. Öğretim deneyinin ikinci haftası 2 saat ve üçüncü haftası 2 saat olmak üzere toplam 4 saat örüntüler konusuna yönelik yapılan etkinliklere ayrılmıştır. Bu kısımda öncelikle 'örüntüler ve ilişkiler'

konusu ile ilgili yapılan etkinlikler anlatılmıştır. Daha sonra öğrencilerin kendi çalışma sayfalarını oluşturdukları ve çalışma yapraklarında genellemeyi ifade ettikleri ‘Küpler’ ve ‘Kareler’ etkinliğinin bulguları ve analizler verilmiştir.

3.2.1. Örüntüler ve İlişkiler Etkinliklerinin Amaçları ve Tanıtımı

Bu aşamada öğrenciler Ek J, K, L ve M’de verilen etkinlikler üzerinde çalışmıştır. Örüntüler ve ilişkiler konusu ile ilgili örüntüyü arama ve incelemekten başlayarak örüntünün genellenmesine ulaşacak şekilde etkinlikler hazırlanmıştır.

3.2.1.1. Elektronik Tablo Ortamında Örüntü İçin Girilecek Formülü Bulma ‘Kuralı Tahmin Et’ Etkinliği

Bu etkinlikte (Ek J) öğrencilere masaüstünde bulunan Excel’de hazırlanmış bir çalışma sayfası verilmiştir (Şekil 26). Etkinliğin amacı öğrencilerin örüntüleri inceleyerek kuralını bulmaları ve elektronik tablo ortamında buldukları kurala göre formül girmeleridir. Verilen çalışma sayfasında 6 tane örüntü bulunmaktadır. Örneğin birinci örüntü de girdi 3 ve çıktı 6’dır. Öğrencilerden “Girdi” olarak belirtilen hücrelere farklı sayılar girmeleri ve “Çıktı” olarak belirtilen hücrede çıkan sayıları inceleyerek örüntünün kuralını bulmaları istenmiştir (Şekil 27). Daha sonra her bir örüntü için buldukları kurala göre “Kural” yazan F sütunundaki hücrelere formül girmişlerdir. Eğer girdikleri formül doğruysa formülün yanında “Tebrikler” yazacaktır (Şekil 28).

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Girdi	Çıktı			KURAL	
3	1)	3	6		1)		BİR DAHA DENE
4	2)	10	15		2)		BİR DAHA DENE
5	3)	10	9		3)		BİR DAHA DENE
6	4)	10	50		4)		BİR DAHA DENE
7	5)	20	14		5)		BİR DAHA DENE
8	6)	2	7		6)		BİR DAHA DENE

Şekil 26: Örüntü 1- Kuralı Tahmin Et

	A	B	C
1			
2		Girdi	Çıktı
3	1)	15	30
4	2)	10	15
5	3)	10	9
6	4)	10	50
7	5)	20	14
8	6)	2	7

Şekil 27: Girdi-Çıktı İnceleme

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2		Girdi	Çıktı			KURAL	
3	1)	7	14		1)	14	TEBRİKLER
4	2)	10	15		2)		BİR DAHA DENE

Şekil 28: Doğru Formülü Bulma

Öğrenciler farklı kurallara sahip (Örneğin ikinci örüntünün kuralı girilen sayıların 5 fazlası çıktığı için $=B4+5$) örüntüleri inceledikten sonra sınıf geneli sözel olarak kuralı ifade edebilmiştir.

Öğretmen: Birinci örüntüde kural ne?

Fatmanur: 2 ile çarpımı.

Eray: 2 katı.

Öğretmen: Kural için formülü nasıl yazarsınız?

Eray: Çarpı 2.

Öğretmen: Ne ile çarpı 2?

İlkay: Eşittir B3 çarpı 2. Tebrikler yazdı.

Formül girme tekniğinde zorluğu olmayan öğrenciler daha önce etkinliği tamamlamış ve tüm örüntüler için formül girmiştir. Halise, Azat, Nur, Rabia ve Nesrin gibi başarı durumu düşük öğrenciler öğretmenden yardım istemişlerdir.

3.2.1.2. Elektronik Tablo Ortamında Örüntünün Yakın ve Uzak Adımlarını Bulma ‘Örüntüler’ Etkinliği

Bu etkinlikte (Ek K) öğrencilere masaüstünde bulunan Excel’de hazırlanmış bir çalışma sayfası (Şekil 29) ve çalışma yaprağı verilmiştir. Etkinliğin amacı öğrencilerin örüntüleri inceleyerek yakın adımları (4, 5. adım gibi) bulmalarını daha sonra örüntünün kuralına yönelik formül girerek ve sürüklemeye tekniğini kullanarak uzak adımları (50, 100. adım gibi) bulmalarınıdır.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ÖRÜNTÜ 1					ÖRÜNTÜ 2					ÖRÜNTÜ 3		
2													
3	Adım Sayısı	Sayı	Formül Sütunu			Adım Sayısı	Sayı	Formül Sütunu			Adım Sayısı	Sayı	Formül Sütunu
4	1	3				1	1				1	5	
5	2	6				2	3				2	9	
6	3	9				3	5				3	13	
7	4					4					4		
8	5					5					5		
9	6					6					6		
10	7					7					7		
11	8					8					8		
12	9					9					9		
13	10					10					10		

Şekil 29: Örüntüler 2 Etkinliği

Verilen çalışma sayfasında 3 tane örüntü bulunmaktadır. Örneğin birinci örüntü incelendiğinde örüntü terimlerinin örüntü adım sayılarının 3 katı olduğu görülmektedir. Öğrenciler örüntüleri incelemişlerdir ve çalışma yapraklarında 4 ve 7. gibi adımlar

sorulmuştur. Yakın adımları bulan öğrencilere daha sonra 15 ve 40. adım sorularak bu adımlar için girecekleri formülü de yazmaları istenmiştir. Böylece öğrencilerin uzak adımı hesaplayarak bulmaları yerine sürükleme tekniğini kullanmaları beklenmektedir.

Öğrenciler uzak adımları bulmak için hem sayı hem de formül sürükleme tekniğini kullanmışlardır. Adım sayılarını ve örüntü terimlerini sürükleyerek 100. adıma ulaşabilmişlerdir. Formül girmeleri istendiği zamanda ilk adım için formül girmiş ve sürükleyerek (Şekil 30) diğer adımlar için çıkan formülleri de çalışma yapraklarına yazmışlardır (Şekil 31).

C4 f _x =A4*3		
A	B	C
1	ÖRÜNTÜ 1	
2		
3	Adım Sayısı	Sayı
4	1	3
5	2	6
6	3	9
7	4	12
8	5	15
9	6	18
10	7	21
11	8	24
12	9	27
13	10	30
14	11	33
15	12	36
16	13	39

Adım sayısı	Formül
4	=A9*3
7	=A10*3
10	=A12*3
15	=A18*3
40	=A43*3
50	=A53*3
75	=A78*3
120	=A123*3
150	=A153*3
186	=A183*3
300	=A303*3
750	=753*3

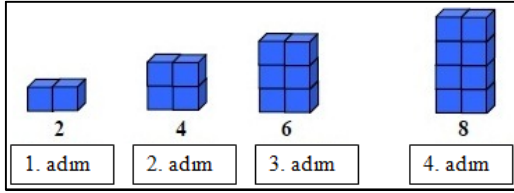
Şekil 30: Örüntüler 2-Formül Girme

Şekil 31: Örüntüler 2- Zuhall'in Çalışma Kağıdı

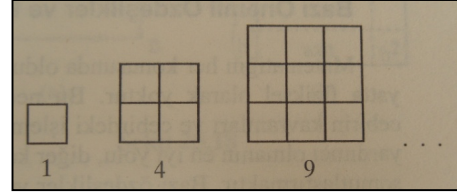
Öğrenciler 3 örüntü için de yakın ve uzak adımları bulmuş ve formül girmiştir. Ayrıca sayı ve formül sürükleme tekniğini kullanmışlardır. Öğrenciler sözel ifadelerinde rekürsif ilişkiyi (örüntü terimleri arasındaki ilişkiyi arama) belirtmişler ve örüntü terimlerini sürükleyerek de bu stratejiyi desteklemişlerdir. Fakat girdikleri formüller belirgin stratejiye (adım sayısı ve örüntü terimleri arasındaki ilişkiyi arama) yönelik olmuştur. Bu durum bir önceki etkinlik olan 'Kuralı Tahmin Et' etkinliğinde yapılan çalışmaya bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir.

3.2.1.3. Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan ‘Küpler’ ve ‘Kareler’ Etkinliği

Her iki etkinlikte de öğrencilere birer örüntü içeren çalışma yaprakları verilmiştir (Ek L ve M). ‘Küpler’ etkinliğindeki örüntü lineer (Şekil 32) ve kuralı $nx2$, ‘Kareler’ etkinliğindeki örüntü ise lineer olmayan bir örüntü ve kuralı nxn ’dir (Şekil 33).



Şekil 32: Küpler Etkinliği



Şekil 33: Kareler Etkinliği

Etkinliklerin amaçları şu şekildedir:

- Verilen bir örüntünün elektronik tabloda bilgilerini düzenleme
- Örüntü kuralını formül olarak girme
- Örüntü kuralını n . adım için cebirsel olarak ifade etme

Öğrencilerden öncelikle örüntüyü incelemeleri ve örüntüye ait bilgileri elektronik tablo ortamına aktarmaları istenmiştir. Böylece elektronik tablo ortamında örüntünün yakın adımlarını daha sonra uzak adımlarını bulmaları, son olarak da örüntünün kuralını n . adım için ifade etmeleri beklenmiştir. Öğrencilerin örüntüyü incelemenden örüntünün genellenmesine kadar geçen süreçte elektronik tablo ortamında kendi çalışma sayfalarını oluşturmaları ve daha sonra örüntü kuralını cebirsel olarak ifade etmeleri sebebiyle ikinci aşamada ‘Küpler’ ve ‘Kareler’ etkinliklerinin bulguları ve analizleri verilmiştir.

3.2.2. Örüntünün Genellenmesi Süreci

(Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan ‘Küpler’ ve ‘Kareler’ Etkinliğinin Analizi)

Bu etkinlikte 2 öğrencinin (Oğulcan ve Müge) devamsızlık yapmasından dolayı 13 öğrencinin çalışması incelenmiştir. Gökçe ile Nur ve Rabia ile Nesrin grup olarak çalışmıştır.

'Küpler' etkinliğinde öğrencilerden örüntüyü kâğıt kalem ortamında inceledikten sonra problem durumunu elektronik tablo ortamına aktarmaları istenmiştir. Öğrencilerin ise bu yönergeye uymadıkları hepsinin kâğıt kalem ortamında çalışmaya devam ettikleri görülmüştür. Burada öğretmen müdahale etmiş ve yönerge öğretmen tarafından tüm sınıfa yüksek sesle okunarak öğrenciler elektronik tablo üzerinde çalışma yapmak üzere yönlendirilmiştir.

'Kareler' etkinliğinde ise 12 öğrenci yakın adımı bulmaya çalışmış ve örüntüyü inceledikten sonra elektronik tablo ortamına geçiş yapmış 1 öğrenci (Seyfullah) ise örüntüyü incelemeyen elektronik tabloda çalışma yapmaya başlamıştır.

Etkinliklerin elektronik tablo ortamında çalışılmasından dolayı elde edilen bulgularının analizi elektronik tablo kullanımı ve matematiksel analiz olarak iki başlık altında yapılmıştır. Her iki etkinliğin elektronik tablo kullanım analizlerinde benzer sonuçlar elde edilmesi sebebiyle aynı başlık altında matematiksel analizlerinde ise farklı sonuçlar elde edilmesi sebebiyle ayrı başlıklar altında incelenmiştir.

3.2.2.1. 'Küpler' ve 'Kareler' Etkinliğinin Elektronik Tablo Kullanım Analizi

Burada öğrencilerin elektronik tabloyu kullanırken ortaya çıkan çalışmaları incelenmiştir.

Tablo 10

'Küpler' ve 'Kareler' Etkinliği Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri

Kullanım tekniği	Kişi sayısı
Çalışma sayfası oluşturma	13 kişi
Sayı sürükleme	13 kişi
Formül sürükleme	9 kişi

Çalışma sayfası oluşturma. Öğrencilerden verilen örüntüyü elektronik tablo ortamına taşımaları istenmiştir.

'Küpler' etkinliğinde Fatmanur, İlkay, Nur ve Gökçe satır sayılarını adım sayısı olarak düşünmüş ve A sütununa örüntü terimlerini girmiştir (Şekil 34). Fakat öğrenciler referans verecekleri bir hücre olmadığı için çalışmalarına devam edememiştir. Bu durumu gözlemleyen öğretmen satır numaralarını adım sayısı olarak kullanamayacaklarını belirtmiş ve 13 öğrenci A sütununa adım sayılarını girmiştir. 'Kareler' etkinliğinde de 13 öğrenci belirledikleri bir sütuna adım sayılarını girmiş ve başka bir sütuna da terim sayılarını girmiştir (Şekil 35).

	A	B	C
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		
6	6		

Şekil 34: Küpler Etkinliği

Fatmanur Ekran Kaydı

	A	B
1	1	1
2	2	4
3	3	9
4	4	

Şekil 35: Kareler Etkinliği

Nur ve Gökçe Ekran Kaydı

Daha sonra öğrencilerin örüntü çalışmalarında sürükleme tekniğini kullandıkları görülmektedir.

Sayı sürükleme. 13 öğrenci de her iki etkinlikte sayı sürükleme tekniğini kullanmıştır. Her iki etkinlikte de bu 13 kişi örüntünün adım sayılarını sürükleyerek oluşturmuştur (Şekil 36). 8 öğrenci 'Küpler' etkinliğindeki (Şekil 37) 4 öğrenci ise 'Kareler' etkinliğindeki (Şekil 38) örüntünün terim sayılarını sürüklemiştir.

	A	B	C
1	1		
2	2		
3			
4			
5			
6			

Şekil 36: Adım Sayısı Sürükleme

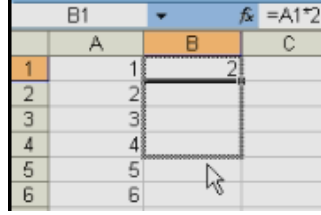
	A	B	C
1	1	2	
2	2	4	
3	3		
4	4		
5	5		
6	6		

Şekil 37: Terim Sayısı Sürükleme- Küpler

	A	B
1	1	1
2	2	4
3	3	9
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	

Şekil 38: Terim Sayısı Sürükleme-Kareler

Formül sürükleme. Aynı şekilde her iki etkinlikte de elektronik tablosuna formül giren 9 öğrenci formül sürükleme tekniğini kullanmıştır (Şekil 39).



Şekil 39: Örüntü Formülü Sürükleme-Zuhal'in Ekran Kaydı

Birinci aşamanın, elektronik tablo kullanımında karşılaşılan zorluklar başlığı altında yer verilen sürükleme tekniği ile ilgili yaşanan zorlukları öğrencilerin bu etkinlikte de zaman zaman yaşadıkları gözlemlenmiştir. Bu gibi durumlarda nerede hata yaptıklarını anlamayan öğrencilere yaptıkları işlemi kontrol ettirerek tekniği yanlış kullandıklarını fark etmelerini sağlamıştır.

3.2.2.2. 'Küpler' Etkinliğinin Matematiksel Analizi

Öğrencilerin hem elektronik tablodaki çalışmaları hem de kendilerine verilen çalışma yaprakları matematiksel analizi yapılarak incelendiğinde adım adım elektronik tablo ortamından örüntünün genellenmesine geçildiği görülmektedir.

Tablo 11

'Küpler' Etkinliğinin Matematiksel Analizi

Matematiksel durum	Kişi sayısı	
Örüntünün kuralına göre formül girme	11 kişi	
Kullanılan strateji	Rekürsif	9 kişi
	Belirgin	11 kişi
Uzak adımı bulma	10 kişi	
n. adım için kuralı ifade etme	11 kişi	

Öğrenciler verilen örüntüyü ilk önce kâğıt kalem ortamında incelemiştir. Öğrencilerin hem verilen modellemeyi hem de verilen sayı örüntüsünü inceledikten sonra 5. adımı kolayca bulabildikleri gözlenmiştir.

Öğretmen: Herkes çalışma kâğıdına baksın. Diyor ki birinci adımda 2 tane küp gelmiş, ikinci adımda 4, üçüncü adımda 6, dördüncü adımda 8, beşinci adımda kaç küp gelir?

Sınıf: 10

Örüntünün kuralına göre formül girme. Öğrenciler kolaylıkla örüntünün kuralını sözel olarak ifade edebilmişlerdir.

İlkay: Adımına göre kat çıkıyor.

Seyfullah: 10 çarpı 2, 20.

Zuhal: 2 ile çarpsak.

Fakat öğrencilere uzak adımlar için girdikleri formülün ne olduğu sorularak bu kuralı elektronik tabloda girmeleri istenmiştir. Azat ve Halise hariç 11 öğrenci de formül girmiştir. Girilen formüllerin belirgin ve rekürsif stratejiyi kullanarak ortaya çıktığı görülmüştür. Çalışmaları boyunca hem rekürsif hem de belirgin stratejiyi kullanan öğrenciler olmuştur.

Rekürsif strateji ile girilen formül. 4 öğrenci (Fatmanur, Ufuk, Nur ve Gökçe) terim sayılarının birbirleri arasındaki ilişkiyi göz önüne alarak (2’şer artması) formül girmiştir. Örneğin Ufuk D1 hücresine 2 rakamını girdikten sonra D2 hücresine $=D1+2$ formülünü yazmıştır (Şekil 40). Diğer 3 öğrencide aynı formülü çalıştıkları sütuna göre oluşturmuşlardır. Bu aşamadan sonra öğrencilerin yapması gereken tek şey yazdıkları formülü aşağıya doğru sürükleyerek kopyalamaktır. Öğrencilerin çalışmaları incelendiğinde ise 4 öğrencinin de sürükleme işlemini doğru yapamadıkları için istenilen örüntüyü elde edemedikleri görülmüştür. Örneğin Ufuk D2 hücresindeki formülü sürüklemek yerine D1 ve D2’yi beraber seçip sürüklemiş (sayı ve formül içeren iki hücre) istenilen örüntü oluşmamıştır (Şekil 41). Bu durumda öğrenciler belirgin stratejiye yönelmişlerdir.

	A	B	C	D
1	1	2	4	2
2	2	4	6	4
3	3	6	8	6
4	4	8	10	8
5	5	10	12	10
6	6	12	14	12
7	7	14	16	14

Şekil 40: Küpler Etkinliği Rekürsif Formül

	A	B	C	D
1	1	2	4	2
2	2	4	6	4
3	3	6	8	6
4	4	8	10	8
5	5	10	12	10
6	6	12	14	12
7	7	14	16	14
8	8	16	18	16
9	9	18	20	18
10	10	20	22	20
11	11	22	24	22
12	12	24	26	24
13	13	26	28	26
14	14	28	30	28

Şekil 41: Küpler Etkinliği
Sürükleme Hatası

Rekürsif strateji kullanan 9 kişi olarak belirtilmiştir. Formül giren öğrenciler dışında örüntü terimlerini sayı sürükleme tekniği ile örüntüsünü oluşturan öğrencilerde olmuştur (Şekil 42). Bu öğrenciler de terimler arasındaki ilişkiyi göz önüne alarak yani rekürsif strateji ile uzak terimlere ulaşmıştır.

	A	B
1	1	2
2	2	4
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	7	
8	8	

Şekil 42: Küpler Etkinliği Terim Sayılarını Sürükleme ile Rekürsif Strateji

Belirgin strateji kullanılarak formül girme. 11 öğrenci adım sayısı ve terim arasındaki ilişkiye bakmış ve terimlerin adım sayısının 2 katı olmasına yönelik bir formül girmiştir (Şekil 43). Daha sonra ise formül sürükleme tekniğini kullanmışlardır.

	A (Adım sayıları)	B (Küp Sayıları)
1	1	=A1*2
2	2	=A2*2
3	3	=A3*2
4	4	=A4*2
5	5	=A5*2

Şekil 43: Küpler Etkinliği Belirgin Strateji

Rabia ve Nesrin ise tabloyu A sütununda adım sayılarını, B sütununda terim sayılarını sürükleme tekniğini kullanarak oluşturmuşlardır. Daha sonra C1 hücresine =A1*B1 formülünü girmiş ve C1 hücresini seçerek sürüklemişlerdir. Kuralı adım sayısının 2 katı olarak düşünen öğrenciler B1 hücresinde 2 sayısının bulunmasından dolayı bu şekilde formülü oluşturmuş fakat sürükleme tekniği ile yazdıkları formüldeki değişimden dolayı (C2'deki formül =A2*B2 olmaktadır) aynı örüntüyü elde edememişlerdir (Şekil 44).

	A	B	C	D
1	1	2	=a1*b1	
2	2	4		
3	3	6		
4	4	8		
5	5	10		

Şekil 44: Rabia ve Nesrin'in Formülü

Uzak adımı bulma. Örüntünün 25 ve 100. adımları sorulmuş ve belirgin ve rekürsif strateji ile sürüklenme tekniğini de kullanarak 10 öğrenci uzak adımlara ulaşmıştır (Şekil 45). Rabia ve Nesrin'in girdikleri formülün yanlış olması, Halise'nin ise formül girmemesi ya da terim sayılarını sürüklenme tekniğini kullanmaması sebebiyle uzak adımlara ulaşamadıkları görülmüştür.

10. adım için kaç küp gereklidir?	20
25. adım için kaç küp gereklidir?	50
100. adım için kaç küp gereklidir?	200

Şekil 45: Küpler Etkinliği Uzak Adımlar Nur'un Çalışma Kâğıdı

n. adım için kuralı ifade etme. Öğrenciler bu örüntü sorusu ile ilk kez cebirde harf sembolünün kullanımı ile karşılaşmışlardır. 11 öğrencinin n. adım için örüntü kuralını ifade edebildiği ve elektronik tablo temsilinden cebirsel temsile geçiş yapabildiği görülmüştür. Örneğin; Şekil 46'de Seyfullah'ın elektronik tablo ortamında oluşturduğu tablo (formül sürüklenme tekniği kullanılarak oluşturulmuş) ve Şekil 47'de kâğıt kalem ortamında çalışma kâğıdında n. adıma nasıl geçiş yaptığı görülmektedir.

	A	B
97	97	=A97*2
98	98	=A98*2
99	99	=A99*2
100	100	=A100*2

Şekil 46: Seyfullah'ın Tablosu

100. adım için kaç küp gereklidir?	200
Bir formül bulduysan aşağıya yaz.	
FORMÜL:	$A100 \times 2$
n. adım için kaç küp gereklidir?	$n \times 2$

Şekil 47: Seyfullah'ın Çalışma Yaprağı

'n. adımı' yorumlama. Bununla birlikte n. adım kavramına yönelik yanlış algılamalarda görülmüştür. Örneğin 3 öğrenci n. adımı elektronik tablodaki sütun isimlendirmesi ile eşleştirmiştir. Öğrenciler N sütununun 14. sütun olduğunu belirleyerek adım sayısı olarak bunu kabul etmiş ve n. adım değerini 28 olarak belirtmişlerdir. Bir öğrenci ise m'den sonra gelen harf yorumunu yapmıştır. Etkinliğin sonunda ise bu öğrencilerin n. adımı rahatlıkla yorumlayabildiği görülmüştür:

Öğretmen: Arkadaşlar şimdi diyor ki n. adım için kaç küp gereklidir? Şimdi herkes 100. adm için formül yazdı mı?

Sınıf: Evet

Öğretmen: Ne yazdınız?

Seyfullah: A100 çarpı 2.

Nesrin: Evet.

Öğretmen: Şimdi diyorum ki n. adım için?

Ufuk: n. mi?

Öğretmen: n. ne çok güzel soru.

Seyfullah: 14

Öğretmen: n ne olabilir n diye kastettiğim?

Fatmanur: Yukarıdaki harflerden N

Öğretmen: Yok sütun değil kastettiğim. Çalışma kâğıdına bakın küçük n harfi var orda.

Seyfullah: 14 mü?

Öğretmen: Niye 14 olduğunu düşündün?

Seyfullah: Burda saydım.

Öğretmen: n nedir?

İlkay: Sütun.

Eray: m'den sonra gelen harf.

Öğretmen: Tamam bir harf. Ben bir harfle neyi kastediyorum? N. adım derken neyi kastediyorum acaba? Adım sayılarını bana söyler misiniz?

Sınıf: 1, 2, 3...

Öğretmen: Peki n diye kastettiğim belli bir şey mi belirsiz bir şey mi?

Seyfullah: 28, belli. (Sütunları sayarak)

Öğretmen: Belli mi? Niye belli? Küçük n excelde var mı? Büyük n var di mi? Ben n. adım diyorum. N diye kastettiğim belli mi değil mi? Bir sayı mı değil mi?

Seyfullah: Belli değil.

Öğretmen: n yerine 1 koyabilir miyim?

İlkay ve Seyfullah: Koyarsın.

Öğretmen: 2

Sınıf: Evet, koy.

Öğretmen: 3

Sınıf: Koy.

[...]

Seyfullah: Bütün saydığınız sayılar konulabilir.

Öğretmen: Bütün saydığımız sayılar konabilir. Peki, bu örüntüde kural neydi?

Sınıf: Çarpı 2

İlkay: Adım sayısı çarpı 2

Öğretmen: Peki benim burada adım sayısı diye kastettiğim hangisi, ne yani?

İlkay: n

Öğretmen: O zaman ne yazarım?

Eray: Eşittir n çarpı 2.

Öğretmen: Evet, anladınız mı?

Ufuk: Evet

Öğretmen: Peki, 3, 6, 9 şeklinde gitseydi bir örüntü. Soruyorum sadece. Sözel olarak cevaplayın. Kural ne olurdu?

Sınıf: Çarpı 3

Öğretmen: peki n. adım için.

Fatmanur: n çarpı 3.

Örüntüyü inceledikten ve elektronik tablo ortamında çalıştıktan sonra öğrencilerin ilk defa karşılaştıkları harf sembolü ile başta neyi ifade ettiğini farklı yorumlasalarda girdikleri formüllerden n. adıma geçiş yaptıkları görülmüştür. Çalışmanın pekişmesi amacıyla başka bir örüntü etkinliği olan ‘Kareler’ etkinliğine geçiş yapılmıştır.

3.2.2.3. ‘Kareler’ Etkinliğinin Matematiksel Analizi

Öğrencilerin hem elektronik tablodaki çalışmaları hem de kendilerine verilen çalışma yapıları matematiksel analizi yapılarak incelendiğinde adım adım elektronik tablo ortamından örüntünün genellenmesine geçildiği görülmektedir. Azat ve Halise elektronik tabloda örüntünün adımlarını sayı sürüklemeye tekniği ile oluşturduktan sonra çalışmada ilerleyememiş ve çalışmalarını bırakmıştır.

Tablo 12

‘Kareler’ Etkinliğinin Matematiksel Analizi

Matematiksel durum	Kişi sayısı	
Örüntünün kuralına göre formül girme	11 kişi	
Kullanılan strateji	Rekürsif	4 kişi
	Belirgin	11 kişi
Uzak adımı bulma	11 kişi	
n. adım için kuralı ifade etme	11 kişi	

Öğrenciler çalışmaya verilen model üzerinde inceleme yaparak başlamıştır.

Rekürsif stratejiyi kullanma. Örüntü lineer olmayan bir örüntüdür ve terimler arasında sabit bir ilişki yoktur. İlkay ve Eray’ın terimler arasındaki farkı (3, 5, 7 şeklinde) ve Seyfullah’ın ise farkın farkını (2’şer artması) dikkate alıp rekürsif düşünmekte fakat bu durumla ilgili elektronik tabloda bir formül girememektedirler.

Öğretmen: Bir ilişki bulabildiniz mi?

İlkay ve Eray: 3 artıyo, sonra 5 artıyo sonra 7 artıyo sonra 9 artıyo...

Seyfullah: Artı 3, artı 5, artı 7... Artı 2 olarak.

4 öğrenci girdikleri terimleri sayı sürüklemeye tekniğini kullanarak sürüklemişlerdir (Şekil 48).

	A	B	C
1	1	1	
2	2	4	
3	3	9	
4	4	16	
5	5	25	
6	6	36	
7	7	49	
8	8	64	
9	9	81	
10	10	100	
11	11	121	
12	12	144	
13	13	169	
14	14	196	
15	15	225	
16	16	256	
17	17	289	
18	18	324	
19	19	361	
20	20	400	
21	21	441	
22	22	484	
23	23	529	
24	24	576	
25	25	625	
26	26	676	
27	27	729	
28	28	784	
29	29	841	
30	30	900	
31	31	961	
32	32	1024	
33	33	1089	
34	34	1156	
35	35	1225	
36	36	1296	
37	37	1369	
38	38	1444	
39	39	1521	
40	40	1600	
41	41	1681	
42	42	1764	
43	43	1849	
44	44	1936	
45	45	2025	
46	46	2116	
47	47	2209	
48	48	2304	
49	49	2401	
50	50	2500	
51	51	2601	
52	52	2704	
53	53	2809	
54	54	2916	
55	55	3025	
56	56	3136	
57	57	3249	
58	58	3364	
59	59	3481	
60	60	3600	
61	61	3721	
62	62	3844	
63	63	3969	
64	64	4096	
65	65	4225	
66	66	4356	
67	67	4489	
68	68	4624	
69	69	4761	
70	70	4900	
71	71	5041	
72	72	5184	
73	73	5329	
74	74	5476	
75	75	5625	
76	76	5776	
77	77	5929	
78	78	6084	
79	79	6241	
80	80	6400	
81	81	6561	
82	82	6724	
83	83	6889	
84	84	7056	
85	85	7225	
86	86	7396	
87	87	7569	
88	88	7744	
89	89	7921	
90	90	8100	
91	91	8281	
92	92	8464	
93	93	8649	
94	94	8836	
95	95	9025	
96	96	9216	
97	97	9409	
98	98	9604	
99	99	9801	
100	100	10000	

Şekil 48: Kareler Etkinliği Terim Sayılarını Sürüklemeye

Bu strateji ‘Kareler’ etkinliğinde olduğu gibi lineer örüntülerin bulunmasında işe yararken, bu etkinlikte ki gibi lineer olmayan örüntülerde sonuç vermemekte istenilenden farklı bir örüntü elde edilmektedir. Burada 3 öğrenci ilk iki terimin sürüklenmesi ile doğru olan kare sayılarının çıkmadığını fark etmişlerdir. Sayı sürüklemeye tekniğini kullanamayacağını anlayan bu öğrenciler bir sütunda adım sayılarını oluşturup formül yazımına yönelmişlerdir. Fakat 1 öğrenci (Seyfullah) elektronik tablonun ilk terimlerin sürüklenmesi ile verdiği sayı örüntüsünün beklenen örüntü olduğunu düşünerek diğer soruları hızlıca cevaplamıştır.

Öğretmen: 100. adımda kaç kare gelecek?

Seyfullah: 494

Öğretmen: 100. adımda mı?

Seyfullah: Evet.

Öğretmen: Niye 494?

Seyfullah:!? Yanlış sürüklemeye yapmışımdır...

Öğretmen: Ne yazmışsın sen formüle?

Seyfullah: Formül daha yazmadım.

Zuhal: Direkt sürüklemiş ve yanlış yapmış.

Öğrencilerin bu aşamada oldukça zorlandıkları ve formül girmeden önce sürüklemeye tekniğini kullandıkları görülmüştür. Öğrenciler böylece formül arayışına başlamışlardır.

Örüntünün kuralına göre formülü girme. Örüntü sayıları arasındaki farktan yola çıkarak 100. adımı verecek bir formülü oluşturamayan 4 öğrenci rekürsif stratejiyi bırakarak belirgin stratejiye yönelmiştir. Aynı zamanda diğer öğrencilerde girilecek formülü düşünmektedirler.

Belirgin strateji kullanarak formül girme. Öğrenciler belirgin strateji ile örüntünün kuralını sözel olarak ifade etmiş ve sonuçta girilecek formüle ulaşmışlardır.

Öğretmen: Bir ilişki bulabildiniz mi?

Ufuk: Ben buldum. 1. adımda 1 ile 1 in çarpımı, 2. adımda 2 ile 2'nin çarpımı, 3. adımda 3 ile 3'ün çarpımı.

Öğretmen: Nasıl bir formül yazarsın? 4. adımda kaç gelecek.

Sınıf: 16

Öğretmen: Herkes kuralı gördü mü? 5. adımda kaç gelecek?

Fatmanur: 25.

[...]

Seyfullah: Haa adım sayısı kendi ile çarpılıyor.

Fatmanur: 4. adımda 4 ile 4 ü çarptık biz. 5. adımda 5 ile 5 i çarpıyoruz.

Öğretmen: Peki kural ne o zaman?

Fatmanur: Adım sayısını kendisiyle çarpıyoruz.

Öğretmen: Kendisiyle dediğin ne, adım sayısını neyle çarpıyorsun yine?

İlkay: Adım sayısını adım sayısı ile çarpıyoruz.

Öğretmen: Evet, peki nasıl bir formül girsin?

Eray: Eşittir A1 çarpı A1.

Sınıf tartışmasından sonra 11 öğrencinin kelimelerle ifade ettiği kuralı (adım sayısı x adım sayısı) elektronik tablo formülüne dönüştürmede bazı hatalar yaptıkları saptanmıştır. Nesrin, Rabia, Ufuk ve Seyfullah'ın yaptığı ortak hata $=A1*1$, $=A2*2$ şeklinde girdikleri formülleri seçip sürüklemeleri olmuştur. Bu formüller ilk girilen hücredeki terim için doğru iken (örneğin $A2*2$ 'de $A2$ 2. adıma karşılık geldiğinden ifade $2*2$ olmaktadır), diğer terimler için hatalı sonuç vermektedir. Bu formüllerin kopyalanmasında A değerleri artarken $A1$, $A2$, $A3$ vs. yazılan $*1$ veya $*2$ sayıları ise diğer hücreler için sabit kalmaktadır (Şekil 49). Bu aşamada öğretmen formülün kopyalama sırasında oluşan değişime dikkat çekerek öğrencilere yönlendirmede bulunmuştur. 11 öğrenci belirgin stratejiyi kullanarak $=A1*A1$ formülünü girmiş sürükleme tekniği ile de diğer hücrelere kopyalamış ve istenilen örüntüyü elde etmiştir (Şekil 50).

	A	B
1	1	$=A1*1$
2	2	$=A2*2$
3	3	$=A3*1$
4	4	$=A4*2$

Şekil 49: Yanlış Formülü Sürükleme

	A	B
1	1	$=A1*A1$
2	2	$=A2*A2$
3	3	$=A3*A3$
4	4	$=A4*A4$

Şekil 50: Kareler Etkinliği Belirgin Formül

Uzak adımı bulma. Belirgin strateji ile formül giren ve formül sürüklenme tekniği kullanan 11 kişi aynı zamanda sorulan uzak adımları (30 ve 200) çalışma yapraklarına yazmıştır (Şekil 51).

30. adım için kaç kare olacaktır?	900
Excel'de bu adım için hangi formülü girmelisin?	FORMÜL: =F30*F30
200. adım için kaç kare olacaktır?	40000
Excel'de bu adım için hangi formülü girmelisin?	FORMÜL: =F200*F200

Şekil 51: Kareler Etkinliği Uzak Adımlar Fatmanur'un Çalışma Kâğıdı

n. adım için kuralı ifade etme. 11 öğrenci yazdığı formülleri kontrol ederek ve elektronik tablodaki bu formüllerden geçiş yaparak n. adım için örüntünün kuralını ifade etmişlerdir. Örneğin; Şekil 52'de Zuhal'in elektronik tablo ortamında oluşturduğu tablo (formül sürüklenme tekniği kullanılarak oluşturulmuş) ve çalışma kâğıdında n. adıma nasıl geçiş yaptığı görülmektedir.

	A	B
97	197	=A197*A197
98	198	=A198*A198
99	199	=A199*A199
100	200	=A200*A200

200. adım için kaç kare olacaktır?	40000
Excel'de bu adım için hangi formülü girmelisin?	FORMÜL: =A200*A200
n. adım için kaç kare olacaktır?	
Bir formül bulduysan aşağıya yaz.	
	FORMÜL: =n*n

Şekil 52: Kareler Etkinliği Zuhal'in Tablosu ve Çalışma Kâğıdı

Öğrenciler örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanı ile ilgili etkinlikleri çalışırken elektronik tablo kullanımı ile ilgili bazı zorluklarla karşılaşmış fakat çalışmalarını tamamlamışlardır. Örüntüyü incelemeyi başlatarak, örüntü kuralını formül olarak girip daha sonra örüntünün genel kuralını cebirsel olarak ifade etmişlerdir. Öğrencilere bu süreçte formül sürüklenme tekniği ile oluşan aynı sütundaki formüllerin örüntünün genel kuralı olduğu hissettirilerek n. adımı ifade etmeleri sağlanmıştır. Yani öğrenciler cebirsel ifadeler ve harf sembollerine elektronik tablodaki formüller ile geçiş yapmıştır. Böylece değişken kavramına giriş için zemin hazırlanmış ve öğretim deneyinin üçüncü aşamasına geçilmiştir.

3.3. Üçüncü Aşama- Değişken Kavramı

Öğretim deneyi sürecinin son aşaması değişken kavramına yönelik yapılan etkinlikleri kapsamaktadır. Öğretim deneyinin üçüncü haftası 2 saat ve dördüncü haftası 4 saat olmak üzere toplam 6 saat değişken kavramına yönelik yapılan etkinliklere ayrılmıştır. Bu kısımda Ek N ve O' daki etkinliklerin bulguları ve analizleri verilmiştir.

3.3.1. Değişken Kavramına Giriş 'Problemler' Etkinliği

Bu etkinlikte 2 öğrencinin (Oğulcan ve Gökçe) devamsızlık yapmasından dolayı 13 öğrencinin çalışması incelenmiştir. Müge ile Nur ve Rabia ile Nesrin grup diğer öğrenciler bireysel olarak çalışmıştır.

3.3.1.1. 'Problemler' Etkinliğinin Amaçları ve Tanıtımı

Etkinliğin tamamı Ek N'de verildiği gibidir. Burada elektronik tablo ortamında çalışılan ilk 5 sorunun ve kâğıt kalem ortamında çalışılan 6, 7 ve 8. sorunun amaçları verilmiş ve tanıtımı yapılmıştır.

Elektronik tablo ortamında çalışılan 1, 2, 3, 4 ve 5. soru. 'Problemler' adlı etkinliğin 1, 2, 3, 4 ve 5. sorularının amaçları şu şekildedir:

- Verilen bir problemin elektronik tabloda bilgilerini düzenleme
- Verilen elektronik tablo formülünün ifade ettiği eşitliği yazabilme
- Probleme uygun tek değişken içeren cebirsel ifadeleri yazabilme

1, 2, 3, 4 ve 5. soruda bağımlı ve bağımsız değişkenlerin olduğu benzer cümleler verilmiştir (Şekil 53 ve Şekil 54). İlk önce öğrencilerden Excel'deki çalışma sayfalarını oluşturmaları ve verilen cümleye göre (Seda'nın yaşı Okan'ın yaşından 10 fazladır.) çalışma sayfalarında formül girmeleri istenmiştir. Daha sonra öğrencilerden formül eşitliğinin ($B14=A14+10$) neyi ifade ettiğini belirtmeleri ve istenen cebirsel ifadeleri yazmaları istenmiştir.

Seda'nın yaşı Okan'ın yaşından 10 fazladır. Okan ve Seda'nın yaşlarını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	OKAN'IN YAŞI	SEDANIN YAŞI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	1		
3	2		
4	3		
5	4		
6			

B14=A14+10 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Seda'nın yaşını Okan'ın yaşına göre **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Okan'ın yaşı: a ise Seda'nın yaşı: _____

Şekil 53: 'Problemler' Birinci Soru

Sayfa 2'ye geç. Fatma'nın elmalarının sayısı Ali'nin elmalarının sayısının 2 katıdır. Fatma ve Ali'nin elmalarının sayısını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	ALİ'NİN ELMALARININ SAYISI	FATMA'NIN ELMALARININ SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	4		
3	5		
4	6		
5	7		
6			

B18=A18*2 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Fatma'nın elmalarının sayısını Ali'nin elmalarının sayısına göre **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Ali'nin elmalarının sayısı: c ise Fatma'nın elmalarının sayısı: _____

Şekil 54: 'Problemler' İkinci Soru

Örneğin; *üçüncü soruda* (Şekil 55) “Kerem her gün Hande’nin yediği badem sayısının 3 katının 1 eksiği kadar badem yemektedir.” cümlesinde Kerem’in yediği badem sayısı Hande’nin yediği badem sayısına bağlı olarak değişmektedir. Eğer Hande’nin yediği badem sayısını x harfiyle temsil edecek olursak Kerem’in yediği badem sayısı için $x.3-1$ ifadesini söyleyebiliriz. Yine bu soruyla beraber öğrenciler bir cümleyi ilk defa x harfini kullanarak matematiksel olarak ifade etmişlerdir. Bu nedenle öğretim deneyinin bu aşamasında öğrencilere x harfini çarpım sembolüyle karıştırmamaları için açıklama yapılmıştır. Ayrıca öğrencilere çarpım sembolü olarak daha önceki derslerde sınıf matematik öğretmenleri tarafından . (nokta) kullanımının gösterildiği bilinmektedir.

Sayfa 3'e geç. Kerem her gün Hande'nin yediği badem sayısının 3 katının 1 eksiği kadar badem yemektedir. Kerem ve Hande'nin yediği badem sayılarını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	HANDE'NİN YEDİĞİ BADEM SAYISI	KEREM'İN YEDİĞİ BADEM SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	9		
3	10		
4	11		
5	12		
6			

B21=A21*3-1 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Kerem'in yediği badem sayısını Hande'nin yediği badem sayısına göre **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Hande'nin yediği badem sayısı: x ise Kerem'in yediği badem sayısı: _____

Şekil 55: 'Problemler' Üçüncü Soru

Dördüncü sorunun (Şekil 56) cebirsel ifadesi ise diğer sorulardan farklı bir yapıya sahiptir. Daha önceki sorularda değişken önce ele alınırken (Örneğin; $a+10$, c.2) bu soruda verilen bir değerden değişkenin çıkarılması gerekmektedir

Sayfa 4'e geç. 40 dakikalık bir sınavda geçen süreyi ve kalan süreyi elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	GEÇEN SÜRE	KALAN SÜRE	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	7		
3	8		
4	9		
5	10		
6			

B13= 40-A13 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Kalan süreyi geçen süreye göre genel olarak nasıl ifade edersin?

Geçen süre: x ise Kalan süre: _____

Şekil 56: 'Problemler' Dördüncü Soru

Beşinci soruda (Şekil 57) diğer 4 sorudan farklı olarak bir duruma bağlı (Yasemin'in okuduğu sayfa sayısı) farklı iki durum (annesinin ve babasının okuduğu sayfa sayısı) istenmiştir. Bu durumda öğrenciler aynı değişkene bağlı iki farklı formülü ve iki farklı cebirsel ifadeyi düşüneceklerdir.

Yasemin her gün kitap okumaktadır. Annesi, Yasemin'in okuduğu sayfa sayısından 7 fazla, babası ise 2 katının 1 eksiği kadar sayfa okumaktadır. Yasemin'in, annesinin ve babasının okuduğu sayfa sayılarını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C	D	E
1	YASEMİNİN OKUDUĞU SAYFA SAYISI	ANNESİNİN OKUDUĞU SAYFA SAYISI	BABASININ OKUDUĞU SAYFA SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL (ANNESİ İÇİN)	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL (BABASI İÇİN)
2	10				
3	11				
4	12				
5	13				
6					

B25= A25+7 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Annesinin okuduğu sayfa sayısını Yasemin'in okuduğu sayfa sayısına göre genel olarak nasıl ifade edersin?

Yasemin'in okuduğu sayfa sayısı: x ise Annesinin okuduğu sayfa sayısı: _____

C31= A31*2-1 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Babasının okuduğu sayfa sayısını Yasemin'in okuduğu sayfa sayısına göre genel olarak nasıl ifade edersin?

Yasemin'in okuduğu sayfa sayısı: x ise Babasının okuduğu sayfa sayısı: _____

Şekil 57: 'Problemler' Beşinci Soru

Etkinlikteki ilk 4 soru incelendiğinde öğrencilerden elektronik tabloda oluşturmaları istenen 3 sütun ve beşinci soruda 5 sütun bulunmaktadır. Bu sorulardaki ilk sütun doldurulmuş şekilde çalışma yaprağında verilmiştir. Diğer sütunların ayrı ayrı verilmesinin sebebi ise (Örneğin; birinci soru için “Seda’nın yaşı” ve “Elektronik tablodaki formül” şeklinde) öğrencilerin elektronik tablodaki çalışma sayfalarını verilen problem cümlesine göre kendilerinin hesaplayıp doldurmaması ve formül girmelerini sağlamak amaçlıdır. Öğrencilere formül girmeleri gerektiği belirtilmemiş “Elektronik tablodaki formül” sütunu ile onların bu süreci kendiliğinden yapmaları sağlanmak istenmiştir.

Kâğıt kalem ortamında çalışılan 6, 7 ve 8. soru. Öğrencilere çalışma yaprağı üzerinde tablo ve bu tabloda formüller verilmiştir. Bu soruların amacı;

- Elektronik tabloda verilen formülleri inceleyerek problem cümlesi yazabilme şeklindedir.

Altıncı soruda $A1+6$, $A2+6$ formülleri verilmiştir (Şekil 58). Verilen formülde değişen bir niceliğin altı fazlasının belirtildiği görülmektedir. Bu tablodaki bilgilere ilişkin örnek olarak “Sevgi’nin yüzüklerinin sayısı, Funda’nın yüzüklerinin sayısının 6 fazlasıdır.” cümlesi yazılabilir. Benzer durum *yedinci soru* için de geçerlidir (Şekil 59).

	A	B
1	1	$=A1+6$
2	2	$=A2+6$
3	3	$=A3+6$

Şekil 58: ‘Problemler’ Altıncı Soru

	A	B
1	3	$=A1*4+3$
2	4	$=A2*4+3$
3	5	$=A3*4+3$

Şekil 59: ‘Problemler’ Yedinci Soru

Sekizinci soru ise (Şekil 60) bir değişkene bağlı iki farklı formülü içermektedir. Bu durumda öğrenciden beklenen iki farklı cümle yazmasıdır. Örneğin; Sevgi’nin yüzüklerinin sayısı, Funda’nın yüzüklerinin sayısından 2 eksiktir. Melda’nın yüzüklerinin sayısı ise Funda’nın yüzüklerinin sayısının 3 katıdır.

	A	B	C
1	8	$=A1-2$	$=A1*3$
2	9	$=A2-2$	$=A1*3$
3	10	$=A3-2$	$=A1*3$

Şekil 60: ‘Problemler’ Sekizinci Soru

Etkinliğin tamamı soru soru incelenmiştir. Bu etkinliğin uygulandığı öğretim sürecinin elektronik tablo ortamında çalışılan sadece birinci ve ikinci sorusunun ele alındığı sürecin akışı verilecektir. Daha sonra da farklı bir amaca sahip olması nedeniyle kâğıt kalem ortamında çalışılan altıncı soru için sürecin akışı verilecek ve öğrencilerin yedinci ve sekizinci sorulara verdiği cevaplar ele alınacaktır.

3.3.1.2. Elektronik Tablo Formülünden Cebirsel İfadeye Geçiş Süreci (‘Problemler’ Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci Sorusu)

Soruda verilen yönergeleri takip ederek öğrenciler belli bir akış içerisinde çalışmışlardır.

Çalışma sayfası oluşturma ve örüntünün adımlarının girilmesi.

Öğrencilerden çalışma kâğıdında verilen tabloyu elektronik tablo ortamında oluşturmaları istenmiştir. 10 öğrenci çalışma kâğıdında verilen şekilde A1’e “Okan’ın yaşı”, B1’e “Seda’nın yaşı” ve C1’e “Elektronik tablodaki formül” yazmışlardır. 3 öğrenci (Ufuk, Seyfullah ve İlkay) ise tablosunu oluştururken başka hücreleri seçmiştir. Örneğin Ufuk A2, B2 ve C2 hücrelerini, Seyfullah A1, B1 ve D1 hücrelerini ve İlkay A1, C1 ve E1 hücrelerini seçmiştir (Şekil 61).

A2	A	B	C
1	OKANIN YAŞI	SEDANIN YAŞI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2			
3			
4			

Şekil 61: ‘Problemler’ Birinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma

13 öğrenci de A sütunundaki ilgili hücrelere (Örneğin; A1, A2, A3 ve A4) sırasıyla 1, 2, 3 ve 4 girmiştir. Öğrenciler sayı sürükleme tekniğinden yararlanmamıştır (Şekil 62). Daha sonra öğrenciler girilecek formül üzerinde çalışmışlardır.

A6	A	B	C
1			
2	OKAN'NIN YAŞI	SEDANIN YAŞI	elektronik tablodaki formül
3	1		
4	2		
5	3		
6	4		

Şekil 62: 'Problemler' Etkinliği Birinci Soru Terim Sayılarının Girilmesi

Formülü bulma ve girme çalışmaları. Öğrencilerin Seda'nın yaşına dair formül yazmaya yönelik çalışmaları farklılaşmıştır. Sınıfta girilecek formüle yönelik tartışmalar olmuştur.

Öğretmen: Okan'ın yaşı 1 olduğunda Seda'nın yaşı kaç olacak?

İlkay: 10 olacak.

Öğretmen: Seda'nın yaşı Okan'ın yaşından 10 fazladır. Kaç olacak?

İlkay: 11

[...]

Seyfullah: 10 fazladır diyo.

Zuhal: O zaman 10 artı 1.

[...]

Öğretmen: Seda'nın yaşı 11 oldu ya. Elektronik tabloda hangi formülü yazarsınız?

İlkay: Ben söyleyeyim mi öğretmenim?

Öğretmen: Evet.

Fatmanur: Eşittir.

İlkay: Eşittir, A sizde 2 olabilir bende 3

Seyfullah: A2 çarpı...

İlkay: Artı 10.

Bu konuşmada İlkay'ın değişken hücre kavramını destekler şekilde "A sizde 2 olabilir bende 3" şeklinde bir ifadesi olduğu görülmüştür. Öğrenci hücre adları farklı olsada aynı sayılara sahip olabileceğini belirtmektedir.

4 öğrenci (Eray, Ufuk, İlkay ve Fatmanur) ilk olarak "Seda'nın yaşı" olarak belirledikleri sütunda formül denemesi yapmış ve sonra "Elektronik tablodaki formül" olarak belirlediği sütuna da aynı formülü girmiştir. Eray ve Fatmanur B2'ye =A2+10 formülünü girip B2'yi seçerek B5'e sürüklemiş ve sonra C2'ye de =A2+10 formülünü girdikten sonra C2'yi seçip C5'e kadar sürüklemiştir (Şekil 63). İlkay ve Ufuk tek tek formül girme tekniğini de kullanmışlardır. Yine Ufuk C sütununa B sütununda girdiği formülü girmek yerine B sütununu referans vererek C3, C4, C5 ve C6'ya sırasıyla =B3, =B4, =B5 ve =B6 formüllerini girmiştir (Şekil 64).

	A	B	C
1	Okan'ın yaşı	Seda'nın yaşı	Elektronik tablodaki formül
2	1	=A2+10	=A2+10
3	2	=A3+10	=A3+10
4	3	=A4+10	=A4+10
5	4	=A5+10	=A5+10

Şekil 63: Her İki Sütuna Formül

	A	B	C
1			
2	Okan'ın yaşı	Seda'nın yaşı	Elektronik tablodaki formül
3	1	=A3+10	=B3
4	2	=A4+10	=B4
5	3	=A5+10	=B5
6	4	=A6+10	=B6

Şekil 64: Ufuk'un Çalışması

Diğer 9 öğrenci “Seda’nın yaşı” olarak belirledikleri sütuna sayı girmiş ve “Elektronik tablodaki formül” olarak belirledikleri sütundaki ilgili hücreye de formül girip girdiği formülü sürüklemiştir. Böylece elektronik tablodaki tabloları genel olarak Şekil 65’deki gibi oluşmuştur.

	A	B	C
1	Okan’ın yaşı	Seda’nın yaşı	Elektronik tablodaki formül
2	1	11	=A2+10
3	2	12	=A3+10
4	3	13	=A4+10
5	4	14	=A5+10

Şekil 65: Bir Sütuna Sayı Bir Sütuna Formül

Bu öğrenciler ilk önce sayılarını girip daha sonra formül girenler veya ilk önce formül girip sonra sayı girenler gibi çeşitlilik göstermektedir. Zuhâl B2, B3, B4 ve B5’e sırasıyla 11, 12, 13 ve 14 girdikten sonra C2’ye =A2+10 formülü girmiş ve C2’yi seçerek C5’e kadar sürüklemiştir. Müge, Nur, Azat ve İbrahim B2’ye 11 girdikten sonra C2’ye =A2+10 formülünü girmiş ve C2’yi seçerek C5’e kadar sürüklemiştir. Bundan sonra Azat ve İbrahim B3, B4 ve B5’e 12, 13 ve 14 sayılarını girmiş, Müge ve Nur ise elektronik tablolarında başka bir çalışma yapmayıp verilen çalışma kâğıtlarına B sütunundaki sayıları da yazmışlardır (Şekil 66 ve Şekil 67).

	A	B	C
1	Okan’ın yaşı	Seda’nın yaşı	Elektronik tablodaki formül
2	1	11	=A2+10
3	2		=A3+10
4	3		=A4+10
5	4		=A5+10

Şekil 66: Müge, Nur, Azat ve İbrahim’in Çalışması

	A	B	C
1	OKANIN YAŞI	SEDA’NIN YAŞI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	1	11	=A2+10
3	2	12	=A3+10
4	3	13	=A4+10
5	4	14	=A5+10
6			

Şekil 67: 'Problem' Birinci Soru Çalışma Kâğıdındaki Tablo

Rabia, Nesrin ve Halise’de benzer şekilde B2’ye 11 girmiş ve C2’de formül yazımına yönelmişlerdir. Fakat bu 3 öğrenci de C2’ye $=A2*B2$ formülünü girmiştir. A2’ye 1 ve B2’ye 11 girildiği için C2’de 11 çıkmıştır ve bu doğru bir sonuçtur C2’yi seçip C5’e kadar sürüklediklerinde oluşan tablodaki B3, B4 ve B5’e 12, 13 ve 14 girmişler ve tablo Şekil 68’deki gibi olmuştur.

C2				C3			
		fx				fx	
		=A2*B2				=A3*B3	
	A	B	C		A	B	C
1	okan ın yaşı	seda nın yaşı	elektronik tablodaki formül	1	okan ın yaşı	seda nın yaşı	elektronik tablodaki formül
2	1	11	11	2	1	11	11
3	2		0	3	2	12	24
4	3		0	4	3	13	39
5	4		0	5	4	14	56

Şekil 68: Rabia, Nesrin ve Halise'nin Hatalı Formülü ve Formülü Sürükleme

Öğretmen öğrencilerin yanlış formül girdiğini ve devam edemediklerini gözlemlemiştir.

Öğretmen: Kızlar Seda’nın yaşı Okan’ın yaşından 10 fazladır, formüle ne yazarsınız? A2 çarpı B2 nerden çıktı? A2 çarpı B2 yazdığınızda Seda’nın yaşı 12 mi 24 mü ya da Okan’ın yaşı 3 iken Seda’nın yaşı 13 mü 39 mu? (Bu sırada Rabia ekrana formül girmektedir.)

Öğretmen: Evet, Seda’nın yaşı Okan’ın yaşından 10 fazla, Okan’ın yaşı nerede? (Nesrin A2 hücresini gösterir.)

Öğretmen: Evet A2’den 10 fazlaymış ne yazarsınız? Fazlalık dediğimde ne yaparsınız? Burada hangi işlemi yaptığınızda Seda’nın yaşını buldunuz?10 ile toplayarak.

Bu konuşmadan sonra C2’ye $=A2+10$ formülü girip C2’yi seçtikten sonra C5’e kadar sürüklemişler ve Şekil 66’daki tabloyu elde etmişlerdir.

Seyfullah ise ilk önce formül sonra sayı girmiştir. “Elektronik tablodaki formül” olarak belirlediği D sütunundaki D2 hücresine $=A2+10$ formülünü girdikten sonra D2’yi seçerek sürüklemiş ardından “Seda’nın yaşı” olarak belirlediği C sütunundaki C2, C3, C4 ve C5 hücrelerine sırasıyla 11, 12, 13 ve 14 girmiştir.

Elektronik tablodaki çalışmasını çalışma kâğıdına aktaran 13 öğrencinin tablosu Şekil 67’de verilen çalışma kâğıdındaki gibidir.

Verilen formül eşitliğini yorumlama. Çalışma yapraklarındaki tabloyu dolduran öğrencilere “ $B14=A14+10$ ” formülünün neyi ifade ettiği sorulmuştur.

Öğretmen: Diyor ki aşağıda $B14=A14+10$, B sütununda ne var?

Sınıf: Seda’nın yaşı.

Öğretmen: Seda’nın yaşı var, A sütununda ne var?

Sınıf: Okan’ın yaşı.

Öğretmen: B14 de ne olacak, kimin yaşı olacak?

Nur: Okan’ın yaşı.

İlkay: Okan’ın.

Sınıf: Seda’nın yaşı.

Öğretmen: A14 neyi temsil ediyor?

Sınıf: Okan’ın yaşı.

Öğretmen: Peki bu eşitliğe ne yazarsınız?

Seyfullah: Seda’nın yaşı ve Okan’ın yaşının toplamı.

Öğretmen: O zaman B14 artı A14 olurdu.

Seyfullah: Okan’ın...

Eray: Öğretmenim burada A14 Okan’ın yaşına 10 eklersek Seda’nın yaşıyla aynı oluyor.

Öğretmen: Şimdi ben burada B14 yerine ne yazacağım o zaman?

İlkay: Artı 10

Öğretmen: B14 ne

Sınıf: Seda’nın yaşı

Öğretmen: Eşittir...

Ufuk: Okan’ın yaşı artı 10

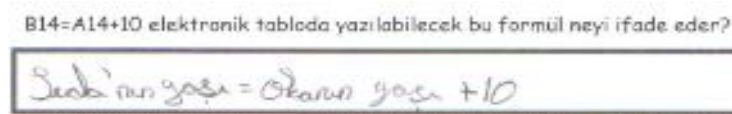
Öğretmen: Evet. B14 yerine ne yazıyoruz?

Ufuk: Seda

Öğretmen: Evet Seda’nın yaşı neye eşit?

İlkay: Okan’ın yaşı artı 10.

Bu konuşmadan sonra 3 öğrenci (Halise, Rabia ve Nesrin) cevap yazmamış, 10 öğrenci Şekil 69’deki Müge’nin çalışma kâğıdındaki gibi yanıtlamıştır.



Şekil 69: 'Problemler' Birinci Soru Formül Eşitliğini Yazma

Cebirsel ifadeyi yazma. Bu soruya dair son olarak Okan’ın yaşı a olarak ifade edilmiş ve öğrencilerden Seda’nın yaşını cebirsel olarak ifade etmeleri istenmiştir. İlk olarak Seyfullah öğretmeni yanına çağırarak bu sorunun yanıtı olarak L sütununu göstermiştir.

Seyfullah: Doğru mu?

Öğretmen: Hayır.

Seyfullah: Niye? Harflerden gittim.

Öğretmen: Niye harfler? Okan'ın yaşı A ise 10 fazlası Seda'nın yaşı L mi oluyor? Ama benim burada kastettiğim sütundaki harfler değil ki.

Seyfullah: Nasıl?

Öğretmen: Bak büyük A değil bu küçük a...

Seyfullah: Yook, 11, Seda'nın yaşı 11.

Öğretmen: a

Seyfullah: Tamam

Öğretmen: Okan'ın yaşı a, a dediğim ne?

Seyfullah: Şey, bütün sayılar.

Öğretmen: O zaman?

Seyfullah: a artı 10

Öğretmen: Evet.

Daha önce örüntüler konusunda genellemeyi harf ile cebirsel olarak ifade eden öğrenciler burada da harf sembolünü görünce sütun adları ile karıştırmışlardır.

Öğretmen: Peki diyor ki Okan'ın yaşı a ise Seda'nın yaşı kaçtır?

Nur: B

İlkay: a artı 10'dur.

Öğretmen: a diye kastettiğim sütundaki harfler mi? Yoksa ben küçük a'yı mı kastediyorum?

Seyfullah: Küçük a.

Öğretmen: Ben sütundaki harfleri söylemiyorum arkadaşlar a ne olabilir?

İlkay: a Okan'ın yaşıdır.

Seyfullah: Bütün şeyler

Öğretmen: Okan'ın yaşı ama a yerine 1 yazabilir miyim, 100?

Sınıf: Evet

Öğretmen: Seda'nın yaşı o zaman ne olur?

İlkay: a artı 10.

Zuhal: a çarpı, artı 10.

Bu konuşmalardan sonra 1 öğrenci (Halise) herhangi bir cebirsel ifade yazmazken, 12 öğrenci Şekil 70'deki İbrahim gibi yanıtlamıştır.

Seda'nın yaşını Okan'ın yaşına göre genelleştirilerek nasıl ifade edersin?	
Okan'ın yaşı: a ise	Seda'nın yaşı: $a + 10$

Şekil 70: 'Problemler' Birinci Soru Cebirsel İfadeleri Yazma

Cebirsel ifadeyi yazdıktan sonra birinci soru üzerinde çalışmalarını bitiren öğrenciler etkinliğin ikinci sorusuna geçmiştir.

3.3.1.3. Elektronik Tablo Formülünden Cebirsel İfadeye Geçiş Süreci (‘Problemler’ Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan İkinci Sorusu)

İlk soruda olduğu gibi soruda verilen yönergeleri takip ederek öğrenciler belli bir akış içerisinde çalışmışlardır.

Çalışma sayfası oluşturma ve örüntünün adımlarının girilmesi. 12 öğrenci çalışma kâğıdında verilen şekilde A1’e “Ali’nin elmalarının sayısı”, B1’e “Fatma’nın elmalarının sayısı” ve C1’e “Elektronik tablodaki formül” yazmışlardır (Şekil 71). İlkay ise A1, B1 ve C1 yerine A1, C1 ve E1 hücrelerini tercih etmiştir. 13 öğrenci A2, A3, A4 ve A5’e sırasıyla 4, 5, 6 ve 7 sayılarını girmişlerdir (Şekil 71). Daha sonra öğrenciler girilecek formül üzerinde çalışmışlardır.

	A	B	C
1	ALİ'NİN ELMALARININ SAYISI	FATMANIN ELMALARININ SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	4		
3	5		
4	6		
5	7		
6			
7			

Şekil 71: ‘Problemler’ İkinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma

Formülü bulma ve girme çalışmaları. Öğrenciler verilen cümleyi okuduktan sonra hangi formülü gireceklerini üzerine düşünmüşlerdir.

Öğretmen: Fatma’nın elmalarının sayısı Ali’nin elmalarının sayısının 2 katıdır diyor.

İlkay: Ha çarpı 2 oluyo.

Öğretmen: Peki Ali’nin elması 4 olduğunda Fatma’nın elması kaç olur?

Fatmanur: 8

Öğretmen: 8, hangi formülü yazarsın?

Fatmanur: A2 çarpı 2.

Öğretmen: Evet.

3 öğrenci (Eray, Fatmanur ve Ufuk) hem B sütununa hem de C sütununa formül girerken diğer 10 öğrenci B sütununa sayı girmiş (İlkay C sütuna), C sütununa ise formül girmiştir (İlkay E sütununa).

Eray, Fatmanur ve Ufuk B2 hücresine $=A2*2$ formülünü girmişler ve B2’de 8 çıkmıştır. Eray ve Ufuk formül sürüklemeye tekniğini kullanırken Fatmanur tek tek formül girmiştir. Daha sonra Eray B2 hücresini kopyalayıp C2 hücresine yapıştırılmıştır. Fatmanur da B2 hücresini seçip C2 hücresinde aynı formülün çıkacağını düşünerek C2’ye sürüklemiştir (Şekil 72). Böylece B2 hücresinde $=A2*2$ olan formül C2 hücresinde $=B2*2$ olmuştur. Yaptığı hareketin sonuç vermediğini gören Eray ve Fatmanur C2 hücresine $=A2*2$ formülünü girmiş ve C2’yi seçip C5’e kadar sürüklemiştir. Ufuk ise 1. problemdeki çalışmasına benzer şekilde C2’ye $=B2$ girip ve C2’yi seçip C5’e kadar sürüklemiştir (Şekil 73).

	A	B	C
1	ALININ ELMALARININ SAYISI	FATMANIN ELMALARININ SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	4	8	16
3	5	10	10
4	6	12	12
5	7	14	14

Şekil 72: Formül Kopyalama

	A	B	C
1	alinin elmalarının sayısı	fatmanın elmalarının sayısı	elektronik tablodaki formül
2	4	8	8
3	5	10	10
4	6	12	12
5	7	14	14

Şekil 73: 'Problemler' İkinci Soru Ufuk'un Çalışması

B sütununa sayı ve C sütununa formül giren 10 kişiden Azat, Halise, Zuhale ve İlkay sırayla B sütununa tek tek sayı girdikten sonra C2 hücresine $=A2*2$ formülünü girerek C2 hücresini seçip C5’e kadar sürüklemiştir (Şekil 74).

	A	B	C
1	ALININ ELMALARININ YAŞI	FATMANIN ELMALARININ YAŞI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	4	8	8
3	5	10	10
4	6	12	12
5	7	14	14
6	8	16	16

Şekil 74: Bir Sütuna sayı Bir Sütuna Formül Zuhale'in Çalışması

İbrahim, Seyfullah, Müge ve Nur B2'ye 8 girdikten sonra C2 hücresine $=A2*2$ formülünü girip C2'yi seçip C5'e kadar sürüklemiştir. İbrahim ve Seyfullah B sütununa tek tek sayı girerken (Şekil 75) Müge ve Nur B3'e 10 girmiş ve sayı sürükleme tekniğini kullanmıştır (Şekil 76).

	A	B	C
1	Ali'nin elmalarının sayısı	Fatma'nın elmalarının sayısı	Elektronik tablodaki formül
2	4	8	8
3	5	10	10
4	6		12
5	7		14

Şekil 75: 'Problemler' İkinci Soru İbrahim'in Çalışması

	A	B	C
1	Ali'nin elmalarının sayısı	Fatma'nın elmalarının sayısı	Elektronik tablodaki formül
2	4	8	8
3	5	10	10
4	6		12
5	7		14

Şekil 76: 'Problemler' İkinci Soru Müge ve Nur'un Çalışması

Rabia ve Nesrin ise beraber yaptıkları çalışmada ilk önce B2'ye 8 girmiş daha sonra C2'ye $=A2+3$ ve $=A2+2$ girmiş 7 ve 6 çıkınca silip $=A2*2$ formülünü girmiş ve 8'i elde edince B3 hücresine 10 girmiştir. C3 hücresine $=A3*3$ formülünü giren öğrenciler 15 çıkınca C2'deki formülü kontrol etmişler ve C3'e $=A3*2$ girmişlerdir. 10 sayısını elde edince Şekil 77'deki gibi sırasıyla sayı ve formül girmişlerdir.

	A	B	C
1	Ali'nin elmalarının sayısı	Fatma'nın elmalarının sayısı	Elektronik tablodaki formül
2	4	8	$=A2*2$
3	5	10	$=A3*2$
4	6	12	$=A4*2$
5	7	14	$=A5*2$

Şekil 77: 'Problemler' İkinci Soru Bir Sayı Bir Formül Şeklinde Çalışma

Daha sonra buldukları formülleri çalışma kâğıtlarına geçiren 13 öğrenciden 12'sinin tablosu Şekil 78'de verilen Zuhâl'in tablosundaki gibi iken Eray'ın çalışma kâğıdı Şekil 79'daki gibidir. Elektronik tablo ortamında girdiği formül $=A2*2$ şeklinde olmasına rağmen Eray çalışma kâğıdına formülü yanlış yazmıştır.

	A	B	C
1	ALININ ELMALARININ SAYISI	FATMANIN ELMALARININ SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	4	8	$=A2*2$
3	5	10	$=A3*2$
4	6	12	$=A4*2$
5	7	14	$=A5*2$
6	8	16	$=A6*2$

Şekil 78: 'Problemler' İkinci Soru Çalışma Yaprağındaki Tablo

	A	B	C
1	ALININ ELMALARININ SAYISI	FATMANIN ELMALARININ SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	4	8	$=A2*3$
3	5	10	$=A3*3$
4	6	12	$=A4*3$
5	7	14	$=A5*3$

Şekil 79: 'Problemler' İkinci Soru Eray'ın Çalışma Yaprağındaki Tablo

Verilen formül eşitliğini yorumlama. Elektronik tablodaki çalışmalarından sonra öğrencilere “ $B18=A18*2$ ” formülünün neyi ifade ettiği sorulmaktadır.

Öğretmen: Peki ne diyo B18 eşittir A18 çarpı 2?

Seyfullah ve İlkay: Fatma'nın elmalarının sayısı eşittir Ali'nin elmalarının sayısı çarpı 2.

2 öğrenci (Halise ve Azat) bu soruyu yanıtlamazken 9 öğrenci “Fatma'nın elma sayısı=Ali'nin elma sayısı x 2” şeklinde Nesrin gibi cevaplamıştır (Şekil 80). 2 öğrencinin (Ufuk ve Eray) ise bu soruya yanıtlarını sözel olarak “Ali'nin elmalarının sayısı eşittir Fatmanın elmalarının sayısının 2 katı” ve “Alinin yaşı fatmanın yaşının *2 sidir. Eşittirler.” şeklinde verdikleri görülmektedir. Aynı zamanda 5 öğrenci çarpım sembolü için elektronik tabloda kullanılan “*” sembolünü kâğıt kalem ortamında kullanmıştır.

B18=A18*2 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

=Fatmanın Elma sayısı=Alinin elma sayısı * 2

Şekil 80: 'Problemler' İkinci Soru Formül Eşitliğini Yorumlama

Cebirsel ifadeyi yazma. Son olarak Ali'nin elmalarının sayısı c olarak ifade edilmiş ve öğrencilerden Fatma'nın elmalarının sayısını cebirsel olarak ifade edilmesi istenmiştir. 2 öğrenci (Halise ve Azat) soruyu yanıtlamamış, 10 öğrenci Şekil 81'de verilen Seyfullah'ın çalışma kâğıdındaki gibi " $cx2$ " olarak yazmış, çalışma kâğıdına formülü yanlış yazan Eray'da ona bağlı olarak Şekil 82'deki gibi " $cx3$ " yazmıştır.

Şekil 81: 'Problemler' İkinci Soru Cebirsel İfadeyi Yazma

Şekil 82: 'Problemler' İkinci Soru Eray'ın Cebirsel İfadesi

Etkinliğin ilk 5 sorusunun akışı incelendikten sonra sorular biraraya getirilerek analizleri yapılmıştır.

3.3.1.4. Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan İlk 5 Sorunun Analizi

Etkinliğin 1, 2, 3, 4 ve 5. sorularının elektronik tablo ortamında çalışılmasından dolayı elde edilen bulgularının analizi elektronik tablo kullanımı ve matematiksel analiz olarak iki başlık altında yapılmıştır.

Elektronik tablo kullanımı analizi. Burada öğrencilerin elektronik tabloyu kullanırken ortaya çıkan çalışmaları incelenmiştir.

Çalışma sayfasını oluşturma ve örüntünün adımlarının girilmesi. Öncelikle 5 soru içinde etkinliğe katılan 13 öğrencinin çalışma yapraklarında verilen tabloyu elektronik tablodaki çalışma sayfalarında oluşturduğu ve örüntü adımlarını girdikleri görülmektedir (Şekil 83).

A5	A	B	C
1	HANDENİN YEDİĞİ BADEM SAYISI	KEREMİN YEDİĞİ BADEM SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2		9	
3		10	
4		11	
5	12		
6			

Şekil 83: 'Problemler' Üçüncü Soru Çalışma Sayfası Oluşturma

Bundan sonrası için öğrencilerin elektronik tablo ortamında kendilerine özgü kullanım teknikleri geliştirdikleri görülmüştür.

Tablo 13

‘Problemler’ Etkinliği Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri

		1. Soru	2. Soru	3. Soru	4. Soru	5. Soru
Örüntünün terimlerinin girilmesi	Tek tek sayı girme	7 kişi	8 kişi	10 kişi	7 kişi	9 kişi
	Sayı sürükleme	1 kişi	2 kişi	-	-	1 kişi
	Tek tek formül girme	3 kişi	3 kişi	2 kişi	-	1 kişi
	Formül sürükleme	12 kişi	11 kişi	11 kişi	13 kişi	9 kişi
B ve C sütunu doldurma teknikleri	İlk sayı sonra formül	4 kişi	4 kişi	5 kişi	5 kişi	6 kişi
	İlk formül sonra sayı	1 kişi	-	2 kişi	2 kişi	1 kişi
	Bir sayı bir formül	6 kişi	6 kişi	1 kişi	2 kişi	-
	Bir formül bir sayı	-	-	2 kişi	-	-
	İki sütuna da formül	4 kişi	3 kişi	3 kişi	4 kişi	3 kişi

Örüntü terimlerinin girilmesi. Öğrenciler örüntülerin terimlerinin girilmesinde farklı çalışmalar yapmıştır. Çalışma sayfalarına sayı giren öğrenciler sayı sürükleme tekniğini kullanmak yerine genellikle sayıları tek tek girmiş, formül girdiklerinde ise formülü tek tek girmek yerine genellikle formülü sürükleme tekniğini kullanmışlardır. İlk sorularda tek tek formül giren öğrenciler daha sonra formül sürükleme tekniğinin yeterli olduğunu görerek bu tekniği kullanmışlardır.

İlk sayı sonra formül. Öğrenciler B ve C sütunlarını doldururken farklı çalışmalar yapmıştır. Zuhur 4. soruda kendisi hesaplayarak B sütununa tek tek sayı girmiş sonra C2’ye =40-A2 girmiş 33 çıkınca C2’yi seçip C6’ya sürüklemiştir (Şekil 84).



	A	B	C
1	Geçen süre	Kalan süre	Elektronik tablodaki formül
2	7	33	=40-A2
3	8	32	=40-A3
4	9	31	=40-A4
5	10	30	=40-A5

Şekil 84: İlk sayı Sonra Formül

İlk formül sonra sayı. İbrahim 5. soruda ilk olarak D2 ve E2 hücrelerine formül girmiş bu hücreleri seçerek aşağıya sürüklemiştir. Daha sonra B ve C sütununa D ve E sütununda çıkan sayıları girmiştir (Şekil 85).



	A	B	C	D	E
1	Yasemin'in okuduğu sayfa sayısı	Annesinin okuduğu sayfa sayısı	Babasının okuduğu sayfa sayısı	Elektronik tablodaki formül (Annesi için)	Elektronik tablodaki formül (Babası için)
2	10	17	19	=A2+7	=A2*2-1
3	11	18	21	=A3+7	=A3*2-1
4	12	19	23	=A4+7	=A4*2-1
5	13	20	25	=A5+7	=A5*2-1

Şekil 85: İlk Formül Sonra Sayı

Bir sayı bir formül. İlkay 3. soruda ilk önce C2'ye 26, daha sonra da E2'ye =A2*3-1 girmiştir. C3'e sayı E3'e formül girerek C2 ve C3'ü seçip C5'e kadar, E2 ve E3'ü seçip E5'e sürüklemiştir (Şekil 86).

	A	B	C	D	E
1	Hande'nin yediği badem sayısı		Kerem'in yediği badem sayısı		Elektronik tablodaki formül
2	9		26		=A2*3-1
3	10		29		=A3*3-1
4	11		32		=A4*3-1
5	12		35		=A5*3-1

Şekil 86: Bir Sayı Bir Formül

Bir formül bir sayı. Müge ve Nur ise 3. soruda C2'ye =A2*3-1 girmiş 26 çıkınca B2'ye 26 girmiştir. C3'e formül B3'e sayı girmiş ve bu şekilde devam ederek çalışmasını tamamlamıştır (Şekil 87).

	A	B	C
1	Hande'nin yediği badem sayısı	Kerem'in yediği badem sayısı	Elektronik tablodaki formül
2	9	26	=A2*3-1
3	10	29	=A3*3-1
4	11	32	=A4*3-1
5	12	35	=A5*3-1

Şekil 87: Bir Formül Bir Sayı

İki sütuna da formül. Her iki sütuna da formül giren öğrencilerin ise etkinlik boyunca bu şekilde devam ettikleri görülmektedir. Örneğin Eray ve Fatmanur B2 ve C2'ye formül girmiş ve bu hücreleri seçerek aşağıya doğru sürüklemiştir (Şekil 88).

	A	B	C
1	Geçen süre	Kalan süre	Elektronik tablodaki formül
2	7	=40-A2	=40-A2
3	8	=40-A3	=40-A3
4	9	=40-A4	=40-A4
5	10	=40-A5	=40-A5

Şekil 88: İki Sütuna da Formül

Farklı kullanımlar. Etkinlik boyunca elektronik tablo ortamındaki farklı çalışmalarda ortaya çıkmıştır. Örneğin; öğrenciler elektronik tablodaki çalışma sayfalarında süslemeler yapmış (Şekil 89) ve İlkey tüm sorularda çalışma yapraklarında verilen ve diğer öğrencilerin çalıştığı sütunlardan farklı sütunlar seçerek çalışmıştır (Şekil 90). Üstelik öğrenciler teneffüslerde de ara vermeyerek bu elektronik tabloda çalışma yapmaya devam etmişlerdir.

	C5		f _x	=A5+10
	A	B	C	
1	OKANIN YAŞI	SEDANIN YAŞI	ELEKTRONİK TABLODADI	FORMÜL
2				
3				
4				
5				
6				
7				

Şekil 89: Çalışma Sayfası Süsleme- İbrahim'in Çalışması

F6		fx		=A6*2			
	A	B	C	D	E	F	G
1	Ali Nin Elmalan Sayısı		Fatmanın Elmalan Sayısı		Elektronik	Tablodaki	Formül
2							
3	4		8			8	
4	5		10			10	
5	6		12			12	
6	7		14			14	

Şekil 90: İlkey'in Farklı Sütunlarda Çalışma Sayfasını Oluşturması

Formül girmeyeyle ilgili de farklı durumlar oluşmuştur. Örneğin; ikinci soruda anlatıldığı üzere Eray B2 hücrelerini kopyalayıp aynı formülün çıkacağını düşünerek C2 hücrelerine yapıştırmış ve Fatmanur da aynı mantıkla B2 hücrelerini seçip C2'ye sürüklemiştir (Şekil 72). Aynı uygulamayı İlkey da 4. soruda yapmıştır. Bu da öğrencilerin sürükleme tekniğini girilen aynı formülü diğer hücreye kopyalama tekniği olarak kullanmaya çalıştıklarını göstermektedir.

Bir başka farklı uygulama Ufuk'un B sütununda formül girdikten sonra C sütununda aynı formülü girmektense B sütununu referans vermesidir (Şekil 64). Bu öğrenci 4. soru için çalışırken A7 hücresine 40 sayısını girmiş ve B2'ye =D1-A2 girmiştir (Şekil 91). B2'de 33 çıkınca B2'yi seçip B6'ya kadar sürüklemiştir (Şekil 92). Fakat öğrencilere elektronik tablodaki 'mutlak hücre adresi'¹ özelliği gösterilmediği için ortaya çıkan formüller farklı olmuş ve formülleri silerek =40-A2 formülünü girmiştir.

	A	B	C	D
1	geçen süre	kalan süre	elektronik tablodaki formül	40
2	7	=D1-A2		
3	8			
4	9			
5	10			
6	11			

Şekil 91: 'Problemler' Dördüncü Soru Ufuk'un Formülü

	A	B	C	D
1	geçen süre	kalan süre	elektronik tablodaki formül	40
2	7	33		
3	8	-8		
4	9	-9		
5	10	-10		
6	11	-11		

Şekil 92: 'Problemler' Dördüncü Soru Ufuk'un Formülü Sürüklemesi

Öğrencilerin elektronik tabloyu aktif bir şekilde kullanmaları kendilerine özgü kullanımlar geliştirmelerini sağlamıştır. Ayrıca öğrencilerin formül sürükleme gibi teknikleri kullanırken sorun yaşamadıkları da görülmüştür.

Matematiksel analiz. Öğrencilerin hem elektronik tablodaki çalışma sayfaları hem de kendilerine verilen çalışma yapıları matematiksel analizi yapılarak incelendiğinde adım adım elektronik tablo ortamından cebirsel ifadelere geçiş yapıldığı görülmektedir.

¹ Sürükleme tekniğinde bir önceki değişken veya değer artarak devam etmektedir. Örneğin =E2+B5 formülü sürüklendiğinde bir sonraki hücrede =E3+B6 olarak çıkmaktadır. Mutlak hücre adresi özelliği olan bir hücredeki değer sürükleme tekniği kullanıldığında diğer hücrelerde aynı değer olarak ortaya çıkar. Yani E2 hücresine mutlak hücre adresi özelliği verilip (formüle \$ işareti ekleme) =E\$2+B5 şeklinde girilen formül sürüklendiğinde bir sonraki hücrede =E\$2+B6 formülü çıkacaktır.

Tablo 14

‘Problemler’ Etkinliğinin Matematiksel Analizi

	Kurala göre girilecek formülü bulma	Eşitliği ifade etme (Değişken sütun)	Cebirsel ifadeyi yazma
1. Soru	9 kişi	10 kişi	12 kişi
2. Soru	9 kişi	12 kişi	11 kişi
3. Soru	9 kişi	13 kişi	11 kişi
4. Soru	9 kişi	12 kişi	8 kişi
5. Soru	9 kişi	10 kişi	10 kişi

Kurala göre girilecek formülü bulma. Azat, Rabia, Nesrin ve Halise

‘Problemler’ etkinliğindeki verilen cümlelerdeki kurala göre elektronik tabloda formül giremedikleri görülmüştür. Gözlemlerden ve öğretmen diyaloglarından bu öğrencilerin cümlelerde verilen ‘fazla, eksik’ gibi kelimelerle hangi işlemleri yapacaklarını bilmedikleri ve ekran kayıtlarına bakıldığında rastgele formül girdikleri görülmüştür. Öğrenciler elektronik tablo kullanımına hâkim olsa da problemi algılama becerilerinin zayıf olması çalışmalarını etkilemiştir. Bu öğrenciler öğretmenden ve genelde diğer öğrencilerden yardım alarak ya da onların çalışma sayfalarına bakarak elektronik tablolarında formül girebilmişlerdir. Diğer 9 kişinin ise sınıfta geçen diyaloglardan verilen cümleyi kolaylıkla elektronik tabloda formül ile ifade ettikleri görülmüştür.

Öğretmen: Formül ne yazıcaz?

Eray: Öğretmenim, Kerem’in 9’sa hocam, ay Hande’nin 9’sa hocam Kerem’in çarpı 3 eksi bir olacak. O zaman 9 u 3 ile çarparsak 9, 18, 27 eksi 1, 26.

Öğretmen: Formül ne yazıcaz?

Eray: Formül $A2, A2 \times 3 - 1$.

Aynı şekilde 4. soruyu okuyan İlkay elektronik tabloda çalışırken gireceği formülü belirtmektedir.

İlkay: Nasıl yapacağımı söyleyeyim mi? Öğretmenim mesela şöyle olacak eşittir 40 eksi A2.

Öğretmen: Tamam.

Elektronik tabloda çalışırken ilk önce sayı daha sonra formül giren öğrencilerin ise formül sonucu ile girdikleri sayılar aynı çıkmadığında girilen sayıları silerek formülün sonucunu yazdıkları görülmüştür. Bu da bize öğrencilerin kendi yaptıkları aritmetik işlemlerden emin olmadıkları elektronik tablodaki hesaplamalara daha çok güvendiklerini göstermektedir.

Verilen formül eşitliğini ifade etme. Elektronik tablodaki çalışmalarını tamamlayan öğrencilerden çalışma yapraklarında eşitlikler verilerek bunları ifade etmeleri istenmiştir. Birinci soruda verilen $B14=A14+10$ eşitliği için Eray Şekil 93'deki gibi A14 ve B14 üzerine değişken sütun kavramını destekler şekilde Okan ve Seda yazmıştır. Benzer şekilde Seyfullah ve İlkey yazdıkları ifadede hücre adı kullanmış ve o hücrenin temsil ettiği sütunun geçen süre olduğunu üzerinde belirtmiştir (Şekil 94). Buradan öğrencilerin değişken sütun kavramının anlamını destekler şekilde cevaplar verdiği görülmektedir.

B14=A14+10 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Şekil 93: 'Problemler' Birinci Soru Eray'ın Formül Eşitliği İfadesi

B13= 40-A13 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Şekil 94: 'Problemler' Birinci Soru İlkey'in Formül Eşitliği İfadesi

Etkinlik sırasında değişken hücre ve değişken sütun kavramı ile ilgili sınıfta tartışmalar olmuştur.

Öğretmen: Arkadaşlar formülü teker teker yazmanız mı gerekiyor?

Müge: Sürüklese?

Zuhal: Ben sürükledim.

Fatmanur: Evet bende sürükledim.

Öğretmen: Sürüklediğinizde formüller çıkmıyor mu?

Sınıf: Çıkıyo.

Öğretmen: Peki o formüller aynı mı farklı mı?

Nur: Aynı.

Seyfullah: Farklı farklı.

Öğretmen: Formüller farklı mı?

Seyfullah: Adım sayıları farklı.

Nur: A4 artı 10.

Öğretmen: A4 artı 10 ile a3 artı 10 farklı mı?

Öğretmenin formüllerin aynı mı farklı mı diye sormasının amacı öğrencilerin değişken hücre ve değişken sütun kavramını fark edip fark etmediklerini öğrenmek amaçlıdır. Öğretmenin sorduğu sorudan sonra öğrenciler cevap vermemiş ve aynı sütundaki formülleri incelemeye başlamışlardır. Öğrencilerin kâğıt kalem ortamında tek bir hücre verildiğinde onun ait olduğu sütunu ifade edebildikleri fakat iki formülü karşılaştırırken daha herhangi bir yorum yapamadıkları görülmüştür.

Cebirsel ifade yazma. Son olarak öğrencilerden cümlelerdeki durumlara ait cebirsel ifadeler istenmektedir. Sınıf genelinin doğru cevaplar verdiği sürecin ekran ve görüntü kayıtları incelendiğinde Eray, Fatmanur, Zuhale, İlkay, Ufuk, Seyfullah ve İbrahim'in cebirsel ifade yazmadan önce elektronik tablodaki formüle baktıkları görülmüştür. Örneğin; 4. sorudaki cevabına $x-40$ yazan Zuhale daha sonra formüle bakarak cevabını düzeltmiştir.

Öğretmen: x eksi 40 mı (Zuhale'in çalışma yaprağına bakmaktadır) Geçen süre x ise kalan süre kaçtır?

Zuhale elektronik tablodaki çalışma sayfasında formül girdiği hücreye tıklar ve hücre adres çubuğundaki formüle bakar. Adres çubuğunda $=40-A5$ formülü girilmiştir.

Zuhale: 40 eksiii...

Öğretmen: Geçen süre kaç?

Zuhale: x

Öğretmen: Yani ne 40 eksi?

Zuhale: x

Benzer şekilde Eray 2. soruda Fatma'nın elmalarının sayısını bulmak için elektronik tabloda girdiği formül $=A2*2$ olmasına rağmen çalışma yaprağındaki tablosuna yanlışlıkla $=A2*3$, $=A3*3$ formüllerini yazmıştır (Şekil 79). Bu öğrencinin Fatma'nın elmalarının sayısını cebirsel olarak ifade ederken de ' $c.3$ ' yazdığı görülmektedir. Burada öğrencinin çalışma yaprağına yazdığı elektronik tablo formülünü temel alarak cebirsel ifadeye geçtiği görülmektedir.

3. soruyla beraber ' x ' harfinin cebirsel ifadeler içinde kullanılmasıyla çarpma işlemi olarak algılayan öğrenciler de olmuştur. Sınıfta yapılan açıklamalara rağmen Rabia ve Nesrin sorun yaşamaya devam etmiştir.

Öğretmen: Kızlar Hande'nin yediği badem sayısı x ise Kerem'in yediği badem sayısı kaçtır? Burada nasıl ifade ettiniz? İşlemi söyle misiniz bana? (Elektronik tabloyu kastetmektedir.)

Rabia: Eşittir A5 çarpı 3 eksi bir.

Öğretmen: Hangi işlemleri yapmışsınız?

Rabia: Çarpıyla eksi.

Öğretmen: Çarpı 3 eksi 1, şimdi Hande'nin yediği badem sayısı x ise, x ne olabilir?

Nesrin: Çarpı.

Öğretmen: X çarpı değil harf burada, bu a gibi b gibi c gibi bir harf x bu çarpı sembolü ile karıştırmayın, yani ne yazacaksınız?

Nesrin: X çarpı 3 eksi 1.

Bu durum incelendiğinde x harfinin çarpma olarak anlaşılmasının cebirsel ifadeleri yazarken öğrenciler önünde bir engel olduğu görülmektedir.

Çalışma boyunca öğretmen gözlem notları ve çalışma kâğıtları incelendiğinde öğrencilerin çarpma işlemi için “ x , $*$, $.$ ” şeklinde farklı gösterimler kullandığı görülmektedir.

Öğretmen: Çarpıyı nasıl göstereceksin?

İlkay: Şöyle.

Öğretmen: O Excel'deki kâğıtta nasıl göstereceksin?

İlkay: Böyle noktayla.

Öğretmen: Noktayla, evet.

Ufuk: Kâğıtta noktayla mı gösteriyoruz?

Zuhal: Öğretmenim çarpıyı nokta olarak mı gösteriyoruz?

[...]

Eray: Hocam ben yaptım bakar mısınız?

Öğretmen: Evet aferin, çarpıyı böyle Excel'de böyle ifade ediyoruz, artık günlük hayatta nasıl yapıcaz?

Eray, Ufuk: Nokta

Öğretmen: Evet nokta.

Öğrenciler ilk 5 soruyla ilgili çalışmalarını tamamladıktan sonra 6, 7 ve 8. Soru üzerinde çalışmaya başlamışlardır.

3.3.1.5. Elektronik Tablo Formüllerini Yorumlama ('Problemler' Etkinliğinin Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Altıncı, Yedinci ve Sekizinci Sorusu)

3 öğrenci (Halise, Nesrin ve Rabia) soruyu cevaplamamıştır. 3 öğrenci (Azat, Müge ve Nur) ise soruyla ilgisi olmayan cevaplar vermiştir. Azat'ın cevabı " $B31=A31*2-1$ " Müge ve Nur'un ise "Hep artı 6 eklenirse kaç olur" şeklindedir.

7 öğrenci ise daha önce verilen problem cümlelerinden yola çıkarak istenilen şekilde ifadeler yazabilmiştir.

Tablo 15

'Problemler' Etkinliği Altıncı Soru İçin Yazılan İfadeler

Öğrenci Adı	İfadeler
İlkay	İlkay'ın toplarının sayısı Ufuk'unkinden 6 fazladır. İlkay'ın kaç topu vardır?
Ufuk	B A'dan 6 fazladır. B ve A'nın sayılarını yazınız.
Zuhal	Zuhal her gün kitap okumaktadır. Fatmanur, Zuhal'den 6 fazla kitap okumaktadır. Buna göre formülleri bul.
Seyfullah	Köpeğe her gün et verilmektedir. Sahibi de köpeğin 6 fazlası yer. Sahibinin yediği?
İbrahim	Baran, elma sayısı Ali'nin elma sayısının 6 fazladır. Baran elma sayısı kaçtır?
Fatmanur	Mert'in arabasının sayısı Ali'ninkinden 6 fazladır. Ali'nin arabasının sayısını tabloda gösteriniz.
Eray	A fabrikası günde 1 makine üretiyor. B fabrikası ise A fabrikasının 6 fazlası kadardır

Eray'ın ifadesinden satır sayılarını gün sayısı olarak belirlediği görülmektedir. Ufuk ise yukarıdaki ifadesinden önce "A1 artı 6 kaç eder?" yazmıştır. Sorunun anlaşılmadığını gözlemleyen öğretmen öğrencilere açıklama yapmıştır.

Öğretmen: A1 artı 6 kaç eder değil? Daha önceki sorulara bakarsan ben cümleler verdim tabloyu siz oluşturdunuz. Ben şimdi tabloyu vermişim problem cümlelerini siz oluşturun diyorum. Arkadaşlar kural ne?

Fatmanur: Artı 6.

Öğretmen: Kural ne yani 6 fazlası dimi? O zaman nasıl bir problem cümlesi yazarsınız?

İlkay: Alinin toplarının sayısı öbürkünün altı fazlasıdır.

Daha sonra öğrenciler 7. soruya geçmiştir. İlkay zamanı yetmediği için çalışmasını burada bırakmıştır.

Tablo 16

'Problemler' Etkinliği Yedinci Soru İçin Yazılan İfadeler

Öğrenci Adı	İfadeler
Ufuk	A B'den 4 kat 3 fazladır. A ve B'nin cevaplarını yazın.
Zuhal	Ayşe her gün kitap okudu. Fatma 4 kat 3 fazla kitap okudu. Formülü bulunuz.
Seyfullah	Köpeğe her gün et verilmektedir. Sahibi de köpeğin 4 katının 3 fazlasını yer sahibi kaç tane yer?
İbrahim	Banu'nun okuduğu sayfa Ayşe'nin okuduğu sayfa sayısının 4 katından 3 fazlasıdır. Banu kaç sayfa okumuştur?
Fatmanur	Ayla'nın kitap sayısı Ayşe'ninkinin 4 katının 3 fazlasıdır. Ayşe'nin kitap sayılarını tabloda gösteriniz.
Eray	Ali her gün öncekinden 1 fazla badem yiyor. Bilal ise Ali'nin her günkü artan bademinin 4 katının 3 fazlasıdır.

Eray satır numaralarını Ali'nin yediği badem sayısı ve A sütunundaki sayıları artan badem sayısı olarak ifade etmiştir. Zuhal zamanı yetmediği için çalışmasını burada bırakmış diğer öğrenciler 8. soruya geçmiştir.

Tablo 17

'Problemler' Etkinliği Sekizinci Soru İçin Yazılan İfadeler

Öğrenci Adı	İfadeler
Ufuk	A B'den 2 eksik C'se A'dan üç katıdır. A ve C'nin cevaplarını yazın.
Seyfullah	Köpeğe her gün et verilir. Sahibi de köpeğin 2 eksiği yer kardeşi de köpeğin 3 katını yer sahibi ve kardeş kaç tane yer?
İbrahim	Abimin yediği pasta sayısı benim yediğim sayısı 2 eksiğidir.
Fatmanur	Ahmet'in bilyelerinin 2 eksiği Mehmet'in, 3 katı Emre'nindir. Emre'nin ve Mehmet'in bilyelerini tabloda gösteriniz.
Eray	A yarışçısı 1. yarışı 8dk da bitiriyor. 2. yarışta 9 3. yarışta ise 10 dakikada bitiriyor. B yarışçısı 1. yarışçıdan 2 dakika az sürede yol kat ediyor. C yarışçısı ise A yarışçısının 3 kat daha fazla sürede gidiyor.

İbrahim sadece B sütunu için bir ifade yazmış; zamanı yetmediği için C sütunun için ifade yazamamıştır. Eray 6 ve 7. soru için yazdığı ifadelere benzer olarak satır sayılarına bir anlam yüklemiş ve yarış sayısı olarak ifade etmiştir.

6,7 ve 8. sorulara verilen cevaplar biraraya getirilerek analizleri yapılmıştır.

3.3.1.6. Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan 6, 7 ve 8. Sorunun Analizi

Öğrencilerin yazdıkları ifadeler incelendiğinde verilen elektronik tablo formüllerine ait cümleler yazabildiği görülmüştür.

Tablo 18

‘Problemler’ Etkinliği 6, 7 ve 8. Sorunun Analizi

	Cevap veren	Hiç cevap vermeyen	Cevabı anlamlı olmayan
6. Soru	7 kişi	3 kişi	3 kişi
7. Soru	6 kişi	4 kişi	3 kişi
8. Soru	5 kişi	5 kişi	3 kişi

Cevap veren. Verilen formüle göre doğru kabul edilecek cümleler yazan öğrencilerdir. Örneğin; 7. soru için (Formülü $=A1*4+3$) Zuhal’in “Ayşe her gün kitap okudu. Fatma 4 kat 3 fazla kitap okudu. Formülü bulunuz.” şeklinde yazdığı cümle formülle uyusmaktadır. Öğrencilerin formüllere bağlı kalarak anlamlı cümleler kurabildikleri ve formülleri yorumlayabildikleri görülmektedir. Ayrıca bir tabloda verilen formüller için tek bir durum ifade etmiş olmaları her formül için farklı durumlar yazmamış olmaları değişken hücre kavramını desteklemektedir.

Hiç cevap vermeyen. 6. soruya cevap vermeyen öğrenciler nasıl bir cümle yazacaklarını bilmediklerini belirtmiş ve etkinliklerini tamamlamışlardır. İlkay ve Zuhal çalışmalarını yetiştirememesi sebebiyle 7. ve 8. soruya cevap vermemiştir.

Cevabı anlamlı olmayan. Azat, Müge ve Nur sorulara cevap vermiştir. Fakat yazdıkları cümleler anlamlı değildir. Örneğin Azat 7. Soru için “B2’yi yazınız” şeklinde bir cümle yazarken Müge ve Nur “A3’se $x4+3$ eklenir. A4’se kaçla çarpılır kaçla toplanır?” şeklinde cevap vermiştir.

Öğrenciler ‘Problemler’ etkinliğini tamamladıktan sonra ‘Soruları Bul’ adlı etkinlik üzerinde çalışmaya geçmişlerdir.

3.3.2. Değişken Kavramını Yorumlama ve Bilinmeyeni Bulma ‘Sorulanı Bul’ Etkinliği

Bu etkinlikte 1 öğrencinin (Gökçe) devamsızlık yapmasından dolayı 14 öğrencinin çalışması incelenmiştir. Müge ile Halise, Rabia ile Nesrin ve İlkay ile İbrahim grup olarak çalışmaktadır.

Öncelikle etkinlikteki sorulara giriş olarak Rojano ve Sutherland (1993, s. 194)’in çalışmasında yer verdiği çikolata problemi sınıfa yöneltilmiş ve öğretmenin tahtada yazdığı problemin çözümü üzerine sınıfça tartışılmıştır. Daha sonra öğrenciler elektronik tablo ortamında bireysel olarak çalıştıkları etkinlik sorularına geçmiştir.

3.3.2.1. ‘Sorulanı Bul’ Etkinliğinin Amaçları ve Tanıtımı

Etkinliğin tamamı Ek O’da verildiği gibidir. ‘Sorulanı Bul’adlı etkinliğin amaçları şu şekildedir:

- Verilen bir problemi elektronik tabloda bilgilerini düzenleme
- Verilen problemi çözebilme
- İstenen cebirsel ifadeleri yazabilme

4 soruda birbirine benzer şekilde oluşturulmuştur. Kişilerin birbirlerine göre durumları ve toplam sayı verilmiştir. Örneğin 1. soruda toplam 36 kişi ve kızların sayısının erkeklerin sayısından 4 fazla olduğu bilgisi verilmiş ve öğrencilerden erkeklerin sayısını bulmaları istenmiştir (Şekil 95). Elektronik tablodaki çalışmalarını tamamlamayan öğrencilerden son olarak kâğıt kalem ortamında çalışma yapraklarına uygun cebirsel ifadeleri yazmaları beklenmiştir.

36 kişilik bir sınıfta kızların sayısı erkeklerin sayısından 4 fazladır. Buna göre bu sınıfta kaç erkek öğrenci vardır? _____	
Problemdaki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz.	
Aşağıda erkek öğrencilerin sayısına x denilmiştir, kızların sayısını genel olarak nasıl ifade edersin?	
Erkeklerin sayısı: x ise	Kızların sayısı: _____

Şekil 95: 'Sorulanı Bul' Birinci Soru

2. soruda (Şekil 96) Aslı'ya 3'ten küçük bir rakam verildiğinde Cem'in sayısı negatif çıkmaktadır. 3. soru böyle bir durum içermekzen (Şekil 97) benzer şekilde 4. soruda (Şekil 98) ekmeklerin sayısına 1'den küçük bir rakam verildiğinde sakızların sayısı negatif çıkmaktadır. Negatif tam sayıları konu olarak işlemedikleri için öğrenciler bu durumda girdikleri formülün yanlış olduğunu düşünmüşlerdir. Öğretmen neden negatif olduğunu açıklamış ve negatif çıkmasının yanlış formül girme sebebi olarak görülmemesi gerektiğini belirtmiştir.

Aslı, Cem ve Tarkan ellerindeki kâğıda birer sayı yazmıştır. Üçünün yazdığı sayıların toplamı 50'dir. Cem'in yazdığı sayı, Aslı'nın sayısından 3 eksiktir. Tarkan'ın ise Aslı'ninkinden 8 büyüktür. Aslı'nın sayısı kaçtır? _____ Problemdeki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz. Aşağıda Aslı'nın sayısına x denilmiştir, Cem ve Tarkan'ın sayısını genel olarak nasıl ifade edersin?
Aslı'nın sayısı: x ise Cem'in sayısı: _____ Tarkan'ın sayısı: _____

Şekil 96: 'Soruları Bul' İkinci Soru

Suat, annesi ve babası günde toplam 81 sayfa kitap okumaktadır. Babası Suat'ın bir günde okuduğu sayfadan 5 sayfa fazla, annesi ise Suat'ın okuduğu sayfa sayısının 2 katı sayfa kitap okuyor. Suat kaç sayfa kitap okumaktadır? _____ Problemdeki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz. Aşağıda Suat'ın okuduğu sayfa sayısına x denilmiştir, annesi ve babasının okuduğu sayfa sayısını genel olarak nasıl ifade edersin?
Suat'ın okuduğu sayfa sayısı: x ise Annesinin okuduğu sayfa sayısı: _____ Babasının okuduğu sayfa sayısı: _____

Şekil 97: 'Soruları Bul' Üçüncü Soru

Bir marketteki ekmeklerin, sakızların ve çikolataların sayısının toplamı 300'dür. Sakızların sayısı ekmeklerin sayısının 4 katından 4 eksiktir. Çikolataların sayısı ise ekmeklerin sayısının 3 katıdır. Buna göre ekmeklerin sayısı kaçtır? _____ Problemdeki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz. Aşağıda Suat'ın okuduğu sayfa sayısına x denilmiştir, annesi ve babasının okuduğu sayfa sayısını genel olarak nasıl ifade edersin?
Ekmeklerin sayısı: x ise Sakızların sayısı: _____ Çikolataların sayısı: _____

Şekil 98: 'Soruları Bul' Dördüncü Soru

Etkinliğin tamamı soru soru incelenmiştir. Fakat etkinlik süreci olarak bu bölümde diğer sorularda da aynı durumlarla karşılaşılması sebebiyle öğretmenin tüm sınıfa yönelttiği çikolata problemi, 1. ve 2. soru verilecektir.

3.3.2.2. Bilinmeyeni Bulma (Sınıfça Yapılan Çalışma ‘Çikolata Problemi’)

Öğretmen, ‘Soruları Bul’ etkinliğinin çalışma yapraklarını öğrencilere dağıtmadan önce tahtaya bir problem yazar (Şekil 99). Problem bir öğrenci tarafından yüksek sesle tüm sınıfa okunur.

100 çikolata üç gruba paylaştırılacaktır.
İkinci gruba, birinci gruba verilenin 4 katı kadar
üçüncü grup ise ikinci gruptan 10 fazla
çikolata alacaktır. Birinci grupta kaç çikolata vardır?

Şekil 99: Çikolata Problemi

Problem üzerinde sınıf tartışması. Tüm sınıf problemi okuduktan sonra nasıl çözeceğine dair tartışmaya başlamıştır.

Oğulcan: 3 e bölecek.

Öğretmen: 3 grup var. Şimdi diyor ki toplamda 100 çikolata varmış. Birinci grup var, ikinci grup var ve üçüncü grup var. İkinci grup birinci grubun 4 katı kadar alıyormuş. Siz sütunları yaparsanız. Yani 1. grup 2. grup 3. grup diye söyleyeyim ben.

Seyfullah: Hayır ilk önce 100’ü 3 e bölecek.

Öğretmen: 100 ü 3 e bölebilir miyiz?

İlkay, Fatmanur: Kalanlı çıkar.

Eray: 33,33.

Öğretmen: Tamam. 3 e böldükten sonra ne yapacaksın?

Eray: Hocam şimdi burada 4 katı diyor.

Zuhal: 100 ü 4 e bölsek.

Seyfullah: Hayır hayır.

Ufuk: 100 ü 3 e bölecek. Sonra çıkan tek sayıyla 4 ü çarpıcaz.

Seyfullah: Hayır 100 ü 3 e bölecek. İkinci grubun çıkacak o sayı. 33 ikinci grubun olacak 32 birinci grubun olacak 34 de üçüncü grubun olacak.

Öğretmen: Toplam?

Seyfullah: 32, 33, 34 toplayamadım.

Eray: 99 oluyor. Hocam bu 3 grubun..,

Nur: Şey yapalım 33, 34, 35.

Öğretmen: 33, 34, 35 olsun. İkinci grup birinci gruba verilenin 4 katı kadar. 33, 34, 35 dedin. İkinci grup birinci grubun 4 katı mı?

Oğulcan: 11

Seyfullah: Hesap makinesi olsa.

Eray: Hocam ikinci grubu 15 olarak tahmin etsek 60 olur.

Öğretmen: Tahmin mi edicez?

Fatmanur: Bu sefer 105 oldu.

Eray: Bir dakika birinci grup 15, ikinci grup 4 katı 60, üçüncü grupta 10 fazla 70.

Sınıf: Olmuyor.

Fatmanur: Bu seferde 145 oluyor.

Öğretmen: İlkay var mı bir fikrin?

İlkay: Bir fikir yürütüp yanlış yapmayayım dedim. Baya da düşünüyorum bulamadım bir şey.

Eray: Hocam durun siz söylemeyin.

Seyfullah: 15, 60, 70. 33, 34, 35 olsa ikinci gruba verilen 4 katı kadar.

İlkay: Buldum. Birinci grup 10 olacak, ikinci grup 4 katı 40 olacak, üçüncü grupta 50 olacak.

Eray: Evet

İlkay: 100 olacak.

Ö: Nasıl buldun?

İlkay: Tahmin yaptım.

Eray: 100 ü 10 a bölmüş işte 10 çıkmış sonra 4 katı diyor artı 10 eklemiş 100.

Zuhal: Kısa yolu vardır biz bilmiyoruz.

Öğretmen: Peki cevap 10 40 50 ama bunu elektronik tabloda çözelim.

Öğrenciler sorudaki toplam (100) ve grup sayısı (3) verilince hemen toplamı grup sayısına bölme (100'ü 3'e bölme) yöntemine başvurmuştur. Öğretmenin yöneltmesiyle yanlış cevap olduğunu anlayan öğrenciler bu sefer de tahmin ederek bulma yöntemine yönelmişlerdir. İlkay kafasında yaptığı hesaplamalar sonucu cevabı bulmuştur. Elektronik tablo ortamında nasıl çözüleceği üzerine düşünmeye yöneltmek amacıyla öğretmen tahtaya tablo çizmiş ve satırları ve sütunları yazmıştır (Şekil 100). Bundan sonra sınıfta problemin elektronik tabloda nasıl çözüleceğine dair tartışılmıştır.

	A	B	C
1	Birinci Grup	İkinci Grup	Üçüncü Grup
2			
3			

Şekil 100: Çikolata Problemi Tablosu

Öğretmen: Tamam bilgisayarda nasıl çözersiniz?

[...]

Öğretmen: İkinci grup burada di mi? (B sütununu göstermektedir.)

Sınıf: Evet.

Öğretmen: Birinci gruba verilenin 4 katı kadar. Birinci grup nerede hangi hücrede?

Sınıf: A2.

Öğretmen: A2.

Zuhal ve Eray: A2 çarpı 4.

Eray: Üçüncü grup B2...

Öğretmen: Üçüncü grup?

Eray: B2 artı 10.

İlkay: Eşittir B2 artı 10

Öğretmen: Peki bu doğru mu?

Fatmanur: Doğru.

Öğrenciler ikinci grup ve üçüncü grup için girilecek formülü tartışmış ve B2 hücresine $=A2*4$ ve C2 hücresine $=B2+10$ formülünün girileceğini söylemişlerdir (Şekil 101).

	A	B	C
1	Birinci Grup	İkinci Grup	Üçüncü Grup
2		$= A2*4$	$= B2+10$
3			

Şekil 101: Çikolata Problemi İkinci ve Üçüncü Grup için Formüller

Elektronik tabloda çalışma. Tahtada problem üzerinde tartıştıktan sonra öğretmen öğrencilerden bu tabloyu elektronik tablolarında oluşturmalarını istemiştir. Öğrenciler A2 hücresine 10 girmişlerdir (Şekil 102). Deneme yanılma yöntemi ile ilk olarak problemin cevabına ulaşmışlardır.

	A	B	C	D
1	1.GRUP	2.GRUP	3.GRUP	
2	10	40	50	
3				

Şekil 102: Çikolata Problemi Deneme Yanılma Yöntemi

Bu arada B2 ve C2 hücresine formül giren fakat A2 hücresinde sayı olmadığı için B2 hücresinde 0 çıkan Gökçe yanlış bir durum olduğunu düşünmüştür.

Gökçe: Öğretmenim ben buraya A2 çarpı 4 yazdım 0 çıktı.

Öğretmen: Tamam çünkü buraya bir rakam yazmamışsın. (A2'yi kastetmektedir.)

Öğretmen değişken sütun kavramını vurgulamak amacıyla öğrencilerden bir de formülleri sürükleyerek tablolarını oluşturmalarını ister.

Öğretmen: Şimdi A2'ye 1 yazar mısın? A3'e 2 yazar mısın?

Eray: Onları sürükledim hocam 2,8, 18.

Öğretmen: 1 ile 2'yi seçip aşağıya 15. satıra kadar sürükle. Tamam. Şimdi B2 ve B3'deki formülleri de sürükle 15. satıra kadar.

Seyfullah: Sürükledim. 56, aaaaa formülü buldum.

Öğretmen: Arkadaşlar D1 hücresine toplam yazar mısınız, hani birinci grup ikinci grup üçüncü grup yazdınız ya? D2 hücresine hangi formülü giricez?

Seyfullah: A1, A2 artı B2 artı C2.

Öğretmen: Gir bakalım.

Seyfullah: 23 çıktı.

Öğretmen: D2'deki formülü de sürükleyin.

Şekil 103'de tahtada çizilen tablo ve Şekil 104'deki Fatmanur'un ekran kaydındaki gibi oluşturulan elektronik tabloda öğretmen öğrencilerden 100 değerini bulmalarını ister ve öğrenciler D11 hücresini söylerler ve 11. satırı gösterirler.

	A	B	C	D
1	Birinci Grup	İkinci Grup	Üçüncü Grup	Toplam
2		$= A2 * 4$	$= B2 + 10$	$= A2 + B2 + C2$
3				

Şekil 103: Çikolata Problemi İkinci, Üçüncü Grup ve Toplam için Formüller

	A	B	C	D
1	1.g	2.g	3.g	toplam
2	1	4	14	19
3	2	8	18	28
4	3	12	22	37
5	4	16	26	46
6	5	20	30	55
7	6	24	34	64
8	7	28	38	73
9	8	32	42	82
10	9	36	46	91
11	10	40	50	100
12	11	44	54	109
13	12	48	58	118
14	13	52	62	127
15	14	56	66	136

Şekil 104: Çikolata Problemi Formül Sürükleme ile Çözüme Ulaşma

Cebirsel ifadeyi yazma. Daha sonra öğretmen öğrencilerden grupları cebirsel olarak ifade etmelerini istemiştir.

Öğretmen: Birinci grubun çikolatalarının sayısına x deseydim, ikinci grubu nasıl ifade ederiniz?

Zuhal, Eray, İbrahim, İlkey ve Fatmanur: X çarpı 4

Zuhal: Nokta 4

Azat: X nokta çarpı 4, x nokta 4

Seyfullah: X artı 10

Öğretmen: X artı 10 mu?

Seyfullah: Evet.

Öğretmen: Üçüncü grup.

Seyfullah: Pardon B2 artı.

Öğretmen: B2 dediğin ne? Birinci grup x , ikinci grup dört x , 4 çarpı x . Üçüncü grup ikinci gruptan 10 fazla.

Ufuk: X çarpı 4 artı 10.

İlkay: Birinci grup...

Öğretmen: Birinci grup mu?

Seyfullah: X artı 10.

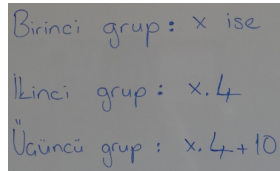
Öğretmen: O zaman birinci grubun 10 fazlası olmaz mı?

Eray, İlkay ve İbrahim: X çarpı 4 artı 10

Ufuk: Bende onu söylemişim.

Öğretmen: Birinci grup x ise ikinci grup x çarpı 4, üçüncü grup ise ikinci gruptan 10 fazlaymış, yani x çarpı 4 artı 10.

Böylece öğrencilerin elektronik tablodaki girdikleri formüle göre cebirsel ifadeleri yazabildikleri görülmüştür (Şekil 105).



Birinci grup : x ise
İkinci grup : $x \cdot 4$
Üçüncü grup : $x \cdot 4 + 10$

Şekil 105: Çikolata Problemi Cebirsel İfadeler

Cebirsel ifade yazımı ile çikolata problemi çalışmasını tamamlayan öğrencilere elektronik tabloda bireysel olarak çalışacakları ‘Soruları Bul’ etkinliğinin çalışma yaprakları dağıtılmış ve birinci soru üzerinde çalışılmıştır.

3.3.2.3. Bilinmeyi Bulma (‘Soruları Bul’ Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci Sorusu)

Öğrenciler ilk soruyu okuduktan sonra sorunun tahtada tartışılacağını ve sınıfça çözüleceğini düşünmüştür. Öğretmen elektronik tabloda çalışmalarını istemiştir.

Eray: Yapayım mı?

Öğretmen: Nerede?

Eray: Tahtada.

Öğretmen: Hayır elektronik tabloda çözücez.

İlkay: Tamam 2 ye bölücez. 4 fazlası?

Öğretmen: Nasıl yapıcak elektronik tabloda?

Nur: Kızların sayısı, erkeklerin sayısı, toplam (Bilgisayar ekranında hücreleri göstermektedir.)

Öğretmen: Evet yapın bakalım.

Çalışma sayfasını oluşturma. 12 öğrenci A1’e “Kızların sayısı”, B1’e “Erkeklerin Sayısı” ve C1 hücrelerine “Toplam” birlikte çalışan 2 öğrenci (İlkay ve İbrahim) ise A1’ “Erkeklerin Sayısı”, D1’e “Kızların Sayısı” ve G1’e “Toplam” yazmıştır (Şekil 106). Daha sonra öğrenciler girilecek formül üzerinde çalışmışlardır.

C1			G1						
TOPLAM			Doplarn						
A	B	C	A	B	C	D	E	F	G
KIZLAR	ERKEKLER	TOPLAM	1	Erkeklerin Sayısı		Kızların Sayısı			Doplarn
			2						
			3						

Şekil 106: 'Sorulanı Bul' Birinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma

Elektronik tabloda çalışma. İlkay’ın ifade ettiği gibi bir önceki öğretim deneyinde sorulan tahta problemine benzer şekilde öğrenciler toplam değerini ilk önce 2’ye bölerek çözüme ulaşacaklarını düşünmüşlerdir. Çalışma kâğıtları incelendiğinde İbrahim ve Ufuk’un 36’yı 2’ye bölme işlemini yaptığı da görülmektedir. Bilgisayarda çalışmaya başlayan öğrencilerden Zuhal elektronik tabloyu açtıktan sonra bilgisayarda hesap makinesini açmış ve 36’yı 2’ye bölmüştür (Şekil 107).

Öğretmen: Niye açmışsın onu?

Zuhal: Hesap makinesinde hesaplıcam.

Öğretmen: Elektronik tabloda yapıcaz.

Zuhal, güler ve kapatır.

B1	ERKEKLER
1 KIZLAR	ERKEKLER
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

Şekil 107: Hesap Makinesiyle Çalışma

Eray ise C2’ye 36 girdikten sonra B2’ye $=C2/2-4$ C2’ye de $=C2/2+4$ girmiştir (Şekil 108). Böylece diğer öğrencilerinde belirttiği kâğıt kalem ortamında yaptığı hesaplamayı elektronik tablodaki formüllerle bulmaya çalıştığı görülmüştür.

	A	B	C
1	Kızlar	Erkekler	Toplam
2	$=C2/2+4$	$=C2/2-4$	36
3			

Şekil 108: 'Sorulanı Bul' Birinci Soru Eray’ın Formül Arayışı

Eray: Hocam toplam 36

Öğretmen: İyi de...

Eray: Yine mi olmadı?

Öğretmen: Olmadı çünkü sen toplamı 2 ye bölmüşsün 4 eklemiştir. Bak ne diyor kızların sayısı erkeklerin sayısından 4 fazladır diyor.

Eray: Ha ben erkeklerin kızlarıkinden fazladır yaptım.

Öğretmen: Kızların sayısı için ne yazacaksın?

Daha sonra öğretmen öğrencilerin sorudaki bilgileri inceleyerek formül yazmalarını sağlamak amacıyla sınıf tartışması başlatmıştır.

Öğretmen: Kızların sayısı için ne yazacaksınız?

Fatmanur: Eşittir B2 artı 4.

Öğretmen: Evet.

Eray: Ama daha sonra?

Öğretmen: Neden Fatmanur?

Fatmanur: Şey, ıııı B2 de erkeklerin sayısı var.

Öğretmen: Evet?

Fatmanur: Erkeklerin sayısından 4 fazla kızlar olduğu için.

Öğretmen: Tamam

Eray: Hocam nasıl oluyor bu?

Öğretmen: Erkeklerin sayısı kızların sayısından 4 fazla mı bak bakalım orda?

Eray: Kızlarınkı erkeklerden fazla düzelttim.

Öğretmen: Sen yanlış formül yazıyorsun Eray. Elimizde hangi bilgiler var?

Seyfullah: 36 kişi

Zuhal: 36 kişi, bir sınıfta kızların sayısı erkeklerin sayısından 4 fazla, bu kadar.

Eray: Yaptım hocam şimdi ya.

Öğretmen: Ne diyor kızların sayısı erkeklerin sayısından 4 fazlaymış hangi formülü girerim?

Girilecek formül için öğrencilerin sorun yaşadıklarını gözlemleyen öğretmen tahtada bir tablo oluşturur (Şekil 109) ve hangi formüllerin girileceği üzerine sınıf tartışır.

	A	B	C
1	Kız lar	Erkekler	Toplam
2	$=B2+4$		$=A2+B2$

Şekil 109: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruya Girilecek Formülleri Tahtada Tartışma

Öğretmen: Elektronik tabloda buraya ne formül yazıcam?

Zuhal: Eşittir B2 artı 4.

Öğretmen: Doğru mu?

Eray: Hayır (sınıf tartışmaktadır)

Seyfullah: Hocam 20 bu da 16 olacak toplamda 36

Öğretmen: Arkadaşlar tahminle buluyorsunuz. [...]

Öğretmen: Burası B2 artı 4 ise burası ne?

Eray: Eşittir C2 bölü 2

Öğretmen: C2 mi? Toplam derken neyi topluyorum, kızların sayısı ve erkeklerin sayısı mı?

Fatmanur ve Zuhal: A2 artı B2.

3 öğrenci (Azat, Halise ve Müge) problemin çözümüne ulaşamamışlardır. Azat gireceği formülü bulamamış, Halise ve Müge’de formül ve sayı içeren iki hücreyi beraber sürüklemeye hatası nedeniyle çalışmalarından bir sonuç elde edememiştir.

Cevaba ulaşan 11 öğrenciden 2’si (Eray ve Zuhal) A ve B sütununa girdikleri sayıları sonra da C sütununda toplam için girdikleri formülü sürüklemişlerdir. Toplamın 36 olduğu 17. satırı bularak cevaba ulaşmışlardır (Şekil 110).

	A	B	C
1	Kızlar	Erkekler	Toplam
2	5	1	=A2+B2
3	6	2	=A3+B3
4	7	3	=A4+B4
5	8	4	=A5+B5
6	9	5	=A6+B6
7	10	6	=A7+B7
8	11	7	=A8+B8
9	12	8	=A9+B9
10	13	9	=A10+B10
11	14	10	=A11+B11
12	15	11	=A12+B12
13	16	12	=A13+B13
14	17	13	=A14+B14
15	18	14	=A15+B15
16	19	15	=A16+B16
17	20	16	=A17+B17

	A	B	C
1	KIZLAR	ERKEKER	TOPLAM
2	5	1	6
3	6	2	8
4	7	3	10
5	8	4	12
6	9	5	14
7	10	6	16
8	11	7	18
9	12	8	20
10	13	9	22
11	14	10	24
12	15	11	26
13	16	12	28
14	17	13	30
15	18	14	32
16	19	15	34
17	20	16	36
18	21	17	38
19	22	18	40
20	23	19	42

Şekil 110: 'Sorulanı Bul' Birinci Soruda Kızlar ve Erkekler İçin Sayı Sürüklemeye, Toplam İçin Formül Sürüklemeye

Diğer 9 öğrenci ise (Rabia, Nesrin, Fatmanur, Seyfullah, Ufuk, Nur, Oğulcan, İlkey ve İbrahim) ilk önce B sütununa sayı girip sayı sürüklemeye daha sonra A ve C sütununa formül girip formül sürüklemeye tekniğini kullanmıştır. Aynı şekilde toplamın 36 olduğu 17. satıra bakarak cevaba ulaşmışlardır (Şekil 111).

	A	B	C
1	Kızlar	Erkekler	Toplam
2	=B2+4	1	=A2+B2
3	=B3+4	2	=A3+B3
4	=B4+4	3	=A4+B4
5	=B5+4	4	=A5+B5
6	=B6+4	5	=A6+B6
7	=B7+4	6	=A7+B7
8	=B8+4	7	=A8+B8
9	=B9+4	8	=A9+B9
10	=B10+4	9	=A10+B10
11	=B11+4	10	=A11+B11
12	=B12+4	11	=A12+B12
13	=B13+4	12	=A13+B13
14	=B14+4	13	=A14+B14
15	=B15+4	14	=A15+B15
16	=B16+4	15	=A16+B16
17	=B17+4	16	=A17+B17

Şekil 111: 'Soruları Bul' Birinci Soruda Erkekler İçin Sayı Sürüklemeye, Kızlar ve Toplam İçin Formül Sürüklemeye

Cevaba ulaşan 11 öğrenci çalışma kâğıdına Şekil 112'deki Nur gibi 16 yazmıştır.

36 kişilik bir sınıfta kızların sayısı erkeklerin sayısından 4 fazladır. Buna göre bu sınıfta kaç erkek öğrenci vardır? 16

Şekil 112: 'Soruları Bul' Birinci Sorunun Cevabı

Cebirsel ifadeyi yazma. Bu probleme dair son olarak erkeklerin sayısı x olarak ifade edilmiş ve öğrencilerden kızların sayısını cebirsel olarak ifade etmeleri istenmiştir. 14 öğrenci Şekil 113'deki Müge'nin çalışma yaprağındaki gibi cebirsel ifadeyi $x+4$ olarak yazmıştır.

Erkeklerin sayısı: x ise Kızların sayısı: $x+4$

Şekil 113: 'Soruları Bul' Birinci Soruda Cebirsel İfade Yazma

Cebirsel ifade yazımı ile birinci soru ile ilgili çalışmasını tamamlayan öğrenciler etkinliğin ikinci sorusuna geçmişlerdir.

3.3.2.4. Bilinmeyeni Bulma

(‘Soruları Bul’ Etkinliğinin Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan İkinci Sorusu)

Birinci soruyu tamamlayan ve ikinci soruyu okuyan öğrenciler verilen bilgileri ele alarak nasıl çözeceklerini belirtmektedir.

Seyfullah: Sayfa 2’ye geçtim. 50’yi 3’e bölüyoruz.

Öğretmen: Hayır öyle bir yöntem yok yani.

Seyfullah: Niye?

Öğretmen: E ne olacak 16 buldun?

Seyfullah: Eklicem işte.

Öğretmen: Ne eklicen?

Seyfullah: Burası Cem’in sayısı Aslı’nın sayısından 3 eksiktir diyor. Tarkan’ın sayısı Aslı’nınkinden 8 büyüktür diyor. Aslının sayısı 16.

Öğretmen: 16 mı? Hayır değil.

Çalışma sayfası oluşturma. 12 öğrenci A1’e “Aslı’nın sayısı”, B1’e “Cem’in Sayısı”, C1 hüccesine “Tarkan’ın sayısı” ve D1 hüccesine “Toplam” yazmıştır (Şekil 114). Birlikte çalışan 2 öğrenci (İlkay ve İbrahim) ise A1, C1, E1 ve G1 hüccelerini yazmıştır. Daha sonra öğrenciler girilecek formül üzerinde çalışmışlardır.

	A	B	C	D
1	ASLI	CEM	TARKAN	TOPLAM
2				
3				
4				

Şekil 114: 'Soruları Bul' İkinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma

Elektronik tabloda çalışma. 1 öğrenci (Azat) gireceği formülü bulamadığı için 2 öğrenci de (Nur ve Oğulcan) B, C ve D sütunlarına doğru formülleri girip Şekil 115’deki gibi A sütununa da formül girmeye çalıştığı için sonuca ulaşamamıştır.

	A	B	C	D
1	Aslı'nın sayısı	Cem'in sayısı	Tarkan'ın sayısı	Toplam
2	=B2-C2	=A2-3	=A2+8	=A2+B2+C2
3		=A3-3	=A3+8	=A3+B3+C3
4		=A4-3	=A4+8	=A4+B4+C4
5		=A5-3	=A5+8	=A5+B5+C5

Şekil 115: 'Soruları Bul' İkinci Soruda Formül Arayışı

5 öğrenci (Halise, Müge, Seyfullah, Rabia ve Nesrin) A, B ve C sütununa kendilerinin hesapladığı sayıları girip sayı sürüklemeye tekniğini, D sütununa ise toplam için formül girerek formül sürüklemeye tekniğini kullanmış ve sonuca ulaşmıştır (Şekil 116).

	A	B	C	D
1	aslı	Cem	tarkan	toplam
2	4	1	12	17
3	5	2	13	20
4	6	3	14	23
5	7	4	15	26
6	8	5	16	29
7	9	6	17	32
8	10	7	18	35
9	11	8	19	38
10	12	9	20	41
11	13	10	21	44
12	14	11	22	47
13	15	12	23	50

Şekil 116: 'Soruları Bul' Birinci Soruda Aslı, Cem ve Tarkan İçin Sayı Sürüklemeye, Toplam İçin Formül Sürüklemeye

6 öğrenci (Eray, Fatmanur, İlkay, İbrahim, Zuhale ve Ufuk) bir sütuna sayı girip sayı sürüklemeye tekniğini kullanmış ve sonra sayı girdikleri sütuna referans vererek diğer sütunlara formül girip formül sürüklemeye tekniği ile sonuca ulaşmıştır. Bu duruma örnek olarak Fatmanur'un Şekil 117'deki çalışması verilebilir.

	A	B	C	D	E
1	ASLI	CEM	TARKAN	TOPLAM	
2	1	=A2-3	=A2+8	=A2+B2+C2	
3	2	=A3-3	=A3+8	=A3+B3+C3	
4	3	=A4-3	=A4+8	=A4+B4+C4	
5	4	=A5-3	=A5+8	=A5+B5+C5	
...	...	...	...	...	
15	14	=A15-3	=A15+8	=A15+B15+C15	
16	15	=A16-3	=A16+8	=A16+B16+C16	
17	16	=A17-3	=A17+8	=A17+B17+C17	

Şekil 117: 'Soruları Bul' Birinci Soruda Aslı İçin Sayı Sürüklemeye, Cem, Tarkan ve Toplam İçin Formül Girip Formülü Sürüklemeye

İlk olarak D2 hücresine $=A2+B2+C2$ formülünü giren öğrenciler D2 hücresinde 0 çıkması sebebiyle yanlış formül girdiklerini düşünmüşlerdir.

Fatmanur: Toplam 50.

Öğretmen: Toplam 50 imiş.

Nur: Toplama 50 yazarız.

Öğretmen: Toplama 50 mi yazıcaz?

Fatmanur: Hayır ama şöyle yazarız. A2 artı B2 artı C2.

Öğretmen: Evet. Ne diyor?

Fatmanur: Sıfır diyor.

Öğretmen: Yanlış mı sıfır demesi peki?

Oğulcan: Hayır doğru tabiki de öğretmenim bi şey yapmazsan adama sana 5 mi dicesen?

Burada Oğulcan'ın kastettiği A2, B2 ve C2 hücresinde herhangi bir şey olmamasından dolayı 0 çıkmasıdır. Aynı şekilde A2 hücresine sayı girmeyen öğrenciler B2 hücresine (Cem için) $=A2-3$ formülünü girince hücrede -3 çıkmıştır.

Öğretmen: Cem için hangi formülü yazdınız?

Zuhal: A2 eksi 3.

Ufuk: Daha yapıyorum.

Zuhal: -3 çıktı.

Oğulcan: Bende de -3 çıktı. Zaten A2 boş olduğu için -3 çıkacak.

Cevaba ulaşan 11 öğrenci çalışma kâğıdına Nur gibi 15 yazmıştır (Şekil 118).

Aslı, Cem ve Tarkan ellerindeki kâğıda birer sayı yazmıştır. Üçünün yazdığı sayıların toplamı 50'dir. Cem'in yazdığı sayı, Aslı'nın sayısından 3 eksiktir. Tarkan'ınki ise Aslı'ninkinden 8 büyüktür. Aslı'nın sayısı kaçtır? 15

Şekil 118: 'Sorulanı Bul' İkinci Sorunun Cevabı

Cebirsel ifadeyi yazma. Bu probleme dair son olarak Aslı'nın sayısı x olarak ifade edilmiş ve öğrencilerden Cem'in ve Tarkan'ın sayısını cebirsel olarak ifade etmeleri istenmiştir. 14 öğrenci Şekil 119'daki Müge'nin çalışma yaprağındaki gibi Cem için $x-3$ Tarkan için $x+8$ yazmıştır.

Aslı'nın sayısı: x ise Cem'in sayısı: $x-3$ Tarkan'ın sayısı: $x+8$

Şekil 119: 'Sorulanı Bul' İkinci Soruda Cebirsel İfade Yazma

Etkinlikteki tüm soruların akışı incelendikten sonra sorular biraraya getirilerek analizleri yapılmıştır.

3.3.2.5. ‘Soruları Bul’ Etkinliğinin Analizi

Bu kısımda etkinlikteki soruların analizi iki başlık altında verilmiştir: Elektronik tablo kullanımının analizi ve matematiksel analiz.

Elektronik tablo kullanımı analizi. Burada öğrencilerin elektronik tabloyu kullanırken ortaya çıkan çalışmalarını incelenmiştir.

Çalışma sayfası oluşturma. Öncelikle 4 soru içinde etkinliğe katılan 14 öğrencinin çalışma yapraklarında verilen bilgilere göre elektronik tablodaki çalışma sayfalarında kendi tablolarını oluşturduğu görülmektedir (Şekil 120).

	A	B	C	D
1	ANNE	BABA	SUAT	TOPLAM
2				
3				
4				

Şekil 120: 'Soruları Bul' Üçüncü Sorunun Çalışma Sayfasını Oluşturma

Bundan sonrası için öğrencilerin elektronik tablo ortamında kendilerine özgü kullanım teknikleri geliştirdikleri görülmüştür.

Tablo 19

‘Soruları Bul’ Etkinliği Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri

		1. Soru	2. Soru	3. Soru	4. Soru
Örüntünün terimlerinin girilmesi	Sayı sürükleme	14 kişi	12 kişi	14 kişi	13 kişi
	Formül sürükleme	11 kişi	11 kişi	14 kişi	13 kişi
Sütunları doldurma teknikleri	Sadece toplam sütunu için formül girme	2 kişi	5 kişi	7 kişi	3 kişi
	Bir sütun hariç diğer sütunlara formül girme	12 kişi	9 kişi	7 kişi	11 kişi

Örüntü terimlerinin girilmesi. ‘Problemler’ etkinliği ile karşılaştırıldığında bu etkinlikte öğrencilerin tek tek sayı ya da formül girmedikleri sürükleme tekniğini kullandıkları görülmektedir. Bu da bize öğrencilerin yakın adımlar için tek tek girme tekniğini uzak adımlar için sürükleme tekniğini tercih ettiklerini göstermektedir.

Daha sonra öğrencilerin soruları çözerken elektronik tablo ortamında sütunlarda farklı çalışmalar yaptıkları görülmüştür.

Sadece toplam sütunu için formül girme. Bazı öğrenciler sütunlara hesapladıkları sayıları girmiş ve sadece ‘Toplam’ olarak belirledikleri sütuna formül girmiştir (Şekil 121).

	A	B	C	D
1	Suat	Annesi	Babası	Toplam
2	1	2	6	=A2+B2+C2
3	2	4	7	=A3+B3+C3
4	3	6	8	=A4+B4+C4
5	4	8	9	=A5+B5+C5
...	...	...	...	...
18	17	34	22	=A18+B18+C18
19	18	36	23	=A19+B19+C19
20	19	38	24	=A20+B20+C20

Şekil 121: Sadece Toplam Sütunu İçin Formül Girme

Bir sütun hariç diğer sütunlara formül girme. Öğrencilerin diğer çalışma şekli ise sayı girdikleri sütuna referans vererek diğer sütunlara formül girmeleridir (Şekil 122).

	A	B	C	D
1	Suat	Annesi	Babası	Toplam
2	1	=A2*2	=A2+5	=A2+B2+C2
3	2	=A3*2	=A3+5	=A3+B3+C3
4	3	=A4*2	=A4+5	=A4+B4+C4
5	4	=A5*2	=A5+5	=A5+B5+C5
...	...	...	...	...
18	17	=A18*2	=A18+5	=A18+B18+C18
19	18	=A19*2	=A19+5	=A19+B19+C19
20	19	=A20*2	=A20+5	=A20+B20+C20

Şekil 122: Bir Sütun Hariç Diğer Sütunlara Formül Girme

Farklı kullanımlar. Daha önceki çalışmalarda olduğu gibi öğrencilerin çalışma sayfalarında süslemeler yaptıkları görülmüş (Şekil 123) ve İlkay problem etkinliğinde olduğu gibi tüm sorularda çalışma yapraklarında verilen ve diğer öğrencilerin çalıştığı sütunlardan farklı sütunlar seçerek çalışmıştır (Şekil 124).

	A	B	C
1	kızlar	erkekler	TOPLAM
2	5	4	9
3	6	2	8
4	7	3	10
5	8	4	12
6	9	5	14
7	10	6	16
8	11	7	18
9	12	8	20
10	13	9	22
11	14	10	24
12	15	11	26
13	16	12	28
14	17	13	30
15	18	14	32
16	19	15	34
17	20	16	36

Şekil 123: Çalışma Sayfası Süsleme- Fatmanur’un Çalışması

	A	B	C	D	E	F	G
1	Suat		Babası		Annesi		Toplam
2	19		24		38		81
3	20		25		40		85
4	21		26		42		89
5	22		27		44		93
6	23		28		46		97
7	24		29		48		101
8	25		30		50		105
9	26		31		52		109
10	27		32		54		113
11	28		33		56		117
12	29		34		58		121
13	30		35		60		125

Şekil 124: İlkay ve İbrahim'in Farklı Sütunlarda Çalışma Sayfasını Oluşturması

Bu etkinlikte de öğrencilerin elektronik tabloyu etkinlik süresince aktif bir şekilde kullandıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin genelinin formül sürüklemeye gibi teknikleri kullanırken sorun yaşamadıkları ve kullanımla ilgili yaşanan zorlukların öğretim deneyinin ikinci ve üçüncü aşamasında azaldığı görülmüştür. Buradan araç ile etkileşimlerinin artması sebebiyle teknolojik bir enstrüman olan elektronik tablonun kullanımının pratikleştiği anlaşılabılır.

Matematiksel analiz ve yorumları. Öğrencilerin elektronik tablo ortamından cebirsel ifadelerle geçişin rahatlıkla yapılabilirdiği görülmektedir.

Tablo 20

'Soruları Bul' Etkinliğinin Matematiksel Analizi

	Kurala göre girilecek formülü bulma	Sonuca Ulaşma	Cebirsel ifadeyi yazma
1. Soru	11 kişi	11 kişi	14 kişi
2. Soru	9 kişi	11 kişi	14 kişi
3. Soru	6 kişi	13 kişi	12 kişi
4. Soru	10 kişi	10 kişi	14 kişi

Kurala göre girilecek formülü bulma. Tablo 20 incelendiğinde elektronik tabloda soruda verilen bilgilere göre formül giren öğrenci sayıları değişiklik göstermektedir. Bunun sebebi bazı öğrencilerin formül girmek yerine hesapladıkları sayıları girme tekniğini seçmeleridir. Öğretmen gözlem notlarında da bu öğrencilerin hangi formülün girileceğini ifade ettikleri fakat formül girmek yerine hesaplama yapıp sayı girdikleri belirtilmektedir.

İkinci soruda formül girme aşamasında Eray, Aslı'nın sayısı olarak belirlediği sütuna sayı girmemiş bunun yerine Cem'in sayısı olarak belirlediği sütuna sayı girmiş (Şekil 125) ve sayı ve formül sürüklemeye tekniği ile sonuca ulaşmıştır. Aslı'nın sayısı 1 olarak değerlendirildiğinde Cem'in sayısı negatif çıkmaktadır ve öğrenci problemin analizini yaparak Cem'in aslı da daha küçük olduğunu bu yüzden ona 1 vermemiz gerektiği belirtmiştir:

Eray: [...] Cem en küçük olduğu için onu 1 olarak değerlendirdim. Ona formül yazamam. Aslı Cem'den 3 fazla olduğu için hocam böyle yaptım.

	A	B	C	D
1	Aslı	Cem	Tarkan	Toplam
2	=B2+3	1	=A2+8	=A2+B2+C2
3	=B3+3	2	=A3+8	=A3+B3+C3
4	=B4+3	3	=A4+8	=A4+B4+C4
5	=B5+3	4	=A5+8	=A5+B5+C5
...	...	...	...	...
13	=B13+3	12	=A13+8	=A13+B13+C13
14	=B14+3	13	=A14+8	=A14+B14+C14
15	=B15+3	14	=A15+8	=A15+B15+C15

	A	B	C	D	E
1	ASLI	CEM	TARKAN	TOPLAM	
2	4	1	12	17	
3	5	2	13	20	
4	6	3	14	23	
5	7	4	15	26	
6	8	5	16	29	
7	9	6	17	32	
8	10	7	18	35	
9	11	8	19	38	
10	12	9	20	41	
11	13	10	21	44	
12	14	11	22	47	
13	15	12	23	50	
14	16	13	24	53	
15	17	14	25	56	
16	18	15	26	59	

Şekil 125: Kurala Göre Girilecek Formülü Bulma Eray'ın Çalışması

Benzer şekilde Ufuk elektronik tabloda çalışmış ve sonuca ulaşmıştır (Şekil 126). Aynı şekilde sayı sürüklemeye tekniği ile sonuca ulaşan Seyfullah'ın da Eray ve Ufuk gibi Cem'i en küçük değerlendirdikleri görülmektedir (Şekil 116).

	A	B	C	D
1	Aslı	Tarkan	Cem	Toplam
2	4	=A2+8	=A2-3	=A2+B2+C2
3	5	=A3+8	=A3-3	=A3+B3+C3
4	6	=A4+8	=A4-3	=A4+B4+C4
5	7	=A5+8	=A5-3	=A5+B5+C5
...	...	...	...	...
13	15	=A13+8	=A13-3	=A13+B13+C13
14	16	=A14+8	=A14-3	=A14+B14+C14
15	17	=A15+8	=A15-3	=A15+B15+C15

	A	B	C	D
1	ASLI	TARKAN	CEM	TOPLAM
2	4	12	1	17
3	5	13	2	20
4	6	14	3	23
5	7	15	4	26
6	8	16	5	29
7	9	17	6	32
8	10	18	7	35
9	11	19	8	38
10	12	20	9	41
11	13	21	10	44
12	14	22	11	47
13	15	23	12	50
14	16	24	13	53
15	17	25	14	56

Şekil 126: Kurala Göre Girilecek Formülü Bulma Ufuk'un Çalışması

Bu 3 öğrencinin de sorunun analizini yaptığı ve elektronik tablo ortamına kendi analizlerini aktardıkları görülmektedir. Daha önceki etkinlik süreçlerine bakıldığında artık sadece verilen bilgileri elektronik tabloya aktarmadıkları aynı zamanda verilen bilgileri matematiksel olarak inceleyerek ve yorumlayarak kendi yorumlarını elektronik tablo ortamına aktardıkları görülmektedir.

Daha sonra Tablo 19’da görüldüğü üzere öğrenciler sayı ve formül sürükleme tekniğini tercih etmişlerdir. Çikolata problemi üzerinde çalışırken öğrencilere, aritmetik yaklaşımın söz konusu olduğu deneme yanılma yöntemi ve cebirsel yaklaşımın söz konusu olduğu sürükleme tekniği ile çözüm gösterilmiştir. Öğrencilerin burada cebirsel yaklaşımı ve değişken sütun kavramının anlamını destekler şekilde sürükleme tekniğini kullandıkları görülmektedir. Öğrenciler öğretim deneyinin ikinci aşamasında sürükleme tekniğini etkin bir şekilde kullandıkları etkinlikler yapmıştır. Böylece deneme yanılma yöntemi yerine öğrencilerin sürükleme tekniğini seçmelerinin başlıca nedeni olarak örüntüler ve ilişkiler konusundan geçiş yapılması söylenebilir.

Sonuca ulaşma. Formül veya sayı girdikten sonra elektronik tablolarında sonucu ulaşan öğrenciler çoğunluktadır. Yine başarı seviyesi düşük olan Azat, Müge, Rabia, Nesrin ve Halise’nin cevaba ulaşmada yetersiz kaldıkları görülmektedir. Yine de bu öğrencilerin verilen soru cümlelerine göre formül girdikleri ve böylece fazla, eksik gibi ifadelerle hangi işlemin yapılacağını bilmede gelişim gösterdikleri görülmektedir.

Cebirsel ifadeyi yazma. Her sorunun sonunda istenen cebirsel ifadeleri yazmada ise sınıf geneli başarılı olmuştur. Özellikle İlkay, Fatmanur, Ufuk, İbrahim, Eray ve Zuhal cebirsel ifadeleri yazarken elektronik tablodaki formülleri dikkate almış ve yazdıkları cebirsel ifadeleri formüller ile kontrol etmişlerdir. Örneğin 4. soruda öğretmen ve öğrenciler arasında geçen bir diyalog şöyledir:

Öğretmen: Bu soruda ekmeklerin sayısına x dersem sakızların sayısı ne olur?

Seyfullah: X çarpı 11

Eray: X çarpı 4 eksi 4.

Seyfullah: Neydi formülü unuttum ki?

Öğretmen: Formüle bakabilirsin.

Ufuk: X çarpı 4 eksi 4 (Ekranındaki formüle bakmaktadır.)

Öğrenciler cebirsel ifadelerle geçişi elektronik tablo aracılığıyla gerçekleştirmişlerdir.

Aynı sütundaki iki formülü karşılaştırma. Etkinliğin başında çikolata probleminde öğretmen öğrencilere B2 ve B3 hücresindeki sonra da D2 ve D3 hücresindeki formüllerin aynı mı farklı mı olduğunu sorar.

Öğretmen: ...B2 ve B3 deki formül aynı mı farklı mı?

Eray ve İlkay: Farklı.

Seyfullah: Aynı.

Öğretmen: Neden aynı?

Eray: Hocam ondan sürükledik ki.

Öğretmen: Sürüklediğiniz için mi?

Seyfullah: Hocam bi tek A3 değişiyor A4 değişiyor. Bir tek onlar değişiyor.

Öğretmen: Peki A2 ve A3 aynı şeyi mi ifade eder? Farklı şeyi mi?

Seyfullah: Aynı şeyi. Formül olarak aynı şeyi.

Eray: Hocam neden oldu diyeyim mi ben?

Öğretmen: Evet.

Eray: Hocam şimdi 1. grup 1, 2, 3 diye gidiyor ya, ondan hocam mesela 2'yi 4 ile çarpcaz. 3 ü, 2'yi 4 ile çarptım 8 oldu 3'ü 4 ile çarptım 12 oldu. Öyle öyle değişiyor.

Öğretmen: Sonuç mu değişiyor yani, sayısal sonuç mu değişiyor?

Eray: Sayısal sonuç değişiyor işte formülde sadece sayı farklı.

Öğretmen: A2 ile A3 aynı mı? A2 çarpı 4 ve a3 çarpı 4 aynı mı?

Seyfullah: Evet.

İlkay: Formül olarak aynı da, toplam farklı çıkıyor ikisinde de.

Müge: Hücre adresi farklı.

Seyfullah: Adım sayıları değişik.

Ufuk: Sayıları da farklı.

Öğrencilerin formüllerin aynı olduğunu fakat hücrelerdeki sayıların farklı olmasından dolayı formül sonuçlarının farklı olduğunu belirttikleri görülmektedir.

Öğretmen: Peki ve D2 ve D3'deki formüller aynı mı?

Fatmanur: Aslında aynı gibi.

Azat: Hücre sayıları farklı.

Eray: Hocam şimdi aynı ama birinci hücredeki sayı farklı.

Seyfullah: Formül aynı.

Öğretmen: A2 artı B2 artı C2. Birinci grubun çikolatalarının sayısı artı

Sınıf: İkinci grubun çikolatalarının sayısı

Öğretmen: Artı

Sınıf: Üçüncü grubun çikolatalarının sayısı.

Öğretmen: Sonra (D3'deki formülü kastetmektedir.)

İlkay, İbrahim ve Oğulcan: Aynı

Öğretmen: Birinci grubun çikolatalarının sayısı artı

Eray: İkinci grup, üçüncü grup.

Öğretmen: Yani A2 ve A3 aynı olabilir mi?

İlkay: Olur, niye olmasın ki?

Öğrenciler toplamı ifade eden formüllerin de aynı olduklarını sorulan sorulara yanıtlar vererek açıklamışlardır. Yine etkinliğin sonunda 4. soruda yer alan formüller için öğrencilere aynı soru yöneltilmiştir.

Öğretmen: [...] A2 çarpı 3 ve A3 çarpı 3 aynı formüller mi? [...]

Eray: Evet.

Öğretmen: A2'nin yerine ne yazabilirim?

Eray: Her şeyi.

Öğretmen: Harf olarak?

Eray: X'de n'de.

Öğretmen: A3'ün?

Eray: Evet.

Öğretmen: Aynı şey mi geçerli?

Eray: Evet

İlkay: Evet

Öğretmen: O zaman A2 çarpı 3 ve A3 çarpı 3 aynı formüller mi? İkisi de x çarpı 3'ü mü ifade eder?

İlkay, Fatmanur, Eray: Evet.

Öğretim deneyinin üçüncü aşamasının başında aynı sütunda girilen formülleri farklı olarak değerlendiren ya da yorum yapamayan öğrenciler öğretim deneyi sonunda formüllerin aynı olduklarını ve neyi ifade ettiklerini yorumlayabilmektedirler. Bu da öğretim deneyi sürecinde öğrencilerin düşüncelerinin değişmiş olduğunu göstermektedir. Değişken kavramını destekler şekilde değişken sütun ve değişken hücre kavramlarının öğrenciler tarafından yorumlandığı da görülmektedir.

Bu etkinliğin başında öğretmenin açıklamalarıyla çözülen çikolata problemi sonrasında birinci sorudan itibaren öğrencilerin kendi çalışmalarına başladıkları görülmüştür. Öğrenciler elektronik tablo kullanımı ile birinci aşamada yaptıkları kullanım hatalarını neredeyse hiç yapmaz hale gelmişler ve teknikleri etkin bir şekilde kullanmışlardır.

Üçüncü aşamadan sonra öğrencilerin değişken kavramını algılayışları hakkında daha detaylı bilgi sahibi olmak amacıyla 9 öğrenci ile bire bir klinik görüşmeler yapılmıştır.

3.4. Klinik Görüşmeler

Klinik görüşmelere katılan 9 öğrenci başarı durumuna göre şöyledir:

- Düşük; Nur ve Müge
- Orta; Seyfullah, Ufuk, Eray, Zuhal ve İbrahim
- İyi; Fatmanur ve İlkay

Klinik görüşme soruları değişken kavramına yönelik ve öğretim deneyinde yapılan etkinliklere paralel olarak hazırlanmıştır.

3.4.1. Klinik Görüşme Sorularının Amaçları ve Tanıtımı

Klinik görüşmelerde verilen çalışma yaprağı Ek P'deki gibidir. 4 soruyu içeren klinik görüşmelerde öğrenciler ilk 2 soruyu elektronik tablo ortamında 3 ve 4. soruyu kâğıt kalem ortamında çalışmışlardır.

3.4.1.1. Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci ve İkinci Soru

Birinci ve ikinci soru ‘Soruları Bul’ etkinliğindeki sorulara benzer şekilde hazırlanmıştır (Şekil 127 ve Şekil 128). Öğrencilere “Yiğit’in bilyelerinin sayısı kaçtır? Elektronik tabloda yazdığın formül nedir?”, “Selma’nın, Orhan’ın ve Mustafa’nın yaşlarını cebirsel olarak/ harf sembolü ile nasıl ifade edersin?” gibi sorular sorulmuştur. Böylece öğrencilerin verilen sorulara dair elektronik tablo ortamında nasıl çalıştıklarını incelemek ve cebirsel ifadelerle nasıl geçiş yaptıklarını gözlemlemek amaçlanmıştır. Gerekli hesaplamalar yapıldığında Gözde’nin bilye sayısı 16, Yiğit’in bilye sayısı 74 ve Selma’nın yaşı 25, Orhan’ın yaşı 28 ve Mustafa’nın yaşı 47 çıkmaktadır. Gözde’nin bilyelerinin sayısı 2’den küçük alındığında Yiğit’in bilyelerinin negatif çıkmaktadır. Aynı şekilde Selma’nın yaşı 2’den küçük alındığında Mustafa’nın yaşı negatif çıkmaktadır.

- Gözde’nin ve Yiğit’in bilyelerinin sayısının toplamı 90’dır. Yiğit’in bilyelerinin sayısı Gözde’nin bilyelerinin sayısının 5 katından 6 eksiktir.

Şekil 127: Klinik Görüşme Birinci soru

- Selma'nın, Orhan'ın ve Mustafa'nın yaşları toplamı 100'dür. Orhan'ın yaşı Selma'nın yaşından 3 fazla, Mustafa'nın yaşı Selma'nın yaşının 2 katından 3 eksiktir.

Şekil 128: Klinik Görüşme İkinci Soru

3.4.1.2. Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Üçüncü ve Dördüncü Soru

Üçüncü soruda bazı cümleler verilerek öğrencilerden bu cümleleri cebirsel olarak ifade etmeleri istenmiştir (Şekil 129). Öğrencilerin cümlelerden cebirsel ifadeye geçişlerini incelemek ve cebirsel ifadelerdeki harf sembolünü yorumlamaları amaçlanmıştır.

1. Bir sayının 3 katının 5 eksiği
2. Koray'ın defterlerinin sayısı, Ümit'in defterlerinin sayısından 8 fazla
3. Bir miktar kuru pasta 3 kişiye paylaştırılırsa kişi başına düşen kuru pasta
4. Leyla'nın kalemlerinin sayısı Mehmet'in kalemlerinin sayısının 6 eksiği

Şekil 129: Klinik Görüşme Üçüncü Soru

Dördüncü soruda üçüncü sorunun tam tersi olarak cebirsel ifadeler verilmiş ve öğrencilerden bu cebirsel ifadelere ait cümleler yazmaları istenmiştir (Şekil 130). Böylece öğrencilerin cebirsel ifadelerdeki harf sembollerini matematiksel bir cümle içinde nasıl kullanacaklarını görmek amaçlanmıştır.

4.b+1
a+9
5.x-4
6. y

Şekil 130: Klinik Görüşme Dördüncü Soru

3.4.2. Bilinmeyeni Bulma

(Elektronik Tablo Ortamında Çalışılan Birinci ve İkinci Sorunun Analizi)

Öğrencilerle yapılan klinik görüşmelerde elde edilen bulgular ayrı ayrı analiz edilmiş ve ortak durumların olduğu görülmüştür. Yapılan analizler bir araya getirilerek iki başlık altında verilmiştir: Elektronik tablo kullanımının analizi ve matematiksel analiz.

3.4.2.1. Elektronik Tablo Kullanımı Analizi

Klinik görüşmelerin birinci ve ikinci sorusunda öğrenciler elektronik tablo ortamında çalışmalar yapmıştır.

Çalışma sayfasını oluşturma. Birinci soruda 9 öğrenci örnek olarak verilen Fatmanur'un ekran kaydındaki gibi ikinci soruda da 8 öğrenci Ufuk'un ekran kaydındaki gibi çalışma sayfasını oluşturmuştur (Şekil 131). İlkay daha önceki çalışmalarına benzer şekilde A, C ve E gibi farklı sütunları seçmiştir.

C2	A	B	C
1	gözde	yiğit	toplam
2			
3			

D2	A	B	C	D
1	selma	orhan	mustafa	toplam
2				
3				

Şekil 131: Klinik Görüşme Birinci ve İkinci Soru Çalışma Sayfası Oluşturma

Öğrenciler daha sonra sayı ve formül girme, sürüklemeye gibi elektronik tablo teknikleri kullanmışlardır.

Tablo 21

Klinik Görüşme Birinci ve İkinci Sorudaki Elektronik Tablo Kullanım Teknikleri

	Formül girme	Sürüklemeye tekniği	
		Sayı sürüklemeye	Formül sürüklemeye
1. Soru	9 kişi	8 kişi (İbrahim hariç)	6 kişi (Müge, Nur ve İbrahim hariç)
2. Soru	8 kişi (İbrahim hariç)	7 kişi (Nur ve İbrahim hariç)	6 kişi (Müge, Nur ve İbrahim hariç)

Formül girme. Birinci soruda 9 öğrencinin de İbrahim'in ekran kaydı gibi elektronik tabloda formül girdiği görülmektedir. Aynı şekilde toplam içinde formül ($=A2+B2$) girmişlerdir. İkinci soruda da öğrenciler formül girmişlerdir (Şekil 132).

EĞER																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Şekil 132: Klinik Görüşme Birinci ve İkinci Soruda Formül Girme

Sürükleme tekniği. Daha sonra 8 öğrenci sayı sürükleme tekniği kullanarak Gözde için girdikleri sayıları sürüklemiştir. Müge, Nur ve İbrahim ise Şekil 133'deki Müge'nin ekran kaydındaki gibi Yiğit'in bilyelerinin sayısının negatif çıkmasından dolayı çalışmalarına devam etmemiştir. 6 öğrenci Yiğit ve toplam için girilen formülleri sürükleyerek sonuca ulaşmıştır.

	A	B	C
1	gözdenin b.	yiğitin b.	tablo
2	1	-1	90
3	2		
4	3		
5	4		

Şekil 133: Klinik Görüşme Birinci Soru Müge'nin Çalışması

İbrahim ikinci soruyu elektronik tabloda çözemeyeceğini belirterek çalışma yapmamıştır. Bu yüzden Tablo 21'de ikinci soruda yer almamaktadır. İkinci soruda da birinci soruya benzer şekilde öğrenciler sayı ve formül sürükleme tekniğini kullanmışlardır.

3.4.2.2. Matematiksel Analiz

Öğrencilerin elektronik tabloda yaptıkları çalışmaları matematiksel analizi yapılarak incelendiğinde elektronik tablo ortamından rahatlıkla cebirsel ifadelerle geçiş yapıldığı görülmektedir.

Kurala göre girilecek formülü bulma ve çözüme ulaşma. Elektronik tablo kullanımları göz önüne alındığında çözüme ulaşan 6 öğrenci Şekil 134'deki Fatmanur'un çalışma sayfasındaki gibi sürükleme tekniğini kullanmıştır. Bu da bize öğrencilerin değişken sütun kavramını destekler şekilde cebirsel yaklaşım ile çözüme ulaştıklarını göstermektedir.

	A	B	C	D	E
1	gözde	yiğit	toplam		
2	1	-1	0		
3	2	4	6		
4	3	9	12		
5	4	14	18		
6	5	19	24		
7	6	24	30		
8	7	29	36		
9	8	34	42		
10	9	39	48		
11	10	44	54		
12	11	49	60		
13	12	54	66		
14	13	59	72		
15	14	64	78		
16	15	69	84		
17	16	74	90		
18	17	79	96		
19	18	84	102		
20	19	89	108		
21	20	94	114		
22	21	99	120		
23	22	104	126		

Şekil 134: Klinik Görüşme Sürüklemeye Tekniği ile Sonuca Ulaşma

Böylece öğrenciler sorudaki bilinmeyene ulaşabilmişlerdir.

Öğretmen: Sonuç ne?

İlkay: Bir kaç tane sonuç vardı.

Öğretmen: Peki burda, bu probleme göre tam burda sonuç yok mu?

İlkay: Var.

Öğretmen: Gözde'nin bilyelerinin sayısı kaç yani?

İlkay: Ha toplam 90. [...] Yiğit'in bilyeleri Gözde'nin 5 katından 6 eksik, ilk önce Gözde'nin 1, 2 diye yazdım sonra sürükledim daha sonra Yiğit'i de çarpı 5 eksi 6 diye yazdım, onu da sürükledim. İkisinin toplamı A2 artı C2 olduğu için toplamı da sürükledim. Bi dakika, hah buldum. Şurdaki gibi o zaman. (17. satırı gösterir)

Öğretmen: Nasıl?

İlkay: Toplamı 90 olan, A17, çarpı 5 eksi 6.

Çözüme ulaşamayan İbrahim ve Müge'nin aslında doğru formül girdikleri fakat elektronik tabloda negatif sayı çıkmasından dolayı ilerleyemedikleri görülmüştür.

Öğretmen: Neden -1 çıkınca sildin?

Müge: Toplamları 90 olduğu için eksilerde olmaması lazım.

Nur'un ise her iki soru için uyarı verecek şekilde formüller girdiği görülmektedir. Örneğin B2 hücresine $=A2*5-6$ yazdıktan sonra negatif çıkması sebebiyle A2 hücresine $=B2*5-6$ formülünü girmiş böylece ekranında döngüsel uyarı çıkmıştır. Öğrenci daha sonra "Yiğit'in 40 desek" şeklinde deneme yanılma yöntemiyle kâğıt kalem ortamında hesaplamaya çalışmıştır. Fakat bir sonuca ulaşamamıştır. Sınıf ortamındaki öğretim deneyi kapsamındaki etkinliklerde sonuca ulaşabilen bu 3 öğrenci

daha önce açıklamalar yapılmasına rağmen negatif sonucu gördüklerinde yanlış ilerlediklerini düşünmüşlerdir. Kendi bekledikleri sonuç yerine negatif bir sayı çıkması sonucunda öğrenciler sebebini sorgulamak yerine çalışmalarının yanlış olduğunu düşünerek ilerleyemeyeceklerini belirtmiştir.

Cebirsel ifadeyi yazma. Öğrencilerden formül girdikten sonra cebirsel ifadeleri yazmaları istenmiştir. Her iki soruda da öğrencilerin cebirsel ifadeleri yazdıkları görülmüştür. Görüşmelerde öğrencilerden cebirsel ifadeleri yazmaları istendiğinde elektronik tablodaki formüllerini kontrol ettikleri görülmüştür. Örneğin; elektronik tablosunda Şekil 135’deki gibi Yiğit için sayı ve Gözde için formül giren Eray cebirsel ifadesini yazarken diğerlerinden farklı olarak Yiğit’e x demiş ve Gözde’ye $x.5-6$ ifadesini yazmıştır. Aslında öğrencinin burada sorunun bilgilerini ters olarak düşündüğü görülmektedir. Öğrenci Gözde’nin bilyelerinin sayısını Yiğit’in bilyelerinin sayısının 5 katının 6 eksiği olarak elektronik tabloda formül girmiştir. Elektronik tabloya girdiği formülde herhangi bir sorun yoktur fakat öğrencinin soruyu aktarırken bilgiyi yanlış yorumladığı görülmüştür.

A2		fx		=B2*5-6	
	A	B	C	D	E
1	gözde	yiğit	toplam		
2	9	3	12		
3	14	4	18		
4	19	5	24		

Şekil 135: Klinik Görüşme Birinci Soru Eray’ın Çalışması

Benzer şekilde Zuhal 2. soruda Orhan’a sayı, Selma ve Mustafa’ya formül girmiştir. Zuhal’in cebirsel ifadesinde Orhan’a x yazdığı Selma’ya girilen formülden ($=A2+3$) yola çıkarak $x+3$ ve Mustafa’ya ($=A2*2-3$) $x.2-3$ yazdığı görülmektedir.

Aynı sütundaki iki formülü karşılaştırma. Formül sürükleme tekniğini kullanan 6 öğrenciye sürüklediği ve aynı sütunda oluşan formüllerden herhangi ikisinin (Örneğin; $=A16*5-6$ ile $=A17*5-6$ ve $=A12+B12$ ile $=A13+B13$) aynı formüller mi yoksa farklı formüller mi olduğu sorulmuştur.

Tablo 22

Aynı Sütündeki İki Formülü Karşılaştırmaya İlişkin Yorumlar

Öğrenci Adı	Yorum
İlkay	Evet, ikisinde de çarpı 5 eksi 6 ama hücrelerin yerleri değişik olduğu için bu A16 bu da A17 farklı çıkıyo. Formül aynı yani.
Fatmanur	Formül aynı sonuç farklı A16 ve A17'deki sayılar farklı olduğu için.
Zuhal	Sadece hücrenin numarası değişmiş formül aynı ikisinde de 5 katının 6 eksiği diyor.
Ufuk	Evet aynı. İkisinde de Gözde ile Yiğit'in bilyeleri toplamını gösteriyor.
Eray	Veriler farklı. Toplam gene aynı formülle çözülüyor.
Seyfullah	Formüller aynı, adım sayıları farklı, içindeki sayılar farklı.

Öğrencilerin cevaplarından formüllerin aynı şeyi ifade ettiğini fakat hücrelerin farklı sayılar içermesinden dolayı sonucun farklı çıktığını belirttikleri anlaşılmaktadır. Öğrenciler bir hücreye farklı sayıların girilebileceğini yani değişebileceklerini farketmiş böylece formüllerdeki hücrelerin yerine de herhangi bir sayının girelebileceğini belirtmişlerdir. Bu da değişken hücre kavramının öğrenciler tarafından anlaşıldığını göstermektedir. Değişken hücreye bakarak öğrencilerin cebirsel ifadelerini yazmaları ve hücrenin adını kâğıt kalem ortamına geçiş yapıldığında x gibi harf sembolüyle temsil etmeleri öğretim deneyi ile amaca ulaşıldığını göstermektedir.

Birinci ve ikinci sorunun çalışmasını bitiren öğrenciler kâğıt kalem ortamında çalışacakları üçüncü soruya geçmişlerdir.

3.4.3. Değişkeni Yorumlama**(Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Üçüncü Sorunun Analizi)**

Öğrencilerin bu soru için yazdıkları cebirsel ifadeleri şu şekilde özetleyebiliriz:

Tablo 23

Klinik Görüşme Üçüncü Sorunun Analizi

	1. soru	2. soru	3. soru	4. soru
Cebirsel ifade	x.3-5 9 kişi	x+8 8 kişi K=Ü+8 1 kişi (Ufuk)	x:3 7 kişi K.p/3 1 kişi (Ufuk) x-3 1 kişi (Nur)	x-6 8 kişi L-6=M 1 kişi (Ufuk)

Tablo 23'de öğrencilerin harf sembolü olarak x'i seçtikleri görülmektedir. Şekil 136'da örnek olarak verilen Eray'ın cevabındaki gibi öğrenciler x'i bir sayı olarak değerlendirmektedir. Öğrenciler herhangi bir yönlendirme olmaksızın x harfini seçmiştir.

Bir sayının 3 katının 5 eksiği
 $\text{sayı} = x$
 $x \cdot 3 - 5 = 4m \text{ sayı}$

Şekil 136: Klinik Görüşme Üçüncü Soru Eray'ın Cebirsel İfadesi

İkinci cebirsel ifadeyi yazarken Seyfullah şöyle demiştir:

Seyfullah: Koray'ın defterleri x , Ümit'in defterleri $x+8$, aa pardon yanlış yaptım. Ümit x olsun artı 8, x Ümit artı 8 de Koray'ın defterlerinin sayısı

Seyfullah'ın yorumu gibi öğrenciler burada x 'i Ümit, $x+8$ 'i Koray olarak değerlendirmektedirler. Ufuk ise $K=\bar{U}+8$ ifadesini yazmıştır. Ufuk'un diğer sorular için de benzer düşüncüyü devam ettirdiği görülmektedir. Öğrenci verilen kelimelerin baş harflerini alarak cebirsel ifadeleri yazmaktadır (Örneğin kuru pasta için K.p).

9 öğrencinin de cebirsel ifadeleri yazarken herhangi bir zorluk yaşamadıkları ve hemen cevapladıkları gözlenmiştir. Sadece Nur 3. soruyu ifade ederken paylaştırılma kelimesinden yola çıkarak ifadesini $x-3$ olarak yazmıştır.

Nur: x eksi 3, x pasta, 3 eksiliyor.

Nur başarı seviyesi düşük bir öğrencidir. Öğretim deneyi boyunca da cümlelerde geçen bazı ifadeleri yorumlamakta (fazla, eksik gibi) zorlanan düşük seviyede öğrenciler olduğu belirtilmiştir. Nur paylaştırmak kelimesiyle çıkartma işlemini eşleştirmiştir. Fakat diğer sorularda herhangi bir zorluk yaşamamıştır.

Öğrenciler verilen cümlelere göre cebirsel ifadeleri yazdıktan sonra kâğıt kalem ortamında çalışılan dördüncü soruya geçmişlerdir.

3.4.4. Değişkeni Yorumlama

(Kâğıt Kalem Ortamında Çalışılan Dördüncü Sorunun Analizi)

Bu soruda öğrenciler öncelikle verilen ifadelere yönelik cümle yazmışlar daha sonra da ifadelerdeki harf sembollerini yorumlamışlardır.

3.4.4.1. Cebirsel İfadeye Göre Cümle Yazma

Öğrencilerin dördüncü soruda yazdığı cümleler çeşitlilik göstermektedir.

Tablo 24

Verilen Cebirsel İfadeye Göre Yazılan Cümleler

Öğrenci Adı	Cebirsel ifade	Yazılan Cümle
İlkay	$5.x-4$ ve $6.y$	5'i bilinmeyen ile çarpıp 4 eksiltiyorum, 6'yı y ile çarpıyorum
Fatmanur	$5.x-4$	Derya'nın 5 tane çikolatası var Mert'in Derya'nın 2 katının 4 eksiği, Mert kaç? $x \rightarrow 2$
Müge		5'i bir rakamla çarpmış çıkan sonuçtan 4'ü çıkarmış
Eray	$a+9$	Ahmet=a Pelin=+9 Ahmet'in yaşı Pelin'in yaşının 9 eksiğidir. Pelin Ahmet'ten 9 fazla.
Seyfullah		Leyla Mehmet'ten 9 fazla.
İbrahim		Ali'nin yaşının 9 fazlası
Ufuk		a'nın 9 fazlası
Zuhal		Leyla'nın kalem sayısı Kemal'inkiden 9 fazla. Leyla kaç?
Nur		Ahmet Mehmet'ten 9 fazla

İbrahim, Müge ve Nur bazı ifadeler için cümleler yazmış ve diğerleri için akıllarına bir şey gelmediğini belirtmişlerdir. Öğrencilerin cümleleri incelendiğinde başarı durumu iyi ve orta olanların daha çok yorum yapabildiklerini görülmüştür.

3.4.4.2. Cebirsel İfadelerdeki Harf Sembollerini Yorumlama

Verilen cebirsel ifadelere bağlı olarak cümlelerin yazımı sırasında öğretmen öğrenciye cebirsel ifadelerdeki harflerin ne anlama geldiğini sormuştur.

Tablo 25

Cebirsel İfadelerdeki Harf Sembollerine İlişkin Yorumlar

Soru	Öğrenci Adı	Yorum
x ne?	İlkay	Bilinmeyen, aranan.
Buradaki harfler ne?	Zuhal, Fatmanur, Ufuk, Müge	Herhangi bir sayı.
b burada belli mi?	İbrahim	Hayır.
b, a, x, y belli sayılar mı? 10'dan başka sayı olabilir mi?	Eray	Değil. a 10 olsa Pelin'in yaşı 19 olur. Evet, bütün sayılar olabilir.
6 çarpı y'deki y ne? b, a, x, y belli sayılar mı?	Seyfullah	6 çarpı bilmediğimiz bir sayı. Hayır, bir sayı.
İkinci ifade için ne düşünüyorsunuz?	Müge	Bir rakam var biz bunu bilmiyoruz. 9 ile toplanması gerek.
B burada neyi ifade ediyor?	Nur	Bir sütunu. b'nin bir sayısı var b artı 1 demiş. a burda bir ismi ifade ediyor. Harfler ismi ifade ediyor.

Klinik görüşmelerde sorulan ilk iki soruda öğrenciler bir bilinmeyene ulaşmak amacıyla elektronik tablo ortamında çalışmaktadır. Üçüncü ve dördüncü soruda verilen cebirsel ifadelerdeki harf sembolleri ise değişkendir. Sorulan sorular doğrultusunda birinci ve ikinci soruda 6 öğrencinin girdikleri formüller ve sürüklenme tekniği ile sonuca ulaştığı görülmüştür. Üçüncü soruda verilen cümleleri cebirsel ifade olarak yazmışlar ve dördüncü soruda cebirsel ifadeleri değişken kavramının anlamını destekler şekilde yorumlamışlardır. Tüm sürece bakıldığında elektronik tablo ortamında yaptıkları çalışmalardan sorulan soruları cevaplayabildikleri ve bu çalışmalardan kâğıt kalem ortamına geçildiğinde yazdıkları formülü cebirsel ifadeye dönüştürebildikleri, verilen cebirsel ifadelerdeki harf sembollerini de yorumlayabildikleri görülmüştür. Buradan beklenen şekilde harf sembollerinin yerine herhangi bir sayının gelebileceğini belirtmeleri ile öğrenciler tarafından değişken kavramının anlaşıldığı söylenebilir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde alanyazın taraması ve elde edilen bulgular ışığında araştırmanın problemlerinin yanıtlanması amacıyla sonuçları üzerinde durulmuş daha sonra da gelecekteki araştırmalara dair öneriler verilmiştir.

4.1. Sonuç

Bu araştırmada elektronik tablonun sunduğu potansiyel matematik öğretim programına uygun olarak düzenlenen üç aşamalı bir öğretim deneyi ile değişken kavramının öğretimine girişte kullanılmıştır. Önemli bir kavram olan değişken kavramının yapılandırmacı yaklaşıma uygun olarak elektronik tablo ortamında gerçekleşen öğretim sürecine yönelik bulgular incelenerek sonuçlara ulaşılmıştır. Öncelikle elektronik tablo ortamında gerçekleşecek belli aşamalara sahip bir öğretim deneyi süreci planlanmış ve bunun öğrencilerin gelişimine katkısı incelenmiştir.

Birinci aşamada elektronik tablo kullanımına yönelik etkinlikler yapılmış ve kullanımla ilgili öğrencilerin zorluklarla karşılaştığı görülmüştür.

İkinci aşamada örüntüler ve ilişkiler konusuyla ilgili etkinlikler yapılarak örüntünün genellenmesi süreci incelenmiştir.

Üçüncü aşamada ise değişken kavramına yönelik etkinlikler yapılarak öğrencilerin bu kavrama yönelik gelişimleri incelenmiştir.

Araştırmada ulaşılan sonuçlar üç başlık altında verilmiştir.

4.1.1. Elektronik Tablo Kullanımına Dair Sonuçlar

Öncelikle öğrencilerin ilk defa teknoloji destekli bir matematik öğretimi ortamında bulundukları bu çalışmada, öğretim deneyinin tüm sürecine bakıldığında elektronik tablo kullanımının öğrenciler tarafından kolayca benimsendiği ve elektronik tablo ile matematik etkinliklerini gerçekleştirebildikleri saptanmıştır.

Öğrencilerin kâğıt kalem ortamından farklı bir ortamda çalışmalarının motivasyonları üzerine olumlu etkisi olduğu ve öğrencilerin teneffüslerde dahi bilgisayar labaratuvarından ayrılmadıkları ve elektronik tabloda süsleme ya da çalışmalar yaptıkları görülmüştür.

Elektronik tablonun matematiksel çalışmalarda diğer yazılımlardan farklı olarak potansiyelleri sembol kullanma (formül girme) ve çalışma sayfasını oluşturma (organizasyon) zorunluluğu olması olarak söylenebilir (Haspekian, 2005). Elektronik tabloda satır ve sütunları kullanarak çalışma sayfasının oluşturulması aşamasında araştırmaya katılan öğrenciler verilen bilgileri rahatlıkla düzenleyebilmişlerdir. Bu aşamanın öğrencilerin düşüncelerini organize etmesini sağlayan bir ortam sunduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca problemi araştırma ve çözme sürecinde öğrencilerin verileri incelemeleri açısından da yararlı olduğu söylenebilir. Bu süreçte öğrenciler çalışma sayfalarında serbest bir şekilde çalışmış ve kullanacakları sütun ya da satırlar onların tercihlerine bırakılmıştır. Bu da özgür öğrenme ortamı ile kendilerine ait bir çalışma oluşturmalarını sağlamış ve sınıf içinde “Bende C2 hücresi sizde farklı bir hücre olabilir” gibi konuşmaların yaşandığı görülmüştür. Bu konuşma ayrıca kendilerine ait çalışma sayfası oluşturmalarının ve farklı hücrelerde çalışmalarının öğrenciler arasındaki etkileşimde değişken kavramının kullanıldığının bir göstergesi olarak yorumlanabilir.

Öğrenciler elektronik tabloda eşitlik girme, sürüklemeye yapma gibi özellikleri kolaylıkla pratik haline getirmişlerdir. Örneğin, öğrenciler sürüklemeye tekniğini de problemi çözme de bir kolaylık olarak düşünmektedir. Bu düşüncüyü Ufuk çalışma kâğıtlarındaki soruların cevaplarını yazarken “Keşke burda da sürüklemeye yapabilsek” şeklinde ifade etmiştir

Öğrencilerin elektronik tablonun sayfa yapısına, sürüklemeye tekniğinin kullanımına, hücre adresi ve formül yazımına bağlı zorluklar yaşadıkları görülmüştür. Verilen problemlerin çözüm sürecinde, öğrenciler aracın kullanımında hata yaptıklarını düşünmemekte, problem çözümünde yaptıkları işlemlerin veya izledikleri yolun yanlış olduğunu düşünmektedir. Örneğin; ikinci aşamada elektronik tabloda sürüklemeye tekniğinin doğru kullanımının önemli olduğu görülmüştür. Bazı öğrenciler ilk örüntüde rekürsif formülleri doğru olmasına rağmen sürüklemeye tekniğini yanlış uygulamaları nedeniyle istenilen sonucu elde edememişler, bunu matematiksel analizlerinin ve oluşturdukları rekürsif formülün yanlış olduğuna bağlamışlardır. Bu öğrenciler aynı teknik hataya devam etmelerine rağmen belirgin stratejiye dayalı örüntü formülüyle doğru sonuca ulaşmaları onların bu düşüncesini desteklemiştir. Bu öğrenciler elektronik tablonun verdiği dönütlerden tekniği yanlış uyguladıklarını fark edememişlerdir.

4.1.2. Örüntünün Genellenmesi Sürecine Yönelik Sonuçlar

Öğrencilerin problem durumundan bilgileri elektronik tabloya aktarırken örüntü verilerine odaklandığı ve böylece tablolarını oluşturdukları görülmüştür.

Örüntünün kuralını ararken kâğıt kalem ortamında yapılan örüntüyü inceleme süreciyle birlikte elektronik tablo temsillerinin de sürece dâhil edildiği görülmektedir. Bu durum örüntüye ait kurala göre formül girmek için elektronik tablo ortamında çalışmalarını başlamıştır. Daha önceki formül girme çalışmalarının da etkisiyle öğrenciler sözel olarak ifade ettikleri durumları (Örneğin; adım sayısı 2 ile çarpılıyor ya da terim sayıları 2 artıyor.) elektronik tablo temsillerini kullanarak formül ile nasıl ifade edecekleri üzerinde çalışmıştır. Böylece adım sayısının bulunduğu hücreye ya da bir önceki terim sayısının bulunduğu hücreye referans vererek formül girmişlerdir. Elektronik tablodaki formülleri çalışma kâğıtlarına yazarak bu temsilleri kâğıt kalem ortamında da belirtmişlerdir.

Lannin (2001, 2005) ve Lannin, Barker ve Townsend (2006)'in çalışmalarına benzer şekilde bu çalışmada da elektronik tablo ortamında kâğıt kalem ortamından farklı olarak iki tür strateji kullandıkları ortaya çıkmıştır: belirgin ve rekürsif strateji. Elektronik tablo ortamında lineer örüntülerin rekürsif strateji ile elde edilmesi sürüklenme tekniğinin kullanılması ile oldukça kolaydır. Aynı durum belirgin strateji için geçerli olmayıp, öğrencilerin elektronik tablo formülünü yazabilmeleri gerekmektedir. Öğrencilerin çoğunluğu ilk örüntü için kullandıkları sayı sürüklenme tekniği ile ilk örüntüyü kolaylıkla elde ederken aynı tekniği ikinci örüntüde kullanamamışlar ve belirgin stratejiye yönelik formül oluşturmaya yönelmişlerdir. Belirgin stratejinin kullanımının sonraki formal cebirin gelişimi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir (Stacey, 1989; Swafford and Langrall, 2000). Özellikle terim ile terim yeri arasındaki ilişkiyi ifade eden belirgin stratejinin mantığının öğrencilere kavratılması önerilmektedir (Bishop, 2000).

Stacey (1989) örüntülerde iki genellemeden bahsetmektedir: yakın genelleme (örneğin 20. adım) adım adım çizilerek veya sayılarak terimlerin elde edilmesi, uzak genelleme (örneğin 100. adım) ise adım adım yaklaşımının ötesine giden terimlerin elde edilmesidir. Uzak genellemede (100.adım, 1000. adım) öğrenciler genel kuralı oluşturmali ve kullanmalıdır. 100 ve 1000 burada genellenmiş sayı rolündedir. Bu çalışmada elektronik tablo ortamında örüntüyü inceledikten sonra öğrencilerin yakın adımlar için ifade ettikleri sözel ifadeleri elektronik tablo ortamında formülleştirebildikleri böylece genellemeyi yapabildikleri ve sürüklenme tekniği yardımıyla uzak genellemeyi kolayca elde edebildikleri saptanmıştır. Yakın adımlar için oluşturulan bu formülün diğer adımlar için de aynen korunduğunu gözlemeleri ile öğrenciler için örüntü genellemesi yapılmış olmaktadır. Ploger ve diğerlerinin (1997) de elde ettiği gibi öğrenciler problem durumunu kâğıt kalem ortamından elektronik tabloya aktararak örüntüyü rahatlıkla keşfetmekte ve elektronik tabloyu örüntünün genellemesine ulaşmada etkin bir araç olarak kullanabilmektedirler.

Öğrencilerden örüntü kuralını cebirsel olarak genellemesinin beklendiği ve n. adımın ifadesinin istendiği son aşamada cebirle ilk defa karşılaşan öğrencilerin ilk yanıtları literatürde (Kuchemann, 1981 and Kieran, 1992; akt. Akkan, 2009; Stacey and MacGregor, 1997) elde edilen harflere sayısal değerler verilmesi sonuçlarıyla benzerlik

göstermektedir. Çalışmanın ilerleyen kısımlarında ise öğrencilerin çoğunun bu düşüncesinin yerini “herhangi bir adımı temsil eden sayı” düşüncesinin aldığı ve elektronik tabloda yazdıkları formüllerden örüntünün kuralını cebirsel olarak ifade ettikleri görülmektedir. Axiak (2003) kâğıt kalem ortamında örüntü sorularına verilen cevapları incelediği çalışmasında örüntü kuralını cebirsel gösterimle yazmanın birçok öğrenci için en büyük zorluk olduğunu belirtmiştir. Bu çalışmada ise elektronik tablo ortamında çalışan öğrencilerin elektronik tablo temsillerinden kâğıt kalem ortamında yazdıkları cebirsel gösterimlere rahatlıkla geçiş yapabildikleri görülmüştür.

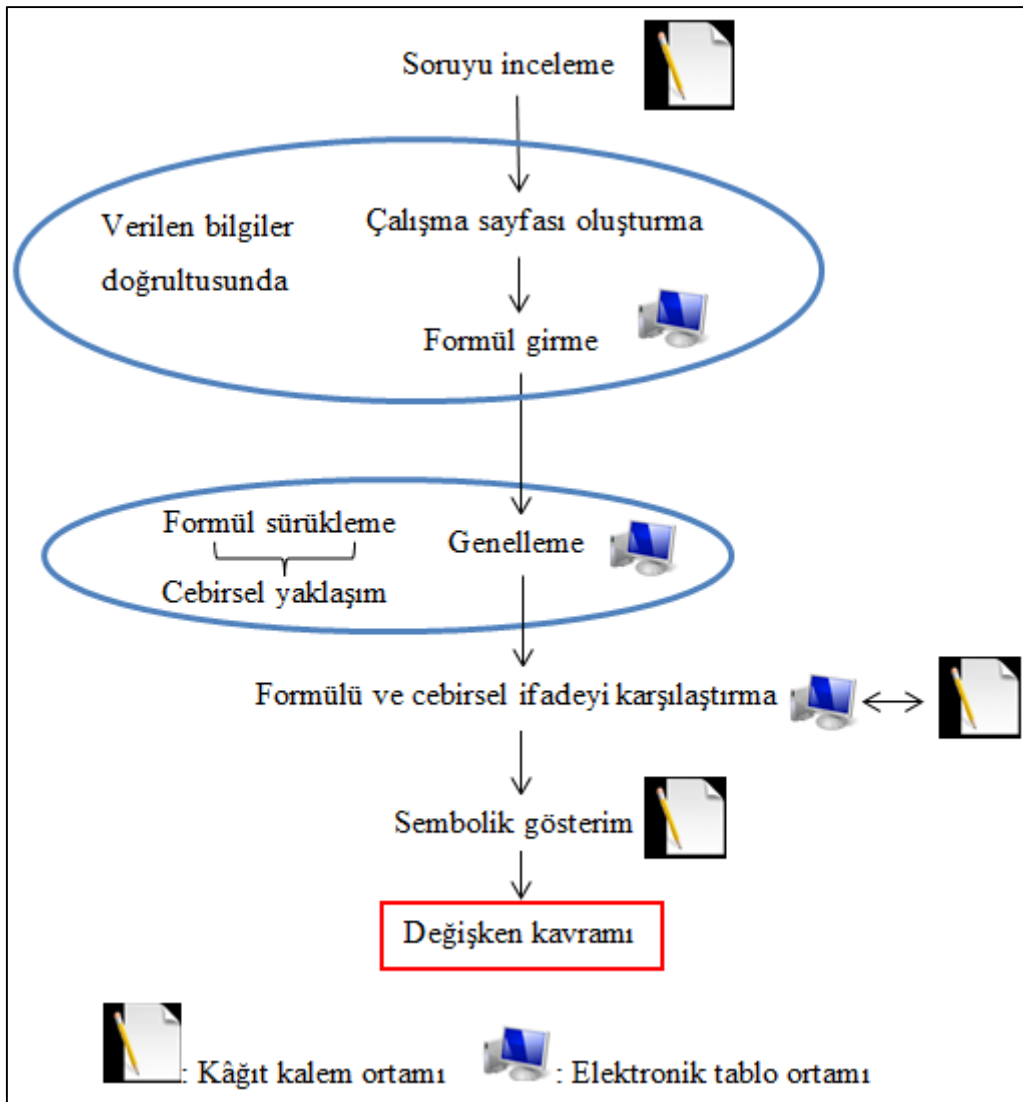
Elektronik tablo ortamında çalışmakta zorlanan birkaç öğrencinin ise aritmetik işlem bilgisi eksikliği sebebiyle soruların analizini yaparken problem yaşadıkları görülmüştür. Araştırmalarda da ortaya çıkarıldığı gibi aritmetik işlem bilgisi eksikliği aritmetikten cebire geçişi olumsuz yönde etkilemektedir (Gray ve Tall, 1994; Linchevski ve Livneh, 1999; Schappelle ve Philipp, 1999; Slavit, 1999; akt. Akkan, 2009). Bu sebeple aynı zamanda matematik dersindeki başarı durumu da düşük olan bu öğrencilerin örüntü genellemesi sürecinde sonuca ulaşamadıkları gözlemlenmiştir.

Örüntüler konusunun ele alınmasıyla birçok öğrencinin elektronik tablo üzerinde oluşturduğu formülleri, öncelikle örüntünün genellenmesi için bir araç ve cebirsel ifadeye ilk adım olarak öğrenme sürecine dâhil ettiği görülmüştür. Böylece elektronik tablo ortamında öğrenciler genelleme süreçlerini tamamlamış ve n. adımı cebirsel olarak ifade edebilmiştir. Elektronik tablo örüntülerin genellenmesi sürecini desteklemektedir. Bu sebeple elektronik tablonun örüntü temelli cebir öğretiminde aritmetikten cebire geçiş aşamasını da desteklediği ve cebirsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik genel bir potansiyele sahip olduğu söylenebilir.

4.1.3. Değişken Kavramına Yönelik Sonuçlar

Üçüncü aşamada, öğrencilerin çoğunun verilen problem durumlarını elektronik tabloda girilen formüllerin yardımıyla rahatlıkla cebirsel olarak ifade edebildikleri, örüntü problemlerinde kullandıkları çözüm stratejilerini bu problem durumlarının çözümüne de uyguladıkları sonucuna ulaşılmıştır. Yazdıkları cebirsel ifadelerde kullandıkları harfleri birer değişken olarak algılayabildikleri yapılan klinik görüşmelerde belirlenmiştir.

Elektronik tablonun potansiyellerinden biri elektronik tablo ortamında sembol kullanılmasıdır. Bu aşamada öğrencilerin soyut düşüncelerini somut hale dönüştürürken elektronik tabloyu aktif bir şekilde kullandıkları görülmüştür. Yani öğrenciler verilen cümleleri ya da problemleri analiz ederek elektronik tablo temsillerini kullanarak uygun formülü girmektedirler. Klinik görüşmelerde de öğrencilerin soyut düşüncelerini elektronik tablo formülleriyle somutlaştırabildikleri görülmüştür. Böylece öğrenciler Şekil 137’de verildiği gibi soruyu inceleme ile başlayarak elektronik tablo ortamında değişken kavramına giriş yapmaktadırlar.



Şekil 137: Değişken Kavramının Gelişiminde Bir Köprü Olarak Elektronik Tablonun Potansiyeli

‘Soruları Bul’ etkinliğindeki sorulardan önce Rojano ve Sutherland (1993, s. 194)’in çikolata problemi öğrencilere yöneltilmiş ve Dettori, Garuti ve Lemut (2001)’un vurguladığı aritmetik yaklaşımın söz konusu olduğu deneme yanılma yöntemi ve cebirsel yaklaşımın söz konusu olduğu sürüklenme tekniği ile çözüm gösterilmiştir. Ainley (1999) ve Rojano ve Sutherland (1997) elektronik tablodaki deneme yanılma metodunun pozitif yönünden bahsetmiş ve aritmetik olandan cebirsel metoda doğru geçildiğini belirtmiştir. Diğer yandan değişken sütun kavramını destekler şekilde formül sürüklenme tekniği kullanılarak çözüme ulaşma cebirsel yaklaşım şeklinde değerlendirilmektedir (Dettori, Garuti ve Lemut, 2001) ve böylece değişken kavramı da desteklenmektedir. Bizim çalışmamızda da öğrenciler her iki yöntemi de bilmelerine rağmen soruların çözümüne formül sürüklenme tekniği ile ulaşmışlardır. Böylece öğrencilerin bu etkinliklerde cebirsel yaklaşımı ve değişken sütun kavramının anlamını destekler şekilde sürüklenme tekniğini kullandıkları görülmektedir. Bunun ana sebebi olarak örüntüler ve ilişkiler konusundan geçiş ve ikinci aşamadaki etkinliklerde sürüklenme tekniğinin yoğun kullanımı söylenebilir. Rojano (1996) cebirsel yaklaşımın bilinmeyenden bilinene çalışmayı içerdiğini söylemiştir. Öğrencilerin cebirsel yaklaşım ile soruda sorulan bilinmeyene ulaştıkları görülmüştür. Bu durum klinik görüşmelerde ortaya çıkan diyaloglarda da desteklenmektedir.

Öğrenciler sürüklenme tekniği ile aynı zamanda aynı sütundaki (değişken sütun) iki formülü de karşılaştırabilmişlerdir (Örneğin; $=A12+8$ ile $=A13+8$). Bu iki formülün de A sütunundaki durum ile 8 sayısının toplamını ifade ettiğini belirtmişlerdir. Fakat A12 ile A13 hücresindeki girilmiş olan sayılar farklı olduğu için sonuç farklı çıkmaktadır. Böylece öğrenciler bir değişkenin değerinde meydana gelen değişikliğin diğer örüntüleri nasıl etkilediği de ekranda anında görebilmektedirler (Dede ve Argün, 2003b). Sürüklenme tekniği öğrencilere bir sütundaki tüm sayıların düzenini göstererek değişkeni düşündürmektedir (Tabach, 2011). Öğrencilerin kâğıt kalem ortamına geçerken her iki formülü de $x+8$ olarak ifade etmişlerdir. Böylece elektronik tablodaki değişken sütun kavramını yorumladıkları ve bu durumun değişken kavramını yorumlamayı desteklediği tespit edilmiştir. Öğrencilerin klinik görüşmelerde cebirsel ifadeyi yazarken özellikle sorunun cevabı olan satırdaki formüllere değil herhangi bir satırdaki formüle baktıkları görülmüştür. Böylelikle öğrencilerin yazacakları bir cebirsel ifadeye formülden geçiş yaparken bakılan sütundaki herhangi bir hücreyi seçmeleri o

sütundaki formüllerin aynı formüller olduklarını bildiklerini göstermektedir. Öğrenciler o sütundaki hangi formüle bakarsa baksın ($=A2*5-6$ ya da $=A15*5-6$) aynı cebirsel ifadeyi yazmıştır ($x.5-6$).

Alanyazın taramasında da belirttiğimiz gibi elektronik tablonun kendine has bir dili ve sembolik bir potansiyeli vardır (Ainley, Bills ve Wilson, 2004; 2005; Haspekian, 2005). Elektronik tablo temsilleri de öğrencilerin doğal dili ile cebirin formal gösterimi arasında aracılık yapan bir dil olabilir (Rojano ve Sutherland, 1993, 1994; Sutherland, 1991; akt. Abramovich ve Nabors, 1997; Tabach, 2011). Yapılan etkinlikleri incelediğimizde bu araştırmanın önemli sonuçlarından biri öğrencilerin cebirsel ifadeler elektronik tablo formüllerinden yani elektronik tabloda kullandıkları dilden geçiş yapmasıdır. Dolayısıyla elektronik tablo aritmetik ve cebir arasında bir köprü görevi görmektedir (Tabach, 2011). Wilson, Ainley ve Bills (2005)'in çalışmasında olduğu gibi bizim çalışmamızda da öğrenciler standart cebirsel gösterim ve elektronik tablo gösterimi arasında bağlantı kurabilmişlerdir. Öğrenciler öncelikle örüntülerin genellenmesi sürecinde n. adım için daha sonra da üçüncü aşamadaki etkinliklerdeki cümleler için cebirsel ifadeleri yazarken girdikleri formülü kontrol etmişlerdir. Örneğin; $=A2*2$ şeklinde formül giren Seyfullah cebirsel ifadesine 'c.2' yazmıştır. Böylece elektronik tablo sosyal etkileşimi olan bir sistem olarak öğrencilerin cebir dilini oluşturdukları bir ortam sağlamıştır (Arzarello, Bazzini ve Chiappini, 1995). Üçüncü aşamanın ve klinik görüşmelerin bulguları incelendiğinde elektronik tablonun sembolik potansiyelinin ortaya çıktığını görmekteyiz. Öğrenciler elektronik tablo temsillerini cebirsel ifadeleri yazarken bir aracı olarak kullanmıştır. Rosnick (1981)'in çalışmasında profesör sorusunun bulgularında elde ettiği gibi bazı öğrenciler soruların matematiksel analizini yanlış yaparak formülleri de yanlış oluşturmuşlardır. Örneğin; klinik görüşmelerin birinci sorusunda Yiğit için sayı ve Gözde için formül giren Eray cebirsel ifadesini yazarken girdiği formüle bağlı olarak Yiğit'e x demiş ve Gözde'ye $x.5-6$ ifadesini yazmıştır. Öğrencilerin formüllerini temel alarak cebirsel ifadeler ulaştıkları hem öğretim deneyinde hem de klinik görüşmelerde birçok kez gözlemlenmiştir.

Dettoni, Garuti ve Lemut (2001) elektronik tablonun sadece cebirsel etkinlikleri yapmakla sınırlandırılmaması gerektiğini bunun yanında bu araç ile cebirsel dili kullanmanın ve açıklamalar yapmanın önemli olduğunu savunmaktadır. Başlangıçta

harf sembollerini sütun adı olarak söyleyen ve belli bir değer veren öğrencilerin üçüncü aşama sonunda formüllerden geçiş yaparak yazdıkları cebirsel ifadelerle yönelik sorular sorulduğunda “Herhangi bir sayı, bilinmeyen, aranan” gibi yanıtlar vererek bu yanılgılarının ortadan kalktığı görülmüştür. Klinik görüşmelerde öğrencilerin harf sembollerini doğru şekilde yorumları ile aritmetikten cebire geçiş sürecinde değişken kavramını anlamlandırmaları süreci olumlu geçmiştir diyebiliriz.

Örüntüler ve ilişkiler konusunda olduğu gibi değişken kavramının ele alındığı etkinliklerde de matematik dersi başarı seviyesi düşük olan öğrencilerin aritmetik işlem bilgisi eksikliği sebebiyle çalışmalarında ilerleyemedikleri belirlenmiştir.

Martinez (2002)’in çalışmasında olduğu gibi üçüncü aşamada “x” sembolünü çarpım işareti olarak algılayan öğrenciler olmuştur. “x” sembolünün İngilizcede geçen bir harf olduğuna ve çarpım sembolü yerine nokta kullanabileceğimize dair yapılan açıklamalar sonucu öğrenciler formüllerden geçiş yaparak hücre adı yerine x harfini koymuşlardır (Örneğin; =40-A2 için 40-x yazma). Klinik görüşmelere katılan öğrencilerin kendi tercihleri ile verilen cümlelere yönelik cebirsel ifadeleri yazarken bu sembolü kullandığı ve doğru şekilde ifade ettiği görülmüştür. Böylece elektronik tablonun harf sembollerine yönelik karşılaşılan zorluklara yeni bir çözüm süreci getirdiği de söylenebilir.

Bu çalışmada değişken kavramının öğretiminde elektronik tablonun kullanıldığı bir öğretim ortamı sunulmuştur. Değişken kavramı ile ilk defa karşılaşan ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin kavramı anlamlandırmalarında elektronik tablo destekli bu öğretim ortamının olumlu etkisi olduğu görülmüştür. Öğrencilere oldukça soyut gelen değişken kavramının ve cebirsel dilin somutlaştırılmasında elektronik tablo kullanımı etkili bir öğretim ortamı sunmaktadır.

4.2. Öneriler

Araştırma sonuçlarına yönelik öneriler

Bu araştırma kapsamında değişken kavramının öğretimine yönelik teknoloji destekli alternatif bir öğrenme ortamı sunulmaktadır. Öğrenme ortamındaki her bir aşamaya ait etkinlikler ve uygulama şekli detaylı olarak verilmiş, farklı öğrenme ortamları yaratmak isteyen öğretmenler tarafından bir kaynak olarak kullanılabileceği düşünülmektedir.

Eğitimde teknoloji kullanımı beraberinde dikkat ve emek gerektiren bir süreci getirmiştir. Bu süreçte öğretmenin önemli bir rolü vardır ve aracın kullanımında çıkacak hataları minimuma indirmesi, öğrencilere teknolojinin de sınırları olduğu bilincinin kazandırılması gerekmektedir. Bu amaçla aracın kullanımına yönelik yeterince bilgiye sahip olunmalı ve çıkabilecek hataları düşünerek uygun öğretim ortamları planlanmalıdır.

Benzer araştırmalara yönelik öneriler

Elektronik tablo ortamında değişken kavramının tanıtımının yapıldığı bu araştırma değişken kavramına giriş sürecini içermekle sınırlandırılmıştır. Araştırmanın devamında değişken kavramının farklı kullanımlarının incelendiği çalışmalar yapılabilir. Ayrıca araştırma farklı tipteki sorular ele alınarak farklı sınıf seviyelerinde de uygulanabilir. Yine elektronik tablonun grafik yapma özelliği kullanılarak çalışma bir ileri seviyeye taşınabilir.

EKLER

EK A- Milli Eğitim Bakanlığı İzin Yazısı.....	132
EK B- Veli Bilgilendirme Yazılı İzin Formu.....	133
EK C- Öğrenci Bilgilendirme Yazılı İzin Formu.....	134
EK D- Elektronik Tablo Tanıtımı 1.....	135
EK E- Elektronik Tablo Tanıtımı 2.....	139
EK F- Elektronik Tablo Tanıtımı 3.....	140
EK G- Elektronik Tablo Tanıtımı 4 Barkod.....	144
EK H- Elektronik Tablo Tanıtımı 5 Hücre Sürükleme.....	146
EK İ- Elektronik Tablo Tanıtımı 6 Doğum Günü Partisi Planlama.....	147
EK J- Örüntü 1- Kuralı Tahmin Et 1.....	148
EK K- Örüntüler 2.....	150
EK L- Örüntü 3 Küpler.....	154
EK M- Örüntü 4 Kareler.....	155
EK N- Değişken 1 ‘Problemler’.....	156
EK O- Değişken 2 ‘Soruları Bul’.....	162
EK P- Klinik Görüşme Soruları.....	163

EK A- MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI İZİN YAZISI

T.C.
ESKİŞEHİR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : B.08.4.MEM.0.26.20.02.605.01 (760)/
Konu : Uygulama İzni

28.11.2011* 19851

VALİLİK MAKAMINA

- İlgi: a) Eskişehir Anadolu Üniversitesi Rektörlüğü Genel Sekreterliği'nin 10.11.2011 tarih ve B.30.2.ANA.0.70.01.00-399-1203/13756 sayılı yazıları.
b) Millî Eğitim Bakanlığına Bağlı Okul ve Kurumlarda Yapılacak Araştırma ve Araştırma Desteğine Yönelik İzni ve Uygulama Yönergesi.

Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Öğretmenliği yüksek lisans programı öğrencisi Pelin TURAN, **“Değişken Kavramının Öğretimi Sürecinde Elektronik Tablo Kullanımının İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi”** konulu yüksek lisans tezini uygulamasını 2011-2012 öğretim yılı Güz ve Bahar dönemlerinde Eskişehir İl Millî Eğitim Müdürlüğümüze bağlı Tepebaşı İlçesinde bulunan Ticaret Odası İlköğretim ve Emine Cahide Karaali İlköğretim Okulu'nda görev yapan 6. sınıfların matematik öğretmeni ve öğrencilerine uygulama yapabilmesi için izin talebi incelenmiştir.

Eskişehir Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tarafından kabul edilen ve onaylı bir örneği Müdürlüğümüzde muhafaza edilen uygulama yapılması istenen İlimiz Tepebaşı İlçesinde bulunan Ticaret Odası İlköğretim ve Emine Cahide Karaali İlköğretim okullarında, 6. sınıfların matematik öğretmeni ve öğrencilere uygulanması ilgi (b) yönerge doğrultusunda Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde Olur'larınıza arz ederim.

Erdoğan AYATA
Millî Eğitim Müdürü

O L U R
28.11.2011
Aydın TEZİKOĞLU
Vali a.
Vali Yardımcısı

	Adres : Büyükdere Mah. Atatürk Bulvarı No:247 Eskişehir Tel: 0(222) 239 72 00 Faks: 0(222) 239 39 22 Web : http://eskisehir.meb.gov.tr e-Posta : strateji26@meb.gov.tr	   
---	--	--

EK B- VELİ BİLGİLENDİRME YAZILI İZİN FORMU

Sayın Veli,

Öncelikle yapacağım bu çalışmaya gösterdiğiniz ilgi ve bana ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Bu form, araştırmanın amacını ve öğrencinizin bir katılımcı olarak haklarını tanımlamayı amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, “Değişken Kavramının Öğretimi Sürecinde Elektronik Tablo Kullanımının İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi” adlı yüksek lisans tez çalışması için belirlenen hedef öğrenciler ile Matematik dersinde elektronik tablo ile cebir konularının öğretimini yapmak ve süreci incelemektir.

Velisi bulunduğunuz öğrencinin araştırmama gönüllü olarak katılımının ve dile getireceği görüşlerin, bu çalışmaya ışık tutacağına inanıyorum. Araştırmamın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak, ayrıca uygulamalar sırasında ortaya çıkabilecek olası kesintileri önleyebilmek amacıyla görüşmeleri video kamera ile kaydetmek istiyorum. Kayda alınacak uygulamalar, yalnızca bilimsel bir veri olarak bu araştırma için kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Öğrencinizin ya da sizin isteğiniz doğrultusunda video kayıtları, veriler yazıldıktan sonra silinebilecek ya da size teslim edilecektir.

İzniniz olmadığı takdirde, öğrencinizin ismi bu araştırmada kullanılmayacak, yerine takma bir isim kullanılabilecektir. Öğrenci istediği çalışmadan ayrılabilir. Bu durumda yaptığımız kayıtları ve yazılan raporları size teslim edeceğim.

Bu sözleşmeyi okuyup, bu araştırmaya velisi bulunduğunuz öğrencinin gönüllü olarak katıldığına ve araştırma kapsamında benim size verdiğim güvenceye ilişkin olarak bu formu imzalamanızı rica ediyorum.

Uygulamaya Katılan Öğrencinin Velisi

Araştırmacı: Pelin TURAN

Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

Matematik Eğitimi Programı



EK C- ÖĞRENCİ BİLGİLENDİRME YAZILI İZİN FORMU

Merhaba,

Öncelikle yapacağım bu çalışmaya gösterdiğin ilgi ve bana ayırdığın zaman için teşekkür ederim. Bu form, araştırmanın amacını ve senin bir katılımcı olarak haklarını tanımlamayı amaçlamaktadır.

Bu araştırmanın amacı, “Değişken Kavramının Öğretimi Sürecinde Elektronik Tablo Kullanımının İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi” adlı yüksek lisans tez çalışması için belirlenen hedef öğrenciler ile Matematik dersinde elektronik tablo ile cebir konularının öğretimini yapmak ve süreci incelemektir.

Araştırmama gönüllü olarak katılımının ve dile getireceğin görüşlerinin, bu çalışmaya ışık tutacağına inanıyorum. Araştırmamın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamak, ayrıca uygulamalar sırasında ortaya çıkabilecek olası kesintileri önleyebilmek amacıyla görüşmemizi video kamera ile kaydetmek istiyorum. Kayda alınacak uygulamalar, yalnızca bilimsel bir veri olarak bu araştırma için kullanılacak ve bunun dışında hiçbir amaçla kullanılmayacaktır. Senin isteğin doğrultusunda video kayıtları, veriler yazıldıktan sonra silinebilecek ya da sana teslim edilecektir.

İznin olmadığı takdirde, ismin bu çalışmada kullanılmayacak, yerine takma bir isim kullanılabilecektir. İstedğin zaman çalışmadan ayrılabilirsin. Bu durumda yaptığımız kayıtları ve yazılan raporları sana teslim edeceğim.

Bu sözleşmeyi okuyup, bu çalışmaya gönüllü olarak katıldığını ve araştırma kapsamında benim sana verdiğim güvenceye ilişkin olarak bu formu imzalamanı rica ediyorum.

Araştırmama katıldığın ve bu sözleşmeyi okuyarak imzaladığın için teşekkür ederim.

Uygulamaya Katılan Öğrencinin Velisi

Araştırmacı: Pelin TURAN

Anadolu Üniversitesi

Eğitim Bilimleri Enstitüsü

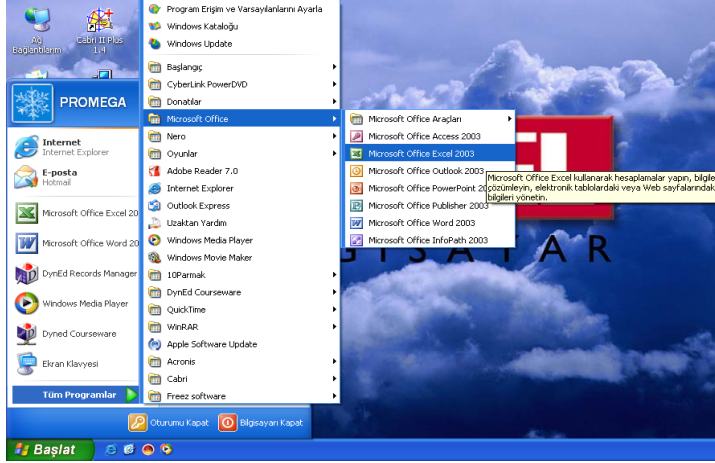
Matematik Eğitimi Programı

EK D- ELEKTRONİK TABLO TANITIMI 1

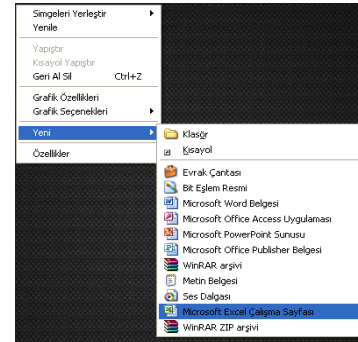
Amacınız: Elektronik tabloyu tanımak

Elektronik Tablo Açma

Başlat menüsünden 'Microsoft Office' ve ardından 'Microsoft Excel' isimli dosyaya tıklayarak çalışma kitabını aç.



Esas olarak yukarıdaki gibi açabileceğin Excel çalışma kitabını daha kısa olarak yandaki adımlarla da açabilirsin. İlk önce masaüstünde sağa tıkla.



Elektronik Tablo Çalışma Sayfasını Tanıyalım

- Bir elektronik tablo olan Excel'i bir kitap olarak düşünürsek, bu kitap sayfalardan oluşmaktadır. Elektronik Tabloyu açtığınızda bilgisayar ekranında çıkan sayfaya çalışma sayfası denir.
- Her bir *satır* sayılarla ifade edilir.
- Her bir *sütun* harflerle ifade edilir.
- Satır ve sütunların her bir kesişim bölgesi bir hücredir.
- İmleç hangi hücrede bulunuyorsa veya hangi hücrenin çevresi daha kalın ise o hücreye etkin hücre denir.

GÖREV: Resimdeki boş kutuların içine aşağıda karışık olarak verilen isimlendirmeleri yerleştir. Yerleştirdiğin her bir isimlendirmenin yanındaki kutucuğu işaretle ve böylece tüm isimlendirmeleri kullandığından emin ol.

1)Araç çubuğu

2)Satır başlığı

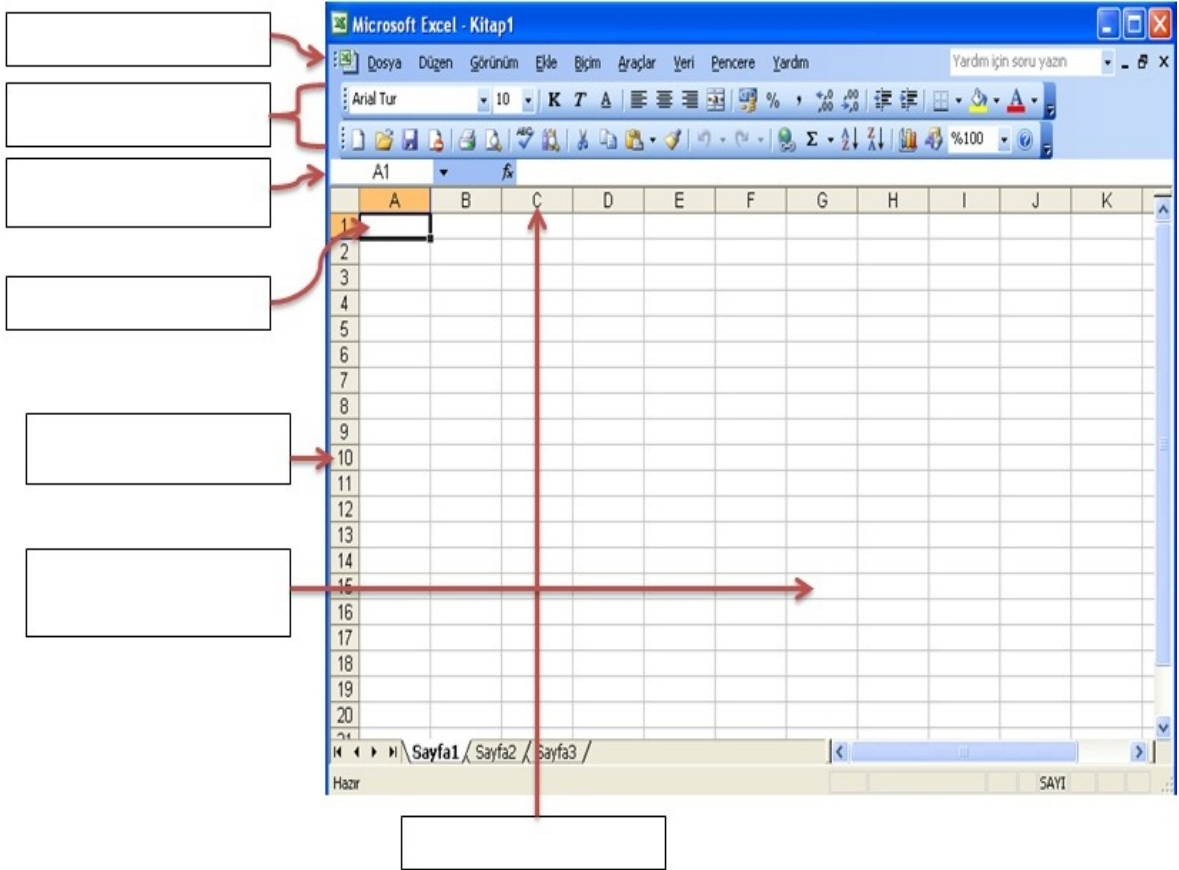
3)Menü çubuğu

4)Etkin hücre

5)Sütun başlığı

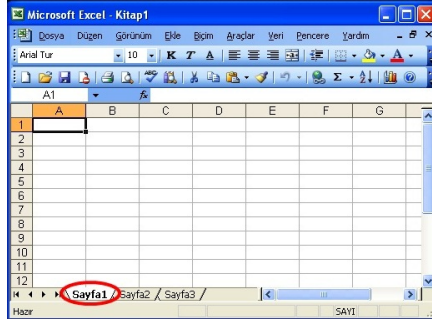
6)Hücrenin adresi

7)Formül çubuğu (etkin hücrenin içerik bölgesi)

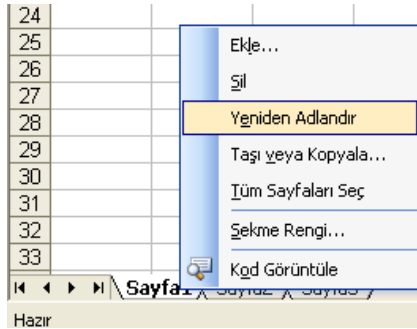


Çalışma Sayfaları

- Açtığınız Excel çalışma kitabının içinde birçok çalışma sayfası bulunmaktadır.
- Her bir etkinlik için farklı bir çalışma sayfası üzerinde çalışacağız. Örneğin aşağıdaki çalışma kitabına bak. Çalışma kitabında gördüğün üzere Sayfa 1 açıktır.



- Sayfa 2 veya Sayfa 3'e geçmek için onların üzerini tıkla.
- Yeni bir sayfa eklemek için menü çubuğunda bulunan "Ekle" adlı menüyü tıkla ve yeni bir çalışma sayfası ekle.
- Sayfaların adını değiştirmek için sayfanın adının bulunduğu yere git ve sağa tıkla. Aşağıdaki görüntü karşına çıkacak. 'Yeniden Adlandır' üzerine tıkla, sayfaya yaptığın etkinliğin adını yaz ve 'Enter' a bas.



- Her etkinlik bitiminden sonra o sayfayı yaptığın etkinliğin adıyla kaydedeceksin. Diğer etkinliğe geçerken ise yeni bir sayfa açacaksın.
- Son olarak yaptıklarını kaydetmek için sol üstte bulunan 'Kaydet' adlı ikona tıkla.



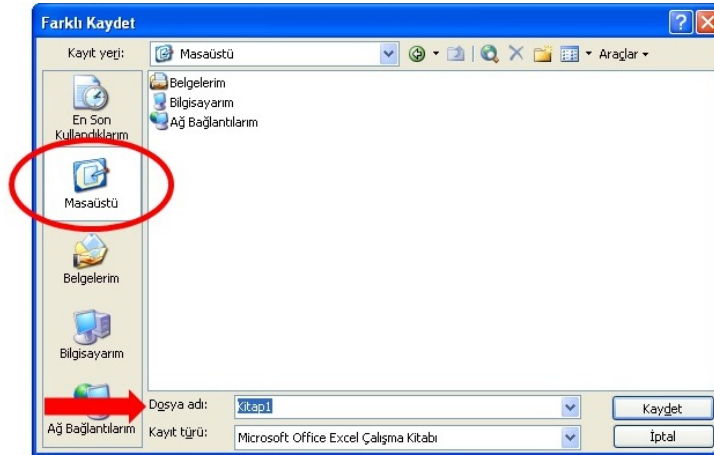
Elektronik Tabloyu Kapatma ve Çalışma Kitabını Kaydetme

- Çalışma kitabı üzerinde yaptığınız işlemleri ve değişiklikleri kaydetmek için;

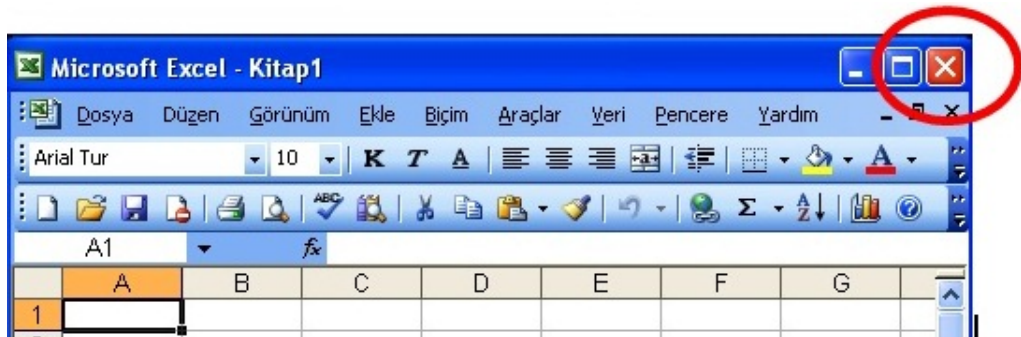
1. Menü çubuğundaki 'Dosya' adlı ikona tıkla.
2. Aşağısındaki 'Farklı Kaydet' ikonuna tıkla.



3. Dosya adına yaptığın etkinliğin tarihini yaz ve kaydetme yeri olarak 'Masaüstü'nü seçtikten sonra 'Kaydet' ikonunu tıkla.



4. Çalışma kitabını tamamen kapatmak için sağ üstte bulunan kapat ikonuna tıkla.



5. Anlamadığın yerleri öğretmenine sor.

EK E- ELEKTRONİK TABLO TANITIMI 2

LEVENT KAYBOLDU!

Yeni bir çalışma sayfası aç. Kelimeleri ipuçları elde etmek için elektronik tabloda doğru hücrelere yerleştir. İpuçlarını bakarak Levent'in nerede olduğunu bul!

C8	Atatürk'ün
A11	Ayrıca
C11	en kalabalık
B9	Anıtkabir burada.
B4	bulmak için
A1	Sevgili Arkadaşlar,
C16	Levent
A3	Kayboldum
D3	bilmiyorum.
B3	ve
B8	cumhurbaşkanı
B10	hızlı tren
C7	yer almaktadır.
A8	İlk
C6	İç Anadolu
B16	Sevgiler
B6	Türkiye'nin
A14	Lütfen
C10	ile gidebilirsiniz.
C4	ipuçlarını çözün.
A4	Beni
B14	yardım edin.
A10	Eskişehir'den
A7	Bölgesi'nde
A6	Bulduğum yer
C3	neredeyim
B11	Türkiye'nin
A9	naaşının bulunduğu
A12	ikinci kentidir.

Çalışma sayfanı 'Levent Kayıp' ismini vererek kaydet.

EK F- ELEKTRONİK TABLO TANITIMI 3

Amacınız: ELEKTRONİK TABLODA DÖRT İŞLEM YAPMA VE FORMÜL GİRME

Elektronik tabloda hesaplamalar yapmak için kullanacağın dört işlem sembolleri şunlardır:

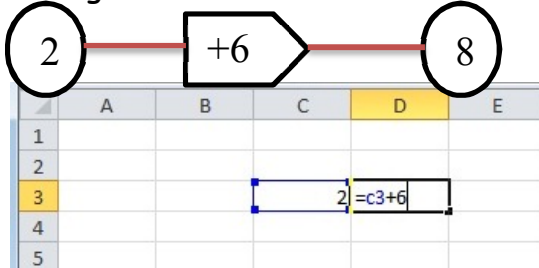
TOPLAMA	+
ÇIKARMA	-
ÇARPMA	*
BÖLME	/

1. Yeni bir çalışma sayfası aç. Seçtiğin herhangi bir hücreye $2+8$, $7-3$, $4*9$, $3/1$ işlemlerini ayrı ayrı gir. Her işlemi yazdıktan sonra 'enter' tuşuna bas. Sonuç nedir?
2. Yaptığımız işlemin sonucunu almak için elektronik tabloda eşitlik sembolünü (=) kullanmalıyız.
Birinci soruda yaptığın işlemleri hücrelere eşitlik işaretini kullanarak gir. Örneğin; $=2+8$ şeklinde. Sonuç nedir?

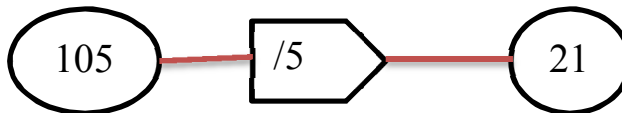
İŞLEM 1

3. C3 hücresine 2 sayısını gir. Herhangi bir hücrede 8 sayısını elde etmek için C3 hücresindeki sayıyı kullanarak nasıl bir formül girmek gerektiğini düşün.

Örneğin; D3 hücresine $=C3+6$ formülü girilebilir.

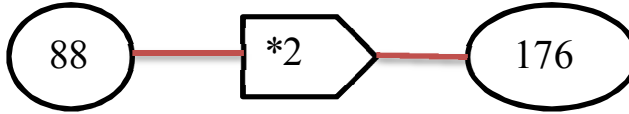


- Aşağıdaki işlemin formülünü başka bir hücreye gir. Bu işlemin formülünü yanındaki kutucuğa da yaz.



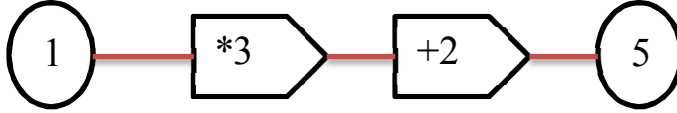
FORMÜL:

- Aşağıdaki işlemin formülünü başka bir hücreye gir. Bu işlemin formülünü yanındaki kutucuğa da yaz.



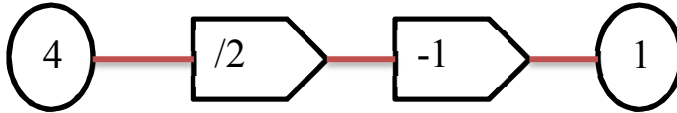
FORMÜL:

- Aşağıdaki işlemin formülünü başka bir hücreye gir. Bu işlemin formülünü yanındaki kutucuğa da yaz.



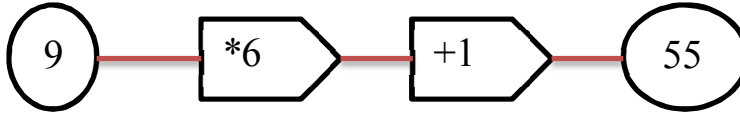
FORMÜL:

- Aşağıdaki işlemin formülünü başka bir hücreye gir. Bu işlemin formülünü yanındaki kutucuğa da yaz.



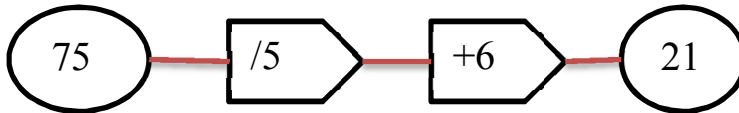
FORMÜL:

- Aşağıdaki işlemin formülünü başka bir hücreye gir. Bu işlemin formülünü yanındaki kutucuğa da yaz.



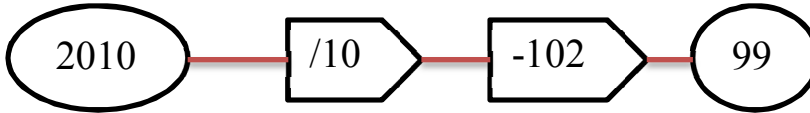
FORMÜL:

- Aşağıdaki işlemin formülünü başka bir hücreye gir. Bu işlemin formülünü yanındaki kutucuğa da yaz.



FORMÜL:

- Aşağıdaki işlemin formülünü başka bir hücreye gir. Bu işlemin formülünü yanındaki kutucuğa da yaz.

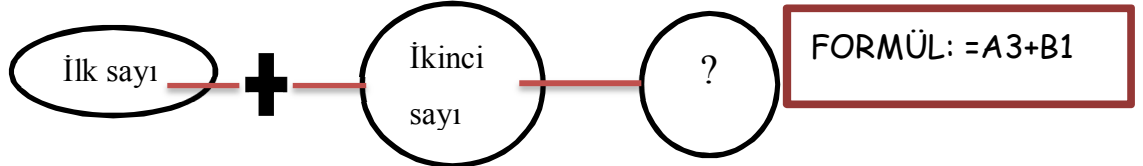


FORMÜL:

Çalışma sayfasını 'İşlem 1' adıyla kaydet.

İŞLEM 2

4. Yeni bir çalışma sayfası aç. Herhangi iki hücre seç ve içine istediğin sayıları gir. Diğer bir hücreye bu iki hücrenin toplamını veren **formülü** gir. Formülü aşağıdaki kutucuğa da yaz.

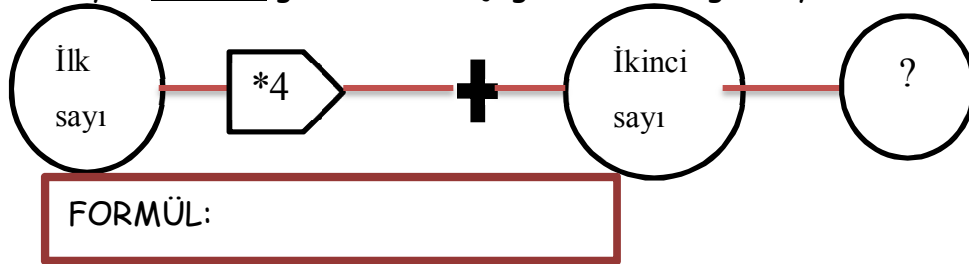


	A	B	C
1		7	
2			
3	5		12
4			

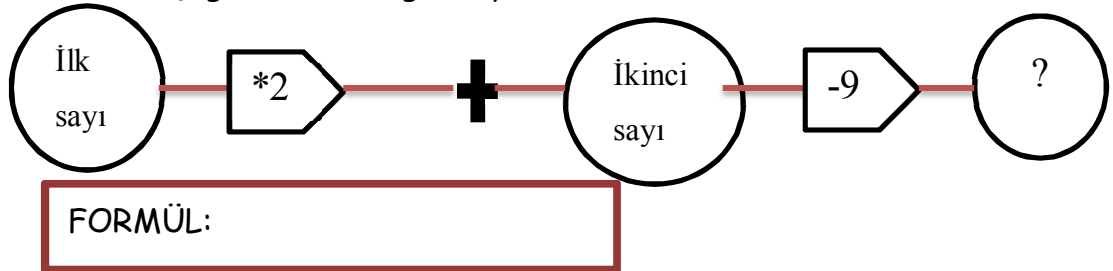
5. İlk girdiğin sayıları değiştir. Toplamları 43 olacak şekilde 3 farklı sayı çifti bul. Bulduğun sayı çiftlerini buraya yaz.

1. sayı çifti	(____ , ____)
2. sayı çifti	(____ , ____)
3. sayı çifti	(____ , ____)

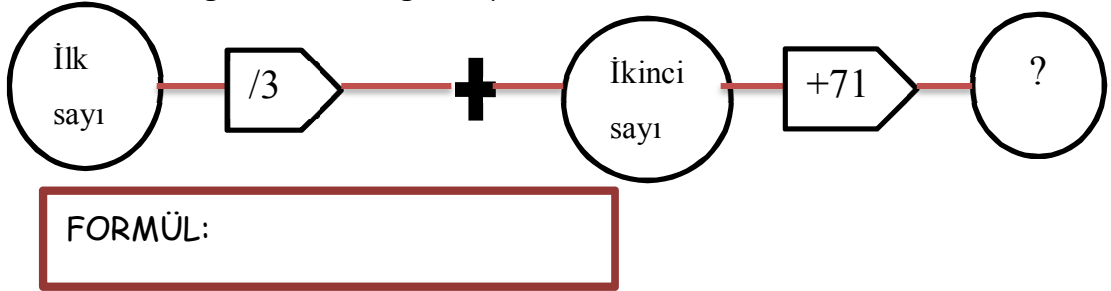
6. Diğer bir hücreye birinci sayıyı 4 ile çarpan ve buna ikinci sayıyı ekleyen **formülü** gir. Formülü aşağıdaki kutucuğa da yaz.



7. Diğer bir hücreye aşağıdaki işlemi gerçekleştiren **formülü** gir. Formülü aşağıdaki kutucuğa da yaz.



8. Diğer bir hücreye aşağıdaki işlemi gerçekleştiren **formülü** gir.
Formülü aşağıdaki kutucuğa da yaz.



Çalışma sayfasını 'İşlem 2' adıyla kaydet.

EK G- ELEKTRONİK TABLO TANITIMI 4 BARKOD

BİLGİSAYARDA VERİLEN ÇALIŞMA SAYFASI

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2																		
3		BARKOD NUMARASI																
4																		
5																		
6		BİRİNCİ ADIM																
7																		
8		İKİNCİ ADIM																
9																		
10		ÜÇÜNCÜ ADIM																
11																		
12		DÖRDÜNCÜ ADIM																

ÇALIŞMA YAPRAĞI

BARKOD NUMARASI KONTROL ETME

1. Masaüstünde bulunan 'Barkod' adlı çalışma dosyasını aç.
2. Birçok üründe barkod bulunmaktadır. Ve barkodda bulunan sayılar arasında bir kural vardır. Bu kuralı bulmak için aşağıdaki yönergeleri uygula.
3. 'BARKOD NUMARASI' yazan sütuna aşağıdaki barkod numarasını gir.

9		3	1	1	6	9	7		1	0	1	5	8		3
---	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	---	---	---	--	---

4. 'BİRİNCİ ADIM' yazan hücrenin yanındaki hücreye mavi hücrelerdeki sayıları toplayan formülü gir. D6 hücresine bu toplamı 3 ile çarpan formülü gir.

FORMÜL:

5. 'İKİNCİ ADIM' yazan hücrenin yanındaki hücreye yeşil hücrelerdeki sayıları toplayan formülü gir.

FORMÜL:

6. 'ÜÇÜNCÜ ADIM' yazan hücrenin yanındaki hücreye, D6 ve C8 hücrelerindeki sayıları toplayan formülü gir.

FORMÜL:

7. 'DÖRDÜNCÜ ADIM' yazan hücrenin yanındaki hücreye, C10'daki toplam ile pembe hücredeki sayıyı toplayan formülü gir.

FORMÜL:

10'un katı olan bir sayı elde etmiş olmalısın. Eğer C12'deki sayı 10'un katı değilse ya bir yanlış yaptın ya da barkod yanlış.

8. Aşağıdaki barkodları da barkod numarası olarak gir ve doğru olup olmadıklarını kontrol et.

a.



b.

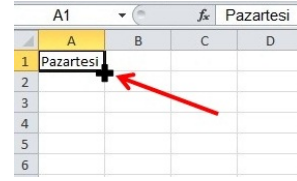


9. Çalışma sayfasını yanına adını ve soyadını yazarak kaydet.

EK H- ELEKTRONİK TABLO TANITIMI 5 HÜCRE SÜRÜKLEME

SÜRÜKLEME 1

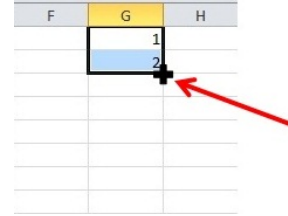
1. Yeni bir çalışma sayfası aç.
2. A1 hücrelerine 'Pazartesi' yaz ve Enter'a bas.
3. A1 hücrelerini seç ve sağ alt köşesine imleci götür. Artı işaretini gördüğün yerden hücreyi tutarak aşağı doğru sürük. Hücrelerde nasıl bir değişiklik oldu?
4. C1 hücrelerine 'Ocak' yaz, Enter'a bas ve bir önceki etkinlikteki gibi hücreyi sağ alt köşesinde aşağı doğru sürük. Ne gibi bir değişiklik olduğuna bak.



	A	B	C	D
1	Pazartesi			
2				
3				
4				
5				
6				

SÜRÜKLEME 2

1. Aynı durumu sayılar için deneyelim. E1 hücrelerine '1' sayısını gir ve aynı şekilde aşağı doğru sürük. Diğer hücrelerde nasıl bir değişiklik oldu?
G1 hücrelerine '1' sayısını ve ardından G2 hücrelerine '2' sayısını gir. Her iki hücreyi seçip aşağı doğru sürük. Diğer hücrelerde nasıl bir değişiklik oldu?
2. Alt alta iki hücreye 4 ve 7 sayılarını gir. Bu iki hücreyi seçerek aşağı doğru sürük.
3. Alt alta iki hücreye 11 ve 15 sayılarını gir. Bu iki hücreyi seçerek aşağı doğru sürük.
4. H4 hücrelerine 7 yaz. I4 hücrelerine 7 sayısını 3 ile çarpan **formülü** gir. H4 ve I4 hücrelerini sürük. Diğer hücrelerde nasıl bir değişiklik oldu? H sütununda ardışık sayıları görmek istiyorsan nasıl sürüklemelisin? I sütununda formülü görmek istiyorsan nasıl sürüklemelisin?
5. M8 hücrelerine 9 yaz. N8 hücrelerine 9 sayısını 2 ile çarpıp 5 ekleyen **formülü** gir. M8 ve N8 hücrelerini sürük. Diğer hücrelerde nasıl bir değişiklik oldu? M sütununda ardışık sayıları görmek istiyorsan nasıl sürüklemelisin? N sütununda formülü görmek istiyorsan nasıl sürüklemelisin?
6. Çalışma sayfasını 'Sürükleme' adıyla kaydet.



	F	G	H
1		1	
2		2	
3			
4			
5			
6			

EK İ- ELEKTRONİK TABLO TANITIMI 6 DOĞUM GÜNÜ PARTİSİ PLANLAMA

ELEKTRONİK TABLO İLE DOĞUM GÜNÜ PARTİNİ PLANLA

1. Yeni bir çalışma sayfası aç. Çalışma sayfasını aşağıdaki gibi olacak şekilde oluştur.

	A	B	C	D
1	YİYECEK ADI	FİYATI	MİKTAR	TOPLAM FİYAT
2				
3				
4				
5				

2. Doğum günü partin için alman gereken yiyecekleri, fiyatlarını ve miktarlarını gir. Toplam fiyat kısmını boş bırak.
3. D sütununu doldurmak için her yiyeceğin toplam fiyatını hesaplayacak bir formül girmen gerekiyor:
 - i. D2 hücresine toplam fiyatı verecek formülü gir.
 - ii. 'Enter' a bas.
 - iii. D2 hücresini seçerek sağ alt köşesine imleci götür ve artı işaretini gördüğün yerden tut ve aşağı doğru sürükle.
 - iv. Veri girdiğin bütün satırlar bitinceye kadar sürükle.
 - v. Excel programı D sütununda her bir yiyecek için toplam fiyatı hesaplayacaktır.
4. Elektronik tabloda yazdığın bilgileri yukarıdaki tabloya da yaz.
5. B ve C sütunundaki sayıları değiştirdiğinde ne oluyor?
6. Çalışma sayfasını 'Doğum Günü' adını vererek kaydet.

EK J- ÖRÜNTÜ 1- KURALI TAHMİN ET 1

BİLGİSAYARDA VERİLEN ÇALIŞMA SAYFASI

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1														
2		Girdi	Çıktı			KURAL								
3	1)	3	6		1)		BİR DAHA DENE							
4	2)	10	15		2)		BİR DAHA DENE							
5	3)	10	9		3)		BİR DAHA DENE							
6	4)	10	50		4)		BİR DAHA DENE							
7	5)	20	14		5)		BİR DAHA DENE							
8	6)	2	7		6)		BİR DAHA DENE							
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														



Yapacağın etkinlikte keşfetmen gereken 6 farklı kural bulunmaktadır.

Kuralı bulmak için "Girdi" olarak belirtilen hücrelerdeki sayıların yerine farklı sayılar koy. Her koyduğun sayı için "Çıktı" hücreesindeki sayıyı kontrol et ve çıkan örüntüye bakarak kuralı tahmin etmeye çalış.

Eğer bir kurala ulaştığını düşünüyorsan, "Kural" altındaki hücelere bu kuralı yaz. Kuralın doğruysa "TEBRİKLER", yanlışsa "BİR DAHA DENE" uyarısıyla karşılaşacaksın. "TEBRİKLER" uyarısıyla karşılaşana kadar kuralı bulmaktan vazgeçme!

ÇALIŞMA YAPRAĞI

KURALI TAHMİN ET

1. Masaüstünde bulunan 'Kuralı Tahmin Et' adlı Excel dosyasını açın.
2. Çalışma sayfasında iki tablo vardır. Bunlardan biri girdi-çıkıı diğeri ise kural adı altında oluşturulmuştur.
3. Girdi-çıkıı tablosundaki girdi yazan hücrenin altında bulunan hücrelerdeki sayıyı değıştirdiğinde çıkıı olan sayıda ona bağılı olarak değışecektir.

Örneğın, birinci soruya bak. Girdi kısmına 10 yazıldığında çıkıı 20'dir. Girdi kısmına ilk önce 2, sonra 8 ve en son 5 yaz. Çıkııların 4, 16 ve 10 olduğunu göreceksin. Buradan girdi ve çıkıı arasındaki ilişkiyi bulabilir misin?

4. Eğer bir kural bulduysan bunu diğeri tablodaki yerine yaz ve doğru olup olmadığını kontrol et. Bulduğun kuralları aşığıdaki tabloya da yaz.

KURALLAR
1.
2.
3.
4.
5.
6.

5. Çalışma sayfasını, etkinliğin yanına kendi adını soyadını yazarak kaydet.

EK K- ÖRÜNTÜLER 2

BİLGİSAYARDA VERİLEN ÇALIŞMA SAYFASI

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	ÖRÜNTÜ 1					ÖRÜNTÜ 2					ÖRÜNTÜ 3		
2													
3	Adım Sayısı	Sayı	Formül Sütunu			Adım Sayısı	Sayı	Formül Sütunu			Adım Sayısı	Sayı	Formül Sütunu
4	1	3				1	1				1	5	
5	2	6				2	3				2	9	
6	3	9				3	5				3	13	
7	4					4					4		
8	5					5					5		
9	6					6					6		
10	7					7					7		
11	8					8					8		
12	9					9					9		
13	10					10					10		
14	11					11					11		
15	12					12					12		
16	13					13					13		
17	14					14					14		
18	15					15					15		
19	16					16					16		
20	17					17					17		

ÇALIŞMA YAPRAĞI

ÖRÜNTÜLER

- Masaüstünde bulunan 'ÖRÜNTÜLER' adlı Excel dosyasını aç.

ÖRÜNTÜ 1

4. adıma gelecek sayı nedir? _____
7. adıma gelecek sayı nedir? _____
15. adıma gelecek sayı nedir? _____
15. adım için bir formül yazsaydın bu ne olurdu? Aşağıya yaz.

FORMÜL:

40. adıma gelecek sayı nedir? _____
40. adım için bir formül yazsaydın bu ne olurdu? Aşağıya yaz.

FORMÜL:

- Şimdi aşağıda verilen adımlar için karşılıklarına formülleri yaz.

Adım sayısı	Formül
4	
7	
10	
15	
50	
75	
120	
150	
186	
300	
750	

ÖRÜNTÜ 2

1. 5. adıma gelecek sayı nedir? _____
 2. 8. adıma gelecek sayı nedir? _____
 3. 13. adıma gelecek sayı nedir? _____
 4. 17. adıma gelecek sayı nedir? _____
17. adım için bir formül yazsaydın bu ne olurdu? Aşağıya yaz.

FORMÜL:

5. 60. adıma gelecek sayı nedir? _____
60. adım için bir formül yazsaydın bu ne olurdu? Aşağıya yaz.

FORMÜL:

6. Şimdi aşağıda verilen adımlar için karşılıklarına formülleri yaz.

Adım sayısı	Formül
5	
8	
13	
17	
60	
90	
135	
260	
600	
1000	

ÖRÜNTÜ 3

1. 6. adıma gelecek sayı nedir? _____
2. 11. adıma gelecek sayı nedir? _____
3. 18. adıma gelecek sayı nedir? _____
4. 30. adıma gelecek sayı nedir? _____
30. adım için bir formül yazsaydın bu ne olurdu? Aşağıya yaz.

FORMÜL:

5. 70. adıma gelecek sayı nedir? _____
70. adım için bir formül yazsaydın bu ne olurdu? Aşağıya yaz.

FORMÜL:

6. Şimdi aşağıda verilen adımlar için karşılıklarına formülleri yaz.

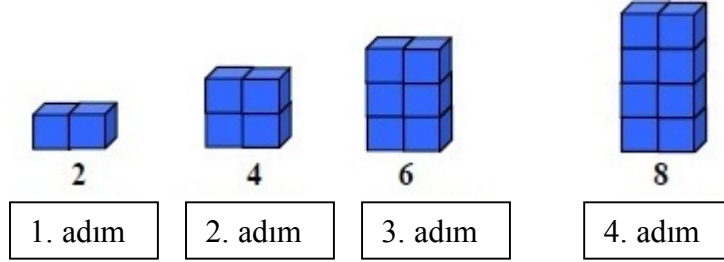
Adım sayısı	Formül
6	
11	
18	
30	
70	
80	
190	
203	
320	
500	
1060	
7000	

7. Çalışma sayfasını, etkinliğin adının yanına ismini yazarak kaydet.

EK L- ÖRÜNTÜ 3 KÜPLER

KÜPLER

1. Bir Excel çalışma sayfası aç.
2. Aşağıda "2 4 6 8..." şeklinde giden örüntü küplerle modellenmiştir.



5. adım için kaç küp gereklidir? _____

3. Bu örüntüye ait bilgileri Excel'de tablo haline getir.
4. 10. adım için kaç küp gereklidir? _____
5. 25. adım için kaç küp gereklidir? _____
6. 100. adım için kaç küp gereklidir? _____

Bir formül bulduysan aşağıya yaz.

FORMÜL:

7. n. adım için kaç küp gereklidir?

Bir formül bulduysan aşağıya yaz.

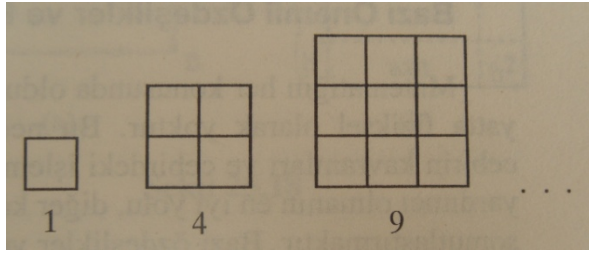
FORMÜL:

8. Çalışma sayfasını etkinliğin adını yazarak kaydet.

EK M- ÖRÜNTÜ 4 KARELER

KARELER

1. Bir Excel çalışma sayfası aç.
2. Aşağıdaki örüntüyü incele. Ve Excel'de elindeki bilgileri tabloya dönüştür.



3. 8. adım için kaç kare olacaktır? _____

Excel'de bu adım için hangi formülü girmelisin?

FORMÜL:

4. 30. adım için kaç kare olacaktır? _____

Excel'de bu adım için hangi formülü girmelisin?

FORMÜL:

5. 200. adım için kaç kare olacaktır? _____

Excel'de bu adım için hangi formülü girmelisin?

FORMÜL:

6. n. adım için kaç kare olacaktır?

Bir formül bulduysan aşağıya yaz.

FORMÜL:

7. Çalışma sayfasını etkinliğin yanına kendi adını soyadını yazarak kaydet.

EK N- DEĞİŞKEN 1 'PROBLEMLER'

PROBLEMLER

Bir Excel çalışma sayfası aç.

1. Seda'nın yaşı Okan'ın yaşından 10 fazladır. Okan ve Seda'nın yaşlarını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	OKAN'IN YAŞI	SEDA'NIN YAŞI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	1		
3	2		
4	3		
5	4		
6			

$B14=A14+10$ elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Seda'nın yaşını Okan'ın yaşına göre **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Okan'ın yaşı: a ise Seda'nın yaşı: _____

2. Sayfa 2'ye geç. Fatma'nın elmalarının sayısı Ali'nin elmalarının sayısının 2 katıdır. Fatma ve Ali'nin elmalarının sayısını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	ALİ'NİN ELMALARININ SAYISI	FATMA'NIN ELMALARININ SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	4		
3	5		
4	6		
5	7		
6			

B18=A18*2 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Fatma'nın elmalarının sayısını Ali'nin elmalarının sayısına göre genel olarak nasıl ifade edersin?

Ali'nin elmalarının sayısı: c ise Fatma'nın elmalarının sayısı: _____

3. Sayfa 3'e geç. Kerem her gün Hande'nin yediği badem sayısının 3 katının 1 eksiği kadar badem yemektedir. Kerem ve Hande'nin yediği badem sayılarını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	HANDE'NİN YEDIĞİ BADEM SAYISI	KEREM'İN YEDIĞİ BADEM SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	9		
3	10		
4	11		
5	12		
6			

B21=A21*3-1 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Kerem'in yediği badem sayısını Hande'nin yediği badem sayısına göre genel olarak nasıl ifade edersin?

Hande'nin yediği badem sayısı: x ise Kerem'in yediği badem sayısı: _____

4. Sayfa 4'e geç. 40 dakikalık bir sınavda geçen süreyi ve kalan süreyi elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C
1	GEÇEN SÜRE	KALAN SÜRE	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL
2	7		
3	8		
4	9		
5	10		
6			

B13= 40-A13 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Kalan süreyi geçen süreye göre genel olarak nasıl ifade edersin?

Geçen süre: x ise

Kalan süre: _____

5. Yasemin her gün kitap okumaktadır. Annesi, Yasemin'in okuduğu sayfa sayısından 7 fazla, babası ise 2 katının 1 eksiği kadar sayfa okumaktadır. Yasemin'in, annesinin ve babasının okuduğu sayfa sayılarını elektronik tabloda göster. Oluşturduğun tablodaki bilgileri ve formülleri aşağıya yaz.

	A	B	C	D	E
1	YASEMİNİN OKUDUĞU SAYFA SAYISI	ANNESİNİN OKUDUĞU SAYFA SAYISI	BABASININ OKUDUĞU SAYFA SAYISI	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL (ANNESİ İÇİN)	ELEKTRONİK TABLODAKİ FORMÜL (BABASI İÇİN)
2	10				
3	11				
4	12				
5	13				
6					

B25= A25+7 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Annesinin okuduğu sayfa sayısını Yasemin'in okuduğu sayfa sayısına göre **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Yasemin'in okuduğu sayfa sayısı: x ise Annesinin okuduğu sayfa sayısı:_____

C31= A31*2-1 elektronik tabloda yazılabilecek bu formül neyi ifade eder?

Babasının okuduğu sayfa sayısını Yasemin'in okuduğu sayfa sayısına göre **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Yasemin'in okuduğu sayfa sayısı: x ise Babasının okuduğu sayfa sayısı:_____

6.

	A	B
1	1	=A1+6
2	2	=A2+6
3	3	=A3+6

Yukarıda verilen elektronik tablo çalışma sayfasını inceleyerek çalışma sayfasına karşılık gelen bir problem cümlesi yaz.

7.

	A	B
1	3	=A1*4+3
2	4	=A2*4+3
3	5	=A3*4+3

Yukarıda verilen elektronik tablo çalışma sayfasını inceleyerek çalışma sayfasına karşılık gelen bir problem cümlesi yaz.

8.

	A	B	C
1	8	=A1-2	=A1*3
2	9	=A2-2	=A1*3
3	10	=A3-2	=A1*3

Yukarıda verilen elektronik tablo çalışma sayfasını inceleyerek çalışma sayfasına karşılık gelen bir problem cümlesi yaz.

Excel çalışma kitabının ismine, adını soyadını ve tarihi yazarak kaydet.

EK O- DEĞİŞKEN 2 ‘SORULANI BUL’

SORULANI BUL-PROBLEMLER

Bir Excel çalışma sayfası aç.

- 36 kişilik bir sınıfta kızların sayısı erkeklerin sayısından 4 fazladır. Buna göre bu sınıfta kaç erkek öğrenci vardır? _____
 Problemdeki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz.
 Aşağıda erkek öğrencilerin sayısına x denilmiştir, kızların sayısını **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Erkeklerin sayısı: x ise

Kızların sayısı: _____

- Aslı, Cem ve Tarkan ellerindeki kâğıda birer sayı yazmıştır. Üçünün yazdığı sayıların toplamı 50'dir. Cem'in yazdığı sayı, Aslı'nın sayısından 3 eksiktir. Tarkan'ınki ise Aslı'nınkinden 8 büyüktür. Aslı'nın sayısı kaçtır? _____
 Problemdeki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz.
 Aşağıda Aslı'nın sayısına x denilmiştir, Cem ve Tarkan'ın sayısını **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Aslı'nın sayısı: x ise

Cem'in sayısı: _____

Tarkan'ın sayısı: _____

- Suat, annesi ve babası günde toplam 81 sayfa kitap okumaktadır. Babası Suat'ın bir günde okuduğu sayfadan 5 sayfa fazla, annesi ise Suat'ın okuduğu sayfa sayısının 2 katı sayfa kitap okuyor. Suat kaç sayfa kitap okumaktadır? _____
 Problemdeki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz.
 Aşağıda Suat'ın okuduğu sayfa sayısına x denilmiştir, annesi ve babasının okuduğu sayfa sayısını **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Suat'ın okuduğu sayfa sayısı: x ise

Annesinin okuduğu sayfa sayısı: _____ Babasının okuduğu sayfa sayısı: _____

- Bir marketteki ekmeklerin, sakızların ve çikolataların sayısının toplamı 300'dür. Sakızların sayısı ekmeklerin sayısının 4 katından 4 eksiktir. Çikolataların sayısı ise ekmeklerin sayısının 3 katıdır. Buna göre ekmeklerin sayısı kaçtır? _____
 Problemdeki bilgileri kullanarak elektronik tabloda çöz.
 Aşağıda Suat'ın okuduğu sayfa sayısına x denilmiştir, annesi ve babasının okuduğu sayfa sayısını **genel** olarak nasıl ifade edersin?

Ekmeklerin sayısı: x ise

Sakızların sayısı: _____

Çikolataların sayısı: _____

Excel çalışma kitabının ismine, adını soyadını ve tarihi yazarak kaydet.

EK P- KLİNİK GÖRÜŞME SORULARI**SORU 1**

İlk önce aşağıdaki ifadeyi oku ve daha sonra sorulan soruları elektronik tabloda cevapla.

- Gözde'nin ve Yiğit'in bilyelerinin sayısının toplamı 90'dır. Yiğit'in bilyelerinin sayısı Gözde'nin bilyelerinin sayısının 5 katından 6 eksiktir.

Öğretmen soruları

Buna göre Gözde'nin bilyelerinin sayısı kaçtır?

Buna göre Yiğit'in bilyelerinin sayısı kaçtır? Elektronik tabloda yazdığın formül nedir?

Gözde'nin ve Yiğit'in bilyelerinin sayısını cebirsel olarak/ harf sembolü ile nasıl ifade edersin?

Eğer Gözde ve Yiğit'in bilyelerinin sayısının toplamı 90 ise bunu cebirsel olarak nasıl ifade edersin?

SORU 2

İlk önce soruyu oku ve daha sonra sorulan soruları elektronik tabloda cevapla.

- Selma'nın, Orhan'ın ve Mustafa'nın yaşları toplamı 100'dür. Orhan'ın yaşı Selma'nın yaşından 3 fazla, Mustafa'nın yaşı Selma'nın yaşının 2 katından 3 eksiktir.

Öğretmen soruları

Buna göre Selma'nın yaşı kaçtır?

Buna göre Orhan'ın yaşı kaçtır? Elektronik tabloda yazdığın formül nedir?

Buna göre Mustafa'nın yaşı kaçtır? Elektronik tabloda yazdığın formül nedir?

Selma'nın, Orhan'ın ve Mustafa'nın yaşlarını cebirsel olarak/ harf sembolü ile nasıl ifade edersin?

Eğer Selma, Orhan ve Mustafa'nın yaşları toplamı 100 ise bunu cebirsel olarak nasıl ifade edersin?

SORU 3

İlk önce aşağıdaki ifadeleri oku ve altındaki boşluğa bu ifadeyi cebirsel olarak yaz.

1. Bir sayının 3 katının 5 eksiği

2. Koray'ın defterlerinin sayısı, Ümit'in defterlerinin sayısından 8 fazla

3. Bir miktar kuru pasta 3 kişiye paylaştırılırsa kişi başına düşen kuru pasta

4. Leyla'nın kalemlerinin sayısı Mehmet'in kalemlerinin sayısının 6 eksiği

SORU 4

Aşağıda bazı cebirsel ifadeler bir tabloda verilmiştir. Bu cebirsel ifadelere ait nasıl bir cümle yazabileceğini düşün ve bulduğun ifadeyi tabloda karşısına yaz.

4.b+1	
a+9	
5.x-4	
6. y	

KAYNAKÇA

- Abramovich, S., (2007). Uncovering hidden mathematics of the multiplication table using spreadsheets, *Spreadsheets in Education (eJSiE)*, 2(2), 158-176.
- Abramovich, S. ve Nabors, W. (1997). Spreadsheets as generators of new meanings in middle school algebra. *Computers in the Schools*, 13(1), 13 – 25.
- Ainley, J. (1996). Purposeful context for formal notation in a spreadsheet environment. *Journal of Mathematical Behavior*, 15, 405-422.
- Ainley, J. (1999). Doing Algebra-Type Stuff: Emergent algebra in the primary school. *Proceedings of the 23rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2 (pp. 9–16). Haifa: Israel Institute of Technology.
- Ainley, J., Bills, E. ve Wilson, K. (2004). Purposeful Algebraic Activity (Research Report) University of Warwick.
- Ainley, J., Bills, L. ve Wilson, K. (2005). Designing spreadsheet- based tasks for purposeful algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10(3), 191- 215.
- Akkan, Y. (2009). “İlköğretim öğrencilerinin aritmetikten cebire geçiş süreçlerinin incelenmesi.” Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akkan, Y. ve Çakıroğlu, Ü. (2012). Doğrusal ve ikinci dereceden örüntüleri genelleştirme stratejileri: 6-8. sınıf öğrencilerinin karşılaştırılması. *Eğitim ve Bilim*, 37(165), 104-120.
- Aksoy, N: C., Çalık, N. ve Çınar, C. (2012). Excel ile Matematik Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Fonksiyon Grafikleri Çizimi Üzerine Etkisi, X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 27-30 Haziran, Niğde, Türkiye.
http://kongre.nigde.edu.tr/xufbmek/dosyalar/tam_metin/pdf/2504-30_05_2012-23_48_11.pdf adresinden 8 Mart 2013 tarihinde alınmıştır.
- Arzarello, F., Bazzini, L. ve Chiappini, G. (1995). The construction of algebraic knowledge: Towards a socio-cultural theory and practice. *Proceedings of the 19th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, 19(1), p.120. Recife, Brasil.

- Asquith, P., Stephens, A., C., Knuth, E., J. ve Alibali, M., W. (2007). Middle school mathematics teachers' knowledge of students' understanding of core algebraic concepts: equal sign and variable. *Mathematical Thinking and Learning*, 9(3), 249–272.
- Axiak, C. (2003). Developing algebraic notation through number patterns. *Journal of Maltese Education Research*, 1(1), 73-95.
- Baker, J. ve Sugden, S., J. (2003). Spreadsheets in education: The first 25 years, *Spreadsheets in Education*, 1(1), 18-43.
- Baki, A., Karataş, İ. ve Güven, B. (2002). Klinik mülakat yöntemi ile problem çözme becerilerinin değerlendirilmesi. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, ODTÜ, 15-18 Eylül, Ankara.
- Baki, A. ve Öztekin, B. (2003). Excel yardımıyla fonksiyonların öğretimi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 11(2), 325-338.
- Bardini, C., Radford, L. ve Sabena, C. (2005). Struggling with variables, parameters, and indeterminate objects or how to go insane in mathematics. *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 2, 129-126. Melbourne, Australia.
- Baroudi, Z. (2006). Easing students' transition to algebra. *Australian Mathematics Teacher*, 62(2), 28- 33.
- Baş, S., Erbaş, A., K. ve Çetinkaya, B. (2011). Öğretmenlerin Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Cebirsel Düşünme Yapılarıyla İlgili Bilgileri. *Eğitim ve Bilim*, 36(159), 41-55.
- Bills, L., Wilson, K. ve Ainley, J. (2005). Making links between arithmetic and algebraic thinking. *Research in Mathematics Education*, 7(1), 67-81.
- Bills, L., Ainley, J. ve Wilson, K. (2006). Modes of Algebraic communication moving from spreadsheets to standart notation. *For the Learning of Mathematics*, 26(1), 36-41.
- Bishop, J. (2000). Linear geometric number patterns: Middle school students' strategies. *Mathematics Education Research Journal*, 12(2), 107-126.
- Booth, L., R. (1988). Children's difficulties in beginning algebra. In A. F. Coxford (Eds.). *The Ideas of algebra k-12*, 20–32. Reston, VA: NCTM.

- Cai, J., Lew, H. C., Morris, A., Moyer, J. C., Ng, S. F. ve Schmittau, J. (2005). The development of students' algebraic thinking in earlier grades: A cross- cultural comparative perspective. *ZDM: International Reviews on Mathematics Educations*, 37 (1), 5- 15.
- Cai, J., ve Moyer, P. (2008). Developing algebraic thinking in earlier grades: Some insights from international comparative studies. In C. E. Greenes (Ed.), *Algebra and algebraic thinking in school mathematics* (pp. 169-179). Reston, VA: NCTM.
- Coleman, J., L. (2008). The development of understanding of the concept of variable in grade seven beginning algebra students: the role of student interaction. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Queen's Üniversitesi.
- Confrey, J. ve Lachance, A. (1999). Transformative teaching experiments through conjecture-driven research design. In A. E. Kelly and R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 231-265). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dede, Y. (2005). Değişken kavramı üzerine. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 1(13), 139-148.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003a). Değişken kavramının öğretimi: harf sembollerinin farklı kullanımları. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(6), 39-51.
- Dede, Y. ve Argün, Z. (2003b). Matematik öğretiminde elektronik tabloların kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(14), 113-131.
- Dede, Y., Yalın, H. ve Argün, Z. (2002). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanılgıları. UFBMEK 16-18 Eylül, ODTÜ, Ankara.
- Dekker, T. ve Dolk, M. (2011). From arithmetic to algebra. *Secondary Algebra Education*, 69-87.
- Dettoni, G., Garuti, R. ve Lemut, E. (2001). From arithmetic to algebraic thinking by using a spreadsheet, In R. Sutherland, T. Assude, A. Bell and Lins (Eds.), *Perspectives on school algebra* (pp.191-207). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Dogbey, J. ve Kersaint, G. (2012). Treatment of variables in popular middle-grades mathematics textbooks in the USA: Trends from 1957 through 2009. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*, 2(1), 1-30.
- Engelhardt, P. V., Corpuz, E. G., Ozimek, D. J. ve Rebello, N. S. (2003). The teaching experiment - What it is and what it isn't. *Paper presented at the Physics Education Research Conference*, Madison, WI.
- Ginsburg, H.P.(1981). The Clinical interview in psychological reseach on mathematical thinking: aims, rationales, techniques. *For the learning of mathematics*, 1(3), 4-11.
- Gray, S. S., Loud, B. J. ve Sokolowski, C. P. (2009). Calculus students' use and interpretation of variables: algebraic vs. arithmetic thinking. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 9 (2), 59–72.
- Hargreaves, M., Shorrocks-Taylor D. ve Threlfall J. (1998). Children's strategies with number patterns, *Educational Studies*, 24 (3), 315-331.
- Hargreaves, M., Shorrocks-Taylor, D. ve Threlfall, J. (1999). Children's strategies with number patterns. In A. Orton (Ed.), *Pattern in the teaching and learning of mathematics* (pp. 67-83). London and New York: Cassell.
- Haspekian, M. (2003). Between arithmetic and algebra: a space for the spreadsheet? Contribution to an instrumental approach. *Proc. of the 3th Conf. of the European Society for Research in Mathematics Education*. Pisa, Italy: CERME.
- Haspekian, M. (2005). An “Instrumental Approach” to study the integration of a computer tool into mathematics teaching: the case of spreadsheets. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 10, 109–141.
- Healy, L. &Sutherland, R. (1990). The use of spreadsheets within the mathematics classroom. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 21(6), 847-862.
- Heid, M. K. ve Blume, G. W. (2008). Algebra and function development. In M. K. Heid and G. W. Blume (Eds.), *Research on technology and the teaching and learning of mathematics: Research syntheses* (Vol. 1, pp. 55–108). Charlotte, NC: Information Age.
- Heid, M. K., ve Zbiek, R. M. (1995). A technology-intensive approach to algebra. *Mathematics Teacher*, 88(8), 650-656.

- Herbert, K. ve Brown, R. (1997). Patterns as tools for algebraic reasoning. *Teaching Children Mathematics*, 3, 340-344.
- Işıksal, M. ve Aşkar, P. (2003). Elektronik tablolar ve dinamik geometri yazılımı kullanarak çalışma yapraklarının geliştirilmesi. *İlköğretim-Online*, 2(2), 10-18. www.ilkogretim-online.org.tr (10 Mayıs 2012)
- Jones, K. (2005). Using spreadsheets in the teaching and learning of mathematics: A research bibliography, *MicroMath*, 21(1), 30-31.
- Jones, L. (1993). Algebra in the primary school. *Education*, 21(2), 27-31.
- Kaput, J. (1999). Teaching and learning a new algebra. In E. Fennema and T. Romberg (eds.), *Mathematics Classrooms that Promote Understanding*, Erlbaum, Mahwah, NJ, 133-155.
- Kieran, C. ve Drijvers, P. (2006). The co-emergence of machine techniques, paper-and-pencil techniques, and theoretical reflection: a study of CAS use in secondary school algebra. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 11, 205-263.
- Lannin, J. K. (2001). Developing middle school students' understanding of recursive and explicit reasoning. Dissertation Abstracts International. (UMI No: 3006621)
- Lannin, J. K. (2003). Developing algebraic reasoning through generalization. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 8(7), 342-348.
- Lannin, J. K. (2005). Generalization and justification: The challenge of introducing algebraic reasoning through patterning activities. *Mathematical Thinking and Learning*, 7(3), 231-258.
- Lannin, J. K., Barker, D. D. ve Townsend, B. E. (2006). Recursive and explicit rules: How can we build student algebraic understanding? *Journal of Mathematical Behavior*, 25, 299-317.
- Lesh, R. A. ve Kelly, A. E. (1999). Multi-tiered teaching experiments. In A. E. Kelly and R. A. Lesh (Eds.), *Handbook of research design in mathematics and science education* (pp. 197-230). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ley, A. F. (2005). A cross-sectional investigation of elementary school student's ability to work with linear generalizing patterns: The impact of format and age on accuracy and strategy choice. *Masters Abstract International*, 44 (02), 124. (UMI No: AAT MR07303)

- Malisani, E. ve Spagnolo, F. (2009). From arithmetic thought to algebraic thought: the role of “variable”. *Educational Studies in Mathematics*, 71(1), 19-41.
- Martinez, J., G., R., (2002). Building conceptual bridges from arithmetic to algebra, *Mathematics Teaching in the Middle School*, 7(6), 326-332.
- Mason, J. (1996). Expressing generality and roots of algebra. In N. Bednarz, C. Kieran and Lee, L. (Eds.), *Approaches to algebra: Perspectives for research and teaching* (pp. 65–86). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- MEB, TTKB. (2009). *İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü Basım Evi.
- Mor, Y., Noss, R., Hoyles, C., Kahn K. ve Simpson G. (2006). Designing to see and share structure in number sequences. *The International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13(2), 65-78.
- Nathan, M., J. ve Koellner, K. (2007). A Framework for understanding and cultivating the transition from arithmetic to algebraic reasoning. *Mathematical Thinking and learning*, 9(3), 179–192.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Özdemir Erdogan, E. (2010). Elektronik Tablo ve Matematik Eğitimi. *Proc. of the 3th International Computer and Instructional Technologies Symposium*, (Vol 1, pp.142). Trabzon, Turkey: ICITS.
- Özdemir Erdoğan, E. (2013). Excel ile matematik öğretebilir miyiz? *Eğitimci*, 18 (Mart 2013), 26-29, Vize Yayıncılık.
- Palabıyık, U. ve Akkuş İspir, O. (2011). Örüntü temelli cebir öğretiminin öğrencilerin cebirsel düşünme becerileri ve matematiğe karşı tutumlarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 111-123.
- Philipp, R., A. (1992). The many uses of algebraic variables. *Mathematics Teacher*, 85(7), 557-561.
- Ploger, D., Klinger, L. ve Rooney, M. (1997). Spreadsheets, patterns, and algebraic thinking. *Teaching Children Mathematics*, 3, 330-334.
- Rojano, T. (1996). Developing algebraic aspects of problem solving within a spreadsheet environment. In N. Bednarz, C. Kieran and L. Lee (Eds.), *Approaches to algebra* (pp.137-145). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

- Rojano, T. ve Sutherland, R. (1993). Towards an algebraic approach: The role of spreadsheets. *Proceedings of the 17th International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, 1, 188-197. Tsukuba, Japan.
- Rojano, T. ve Sutherland, R. (1994). Towards an algebraic notion of function: the role of spreadsheets. In D. Kirshner (Ed.), *Louisiana proceedings of the XVI annual meeting of the North American chapter of the international group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp 278-284). Baton Rouge, Louisiana: Louisiana State University.
- Rojano, T. ve Sutherland, R. (1997). Pupils' strategies and the Cartesian method for solving problems: the role of spreadsheets. *Proceedings of the 21st International Conference for the Psychology of Mathematics Education*, 4 (pp. 72-79). Lathi: University of Helsinki.
- Rosnick, P. (1981). Some misconceptions concerning the concept of variable. Are you careful about defining your variables? *Mathematics Teacher*, 74(6), 418-420.
- Sasman, M. C., Linchevski, L. ve Olivier, A. (1999). The influence of different representations on children's generalisation thinking processes. In J. Kuiper (Ed.), *Proceedings of the 7th Annual Conference of the Southern African Association for Research in Mathematics and Science Education* (pp. 406-415). Harare, Zimbabwe: University of Harare.
- Schoenfeld, A. ve Arcavi, A., (1988). On the meaning of variable. *Mathematics Teacher*, 81(6), 420-427.
- Soylu, Y. (2006). Öğrencilerin değişken kavramına vermiş oldukları anlamlar ve yapılan hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 211-219.
- Stacey, K. (1989). Finding and using patterns in linear generalizing problems. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 147-164.
- Stacey, K. ve MacGregor, M. (1997). Ideas about symbolism that students bring to algebra. *Mathematics Teacher*, 90(2), 110-113.
- Steffe, L. P. (1991). The constructivist teaching experiment: Illustrations and implications. In E. Von Glasersfeld (Ed.), *Radical constructivism in mathematics education* (pp. 177-194). Boston, MA: Kluwer Academic Press.

- Steffe, L., P. ve Thompson, P., W. (2000). Teaching experiment methodology: Underlying principles and essential elements. In R. Lesh and A. E. Kelly (Eds.), *Research design in mathematics and science education*, 267- 307. Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Swafford, J. O., ve Langrall, C. W. (2000). Grade 6 students' preinstructional use of equations to describe and represent problem situations. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 89–112.
- Swan, P. (2003). Patterns in mathematics, grades 3-6: Investigating patterns in number relationships. Didax Educational Resources; Revised edition.
- Tabach, M. (2011). Symbolic generalization in a computer intensive environment: The case of Amy. *Paper presented at CERME 7— The seventh conference of European Research in Mathematics Education*, Rzeszow, Poland.
- Tabach, M., Hershkowitz, R. ve Arcavi, A. (2008). Learning beginning algebra with spreadsheets in a computer intensive environment. *Journal of Mathematical Behavior*, 27, 48–63.
- Tall, D. (1992). The transition from arithmetic to algebra: Number patterns or proceptual programming? *New Directions in Algebra Education*. Brisbane: Queensland University of Technology, 213-231.
- Tanırlı, D. ve Yavuzsoy Köse, N. (2011). Lineer şekil örüntülerine ilişkin genelleme stratejileri: görsel ve sayısal ipuçlarının etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 36(160), 184-198.
- Thomas, M. O. J. (2001). Building a conceptual algebra curriculum: The role of technological tools. In H. Chick, K. Stacey, J. Vincent and J. Vincent (Eds.), *The future of the teaching and learning of algebra* (Proceedings of the 12th ICMI Study Conference, pp. 582–589). Melbourne, Australia: The University of Melbourne.
- Trigueros, M. ve Ursini, S. (1999). Does the understanding of variable evolve through schooling? *Proceedings of the 23th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 273-280. Haifa, Israel.
- Türk Dil Kurumu. (2000). Matematik Terimleri Sözlüğü. Ankara.

- Türk Dil Kurumu. (2011). Büyük Türkçe Sözlük. <http://tdkterim.gov.tr/bts/> adresinden 17.05.2011 tarihinde alınmıştır.
- Ursini, S. ve Trigueros, M. (2001). A model for the uses of variable in elementary algebra, *Proc. 25th of the Int. for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 327-334, Utrecht, Netherland: PME.
- Usiskin, Z. (1995). Why is algebra important to learn? *American Educator*, 19, 30-37.
- Usiskin, Z. (1999a). Conceptions of school algebra and uses of variables. In Coxford A.F. and Shulte A.P. (Eds.), *The ideas of algebra k-12*, (pp. 8-19). Reston, Va: NCTM.
- Usiskin, Z. (1999b). Why is algebra important to learn? In B. Moses (Ed.), *Algebraic thinking grades k-12*, (pp. 22-30). Reston, VA: NCTM.
- Vale, I. ve Cabrita, I. (2011). Learning through patterns: A powerful approach to algebraic thinking. *The Proceedings of the 18th Annual Conference of the European Teacher Education Network*, 63-69. Finland, Helsinki.
- Wagner, S. (1981). Conservation of equation and function under transformations variable. *Journal for Research in Mathematics Education*, 12, 107-118.
- Wagner, S. (1983). What are these things called variables? *Mathematics Teacher*, 76(7), 474-479.
- Weinberg, A., D., Stephens, A., C., McNeil, N., M., Krill, D., E., Knuth, E., J. ve Alibali, M., W. (2004). Students' initial and developing conceptions of variable. Paper presented at the Annual meeting of the American Education Research Conference, San Diego, CA.
- Wilson, K. ve Ainley, J. (2007). Teachers' practices with spreadsheets and the development of algebraic activity. *Proc. of the 5th Conf. of the European Society for Research in Mathematics Education*. Larnaca, Cyprus: CERME.
- Wilson, K., Ainley, J. ve Bills, L. (2004). Spreadsheet generalising and paper and pencil generalising. *Proceedings of the 28th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 441-448. Bergen, Norway.
- Wilson, K., Ainley, J. ve Bills, L. (2005). Spreadsheets, Pedagogic Strategies and the Evolution of Meaning for Variable. In Chick, H. L. and Vincent, J. L. (Eds.). *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 4, 321-328. Melbourne, Australia.

- Yeşildere, S. ve Akkoç, H. (2010). Algebraic generalization strategies of number patterns used by pre-service elementary mathematics teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 1142–114.
- Yeşildere, S. ve Akkoç, H. (2011). Matematik Öğretmen Adaylarının Şekil Örüntülerini Genelleme Süreçleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30, 141-153.
- Zazkis, R., ve Hazzan, O. (1998). Interviewing in mathematics education research: Choosing the questions. *Journal of Mathematical Behavior*, 17(4), 429–239.
- Zazkis, R. ve Liljedahl, P. (2002). Generalization of patterns: The tension between algebraic thinking and algebraic notation. *Educational Studies in Mathematics*, 49(3), 379–402.