KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TEMEL EĞİTİM ANABİLİM DALI
SINIF EĞİTİMİ BİLİM DALI

İLKOKUL 4.SINIF MATEMATİK DERSİNDE DİENES İLKELERİNE GÖRE DÜZENLENMİŞ ÖĞRETİMİN ÖĞRENCİ BAŞARISI VE KALICILIĞINA ETKİSİ: DEĞİŞKEN KAVRAMI ÖRNEĞİ

Mehmet SAYGILI

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Özlem Doğan TEMUR

Kütahya, 2020

Yemin Metni

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum "İlkokul 4. Sınıf Matematik Dersinde Dienes İlkelerine Göre Düzenlenmiş Öğretimin Öğrenci Başarısı ve Kalıcılığına Etkisi: Değişken Kavramı Örneği" adlı çalışmanın, tarafımdan bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım kaynakların "Kaynaklar" bölümünde gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

25/06/2020

Mehmet SAYGILI

Kabul ve Onay

Mehmet SAYGILI'nın hazırlamış olduğu "İlkokul 4. Sınıf Matematik Dersinde Dienes İlkelerine Göre Düzenlenmiş Öğretimin Öğrenci Başarısı ve Kalıcılığına Etkisi: Değişken Kavramı Örneği" başlıklı yüksek lisans tez çalışması, jüri tarafından lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddelerine göre değerlendirilip oybirliği ile kabul edilmiştir.

25/06/2020

Prof. Dr. Özlem DOĞAN TEMUR (Danışman) ______________________

Dr. Öğr. Üyesi Serap AKBABA DAĞ ______________________

Prof. Dr. Gökhan ÖZSOY ______________________

Prof. Dr. Şahmurat ARIK

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

Ön Söz

Matematik ve hayat iç içedir. Günlük yaşantısında her insan farkında olarak veya olmayarak cebiri ve cebirsel düşünceyi kullanır. Cebirin temel kavramlarından biri de değişken kavramıdır. Öğrenciler bu kavramın öğrenilmesinde çeşitli zorluklar yaşarlar. Araştırmada matematiğin efsane isimlerinden biri olan Zoltan Paul Dienes'in öğrenme teorisine göre düzenlenmiş öğretimle değişken kavramının öğretilmesi ve bu öğretimin başarıya ve kalıcılığa olan etkisi araştırılmış ve sonuçlar paylaşılmıştır.

Tez aşamasına gelmemde ve araştırmanın gerçekleştirilmesinde katkısı olan birçok değerli insana teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Ders ve araştırma süreci boyunca yanımda olan desteğini her daim hissettiğim bana bilimsel bakış açısı ve çalışma disiplini kazandıran değerli danışman hocam Prof. Dr. Özlem DOĞAN TEMUR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ders sürecinde benim için yapılabilecek her şeyi yapan ellerinden gelen tüm yardımı gösteren değerli hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Muhammet ÖZDEN'e, Doç. Dr. Metin DEMİR'e, yüksek lisans serüvenimin başlamasında desteğini hissettiğim değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Serap AKBABA DAĞ'a ve yüksek lisansa başladığım günlerde yönlendirmeleriyle doğru yolu bulmamda yardımı dokunan Doç. Dr. Turan TEMUR'a çok teşekkür ederim.

Ayrıca tez jürisinde yer alarak çalışmamızı zenginleştiren değerli hocalarım Prof. Dr. Gökhan ÖZSOY'a ve Dr. Öğr. Üyesi Serap AKBABA DAĞ'a teşekkür ederim.

Araştırmanın uygulama aşamasında bana okulunun kapılarını açan Karasınır İlkokulu Müdürü Sayın Baki İNANÇ'a minnet ve şükranlarımı sunarım. Uygulamamda ellerinden gelen yardımı gösteren 4-A, 4-B sınıfı öğretmenleri Bayram ŞAL ve Mevlüt DEĞİRMENCİ'ye teşekkür borçluyum. Deney grubu olan 4-B sınıfı öğrencilerine araştırmaya olan katkıları için teşekkür ederim.

Araştırmamın çeşitli aşamalarında katkısı olan ve bana gerekli olan yardımları gösteren sınıf öğretmeni Arzu TARMAN'a, değerli arkadaşlarım ve dostlarım sınıf öğretmeni Ömer GÜLEÇ'e, sınıf öğretmeni Yılmaz TUĞRUL'a, rehber öğretmen Onur Emre KAYABAŞI'na, mühendis Okan YILMAZ'a ve diğer öğretmen arkadaşlarıma teşekkür borçluyum.

Hayatım boyunca her daim yanımda olan, kendisinden önce beni ve kardeşlerimi düşünen bizi okutmak için sabahlara kadar mesaiye kalan ve ikiz olarak dünyaya geldiğim doğumdan bu yana bizi büyütmek için çektiği onca sıkıntıya rağmen bir kere hayıflanmayan biricik anneme;

Aynı şekilde gölgesini her daim hissettiğim ve orada huzur bulduğum bizden hiçbir şeyini esirgemeyen bizi okutmak için her daim çırpınan, yüksek lisansa başlamamda ilk kıvılcım olan biricik babama;

Bana ve ikizime hiçbir zaman kıyamayan küçüklükte olduğu gibi her daim elimizi tutan ve elinden gelen yardımı gösteren biricik ablam Hanife YILDIRIM'a;

Benim için enişteden öte bir abi olan ve sıkıntıya düştüğüm her an yanımda bulduğum Lokman YILDIRIM'a;

Dünyaya ikiz olarak gelmeyi nasip eden Allah'a şükrederek hayatım boyunca bana yalnız kalmanın nasıl bir duygu olduğunu yaşatmayan yeri geldiğinde birlikte ağlayıp birlikte güldüğüm, hayatımın her anının en büyük destekçisi canım ikiz kardeşim Fehim SAYGILI'ya;

Son olarak bu hayyatta en büyük şansım olan bu sürecin başından sonuna kadar bana olan inancını, desteğini, ilgisini hiçbir zaman eksik etmeyen, umutsuzluğa her kapıldığımda benim umut ışığım, güç kaynağım olan biricik eşim, hayat arkadaşım, her şeyim Özgül SAYGILI'ya;

İthaf ediyorum…

Mehmet SAYGILI

İçindekiler

Şekiller Dizini

Tablolar Dizini

Kısaltmalar

Bkz	: Bakınız
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
NCTM	: Matematik Öğretmenleri Ulusal Konseyi
TDK	: Türk Dil Kurumu

Özet

İlkokul 4.Sınıf Matematik Dersinde Dienes İlkelerine Göre Düzenlenmiş Öğretimin Öğrenci Başarısı ve Kalıcılığına Etkisi: Değişken Kavramı Örneği

Bu araştırmanın amacı, ilkokul 4. sınıf matematik dersinde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığına etkisini belirlemektir. Araştırma, ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 öğretim yılında Konya ilinin Güneysınır ilçesinin Karasınır İlkokulu'nda bulunan yansız atama yöntemiyle deney ve kontrol grubu olarak belirlenen 4-A ve 4-B sınıfı öğrencileri oluşturmuştur. Deney grubunun matematik dersleri Dienes ilkelerine, kontrol grubunun ise müfredata göre işlenmiştir. Araştırmanın başında ön test, sonunda son test olarak ve son testten 1 ay sonra öğrenilenlerin kalıcılığının tespit edilmesinde araştırmacı tarafından geliştirilen 29 sorudan oluşan "Değişken Kavramı Başarı Testi" kullanılmıştır. Grupların denel işlem öncesi puanları arasnda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık çıkmamış ve grupların denk oldukları gözlenmiştir. Gruplara uygulanan denel işlem sonrası grupların son test ve kalıcılık testlerinden elde edilen puan ortalamaları karşılaştırıldığında Dienes ilkelerine dayalı öğretimin yapıldığı deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Deney grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunurken kontrol grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Deney ve kontrol gruplarının kendi içinde son test ve kalıcılık testinden elde ettikleri puan ortalamaları karşılaştırıldığında deney grubunun kalıcılık testi puan ortalamasının son test puan ortalamasına göre düştüğü, kontrol grubunda ise yükseldiği görülmüştür. Ancak iki durumda istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Deney ve kontrol gruplarının erişi puan ortalamalarında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Buna göre deney grubunda uygulanan Dienes ilkelerine dayalı öğretimin kontrol grubunda müfredata göre uygulanan öğretime göre başarıyı arttırdığı ve kalıcı öğrenme sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Dienes ilkeleri, değişken kavramı, ilkokul.

Abstract

The Effect Of İstruction Based On Dienes Principles to Students' Achievement And its Permanence İn The Elementary School Fourth- Grade Mathematics Courses: An Example Of The Variable Concept

The aim of this research is to determine the effect of the “Variable Concept Teaching”, which is designed according to the “Principles of Dienes”, on the student success and the permanence of acquisition in 4th grade mathematics course. The research is designed according to the semi-experimental pattern with pretest-posttest control group. In the 2018-2019 academic year, 4-A and 4-B classes from Karasınır Primary School, located in Güneysınır Konya, have been determined as an experimental and control group by the neutral assignment method and have become the study group of the research. Mathematics lessons are tought according to Dienes principles in the Experimental Group, while in the Control Group they are tought according to the curriculum. For both groups, pre-test was used at the beginning of the research but at the end of the research post test and “Variable Concept Achievement Test” after one month from the post test was applied for the groups. "Variable Concept Achievement Test" is a test developed by the researcher and consists of 29 questions to measure the permanence of what is learned. Before the experimental process, there was no statistically significant difference between the scores of the groups. It was observed that the groups were equivalent. After the experimental process applied to the groups, the average scores obtained from posttest and permanence tests of the groups were compared. As a result of this comparison, it was observed that there was a statistically significant difference in the Experimental Group where teaching based on Dienes Principles was conducted. When the pretest and posttest average scores of the groups are examined, there is a statistically significant difference in the Experimental Group, while there is no statistically significant difference in the average scores of the Control Group. When the average of the scores obtained from the posttest and permanence test of both groups was exanined, it was observed that the permanence test average score of the Experimental Group decreased, compared to the posttest average score and increased in the Control Group. However, it was not statistically significant in two cases. When the average access scores in both groups were examined, a statistically significant difference was found in favour of the Experimental Group. It was observed that teaching based on Dienes Principles applied in the Experimental Group increased the success and provided permanent learning compared to the teaching conducted in line with the cirriculum applied in the Control Group. Accordingly, ıt is concluded that teaching based on Dienes Principles increases success and provides permanent learning.

Keywords: The principles of Dienes, the concept of variable, primary school.

Birinci Bölüm

Giriş

Problem Durumu

Matematikte pek çok önemli öğrenme alanı vardır, bunlardan biri de cebirdir (Palabıyık ve Akkuş-İspir, 2011). National Council of Teacher of Mathematics (NCTM), cebirin erken çocukluk döneminden başlanarak öğretilmesi gerektiğini belirtmiştir (NCTM, 1998). Cebir için Lacampagne (1995), matematiğin dilinin cebir olduğunu ve o dilin temel kavramlarının öğrenilmesinin birçok konunun öğrenilmesini kolaylaştıracağını, öğrenilememesinin ise birçok kapıyı kapatacağını, bu kapılardan birinin de kariyer kapısı olabileceğini ifade etmiştir. Cebir ve cebirsel düşünce sadece matematiğin değil, aynı zamanda hayatımızın da bir parçasıdır. Günlük yaşamımızdaki problem çözümlerinden diğer bilimlerde karşılaştığımız problem çözümlerine kadar her yerde cebir ve cebirsel düşünce bulunur (Dede, Yalın ve Argün, 2002). Cebirsel düşünce ve yorumunun oluşabilmesinin ön koşulu ise cebirin önemli kavramları arasında bulunan değişken ve denklem kavramlarının anlaşılmasıdır (Knuth, Alibali, McNeil, Weinberg ve Stephens, 2005).

Akgün (2006), cebir ve değişkenin matematik için ne kadar önemli olduğunun üzerinde durarak değişken kavramının matematik derslerinde bilhassa cebirde oynadığı kilit role değinmiş ve öğrencilerin öğrendiği her şeyin temelinde bu kavramın bulunduğunu ifade etmiştir. Bu doğrultuda Schoenfeld ve Arcavi (1988) cebirin ve ileriki matematiksel kavramların öğrenilmesi için değişken kavramının öğrenilmesinin şart olduğunu belirtmişlerdir.

Değişken kavramı eğitim hayatımızın ilkokul yıllarından üniversite yıllarına kadar geçen sürede matematik öğrenimimizdeki en önemli kavramlardan birisidir (Hircsh ve Lappan,1989). Değişkenler içerik olarak çok geniştir ve yüksek matematiğin, temel fonksiyonları, denklemleri ve karmaşık örnekleriyle çalışma olanağı sağlar (Wagner,1983). Değişken kavramı, cebirin öğrenilmesi ve öğretilmesi için zorunludur. Aynı zamanda bu kavram aritmetikten cebire geçişin alt yapısını oluşturur (Philipp, 1992).

Yapılan araştırmalar, öğrencilerin cebirsel denklemlerde zorlandığını ve cebirsel denklemlerde bulunan değişken kavramını anlamada zorluk çektiklerini göstermektedir (Akgün, 2007; Dede, Yalın ve Argün, 2002; Küchemann, 1981; Macgregor ve Stacey, 1997; Philipp, 1992; Rosnick, 1981; Schoenfeld ve Arcavi 1988; Soylu, 2006; Soylu, 2008; Usiskin, 1988; Wagner, 1983). Ayrıca derslerde değişken kavramı üzerinde çok az durulmakta ve bu durum da değişken kavramının öğrenilmesini olumsuz etkilemektedir (Dede, Yalın ve Argün, 2002). Arcavi ve Schoenfeld (1988) bununla ilgili olarak değişken kavramının aritmetikten cebire geçişlerde temel görevi gördüğünü ve kavramın böylesine önemli bir görevine rağmen birçok matematik müfredatında basit bir terim olarak görülüp çok az örnekle geçiştirildiğini belirtmişlerdir.

Değişken kavramının öğrenciler tarafından iyi öğrenilememesinin birçok sebebi olmasına karşın bu sebeplerin çözülmesinde başrolü öğretmen oynar. Çünkü verilen eğitimin kalitesini öğretmenlerin sahip olduğu mesleki bilgi belirler (Baki, 2013) ve her ne kadar eğitimler öğrenciler üzerinden yürütülse de eğitimleri hayata geçirenler öğretmenlerdir (Aydın, 2010). Bu nedenle öğretmenler, öğrenciler tarafından kavranması güç olan kavramları öğrencilerin anlayabilmesi için daha itinalı davranmalıdır.

Ana bir kavram olmasına rağmen değişken kavramı öğrenciler tarafından hayatla ilgisi olmadığı düşünülen ve soyut kalan bir kavram olduğu için kavrama karşı bir önyargı oluşmakta bu da kavramın öğrenilmesini güçleştirmektedir (Soylu, 2006).

Yaşamda büyük bir öneme sahip olan matematiğe karşı geliştirilen önyargı ve korku ülkemize has bir durum değildir. Bu durum aynı zamanda matematiğin kendisinde var olan bir özelliktir. Diğer ülkelerde bulunan eğitimci ve matematikçiler de matematik dersini sevdirmenin ve matematik dersini çekici hale getirmenin peşindedirler. Ülkemizde verilmekte olan matematik eğitiminin sıkıntıları ise matematiğin yapısından çok okullarımızdaki matematik öğretiminden kaynaklanmaktadır. Bilhassa gerçek hayattan uzak ve yavan bir şekilde yapılan öğretim, ölçmede kullanılan alışılagelmiş yaklaşımlar öğrenci başarısının beklenen başarıya ulaşmasını engelliyor. Bundan daha önemlisi de matematiğe karşı önyargılı kişilerin yetişmesine sebep oluyor (Umay, 1996). Dienes bu konuyla ilgili olarak matematik eğitiminin, matematiğin mantıksal doğasının genel kabulünden dolayı kasvetli bir durumda olduğunu vurgulayarak sıkı bir yeniden incelemeye ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır (Bart, 1970). Ayrıca matematik dersleri öğrenciler için sıkıcı bir ders olarak görülmekte ve öğrencilerin bir an önce bitsin gözüyle baktıkları bir ders olabilmektedir. Dienes, yaptığı bir söyleşide matematiğin okullarda sıkıcı olarak görülmesinin sebebini okulların gerçek bir matematik eğitimi verememeleri olarak ifade etmiştir (Sriraman ve Lesh, 2007).

Özellikle matematik dersi gibi pek çok soyut kavramı bünyesinde barındıran derslerin öğrenciler tarafından zor ve korkutucu olarak algılanmasının temelinde kullanılan yöntemlerin, bu soyut kavramların gerçek anlamını öğrenci zihninde layıkıyla canlandırılamaması yatmaktadır. Dolayısıyla öğrenme ortamları öğrencilerin somut deneyim yaşayarak tüm duyu organlarını kullanabileceği ve öğrenmeyi öğrenebileceği yöntemlerle donatılmalıdır. Çünkü matematiğin konusu soyut kavramlardan ve bunların kendi arasındaki ilişkilerden oluşur. Matematik bilim olarak soyutlama bilimidir ve matematikte bulunan kavramlar soyutlama sonucu elde edilir (Altun, 2001). Bundan dolayı bir kavramın öğrenilmesi soyutlamaya ve dolayısıyla tüm matematiksel birikime dayanmaktadır (Dienes, 1960). Soyutlamanın matematikte bulunan kavramların öğrenilmesinde bu kadar önemli bir yere sahip olduğu düşünüldüğünde değişken kavramının öğrenilmesi daha da önemli hale gelmektedir. Çünkü değişkenlerin matematikteki tüm soyutlamaların temelini oluşturduğu iddia edilmiştir (Eisenberg, 1991; Akt: Ursini ve Triquerous, 1997).

Matematikte bulunan soyutlama ve genellemelerle ilgili en büyük vurguyu yapanlardan birisi de Zoltan Paul Dienes'tir (Sarı, 2015). Dienes, bilişsel kuramcılardan biridir ve direk olarak matematiğin öğrenilmesiyle ilgilenmiştir. Öğrenme sürecine öğrencilerin faal olarak katılması gerektiğini savunmuştur. Matematiğin iyi bir meslek sahibi olabilmek için öğrenilmesi görüşüne karşı çıkmış ve matematiğin kendine özgü güzellikleri olan bir sanat olarak öğrenilmesini savunmuştur (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012).

Dienes, kendisi tarafından oluşturulmuş malzemelerle deney yapmış ve buna benzer malzemelerin kullanımı için bir takım prensipler ortaya atmıştır (Dienes ve Golding, 1971). Bu prensipler, kendi adıyla anılan Dienes prensipleridir. Sriraman ve English (2005) matematiğin öğrenilmesinde Dienes ilkelerinin, matematik öğretimi literatüründen ayrı düşünülemeyeceğini, Dienes ilkelerinin matematik öğrenme ve öğretiminin dışında matematiksel ifadelerin genellenmesinde, soyutlanmasında önemli bir yerinin olduğunu belirtmişlerdir. Dienes, öğrencilerde matematiksel kavramların oluşmasının psikodinamik bir sürece bağlı olduğunu belirterek öğrencinin öğrenme tecrübelerini sırasıyla bu prensiplere göre planlanması gerektiğini ifade etmiştir (Dienes, 1960). Dienes daima matematiğin öğrenilmesinin izlenerek değil, öğrencinin fiziksel ve zihinsel olarak etkin katılımının sağlanmasıyla mümkün olacağını belirtmiştir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012; Post ve Reys, 1979; Post, 1981).

Ernest (1986), matematik öğretimindeki başarının önemli bir bölümünün öğrencilerin derse aktif katılımının sağlanmasına bağlı olduğunu belirtmiştir. Oyunlar aktif katılımı sağlamaktadır. Bu nedenle Piaget, Bruner ve Dienes gibi psikologlara göre oyun oynamak öğrenmeye katkı sağlar. Bilhassa matematik öğreniminde oyun oynamanın ayrı bir önemi vardır. Ayrıca öğrencilerin kelime dağarcıklarının genişlemesinde ve problem çözme becerilerinin artmasında oyunun rolü büyüktür (Çakmak, 2000). Öğrencilerin matematiğe gönül vermeleri için oyunlarla birlikte oyunlardan öğretici neticeler çıkarmaları ve sentez yapmaları sağlanmalıdır. Bu da ancak matematik öğretiminde oyunların kullanılmasıyla mümkündür (Soylu, 2001).

Umay (2002), oyunların büyük oranda matematikten oluştuğunu, matematiğin ise tamamının oyundan oluştuğunu ifade etmiştir. Ayrıca Dienes matematik öğretiminin tamamının oyunla başlaması gerektiğini savunmuştur (Dienes, 1963; Akt: Rowe, 2001).

İlkokulda Piaget'e göre somut işlemler döneminde olan öğrencinin, öğrenciler tarafından soyut olarak algılanan değişken kavramını öğrenmesinin güç olacağı düşünülmektedir. Matematik dersindeki kavramların soyutlama sonucu elde edildiğini ve soyutlamaya dair en büyük vurguyu yapanlardan birirnin Zoltan Paul Dienes olduğu düşünüldüğünde, değişken kavramının Dienes ilkelerine dayalı yapılacak öğretimle öğrenilmesinin, kavramın öğrenimini kolaylaşacağı düşünülmektedir. Ancak en önemli unsurlardan biri Dienes'in de dediği gibi öğrencinin bu öğrenme sürecine etkin bir şekilde katılımını sağlamaktır. Bunun da en önemli yolu oyundur. Çünkü ilkokul çağındaki çocuklar oyun oynamaktan çok büyük keyif alırlar. Dienes ilkeleri de oyunla başladığı için öğrencilerin etkin katılımının sağlanmasında çok büyük etkiye sahip olacağı söylenebilir. Bu sayede Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin değişken kavramının öğrenilmesini kolaylaştıracağı düşünülmektedir.

Mevcut araştırmada, ilkokul 4.sınıf matematik dersinde Dienes İlkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığı üzerindeki etkisi incelenmeye çalışılmıştır.

Problem Cümlesi ve Alt Problemler

İlkokul 4.sınıf matematik dersinde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığına etkisi nedir?

Bu ana problem doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

- Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun erişi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
- Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

Araştırmanın Amacı

Bu araştırma, ilkokul 4.sınıf matematik dersinde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığına etkisini incelemeyi amaçlamaktadır.

Araştırmanın Önemi

Matematikte pek çok önemli öğrenme alanı vardır, bunlardan biri de cebirdir (Palabıyık ve Akkuş-İspir, 2011). National Council of Teacher of Mathematics (NCTM), cebirin erken çocukluk döneminden başlanarak öğretilmesi gerektiğini belirtmiştir (NCTM, 1998). Ayrıca NCTM, öğrencilerde cebirsel düşüncenin gelişiminde lisedeki öğrenimin yetersiz kaldığını belirtmiş ve bu yetersizliğin kaynağının ilkokul ve ortaokuldaki aritmetik ve cebir öğretimindeki yetersizlik olduğunu ifade etmiştir (NCTM, 2000). Cebirin içerisinde birçok kavram bulunur. Bu kavramlardan biri de değişken kavramıdır. Değişken kavramı ise matematikteki diğer kavramların oluşturulmasında önemli bir yere sahiptir (Gökkurt, Şahin ve Soylu, 2016). Akgün (2006), cebir ve değişkenin matematik için ne kadar önemli olduğunun üzerinde durarak değişken kavramının matematik derslerinde bilhassa cebirde oynadığı kilit role değinmiş ve öğrencilerin öğrendiği her şeyin temelinde bu kavramın bulunduğunu belirtmiştir. Bu doğrultuda Schoenfeld ve Arcavi (1988) cebirin ve ileriki matematiksel kavramların öğrenilmesi için değişken kavramının öğrenilmesinin şart olduğunu ifade etmişlerdir.

Değişken kavramı matematikte bulunan önemli kavramlardan biridir ve matematiğin tüm konularını etkileyebilir. Değişken kavramının bu önemine rağmen kavramın öğreniminde ve öğretiminde sıkıntıların yaşandığı görülmektedir. Bu sıkıntıların başında değişken kavramının öğrenciler tarafından hayatla ilgisi olmayan soyut kalan bir kavram olması gelmektedir. Bu sıkıntıların giderilmesi için değişken kavramının anlam ve anlamlarının bilinip kavramın öğretimi için gerekli modellerin öğrenilmesi gerekir (Dede, 2005).

Son yıllarda matematik eğitiminde yaşanan gelişmeler öğrencileri formül ve kural ezberlemeye itmek yerine öğrencinin formül ve kurala kendilerinin ulaşabileceği etkinliklere dikkat çekmektedir. Bu bağlamda etkinliğe dayalı öğretim ön plana çıkmaktadır (Gürbüz ve Toprak, 2014). Suydam ve Higgins'e

(1977) göre öğretim sürecinin etkinliğe dayalı olmasının en büyük avantajı öğrencinin öğrenme sürecine etkin olarak katılmasıdır. Bu katılım öğrenciyi hem bedensel hem de zihinsel olarak etkin kılmaktadır. Ainsworth'a göre (2006) matematik öğrenme ve öğretme süreci daha özel öğretim teknik ve stratejilerinden oluşmalıdır. Tytler (2003), bu öğretim tekniklerinin öğretmence verilecek açıklayıcı düşünce ve ipuçlarıyla öğrencinin sürekli etkin kalmasını sağlayıcı olması gerektiğini belirtmiştir. Bu teknikler öğrencilerin matematikte bulunan kavramları gerçek hayatla ve amaçlarla ilişkilendirmelerini sağlamış olacaktır. Bu öğretim yöntemlerinden biri de Dienes ilkelerine dayalı yapılacak öğretim yöntemi olacağı düşünülmektedir.

Dienes ilkeleri öğrenciyi öğretim sürecine aktif olarak katılımını sağlamada, öğrenilecek kavramların gerçek hayatla ilişkilendirilmesinde ve kavramların soyutlanmasında en etkili öğretim yöntemlerinden biridir. Sarı'ya göre (2015) matematikte bulunan soyutlama ve genellemelerle ilgili en büyük vurguyu yapanlardan birisi de Zoltan Paul Dienes'tir.

Değişken kavramı soyutlamanın temelini oluşturmakla birlikte tüm matematik konularını etkileyebilmektedir. Bu yüzden değişken kavramının öğrenilmesi önemlidir. Buna göre Dienes ilkelerine dayalı yapılacak değişken kavramı öğretiminin, kavramın öğrenilmesini kolaylaştıracağı düşünülmektedir. Alan yazında değişken kavramı üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde genelde değişken kavramının öğrenilmesinde yaşanan zorluklara ve yanılgılara yer verildiği görülmüş, değişken kavramının öğretilmesine yönelik çalışmaların sınırlı kaldığı gözlenmiştir. Ayrıca değişken kavramının cebirin önemli kavramlarından biri olması ve cebirin öğrenme alanı olarak karşımıza ilk çıktığı sınıf seviyesinin altıncı sınıf olması, yapılan araştırmaların çoğunun ortaokul ve üstü sınıf seviyelerini kapsamasına, ilkokulda yapılan araştırmaların sınırlı kalmasına neden olduğu görülmüştür. Hâlbuki cebirin temelleri, ilkokul yıllarında çeşitli kavramlar üzerinde durularak atılır. Bu kavramlardan biri de değişken kavramıdır (MEB, 2015). Van De Wall, Karp ve Bay-Williams (2016), öğrencilerin ilkokulda değişkenlerin çeşitliliği ile ilgili tecrübe yaşamalarının, ileriki sınıf seviyeleri için önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple araştırmanın hem ilkokulda yapılması hem de değişken kavramının Dienes ilkeleriyle öğretilmesinin amaçlanması bakımından, araştırmanın ayrıca önemli olacağı düşünülmüştür.

Çünkü alan yazına bakıldığında ülkemizde Dienes ilkelerine dayalı öğretimin yapıldığı çalışmaların da sınırlı olduğu görülmüştür.

Bu nedenle ilkokul 4.sınıf matematik dersinde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığına etkisini incelemeyi amaçlayan bu araştırmanın önemli olduğu, alana katkı sağlayacağı ve matematik dersinin diğer konularında da kullanılmasına örnek teşkil edeceği düşünülmüştür. Ayrıca bu yaklaşımın öğretmen ve öğrencilerin değişken kavramı ile ilgili yaşadıkları sıkıntıları azaltacağı ve çalışmanın sonuçlarının merak uyandıracağı düşünülmektedir.

Sayıltılar

Araştırma sırasında kontrol altına alınamayan istenmedik değişkenler deney ve kontrol gruplarını aynı oranda etkilemiştir.

Sınırlılıklar

Bu araştırma;

2018-2019 öğretim yılında Konya ili, Güneysınır ilçe merkezindeki Karasınır İlkokulu 4-A ve 4-B sınıflarına devam eden öğrencilerden elde edilen verilerle,

Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretim yöntemiyle,

Deney grubunda uygulamaların araştırmacı tarafından yapılmış olmasıyla,

2018 Matematik Öğretim Programında yer alan değişken kavramını içeren beş kazanımla sınırlıdır.

Tanımlar

Kalıcılık: Öğrenilen bilgilerin unutulmama ve belirli bir zaman sonra bile hatırlanmasıdır.

Cebirsel Düşünme: Nicel durumları betimleyerek değişkenler arasında bulunan ilişkiyi ortaya çıkarabilme yeteneğidir (Driscoll, 1999).

Matematiksel Soyutlama: Bir kavramın farklı yollarla, farklı koşullarda ve benzer yapılarda yaşatılarak, kavramın bir fiziksel modele bağlı olunmadığının görülerek yaşantılardan ortak olan özelliklerin soyutlanmasıdır (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012).

Manipülatifler: Bir kavramın öğrenilmesini kolaylaştırmak amacıyla veya bir problemin çözümü kolaylaştırılırken kullanılan nesneler veya nesneler takımı (Baki, 2018).

Yapılandırıcılık ilkesi: Çocukların kendi deneyimlerinden yola çıkarak bir kavrama ait yapılarını farklı bileşenlerden inşa etme eğilimidir (Dienes, 1960).

Dinamiklik ilkesi: Kavram oluşumunun bir dinamik süreç içerisinde ilerleyerek ardışık devirler halinde devam ettiği bir süreçtir (Dienes, 1960).

Matematiksel Değişkenlik İlkesi: Değişken içeren kavramlar, olası en fazla değişken sayısını içeren deneyimlerle öğrenilmesidir (Dienes, 1960).

Algısal Değişkenlik İlkesi: Kavram oluşumundaki özgün değişkenlerin etki alanının mümkün olduğunca geniş olmasını sağlamak aynı kavramsal yapının algısal denklerinin mümkün olduğunca çok formunda sunulmasıdır (Dienes, 1960).

Dördüncü Sınıf Matematik Ders Kitabı: Yakın Çağ yayınları tarafından hazırlanmış Milli Eğitim Bakanlığı tarafından onaylanmış öğrencilere yardımcı olması için kullanılan kitaptır.

Kuramsal Çerçeve

Matematik nedir?

Bir bilim dalı olan matematiğin insanlık tarihi kadar bir mazisi ve iniş çıkışlarla dolu uzun bir yaşantısı vardır. Bilinen ilk tarihi yıllarda "matematik" kelimesinin kullanılıp kullanılmadığı net bir şekilde bilinmemektedir. Bu kelimenin nerede, ne zaman kullanıldığı ve biçimlendiği bilinmemesine rağmen insanlar tarafından her zaman kullanıldığı değişmez bir hakikattir. Günümüzde ise matematik kelimesi herkes tarafından bilinerek kullanılmaktadır (Nasibov ve Kaçar, 2005).

Matematik, insanlar için iyi bir meslek sahibi olmak ve güzel bir yaşam elde etmek için daima önemli bir yere sahip olmuştur. Matematik insanlar tarafından hayatın ve dünyanın anlaşılmasında, hayata ve dünyaya dair fikirlerin oluşturulmasında bir araç olarak görülmüştür (Ernest, 1991). "Matematik nedir?" sorusuna günümüze kadar herkesin hemfikir olabileceği bir tanım verilememiştir. Çünkü matematikle ilgili yapılan tanımlar kişilerin matematikten beklentilerine, tutumlarına ve matematikle ilgili geçirdikleri yaşantılardan dolayı matematiğin bir yüzünü yansıtmaktadır (Hardy, 1996).

Nasibov ve Kaçar'a (2005) göre her dönemin kendine has sorunları vardır ve matematikçiler bu sorunları matematiksel sistemler kullanarak çözmeye çalışmışlardır. Zaman ilerledikçe daha farklı sorunlar ortaya çıkmış, bu sebeple de matematiğin farklı taraflarının ve karakteristik özelliklerinin ortaya çıkmasıyla daha evvel tanım olarak kullanılmış olan ifadeleri yeni döneme uyarlama zorunluluğu doğmuştur. Böylelikle, "matematik nedir?" sorusuna döneme bağlı olarak kullanılmış tanımlar ortaya çıkmıştır ancak bunlar kabul edilemezdir. Bu nedenle "matematik nedir?" sorusuna matematiğin tüm özelliklerini içeren ve bütün dönemleri kapsayacak bir tanımın olduğunu belirtmek mümkün değildir.

Günümüzde ise matematik görkemli bir mimariye sahip ve akustiği olan yüksek, ihtişamlı bir yapıya benzetilebilir. Bu yapının yapımında birçok bilim insanının yardımı olmuştur. Bu bilim insanlarının geneli zamanla bir milleti temsil etmekten çıkarak dünyayı temsil eder konuma gelmişlerdir (Nasibov ve Kaçar, 2005).

Kurt'a göre (2010) matematik büyüklük, küçüklük, şekil ve miktarlar arasındaki bağlantıyı sayı ve semboller kullanarak inceleyen bilimdir. Olkun ve Toluk-Uçar (2012), günlük yaşamda kullandığımız matematiğin insanın doğayı matematize etme gayretinin bir ürünü olduğunu belirtmişlerdir. Türk Dil Kurumu [TDK] (2019) matematiği aritmetik, cebir ve geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanan, niceliklerin özelliklerini inceleyen bilim dalı olarak açıklamıştır.

Matematik nedir? sorusuna verilen cevaplara genel olarak bakıldığında bir tarafta matematiği bir amaç olarak gören görüş bulunurken diğer tarafta matematiği bir araç olarak gören görüşün bulunduğu görülmektedir. İlk görüş matematiğin insan hayatının devam etmesini sağlayan bir bilim olduğunu savunurken, ikinci görüş matematiğin düşünme ve doğruya ulaşma aracı olduğunu savunmuştur (Hardy, 1996). Görüldüğü gibi matematik tanımları çeşitlilik göstermiştir.

Bu çeşitlilikte kişilerin matematiği nasıl tanımladıkları ve nasıl algıladıklarına dair düşünceleri şu şekilde toparlanabilir (Baykul, 2014).

- Matematik günlük yaşamdaki sorunları çözmede kullanılan bir hesaplamadır.
- Matematik sembolleri kullanabilen bir dildir.
- Matematik kişilerin üst düzey düşünmesini sağlayan üst düzey bir sistemdir.
- Matematik dünyayı algılamamızda ve çevremizi geliştirmemizde bize yardımcı olan bir sistemdir.
- Matematik soyutlama ve genelleme süreçleriyle gelişen yapı ve ilişkilerden oluşmuş bir sistemdir.

Matematiğin önemi

Matematik düşünceleri geliştiren önemli bir araçtır. Herkesin bildiği gibi insanı diğer canlılardan ayıran özelliği düşünebilmesi ve yaşananları anlamlandırıp kendisine göre düzenleme becerisidir. Bu sebeple matematik eğitimi temel eğitimin önemli parçalarından birisini hatta en önemlisini oluşturur. Matematik eğitiminin pek çok alışılagelmiş işlevi vardır. Fakat bu alışılagelmiş işlevlerin ötesinde matematik eğitimi, gün geçtikçe zorlaşan hayattan zarar görmemizi engelleyen düşünme, olaylar arasında ilişki kurma, akıl yürütme, tahmin etme ve problem çözme gibi becerileri bize kazandırır (Umay, 2003).

Doğayı anlamanın ve yönlendirmenin kilit noktası soyut düşünebilme ve bunun yöntemi olan akıl yürütmedir. Akıl yürütmenin ve soyut düşünmenin yapılabileceği en rahat alan matematiktir. Bu nedenle doğayı anlayıp yönlendirmek için matematik öğrenmek bir gerekliliktir. Bilimin gelişimine katkı sağlamak için maddeyi niceliksel olarak anlayabilmemiz gerekmektedir. Maddeyi niceliksel olarak anlamanın yolu da matematiktir. Bu nedenle de matematik öğrenilmelidir. Bilimin açık ve güvenilir sonuçları ortaya koyması matematikle sağlanacağı için matematik öğrenilmelidir. Matematik net, yalın ve soyut olmasından dolayı insan düşüncesinin sigortasıdır. Bu sebeple matematik öğrenilmelidir (Doğan, 2014).

İnsanlar nasıl ana dillerini okumayı yazmayı öğrenmeden sezgileriyle öğrenebiliyorsa matematiği de sezgileriyle öğrenebilir. Konuşurken nasıl kelimeleri arka arkaya belli kural ve yapılar çerçevesinde sıralayabiliyorsak düşünürken de pek çok matematiksel kavram ve teknik yardımıyla düşünce halkası oluşturabilir, problemlerimize çözümler bulabiliriz. Sayılar ve işlemler aynı dilde bulunan harflere ve dil bilgisi kurallarına benzer. Bizler matematiği alırız ve amaçlarımıza yönelik ondan yararlanırız. Günlük hayatımızda matematik adına konuşulduğunda çoğumuz, gitmek istediğimiz yere vaktinde ulaşabilmek için sabah hangi saatte uyanmamız gerektiğini hesaplamakla başlarız ve günün geriye kalanında da evde, alışverişte, yolda, TV izlerken süren dört işlemli hesaplamaları, sayma hesaplamaları yaparız. Ancak hayatımızdaki matematik sadece bunlardan ibaret değildir. Matematiği kullanmak için illa sayıların olmasına gerek yoktur, günlük hayatımızda düşünürken de matematik kullanıyor olabiliriz. Bir problemin üstesinden gelmek için elimizdekilerden yararlanır ve çözümler buluruz, bulduğumuz çözümlerin sonuçlarını irdeleyerek sonuca en kestirme yoldan ulaşmayı hedefleriz. Şüphesiz her düşünmenin matematiksel olduğunu söyleyemeyiz lakin problem çözmede matematiksel düşünmenin önemini de inkâr edemeyiz (Umay, 1996).

Matematik etkileyici olmasından, bizi doğru bilgiye götürmesinden ve gerçekleri anlamamıza yardımcı olmasından dolayı önemlidir. İnsanların çoğu matematiğin zor olmasından ve zor öğrenilmesinden şikâyetçidir. Hâlbuki güzel olan her şey zor ve değerlidir. Bunlardan biri de matematik olduğundan, matematik tabi ki de zor olmalıdır (Baki, 2006).

Matematik öğretiminin amaçları

Matematik öğretiminin amacı kısaca şu şekilde açıklanabilir: Bireyin gerçek yaşamda ihtiyaç duyacağı matematiksel bilgiyi kazandırmak ve karşılaşacağı problemleri çözebilecek düşünme becerisi kazandırarak problem çözmesini sağlamaktır (Altun, 2002).

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018), Matematik Dersi Öğretim Programı'nın hedeflediği amaçları şu şekilde sıralanmıştır:

Öğrenci;

- Matematiksel becerilerini sürekli geliştirecek ve bu becerileri aktif bir şekilde kullanmayı başarabilecektir.
- Matematiksel kavramları öğrenebilecek ve bu öğrendiği kavramları yaşamında kullanabilecektir.

- Problem çözme aşamasında kendi fikirlerini rahatlıkla ifade edebilecek ve başkalarının fikirlerini değerlendirebilecektir.
- Matematiksel fikirlerini mantık çerçevesinde açıklayabilmek ve paylaşabilmek için matematiksel terminolojiyi ve dili doğru kullanabilecektir.
- Matematiksel dili kullanarak insan ile nesne arasındaki etkileşimi ve nesnelerin birbirleriyle olan etkileşimini anlamlandırabilecektir.
- Düşünme süreçlerinin farkında olabilecek ve onları geliştirip yönetebilecektir.
- Öngörüde bulunma ve akıldan işlem yapma becerilerini aktif bir şekilde kullanabilecektir.
- Kavramları farklı materyaller kullanarak ifade edebilecektir.
- Matematiği öğrenirken tecrübeleriyle matematiğe karşı olumlu tutum sergileyecek ve problem durumlarıyla karşılaştığında kendine güvenen bir yaklaşım sergileyebilecektir.
- Sistemli, dikkatli, sabırlı ve sorumlu olma gibi özelliklerini her geçen gün biraz daha geliştirebilecektir.
- Araştırma yapmaya, bilgi üretmeye ve kullanmaya daha istekli hale gelerek bu becerilerini geliştirebilecektir.
- Matematiğin sanatsal ve estetiksel yanlarının farkına varabilecektir.
- Matematiğin tüm insanlığın bir mirası olduğunu anlayarak ona hak ettiği değeri verecektir.

İlkokulda matematik eğitimi ve öğretimi

Eğitim, kişinin davranışlarında kendi yaşamından yola çıkarak ve isteyerek beklenen yönde meydana getirdiği değişme sürecidir (Ertürk, 2013). Öğretim ise bilgileri, becerileri ve değerleri öğrencinin öğrenebilmesi için ona yol gösterme sürecidir (Gözütok, 2000).

Matematik eğitimi ve öğretimi insan hayatında bir ihtiyaç olmasından ve bilime olan katkısından ötürü gün geçtikçe önemi artan bir meşguliyet olmuştur. Fakat öğrencilerin korktuğu ve önyargıyla yaklaştıkları derslerin başını matematik dersi çekmektedir (Kösece-Loğoğlu, 2016). Nordon’a göre (2002) nasıl ki bir dili bilmeden o dili konuşamıyorsak aynı şekilde matematiği anlamadan da onun hakkında konuşamayız. Buradan da anlaşılacağı gibi matematiğin de kendine ait bir dili vardır ve öğrencilerin en başta o dili öğrenmeleri gerekir. Bundan sonra matematiksel yapılar zorlanmadan keşfedilip öğrenilir. Böylelikle oluşması muhtemel korku ve önyargı engellenir. Bu durumda matematiksel bilgi de diğer bilgilerde olduğu gibi öğrenci merkezli öğretilmesi gerekir. Burada anlatılmak istenen öğretmenin olduğu bir yaklaşımdır. İyi bir öğretim, öğrenme ile sonuçlanabilen, başka bir söylemle öğrenciler üzerinde davranış değişikliği sağlayabilendir. Bu neticeyi elde edebilmek için öğretmen, öğretim sürecinde öğrencilerin bireysel farklılıklarını göz önünde bulundurmalı ve öğretimini öğrenme ilkelerine dayandırmalıdır. Böylelikle öğretim hem öğrencinin öğrenmesiyle sonuçlanır hem de eğitim için araç haline gelir (Yılmaz, 2018).

Matematiğin ne ifade ettiği ve nasıl öğretileceği hususunda son zamanlarda düşüncelerde mühim değişiklikler meydana geldi. Geleneksel matematik öğretiminde matematiksel bilgiler küçük beceri parçalarına ayrılarak öğretmenden öğrenciye sunulur. Öğrencilerden de bu bilgileri alarak alıştırmalarla tekrarlamaları beklenir. Soruların önceden belli olan cevaplama yöntemleri ve tek bir cevabı vardır. Böylelikle en fazla soruyu en kısa yöntemle ve en hızlı şekilde cevap veren öğrenci diğer tüm öğrencilerden başarılıdır. Böyle bir öğretim ortamında öğrenciler pasif bir alıcıdır. En iyi olan ve doğruyu en iyi bilen öğretmenden bunları öğrenmek zorundadır. Bir sebebe bağlı olmayan birçok bağıntı, kural ve simgeler öğrenciye verilir. Böylelikle öğrenciler ezbere dayalı olacak bir öğrenmeye itilir. Netice olarak öğrenciler okulda çözümü yapılmamış problemleri çözemeyecek duruma gelirler. Oysa bu zamanda neredeyse tüm meslekler az da olsa matematik ve matematiksel düşünmeyi gerektirmektedir. Patronlar çalışanlarından daha önce karşılaşmadıkları sorunlara çözüm üretmelerini beklemektedirler. Bu durum kopuk matematiksel durumlardan daha fazla akıl yürütmeyle sorunlara çözüm bulmayı gerektirmektedir. Bu nedenle, matematik eğitimindeki yeni görüş matematiğin tanımıyla da uyumlu olarak yalnızca matematiksel bilgiyi öğrenmek yerine matematik yaparak matematiği öğrenmeyi önemsemektedir. Çünkü öğrenciler matematik yaparken, matematiksel bilgiyle birlikte matematiğin seyredilerek ya da bir kişinin tahtada anlatmasıyla öğrenilemeyecek, sadece o sürecin içerisinde bulunarak kazanılan düşünme becerilerini de geliştirirler. Matematik yaparken bir formülün altında yatan anlam ve ilişkileri öğrenirken, aynı anda matematikte bulunan bir formülün nasıl çıkarılacağını, tanımlara nasıl ulaşılacağını, genellemelerin nasıl yapılacağını ve doğrulanacağını, nasıl akıl yürütüleceğine benzer mühim becerileri de geliştirmiş olurlar (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012).

Stevenson ve Stigler (1992) öğrencilerin okula başladıkları ilk senelerde matematikle ilgili edindikleri tecrübelerin niteliğinin ve genişliğinin sonraki senelerdeki matematik başarısını belirlediğini ifade etmişlerdir. Varol ve Farran (2006), ilk senelerden başlanarak öğrencilere kaliteli, öğrenciyi zorlayan ve başarabileceği bir öğrenme ortamı oluşturulması gerektiğini belirtmişlerdir. Çünkü matematik öğretimindeki ilk seneler sonraki senelerdeki matematik başarısı için kritik öneme sahiptir.

Hatipoğlu (2006), ilkokuldaki matematik öğretiminin öncelikli amacının öğrencilere bu dersi sevdirmek olduğunu söyleyerek bu konuda öğretmenlere büyük sorumlulukların düştüğünü belirtmiştir. Buna ilaveten özellikle ilköğretimin ilk beş senesinde öğrencilerin soyut olan kavramları algılamaları zor olacağından öğretmenin uygun olan öğretim yöntem ve tekniğini seçmesinin önemli olduğunu ifade etmiştir.

Daşcan ve Yetkin (2006), matematikte bulunan kavramların matematiğin doğası gereği soyut olduğunu söyleyerek, çocukların gelişim düzeylerinin bu kavramları anlamaları için yeterli olmadığını ifade etmişlerdir. Bu sebepten dolayı matematikle ilgili kavramların somut ve sonlu yaşam modellerinden esinlenerek tekrar ele alındığını belirtmişlerdir.

Okullardaki matematik eğitimi çocukların gerçek yaşamdaki matematiği anlayabilmelerini, matematiği somut nesne ve resimlerle ifade edebilmelerini sağlayarak sırası geldiğinde onu sembolik dile aktarabilmelerini ve sözel dille de açıklama yapmalarına yardımcı olur (Olkun ve Toluk-Uçar, 2006).

Baykul'a göre (2014) matematiğin yapısına uygun bir öğretim şu amaçlara yönelik olmalıdır:

- Öğrencilerin işlem bilgisinin kavramsal temellerini kazanmalarına,
- İşlem bilgileriyle kavramlar arasında ilişki kurmalarına yardımcı olmaktır.

Etkili bir matematik öğretiminin olabilmesi ve belirtilen amaçlara erişilebilmesi için öğrencilerin matematiği severek ona karşı pozitif tutum benimsemeleri gerekir. Ayrıca etkili bir öğretim ortamının oluşturulması gerekmektedir. Çünkü matematiğin genel olarak soyut kavramlardan ve soyutlama süreçlerinden oluşması öğrenciler tarafından matematiğin öğrenilmesinin zor olarak algılanmasına ve matematik başarısının genellikle düşük olmasına sebep olmaktadır. Bu durumları düzeltmek için öğrencilere öğrenme yöntemlerini ve temel kavramları öğretmek gerekir. Bu da geleneksel matematik eğitimi ile mümkün değildir (Soner, 2005).

Yeni öğretim programlarının en büyük savı bundan sonra vurgunun "öğretmekten" "öğrenmeye" kaydırılmasıdır. Çünkü bundan sonra bilgilerin aktarılamayacağı ancak bireyin aktif olmasıyla bilginin zihinde yapılandırılabileceği düşünülmektedir. Bu onayın ortaya çıkardığı durum öğretmen ile öğrencinin rolleri ile ilgilidir. Öğretmen anlatan olmaktan çıkarak ortamı düzenleyip yöneten rolüne, öğrenci ise dinleyen rolünden çıkarak sürece aktif katılım sağlayan, sorgulayan ve araştırma yapan rolüne geçer. Çocuğun tecrübeleriyle bilgiyi oluşturabilmesi için iyi bir şekilde oluşturulmuş etkinlik ortamlarına gereklilik duyulmaktadır (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012).

Sonuç olarak ilkokul çağındaki bir öğrencinin matematikte bulunan kavramları öğrenebilmesi için öğrenme ortamının öğrencinin gelişim düzeyine uygun düzenlenip, öğretmen tarafından uygun öğretim yöntem ve tekniklerinin seçilmesiyle öğrenmenin daha iyi olacağı düşünülmektedir.

Oyun

Oyun denilince akla her ne kadar çocuklara ve çocukluk dönemlerine ait olan etkinlikler gelse de oyun her yaştaki ve her dönemdeki insanın yaptığı bir etkinliktir (Babayiğit, 2016). Oyun oynayan kişilerin oyunlara sıkılmadan uzun zaman ayırmalarının nedeni, oyunun kişiler üzerinde rahatlatıcı ve gerginliği azaltıcı bir yönünün olmasıdır. Çocuklar hareket ihtiyaçlarını oyunlarla karşılar ve oyunlarla vücutlarındaki organları gelişir. Kişilerin günlük hayatta fiziksel ve zihinsel istekleri bulunur, kişiler bu isteklerini oyun oynayarak karşılar ve rahatlarlar. Bireylerin düşüncelerinin karmaşık hale geldiği ve donuklaştığı durumlar, bireylerin gerilimli olduğu zamanlardır. Gerilimin azalmasıyla dolaşım sistemi sakinleştiği gibi düşüncelerindeki karmaşıklık da giderilir. Oyun ile çocukların psikolojik sorunları ve gerginlik sebepleri uzmanlar tarafından anlaşılabilmektedir. Ayrıca psikolojik sorun yaşayan çocukların oyun terapileriyle sakinleşmeleri sağlanabilmektedir (Çelenk, 2019; Yavuzer, 2000). Oyun hayatımızdaki sınırları kaldırarak bizi özgürleştirir ve biz oyunlarla kendimizden geçeriz (Terr, 1999; Akt: Telman ve Adanalı, 2009).

Torun ve Duran (2014) oyunun her çocuğun yaşamının bir parçası ve vazgeçilmezi olarak görülmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilen Çocuk Hakları Sözleşmesi'nde oyun oynamak, çocuklara ait olan haklardan biri olarak belirtilmiş ve ülkemiz de 1994 yılında çıkardığı bir kanunla bunu uygun bulduğunu belirtmiştir (Çocuk Haklarına Dair Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun, 1994).

Oyunun tanımı

Huizinga'ya göre (1995) oyun bireylerin kendi hür istekleriyle katıldığı gönüllülüğe dayanan bir etkinliktir. Oyunla ilgili yapılmış pek çok tanım bulunmaktadır. Özdemir'e göre (2006) oyun ileriye dönük bir amaca ve doyuma dayanmaksızın, kişinin hoşça vakit geçirmesini sağlayan bir etkinliktir. Yörükoğlu'na göre (2004) oyun çocuğun en önemli işi ve en temel uğraşıdır.

Günümüzde ise artık oyun çoğu eğitimci tarafından öğrenme sanatı olarak görülmektedir (Biriktir, 2008). Çağdaş eğitime göre oyun, öğrencinin derse karşı güdülenmesini arttıran, öğrencinin bilgileri daha kolay ve kalıcı bir şekilde öğrenmesine yardımcı olan, sınıf ortamının eğlenceli ve rahat hale gelmesini sağlayan, öğrencilerin duygu ve düşüncelerini rahatça ifade edebilmesine olanak tanıyan etkinlikler olarak tanımlanmaktadır (Aydın, 2014).

Oyunla ilgili yapılan tanımlara bakıldığında pek çok tanımın yapıldığı ve tanımların kişiden kişiye değiştiği görülür. Oyunun en yaygın tanımı ise kendine özgü kuralları olan, beceri ve kabiliyetleri geliştiren, belirli bir amacı hedefleyen, belli bir ortamda ve zamanda hoşça vakit geçirmemizi sağlayan faaliyetler olarak tanımlanır (Çoban ve Nacar, 2006).

Oyunun eğitim öğretimdeki yeri

Oyunu eğitim öğretimde kullanılabilecek bir araç ve yardımcı bir unsur olarak görme düşüncesi Froebel'e aittir (Gönen ve Dalkılıç, 2000). Oyunun eğitim öğretim sürecine dâhil edilmeye başlandığı dönemler 1980'li ve 1990'lı yılların başlangıcıdır (Squire ve Patterson, 2010). Oyunun eğitim öğretim sürecindeki işlevleri ve katkıları çoğu araştırmada ele alınmıştır. Ayrıca eğitimciler, oyunlarla verilen eğitim öğretim faaliyetlerinin birçok faydasının olduğunu belirtmişlerdir. Eğitim öğretimde kullanılan oyunlar sayesinde öğretim sürecindeki ilgi diri tutulmaktadır. Bu süreçteki oyunlar etkin katılımı gerektiren oyunlar olduğunda öğrencinin bilgiyi daha iyi ve unutmayacak bir şekilde öğrenmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte bu oyunlarda öğrencilerin karar verme ve eleştirel düşünme becerileri de gelişme göstermekte, davranışları da bu süreçten olumlu etkilenmektedir (And, 2007).

Öğrencileri okullardaki sınıflarda bulunan sıkıcı atmosferden, kalıpları ve sınırları belirlenmiş düşüncelerden kurtarıp onlara hayal gücünün, sezginin, duygunun birlikte bulunduğu bir ortam sunmak gereklidir (Bahadır ve Özdemir, 2013). Howard Gardner'in ortaya çıkardığı çoklu zekâ kuramına göre zekânın sadece bir boyuta sahip olmadığı, çok boyutlu olduğu vurgulanmış ve her bireyin farklı seviyelerde, türlerde zekâlara sahip olduğu belirtilmiştir. Kuram farklı zekâ boyutlarına sahip olduğu için oyun, kuram için çok önemlidir. Sınıf ortamında farklı özelliklere, yeteneklere sahip tüm öğrencilerin sahip olduğu yönlerini daha da geliştirmek için oyunlardan yararlanmamız gerekir. Çünkü oyunlar derslerin verimini ve güdülenmeyi arttırıcı etkilere sahip olup farklı zekâ boyutlarına ait oyunların oynanması öğrenciler için öğrenmeyi daha basit hale getirecektir (Aydın, 2014).

İlkokul çağındaki çocukların pek çok gereksinimi vardır. Bu gereksinimlerden en önemlisi oyundur. Oyun gereksinimi karşılanmayan bir çocuğun sağlıklı gelişim göstermesi beklenemez. Çocuklar oyunlar sırasında belirli roller üstlenirler, bu üstlendiği roller ileriki yaşamlarında onların uygun davranışlar sergilemelerine katkı sağlar (Akandere, 2003).

Birey, kendisine hazır verilen bilgileri değil, kendisinin tecrübe ederek ulaştığı bilgileri belleğinde daha iyi yapılandırır. Çocuk gerçek hayattan ziyade oyun esnasında kendi benliğini daha doğru yansıtır. Ayrıca eğitim öğretim sırasında öğretim faaliyetini gerçekleştiren kişiye karşı olan çekingenliğini yenerek kendisini rahat hissedeceği bir ortama girmiş olur. Böylelikle çocuğun derse olan güdülenmesinde ve derste anlatılan konuya karşı olan ilgisinde artış olacaktır. Öğrencinin davranışlarında meydana gelen bu olumlu değişim derslere karşı olan bakış açısının olumlu anlamda değişmesine ve derslerdeki akademik başarısının artmasına katkı sağlayabilir (Torun ve Duran, 2014).

Sonuç olarak oyun öğrencinin öğretim sürecine aktif olarak katılmasını sağlayan en önemli faaliyet olarak düşünülebilir ve öğretim sürecinde kullanılması öğrenilenlerin kalıcılığını arttırabileceği gibi öğrencinin derse olan ilgisini de arttırabilir. Bundan dolayı oyun çocuk için günlük hayatta bir hak olmakla birlikte eğitimin de vazgeçilmez bir unsuru olmalıdır.

Matematik eğitimi ve oyun

Matematiğin bilime olan katkısı ve insan hayatıyla doğrudan olan ilişkisi onun eğitim öğretimde önemli bir yere sahip olmasını sağlamıştır. Fakat matematiğin içinde bulunan çoğu kavramın soyut olması onun anlaşılmasını zorlaştırıp öğrencilerin sevmediği, korktuğu ve temkinli yaklaştığı bir ders haline gelmesine sebep olmuştur. Matematik temelleri ilkokul yıllarında atılan bir ders olmasından dolayı bu yıllarda matematik öğretimini gerçekleştiren sınıf öğretmenlerinin kullandığı öğretim yöntem ve teknikleri çok önemlidir. Öğretmen, öğrencilerden her birinin farklılığını göz önünde bulundurmalı ve dersini ona uygun öğretim yöntemlerini seçerek sürdürmelidir (Kösece ve Taşkaya, 2015; Kösece-Loğoğlu, 2016). Pitino (2004), matematik dersinden korkan öğrencilere matematiğin gerçek yaşamın içinde var olduğu hissettirildiği takdirde bu korkularının azalacağı ve matematik dersinin onlar için daha anlaşılır bir ders haline dönüşeceğini belirtmiştir.

Öğrencilerde, öğrenme olayının nasıl gerçekleşeceği ile ilgili pek çok araştırma yapılmıştır. Yapılan bu araştırmalar, eğitim ortamlarında öğrenmenin en kolay nasıl gerçekleşeceğine ve öğrenme-öğretme tekniklerinin her geçen gün biraz daha gelişmesine katkı sağlamıştır. Öğrenmenin gerçekleşmesine katkısı olan farklı kuramlar mevcuttur. Bu kuramlarla birlikte, oyun yönteminin kullanılması da öğrenmenin kolaylaşmasına katkı sağlar (Altun, 2005).

Çocukların öğrenimine katkı sağlayacak en tabi yöntem oyundur. Matematiksel bilginin oyun haline dönüştürülmesiyle öğrenci, kazanmak için daha fazla sorumluluk alır ve bununla başa çıkmak için elinden geleni yapar (Başün, 2016). Çocuk üzerine düşen sorumlulukların gereğini yaparak oyuna etkin bir şekilde katılım sağlar. Böylelikle öğrencinin kendine olan güveni, motivasyonu, güdülenme düzeyi artmış olur. Bunların artmasıyla birlikte akademik başarısı da artacaktır (Bayırtepe ve Tüzün, 2007).

Oyunu hoşça vakit geçirmeye yarayan bir etkinlik olarak benimsemek doğru olmayan bir düşüncedir. Oyun çocuğun kendi kendine öğrenebilmesine olanak sağlayan ve kolaylıkla kabiliyetlerini yansıtarak gösterebileceği bir eğitim sürecini kapsar. Oyunun en mühim özellikleri oynayanların kuralları belirlemesi, isteğe dayalı olması ve eğlenceli olmasıdır. Matematik eğitiminin faydalı olabilmesi için öğrencilerin etkin katılım göstermesi, öğrenmenin ezbere dayalı olmaması ve grup çalışmasının yapılıyor olması gerekir. Böylelikle oyun ve matematiğin yolları kesişmiş olur (Köroğlu ve Yeşildere, 2002).

Çocuklar için anlamlı ve doğru öğrenmenin yolu onların doğasına en uygun öğrenme yolunu seçmekten geçer. Çocuklar için en uygun öğrenme ilkesi de oyunla öğrenmedir. Çocuklara "oyunla öğrenme" ilkesi temele alınarak verilecek bir matematik eğitimi onların hayatları boyunca kullanacağı matematiği daha iyi öğrenmelerini, daha iyi özümsemelerini ve en önemlisi de matematiği sevmelerini sağlayacaktır (Gelmedi, 2006).

Hayatımızda çoğu sevginin temellerinin ilkokul yıllarında atıldığı düşünülmektedir. Bu sevgilerden biri de matematik sevgisidir. Buna göre ilkokul yıllarında matematik sevgisini öğrencilere kazandırmak için derslerin öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarına göre düzenlenmesi gerekir. Geer (1992) derslerinde oyunu kullanan öğretmenlerin, öğrencilerin derse etkin katılımını sağlamada, güdülenmelerini arttırmada ve öğrencilerin matematik performanslarını etkileyebilecek tecrübeleri yaşatmada daha etkili olacaklarını belirtmiştir.

Özellikle küçük yaşlardaki öğrenciler başta olmak üzere en sevdikleri derslere bakıldığında içerisinde oyun olan derslerin sevildiği görülmektedir. Öğrencilerin genelde beden eğitimi derslerini sevmelerinin altında yatan nedenin de bu olduğu düşünülebilir. Çünkü çocuklar en çok beden eğitimi dersinde oyun oynar. Diğer oyun oynadıkları zamanlardan biri de teneffüslerdir. Dikkat edildiğinde teneffüs zili çaldığında öğrenciler koşarak dışarıya çıkar ya da bu davranışı göstermeye meyilli hal ve hareketlerde bulunurlar. Bunun sebebi teneffüste oynayacakları oyun için sabırsızlanmalarıdır. Aynı şekilde bu oyunun matematik dersinde bulunan kavramlara yönelik olduğunu düşündüğümüzde bu sefer öğrenciler matematik dersleri için sabırsızlanacak ve güdülenmeleri artış gösterebilecektir. Son dönemlerde oyunun matematik eğitiminde de önemi artmış ve matematik derslerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle sadece matematiğin öğrenilmesiyle ilgilenen Zoltan Paul Dienes matematik dersinin oyunla başlaması gerektiğini söylemiştir.

Kavramlar ve matematiksel kavramların öğretimi

Matematik dersi anlaşılması zor bir derstir, bu sebeple öğrencilere olabildiğince sade, anlaşılır ve somut bir şekilde anlatılması gerekir. Bu durum genel olarak kavramların önemini ortaya çıkartırken özel olarak ise matematiksel kavramların önemini ortaya çıkarır. Çünkü matematik öğrenimi ve öğretiminin en temel parçaları matematiksel kavramlardır. Matematiksel kavramların öğretiminin başarılı olmasının ön koşulu ise öğretim faaliyetleri ile öğrencilerin matematiksel düşünce seviyelerinin eşitlenmesidir. Bunun gerçekleşmesini sağlamak için öğrencilerin içinde bulunduğu duyuşsal ve psikolojik durumlarının belirlenip bunun matematiksel düşünce seviyelerine olan etkisinin tespit edilmesi gerekir (Dede, 2003).

Kavram öğretimi

Öğrenciler temel kavramları hayatlarının başlarında öğrenmeye başlarlar. Öğrencilerin gelişimlerinin farklı dönemlerinde ve gerçek yaşamda kavramları birebir eşleme, sayı sayma, sınıflandırma ve ölçme gibi farklı şekillerde yapılandırarak kullanmışlardır. Bir de öğrencilerin öğrendikleri yeni kavramları uygulamaya, daha önce öğrendikleri kavramları genişletmeye ve yenilerini geliştirecek yöntemleri bulmaya çalıştıkları fark edilmiştir (Lind, 1998; Akt: Dede, 2003). Bu anlatımdan kavram ve kavram öğretiminin ne kadar önemli olduğu anlaşılmaktadır. Buradan "kavram nedir?" sorusunu yanıtlayacak olursak kavramlar, düşünmemize yardımcı olan zihinsel araçlardır. Ayrıca fiziksel ve sosyal dünyamızı anlamamıza katkı sağlarken bir yandan da anlamlı iletişim kurmamıza yardımcı olurlar (Senemoğlu, 2011). Genel olarak kavramlar bilginin temelini oluşturmakla birlikte insanların öğrendiklerini sınıflandırmalarını ve düzenlemelerini de sağlarlar. Bir kavramın anlaşılmasının başlıca koşulu tanımının bilinmesidir. Kavramın tanımının bilinmesiyle kavramın adı, anlamı ve ilişkili olduğu başka kavramlar üzerinde işlemler yapılabilir. Kavramlar, nesnelerin özelliklerini, niteliklerini gösterirken diğer nesnelerle olan farklılıklarını, benzerliklerini de gösterirler. Öğretmenlerin kavramları anlatırken öğrencilerin kavramların bu özelliklerini ve birbirleriyle olan bağlantılarını anlayabilecekleri bir şekilde anlatmaları gerekir. Bir kavram öğretilirken aşağıdaki adımlar dikkate alınmalıdır:

- Öğretimin merkezine kavramın tanımı alınmalıdır.
- Kavramın kritik özellikleri belirlenmelidir.
- Kavramın alt ve üst kavramlarla olan bağlantısı belirlenmelidir (Toumasis, 1995).

Matematiksel kavramların öğretimi

Matematik öğretiminde pek çok sorunla karşılaşılır, karşılaşılan sorunların en önemlilerinden biri de temel kavramların öğrenilmesi ve öğretilmesidir. Bu sebepten öğretmenlerin, öğrenciler tarafından kavranılması ve öğrenilmesi güç olan kavramları öğrencilere daha itinalı bir şekilde kavratmaları gereklidir (Soylu, 2006).

Öğrencilere bir kavram öğretilirken kullanılan dil, kavramın öğrenciler tarafından anlaşılması konusunda önemli bir rol üstlenir. Matematiksel kavramların öğretim aşamasının en önemli kısmını kavramların yeni bir ifade ile sunulması oluşturur. Öğrenciler, bildikleri kelimeler üzerine yeni anlamların yüklenmesini ve kendilerine bu şekilde sunulmasını anlamakta zorlanabilirler (Dede, 2003).

Öğretmenler, matematiksel kavramların bir zincirin halkaları gibi birbiriyle ilişkili olduğunu unutmamalıdırlar. Bu zincirde oluşabilecek bir bölünmenin ileriki matematiksel kavramların öğrenimini zorlaştıracağı gibi öğrencilerin matematiğe karşı olan tutumlarını da olumsuz bir şekilde etkileyebileceği unutulmamalıdır. Burada bilhassa ilkokul çağındaki çocuklara matematiksel kavramların mümkün olduğunca somutlaştırılarak verilmesinin gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Böylelikle anlamlı öğrenmenin gerçekleşmesi sağlanırken aynı zamanda ileride öğrenilecek matematiksel kavramların öğrenilmesi ve anlaşılması da sağlanabilir (Swadener ve Soedjadi, 1988).

Cebir ve cebir öğretimi

Matematikte pek çok önemli öğrenme alanı vardır, bunlardan biri de cebirdir (Palabıyık ve Akkuş-İspir, 2011). Van De Wall, Karp ve Bay-Williams

(2016), cebirin anaokulundan 12. sınıfa kadar bütün eyaletlerin standartlarında yerleşmiş bir konu olduğunu ve NCTM'nin ilkeler ve standartlarında yer alan beş içerikten biri olduğunu belirtmişlerdir.

Ülkemizde ilkokul matematik dersi öğretim programına baktığımızda dört öğrenme alanından oluştuğunu ve bunların: Sayılar ve işlemler, geometri, ölçme ve veri işleme olduğunu görürüz. Ortaokul matematik dersi öğretim programına baktığımızda ise toplam beş öğrenme alanından oluştuğunu bunlardan birinin de cebir olduğunu görürüz. Ülkemizde cebirin öğrenme alanı olarak ilk karşımıza çıktığı sınıf seviyesi ise altıncı sınıftır. Bu sınıf seviyesindeki öğrencilerden sayı örüntülerini tamamlamaları ve cebirsel ifadeleri anlamlandırmaları beklenilmektedir. Yedinci sınıfa geçtiğimizde ise iki alt öğrenme alanı karşımıza çıkar: Cebirsel ifadeler, eşitlik ve denklem. Bu sınıfta öğrencilerden cebirsel ifadelerle toplama ve çıkarma yapmalarıyla birlikte eşitliğin anlamını anlamalarını ve birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemlerle problem çözmeleri beklenmektedir. Cebir öğrenme alanına en geniş yer sekizinci sınıfta verilir. Bu sınıf seviyesinde cebirsel ifadeler ve özdeşlikler, doğrusal denklemler, eşitsizlikler konularına yer verilir (MEB, 2018).

Cebirin öğrenme alanı olarak karşımıza ilk çıktığı sınıf seviyesi altıncı sınıf olmasına rağmen cebirin temelleri ilkokul yıllarında atılır. MEB (2015) cebirsel düşüncenin geliştirilmesi için cebirin konularının beklenilmemesi gerektiğini belirterek, cebirsel düşüncenin erken öğrenilmesi gerekliliğini ifade etmiştir. Bu kapsamda MEB Talim Terbiye Kurulu tarafından 2015 yılında yayınlanan ilkokul matematik dersi öğretim programında cebire geçiş, alt öğrenme alanı olarak yer almıştır. Burada örüntüler, matematiksel ifadeler, genellemeler, değişken ve birlikte değişme kavramları üzerinde durulmuştur. Buradaki amaç öğrencileri üst sınıf seviyelerinde bulunan cebir konularında zorluk çekmelerini engellemek ve cebirsel düşüncenin gelişimini sağlamaktır. NCTM'nin de tavsiyeleri bu yöndedir. National Council of Teacher of Mathematics (NCTM), cebirin erken yaşlarda çocuklara öğretilmesini tavsiye etmektedir (NCTM, 1998). NCTM (2000) öğrencilerin tamamının cebir öğrenmesi gerektiğini belirtmiştir. Kaput (1995), ortaokul derslerinde cebirin ayrı bir konu olarak ele alınmasına karşı çıkmış, cebirin ilkokul ve ortaokulun tüm sınıflarında öncelikle örüntüleri genelleme etkinliklerinde ve farklı etkinliklerle gösterilmesini tavsiye etmiştir. Afonso ve

Mc-Auliffe (2019), cebirin lise matematiğinin büyük bir bölümünü oluşturmasına rağmen küçük yaşlardaki öğrencilere gerekli fırsatlar tanınarak cebirsel düşünmenin erkenden başlaması gerektiğini ifade etmişlerdir. Kaya ve Keşan (2014), cebirin temel kavramlarına sahip öğrencilerde cebirsel düşünme ile muhakeme becerilerinin ilkokul çağında gelişmeye başladığını ve bunu cebir öğretiminin takip ettiğini belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilere cebiri öğretirken öğrenme ortamlarının çeşitlendirilerek anlamlı öğrenmelerine katkı sağlayacak etkinliklere yer verilmesinin çok önemli olduğunu vurgulamışlardır.

Matematiğin tüm alanları önemlidir ancak cebir günlük hayatta karşılaşılan problem çözümlerine etkisi bakımından ayrı bir öneme sahiptir (Turgut, 2016). Literatürü incelediğimizde cebirle ilgili yapılmış farklı tanımlara ulaşılır. Sfard (1995), cebiri bir hesaplama birimi olarak tanımlamıştır. Kieran (1992) ise cebiri genel sayı bağlantılarını ve özelliklerini gösteren, denklem ve polinom çözümleri ile işlemlerin işareti gibi konuları sembolize eden matematiğin bir kolu olduğunu ve yalnızca harf sembolleri ile nicelikleri ve sayıları temsil eden değil, aynı zamanda bu sembollerle hesap yapabilen bir araç olduğunu belirtmiştir. Usiskin (1997), cebiri tanımlarken "matematiğin dili" ifadesini kullanmış ve tanımlarken cebirin bilinmeyenler, yer tutucular, formüller, örüntüler ve ilişkiler olmak üzere beş bileşenden oluştuğunu ifade etmiştir. Baki'ye göre (2018) cebir, bilinmeyen değerlerin harflerle temsil edilmesi ve işaretlerin denklem şekline dönüştürülerek genel çözüm yollarının belirtildiği matematik dalıdır. Harezmî cebirle ilgili ilk kitabın yazarıdır ve cebiri bilinmeyenleri bulma sanatı olarak görmüştür. TDK'ye göre (2019) cebir "Artı ve eksi gerçek sayılarla, bunların yerini tutan harfler yardımıyla nicelikler arasında genel bağlantılar kuran matematik kolu." olarak tanımlanmıştır.

Aritmetikte bulunan problemlerin çözümleri sayılarla yapılırken, cebirde bulunan problemlerin çözümleri sembollerle yapılması aritmetik ile cebir arasındaki en önemli farkı ortaya koymaktadır. Cebir daha fazla matematiğin soyutluğunu gözler önüne serer ve matematikte bulunan soyut kavramlar arasında kurulan bağıntı ve problemlerle ilgilenir (Baki, 2018).

Öğrenciler tarafından cebiri öğrenmek; okumak, yazmak ve aritmetik işlemleri yapmak kadar öncelikli bir ihtiyaç olarak görülmeyebilir. Ancak bu durum ilerideki matematik derslerinin anlaşılmasına engel teşkil edebilir hatta üniversite ve birçok kariyer kapılarının kapanmasına sebep olabilir (Williams, 1997). Cebir için Lacampagne (1995), matematiğin dilinin cebir olduğunu ve o dilin temel kavramlarının öğrenilmesinin birçok konunun öğrenilmesini kolaylaştıracağını, öğrenilememesinin ise birçok kapıyı kapatacağını, bu kapılardan birinin de kariyer kapısı olabileceğini belirtmiştir.

Cooper ve Warren (2008), öğrenme sürecinde uygun öğretim yöntemi seçiminin öneminden bahsederek çalışmalarında çoklu gösterimler yardımıyla çoğunlukla ortaokulda verilen cebir konularını ilkokul başlarında ve ortalarında öğretebilmişlerdir. Yapılan etkinlikler yardımıyla cebirin temelini oluşturan kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesi mümkün hale gelir (Yenilmez ve Teke, 2008). Etkinlik temelli öğretim yapan Batdı (2015), öğrencilerin etkinliklerle dersleri daha fazla sevdiğini, derslerdeki konuların anlaşılırlığının arttığını, öğrenilenlerin daha fazla kalıcı olduğunu ve öğrencilerin akademik başarılarının arttığını belirtmiştir. Gürbüz ve Toprak (2014), öğrenciler için hazırlanan somut ortamlar yardımıyla öğrencilerin kendilerini güvende hissettiklerini, derslerin daha eğlenceli hal aldığını ve öğrencilerin güdülenmelerinde artış olduğunu ifade etmişlerdir.

Matematiğin öğretilmesinde önemli unsurlardan biri öğrencilerle kurulacak güçlü bir iletişimdir. Bu sebeple matematiksel iletişimde soyut sembolik ifadelerin kullanıldığı kadar sözlü anlatımdan, yazılı ve görsel ifadelerden ve lüzumlu olduğunda modellerden faydalanmak da çok önemlidir. Öğrencilerin somut deneyimlerden anlamlar oluşturabilmelerine ve soyutlama yapabilmelerine yardımcı olunmalıdır (MEB, 2013).

Akkan (2016), öğrencilerin somut ve resimsel gösterimleri daha iyi anladıklarını belirterek cebirsel düşünmenin başlangıcında öğrencilerin farklı duyularını harekete geçiren soyut matematik kavramlarının yerine kullanmak için tasarlanmış somut materyallerin kullanımının mühim olduğunu belirtmiştir. Şahin (2012) de aynı şekilde matematik öğretiminde bulunan kavramların soyutlanabilmesi için öğrencilerin öncelikle yeterince somut materyallerle etkinlikler yapmaları gerektiğini ifade etmiştir. Buna göre öğrencilere materyal kullanabilecekleri öğrenme ortamları hazırlanmalı ve öğrencilerin kavramların farklı temsil biçimlerini görüp aralarındaki ilişkiyi görmelerine yardımcı olunmalıdır.

Model kullanan öğrencilerin en başta problem çözme, iletişim kurma, akıl yürütme ve ilişkilendirme becerilerinde gelişme olur (MEB, 2013). MacGregor ve Stacey (1997), öğrencilerin akademik başarılarını etkileyen en önemli faktörlerin öğretim teknikleri, öğretim materyalleri ve öğrenme ortamı olduğunu belirtmişlerdir. Radford (2008), cebirsel genellemede başarılı olan öğrencilerin model kullanımından faydalanan öğrenciler olduğunu ifade etmiştir.

Cebirsel yorumun ve cebirsel düşüncenin oluşabilmesinin ön koşulu ise cebirin temel taşlarını oluşturan değişken ve denklem kavramlarının iyi bir şekilde öğrenilmesine bağlıdır (Knuth et all 2005). Akgün (2006), cebir ve değişken kavramının matematik için önemini vurgulamış ve değişken kavramının matematik için önemine ve bilhassa cebir için oynadığı kilit role değinerek kavramın öğrencilerin öğrendiği her şeyin temelini oluşturacağını belirtmiştir. Van De Wall, Karp ve Bay-Williams (2016), matematikte ve cebirde başarılı olmanın sırrının eşitlik ve değişkenleri çok iyi öğrenmekten geçtiğini ifade etmişlerdir. Bu nedenle değişken kavramının öğrenilmesi cebirin ve ileriki matematiksel kavramların öğrenilmesi için gereklidir (Schoenfeld ve Arcavi, 1988).

Değişken kavramı

Matematikte ve günlük hayatın tüm aşamalarında son derece önemli bir konumda bulunan cebir ve cebir öğretiminin temelini değişken kavramı oluşturmaktadır. İlkokul yıllarından üniversite yıllarına kadar birçok önemli kavram olmasına rağmen bu kavramların en önemlilerinden biri değişken kavramıdır (Hircsh ve Lappan, 1989; Philipp, 1992). Wagner (1983), aritmetikten cebire geçerken öğrencilerin karşılaşacağı ilk kavramın değişken kavramı olduğunu belirtmiş ve değişken kavramının bu geçiş sürecinde kritik öneme sahip olduğunu vurgulamıştır. Bu ifadelerden de anlaşılacağı gibi cebir, cebirsel yorum ve cebirsel düşüncenin oluşabilmesinde değişken kavramının çok önemli olduğu söylenebilir.

Değişken kavramının tanımı

Değişken kavramının tarihsel gelişimi incelendiğinde değişken kavramı için net ve belirli bir tanımın olmadığı görülür (Dede, 2003). TDK’ye göre (2019) değişken kavramı, “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 bütünün belli başlı niteliklerini daha basit ve kısa olarak gösterme olanağı veren ölçülebilir büyüklük, parametre" olarak tanımlanmıştır.

Değişken kavramıyla ilgili tarihsel sürece bakıldığında ilk olarak Diophantus üçüncü yüzyılda matematik problemlerinde bilinmeyen niceliklerin yerine sembolleri kullanmaktadır. Descartes ise 16. yüzyılın sonlarında alfabenin başında bulunan harflerin parametreleri, alfabenin sonundaki harflerin değişen nicelikler yerine kullanıldığı bir gelenek oluşturmuştur (Dogbey ve Kersaint, 2012). 18. ve 20. yüzyılın başlarında değişken kavramı için yapılmış tanımlara bakıldığında tanımlarda değişen nicelik ifadesine rastlanmaktadır (Turan, 2013). Bu yüzyıllarda yapılmış Schoenfeld ve Arcavi (1988) tarafından literatürden çıkarılmış bazı değişken tanımları şunlardır:

- "Değişken nicelikler… Devamlı olarak artan veya azalan gibi farz edilen"
- "Anlamı belli olmayan herhangi bir sembol değişken olarak adlandırılır ve anlamları duyarlı olan (kolay etkilenen) çeşitli tanımlamalar değişkenin değeri olarak adlandırılır"
- "Başından sonuna bir matematiksel hesaplama veya araştırma olan bir nicelik, değeri değişen veya değiştirebilen olarak varsayılmaktadır"

Aynı yüzyıllarda Philipp (1992) tarafından literatürden çıkarılmış değişken tanımları şunlardır:

- "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"
- "$x^2+y^2=a^2$ denklemindeki x ve y gibi beraber değişen birbirine bağlı sayılar değişken olarak adlandırılır. Bir değişkenin değeri diğerine bağlı olduğunda, diğerinin fonksiyonu olarak söyleyebiliriz"

Sonsuz küçük Calculus'un bulucuları olan Leibnitz ve Newton tarafından öncelikle değişken kavramı çeşitli nicelikler olarak sunulmuştur. Değişken kavramının gelişimi ile fonksiyon kavramının gelişimi birbirleriyle yakından ilişkilidir. Değişken ile fonksiyon terimlerini ilk defa gündeme getiren Leibniz'dir (Kline, 1972; Akt: Philipp 1992).

Değişken kavramıyla fonksiyon kavramı arasındaki ilişki 20. yüzyılın ortalarına kadar devam etmiştir. Bu dönemdeki birçok kitap sadece bir değeri temsil eden nicelikler ile birden fazla değeri temsil eden nicelikleri ayrı ele almışlardır (Philipp, 1992).

1950'lerin sonlarında, 1960'ların başında matematikte meydana gelen reform hareketleri değişken kavramının tanımında ciddi bir değişim meydana getirmiştir. Bu değişimin etkisi günümüzde de devam etmektedir. Matematik müfredatında bulunan birleştirilmiş kavramlara karşılık, değişken kavramı en baştan beri nasıl öğretildiyse o şekilde öğretilmeye devam edilmiş ve harflerden oluşan tüm sembollere değişken adı verilmiştir (Kieran, 1989). Değişken kavramı artık fonksiyon kavramıyla ilişkilendirilmeyip küme ile ilişkilendirilmeye başlanmıştır. 1950'lerin başından 1980'lerin sonuna kadar yayımlanan matematik ders kitaplarının birçoğunda değişken kavramının ya doğrudan ya da dolaylı olarak tanımının yapıldığı ortaya koyulmuş. Bu değişken en az iki elamanı bulunan bir kümenin rastgele elemanlarından birini gösteren bir semboldür (Tonnessen, 1980). Kieran'a göre (1981) değişken, verilen bir kümenin elemanlarının herhangi bir tanesini ya da hepsini temsil eden harf olarak tanımlanmıştır. Kısaca, hemen hemen harfli sembollerin kullanımlarının tamamı değişkenlerdir. Hatta x+3=7 eşitliğinde x harfi bir değişkendir, zira x tanım kümesi belirtilmemiş olmasına rağmen belirlenebilen bir kümenin elemanlarından herhangi birini temsil eder. X reel, rasyonel, tam, doğal vs. sayılar olabilir. Tanım kümesinin en az iki elemandan oluşması şartıyla x bir değişkendir. Değişken olmayacak tek örnek ise rakamlar veya özel sayıların yerini tutan semboller olur. Örneğin; doğal logaritmanın tabanı e, ışığın hızı c ve π gibi (Philipp, 1992).

21. yüzyıla geldiğimizde değişken kavramı için değişen şeyler, belirli olmayan değerler, belli bir kümenin her elemanına konulabilen simge olarak ifade edildiği görülür. Bu yüzyılda Bardini, Radford ve Sabena (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. Değişkeni

sayı ile yer değiştirebilen cebirsel bir nesne olarak ifade etmişlerdir. Malisani ve Spagnolo (2009), değişkenin fonksiyonel ilişkide "değişen şeyler" olarak tanımlanabileceğini ve böylelikle bir harf, sistematik ilişki açıkça verilmemiş olsa bile çeşitli belirsiz değerler olarak temsil edilebileceğini belirtmişlerdir.

Van De Wall, Karp ve Bay-Williams (2016), ilkokulda değişken kavramının bilinmeyen değerler, değişen nicelikler olarak tanımlanabileceğini ve ilkokul öğrencilerinin buna yönelik tecrübe yaşamaları gerektiğini belirtmişlerdir.

Değişken kavramının farklı kullanımları

Değişkenin farklı kullanımını gösteren farklı çalışmalar vardır. Trigueros ve Ursini (1999) değişkenin kullanımı üzerine fikirlerini şu şekilde belirtmişlerdir:

"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."

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

- 27 = 4x + 3 (yer tutucu)
- 1 = t (1/t) (0 hariç herhangi bir değer aldığında bir kimliği temsil eder)
- A = LW (Bir dikdörtgenin formülü, A alanı, L uzunluğu ve W eni temsil etmektedir.)
- y = 3x (x farklı değerler alabilir ve y değişir.)

Philipp'e göre (1992), değişkenin farklı kullanımları aşağıdaki Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1

Harf Sembollerinin Farklı Kullanımları

Harf Sembollerin Farklı Kullanımları	Örnekler
Etiketler	3f = 1y (3 fit 1 yarda eşittir)'deki f ve y
Sabitler	Π,e,c
Bilinmeyenler	5x – 9 = 91 denklemindeki x
Genelleştirilen sayılar	a + b = b + a eşitliğindeki a ve b
Çeşitli nicelikler	y = 9x – 2 denklemindeki x ve y
Parametreler	y = mx + b denklemindeki m ve b
Soyut semboller	x * e = e * x eşitliğindeki e ve x

Tablo 1'de görüldüğü gibi değişken kavramının farklı kullanımları mevcuttur ve bu da öğrencilerin bu kavramı öğrenmesini güçleştiren bir etmen olarak görülebilir.

Van De Wall, Karp ve Bay-Williams (2016), değişkenlerin bilinmeyen değerler ya da değişen nicelikler olarak kullanılabileceğini ifade etmişler ve genellikle öğrencilerin değişkenleri bilinmeyen bir değer olarak düşündüklerini, değişen nicelikler olabileceklerini akıllarına getirmediklerini belirtmişlerdir. Açık cümle incelemelerinde, □ gösterimi değişkenin bilinmeyen değer kullanımına örnek olarak gösterilebilir. Bir açık cümle ele alırsak □ + □ + 7 = □ + 17 veya bunu eşdeğeri olan n + n + 7= n + 17 çoklu değişkenlerin kullanımında geçerli olan, bir denklemdeki sembol ya da harf nerede kullanılırsa kullanılsın aynı sayıya eşittir. Burada n harfi ve □ işareti 10 sayısının yerine kullanılmıştır. Hikâye şeklinde olan birçok problem, değişkenin özel bir bilinmeyen şeklinde olduğu durumu içerebilir. Örneğin aşağıdaki basit problemdeki gibi:

Defne beş tane çilek yemiş ve Tuna da birkaç tane yemiştir. 12 tane çilekten oluşan kutu boşalmıştır. Tuna kaç tane yemiştir?

Yukarıdaki problem 5+s=12 eşitliğiyle çözülür. Buradaki "s" harfi değişkeni temsil etmektedir.

Van De Wall, Karp ve Bay-Williams (2016), değişkenlerin birden fazla eksik değeri temsil edebileceğini ve bu önemli kavramın öğrenciler tarafından anlaşılmasının güç olduğunu belirterek bu kavramın, ilkokul ve ortaokul öğretim programlarında bulunması gerekirken söz konusu öğretim programlarında yer almadığını belirtmişlerdir. Bu değişkenler örneğin bir tek eşitlikte farklı değişkenler bulunuyorsa bu eşitlikte bulunan her değişken birçok ve hatta sonsuz sayıyı temsil edebilir. Buna ortaokulda fonksiyonları tanımlamak için kullanılan y=3x+5 gibi birçok sayısal çözümü olabilecek ifadeler örnek olarak gösterilebilir. Carraher ve Schliemann (2018) öğrencilerin bazen bir değişkeni bir sır veya gizem sayısını, yani tek bir değeri temsil ettiği şeklinde yorumladıklarını bu yorumun çoğunlukla denklemleri içeren problemler için geçerli olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte bir değişkenin rastgele bir sayı veya miktar değeri için yer tutucu olabileceği fikrini geliştirmek için öğrencilerin değişkenleri içeren problemlerle erkenden meşgul etmenin yararlı olacağını vurgulamışlardır.

Değişken kavramının öğretimi

Öğrencilerin cebirde başarılı olmalarının ön koşulu değişken kavramını anlamalarıdır (English ve Warren, 1998). Akgün (2006), cebir ve değişkenin matematik için ne kadar önemli olduğunu vurgulayarak değişken kavramının matematikte ve bilhassa cebirde kapı açıcı rol üstlendiğini belirtmiş ve değişken kavramının öğrencilerin matematik dersinde öğrendikleri her şeyin temeli oluşturduğunu belirtmiştir. Bunlardan anlaşılacağı üzere değişken kavramı matematik dersi için çok önemli bir kavramdır ve öğrenciler tarafından öğrenilmesi, öğrencilerin ileride öğreneceği kavramların daha kolay öğrenilmesinde avantaj sağlayacağı söylenebilir.

Yapılan araştırmalar, öğrencilerin cebirsel denklemlerde zorlandığını ve cebirsel denklemlerde bulunan değişken kavramını anlamada zorluk çektiklerini göstermektedir (Akgün, 2007; Dede, Yalın ve Argün, 2002; Küchemann, 1981; Macgregor ve Stacey, 1997; Philipp, 1992; Rosnick, 1981; Schoenfeld, ve Arcavi 1988; Soylu, 2006; Soylu, 2008; Usiskin, 1988; Wagner, 1983). Rosnick (1981), birçok matematikçi, bilim adamı, iş adamı ve bilgisayar programcısı tarafından öğrencilerin değişken kavramını yeterince öğrenememelerinin sebebi olarak kültürel, politik, psikolojik gibi birçok etmenin gösterilebileceğini belirtmiştir. Bu iddialar doğru olabilir, bunlara matematiğin doğasında olan zorluklar da eklenebilir. Matematik müfredatı ilkokuldan üniversiteye kadar artarak devam eden genelleme ve soyutlamayı bünyesinde barındırır. Matematik müfredatında yapılan genelleme ve soyutlamaların sayısı aynı zamanda kullanılan sembollerin sayısını da belirler. Bu durumda o oranda meydana gelecek karışıklığa ve karmaşaya neden olmaktadır (Dede, 2003). Schoenfeld ve Arcavi (1988), ders kitaplarının ve öğretmenlerin a,b,x ve y'yi çok kolay ve otomatik olarak kullanırken bu sembollerin öğrencilerce anlaşılıp anlaşılmadığına dikkat etmediklerini belirtmişlerdir.

Kinzel (1999), öğrencilerin değişken kavramını anlamalarının yetersiz oluşunu kavram hakkında sınırlı ve eksik bilgiye sahip olmalarına bağlamış ve değişken kavramının öğrencilere geleneksel öğretim yöntemiyle anlatılabileceğini ancak geleneksel öğretim yöntemiyle değişken kavramının öğrenciler üzerinde anlamlı öğrenilmesinin gerçekleştirilemeyeceğini belirtmiştir. Geleneksel öğretim yönteminde, öğrenciler cebirsel sembollerin gerçek rollerine dikkat edemeyecekleri gibi yeterince de algılayamazlar. Ayrıca öğrencilerin bu kavramı anlamalarını zorlaştırabilecek diğer etmen ise cebirdeki harflerin kullanımındaki belirsizliktir. Cebirde, farklı durumlardaki farklı sayıları temsil etmek için aynı harflerin kullanılabileceği gibi, aynı durumlardaki aynı sayılar farklı harflerle de temsil edilebilir. Bu durum öğrencilerin değişken kavramını anlamalarını zorlaştırabilir. Bu sorunların ortadan kaldırılmasında en büyük rolü öğretmenler oynar. Çünkü öğrenme ve öğretme sürecinin kalitesiyle öğretmenin sahip olduğu mesleki bilgi yakından ilişkilidir (Baki, 2013) ve her ne kadar eğitimler öğrenciler üzerinden yürütülse de eğitimleri hayata geçirenler öğretmenlerdir (Aydın, 2010).

Gürbüz ve Alkan (2008), matematiksel kavramlar küçük yaşlardaki öğrencilere öğretilirken kavramların olabildiğince somutlaştırılarak verilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Van De Wall, Karp ve Bay-Williams (2016), ilkokul son sınıftaki öğrencilerin her biri bilinmeyen bir değeri işaret eden üç değişkeni bile inceleyebileceklerini ve bunun da ancak bunların somut bir şekilde öğrencilere sunulması ile mümkün olacağını ifade etmişlerdir. Öğrencilere bu denklem sistemlerinin somut bir şekilde sunulmasının manipülatif malzemelerin kullanımıyla ya da terazinin kullanılmasıyla mümkün olacağını vurgulamışlardır. Böylelikle öğrencilerin hem anlamlı öğrenmelerini sağlamış hem de ileriki matematiksel kavramların öğrenilmesi kolaylaştırılmış olacaktır.

Değişkenleri bilinmeyen değerler ve değişen nicelikler olarak ifade eden Van De Wall, Karp ve Bay-Williams (2016), değişkenlerin hikâye şeklinde bulunduğu problemlerde öğrencilerin bu problemleri sembol kullanarak çözmelerini sağlayarak değişkenlerin bu şekilde öğretilmeye başlanabileceğini belirtmişlerdir. Değişken kavramının öğrencilere öğretilmesi sürecinde açık cümlelerin kullanıldığı, değişken kavramını içeren ifadelerde kutucukla başlanılması yerine harfle başlanılması gerektiğini vurgulamışlar ve burada çocuğa kutunun içine hangi sayı girecek gibi sorular yöneltmek yerine cümleyi doğrulayacak, harfin hangi sayı yerine kullanıldığı gibi soruların yöneltilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Böylelikle öğrencilerin başlangıçta ilişkisel düşünmeleri sağlanacak ve bu ilişkisel düşünmenin yeterli olmadığı ileriki sorularda öğrenciler bu denklemleri çözmek için özel yöntemler geliştirmeye başlayacaklardır. Öğrenciler için değişkenin bir bilinmeyeni ifade etmesinden bir ilişkiyi temsil etmesine geçiş zor bir süreçtir, bunu kolaylaştırmanın yolu öğrencilerin ilkokulda değişkenlerin çeşitliliği ile ilgili tecrübe yaşamalarıdır.

Son zamanlarda matematik eğitiminde meydana gelen gelişmelerle artık öğrencilerin matematik formüllerini veya kurallarını ezberlemek yerine onların bu formül ve kurallara kendilerinin ulaşabileceği etkinlikler üzerinde durulmaktadır. Böylelikle etkinlik temelli matematik öğretimi önem kazanmaktadır (Gürbüz ve Toprak, 2014). Suydam ve Higgins (1977)'e göre öğretimin etkinlik temelli olmasının en belirgin ve mühim özelliği öğrencinin öğrenme sürecine etkin bir şekilde katılmasıdır. Böylece öğrenci zihinsel olarak da bedensel olarak da aktif olacaktır. Çünkü bu süreçte öğrenci etkinliği ya kendisi yapacak ya da etkinlik yapılırken ona katkı sağlayacaktır. Ainsworth'a göre (2006) matematik öğretiminde daha özel öğretim yöntem ve teknikleri kullanılmalıdır. Çünkü belirli kavram ve metotları öğrenebilmek farklı bilimsel temsilleri anlamayı ve kavramayı kapsar.

Öğrenciler gündelik hayatlarında matematiği kullanmalı ve matematiğe karşı olumlu tutum gerçekleştirmelidirler (MEB, 2018). Öğrenciler beğenebilecekleri ve kendi düzeylerine uygun olan etkinliklerin tasarlandığı, öğrenirken keyif alabilecekleri, tecrübe yaşayabilecekleri, bilgiyi onlara direk veren değil, bilgiye ulaştıran öğrenme ortamlarında matematiğin soyutluğundan uzaklaşarak matematiği yaşayabilir ve böylelikle ona karşı olumlu tutum geliştirebilirler. Öğrenme ortamlarında kullanılan etkinlikler sayesinde; öğrenciyi merkeze alan, daha fazla öğrenme fırsatları sunan, matematikle vakit geçirmeyi ve matematiği sevmeyi sağlayan, matematik öğrenmeyi eğlenceli kılan, matematikte tartışma ortamı yaratan ve öğrenci isteğini arttıran bir öğretim ortamının oluşması sağlanmış olur (Gürbüz ve Toprak, 2014). Buna benzer olarak, Özgenç (2010), etkinliklerin oyun temelli olmasının öğrenci katılımını arttırdığını belirtmiştir. Mert-Cüce (2012), öğrencilerin ilgilerine, ihtiyaçlarına ve algılarına göre düzenlenmiş sınıfların dersleri daha keyifli hale getirdiğini belirtmiş, Gürbüz (2008), matematik öğretiminde öğrencilerin algılarının olumlu etkilenmesini, öğretim sırasında kullanılacak farklı, keyifli ve günlük hayatı temsil edecek öğretim araçlarının kullanılmasına bağlamıştır.

Dienes'in matematik öğrenme teorisi

Öğrenmeye yönelik teorileri incelediğimizde karşımıza iki tür öğrenme teorisi çıkmaktadır. Bunlar: Sadece bir alana yönelik olmayan öğrenme teorileri ile sadece bir alana özgü olan öğrenme teorileridir. Alana özgü olan öğrenme teorilerine örnek olarak matematik gösterilebilir. Matematiği öğrenmeye yönelik teorilerden biri de Zoltan Paul Dienes'e aittir (Orton, 2004; Akt: Karakuş, 2016).

Sriraman ve Lesh (2007), Jean Piaget, Jerome Bruner, Edward Begle ve Robert Davis gibi Dienes'i de matematik eğitiminde kalıcı izler bırakmayı başarabilen efsanevi bir figür olarak tanımlamışlardır. Dienes'in adı kendisinin icat ettiği çoklu taban bloklarıyla anılır. Bunlarla birlikte manipülatif malzemelerin çağdaş kullanımlarının temelini atan, cebirsel ve mantık bloklarının yaratıcısıdır. Dienes'i matematik eğitimi alanında benzersiz bir yerinin olmasını sağlayan ise manipülatiflerle, oyunlarla, hikâyelerle ve dansla etkili bir matematik öğretiminin nasıl gerçekleştirilebileceğine dair olan öğrenme teorisidir. Medina (2016) Dienes'in önerilerini eski yaklaşımlardan ayıran noktaların, etkinliklerin çoğunlukla grup çalışmaları şeklinde yürütülmesi ve etkinliklerde manipülatif malzemelerin kullanımı olduğunu belirtmiştir.

Dienes mevcut eğitim sisteminin matematiksel içeriğinin sınırlı oluşu, programın dar odağı, ceza-ödüllendirme sistemi ve öğretimin sınırlı oluşu gibi pek çok yönden sıkıntılarının olduğunu belirtmiştir (Gningue, 2000). Dienes modern matematik hareketine önem vererek küçük çocukların da modern matematik öğrenmeleri gerektiğini vurgulamıştır. İlköğretimde Modern Matematik kitabının tanıtımında, kitabının çocuklara modern matematiğin nasıl öğretilebileceğini göstermeyi amaçladığını söyleyerek bir yenilenmeye ihtiyaç olduğunu ve bu yenilenmenin anaokulundan başlaması gerektiğini söylemiştir (Dienes, 1967; Akt: Dalcin ve da Silva, 2019).

Folha da Tarde Gazatesi 27 Temmuz 1972 tarihinde Dienes'in önerdiği yönteme atıfta bulunmuş ve "Bu öğretmen oynarken matematik öğretiyor" başlıklı bir rapor yayınlamışlardır. Rapora göre:

> Profesör Dienes, öğrenme ortamını somut ve renkli bir malzeme ile doldurmaya da dikkat çekiyor. Evrak çantasının içinde genellikle kullandığı malzemenin bir örneği vardır: farklı şekillerde kırmızı, mavi, yeşil, sarı renkli deliklere sahip plastik plakalar. Plakalarla oynayan öğrenciler, birinin diğeriyle ilişkili olduğunu keşfeder ve mevcut

matematiksel ilişkileri gerçekleştirir. Oyunlar sayesinde eklemeyi, azaltmayı, bölmeyi ve çarpmayı öğreniyorlar. Saatler harcamıyorlar, elinde kalemle, karmaşık sayılarla uğraşmıyorlar. Çarpım tablosunu dekore etmelerine bile gerek yok. Küçük üçgenlerle büyük bir üçgen oluşturarak çoğalmayı öğrenirler. Öğrenme içinde bir hiyerarşi vardır. Öğrenci, somut akıl yürütmeden soyut akıl yürütmeye geçmek için birkaç adım atmaktadır. Öğrencinin çalışmalarını değerlendirmek zor değildir. Eğer bir sorunun üstesinden gelemezse, bunun nedeni henüz üstesinden gelinmemiş olan önceki bir aşamadır. Önemli olan, öğrencinin elinde, sınıfta gerekli malzemeye sahip olması ve istediği şeyi yapmak için inisiyatif alabilmesidir (Folha Da Tarde, 27 de julho de 1972; Akt: Dalcin ve da Silva, 2019).

Rapora bakıldığında Dienes'in öğrenme teorisinin öğrenmeyi kolaylaştırmak için tasarlandığını görebiliriz. 1960'lı yıllarda matematik eğitimi için öğrenme teorileri geliştiren en ünlü kişiler Cuisenaire, Dienes, Gottegno, Montessori ve Piaget'tir. Bu kişiler uygulamalarında öğrencilerin somut materyaller kullanmalarını sağlayacak etkinliklerle "matematik laboratuvarı" dedikleri yaklaşımı benimsemişlerdir. Fakat bu yaklaşımın gerçek sınıf ortamındaki etkinliklere tesiri yeterli olmamıştır (Lesh, Post, Behr, 1987). Bu yaklaşımı benimseyenlerden biri olan Dienes'in matematik öğrenme teorisinin oluşmasını iki soru sağlamıştır (Gningue, 2000). Bunlar:

- Matematik öğrenmenin amacı nedir?
- Çocuklara matematik öğreterek neyi amaçlıyoruz?

Dienes (1960), matematik öğreniminde kişisel doyumun ve güdülenmenin mühim olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda matematiksel kavramların algılanamamasının sebebini matematik öğretiminin amaçlarında kişisel doyuma yeterince yer vermemesine bağlamıştır. Dienes kişisel doyuma ulaşmak için matematiksel öğrenme durumları oluşturmanın şart olduğunu vurgulamıştır. Matematiksel bir kavramın anlaşılması veya anlaşılamaması öğretmenin öğrenciye matematiksel kavramı öğretmede kullandığı öğretme yöntemine bağlıdır. Dienes kişisel güdülenmenin oluşması için öğretilecek kavramla ilişkisiz görünen fakat içinde kavrama yönelik ipucu barındıran görevlerin öğrenciye verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Öğrenci verilen görev üzerinde çalışmalar yaparken keşif heyecanına kapılır ve böylelikle kişisel doyum oluşmaktadır.

Dienes, matematikte bulunan bir kavramın öğrenilmesinin soyutlamayı, genellemeyi ve aktarımı içeren süreçlere bağlı olduğunu ileri sürmüştür (Dienes, 1960). Dienes bir matematiksel kavramın öğrenilmesinin güç olduğunu savunmuş bunu da soyutlama ve genelleme içeren süreçlerine dayandırmıştır. Bu sebeple iki değişken ilkesinin, ikisinin de kavramsal gelişimin önemli yönleri olan tamamlayıcı soyutlama ve genelleme süreçlerini desteklemek için tasarlandıklarından bunların birlikte kullanılmasının faydalı olacağını belirtmiştir (Giningue, 2016).

Dienes tüm soyutlamalar için sezgi ve somut deneyimlerin olması gerektiğini düşünmüştür. Dienes'in matematik öğretim sistemi; matematik laboratuvarlarını, manipülatif nesneleri ve matematik oyunlarını vurgulamaktadır. Sonuç olarak Dienes'in matematik öğretme teorisinin tamamı matematiği daha keyifli ve öğrenilmesini daha basit hale getirmek için tasarlanmıştır (Gningue, 2000).

Dienes, Piaget gibi bir kavramın oluşabilmesinin üç aşamaya bağlı olduğunu savunur. İlk aşama, konunun genellikle somut durumlarla ve kavram ile ilgili unsurlarla bilinçsiz bir şekilde oynandığı oyun aşamasıdır. İkinci aşama ise deneyimlerin kademeli olarak anlamlı hale getirilmeye başlanıldığı aşamadır. Üçüncü aşama ise kavramın öğrenildiği iç görü ve anlayış kazanmasıdır (Bart, 1970). Dienes çocuklarla yapılacak çalışmaların oyunlar, kartlar, mantık blokları ve oyuncaklar kullanılarak somut düzeyde başlatılması gerektiğini savunmuştur (Dalcin ve da Silva, 2019). Medina (2016), Dienes'in matematiksel öğrenme temsiline göre temel kavramların inşasına katkıda bulunacak manipülatif aktiviteler önerdiğini belirtmiştir.

Dienes için matematik, yapılar ile karakterize edildiği için öğrencileri bu yapılarla bir an önce maruz bırakmanın önemli olduğunu ve bunun onlara bu yapıların doğrudan ne olduğunu söylemekten ziyade bu yapıları öğrenmek, keşfetmek ve anlamak için matematiksel oyunlarla ve diğer yapılandırılmış materyallerle, etkinlikler oluşturulmalıdır (Sriraman ve Lesh, 2007).

Dienes küçük çocuklar için müfredatın çok önemli olmadığını, önemli olanın çocukların düşünmeyi öğrenmesi olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca gerçek öğrenmenin malzemelerle, oyunlarla, hikâyelerle ve buna benzer şeylerin doğru kullanımıyla gerçekleşebileceğini savunmuştur (Sriraman ve Lesh, 2007). Dienes'in öğrenme teorisinde kullandığı manipülatifler çocuğun zihni ile matematiksel kavram arasında köprü görevi gören, matematikten anlam çıkarmak için tasarlanmış yapay malzemeler olarak tanımlanabilir (Gningue, 2000). Baki'ye göre (2018) manipülatifler bir kavramın öğrenilmesini ve anlaşılmasını kolaylaştıran somut malzemeler olarak tanımlanmıştır. Matematik öğretimi için yazılmış bir makalede matematiğin başarılı bir şekilde öğretilmesi için on emir şeklinde tarif edilen öğretme yöntemlerinden ilk sırada bulunan yöntem manipülatif ve görsellerin kullanımıdır (Debower ve Debower, 1990). Kavram geliştirmek için manipülatif kullanımının etkili olduğu pek çok araştırmacı tarafından kanıtlanmıştır (Gningue, 2000).

Dienes (1960), matematiksel bir kavramın öğrenilmesinin soyutlama, genelleme ve aktarma süreçlerinden geçtiğini belirtmiştir. Bu süreçler Dienes'in öğrenme teorisinin en önemli parçalarıdır. Dienes'in matematik öğrenme teorisi dört temel prensibe dayanmaktadır:

- Dinamiklik Prensibi
- Yapılandırmacılık Prensibi
- Matematiksel Değişim Prensibi
- Çoklu Somutlaştırma Prensibi

Dienes'in dört prensibi içeren öğrenme teorisi aşağıda açıklanmıştır.

Dinamiklik prensibi

Dinamiklik prensibine göre matematiksel bir kavramın öğrenilmesi için öğrenenin üç aşamalı bir sürece girmesi gerekir (Dienes, 1960; Olkun, Toluk-Uçar 2012). Bu süreçlerden ilki oyun aşamasıdır ve esas olarak öğrencilere yapılandırılmamış faaliyetlerin verildiği aşamadır. Bu aşamada öğrenci izafi olarak yapılandırılmamış fakat gelişigüzel de olmayacak şekilde tasarlanmış durumlardan tecrübe edinir (Post, 1981). Post ve Reys (1979) bu ortamı öğrenilecek matematiksel kavramların gizlenerek verildiği ve öğrencilerin serbestçe oynadıkları pedagojik bir oyun alanına benzetmektedir. Olkun ve Toluk-Uçar (2012), öğrencilerin bu süreçte izleyici değil bizzat katılımcı olarak sürecin içinde bulunduklarını ve bu yüzden de matematik öğretimine başlanırken çocukların oyun olarak algılayabilecekleri, onların dikkatini çeken bir etkinlikle başlanılması gerektiğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu başlangıcın çocuğun günlük hayatta karşılaştığı bir problem durumundan oluşabileceğini ifade etmişlerdir.

Oyun aşaması çocukların kolay bir şekilde ortam ile etkileşime geçmesini sağlar. Bu nedenle bu ortamda nelerin bulunacağını bilmek oldukça mühimdir. Öğrenmenin gerçekleşeceği ortam çeşit bakımından zenginleştirilmeli ve özgür, yapılandırılmamış bir ortam olmalıdır. Bununla birlikte dil ve sanatsal gelişimi de arttırıcı olmalıdır (Dienes, 1960).

Oyun aşamasında çocuk öğrenim materyalleri ile ilk defa karşılaşacağından çocuğa serbest oyun içerisinde ek süre verilmelidir. Bu sürenin uzunluğu ve kullanımı çocuktan çocuğa farklılık göstereceği için bu sürede çocuk acele ettirilmemelidir (Dienes ve Golding, 1971).

Oyunların bir kavramın ilk anlaşılmasında ve formüle edilmesinde önemli bir rolü vardır. Oyunlar öğrencilerin seviyelerine uygun verilirse, öğrenciler karmaşık düşüncelere dâhil olabilir ve sorunlara karşı değişik bakış açıları kazanabilirler (Hirstein, 2008). Bundan dolayı matematik bir oyun haline dönüştürülürse çocuk için daha kolay ve anlamlı olacaktır. Oyunlar enteresan matematiksel örüntüleri saklamak için vardır. Bunları çocuğun kendisi bulabilmelidir. Çocuklar bu bulma işini yapabilirlerse matematikten zevk alacaklardır. Çocuklar bulma işini yapamadıklarında ise en azından oyun oynamış ve keyif almış olacaklardır. Oyunlar aynı zamanda çocukların ellerini kullanmasını ve bu şekilde düşünmelerini de sağlar. Bilhassa matematikte başarılı olmak için eller ile beyin arasında kurulacak ilişkiler çok önemlidir (Holt ve Dienes 1984). Buna rağmen eğitim öğretim sürecinde öğretmenlerin serbest oyun sürecini çok önemsemediği çünkü öğretmenin matematik öğretimini çok yapılandırılmış yöntem ve tekniklerle öğretmeyi alışkanlık haline getirdiği gözlenmiştir (Gningue, 2000).

Oyun aşamasından sonra ikinci aşamada, öğrenilen kavrama ilişkin daha yapılandırılmış etkinliklere geçilir. Bu aşamada, çocukların oyun aşamasında verilen problem durumunu çözme ve inceleme sürecinde edindikleri tecrübeleri önceki matematik bilgileri ile ilişkilendirmeleri sağlanarak öğretmeyi amaçladığımız matematik kavramına doğru ilerlemeleri hedeflenmektedir. Çocuklar oyun aşamasında ulaştıkları çözümleri ve gözlemleri matematiksel dille ifade ederler (Olkun, Toluk-Uçar, 2012). Çocuklara bu aşamada aynı kavrama ulaşacakları değişik yapılarla deneyim kazandırılır. Böylece çocukların kavramda somutlaştırılan modelleri, düzenleri ve kısıtlamaları gözlemlemesi sağlanır.

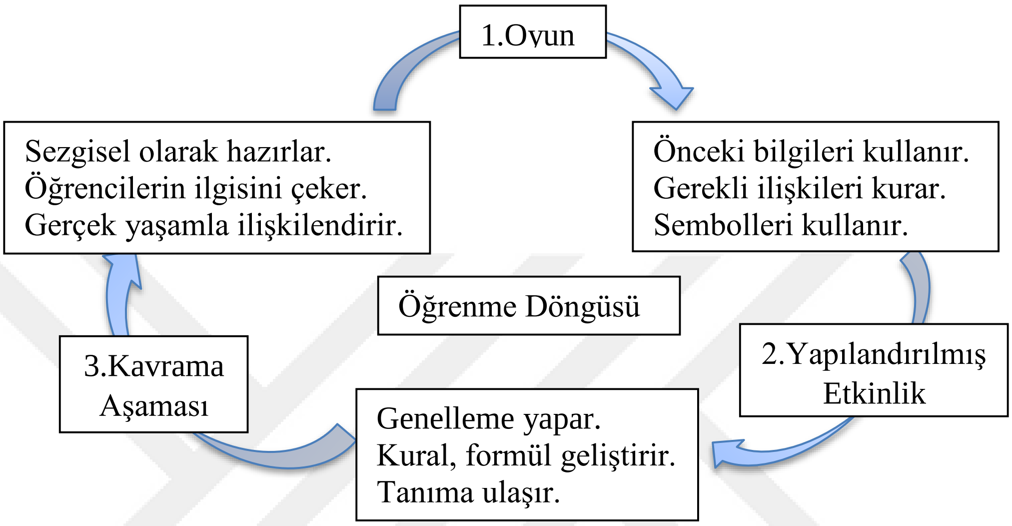
Çocuklar, olayları belirli kaidelerin belirlediğini, birtakım şeylerin olması mümkün olurken birtakım şeylerin olmasının mümkün olmadığı sonucuna ulaşırlar (Gningue, 2000).

Çevresinde bulunanlarla etkileşim halindeki çocuk, verilen oyun içerisinde kısıtlamaların olduğunu fark eder. Belli şeylerin gerçekleşmesi için belirli şartların olduğunu anlar. Başka bir ifadeyle ortamdaki sistemi anlamaya ve algılamaya başlar. Kaidelerle kendisini çevreleyen dünyanın yorumlanabileceğini, olayların tahmin edilebileceğini fark eder (Dienes, 1960). Bunu uygulamak için değişik türdeki materyallerle çok fazla benzer tecrübeler edinmeli ve soyutlanacak kavram netleşinceye kadar konuyla ilgili olmayan şeylerden kurtulmalıdır. Bu aşamada titiz bir şekilde tasarlanmış "yapılandırılmış malzemeler" kaidelerin keşfinde önemli bir yer tutar. Bu malzemeler, çocukları doğrudan istenilen kavrama yöneltir (Dienes ve Golding, 1971). Yarı yapılandırılmış oyun aşamasında çocuklar; olayları belirleyen kaidelerin olduğunu fark ederler, kaideleri keşfetme, kullanma, değiştirme ve iptal etme imkânına sahip olurlar (Dienes, 1960).

Dinamiklik prensibinin üçüncü ve aynı zamanda son aşaması ise uygulama aşamasıdır. Uygulama aşaması kavramın sezildiği ve anlaşıldığı aşamadır (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012; Post ve Reys, 1979). Bu aşama aynı zamanda kavrama ulaşma aşamasıdır (Dienes, 1960). Bu aşamada yeterli imkânların sağlanmasıyla matematiksel kavram geliştirilir. Yardım almadan fark edilene ve ilişkili durumlara uygulanana dek kavramın tamamıyla işlevsel olarak görülmemesi gereklidir (Post ve Reys, 1979). Kavrama aşamasında öğrenciler önceki iki aşamada sürdürülen çalışmalarda neticeler çıkarır ve genellemeler yaparlar. Bu aşamada öğrenilen matematiksel kavram gerçek hayatta problemleri çözüme kavuşturmak için kullanılır. Öğrencinin öğrendiği kavramı uygulayabilmesi için bu öğrenme döngüsü gereklidir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012).

Kavrama ulaşma aşaması bünyesinde iki rolü barındırmaktadır. Bunlardan ilki yeni oluşturulan kavramı çocuğun tecrübeleriyle sağlamlaştırmak diğeri ise öğrenilecek yeni kavram için bir oyun aşaması işlevi üstlenmektir (Karakuş, 2016). Dienes, yeni matematiksel kavramlar oluşturulmaya devam edildikçe bu döngünün de tekrarlanması gerektiğini söylemiştir (Dienes, 1960).

Aşağıdaki Şekil 1'de Dienes'in dinamiklik ilkesinin üç aşaması şema halinde verilmiştir. Bu ilkeye göre matematiği öğrenmek sürekli devam eden bir döngüdür. Şekilde bu döngünün aşamalarında öğrencilerin yaptıkları yazılmıştır. Döngüye dikkatli baktığımızda geleneksel öğretimdeki gibi öğrencinin tanıma, kurala ve formüle en başta değil en sonda ulaştığını görürüz (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012).



Şekil *1*. Dienes'in dinamiklik ilkesi öğrenme döngüsü (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012)

Şekil 1'de gördüğünüz gibi matematik öğrenmede dinamik yapı en başta serbest ancak amaçlı şekilde olacak oyunlarla başlayarak ardından sistematik bir şekilde hazırlanmış etkinliklerle oyunların içine gizlenmiş bir şekilde verilen matematiksel kavrama ulaşma sürecidir (Tertemiz ve Sarı, 2014).

Yapılandırmacılık prensibi

Dienes, her öğrencinin bilgisini kendisinin oluşturabileceğini ifade etmiştir. Bu düşünce yapılandırmacılık prensibi olarak adlandırılmıştır. Dienes iki tür düşünür olduğunu söyler: yapıcı düşünür ve analitik düşünür. Bu prensip temel olarak yapılandırmanın daima analizden önce gelmesi gerektiğini savunur (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012). Dienes'in yapılandırmacı düşünme etkinlikleri Piaget'in somut işlemler dönemine denk gelirken, analitik düşünme etkinlikleri ise soyut işlemler dönemine denk gelmektedir (Gningue, 2000).

Dienes kavram öğretiminde analitik düşünmeden ziyade yapıcılığa yol açacak durumlar oluşturularak öğretmenin daha iyi olacağına inanıyordu

(Gningue, 2000). Küçük yaştaki çocuklara matematiksel bir kavram öğretilirken analitik düşünmeyi gerektirecek etkinliklerden ziyade yapılandırmacı düşünmeyi gerektirecek etkinliklerin kullanılması daha uygundur. Çünkü analitik düşünmeyi gerektiren etkinliklerin anlaşılması ve kavranması zihinsel olarak daha zordur. Çocuklar çoğunlukla 12 yaşına dek yapılandırmacı düşünmeyle oluşturulmuş etkinlikleri daha iyi kavrarlar, daha sonraki yaşlarda çocuklar analitik düşünmeyi gerektiren etkinlikleri anlamaya ve kavramaya başlarlar (Post, 1981). Kısaca yapılandırma, somut materyaller içinde saklanmış olan matematiksel kavramların dinamik prensip sürecine dâhil edilen ilişkilerle çocukların farkına vararak soyutlanmasını kapsamaktadır (Sarı, 2015).

Sonuçta öğrenmenin yapılandırmacı bir ortamda gerçekleşmesi için somut materyal kullanımının önemli olduğu söylenebilir. Öğrenen kişilere tanınacak uygun deneyimlerle çocukların kavramlara ulaşmaları sağlanarak bu kavramların çocukların zihinlerinde var olan matematiksel kavramların inşasında etkili olacaktır (Sarı, 2015).

Matematiksel değişim prensibi

Bu prensibe göre matematiksel bir kavramın soyutlanması aşamasında kavram ile ilgili değişkenler sabit tutulurken, ilgisiz değişkenlerin sistematik olarak değiştirilmesi ile kavram sağlamlaştırılır (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012). Dienes matematiksel bir kavramın çoğunlukla belirli sayıda değişkeni bünyesinde barındırdığını ve matematiksel kavramı oluşturan değişkenlerin değişmesinin aralarındaki ilişkiyi değiştirmeyeceğini ifade etmiştir. Örneğin bir paralelkenarın iç açılarının ölçüsü, kenar uzunlukları, konumu değişse bile karşılıklı kenarlarının paralel olması değişmeyecektir (Orton, 2004; Akt: Karakuş, 2016). Buna Dienes'in matematiksel değişim prensibi denir.

Matematiksel değişim prensibi sürecinde, değişkenleri bünyesinde barındıran kavramlar mümkün olduğunca en çok değişken sayısını içeren deneyimlerle öğrenilmelidir. Bu prensip, matematiksel kavramda bulunan sabite dikkat çekmek için kavramın yapısında bulunan tüm özelliklerin değişmesini vurgular (Dienes, 1960). Çocukların soyutlanan kavrama karşı yeterli bir genel bakış açısı kazanmaları için çocukların mevcut değişkenlerde birçok değişiklik yapmaya sevk edilmeleri gerekir (Dienes ve Golding, 1971).

Matematiksel değişkenlik prensibi kısaca kavramların temel özelliklerinin farklı durumlarda değişmediğinin gözlenmesini ve böylelikle kavrama yönelik bir genellemenin oluşmasını ifade etmektedir (Gningue, 2006).

Çoklu somutlaştırma prensibi

Dienes bireysel farklılıkları göz önüne alarak her bireyin farklı olduğunu ve dünyaya farklı pencereden bakarak farklı algıladığını ve farklı anlamlar çıkardığına inanmaktadır. Bu sebeple bir kavramın öğrenilme sürecinde çocuğun bu sürece etkin katılmasıyla birlikte kavramın tek bir gösterimi yerine birçok farklı gösteriminin kullanılmasının kavramın daha iyi öğrenilmesini sağlayacağını söylemiştir (Dienes, 1971; Akt: Gningue, 2016). Çoklu somutlaştırma prensibine göre çocuklar fiziksel bağlamlarla veya somut materyallerle öğrendikleri zaman kavramsal öğrenmenin arttığı gözlenmiştir (Gningue, 2006). Öğrenme esnasında farklı öğretim modellerinin kullanılması ve çoklu tecrübelerin sağlanması matematiksel kavramların soyutlanmasına katkı sağlar. Bir çocuğa bir kavramı incelemesi için farklı koşullarla ve yollarla fırsat verilmesi durumunda çocuk o kavramın somut materyaldeki gösteriminden bağımsız olduğunu anlayabilir (Post, 1981).

Bu prensibe göre öğrenciler bir kavramı öğrenirken birden çok model kullanırlarsa kavramsal öğrenme çok daha iyi gerçekleşir. Burada kastedilen aynı etkinliğin sürekli yapılması değildir. Öğrenci aynı kavramı farklı modeller üzerinde görerek soyutlama yapmalıdır. Öğrencilere aynı kavramı benzer yapıda olacak şekilde farklı koşullarda ve yollarda yaşattığımız zaman öğrenci, kavramın sadece bir modele bağlı olmadığını fark eder ve yaşantılardan ortak olan özellikleri soyutlar (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012).

Gningue (2016), matematiksel kavramların soyutlama ve genelleme süreçlerini içerdiğinden öğrenilmesinin güç olduğunu söylemiştir. Bu güçlüğü ortadan kaldırmak için yani genelleme ve soyutlama süreçlerine destek sağlamak için çoklu somutlaştırma prensibi ile matematiksel değişim prensibinin beraber kullanılmasını önermektedir.

Yukarıda açıklanan dört prensibin ortak yanı matematiğin öğrenilmesinde çevreyle etkileşimin ne kadar mühim olduğunun vurgulanmasıdır. Dienes sürekli olarak matematiğin seyredilerek değil fiziksel ve zihinsel olarak aktif katılımla öğrenilebileceğini vurgulamıştır. Aktif katılımın önemini vurgulayan kızılderili bir atasözü: Anlatılanların unutulabileceğini, gösterilenlerin anımsanabileceğini fakat aktif katılımla öğrenilenlerin asla unutulmayıp öğrenileceğini belirtmiştir. Bu nedenle Dienes'in teorisinde etkin katılımın çok önemli olduğu söylenebilir. Ülkemizdeki okullarda ise ne yazık ki öğrencilerin kavramları somut bir şekilde oluşturmadan soyutlamalarını bekleriz. Bir de bunu öğretmenin derste yaptıklarını izleyerek yapmalarını bekleriz. Netice olarak da matematik öğretimi ezbere dayalı olmakta ve bunun ötesine geçememektedir (Olkun ve Toluk-Uçar, 2012). Dienes, matematik derslerinin sırasıyla bu ilkelere göre planlanması ve işlenmesi gerektiğini belirtmiştir (Bart, 1970).

Piaget'in entelektüel aşamaları teorisini geliştirip rafine ettikten sonra, Dienes matematik öğrenme teorisinde bulunan dört temel prensibini revize ederek matematik öğrenmeye yönelik altı aşama tanımlamıştır (Gningue, 2000). Dalcin ve da Silva (2019), Dienes'in çocukların matematik öğrenmesinin altı aşamadan oluştuğunu ilk olarak Paris'te 1967 yılında yayınlanan "Matematik Öğrenme Sürecinin Altı Adımı" adlı çalışmasında açıkladığını belirterek, 1972 yılında da Brezilya'da tercüme edilip piyasaya sürüldüğünü söylemiştir. Buna göre bu altı aşamayı özet olarak şu şekilde açıklamıştır:

- İlk aşama-"Ücretsiz Oyun", öğrencinin öğrenileceklere aşina olacağı ilk andır. Başka bir ifadeyle, onu tanımak, çevreye uyum sağlayabilmek için çalışma nesnesi ile etkileşim halinde olduğu aşamadır.
- İkinci aşama-"Yapılandırılmış Oyun", öğrencinin oyunu oluşturan özellikleri fark etmeye başladığı andır. Yani öğrenci bu aşamada oyunun kurallarını öğrenir.
- Üçüncü aşama-"Sözlük Oyunu veya İzomorfizm", öğrencinin daha önce oynadığı oyunlarda ortak olan yapıların fark edilmesi ile karakterize edilir.
- Dördüncü aşama-"Temsil", öğrencinin soyutlama yapabilmesi için temsil kullanımı ile karakterize edilen aşamadır.
- Beşinci aşama-öğrenmenin bu aşamasında, öğrenci tarafından yapılan temsiliyet değerlendirilecektir. Bu noktada neyin temsil edileceğine dair bir açıklama yapmak gerekir. Bunun için öğrencinin bir dil yaratması ve

ustalaşması gerekir. Bu açıklama, bu dilin oluşturulmasıyla birlikte bir aksiyom sistemini anlamayı mümkün kılar.

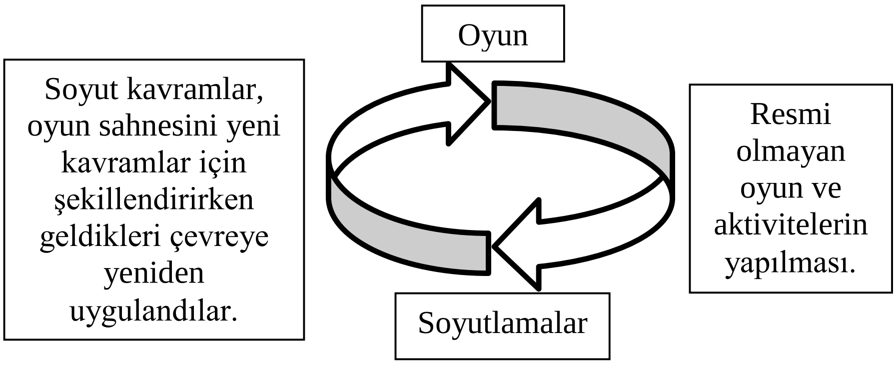
- Altıncı aşama- Konu dilini yarattıktan ve test ettikten sonra, öğrencinin dili matematiksel yapıyı anlamaya başladığı öğrenme sürecinin son aşamasıdır.

Dienes ve Golding (1971), yeni bir kavramın öğrenilmesi, öğrenciyi üç ardışık sıralı aşamada veya döngüde içeren evrimsel bir süreç olarak tanımlar. Soyutlamanın olmasını sağlayan ilk öğrenme döngüsünün tamamlanması, genellemenin gerçekleşmesi beklenen ikinci döngü sırasında öğrenci için matematiksel kavramın işlevsel hale gelmesinden önce gereklidir. Gningue (2016), Dienes'in bu altı öğrenme aşamasını bu döngülerle şu şekilde ifade etmiştir:

Döngü 1 kendi içerisinde üç aşamayı barındırır. Buna göre;

- Aşama 1: Öğrenme kavramı, öğrencilerin öğrenilecek kavramların bazı unsurlarının fiziksel soyut temsillerini denemelerine ve manipüle etmelerine izin vermek için yapılandırılmamış ve yönlendirilmemiş faaliyetlerle başlayacaktır.
- Aşama 2: Öğrenciler belirli kuralların olayları yönettiğini, bazı şeylerin mümkün olduğunu, bazılarının olmadığını ve olayları belirleyen kuralları ve kalıpları bulduklarında oyun oynamaya hazır olduklarını fark etmelidir. Oyunlar öğrencilerin kavram içindeki parametreleri ve varyasyonları denemelerine, kavramın matematiksel yapılarını analiz etmeye başlamasına izin verir.
- Aşama 3: Öğrenci kavramın farklı fiziksel temsillerini kullanarak bu kavramın tüm temsillerinde ortak olan matematiksel yapıyı bulmaya çalışır. Bazı öğrenciler buna birçok oyun oynadıktan sonra gelirken bazıları da bunu bulamayabilir.

Gningue (2000), ilk üç aşamanın dinamik prensibin bileşenleri olarak tanımlanabileceğini söylemiş ve bu döngüsel desenin aşağıdaki gibi gösterilebileceğini ifade etmiştir.



Şekil *2*. Dinamiklik ilkesinin üç bileşeni (Gningue, 2000)

Döngü 2'de ise manipülatif materyallerden resimsel modeller ve grafikler gibi daha soyut temsillere ve son olarak da matematiksel simgelere geçiştir. Bu döngü, üç aşamadan oluşur ve çocuk kavramın her bir örneğinden ortak unsurları gözlemledikten sonra ortaya çıkan temsil aşamasıyla başlar.

- Aşama 4: Temsil aşamasıdır. Bu aşama öğrencinin soyutlamanın farkına vardığı aşamadır ve öğrencinin onun hakkında konuşmasına izin verilir. Bu aşamada çocuğun her örnekte bulunan tüm ortak unsurları içeren kavramın tek bir temsilini geliştirmesi veya öğretmenden alması gerekir (Gningue, 2000).
- Aşama 5: Sembolizasyon aşamasıdır. Çocuk kavramın temsilini uygun bir sözel ve matematiksel sembol sistemi kullanarak açıklar. Her çocuğun bireysel olarak her bir kavramın temsilini icat etmesi önemlidir. Bu aşamada öğretmen öğrencilerin seçtiği sembollere müdahale edebilir.
- Aşama 6: Resmileştirme aşamasıdır. Bu aşama öğrencilerin resmi bir sistem kurmalarını sağlar. Öğrenciler bir kavram ve ilgili matematik kavramlarını öğrendikten sonra, temel özelliklerinden bazılarını seçmeli, sipariş etmeli ve sonuçlarını dikkate almalıdırlar.

França (2012) ise Dienes'in öğrenme sürecinin altı aşamasını şu şekilde açıklamıştır:

- İlk aşama yeni önerilen bir duruma uyum sağlama fırsatları sağlayan "serbest oyun" aşamasıdır. Aşama temel olarak, çocuğun çevre ile etkileşime girdiği eğlenceli bir aktivite şeklinde özetlenebilir.

- İkinci aşama önerilen duruma adapte olduktan sonra çocukların bazı kısıtlamaların uygulanmasını kabul edebileceği “kurallı oyun” denilen aşamadır.
- Üçüncü aşama “sözlük oyunu veya izomorfizm” olarak adlandırılmaktadır. Yapılan sınıflandırmalar, kurallar arasındaki ortak özelliklerin algılanmasına izin verir, böylece çeşitli durumlara uyarlanabilir daha genel olanları ortaya çıkarır. Zihinsel yapı yeni operasyonlar, soyutlamalar ve genellemeler için bir araç haline gelir.
- Dördüncü aşamaya “temsil” adı verilir. Matematiksel bir kavramı analiz etmek ve kullanmak, öğrenme döngüsünü tamamlamak için çocuk bunu temsil edebilmelidir. Daha organize ve anlaşılır bir şekilde inşa edilen temsil, yapının, çoklu dil kullanılarak inşa edildiği ve kollektif kullanım için organize edilmesi gerektiği için henüz bir dil değildir. Buna rağmen temsil, soyut bir yapıda varolan farklı ilişkileri bildirerek soyutlamayı iletmenin fiziksel bir yoludur.
- Beşinci aşama “temsilin tanımı” olarak adlandırılmaktadır. Dienes tarafından soyutlamaların yapılandırılmış temsillerinin ortak özelliklerinin araştırıldığı ve tarif edildiği aşamadır. Bu aşamada aynı yapı için inşa edilen birçok temsil, yapılan soyutlamanın özelliklerini algılamamızı sağlar.
- Altıncı aşama “aksiyomizasyon” olarak adlandırılır. Bu aşamada özelliklerin dil yoluyla tamamen tanımlanmasının imkânsızlığı göz önüne alındığında, oluşturulan resmi sistemlerin bazı özelliklerinin sistematik olarak düzenlendiği aşamadır.

França (2012) yukarıda açıkladığı Dienes’in öğrenme sürecinin altı aşamasını bir tabloda özetlemiştir. Buna göre bu özet aşağıdaki Tablo 2’de sunulmuştur.

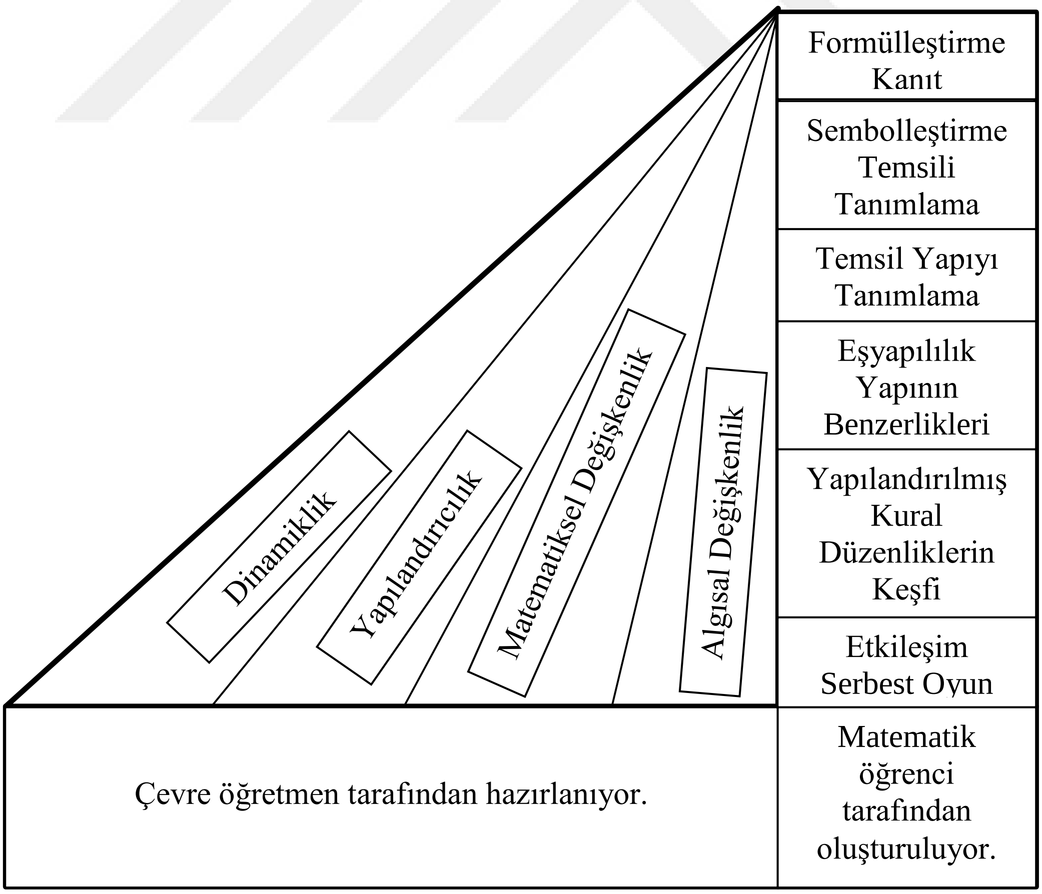
Tablo 2

Dienes'in öğrenme Sürecinin Aşamaları

1.Aşama	2.Aşama	3.Aşama	4.Aşama	5 Aşama	6.Aşama
Ücretsiz oyun	Kurallarla oyun	İzomorfizm oyunu	Temsil	Temsilin tanımı	Aksiyomlaştırılması
Ücretsiz keşif, manipülasyon; Fiziksel özelliklerin algılanması; Kelime edinimi; Duyuların kullanımı.	Kısıtlamaların algılanması; Yeni duruma uyum; Sözelleştirme.	Kurallar arası ortak özelliklerin algılanması; Oyunlar arasında soyut doğanın ilişkileri; Karşılaştırma.	Ortak yapının farklı kayıtlarda, daha organize ve anlaşılır bir şekilde temsili; Yapının grafik temsilini arama.	Temsilin tanımı; Yapısal temsilerin ve soyutlamaların özelliklerinin araştırılması; Sembolik gösterimin çevirisini arama.	Biçimsel sistem, yöntem, bazı özelliklerin organizasyonu, aksiyonlar, teoremler ve ispatlar.

Öğrenme sürecinin aşamaları (França, 2012).

Reed (2000) Dienes teorisini ve ilkelerini aşağıdaki şekil 3'teki gibi yorumlamaktadır.



Şekil 3. Dienes'in felsefesinin yorumu (Reed, 2000)

Şekil 3'te görüldüğü gibi çevre öğretmen tarafından hazırlanırken matematik öğrenci tarafından oluşturuluyor ve aşamalar halinde ilerliyor. Son aşamada öğrenci matematiksel kavrama ulaşırken tüm bu altı aşama Dienes'in dört prensibinin üzerine kurulmuştur.

İlgili Araştırmalar

Dienes ilkeleriyle ilgili yapılan çalışmalar

Dienes prensipleriyle ilgili yapılan araştırmaların daha çok yurt dışı ağırlıklı olduğu görülürken son zamanlarda ülkemizde de Dienes prensiplerine dayalı araştırmaların yapıldığı görülmüştür. Araştırmalar daha çok Dienes prensiplerine göre yapılandırılan öğrenme ortamlarının öğrenci başarısı üzerindeki etkisini incelemeye yöneliktir. Ayrıca yapılan bazı araştırmalar Dienes prensiplerine dayalı öğretimin öğrenilen bilgilerin kalıcılığını ve öğrencilerin akademik benlik algıları üzerindeki etkisini incelemeye yöneliktir. Araştırmaların ilkokuldan üniversiteye kadar tüm eğitim-öğretim kademelerinde yapıldığı görülmüştür. Araştırmalar sonucunda elde edilen verilere göre; Dienes prensiplerine göre yapılandırılan öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu gözlenirken öğrenilen bilgilerin kalıcılığı yönünden diğer öğretim yöntemlerine göre daha etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca Dienes prensiplerine göre düzenlenen öğrenme ortamlarının öğrencilerin akademik benlik algısı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Dienes prensipleriyle ilgili yapılmış çalışmaların özeti aşağıda verilmiştir:

Sarı ve Tertemiz (2017) ilkokul dördüncü sınıf seviyesindeki öğrenciler üzerinde yaptıkları araştırmalarında Dienes ilkelerine dayalı yapılan öğretimin öğrencilerin geometri başarılarına ve kalıcılığana etkisini araştırmışlardır. Araştırmada deney ve kontrol grupları oluşturulmuş, deney grubundaki geometri etkinlikleri Dienes ilkelerine göre işlenmiştir. Kontrol grubunun derslerine araştırmacı tarafından müdahale edilmemiştir. Araştırmada iki deney grubu ve bir kontrol grubu kullanılmıştır. Araştırmadaki iki deney grubunda da geometri etkinlikleri Dienes ilkelerine göre yürütülmüştür. Deney gruplarından birinin eğitim ve öğretim süreci araştırmacı tarafından yürütülürken diğer grubun kendi öğretmenleri tarafından yürütülmüştür. İki deney grubu seçilmesindeki amaç sınıf öğretmeni ve araştırmacı tarafından uygulanan Dienes ilkelerinin fark oluşturup oluşturmadığının ve sınıf öğretmeni ve araştırmacı tarafından uygulanan Dienes ilkelerinin fark yaratıp yaratmadığının araştırılmasıdır. Araştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı puanları kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı puanlarından yüksek çıkmıştır. Başka bir ifadeyle Dienes ilkelerine göre tasarlanmış öğrenme ortamı kılavuz, ders ve çalışma kitaplarına göre tasarlanmış öğrenme ortamına göre daha etkili olmuştur. Kalıcılık yönünden tüm gruplarda öğrenilen bilgilerde unutma meydana gelirken Dienes ilkelerine göre ders işlenen gruplardaki unutma kontrol grubuna göre daha az olduğu istatistiksel olarak saptanmıştır.

Gningue (2016) tarafından "Matematik Öğretimi ve Öğreniminden Zoltan Dienes'i Hatırlamak: Cebir Öğretmek için Değişkenlik İlkelerini Uygulama" adlı çalışma 11 Ocak 2014'te vefat eden, uluslararası bir üne sahip matematikçi ve eğitimci olan Zoltan Paul Dienes'in onuruna yazılmıştır. Dienes'in teorisini, dört ilkesini uygulayarak matematiksel yapıların nasıl öğretilebileceği hakkında tanımlama, analiz etme ve uygulama girişimidir. Bir öğretmenin, kavram gelişimini manipülatifler aracılığıyla çoklu somut örneklerin kullanımı, bu tür kullanımın nasıl soyutlamaya yol açtığı ve günümüz matematik sınıfında matematik öğretimi üzerindeki etkileri. Soyutlamanın, nesnelerin somut manipülasyonlarından bu tür manipülasyonların temsili haritalamasına ve daha sonra bu temsillerin cebirsel ifadelerin sadeleştirmesi kavramlarını ve süreçlerini öğretmek için Dienes'in dört prensibinin uygulanması yoluyla kural yapılarına resmileştirilmesinden nasıl kaynaklanabileceğini göstermiştir. Çalışmada ilk algısal değişken (Dişli blokları) negatif tamsayılara başvurmada cebirsel kavramları tanıtmak için kullanılırken, ikinci algısal değişken (onluk taban blokları) katsayı olarak hem pozitif hem negatif tamsayıların kullanımını içerecek şekilde tasarlanmıştır. Ardından verilen ifadelerde katsayı ve değişkeni belirleme, verilen ifadelerin anlamını yazma, verilen ifadeleri temsil eden blokları kullanma ve buna benzer etkinlikler yaptırılmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin değişkenler, cebirsel ifadeler hakkında kendi anlayışlarını oluşturdukları gözlenmiştir.

Zhang, Clements ve Ellerton (2015) tarafından yapılan "Kesirlerin Kavramsal Yanlışları (anlayışlar): Alan Modellerinden Çoklu Uygulamalara" adlı çalışmada 40, beşinci sınıf öğrencisinin birim kesirler hakkındaki anlayışları araştırılmış ve 40 öğrenci rastgele yirmişerli iki gruba ayrılmıştır. Öğrencilere Dienes'in dinamik prensibine dayandırılmış altı etkinlikten oluşan kırk beşer dakikalık beş ders verilmiştir. Ardından öğretimden üç ay sonra verilen eğitimin kalıcılığını belirleyebilmek için kalıcılık testi yapılmıştır. Grupların Dienes prensiplerinden dinamiklik ilkesine dayalı eğitimden sonra yapılan testten aldıkları puanlar ile eğitimden önce yapılan testten aldıkları puanlar karşılaştırıldığında eğitimden sonra yapılan testten alınan puanların ortalamasının daha yüksek olduğu, bir başka deyişle verilen eğitimin etkili olduğu saptanmıştır. Ayrıca üç ay sonra yapılan kalıcılık testinden elde edilen sonuçlardan da verilen eğitimin başarılı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sarı (2015) tarafından ilkokula devam eden dördüncü sınıf seviyesindeki öğrenciler üzerinde yapılan araştırmada Dienes prensiplerine göre düzenlenmiş geometri etkinliklerinin öğrencilerin başarılarına, akademik benlik algılarına ve öğrenilenlerin kalıcılığına olan etkisi araştırılmıştır. Araştırmada üç farklı okuldan birbirine akademik başarı ve akademik benlik açısından denk olan üç sınıf belirlenmiştir. Bu sınıflardan ikisi deney grubu biri kontrol grubu olarak atanmıştır. Deney 1 grubunun öğretme-öğrenme süreci sınıf öğretmeni, deney 2 grubunun öğretme-öğrenme süreci araştırmacı tarafından yürütülürken kontrol grubunun öğretme-öğrenme süreci ise sınıfın öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Deney 1 ve deney 2 gruplarında ilgili kazanımlara göre dersler Dienes ilkelerine göre işlenirken kontrol grubunda Milli Eğitim Bakanlığı tarafından onaylanan ders ve çalışma kitaplarına göre işlenmiştir. Araştırma sonucunda araştırmada ele alınan 24 kazanımdan deney 1 grubundaki öğrenciler 19 kazanımdan tam öğrenme hedefine ulaştıkları, deney 2 grubundaki öğrencilerin 20 kazanımda tam öğrenme hedefine ulaştıkları gözlenirken kontrol grubundaki öğrencilerin sadece iki kazanımda tam öğrenme hedefine ulaştıkları gözlenmiştir. Gruplara yapılan başarı testlerindeki ortalama puanlara bakıldığında deney gruplarının puan ortalamalarının kontrol grubuna göre yüksek çıkmış ve bu fark istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Deney gruplarının kendi içerisinde bu fark anlamlı çıkmamıştır. Bir başka deyişle deney gruplarındaki öğretme-öğrenme sürecinin Dienes ilkelerine göre yürütülmesi, kontrol grubunda ders kitaplarına göre yürütülen öğretme-öğrenme sürecinden etkili olmuştur. Grupların kalıcılık testlerine bakıldığında tüm gruplarda unutmanın olduğu gözlenirken bu unutma deney gruplarında beş ve yedi puan olurken kontrol grubundaki öğrencilerin neredeyse tüm bilgileri unuttuğu gözlenmiştir. Araştırmada gruplarda gerçekleştirilen öğretme-öğrenme süreci sonunda gruplardaki öğrencilerin akademik benlik algılarında bir değişim olmamıştır.

Tertemiz ve Sarı (2014) tarafından beşinci sınıf seviyesindeki öğrenciler üzerinde yapılan araştırmada Dienes'in prensiplerinden dinamiklik prensibine göre problem çözme uygulamaları yapılmıştır. Dinamiklik ilkesinin üç alt aşaması olan oyun, yarı yapılandırılmış etkinlik ve yapılandırılmış etkinlik aracılığıyla çocukların matematiksel kavrama ulaşmaları sağlanmıştır. Öğrenciler öğretmen tarafından oluşturulmuş dinamik süreç içerisinde kendi matematiksel kavramlarını oluşturmuşlardır. Öğrencilerin Dienes ilkesine göre yapılandırılan sınıf ortamında karmaşık problemleri formüle etmeyi başardıkları gözlenmiştir.

Zhang (2012) tarafından yapılan "Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Birim Kesirleri Anlamalarını ve Kavram Görüntülerini Zenginleştirme" adlı çalışmada 40, beşinci sınıf öğrencisi rastgele yirmişerli iki gruba ayrılmış ve gruplardaki dersleri kendi öğretmenleri tarafından yürütülmüştür. Öğrencilere beş dersten oluşan ve Dienes'in "Dinamiklik İlkesine" göre planlanmış eğitimler verilmiştir. Toplanan nitel ve nicel veriler analiz edilmiş ve öğrencilerin eğitimden önce birim kesirlere ait bilgilerinin yetersiz olduğu görülürken eğitimden sonra öğrencilerin yapılan testten aldıkları puanların anlamlı düzeyde yükseldiği saptanmıştır. Ayrıca verilen eğitimden sonra öğrencilerin derslere katılmaya daha istekli hale geldikleri görülmüştür.

Gningue (2006) tarafından yapılan "Öğrencilerin Temsillerin İçinde ve Arasında Çalışması: Dienes'in Değişkenlik İlkelerinin Bir Uygulaması" adlı çalışma altıncı ve yedinci sınıf (11 ve 12 yaşındaki) öğrencileriyle yapılmıştır. Öğrencilere cebir kavramlarının Dienes'in "Algısal ve Matematiksel Değişkenlik İlkelerini" uygulayarak öğretilmesi amaçlanmıştır. Çalışma New York'taki Bronx'ta bulunan bir ortaokuldaki öğrencileri içermektedir. Araştırmaya iki yedinci sınıf ve iki altıncı sınıftan oluşan dört sınıf katılmıştır. Devamsız olan ve velileri izin vermeyen sekiz öğrenci dikkate alınmamıştır. Yedinci sınıftaki 53 öğrencinin tamamı 12 yaşında veya biraz daha büyükken, altıncı sınıftaki 53 öğrencinin tamamı 11 veya biraz daha büyüktür. Araştırma sadece deney grubuyla yürütülmüştür. Araştırmanın başında on tabanlı tamsayılar farklı renkli bloklar kullanılarak (mavi ve sarı küpler) tasarlanan etkinlikler deney gruplarında uygulanmıştır. Ardından bunların devamı olarak öğrencilerin; değişken, katsayı, benzer ve benzer olmayan terimleri daha iyi kavramalarının sağlanması amacıyla cebirsel ifadeler ve çeşitli çarpma işlemleri uygulanmıştır. Bu kavramları geliştirmede cebir karoları ve onluk taban bloklarından faydalanılmıştır. Öğrencilerin ikinci deneyde denklem kavramlarını incelerken daha sonra kullanacakları zihinsel temsiller oluşturmalarına izin verilmiştir. Sonuç olarak araştırmada denklem kavramlarını ve süreçlerini öğretmek için Dienes'in algısal ve matematiksel değişkenlik ilkeleri her iki grupta da başarılı olmuştur. Altıncı sınıflarda öğrenme %80'in üzerinde bir başarıya ulaşırken, yedinci sınıflar altıncı sınıflardan daha başarılı olmuşlardır. Fakat araştırmacıya göre altıncı sınıfların bu kavram ve süreçleri incelemeye hazır olmadıkları düşünülmektedir. Öğrenciler denklem çözmenin zor kavramlarını ve süreçlerini yalnızca öğretmen açıklamaları ve ezberleme yoluyla değil; anlama, keşif, görselleştirme, sözlü ifade ve keşif yoluyla öğrenerek içselleştirmişlerdir. Manipülatifler ve kavramlar arasında bağlantı kurmayı başarmışlar, ilgili süreçleri resimli ve sembolik olarak temsil etmişler ve denklemleri çözmek için kendilerine uygun bir dizi adım oluşturabilmişlerdir. Bu çerçevede uygun metotlar kullanılırsa ortaokul öğrencilerinin cebirdeki daha üst kavramları öğrenebileceği ifade edilmiştir.

Sriraman ve English (2005) tarafından yapılan "Dienes İlkelerinin Öğretimi ve Öğrenimi Üzerine" adlı çalışmada yüksek lisans matematik eğitimi öğrencilerinin Dienes prensiplerini anlamalarını ve prensipleri yapısal olarak benzer problemler üzerine kendi düşüncelerine refleks olarak uygulama yeteneklerini araştırmaktadır. Öğrenciler derste verilen çok sayıda okuma ve bunu izleyen sınıf tartışmaları yoluyla Dienes'in eğitim ilkelerine maruz bırakılmıştır. Problem çözme çalışması şu şekilde tasarlanmıştır: Öğrencilere bireysel olarak sayısız problem çözme durumu sunulmuştur. Ardından verilen bir problem hakkındaki izlenimleri ve bunları çözmek için olası stratejiler hakkında yüksek sesle konuşmaları istenmiştir. Her ne kadar öğrencilerden problemleri açıkça çözmeleri istenmemiş olsa da beş öğrencinin hepsi de sürekli olarak bunları çözmeye çalışmıştır. İlk problem çözme oturumundan sonra öğrencilere tüm problemler verilmiş ve problem çözme seansında yaşadıkları sorunları çözmeleri ve üzerinde düşünmeleri istenmiştir. Altı hafta sonra öğrenciler ikinci bir problem çözme oturumuna katılmışlardır. Bu ikinci oturumda öğrencilere, birçoğu orijinal sorunlara izomorfik olan ancak algısal olarak farklı olan bazı yeni sorunlar sunulmuştur. Bu problem çözme oturumları ilk yazarın ofisinde gerçekleşmiş ve her biri yaklaşık bir saat sürmüştür. Oturumlar ses kayıt cihazıyla kayıt altına alınarak yazıya dökülmüş ve Dienes'in ilkelerini anlamalarını, bunları kendi düşüncelerine refleks olarak uygulama yeteneklerini değerlendirmek için öğrencilerin yazılı eserleriyle birlikte kullanılmıştır. Kursun sonunda öğrencilere final değerlendirmesi ile ilgili tüm sorunlar sunulmuştur ve yapısal olarak bağlantılı olduklarını düşündükleri sorunları birbirine bağlamak için açıkça Dienes ilkelerini uygulamaları istenmiştir. Üçgenleme olarak toplanan verilerin kaynağını: Görüşme dökümleri, öğrencilerin problem çözme ürünleri ve yazılı sınavlar oluşturmuştur. Güvenilirlik amacıyla sömestir boyunca, sınıf içi söylemler ses kayıt cihazıyla kayıt altına alınarak yazıya dökülmüş ve sınıf değerlendirmeleri sırasında öğrencilerin tepkilerindeki tutarlılıkları kontrol etmek için kullanılmıştır. Sonuç olarak matematiksel deneyim oluşturmak adına öğrencilerin matematiksel probleme maruz bırakılması gerektiği ifade edilmiştir. Böyle bir deneyimin matematiksel düşünme kapasitesinin gelişimine katkı sağlayacağı vurgulanmıştır.

Velo (2001) tarafından yapılan "Dinamik Geometri Yazılımının Öğrencilerin Geometride Genelleştirme Yetenekleri Üzerindeki Etkisi" adlı çalışma dinamik geometri yazılımının düzenli kullanımının öğrencilerin geometride genelleme yapma yeteneklerini arttırıp arttırmadığı araştırılmıştır. Çalışma, Ohio'nun merkezindeki büyük bir kentsel bölgedeki küçük bir lisede gerçekleştirilmiştir. Okul dokuz ile 12. sınıf öğrencilerinden oluşan toplam 600 öğrencili bölgedeki üç alternatif liseden biridir. Araştırmacı tarafından deney ve kontrol grupları oluşturulmuş ve deney grubunun eğitimleri araştırmacı tarafından yürütülürken kontrol grubunun dersleri başka bir matematik öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Deney grubunda toplam 67 öğrenci varken kontrol grubunda toplam 26 öğrenci vardır. Öğrencilerin 38 tanesi dokuzuncu sınıf, 44 tanesi 10. sınıf, sekiz tanesi 11.sınıf ve üç tanesi de 12. sınıf öğrencisidir. Araştırmada yer alan öğrencilerin neredeyse tamamı ilk kez geometri dersi almışlardır. Deney grubu, dinamik geometri yazılımını (Cabri) geometrik fikirleri keşfetmek için yoğun bir şekilde kullanırken kontrol grubunda geometri fikirlerini keşfetmek için geleneksel bir yaklaşım izlenmiştir. Ders süreleri 80 dakikadan oluşmuştur. Çalışmada veri kaynakları olarak geometriye giriş öğrenci testi puanları, genelleme öncesi ve genelleme sonrası testi, göreve dayalı görüşmeler ve her grubun sınıf içi gözlemleri kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca Dienes tarafından geliştirilen ilkelerin teknolojik çerçeve kullanılarak dinamik geometri yazılımının kullanımına uyarlanmış ve ardından lise geometrisinde öğrencilerin genelleme yeteneklerine odaklanılmıştır. Araştırma sonucunda deney grubuyla yapılan görüşmeler ve sınıf içi gözlem sonuçlarından, dinamik geometri yazılımlarının düzenli kullanımının öğrencilerin geometride genelleme yapma yeteneklerini arttırdığını göstermiştir.

Gningue (2000) tarafından yapılan "Ortaokul Cebirde Manipülatiflerin Kullanımı: Dienes Değişkenlik Prensiplerinin Uygulanması" adlı çalışmanın amacı, manipülatiflerle uygulanan Dienes değişkenlik ilkelerinin kullanımının ortaokul öğrencilerinin; cebirsel ifadeleri basitleştirme, doğrusal denklemleri çözme, cebirsel ifadelerde çarpma, doğrusal bir fonksiyonun çoklu temsillerini tanımlama üzerindeki etkilerinin ortaya çıkarılmasıdır. Beceri düzeyi, önceki matematik derslerindeki başarısı, yaş ve cinsiyet gibi faktörlerle ilişkili etkilerin farklılıkları incelenmiştir. Seçilen öğrencilerle görüşme yapılmıştır. Araştırma New York ilindeki bir ortaokulda bulunan ve cebirsel ifadeler ve denklemler üzerinde sadece iki üniteyi tamamlayan 53 altıncı sınıf öğrencisi ile çalışmanın dört konusunu da tamamlayan 53 yedinci sınıf öğrencilerinden oluşmuştur. Öğrenciler 11 ve 12 yaşlarındadır. Araştırmanın amacında, altıncı sınıfları sadece bu iki konu ile sınırlandırmanın olmadığı vurgulanmıştır. Sınırlı eğitim süresi, öğretmenlerin durumu, çalışmanın uzunluğu, müfredatı bitirme baskısı ve ele alınacak önemli sayıda materyal altıncı sınıfların sadece bu iki konuyla sınırlandırılmasına sebep olmuştur. Araştırmacı, her bir konu için iki algısal değişken ve farklı sayıda matematiksel değişkenler tanımlamıştır. Algısal değişkenler deneyde kullanılan materyalleri basitçe temsil ederken; matematiksel değişkenler, varyasyonları genel matematiksel kavramı değiştirmeyen birçok alakasız niteliği tanımlamışlardır. Sonuç olarak Dienes'in değişkenlik ilkelerinin dört konunun tümünün uygulamasından neredeyse tüm öğrenciler için başarılı olduğunu göstermiştir. Çalışmada her iki yaş grubunda da cinsiyete bağlı farklılık bulunmamıştır. Yaşla ilgili farklılıklar 12 yaşındakilerin denklem çözme konusunda başarılı olurken 11 yaşındakilerin performansı da 12 yaşındakilere yakın çıkmıştır. Genel olarak araştırmada öğrencilerin çözdüğü soruların genellikle ortaokul beklentilerinin çok ötesinde olduğu düşünülmüş ve tüm konulardaki performans tatmin edici olarak bulunmuştur.

Değişken kavramıyla ilgili yapılan çalışmalar

Soylu (2006) tarafından öğrencilerin değişken kavramına verdiği anlamlar ve yaptığı hatalar araştırılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2005-2006 eğitim-öğretim yılında Atatürk Üniversitesi'nde Fen Bilgisi Öğretmenliği okuyan 70, ikinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Verilerin toplanmasında araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliği için daha önce yapılan çalışmalardaki sorulan sorulardan yararlanılarak onlara benzer sekiz soru hazırlanmış ve öğrencilere uygulanmıştır. Öğrencilerin değişkenlere anlamlar verirken yaptıkları hataları daha iyi tespit edilebilmek için öğrencilerin sorulara yazılı olarak verdikleri yanıtların aynısı alınmıştır. Bazı öğrencilerin yanıtları yüz yüze yapılan görüşmelerle elde edilmiştir. Öğrencilerin kendilerine sorulan sekiz açık uçlu soruya verdikleri cevaplardan edinilen sonuçlara göre:

- Öğrencilerin kendilerine değişik durumlarda verilen değişkenlerin öğrenciler tarafından iyi anlaşılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.
- Öğrencilerin değişkenleri belirli harflerle sınırlı tuttukları gözlenmiştir.
- Öğrencilerin değişkenleri bir eşitlikle özdeşleştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır.
- Öğrencilerin değişkenleri ezbere kalıplaştırdıkları sonucuna ulaşılmıştır.
- Öğrencilerin bir değişkenin belirli birçokluğu ya da değişen nicelikleri gösterdiği halde öğrenciler tarafından bir varlığın etiketi olarak anlaşıldığı görülmüştür.
- Öğrencilerin fonksiyon kavramında sorun yaşadıkları anlaşılmıştır.

Gökkurt, Şahin ve Soylu (2016) tarafından yapılan araştırmada, öğretmen adaylarının değişken kavramına yönelik pedagojik alan bilgilerini, öğrenciyi tanıma ve öğretimsel strateji bilgileri bileşenleri bağlamında incelemek amaçlanmıştır. Araştırmada nitel yaklaşım esas alınmış ve durum çalışması yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın katılımcılarını 2012-2013 eğitim-öğretim yılanda ülkemizde eğitim gören 72 yedinci sınıf öğrencisi ve devlet üniversitelerinin birinde son sınıf olarak öğrenim gören 63 ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmada veri toplama süreci iki aşamadan oluşmuştur. Bunlardan ilki Soylu'nun (2008) araştırmasında kullandığı sekiz açık uçlu sorudan oluşan form bu çalışmada da kullanılmıştır. Diğer aşamada ise öğrencilerin bu formda verdikleri cevaplardan altı hatalı cevap belirlenmiştir. Hatalı cevaplar belirlenirken uzman görüşü ve literatür dikkate alınmıştır. Ardından öğrencilerden sorulara verilen hatalı cevaplardaki hataları bularak düzeltmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarının öğrencilerin hatalarını bulabilmelerine bakılarak öğrenci bilgisi saptanmaya çalışılmıştır. Diğer yandan öğretmen adaylarının buldukları hataların düzeltilmesine yönelik söylediği yöntem ve teknikler ele alınarak öğretimsel strateji bilgileri saptanmaya çalışılmıştır. Elde edilen verilerin analizi betimsel analiz yaklaşımıyla yapılmıştır. Sonuç olarak öğretmen adaylarının yaklaşık yarısının iki, üç ve beşinci sorudaki öğrencilerin yapmış oldukları hataları bulamadıkları saptanmıştır. Diğer sorular olan bir ve altıncı sorulardaki hataları öğretmen adaylarının yarıdan fazlası bulamamıştır. Ardından öğretmenlerin öğrenci hatalarının düzeltilmesine yönelik çözüm önerilerine bakıldığında adayların büyük bir bölümünün ikinci ve beşinci soru dışında kalan sorular için sundukları önerilerin doğru sayılabilecek öneriler olduğu tespit edilmiştir. Diğer yandan öğretmen adaylarının sorulardaki hataları bulma oranlarındaki başarıları, hataların çözülmesi için sundukları stratejilerin doğru olma oranından daha iyi olduğu saptanmıştır. Bunlardan hareketle öğretmen adaylarının öğretimsel strateji bilgilerinin eksik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Akgün (2009) tarafından sekizinci sınıf seviyesindeki öğrenciler üzerinde yapılan araştırmada öğrencilerin değişken kavramıyla sözel problemler arasında ilişki kurabilme kabiliyetleri araştırılmıştır. Çalışmanın örneklemini Erzurum ilinde bulunan ve olasılık temelli örnekleme yöntemi içerisinde bulunan küme örneklemesi yoluyla belirlenmiş 158 ilköğretim sekizinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Araştırmada nitel bir metot olan durum çalışması deseni kullanılmış ve durum desenlerinde kullanılan çeşitli tekniklerden yararlanılmıştır. Araştırmadaki veriler öğrencilerin hazırlanan testlere vermiş oldukları cevaplar, öğrencilerle yapılan mülakatlar ve öğrencilere öğretim sürecinde yapılan sınav dökümanlarından elde edilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin çoğunluğunun matematiksel ifadeyi ya da denklemi veya matematiksel değişkenleri problem cümlesine dönüştürmekte oldukça zorluk yaşadıkları görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin matematiksel dili kendi kullandıkları dile dönüştürmekte zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir.

Dede (2003) tarafından yapılan "ARCS Motivasyon Modeli ve Öge Gösterim Teorisi'ne Dayalı Yaklaşımın Öğrencilerin Değişken Kavramını Öğrenme Düzeylerine ve Motivasyonlarına Etkisi" adlı çalışma nitel ve nicel araştırma yöntemleri kullanılarak iki etapta gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın nitel kısmını 2001-2002 eğitim öğretim sürecinde Ankara'da bulunan özel bir dershanenin Fen ve Anadolu Liselerine giriş sınavına hazırlanmakta bulunan 120 ilköğretim sekizinci sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Bu öğrencilere 26 tane açık uçlu sorudan oluşan ölçeğin öğrencilere uygulanmasıyla ve bu öğrencilerden 15 tanesinin seçilerek bunlarla yarı yapılandırılmış mülakatların yapılmasıyla gerçekleştirilmiştir. Netice olarak değişken kavramının öğrenilmesinde öğrencilerin yaptığı hatalar ve anlamalarındaki yanlışlar bulunarak bunların sınıflandırılması sağlanmıştır. Araştırmanın diğer kısmı olan nicel kısımda ARCS Motivasyon Modeli ve Öğe gösterimi teorisine göre yapılmış öğretimin öğrencilerin başarıları üzerindeki etkisine ve öğrencilerin matematik dersine karşı motivasyonları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma Ankara ilinin merkezinde bulunan bir ilköğretim okulundaki 67 yedinci sınıf öğrencilerini kapsamaktadır. Bu okulda iki sınıf belirlenmiş ve bu iki sınıfa matematik potansiyel testi uygulanmıştır. Testten elde edilen veriler bu iki grubun puan ortalamalarının birbirine yakın olduğunu göstermiş yani grupların başarı olarak birbirlerine denk olduğu tespit edilmiştir. Ardından seçkisiz atama yoluyla gruplardan biri deney diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Deney grubu 35 öğrenciden oluşurken kontrol grubu 32 öğrenciden oluşmuştur. Bu çalışmada öğrencilere altı test uygulanmıştır. Bu altı test: Değişken kavramının öğrenimindeki hata ve yanlış anlamaları belirleme testi, matematiksel potansiyel testi, değişken kavramı başarı ön testi ve son testi, motivasyon testi ve motivasyon profili testidir. Araştırma sonucunda deney ve kontrol gruplarının değişken kavramını öğrenme düzeylerinde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının matematik dersine karşı içsel ve dışsal motivasyonlarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık çıkmamıştır. Bununla birlikte öğrencilerin matematik dersine karşı dışsal motivasyonlarını yükseltici etkenler kullanıldığında öğrencilerin içsel motivasyonlarında bir düşüşün olmadığı saptanmıştır. Ayrıca öğrencilerin matematik dersine karşı motivasyonlarının belirlenmesi, ARCS Motivasyon Modeli'nin etkili bir şekilde kullanılmasında fayda sağlamış ve öğrencilerin matematik dersi öğretimine karşı beklentilerini söylemesini sağlamıştır.

Dede, Yalın ve Argün (2002) tarafından sekizinci sınıf seviyesindeki öğrenciler üzerinde yapılan araştırmada öğrencilerin değişken kavramını öğrenirken yapmış oldukları hatalar ve kavram yanılgıları araştırılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2001-2002 eğitim öğretim yılında Ankara'da bulunan bir dershanenin öğrencileri oluşturmuştur. Araştırmada öğrencilerin değişken kavramını öğrenirken yaptıkları hatalar ve yanlış anlamalarını saptayabilmek için geliştirilen test öğrencilere uygulanmıştır. Test öncelikle alt maddeleriyle birlikte 32 maddeden oluşurken matematik alanında uzman iki öğretim üyesi, eğitim bilimleri ve SPSS kullanımında uzman olan iki öğretim üyesi ile iki matematik öğretmeninin görüşleri alındıktan sonra test maddeleri 26'ya indirilmiştir. Test öncelikle örneklemdeki öğrencilere denk 120 öğrenciye uygulanmıştır. Test süresi 50 dakika olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte değişken kavramının öğrenilmesi sırasında yapılan hataların ve yanlış anlamalarını daha iyi saptayabilmek için 15 öğrenciyle yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Bu mülakatlar yaklaşık olarak her öğrenci için 20-25 dakikadan oluşmuştur. Araştırma sonucunda öğrencilerin değişken kavramının tam olarak ne anlama geldiğini ve kendilerine sağlayacağı faydaları bilmedikleri saptanmıştır. Öğrencilerin soyutlana ve genelleme yapmak için değişken kavramını kullanamadıkları görülmüş ve değişkenlerin farklı kullanımlarının öğrenciler tarafından bilinmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Boz (2007) tarafından yapılan "Öğretmen Adaylarının Değişkenlerin Kullanımı ile İlgili Bilgileri" adlı çalışma öğretmen adaylarının değişkenlerle ilgili sahip olduğu bilgileri belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırmada, araştırma stratejisi olarak kesitsel anket çalışması kullanılmıştır. Araştırmada üç farklı üniversitede ve farklı sınıflarda bulunan öğretmen adaylarıyla yapılmıştır. Öğretmen adaylarına uygulanan anketler sonucunda, anketler kategorilere ayrılmış ve analiz yapıldıktan sonra 10 öğretmen adayı belirlenmiştir. Belirlenen öğretmen adaylarıyla röportaj yapılmış. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının harflerin bilinmeyen rolü aldığı yani alışılagelen kullanımlarında sıkıntı yaşamadıkları gözlenmiştir. Öğretmen adaylarının değişkenlerin kullanıldığı yerler olan harflerin genel sayı olduğu ve fonksiyonlarda zorlandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca sorulan soruların seviyelerine uygun ispatlama çeşitlerini kullanmadıkları gözlenmiştir.

Hodgkıns (1994) tarafından yapılan "Değişken Kavramını Öğrencilerin Anlaması: İki Öğretim Yönteminin Karşılaştırılması" adlı çalışma da öğrencilerin değişken kavramını en iyi şekilde nasıl öğrenebileceklerini belirlemek amaçlanmıştır. Denekler Güneydoğu Virginia banliyö okul bölgesinde bulunan altıncı sınıf öğrencilerinden sekizinci sınıf öğrencilerine kadar toplam 114 öğrenciden oluşan bir okuldaki sekizinci sınıfa giden ön cebir sınıflarından ikisine atanan öğrencilerden oluşmuştur. Araştırmacı sekizinci sınıf cebir öğrencileri ile iki farklı öğretim yaklaşımı kullanmıştır. Öğrenci odaklı yaklaşımın kullanıldığı cebir öncesi sınıfta, öğrencilere örüntüleri araştırmayı ve fonksiyon kuralını değişkenler kullanarak genelleştirmeyi içeren problem çözme etkinlikleri sunulmuştur. Faaliyetler küçük grup ortamlarında tamamlanmıştır. Diğer cebir öncesi sınıfta, araştırmacı öğrencilerin öğrenmesi için temel cebirsel becerileri sunmak için sınıf odaklı bir yaklaşım kullanmıştır. Öğrencilerin bu becerileri küçük gruplar halinde uygulamalarına izin verilmiştir. Toplanan veriler, öğrenci odaklı sınıftaki öğrencilerin, test sonrası sınıfta, sınıf odaklı yaklaşımın kullanıldığı diğer cebir öncesi sınıftaki öğrencilerden çok daha yüksek puan aldığını göstermektedir.

Narainsamy (1998) tarafından yapılan "Cebir Öncesi Aşamada Değişken Kavramının Öğretiminde Logo Kullanımı" adlı çalışma öğrencilerin değişken kavramını bilgisayarlı ortamlarda öğrenme durumlarını araştırmıştır. Araştırma sonucuna göre logo ve elektronik tablo, etkileşimli bir bilgisayar ortamında öğrenmeyi kolaylaştırarak öğrencilerin değişkenleri farklı şekillerde kullanmalarını ve sistematik olarak genellemelere yol açmalarını sağladığı görülmüştür. Logonun öğrencilerin problem çözme tekniklerini yansıtmalarını sağlayan acil, bilgilendirici bir geri bildirim sağladığı saptanmıştır. Bir başka deyişle değişken kavramının öğretilmesinde kullanılan logo programları kavramın öğretilmesinde etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Emirzeoğlu (1995) tarafından yapılan "İlkokullarda Matematik Dersinde Değişken ve Bilinmeyen Kavramının İncelenmesi" adlı çalışmanın amacı matematik dersinin içeriğinde bulunan bilinmeyen ile değişkenlerden oluşan denklemleri ilkokul öğrencilerinin seviyelerine göre hazırlayıp, öğrencilerin problem çözmesinde ve kurmasında farklı bir yöntem geliştirmek ve bilinmeyenler ile değişkenlerin yerine önceden belirlenmiş geometrik sembolleri kullanmaktır. Bu amaçla öncelikle ilkokul matematik ders kitapları ve piyasada bulunan diğer kaynaklar taranıp incelenmiş, ilkokul ve dershane öğretmenleriyle iletişime geçilmiştir. Ardından elde edilen veriler ışığında gelişigüzel yöntemler yerine yeni bir yöntem tekniği geliştirilmiştir. Problem kurmada, çözümlemede bilinmeyenlerin yerine geometrik sembollerin kullanılması kararlaştırılmıştır. Araştırma iki okulun beşinci sınıf öğrencilerinden iki grubun katılımıyla yapılmıştır. Bu gruplardan biri deney diğeri kontrol grubunu oluşturmuştur. Grupların birbirlerine denk olup olmadıklarını araştırmak için araştırmadan önce her iki gruba da denklik testi uygulanmış ve gruplar birbirlerine denk çıkmışlardır. Ardından her iki gruba da ön test uygulanmış ve ardından deney gurubu eğitime alınırken kontrol grubunun serbest bir şekilde çalışması sağlanmıştır. Ardından her iki gruba da son test uygulanmıştır. Sonuç olarak eğitime alınan deney grubu öğrencilerinin akademik başarılarının serbest bir şekilde çalışmalarına izin verilen kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı oldukları istatistiksel olarak ispatlanmıştır.

Turan (2013) tarafından yapılan "Değişken Kavramının öğretimi sürecinde Elektronik Tablo Kullanımı: Bir Öğretim Deneyi" adlı çalışma cebirin ilk adımını oluşturan değişken kavramının elektronik tablo ortamında öğretim sürecinin incelenmesini amaçlamıştır. Bu araştırmanın modelini "öğretim deneyi" ve bunu desteklemek için yapılmış "klinik görüşmeler" oluşturmuştur. Araştırmada kullanılan öğretim deneyi modeli üç aşamadan oluşmuştur. Bunlar: Elektronik tablonun tanıtılması, elektronik tablo ortamında sunulacak etkinlikler ve elektronik tablo kullanımıyla değişken kavramına yönelik etkinliklerdir. Son olarak değişken kavramının öğretim sürecinin daha ayrıntılı incelenmesi için klinik görüşmeler yapılmıştır. Araştırmada elektronik tablo programlarından Microsoft Excel yazılımı kullanılmıştır. Araştırmanın katılımcılarını Eskişehir ilinde bulunan bir ilköğretim okulundaki altıncı sınıfta öğrenim gören 11-12 yaşlarındaki 15 öğrenci oluşturmuştur. Araştırmada veri toplama aracı olarak bilgisayar ve Microsoft Excel programı, video kayıtları, ses kayıtları, öğretmen gözlem notları, bilgisayar ekran kayıtları, çalışma sayfaları ve çalışma yaprakları kullanılmıştır. Ardında tüm bu kaynakların dökümü yapılmış ve nitel araştırma yöntemleri kullanılarak içerik analizi yapılmıştır. Araştırma sonucunda elektronik tablo kullanımının öğrenciler tarafından hemen benimsendiği ve elektronik tablo kullanımıyla etkinlikleri yapabildikleri saptanmıştır. Ayrıca değişken kavramının öğretiminde elektronik tablo temsilleri yardımıyla kavramın öğrenciler tarafından zorlanmadan anlamlandırılabildiği ve kavrama yönelik düşüncelerinin programda hedeflendiği gibi geliştiği belirlenmiştir.

Eldekci (2019) tarafından yapılan "7. Sınıf Düzeyindeki Ortaokul Öğrencilerinin Değişken Kavramını Soyutlama Sürecinin RBC Modeli ile Ortaya Çıkarılması" adlı çalışma da ortaokul yedinci sınıf düzeyindeki öğrencilerin değişken kavramını aritmetikten cebire geçiş sürecindeki soyutlamalarını RBC modeli kullanarak ortaya çıkarılması amaçlanmıştır. Araştırma yöntemi nitel araştırma deseni olan örnek olay deseni içerisinde yer almaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmış. Bu kapsamda hazırlanan testten başarılı olan, matematik öğretmenleri tarafından da başarılı görülen öğrenciler araştırmaya alınmıştır. Bu amaçla üç farklı devlet okulunda öğrenimine devam eden 67 öğrenciye test uygulanmış ve başarılı olan 10 öğrenci ikili gruplara ayrılmış ve öğrencilerle görüşme yapılmıştır. Yapılan görüşmelerdeki video ve ses kayıtlarının incelenmesi sonrası öğrencilerin değişken kavramını bilinmeyen olarak açıkladıkları, aritmetik işlemlerde bulunan boşluk ve kutucuklara zorlanmadan değişken kavramını yerleştirebildikleri gözlenmiştir. Ayrıca öğrencilerin problem çözümünde aritmetikten cebire yönelik öğrenmelerinde değişken kavramını farklı düzeylerde soyutladıkları saptanmıştır.

Wagner (1981) tarafından yapılan "Değişkenler Altında Denklem ve Fonksiyonun Korunması" adlı çalışmanın amacı; ilk olarak Piaget'in koruma metodolojisini basit kavramlardan ilişkisel kavramlara genişletmenin bir yolunu anlamak iken diğer amaç öğrencilerin sabit değişkenlerin alfabetik dönüşümleri altında denklemi ve fonksiyonu koruma yeteneklerini araştırmaktır. Araştırma sonucunda denklemi veya fonksiyonu koruma yeteneğinin, farklı yaşlardaki cinsiyetten ve çeşitli matematiksel geçmişe sahip öğrenciler arasında değiştiğini göstermektedir.

Phillipp (1992) “Cebirsel Değişkenlerin Birçok Kullanımı” adlı çalışmasında değişkenlerin birçok kullanımından kaynaklanabilecek zorlukları ele almayı amaçlamıştır. Katılımcılar öğretmen adayları olarak belirlenmişlerdir. Araştırma sonucunda sembollerin cebirdeki kullanımlarında kişilerin daha dikkatli düşünmeleri sağlanırsa değişkenlerin daha iyi anlaşılacağı düşünülmüştür. Ayrıca öğrenciler sözlü ifade olarak güçlü anlamaya dayalı eylemlerde yetersiz bulunmuşlardır.

Rosnick (1981) tarafından yapılan “Değişken Kavramı ile İlgili Bazı Kavramlar” adlı çalışmasında, öğrencilerin problem cümlelerini cebirsel ifadelere dönüştürmede zorlandıklarını belirtmiştir. Araştırmada öğrencilerden, üniversitede bulunan öğrencilerin sayısının profesörlerin sayısının altı katı olduğu ifadesi verilmiş ve bu ifadeyi öğrenci sayısı s; profesör sayısı p değişkeniyle gösterebilecekleri denkleme dönüştürmeleri istenmiştir. İlgili problemde çoğu öğrencinin s=6p yerine 6s=p denklemini yazdığını belirten Rosnick bu durumun denklemlerdeki harflerin yanlış anlaşılmasından kaynaklandığı söylemiştir.

İkinci Bölüm
Yöntem

Bu bölümde; araştırma desenine, çalışma grubuna, veri toplama araçlarına, deneysel işlem sürecine, araştırmada toplanan verilere ve verilerin analizine, araştırmanın geçerliliğinin nasıl sağlandığına ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

Araştırma Deseni

"İlkokul 4.sınıf matematik dersinde Dienes İlkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığına etkisini" sınamaya yönelik olan bu araştırma, ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre oluşturulmuştur (Büyüköztürk, 2016; Can, 2017). Gerçek deneysel desenlerin ortak özellikleri birden fazla grubun olması ve grupların seçkisiz (yansız) atama yöntemiyle belirlenmesidir (Karasar, 2016; Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016). Ancak bazı durumlarda gerçek deneme modellerinin gerektirdiği koşulların sağlanamaması ve gerçek deneme modellerinin de yeterli olamadığı koşullar oluşabilir, bu koşullarda yarı deneme modelleri kullanılır (Karasar, 2016; Can, 2017). Bu koşullardan biri de seçkisiz atamanın yapılamadığı ve katılımcıların kendiliğinden oluşmuş gruplar arasında eşleştirilmeye çalışıldığı durumlardır (Büyüköztürk ve diğ., 2016). Bu araştırma da seçkisiz atama yapılamadığı için yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Karasar (2016), yarı deneme modellerine mavcut durumda "olabilenin en iyisi" olarak bakılması gerektiğini belirtmiş ve modelin bu şekilde değerlendirilmesini istemiştir. Söz edilen yöntemle belirlenen iki grup seçkisiz atamayla biri deney, diğeri kontrol grubu olarak atanır. Bu desende her iki gruba deneysel işlemden önce ve sonra eşit koşullarda olacak şekilde ön test ve son test uygulanır (Büyüköztürk, 2016; Karasar, 2016). Modelde ön testlerin bulunması grupların deneysel işlem öncesi benzerliklerinin belirlenmesinde ve son test sonuçlarının buna göre yorumlanmasına katkı sağlar (Karasar, 2016). Sönmez ve Alacapınar'a göre (2016) bu desende en çok dikkat edilecek husus oluşturulan gruplardan deney grubu bağımsız değişkene maruz bırakılırken kontrol grubunda, deney grubunda kullanılan bağımsız değişkenin kullanılmaması ve bu durumun kesinlikle denetlenmesidir. Fraenkel ve Wallen'e göre (2003) deneysel araştırmalar bir değişkenin etkilerini gözlemleyebilmek için kullanılabilecek ve sebep-sonuç ilişkisini test edebilen en geçerli ve güvenilir yoldur. Büyüköztürk ve diğerleri (2016), deneysel araştırmaların bilimsel yöntemler arasından en net sonuçları veren araştırmalar olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak bu araştırmada çalışma grubunu oluşturan öğrencilerin kayıtlı oldukları şubelerde derse girmeleri ve kendi sınıfının ders programını takip etmeleri gerektiği için öğrencilerin deney ve kontrol gruplarına seçkisiz atama yöntemiyle atanmaları mümkün olmamıştır. Bu yüzden araştırmada yarı deneysel desen kullanılmıştır. Araştırmaya yönelik yarı deneysel tasarım Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3

Araştırma Deseninin Tasarımı

Gruplar	Ön-test	Deneysel İşlem	Son-test	Kalıcılık Testi
Deney	T1	Dienes ilkelerine dayalı öğretim	T3	T5
Kontrol	T2	Müfredata dayalı öğretim	T4	T6

Tablo 3'te görüldüğü üzere;

- T1 Deney (Dienes ilkelerine dayalı öğretim) grubunun ön test, T3 son test ve T5 kalıcılık testi ölçümlerini,
- T2 Kontrol (Müfredata dayalı öğretim) grubunun ön test, T4 son test ve T6 kalıcılık testi ölçümlerini ifade etmektedir.

Kontrol grubunda MEB tarafından belirlenen müfredata göre öğretim yürütülürken, deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı öğretim çerçevesinde etkinlikler ve uygulamalarla dersler yürütülmüştür.

Deneysel işleme başlanmadan önce deney ve kontrol grubundaki öğrencilere "Değişken kavramı başarı testi" ön test olarak; deneysel işlemden sonra ise yine deney ve kontrol grubundaki öğrencilere son test olarak uygulamıştır. Her iki gruba uygulanan son testten bir ay sonra öğrenilen bilgilerin kalıcılığını saptamak için aynı test kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Araştırmanın sonunda gruplara uygulanan "Değişken kavramı başarı testi" sonucunda gruplardan elde edilen puanlar uygun istatistiksel çözümlemeler kullanılarak karşılaştırılmıştır.

Çalışma Grubu

Bu araştırmaya 2018-2019 eğitim-öğretim yılının ikinci döneminde Konya ili Güneysınır ilçesi Karasınır İlkokulu'na devam eden sosyo-ekonomik düzeyi orta olan 4-A ve 4-B sınıflarındaki öğrenciler katılmışlardır.

Deneysel araştırmalarda örneklem saptanmasına gidilmeyip bunun yerine çalışma grubu, denekler, denel gruplar olabilir (Sönmez ve Alacapınar, 2016). Bu sebeple araştırmada evren ve örneklem seçimine gidilmemiş bunun yerine çalışma grupları alınıp bu grupların eşitliği üzerinde durulmuştur. Araştırmacı çalışma grubunu belirlerken izin ve ulaşım konusunda sıkıntı yaşamamak için görev yaptığı bölgeyi tercih etmiştir. Ayrıca okulun orta düzeyli sosyo-ekonomik düzeyi olan okullardan seçilmesinin nedeni ise araştırmayı etkileyecek çok olumsuz veya olumlu faktörleri araştırma dışında bırakmaktır.

Araştırma yapılacak grupları belirlerken yansız atama yöntemi benimsenmiştir. Bu amaç doğrultusunda 4-A ve 4-B sınıfları arasında kura çekilmiş; çekilen kura sonucunda 4-B sınıfı deney grubu, 4-A sınıfı kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın Karasınır İlkokulu'nda yapılmasında okul yönetimiyle ve öğretmenlerle yapılan görüşme sonucunda okul yönetiminin ve öğretmenlerinin araştırmaya verdiği destek de etkili olmuştur. Ayrıca okulun fiziki şartlarının araştırmanın yapılması için uygun olması da diğer bir sebeptir.

Denkleştirme

Araştırma kapsamında çalışma gruplarının denkleştirilmesinde değişken kavramı başarı testinden elde edilen ön test puanları kullanılmıştır. Denkleştirme, istenmeyen değişkenler açısından grupların ve deneklerin arasında bulunan farkın anlamlı olmamasını sağlamaktır (Sönmez ve Alacapınar, 2016). Ön test sonucu elde edilen sonuçlar aşağıda Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4

Grupların Ön Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Deney Grubu	16	17.34	277.50	130.50	0.842
Kontrol Grubu	17	16.68	283.50		

Tablo 4'te görüldüğü gibi deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrencilerin ön testten elde ettikleri puanlar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koymak için yapılan Mann-Whitney U testinin sonucuna göre deney grubunun sıra ortalaması (Ortanca: 46.55) ile kontrol grubunun sıra ortalaması (Ortanca: 37.93) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmemiştir (U=130.50, p>.05). Bu sonuç deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin deney öncesinde değişken kavramına yönelik başarı durumları arasında anlamlı bir farkın olmadığını gösterir. Bir başka deyişle gruplar değişken kavramı başarı testinde, ön test puanları açısından birbirine denktir. Araştırmanın deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin dağılımı Tablo 5'te sunulmuştur.

Tablo 5

Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Cinsiyetlerine İlişkin Bilgiler

Cinsiyet	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Kız	7	8
Erkek	9	9
Toplam	16	17

Tablo 5 incelendiğinde; deney grubundaki öğrenci sayısının 16, kontrol grubundaki öğrenci sayısının 17 olduğu görülmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin yedisi kız dokuzu erkektir. Kontrol grubundaki öğrencilerin sekizi kız dokuzu erkektir.

Bu verilere dayanarak kontrol ve deney grubundaki öğrencilerin sayı ve cinsiyete göre birbirine denk olduğu söylenebilir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada; öğrencilerin denkleştirilmesinde ön test, son test ve kalıcılık testleri olarak "Değişken kavramı başarı testi" geliştirilip kullanılmıştır. Ayrıca deney grubunda değişken kavramının Dienes ilkelerine yönelik işlenebilmesini sağlamak amacıyla ders planları hazırlanmış ve araştırmacı tarafından öğretim materyalleri geliştirilmiştir. Bu araştırma ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre oluşturulduğu için bu desende en çok dikkat edilecek husus deney grubunda kullanılan öğretim yönteminin kontrol grubunda kullanılmadığının tespitinin yapılmasıdır (Sönmez ve Alacapınar, 2016). Bu nedenle kontrol grubunda yer alan sınıf öğretmeninin dersi nasıl işlediğine ulaşmak için ders palanlarına bakılmış, öğretmenin uygulama boyunca dersleri nasıl işlediği takip edilmiş ve ders anlatımı sırasında fotoğraf ve video çekilmiştir.

Başarı testi

Öğrencilerin akademik başarılarını ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığı üzerinde Dienes ilkelerine dayalı öğretimin anlamlı farklılığa neden olup olmadığını belirlemek için araştırmacı tarafından "Değişken kavramı başarı testi" geliştirilmiştir. Başarı testinin geliştirilmesinde dördüncü sınıf matematik dersi öğretim programında yer alan doğal sayılar, doğal sayılarla çarpma işlemi, doğal sayılarla bölme işlemi konularından değişken kavramının, bilinmeyen değerler ve değişen nicelikler olarak bulunduğu alt kazanımlar temel alınmıştır. İlgili kazanımlar belirlendikten sonra her bir kazanımı ölçen beş ile 11 arası çoktan seçmeli test soruları hazırlanmıştır. Soruların bir kısmı kaynaklardan yararlanılarak bir kısmı ise araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli test soruları hazırlanırken Dienes ilkelerine ait süreçlere dikkat edilmiş ve sorular bu süreçlere uygun olarak hazırlanmıştır. Karasar (2016), araştırmalarda nitelikli olarak yapılmayan ölçmelerin tüm bilimsel çabayı gereksiz kılabileceğini vurgulayarak, araştırmalarda ölçmede aranan niteliklerin bilinmesinin ve bunlara yönelik önlemlerin alınmasının çok önemli olduğunu belirtmiştir. Bu kapsamda her ölçmede ve bu ölçmeyi gerçekleştirecek ölçme aracında bulunması gereken iki temel niteliğin: Geçerlilik ve güvenilirlik olduğunu ifade etmiştir. Araştırmada kullanılacak değişken kavramı başarı testinin geliştirilme aşamalarında geçerliliği ve güvenilirliği sağlamak amacıyla sırasıyla;

- Araştırmada değişken kavramının bulunduğu kazanımlara yönelik 43 soru hazırlanmış ve testin kapsam geçerliliğini sağlamak için belirtke tablosu oluşturulmuştur.
- Ölçme aracında kullanılan soruların, bilimsel olarak uygunluğu ve kazanımlara uygunluğu konusunda, bir öğretim üyesi ve altı sınıf öğretmeninin uzman görüşüne başvurulmuş ve uzmanlardan gelen görüşler doğrultusunda gerekli eklemeler, düzeltmeler ve çıkartmalar yapıldıktan sonra, 36 maddeye düşürülen test ön uygulama için hazır hale getirilmiştir.

- Araştırmada belirlenen kazanımlardan her biri için en az üç soru olması gerekliliği göz önünde bulundurulmuş ve kazanımların soru sayısı ona göre belirlenmiştir. Ayrıca sorular karışık konulmuştur.
- Geliştirilen taslak başarı testinin pilot uygulaması Gülizar Zeki Obdan İlkokulu'nda sabahçı ve öğlenci olarak öğrenim yapan 200 dördüncü sınıf öğrencisine uygulanmıştır.
- Pilot uygulamanın ardından elde edilen veriler SPSS 24 paket programında analiz edilmiş ve 36 soruluk testin KR-20 ölçüm güvenilirlik katsayısı 0.87 olarak bulunmuştur.
- Pilot uygulamadan elde edilen veriler ışığında madde analizi ve ölçümün güvenilirlik çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Yukarıda araştırmada kullanılacak ölçme aracı olan "Değişken kavramı başarı testi"nin geçerli ve güvenilir olması için yapılanlar kısaca anlatılmıştır. Aşağıda bu aşamalar ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Araştırmada değişken kavramı başarı testi ve Dienes ilkelerine yönelik öğrenme etkinlikleri hazırlanırken dikkate alınan kazanım sayıları ve süreleri Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6

İlkokul 1-4 Matematik Dersi Öğretim Programı Sayılar ve İşlemler Öğrenme Alanlarına Ait Kazanım Sayıları ve Süreleri

Öğrenme Alanı	Alt Öğrenme Alanı	Kazanım Sayısı	Ders Saati Süresi
Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılar	1	3
Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi	1	2
Sayılar ve İşlemler	Doğal Sayılarla Bölme İşlemi	3	6
Toplam		5	11

Tablo 6'da görüldüğü gibi uygulama sürecindeki toplam kazanım sayısı beş, toplam ders saati süresi ise 11'dir. Toplam beş kazanım için 43 soru hazırlanmıştır. Hazırlanan sorular Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı okullarda görev yapan altı sınıf öğretmenine ve matematik eğitimcisi bir öğretim üyesine soruları değerlendirmeleri için gönderilmiştir. Ayrıca değerlendirmeden önce ve sonra kapsam geçerliliğini sağlamak amacıyla belirtke tabloları oluşturulmuştur (Bkz.

EK-2 ve Ek-3). Uzman görüşleri doğrultusunda pilot uygulama öncesi testte şu değişiklikler yapılmıştır:

- Testin başındaki yönergede bulunan "süreniz 45 dakikadır" ifadesi kaldırılmış ve her öğrenciye sınav için gerekli süre verilmiştir. Böylece tüm öğrencilerin bütün sorulara ulaşmaları amaçlanarak güvenilirlik arttırılmaya çalışılmıştır.
- Testte bulunan 9, 20, 22, 24, 25, 37 ve 41. sorular testten çıkartılmıştır.
- Testte buluna 33. soru iki bilinmeyenli sorudan tek bilinmeyenli soruya dönüştürülmüştür.
- Teste bulunan 35. sorudaki B şıkkı yerine "16+1" işlemi eklenmiştir.
- Testteki yedinci sorunun şıkları tekrar düzenlenip sağ, sol ifadeleri yerine renk ifadeleri yazılmıştır.
- Testte bulunan bazı soruların soru kökleri düzeltilip gerekli ekleme ve çıkartmalar yapılmıştır.

Yapılan değişiklikler sonucunda öğrencilere pilot uygulamada kullanılacak 36 soruluk "Değişken kavramı başarı testi" geliştirilmiştir.

Geliştirilen taslak ölçme aracı uygun bir gruba uygulanmalı ve bu grubun sayısı en az soru sayısının üç katı olmalıdır (Sönmez ve Alacapınar, 2016). Bu nedenle geliştirilen değişken kavramı başarı testi ilgili kazanımları işlemiş 200 dördüncü sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Testte yer alan maddelerin özelliklerini belirlemek için madde analizi yapılmıştır. Madde analizi ve madde analizi hesaplamaları direkt olarak testte konulacak maddelerin belirlenmesi ve maddeler üzerindeki düzeltmelerin neler olacağıyla ilgilidir (Turgut ve Baykul, 2010).

Ölçme aracının güvenilirlik çalışmasında KR-20 (Kuder-Richardson) kullanılmıştır. KR-20, test sorularına verilen cevapların 1 (doğru) , 0 (yanlış ya da boş) olduğunda kullanılmaktadır (Büyüköztürk ve diğ., 2016). Ancak, Bademci (2006) Cronbach Alfa'nın, iki değerli [0,1] ölçümlenmiş maddeler için kullanılabileceğini belirtirken, Tan (2009) KR-20 ile Cronbach Alfa'nın yanlış kullanımlarına dikkat çekerek SPSS'te KR-20 için ayrı bir modül bulunmamakta, nokta çift serili korelasyon hesabında olduğu gibi iki değerli veri girildiğinde SPSS'in büyük olanı 1 olarak ele alıp güvenilirlik katsayısını hesapladığı ifade edilmektedir. Buna dayanarak araştırmada KR-20 değerinin hesaplanmasında

SPSS 24 paket programı kullanılmıştır. Uygulama sonuçlarından elde edilen puanlara ait madde güçlük indeksi (P_J), madde ayırt edicilik indeksi (R_Jx), madde standart sapması (S_J) ve güvenilirlik katsayısı (KR-20) ait istatistiki sonuçlar Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

Değişken Kavramı Başarı Testine Ait İstatistiki Sonuçlar

	Madde güçlük İndeksi (P_J)	Madde Ayırt Edicilik İndeksi (R_Jx)	Madde Standart Sapması (S_J)
Soru 1*	0.97	0.05	0.16
Soru 2*	0.87	0.24	0.29
Soru 3	0.62	0.61	0.50
Soru 4	0.50	0.51	0.49
Soru 5	0.62	0.72	0.46
Soru 6*	0.95	0.05	0.23
Soru 7	0.70	0.44	0.46
Soru 8	0.74	0.37	0.40
Soru 9	0.78	0.42	0.35
Soru 10	0.80	0.38	0.40
Soru 11	0.75	0.38	0.42
Soru 12	0.74	0.44	0.43
Soru 13	0.67	0.64	0.45
Soru 14	0.66	0.51	0.46
Soru 15	0.76	0.46	0.39
Soru 16	0.75	0.50	0.41
Soru 17	0.77	0.44	0.34
Soru 18*	0.88	0.18	0.29
Soru 19	0.48	0.62	0.50
Soru 20	0.72	0.40	0.44
Soru 21	0.51	0.81	0.50
Soru 22*	0.89	0.20	0.25
Soru 23*	0.84	0.12	0.31
Soru 24	0.58	0.50	0.49
Soru 25	0.68	0.59	0.42
Soru 26	0.58	0.64	0.48
Soru 27	0.63	0.64	0.47
Soru 28	0.73	0.46	0.39
Soru 29	0.33	0.33	0.48
Soru 30	0.84	0.24	0.38
Soru 31	0.73	0.53	0.42
Soru 32	0.77	0.40	0.40
Soru 33	0.71	0.46	0.43
Soru 34	0.71	0.38	0.44
Soru 35	0.72	0.44	0.41
Soru 36*	0.70	0.22	0.46
Kişi Sayısı		200	
Testin Ortalaması		74.58	
Testin Varyansı		40.55	
Testin Standart Sapması		6.36	
Testin Genel Güçlüğü(P)		0.71	
KR-20 Değeri		0.87	

*Bu sorular testten çıkarılmıştır.

Tablo 7' de yer alan veriler incelendiğinde 1, 2, 6, 18, 22, 23 ve 36. soruların madde güçlükleri ve madde ayırt edicilik indeksleri gerekli koşulları sağlamadığı için testten çıkartılmıştır. Madde güçlük derecesi 0.30-0.80 dışında olan maddeler ve ayırt edicilik indeksi 0.30'un altında olan maddeler testten çıkartılmıştır. Kapsam geçerliliğinin sağlanması için 30. soru üzerinde düzeltme yapılarak teste dâhil edilmiştir.

Ayırt edicilik indeksi; 0.40 ve üzeri olan maddeler ayırt etme gücü yüksek, 0.20 ile 0.39 arasında olan maddeler ayırt etme gücü orta, 0.19 ve altında kalan maddeler ise ayırt etme gücü düşük maddeler olarak belirtilmektedir (Tekin, 2000). Turgut ve Baykul (2010), madde ayırt edicilik indeksi 0.30 ve üzerinde olan maddelerin teste alınmasının uygun olacağını belirtmişlerdir. Bu nedenle testte madde ayırt edicilik indeksi 0.30 üzerinde olan maddeler teste alınmıştır. Maddelerden 30. soru kapsam geçerliliğinin sağlanması için bu kapsamın dışında tutulmuş madde üzerinde düzeltme yapılarak teste dâhil edilmiştir.

Belirtilen sorular testten çıkarıldıktan sonra yapılan güvenilirlik çalışması sonucu elde edilen istatistiki veriler Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8

Değişken Kavramı Başarı Testinin Güvenirlik Hesaplamalarına İlişkin İstatistiki Sonuçları

Kişi Sayısı	200
Testin Ortalaması	70.57
Testin Varyansı	33.34
Testin Standart Sapması	5.77
Testin Genel Güçlüğü (P)	0.66
KR-20 Değeri	0.87

Tablo 8 incelendiğinde testte madde güçlüğü ve ayırt edicilik indeksi olarak kabul edilemeyecek maddeler testten çıkarıldıktan sonra testin genel güçlük değeri (p)= 0.66 ve güvenilirlik kat sayısı KR-20 ise 0.87 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere bakarak geliştirilen "Değişken kavramı başarı testi"nin geçerli ve güvenilir olduğu söylenebilir. Çünkü Turgut'a göre (1990) başarıların değerlendirilmesi için kullanılacak testlerin ortalama güçlük değerinin 0.50 civarı olması gerekir. Ölçüm güvenilir katsayısının ise (KR-20) en az 0.80 veya 0.80 üstü olması gerekmektedir (Bademci, 2011). Sonuç olarak araştırmanın deney ve kontrol gruplarında ön test, son test ve kalıcılık testi olarak kullanılacak toplam 29 soruluk "Değişken kavramı başarı testi" elde edilmiştir (Bkz. EK-5).

Dienes ilkelerine dayalı öğrenme materyalleri

Araştırmanın deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı öğrenme-öğretme sürecinde kullanılan materyallerin ve ders planlarının hazırlanması ve geliştirilmesi sürecinde öncelikle literatür taraması yapılmış Dienes ilkelerine dayalı öğretimin uygulanmasına ilişkin veriler elde edilmeye çalışılmıştır. Daha sonra araştırmacı öğrenme-öğretme sürecindeki kazanımlara yönelik bir öğretim üyesinin görüşlerine de başvurarak Dienes ilkelerine dayalı etkinlikleri içeren ders planları ve materyalleri hazırlanmıştır (Bkz. EK-4). Ders planlarının ve ders planlarında bulunan etkinliklerin Dienes'in dinamiklik ilkesi, yapılandırmacılık ilkesi, matematiksel değişkenlik ilkesi ve çoklu somutlaştırma ilkesini içermesine özellikle dikkat edilmiştir. Araştırmada deney grubunda işlenecek beş kazanıma ilişkin ders planları süreci aşağıda Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9

Alt Öğrenme Alanları ve Kazanımlara Ait Ders Planları Süreci

Öğrenme Alanı	Alt Öğrenme Alanı	Kazanımlar	Ders saati süresi
Sayılar ve İşlemler (M.4.1)	Doğal Sayılar (M.4.1,1)	M.4.1.1.6. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar.	3 x 40'
Sayılar ve İşlemler (M.4.1)	Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi (M.4.1,4)	M.4.1.4.2. Üç doğal sayı ile yapılan çarpma işleminde sayıların birbirleriyle çarpılma sırasının değişmesinin, sonucu değiştirmediğini gösterir.	2 x 40'
Sayılar ve İşlemler (M.4.1)	Doğal Sayılarla Bölme İşlemi (M.4.1,5)	M.4.1.5.5. Çarpma ve bölme arasındaki ilişkiyi fark eder. M.4.1.5.7. Aralarında eşitlik durumu olan iki matematiksel ifadeden birinde verilmeyen değeri belirler ve eşitliğin sağlandığını açıklar. M.4.1.5.8. Aralarında eşitlik durumu olmayan iki matematiksel ifadenin eşit olması için yapılması gereken işlemleri açıklar.	6 x 40'
Toplam		5	11 ders saati

Yukarıdaki tablodaki süreçle birlikte her kazanım için ayrı ayrı hazırlanmış öğrenme materyalleri öğrencilere dağıtılmıştır. Her kazanımın işlenmesinden sonraki süreçte ise yine öğrenciler için hazırlanan çalışma kâğıtları öğrencilere dağıtılmıştır. Çalışma kâğıtlarının etkinliklerde ve ders planlarında olduğu gibi Dienes ilkelerini içermesine dikkat edilmiştir.

Uygulama öncesinde son kez ders planları, materyaller ve çalışma kâğıtları gözden geçirilmiş ve uygulamaya hazır hale gelecek şekilde son kez uzman görüşü de alınarak düzenlenmiştir.

Denel İşlem Süreci

Uygulamada kullanılacak veri toplama araçları ve Dienes ilkelerine dayalı öğretimin uygulanacağı deney grubu için ders planları, uygulama materyalleri hazırlandıktan sonra Konya İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden gerekli izinler alınmıştır (Bkz. EK-1). Deney ve kontrol grubu yansız atama yoluyla belirlendikten sonra deney ve kontrol gruplarına 15 Şubat tarihinde geliştirilen "Değişken Kavramı Başarı Testi" ön test olarak uygulanmıştır. Uygulanan ön testle grupların denkliği test edilmiş ve grupların birbirine denk olduğu saptanmıştır. Deney ve kontrol grupları için uygulama üç hafta sürmüştür. Her hafta matematik dersi dört saat olacak şekilde planlanmıştır. Üç haftanın sonunda gruplara "Değişken Kavramı Başarı Testi" son test olarak uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarında uygulamanın kalıcılığının belirlenmesi için uygulama bitiminden bir ay sonra "Değişken Kavramı Başarı Testi" tekrar uygulanmıştır. Araştırmada deney ve kontrol grubunda gerçekleşen uygulama takvimi aşağıda Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

Deney ve Kontrol Grubu Uygulama Takvimi

Haftalar	Günler
1.	18-22 Şubat
2.	25 Şubat- 1 Mart
3.	4-8 Mart

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi uygulama 18 Şubat tarihinden ön testin uygulanmasından hemen sonra başlamış, 8 Mart'ta derslerin bitiminden hemen sonra son test uygulanmıştır. Bu süre içerisinde deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı öğretim uygulanmış, kontrol grubunda ise müfredata dayalı öğretim uygulanmıştır. Son testin uygulanmasından bir ay sonra 8 Nisan'da kalıcılığın test edilmesi için "Değişken Kavramı Başarı Testi" tekrar uygulanmıştır. Deney grubunun öğrenme-öğretme süreci araştırmacı tarafından yürütülmüş kontrol grubunun öğrenme-öğretme süreci ise sınıfın öğretmeni tarafından yürütülmüştür. Matematik derslerinin günlerini ve saatlerini gösteren ders programı aşağıda Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11

Deney ve Kontrol Grubu Matematik Dersi Haftalık Ders Programı

Grup	Ders	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
Deney	1.	Matematik	-	-	-	Matematik
Grubu	2.	Matematik	-	-	-	Matematik
Kontrol	1.	Matematik	-	-	-	Matematik
Grubu	2.	Matematik	-	-	-	Matematik

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi deney ve kontrol gruplarının matematik ders programı aynıdır. Araştırmacı her iki grubun da yapılacak testlerle dersler arasında eşit süre olması için böyle bir yola başvurmuştur.

Deney grubunda gerçekleştirilen Dienes ilkelerine dayalı öğretim şu şekilde gerçekleştirilmiştir:

Araştırmacı, öğretme-öğrenme sürecini Dienes'in matematik öğrenme teorisinin dayandığı dört ilke olan: Dinamiklik ilkesi, yapılandırmacılık ilkesi, matematiksel değişim ilkesi ve çoklu somutlaştırma ilkesine göre düzenlemiştir. Dinamiklik ilkesi kendi içinde üç aşamadan oluşur bu aşamalar: Oyun aşaması, yapı aşaması ve uygulama aşamasıdır. Oyun aşamasında öğrencilerin yapılandırılmamış ancak rastgele de olmayan durumlarla deneyim yaşamalarını sağlamak ve öğrenilecek kavramın gizli olduğu bir eğitsel oyun ortamı oluşturmak amacıyla her kazanım, kazanıma uygun oyunlarla başlatılmış ve çeşitli manipülatiflerden yararlanılmıştır. Daha sonraki aşama olan yapı aşamasında ise öğrencilere öğretilecek kavrama benzeyen tecrübeler kazandırılmaya çalışılmış ve öğrencilere sosyal bir çevre ile etkileşimi sağlanması amacıyla küçük gruplar oluşturulmuştur. Öğrencilerin bu aşamada belirli durumların oluşması için belirli şartların olduğu fikrine ulaştırmak amacıyla etkinlikler düzenlenmiştir. Ardından son aşama olan uygulama aşamasında ise öğrencilerin öğrenilecek kavrama ulaşmaları ve kuralı bulmaları etkinliklerle sağlanmaya çalışılmıştır.

Yapılandırmacılık ilkesinde öğrencinin kendi bilgisini kendisinin oluşturmasını ve ulaştığı bilgiyi yeni durumlara aktarması için etkinliklerde öğrencilerin ulaşması gereken bilgiye kendilerinin ulaşması sağlanmış ve bunu yeni karşılaştığı durumlara aktarmaları sağlanmaya çalışılmıştır.

Matematiksel değişkenlik ilkesinde ise öğrencilere öğretilecek kavramda ilgili değişkenlerin sabit tutularak ilgisiz değişkenlerin konumunun, yerinin, şeklinin ve benzeri durumların değişmesinin o kavramın kendi özelliklerini değiştirmeyeceğini vurgulamak ve buldurmak için etkinliklerde kavramların yönü, konumu değiştirilmiş ve öğrencilerin kavramı farklı durumlarda algılamaları sağlanmıştır.

Çoklu somutlaştırma ilkesinde ise öğrencilerin her birinin farklılıkları göz önünde bulundurularak her birinin bilgiyi farklı öğreneceğinden araştırmacı tarafından birçok farklı somut materyal tasarlanmış ve öğrencilerin aynı kavramla ilgili birçok materyalle karşılaşması sağlanmıştır.

Etkinlik sırasında araştırmacı oluşturduğu gruplara yeri geldiğinde rehberlik etmiş ve bilgiyi direk veren değil bulduran olmuştur. Kontrol grubunda ise öğretim faaliyetleri MEB tarafından belirlenmiş müfredata göre yürütülmüştür. Kontrol grubundaki bu sürece herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol grubundaki öğretim faaliyetlerini yürüten sınıf öğretmeninin ilgili kazanımları işlerken MEB tarafından belirlenmiş ders kitaplarını kullandığı belirlenmiştir. Kontrol grubunda müfredata dayalı uygulanan öğretime ait resimler EK-8’de verilmiştir.

Uygulamanın bitmesiyle başlangıçta deney ve kontrol gruplarına uygulanan “Değişken kavramı başarı testi” her iki gruba son test olarak uygulanmış ve son testin uygulanmasından bir ay sonra aynı başarı testi öğrencilerin öğrendiği bilgilerin kalıcılığını ölçmek amacıyla tekrar uygulanmıştır. Denel işlem sürecinde deney grubunda uygulanan Dienes ilkelerine dayalı öğretime ait resimler EK-6’da verilmiştir.

Verilerin Toplanması ve Analizi

Araştırmada bir deney bir kontrol grubu olmak üzere iki grupla çalışılmış ve verilerin toplanması aşamasında, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere araştırmacı tarafından geliştirilip geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılan

“Değişken Kavramı Başarı Testi” ön test, son test ve kalıcılık testi olarak uygulanmıştır.

Deney grubunda uygulanan Dienes ilkelerine dayalı öğretimin geçerliliğini arttırmak için kontrol grubundaki öğretmenin öğretim sürecinde Dienes ilkelerine yer verip vermediği araştırmacı tarafından kontrol edilmiş ve kontrol grubunda ders işleme esnasında fotoğraf ve video çekilmiştir.

Araştırmada deney ve kontrol grubundan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Grupların ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarının yorumlanması ve karşılaştırılmasında t testlerinden yararlanılmıştır. Araştırmada anlamlılık düzeyi olarak .05 belirlenmiş ve İstatistiksel çözümleri gerçekleştirmek için SPSS (Statistical Package fort the Social Sciences) 24 paket programından yararlanılmıştır. Öğrencilerin aldığı puanlar hesaplanırken başarı testi 29 sorudan oluştuğu için her soru 3,44827586 puan olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmada elde edilen verilerin dağılımını incelemek ve normal dağılım gösterip göstermediğini belirleyebilmek için deney ve kontrol grubunun değişken kavramı başarı testinden elde ettikleri ön test, son test ve kalıcılık testi sonuçlarına Shapiro-Wilks normallik testi uygulanmıştır. Büyüköztürk (2018), puanların normalliğinin incelenmesinde kullanılan iki test olduğunu bunlardan birinin Shapiro-Wilks diğerinin Kolmogorov-Smirnov(K-S) testi olduğunu belirterek grup sayısının 50’den az olması durumunda Shapiro-Wilks; büyük olması durumunda Kolmogorov-Smirnov(K-S) testinin kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Araştırmaya 50’den az öğrenci katıldığı için normallik dağılımı ölçümlerinde Shapiro-Wilks normallik testi uygulanmıştır. Hesaplanan p-değerinin .05’den büyük olması puanların dağılımının normal olduğunu göstermektedir (Büyüköztürk, 2018; Can, 2017). Can (2017), normallik varsayımına bakılırken çarpıklık (Skewness) ve basıklık (Kurtosis) değerlerine bakmanın normallik varsayımı üzerinde bize bir fikir vereceğini belirtmiş ve normal bir dağılımın çarpıklık ve basıklık değerinin sıfıra yakın olması gerektiğini ifade etmiştir. Büyüköztürk (2018), çarpıklık değerinin -1 ve +1 arasında kalmasının puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği şeklinde yorumlanabileceğini belirtmiştir. Şencan (2005) ise normallik için çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ve +1 arasında olması gerektiğini ifade etmiştir.

Araştırmanın birinci alt probleminde deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirleyebilmek için öncelikle grupların puan dağılımlarının normalliği Shapiro-Wilks normallik testi ile kontrol edilmiştir. Aşağıda Tablo 12'de normallik testi analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 12

Değişken Kavramı Başarı Testi Shapiro-Wilks Normallik Testi Analiz Sonuçları

	Gruplar	N	Shapiro-Wilk	p	Çarpıklık	Basıklık
Değişken Kavramı Başarı Testi-Ön Test	Deney	16	0.90	0.103	-0.078	-1.564
	Kontrol	17	0.87	0.026	0.951	-0.280
Değişken Kavramı Başarı Testi-Son Test	Deney	16	0.83	0.009	-0.947	-0.559
	Kontrol	17	0.98	0.987	0.018	-0.429

Tablo incelendiğinde değişken kavramı başarı testi ön test ve son test p değerinin deney ve kontrol gruplarında bazı başarı testlerinde .05'den küçük çıktığı, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1, +1 aralığında bulunmadığı görülmüştür. Grupların puanlarının dağılımının normal sayılabilmesi için p değerinin .05'den büyük olması, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1, +1 aralığında olması gerekirken burada verilerin normallik varsayımını karşılayamadığı görülmüştür. Bu nedenle birinci alt problemden elde edilen verilerin analizinde parametrik testler kullanılamamış ve non parametrik testler kullanılmıştır. Can (2017), farklı iki grubun puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığının belirlenmesinde parametrik test olan ilişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi (ındependent Samples t test) kullanılması gerektiğini belirtmiştir. Ancak ortalamaları karşılaştırılacak iki grupta veri sayısının yeterli olmaması, veri sayısı yeterli olsa bile verilerin dağılımının normallik varsayımını karşılayamaması ya da verilerin en az aralık ölçeğinde olmaması gibi nedenlerle ilişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi'nin (ındependent Samples t test) yapılamayabileceğini ifade etmiştir. Bu durumda, parametrik bir test olan t testinin non paremetrik karşılığı olan Mann-Whitney U testi ile iki grubun ortalamaları arasında fark olup olmadığı sınanabileceğini belirtmiştir. Bu yüzden araştırmanın birinci alt probleminde deney ve kontrol gruplarından elde edilen verilerin analizinde Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Araştırmanın ikinci ve üçüncü alt problemlerinde deney grubunun(Dienes ilkelerine göre öğretimin uygulandığı grup) ve kontrol grubunun(müfredata göre öğretimin uygulandığı grup) kendi içerisinde ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirleyebilmek için öncelikle grupların kendi içerisindeki ön test ve son test fark puanları hesaplanmış ve grupların fark puanlarının dağılımlarının normalliği Shapiro-Wilks normallik testi ile kontrol edilmiştir. Can (2017), aynı veri kaynağı üzerinden art arda yapılan iki ölçüm sonucu elde edilen veri değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan parametrik test ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) olduğunu belirtmiş ve bu testin yapılabilmesinin, grupların kendi içerisinde aldığı ön test ve son test fark puanlarının normal dağılım göstermesine bağlı olduğunu ifade etmiştir. Aşağıdaki Tablo 13'te grupların ön test-son test fark puanlarının normallik testi analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 13

Grupların Değişken Kavramı Başarı Testi Fark Puanları Shapiro-Wilks Normallik Testi Analiz Sonuçları

	Gruplar	N	Shapiro-Wilk	p	Çarpıklık	Basıklık
Değişken Kavramı Başarı Testi Ön Test-Son Test Fark Puanı	Deney	16	0.97	0.934	-0.203	-0.509
	Kontrol	17	0.95	0.601	0.036	-0.668

Tablo incelendiğinde deney ve kontrol grubunun fark puanı p değerlerinin her iki grupta da .05'den büyük olduğu, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ile +1 aralığında olduğu görülmüştür. Bu durumda deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test fark puanlarının normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği, verilerin normallik varsayımını karşıladığı söylenebilir. Bu nedenle ikinci ve üçüncü alt problemden elde edilen verilerin analizinde parametrik bir test olan ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) kullanılmıştır.

Araştırmanın dördüncü alt probleminde deney ve kontrol gruplarının erişi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirleyebilmek için öncelikle grupların erişi puanları hesaplanmış ve erişi puanlarının dağılımlarının normalliği Shapiro-Wilks normallik testi ile kontrol edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 14'te grupların erişi puanlarının normallik testi analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 14

Grupların Değişken Kavramı Başarı Testi Erişi Puanları Shapiro-Wilks Normallik Testi Analiz Sonuçları

	Gruplar	N	Shapiro-Wilk	p	Çarpıklık	Basıklık
Değişken Kavramı Başarı Testi Erişi Puanları	Deney	16	0.97	0.934	-0.203	-0.509
	Kontrol	17	0.95	0.601	0.036	-0.668

Tablo incelendiğinde grupların erişi puanı p değerlerinin her iki grupta da .05'den büyük olduğu, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ile +1 aralığında olduğu görülmüştür. Bu durumda deney ve kontrol grubu erişi puanlarının normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği, verilerin normallik varsayımını karşıladığı söylenebilir. Bu nedenle dördüncü alt problemde elde edilen verilerin analizinde parametrik bir test olan ilişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi (ındependent Samples t test) kullanılmıştır.

Araştırmanın beşinci, altıncı alt problemlerinde deney ve kontrol gruplarının kendi içerisindeki son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirleyebilmek için öncelikle her iki grubun kendi içindeki son test ve kalıcılık testi fark puanları hesaplanmıştır. Ardından fark puanlarının normalliği Shapiro-Wilks normallik testi ile kontrol edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 15'te grupların fark puanlarının normallik testi analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 15

Grupların Ön Test- Kalıcılık Testi Fark Puanlarının Shapiro-Wilks Normallik Testi

	Gruplar	N	Shapiro-Wilk	p	Çarpıklık	Basıklık
Değişken Kavramı Başarı Testi Son Test-Kalıcılık Testi Fark Puanları	Deney	16	0.97	0.956	-0.166	-0.323
	Kontrol	17	0.96	0.684	0.190	-0.550

Tablo incelendiğinde grupların son test ve kalıcılık testi fark puanları p değerinin .05'den büyük olduğu, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ile +1 aralığında olduğu görülmüştür. Bu durumda deney ve kontrol grubu son test-kalıcılık testi fark puanlarının normal dağılımdan aşırı sapma göstermediği, verilerin normallik varsayımını karşıladığı söylenebilir. Bu nedenle araştırmanın beşinci ve altıncı alt problemlerinden elde edilen verilerin analizinde parametrik bir test olan ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) kullanılmıştır.

Araştırmanın yedinci alt probleminde deney ve kontrol gruplarının kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirleyebilmek için öncelikle grupların kalıcılık testi puan dağılımlarının normalliği Shapiro-Wilks normallik testi ile kontrol edilmiştir. Aşağıdaki Tablo 16'da normallik testi analiz sonuçları sunulmuştur.

Tablo 16

Grupların Değişken Kavramı Başarı Testi Kalıcılık Puanları Shapiro-Wilks Normallik Testi Analiz Sonuçları

	Gruplar	N	Shapiro-Wilk	p	Çarpıklık	Basıklık
Değişken Kavramı Başarı Testi Kalıcılık	Deney	16	0.84	0.011	-1.251	0.689
	Kontrol	17	0.97	0.857	-0.014	-0.885

Tablo incelendiğinde deney grubunun kalıcılık testi puanlarının p değerinin .05'den küçük olduğu gözlemlenirken kontrol grubunun kalıcılık testi puanlarının p değerinin .05'den büyük olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca deney grubunun çarpıklık değerinin -1 ile +1 aralığında olmadığı tespit edilmiştir. Bir testin puanlarının normal dağılım gösterebilmesi için p değerini .05'den büyük, çarpıklık ve basıklık değerlerinin -1 ile +1 aralığında olması gereklidir. Bu durumda deney grubu kalıcılık testi puanlarının dağılımının burada verilen normallik varsayımını karşılayamadığı görülmüştür. Bu nedenle yedinci alt problemden elde edilen verilerin analizinde parametrik testlerden ilişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi (ındependent Samples t test) kullanılamamış, onun yerine bu testin non parametrik karşılığı olan Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Can (2017), yapılan ilişkili ve ilişkisiz örneklemler için t testinin karşılaşılan iki ortalama arasında anlamlı bir fark olup olmadığını ortaya koyarken bu farkın büyüklüğü ile ilgili bilgi vermeyeceğini, bu nedenle istatistiksel anlamlılıkla birlikte etki büyüklüğünün de hesaplanması gerektiğini belirtmiştir. Bu nedenle bu araştırmada deney ve kontrol grupları arasındaki farkın anlamlı olduğu durumlarda etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Green ve Salkind (2005), ilişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi (ındependent Samples t test) için etki büyüklüğünü hesaplamanın kolay yolunun t değerinden yararlanmak olduğunu ifade etmişlerdir. Buna göre etki büyüklüğü aşağıdaki formülle kolay bir şekilde bulunabilir:

$$d = t * \sqrt{\frac{N_1+N_2}{N_1*N_2}}$$

İlişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) için ise etki büyüklüğünü bulmanın yolu t değerinin, örneklem mevcudunun kareköküne bölünmesidir. Onun formülü de kısaca $d=\frac{t}{\sqrt{N}}$ olarak ifade edilebilir (Green ve Salkind, 2005).

Mann Whitney U testi için etki büyüklüğünü bulmanın yolu ise z değerinin, örneklem mevcudunun kareköküne bölünmesidir. Onun formülü de kısaca $\frac{z}{\sqrt{n}}$ olarak ifade edilebilir (Cohen, 1988; Akt: Kilmen, 2015).

Etki büyüklüğü d, işaretinden bağımsız olarak değerlendirilir ve her değeri alabilir. d'nin 0 (sıfır) olması, ortalamaların eşit olması anlamına gelir. d'nin alabileceği 0.2 küçük, 0.5 orta, 0.8 büyük etki olarak değerlendirilir (Green ve Salkind, 2005). Mevcut araştırmada deney ve kontrol grupları arasındaki puan ortalamalarının karşılaştırılmasından sonra anlamlı çıkan farklılıklarda etki değerleri de hesaplanmıştır.

Araştırmada Geçerliliğin Sağlanması

Deneysel araştırmalar da dâhil her araştırmada iç ve dış geçerliliğin sağlanması çok önemlidir (Karasar, 2017). Büyüköztürk ve diğerleri (2016), araştırmalarda iç ve dış geçerliliği tehdit eden pek çok faktörün bulunduğunu belirtmişlerdir. Aslanargun (2015), iç geçerlilik kavramının deneysel araştırmalar için geliştirildiğini belirmiş ve iç geçerliliğin sağlanmasını araştırma sonuçlarında karıştırıcı etki yaratan dışsal değişkenlerin kontrol edilmesiyle gerçekleşebileceğini ifade etmiştir. Araştırma desenlerinde iç geçerliliği etkileyebilecek önemli tehditler aşağıda özetlenmiştir (Eckhardt ve Ermann, 1977; Akt: Büyüköztür, 2016; Karasar, 2017). İç geçerliliği tehdit eden başlıca unsurlar sıralanırken mevcut araştırmada bunlara karşı nasıl önlemler alındığı da açıklanmıştır.

Araştırmaya katılanların (deneklerin) seçimi

Araştırmaya katılan katılımcıların oluşturulan gruplara yansız bir şekilde atanmaları ya da eşleştirilmenin yapılması gerekir. Bunun yapılmadığı durumda grupların işlem öncesinde birbirlerinden farklı olmasına ve bağımlı değişkende meydana gelecek değişimde kaynağıyla ilgilenilmeyen bir etkiye neden olabilecektir. Mevcut araştırma yarı deneysel bir araştırma olduğundan yansız atama yapılamamış ve hazır grupların denkliği üzerinde durulmuştur. Buna göre grupların denkliği deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilere yapılan ön testten aldıkları puanlara göre denetlenmiş ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Buna bakarak grupların birbirlerine denk olduğu söylenebilir.

Araştırmaya katılanların (deneklerin) olgunlaşması

Özellikle uzun süreli araştırmalarda, araştırmaya katılan katılımcıların olgunlaşmasının bağımlı değişken üzerinde bir etki yaratabileceği düşünülebilir. Bu durum bilhassa uzun süreli araştırmalarda grupların birbirleriyle benzer özellikte olacak şekilde seçilmesi ve benzer yaşantılara sahip bireylerin araştırmaya dâhil edilmesiyle giderilebilir. Mevcut araştırma üç hafta sürmüş bir araştırma olduğundan, bu süre zarfında bağımlı değişken üzerinde olgunlaşmaya bağlı bir etkinin görülmesi düşük bir ihtimal olarak görülmüştür. Ancak böyle bir durum oluşsa bile gruplar birbirlerine denk olduğundan ve katılımcılar benzer yaşantılar geçiren kişiler arasından seçildiği için her iki grubu da aynı oranda etkileyeceği düşünülmüş ve bu durumun önüne geçilmiştir.

Veri toplama aracı

Veri toplama aracı etkisi araştırmalarda ölçme araçlarının farklılaşması durumunda ortaya çıkan bir tehdittir. Bu tehdit araştırmaya katılan katılımcılara verilen testlerin farklı olması ve farklı kişiler tarafından verilmesiyle ilgilidir. Mevcut araştırmada ön test, son test ve kalıcılık testi aşamalarında aynı ölçme araçları kullanılmış ve tüm ölçme araçları araştırmacı tarafından verilmiştir.

Katılımcıların (deneklerin) ayrılması

Bu durum özellikle uzun süreli araştırmalarda meydana gelen bir durumdur. Katılımcıların çeşitli nedenlerle araştırmadan ayrılabilirler, bu durumda birbirlerine denk bir şekilde oluşturulmuş grupların denkliği bozulur ve bu da araştırma sonuçlarını etkiler. Mevcut araştırmada herhangi bir katılımcı kaybı yaşanmamıştır.

Ön test etkisi

Araştırmalarda aynı testin aynı kişilere tekrar tekrar uygulanması katılımcıların testin formuna, içeriğine alışmalarına sebep olabilir ve bu durumda araştırma sonuçlarını etkileyebilir. Mevcut araştırmada ön test ve son testin yapılmaları arasında üç hafta, son test ve kalıcılık testi arasında ise dört hafta gibi uzun bir ara vardır. Bu da katılımcıların testin formuna alışmamaları ve soruları hatırlayamamaları için yeterli bir süre olarak görülmüştür.

İstatistiksel regresyon

Araştırmada yer alan katılımcıların uç (yüksek veya düşük) puanlara göre seçilmesinden kaynaklanmaktadır. Birinci ölçmede çok iyi veya çok kötü puan alanların sonraki ölçmelerde grubun ortalamasına doğru kaymalarıdır. Bu durumun önüne geçilmesi için uç değerlere sahip katılımcıların seçilmemesi ve benzer iki grupla çalışılması gerekmektedir. Böylelikle gruplar arasında ortaya çıkacak fark regresyon etkisinden kaynaklanmayacaktır. Mevcut araştırmada katılımcıları uç puanlara sahip olmamalarına dikkat edilmiş ve birbirlerine denk ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmayan gruplarla çalışılmıştır.

Beklenti etkisi

Araştırmalarda katılımcılarda ve araştırmacılarda deneysel koşullar hakkında oluşacak beklentiler araştırmanın sonucunu etkileyebilmekte ve katılımcıların normalde gösterecekleri performanstan farklı bir performans göstermelerine neden olabilmektedir. Bu durumda katılımcılara araştırma koşulları ve araştırmanın ayrıntıları hakkında bilgi verilmemesi gerekir. Mevcut araştırmada katılımcılara araştırmanın koşulları ve ayrıntıları konusunda bilgi verilmemiştir.

Deneklerin geçmişi

Araştırma sürecinde geçmiş olarak tanımlanabilen bağımsız bir değişken bağımlı değişkeni etkileyebilir. Bu yüzden araştırma çevresinde katılımcıları etkileyebilecek farklı olayların oluşmaması ve benzer olaylar yaşamaları gerekmektedir. Mevcut araştırma sürecinde katılımcıları etkileyen herhangi bir olay yaşanmamıştır.

Dış geçerlilik, araştırma sonuçlarının katılımcıların seçildiği büyük gruplara, evrene genellenebilirlik derecesi olarak ifade edilmiştir (Büyüköztürk ve diğ., 2016; Can, 2017; Karasar, 2016). Mevcut araştırma yarı deneysel desene göre oluşturulduğu için evren ve örneklem seçilmemiş bunun yerine çalışma grupları alınmıştır. Bu sebeple araştırmada elde edilen veriler araştırmada çalışılan çalışma gruplarıyla sınırlandırılmış ve herhangi bir genelleme kaygısı taşımamıştır.

Üçüncü Bölüm
Bulgular ve Yorum

Bu bölümde araştırmanın temel amacı doğrultusunda ele alınan problem; "İlkokul 4.sınıf matematik dersinde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığına etkisi nedir?" şeklindedir. Bulgular, bu probleme cevap bulabilmek için belirlenen alt problemler ışığında sunulmuş ve yorumlanmıştır.

Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın birinci alt problemi "Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde sunulmuştur.

Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney U testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 17'de ve Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 17

Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ön Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	16	17.34	277.50	130.50	.842
Kontrol Grubu	17	16.68	283.50		

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 17'de görüldüğü gibi, deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrencilerin ön testten elde ettikleri puanlar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda deney grubu (Ortanca: 46.55) ile kontrol grubunun (Ortanca: 37.93) ön test sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır

(U=130.50, p>.05). Bir başka deyişle, deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin deney öncesinde değişken kavramına ait başarıları arasında istatistiksel bakımdan anlamlı fark yoktur.

Tablo 18

Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Mann Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	16	22.38	358	50	.002*
Kontrol Grubu	17	11.94	203		

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 18'de görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son testten elde ettikleri puanlar arasında anlamlı bir farkın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda deney grubu (Ortanca: 86.20) ile kontrol grubunun (Ortanca: 51.72) son test sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (U=50, p<.05). Grupların son test sıra ortalamaları karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark gözlenmektedir. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü (d=0.54) bu farkın orta düzeyde olduğunu göstermektedir. Buna bakarak deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretimlerin birbirinden farklı etkililiğe sahip olduğu söylenebilir. Bu bulgu; matematik dersinde öğrencilerin başarılarını arttırmada Dienes ilkelerine göre yapılan öğretimin, müfredata göre yapılan öğretimden daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmanın İkinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın ikinci alt problemi "Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde sunulmuştur.

Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19

Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ön Test - Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin İlişkili Örneklemler t-Testi Sonuçları

Deney Grubu	N	$\overline{X}$	S	sd	t	p
Ön test	16	45.68	20.59	15	-9.82	.000*
Son test	16	79.09	20.66			

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 19'da görüldüğü gibi, deney grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır. Yapılan analizler sonucunda Dienes ilkelerine göre yapılandırılmış öğretimin matematik dersindeki değişken kavramı başarısı üzerindeki etkisinin araştırıldığı 16 kişilik bir sınıfta, eğitim öncesinde ve eğitim sonrasında yapılan başarı testi puan ortalamaları arasında bir fark olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkili örneklemler için t testi sonucunda, eğitim öncesi sınav puan ortalaması ($\overline{X}$=45.68) ile eğitim sonrası yapılan sınav puan ortalaması ($\overline{X}$=79.09) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür (t= -9.82, p<.05). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü (d=2.45) bu farkın çok büyük düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu durum söz konusu sınıfta, Dienes ilkelerine göre yapılandırılmış öğretimin değişken kavramının öğreniminde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın üçüncü alt problemi "Müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde sunulmuştur. Müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20

Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Ön Test – Son Test Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin İlişkili Örneklemler t-Testi Sonuçları

Kontrol Grubu	N	$\overline{X}$	S	sd	t	p
Ön test	17	43.40	18.81	16	-2.04	.057
Son test	17	50.50	23.76			

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 20’de görüldüğü gibi, kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda müfredata göre öğretimin uygulandığı 17 kişilik bir sınıfta, eğitim öncesinde ve eğitim sonrasında yapılan başarı testi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkili örneklemler için t testi sonucunda, eğitim öncesi sınav puan ortalaması ($\overline{X}$=43.40) ile eğitim sonrası yapılan sınav puan ortalaması ($\overline{X}$= 50.50) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir (t= -2.04, p>.05). Bu durum söz konusu sınıfta müfredata göre yapılan öğretimin değişken kavramının öğreniminde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun erişi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?” şeklinde sunulmuştur.

Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun erişi puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla ilişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi (Independent Samples t test) uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21

Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Değişken Kavramı Başarı Testine Ait Erişi Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin İlişkisiz Örneklemler t-Testi Sonuçları

Grup	N	Erişi $\overline{X}$	S	sd	t	p
Deney Grubu	16	33.40	13.60	31	5.40	.000*
Kontrol Grubu	17	7.09	14.29			

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 21’de görüldüğü gibi, deney ve kontrol grubu erişi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda deney grubunun ve kontrol grubunun erişi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için yapılan ilişkisiz örneklemler için t testi sonucunda, deney grubu erişi puan ortalaması ($\bar{X}$=33.40) ile kontrol grubu erişi puan ortalaması ($\bar{X}$= 7.09) arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farklılık görülmüştür (t= 5.40, p<.05). Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü (d=1.88) bu farkın çok büyük düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu verilere dayanarak deney grubunda uygulanan öğretimin, kontrol grubunda uygulanan öğretime göre daha etkili olduğu ve öğrencilerin başarısını daha fazla arttırdığı söylenebilir.

Araştırmanın Beşinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın beşinci alt problemi "Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde sunulmuştur.

Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22

Deney Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin İlişkili Örneklemler t-Testi Sonuçları

Deney Grubu	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Son test	16	79.09	20.66	15	1.64	.121
Kalıcılık	16	74.78	25.85			

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 22'de görüldüğü gibi, deney grubunun ön test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda deney grubu son test ortalaması ($\bar{X}$=79.09) ve kalıcılık testi puan ortalaması ($\bar{X}$=74.78) olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre deney grubunun son test ile kalıcılık testi (t=1.64, p>.05) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuca göre deney grubunun kalıcılık testi başarısı, son testteki başarısına göre düşmüştür. Bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu da bize deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı uygulanan öğretimin kalıcılık yönünden etkili bir öğretim olduğunu göstermiştir.

Araştırmanın Altıncı Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın altıncı alt problemi "Müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde sunulmuştur.

Müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23

Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin İlişkili Örneklemler t-Testi Sonuçları

Kontrol Grubu	N	$\overline{X}$	S	sd	t	p
Son test	17	50.50	23.76	16	-2.04	.058
Kalıcılık	17	56.59	24.56			

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 23'te görüldüğü gibi, kontrol grubunun ön test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda kontrol grubu son test ortalaması ($\overline{X}$=50.50) ve kalıcılık testi puan ortalaması ($\overline{X}$=56.59) olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre kontrol grubunun son test ile kalıcılık testi (t= -2.04, p>.05) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Bu sonuca göre kontrol grubunun kalıcılık testi başarısı son teste göre yükselmiştir. Bu yükselme istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sonuç olarak kontrol grubunda müfredata dayalı uygulanan öğretim kalıcılık yönünde etkili olmamıştır.

Araştırmanın Yedinci Alt Problemine İlişkin Bulgular ve Yorum

Araştırmanın yedinci alt problemi "Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?" şeklinde sunulmuştur.

Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney U testi uygulanmış ve elde edilen bulgular Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24

Deney ve Kontrol Grubunda Yer Alan Öğrencilerin Kalıcılık Testi Puanlarının Karşılaştırılmasına İlişkin Whitney U Testi Sonuçları

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	16	20.72	331.50	76.50	.032*
Kontrol Grubu	17	13.50	229.50		

*p<.05 olduğunda fark anlamlıdır.

Tablo 24'te görüldüğü gibi, deney ve kontrol gruplarının kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı saptanmaya çalışılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda deney grubu (Ortanca: 86.20) ile kontrol grubu (Ortanca: 58.62) kalıcılık testi sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur (U=76.50, p<.05). Grupların kalıcılık testi sıra ortalamaları karşılaştırıldığında deney grubu lehine anlamlı bir fark gözlenmektedir. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü (d=0.37) bu farkın orta düzeye yakın olduğunu göstermektedir. Buna bakarak, deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretimlerin kalıcılık yönünden birbirinden farklı etkililiğe sahip olduğu söylenebilir. Bu bulgu, matematik dersinde deney grubunda uygulanan öğretimin, kontrol grubunda uygulanan öğretime göre kalıcılık test puanları yönünden daha etkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Dördüncü Bölüm
Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Araştırmada, ilkokul 4.sınıf matematik dersinde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığı üzerindeki etkisi ortaya koyulmaya çalışılmıştır. Deney ve kontrol gruplarında üç hafta boyunca gerçekleştirilen öğrenme-öğretme sürecinin ardından ulaşılan bulgularla birlikte birtakım sonuçlara varılmıştır. Sonuçlar, araştırmanın alt problemlerinin ışığında değerlendirilmiş ve alan yazın çerçevesinde tartışılmıştır.

Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın birinci alt probleminde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara ve yorumlara dayanarak birinci alt probleme ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

Deney grubunda ve kontrol grubunda üç hafta boyunca sürdürülen öğretim süreci, deney grubunda Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş bir şekilde sürdürülürken kontrol grubunda sınıf öğretmeni tarafından Milli Eğitim Bakanlığı'nın belirlediği müfredata göre sürdürülmüştür. Deney ve kontrol gruplarının deney öncesi birbirlerine denk olup olmadıklarını sınamak için uygulanan ön test sonuçlarının değerlendirilmesinde Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubunun eğitimden önce yapılan ön test sonuçlarına göre deney grubu (Ortanca:46.55) ile kontrol grubunun (Ortanca:37.93) ön test sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ($U=130.50$, $p>.05$).

Bu sonuç bu iki grubun deney öncesinde birbirlerine denk olduğunu göstermektedir. Buna göre Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş değişken kavramı öğretiminin öğrenci başarısı ve kalıcılığına etkisinin belirlenmesine yönelik başarı seviyeleri birbirlerinden farklı olmayan iki grubun araştırmada yer aldığı söylenebilir.

Denel işlem sürecinin ardından deney ve kontrol grubunun puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını saptamak için Mann-Whitney U testi kullanılmış ve deney grubu (Ortanca:86.20) ile kontrol grubunun (Ortanca:51.72) son test sıra ortalamaları arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın birinci alt probleminden çıkan sonuçlarda dikkat çeken detay, deney grubunda Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin kontrol grubunda müfredata dayalı yapılan eğitime göre öğrencilerin başarılarını daha fazla arttırması olmuştur. Çıkan sonuçlara baktığımızda başlangıçta akademik başarı olarak birbirlerine denk olduğu istatistiksel olarak ispatlanmış grupların üç haftalık öğretim sürecinin ardından deney grubunda(Dienes ilkelerine göre öğretim yapılan sınıf) öğrencilerin 46.55 olan ortanca puanlarının 86.20 olduğu, kontrol grubundaki öğrencilerin ise 37.93 olan ortanca puanının 51.72 olduğu görülmüştür. Buradan deney grubunda verilen öğretimin kontrol grubuna göre başarıyı daha fazla yükselttiği görülmektedir. Bir başka söylemle deney grubunda Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretim, kontrol grubunda müfredata göre düzenlenmiş öğretime göre öğrenci başarıları üzerinde daha fazla etkili olmuş, öğrencilerin akademik başarılarını daha fazla yükseltmiştir. Alan yazında bu sonuçla paralellik gösteren araştırma sonuçlarına rastlanmıştır. Sarı ve Tertemiz (2017) Dienes ilkelerine göre yapılandırılmış geometri etkinliklerinin öğrencilerin başarılarına olan etkisini belirlemek için yaptıkları çalışmada Dienes ilkelerine göre dersin işlendiği iki deney grubunun son test puan ortalamaları kontrol grubunun puan ortalamasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Yine benzer bir araştırmada Sarı (2015) Dienes ilkelerinin başarıya olan etkisini belirlemek için yaptığı çalışmada çalışma grubu olarak ele alınan üç gruptan ikisinde uygulanan Dienes ilkelerine dayalı öğretimin kontrol grubuna göre son test puan ortalamaları bakımından deney gruplarının lehine anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır.

Araştırmanın ikinci alt probleminde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır.

Elde edilen bulgulara ve yorumlara dayanarak ikinci alt probleme ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

İkinci alt problem kapsamında deney grubunun kendi içerisinde ön test ve son test puan ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını belirlemek için ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmıştır. Test sonucuna göre deney grubu ön test puan ortalamaları($\overline{X}$=45.68) ile son test puan ortalaması($\overline{X}$=79.09) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Başka bir deyişle deney grubunda Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretim öğrencilerin akademik başarılarını arttırmıştır. Bu artış 33.41 puan olmuştur. Test sonucu hesaplanan etki büyüklüğü(d=2.45) bu farkın bize büyük düzeyde olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın üçüncü alt probleminde müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara ve yorumlara dayanarak üçüncü alt probleme ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

Üçüncü alt problemde kontrol grubunun ön test ve son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmıştır. Test sonucuna göre kontrol grubunun ön test puan ortalaması($\overline{X}$=43.40) ile son test puan ortalaması($\overline{X}$=50.50) arasında 7.10 puanlık artışa rağmen bu artışın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka deyişle kontrol grubunda müfredata dayalı uygulanan eğitim istatistiksel olarak anlamlı bir etki yaratmamıştır.

Araştırmanın ikinci ve üçüncü alt problemlerinden çıkan sonuçlarda dikkat çeken detay deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı öğretimin, kontrol grubunda müfredata dayalı öğretime göre öğrencilerin başarılarını daha fazla arttırması olmuştur. Görüldüğü gibi deney grubunun(Dienes ilklerine göre öğretim yapılan sınıf) öğretim öncesinde ön test puan ortalamaları 45.68 iken öğretimden sonra son test puan ortalamaları 79.09 puana yükselmiştir. Buradaki puan farkı 33.41 olarak bulunmuş ve etki büyüklüğünden de anlaşılacağı gibi Dienes ilkelerine dayalı öğretim öğrencilerin başarılarını büyük oranda arttırmıştır. Bu puan farkı istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Kontrol grubunda ise verilen eğitimden önce öğrencilerin 43.40 olan puan ortalamaları öğretimden sonra 50.50 olmuş bu aradaki 7.10 puanlık artış ise istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Deney grubunun ön test puan ortalaması verilen eğitimden sonra 33.41 puan artarken kontrol grubunda 7.10 puanlık bir artış olmuştur. Bu da bize deney grubunda(Dienes ilklerine göre öğretim yapılan sınıf) verilen öğretimin kontrol grubunda(Müfredata göre öğretim yapılan sınıf) verilen öğretime göre öğrenci başarısını daha fazla arttırdığı ve öğretimin daha etkili olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın dördüncü alt probleminde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun erişi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara ve yorumlara dayanarak dördüncü alt probleme ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

Dördüncü alt problemde deney grubuyla kontrol grubunun erişi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için ilişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi (Independent Samples t test) uygulanmış ve deney grubu erişi puan ortalaması($\bar{X}$=33.40) ile kontrol grubu erişi puan ortalaması($\bar{X}$=7.09) arasında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre deney grubunda uygulanan Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş eğitimin, kontrol grubunda müfredata dayalı verilen eğitimden daha etkili olduğu ve öğrencilerin akademik başarılarını daha çok arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. İlişkisiz (bağımsız) örneklemler için t-testi (Independent Samples t test) sonucunda hesaplanan etki büyüklüğü (d=1,88) bu farkın büyük düzeyde olduğunu göstermektedir.

Araştırmanın dördüncü alt probleminden çıkan sonuçlarda dikkat çekici detay: Deney grubunun(Dienes ilkelerine göre öğretim yapan sınıf), kontrol grubuna(müfredata göre öğretim yapan sınıf) göre puan artışının fazla olmasıdır. Sonuca bakıldığında deney grubunun erişi puan ortalaması 33.40 olmuşken bu kontrol grubunda 7.09 olmuştur. Deney ve kontrol grubu arasındaki bu 26.31 puanlık fark deney grubunda uygulanan Dienes ilkelerine dayalı öğretimin kontrol grubunda uygulanan müfredata göre yapılan öğretimden daha etkili olduğu ve öğrencilerin başarılarını daha fazla arttırması olmuştur.

Araştırmanın birinci, ikinci ve dördüncü alt problemlerden çıkan sonuçlar doğrultusunda deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı yapılan etkinliklerin öğrencilerin başarılarında olumlu bir etkisinin olduğu saptanmıştır. Burada çıkan sonuçları alan yazındaki diğer çalışmalar da destekler niteliktedir (Gningue, 2000; 2006; 2016; Sarı, 2015; Sarı ve Tertemiz, 2017; Sriraman ve English, 2005; Tertemiz ve Sarı, 2014; Velo, 2001; Zhang, 2012; Zhang, Clements ve Ellerton, 2015). Gningue (2016) tarafından, Dienes'in teorisinin dört ilkesini uygulayarak matematiksel yapıların öğrencilere nasıl öğretileceği ile ilgili çalışma sonucunda öğrencilerin değişkenler, cebirsel ifadeler hakkında kendi anlayışlarını oluşturdukları gözlenmiştir. Aynı yazarın farklı bir çalışmasında Gningue (2006), altıncı ve yedinci sınıf öğrencilerine cebir kavramlarının Dienes'in "Algısal ve Matematiksel Değişkenlik İlkelerini" uygulayarak öğretilmesi amaçlanmıştır. Araştırma sonucunda altıncı sınıflarda başarı oranı %80'den daha fazla olurken yedinci sınıflarda bu oran daha da fazla olmuştur. Yine aynı yazarın farklı bir çalışmasında Gningue (2000), Dienes'in değişkenlik ilkelerinin kullanımının ortaokul öğrencilerinin cebirsel ifadeleri basitleştirme, doğrusal denklemleri çözme, cebirsel ifadelerde çarpma, doğrusal bir fonksiyonun çoklu temsillerini tanımlama üzerine etkisinin incelendiği çalışma sonucunda Dienes'in Değişkenlik ilkelerinin dört konunun tümünün uygulanmasında neredeyse tüm öğrenciler başarılı olmuştur. Öğrencilere sorulan sorular kendi seviyelerinin üzerinde olmasına rağmen öğrenciler bu sorularda başarılı olmuş ve öğrencilerin performansları tatmin edici bulunmuştur.

Sarı (2015) tarafından ilkokul dördüncü sınıflar üzerinde yapılan çalışmada Dienes ilkelerine göre yapılandırılmış geometri etkinliklerinin öğrencilerin başarısına, kalıcılığa ve akademik benlik algısı üzerindeki etkisi incelenmiştir. İki deney bir kontrol grubu üzerinde yapılan çalışma sonucunda Dienes ilkelerine göre öğretimin yapıldığı deney gruplarında öğrencilerin akademik başarılarının arttığı ve öğrenilen bilgilerin daha kalıcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dienes ilkelerinin akademik benlik algısı üzerinde bir etkisi olmamıştır. Benzer şekilde Sarı ve Tertemiz (2017) ve Tertemiz ve Sarı (2014) tarafından yapılan araştırmalarda da Dienes ilkelerine göre yapılan öğretimin öğrencilerin başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Sriraman ve English (2005) tarafından yüksek lisans matematik öğrencileri üzerinde ve Velo (2001) tarafından 9-12. Sınıflardan oluşan öğrenciler üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda da Dienes ilkeleriyle öğretimin öğrencilerin başarılarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Zhang (2012) tarafından beşinci sınıflara Dienes'in dinamiklik ilkesine göre birim kesirlerin öğretimiyle ilgili beş dersten oluşan eğitimler verilmiştir. Öğrencilerin eğitimden önce birim kesirlere ait bilgilerinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Öğrencilere verilen eğitimden sonra öğrencilere uygulanan testlerden aldıkları puanların yükseldiği görülmüştür. Ayrıca öğrencilerin verilen eğitimden sonra derslere katılmaya daha istekli oldukları gözlenmiştir. Benzer bir çalışmada Zhang, Clements ve Ellerton (2015) tarafından yapılmış ve çalışmada 40, beşinci sınıf öğrencisinin birim kesirler hakkındaki anlayışları araştırılmış ve öğrencilere Dienes'in dinamiklik prensibine dayandırılmış öğretim, altı etkinlik 45'er dakikadan oluşan beş derste verilmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin başarılarının arttığı gözlenmiş ve üç ay sonra yapılan kalıcılık testinde de bilgilerin kalıcı olduğu tespit edilmiştir.

Görüldüğü gibi farklı araştırmacılar tarafından Dienes ilkelerine dayalı araştırma sonuçları benzer çıkmış ve Dienes ilkelerinin öğrenme üzerinde etkililiği ispatlanmıştır. Araştırmalara bakıldığında Dienes ilkelerine dayalı öğrenim gören öğrencilerin diğer yöntemlere göre öğrenim gören öğrencilerden akademik başarılarının daha fazla arttığı görülmüş ve öğrencilerin anlatılanları anladığı saptanmıştır. Bununla ilgili Dienes (1960), matematiksel bir kavramın anlaşılması veya anlaşılamaması öğretmenin öğrenciye matematiksel kavramı öğretmede kullandığı öğretme yöntemine bağlı olduğunu ifade etmiştir. Dienes'in öğrencilere matematiksel kavramları öğretme yöntemi öğrencilerin değişken kavramını öğrenmesinde etkili olmuştur.

Dienes ilkeleri matematiksel fikirlerin inşası sırasında öğrencilere pek çok fırsat tanır. Bunlar: Öğrenme sürecine oyunla başlanılması, öğretimde manipülatif malzemelerin kullanılması, öğrencilerin fiziksel ve zihinsel olarak süreçte etkin olmaları, algısal görsel değişkenlik ilkesi kapsamında kavram gelişimini destekleyen fazlaca tecrübe ve matematiksel değişkenlik ilkesi kapsamında kavramın ilgili ve ilgisiz değişkenlerinin ortaya koyulması gibi aşamalar öğrenci tarafından deneyimlenmektedir (Gningue, 2000). Deney grubunda bu aşamaların uygulanması öğrencilerin değişken kavramını anlamalarını desteklemiş ve kavramın öğrenilmesini kolaylaştırmıştır. Görüldüğü gibi Dienes'in öğrenme teorisi öğretmenlerin öğretmesini kolaylaştırmakla birlikte öğrencilerin öğrenmesini de kolaylaştırmaktadır. 18 Şubat tarihinde Zero Hora Gazetesinin Dienes'in ölüm ilan notu: "Bu bilimin sanatını ve estetiğini yakaladı ve tutkusu hem öğretmenler hem de çocuklar tarafından paylaşıldı. İnsanların matematik öğrenmede karşılaştıkları zorluklara ilgisi ve bağlılığıyla başkalarının bu bilimin güzelliğini keşfetmesini istedi." (Dalcin ve da Silva, 2019). Sözleri bunları destekler niteliktedir.

Araştırmada deney grubunda uygulanan Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin kontrol grubunda uygulanan öğretime göre öğrencilerin başarılarını daha fazla arttırmasının sebeplerinden biri de Dienes'in öğrenme teorisinde kullanılan manipülatif malzemeler olduğu söylenebilir. Deney grubunda öğrencilerin kullanmaları için pek çok manipülatif malzeme hazırlanmıştır. Bu malzemelerin hazırlanması ciddi bir zaman ve çaba gerektirmektedir. Bununla ilgili olarak Grossi (2014; Akt: Dalcin ve da Silva, 2019), Dienes'in geceden sonra yapmak ve planlamak istediği malzemeleri kontrol ettiğini ve ardından tüm gece Dienes için malzeme hazırladıklarını ifade etmiştir. Ayrıca malzemelerin hazırlanması ve Dienes'in istediği malzemeleri yapabilmek için üç gruba ayrıldıklarını belirtmiştir.

Araştırmada deney grubundaki öğrencilerin derslere etkin olarak katılmaları matematik derslerinin öğrenciler için daha eğlenceli ve keyifli geçmesini sağladığı söylenebilir. Çünkü uygulama günleri sırasında deney grubundaki öğrencilerin velileriyle tesadüfen karşılaşılmış ve velilerin matematik derslerinde yürütülen öğretimle ilgili memnuniyetlerini yansıtan cümleler kurdukları görülmüştür. Bu da Dienes ilkelerine dayalı öğretimin etkin katılımı sağlamasıyla birlikte, matematik derslerinin öğrenciler için daha eğlenceli ve keyifli hale gelmesinin velilere yansımaları olarak görülmüştür. Gningue (2000), Dienes'in öğretim teorisinin tamamıyla matematik öğrenimini kolaylaştırmak ve daha keyifli hale getirmek için tasarlandığı sözü bu durumu desteklemektedir.

Araştırma sürecinde bir başka dikkat çeken husus öğrencilerin tamamına yakınının öğretim süreci boyunca derse katılım sağlamaya daha istekli hale gelmesi olmuştur. Özellikle devamsızlığı fazla, akademik başarısı düşük bir öğrenci; araştırmacıya uygulamanın yapılacağı günleri sorup özellikle o günlerde derslere katılım sağlamıştır. Ayrıca deney grubundaki çoğu öğrenci öğretim sırasında teneffüs zili çaldığı halde derse devam etmeyi, teneffüse çıkmamayı teklif etmişlerdir. Bunun da Dienes ilkeleriyle öğrencilerin derslere etkin katılımının sağlanmasıyla ilgili olduğu düşünülmüştür. Zhang (2012)'ın araştırması da bu durumu desteklemektedir. Dienes ilkelerine dayalı yapılan araştırmada öğrencilerin öğretim esnasında etkinliklere katılmada ve kendilerine sorulan sorulara cevap vermede istekli hale geldikleri gözlenmiştir.

Dienes'in öğrenme teorisi bu kadar etkili olmasına rağmen öğretimde Dienes ilkelerine dayalı öğretimin pek yapılmadığı görülmüştür. Bununla ilgili Lesh, Post ve Behr (1987), Dienes ilkelerinin öğrencilerin matematiksel kavramları kendi tecrübeleriyle öğrenmesini sağladığı halde öğretimde bu ilkelere nadir yer verildiğini belirtip bunun sebebi olarak öğretmenleri göstererek onların Dienes'in teorisini tam olarak anlamadıklarını söylemiş ve öğretmenlerin matematiği yalnızca sembolleri kullanmada geçerli bir dizi kural olarak gördüklerini belirtmiştir. Dienes ise öğrenmenin gerçekleşmesi için öğretmenlerin sınıfta faaliyetler gerçekleştirmeye hazır olması gerektiğini savunmuştur. Bunun için de projesinde yer alan matematik mimarisinin anlamını, anlamanın gerektiğini söyleyerek bir eğitim programı ihtiyacına dikkat çekmiştir. Ardından kendisine bulunulan talep doğrultusunda Brezilya'ya öğretmenlerle birlikte etkinlikler düzenlemeye gitmiş ve öğretmenlerle birlikte etkinlikler hazırlamıştır. Bunun Dienes'in öğretmen yetiştirme konusundaki endişesi ile ilgili olduğunu düşünülmektedir (Dalcin ve da Silva, 2019). Buna göre öğretmenlerin öğretimlerinde Dienes ilkelerine yer vermemelerinin sebebi onun ilkelerini tam olarak bilmemeleri ve anlamamaları olarak görülebilir. Dienes'in Brezilya'da öğretmenlere eğitim vermek için gitmesi de bunu desteklemektedir.

Öğretmenlerin bir kısmının ise öğretim süreçlerinde Dienes ilkelerine yer vermemesinin nedeni okulun içinde bulunduğu zor şartlar olarak düşünülebilir. Ancak Dienes bize ilkelerinin okulların içinde bulunduğu elverişsiz ortamlarda bile uygulanabileceğini Brezilya'da girdiği bir ilkokulda karşılaştığı durum üzerinden anlatmaktadır. Dienes Brezilya'da fakir okullardan birine girdiğini ve sınıfın yarısının bozuk sandalyeler ile masalardan oluştuğunu gördüğünü ve sınıfın bunlarla yığılı olduğunu anlatmıştır. Çocukların ellerinde avuç içi kadar kalemlerinin ve kâğıtlarının olduğunu sahip oldukları malzemelerin sadece bunlar olduğunu söylemiştir. Dienes’e bunlarla ne yapabileceği sorulduğunda Dienes köşedeki kırık masa ve sandalyeleri indirmiş ve onlarda bulunan vida, çivi gibi malzemelerle öğrencilerle birlikte matematik materyalleri hazırlayıp matematik öğrenmeye başlamışlardır. Dienes bunları yaptıktan sonra öğrencilerin bunlardan önce matematikle ilgili düşündükleri tek şeyin kalem ve kâğıt olduğunu vurgulamıştır (Sriraman ve Lesh 2007).

Dienes ilkelerinin öğretimde kullanılmasındaki endişelerden biri de, Dienes ilkeleri kapsamında matematiksel bir kavramın öğretilmesi sırasında çok fazla malzemenin kullanılıyor olması ve bu sebeple sınıf yönetiminin zorlaşması olarak gösterilebilir. Ayrıca birçok malzemenin kullanılması sırasında sınıfta oluşacak gürültü ortamı da bir diğer endişe olarak görülmektedir. Bununla ilgili Wheeler (1996), Dienes ilkelerinin sınıfta uygulanmasında doğabilecek olumsuzluklar olarak matematiksel kavramların tanımlanması amacıyla birçok materyalin kullanımı sırasında doğacak gürültülü ortamı işaret etmiştir.

Araştırmanın beşinci alt probleminde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara ve yorumlara dayanarak beşinci alt probleme ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

Beşinci alt problemde deney grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmış ve deney grubu son test puan ortalaması($\overline{X}$=79.09) ile kalıcılık testi puan ortalaması($\overline{X}$=74.78) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Buna göre deney grubunun son test puan ortalamasına göre kalıcılık testi puan ortalamasında 4.31 puanlık bir düşüş olmuş ve bu düşüş anlamlı bulunmamıştır.

Araştırmanın beşinci alt probleminden çıkan sonuçlara bakıldığında dikkat çeken detay deney grubunda değişken kavramıyla ilgili öğrenilen bilgilerin ne kadar hatırlandığını belirleyebilmek için yapılan kalıcılık testinin puan ortalamasının, son test puan ortalamasına göre düşmesi olmuştur. Kalıcılık testi puan ortalaması son test puan ortalamasına göre 4.31 puan düşmüştür. Bu düşüş öğrenilen bilgilerin bazılarının hatırlanamadığını göstermiştir. 4.31 puanlık bu düşüş istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu da bize deney grubunda Dienes ilkelerine göre uygulanan öğretimin kalıcılık yönünden etkili bir öğretim olduğunu göstermiştir. Alan yazına bakıldığında burada çıkan sonuçla benzer sonuç gösteren çalışmaların bulunduğu görülmüştür. Sarı (2015)'in araştırmasında da iki deney grubunun(Dienes ilkelerine dayalı öğretimin yapıldığı sınıflar) kalıcılık testi puan ortalaması son test puan ortalamasına göre düşmüştür. Bu düşüş deney 1 grubunda 7.07 puan olurken deney 2 grubunda 6.04 puan olmuştur. Bu düşüş bazı bilgilerin hatırlanamamasına bağlanarak normal karşılanmıştır. Yine benzer bir araştırmada Zhang, Clements ve Ellerton (2015) tarafından Dienes'in öğrenme teorisini göre yapılan öğretim sonucunda öğrencilere uygulanan kalıcılık testi ortalamaları, öğretimden sonra yapılan test ortalamalarına göre biraz daha düşük çıktığı gözlenmiştir.

Araştırmanın altıncı alt probleminde müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara ve yorumlara dayanarak altıncı alt probleme ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

Altıncı alt problemde kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemek için ilişkili (bağımlı) örneklemler için t-testi (Paired Samples t test) uygulanmış ve kontrol grubunun son test ortalaması($\overline{X}$=50.50) ile kalıcılık testi puan ortalaması($\overline{X}$=56.59) olarak bulunmuştur. Son test ortalamasına göre kalıcılık testinde 6.09 puanlık beklenmeyen bir artış olmuşsa da bu artışın istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmada altıncı alt problemden çıkan sonuçlara bakıldığında dikkat çeken detay, kontrol grubunun(müfredata göre öğretim yapan sınıf) kalıcılık testi puan ortalamasının son test puan ortalamasına göre 6.09 puan yükselmesi olmuştur. Fakat bu puan artışı istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu da kontrol grubunda uygulanan yöntemin kalıcılık yönünden etkili olmadığını gösterir. Kontrol grubundaki öğrencilerin son teste göre kalıcılık testi puan ortalamalarındaki artışın pek çok sebebi olabilir. Bunlardan biri değişken kavramının cebirin içinde bulunan bir kavram olması ve hemen hemen tüm konuların içeriğinde bulunuyor olması olabilir. Alan yazına bakıldığında Akgün (2006), cebir ve değişkenin matematik için ne kadar önemli olduğunun üzerinde durarak değişken kavramının matematik derslerinde bilhassa cebirde oynadığı anahtar role değinmiş ve bu kavramın öğrencilerin öğrendiği her şeyin temelini oluşturduğunu söylemiştir. Buna göre araştırmada son testin yapılmasından sonraki bir aylık süreçte kontrol grubundaki sınıf öğretmeni derslerine devam etmiş ve değişken kavramını içeren konular işlemiş ve bu da kalıcılık testini etkileyerek puan ortalamalarının yükselmesine etki etmiş olabilir. Diğer bir sebep sınıf öğretmeninin bu konulara derslerde tekrar değinmiş olması ihtimalidir.

Araştırmanın yedinci alt probleminde Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretimin uygulandığı deney grubuyla müfredata göre öğretimin uygulandığı kontrol grubunun kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Elde edilen bulgulara ve yorumlara dayanarak yedinci alt probleme ilişkin aşağıdaki sonuçlara ulaşılabilir.

Yedinci alt problemde deney ve kontrol gruplarının kalıcılık test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney U testi uygulanmış ve deney grubunun(Ortanca=86.20) ile kontrol grubunun(Ortanca=58.62) kalıcılık testi sıra ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu da bize deney ve kontrol grubunda uygulanan öğretim yöntemlerinin kalıcılık yönünden farklı etkililiğe sahip olduğunu gösterir. Başka bir deyişle deney grubunda Dienes ilkelerine göre düzenlenmiş öğretim kalıcılık yönünden kontrol grubunda müfredata dayalı sürdürülen öğretime göre daha etkili olmuştur.

Araştırmada yedinci alt problemden çıkan sonuçlara bakıldığında dikkat çeken detay, deney grubunun kalıcılık testi ortanca ve sıra puan ortalamasının kontrol grubu kalıcılık testi ortanca ve sıra puan ortalamasına göre daha yüksek çıkması olmuştur. Çıkan bu fark istatistiksel olarak da anlamlı bulunmuştur. Bu da bize deney ve kontrol grubundaki öğretimlerin birbirinden farklı etkililiğe sahip olduğunu gösterir. Başka bir deyişle deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı yapılan öğretim kontrol grubunda müfredata dayalı yapılan öğretime göre kalıcılığı daha fazla sağlamıştır.

Araştırma sonucunda çıkan sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde Dienes ilkelerinin öğretim sürecinde öğrencilerin akademik başarılarını arttırdığı ve öğrenilen bilgileri kalıcı hale getirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Dienes'in öğrenme teorisinin tamamıyla matematik öğrenmeyi kolaylaştırmak için geliştirdiği ve bunda da etkili olduğu çıkan sonuçlardan anlaşılmaktadır.

Öneriler

Araştırmaya dönük öneriler

- Bu araştırma 4. sınıflarla yapılmıştır. Diğer sınıf seviyelerindeki öğrencilerle Dienes ilkelerine dayalı öğretim gerçekleştirilebilir.
- Araştırmada Dienes ilkelerine dayalı öğretimin değişken kavramı öğrenimi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Dienes ilkelerine dayalı başka bir matematiksel kavramın öğretimi yapılıp etkisi araştırılabilir.
- Araştırmadaki çalışma grubundan daha büyük bir çalışma grubuyla çalışılabilir.
- Araştırmada Dienes ilkelerine dayalı bir öğretimin yapılabilmesi için gerekli malzemeler araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Bu malzemeler bilgisayar ortamında çeşitli programlarda geliştirilip öğrenme üzerindeki etkisi araştırılabilir.
- Öğretmenlerin Dienes ilkelerine dayalı öğretime ilişkin görüşleri araştırılabilir. Öğretmenler derslerinde Dienes ilkelerine dayalı öğretime yer veriyorlar mı, veriyorlarsa ne oranda veriyorlar bu sorulara ilişkin araştırmalar yapılabilir.
- Araştırmada Dienes ilkelerine dayalı öğretimin öğrenci başarısı ve kalıcılığı üzerinde etkisi araştırılmıştır. Dienes ilkelerinin oyunla başlaması, öğrencinin etkin katılımını sağlaması ve pek çok malzemenin kullanılmasıyla öğrencilerin matematiğe dair tutumlarını nasıl etkilediği üzerine bir araştırma yapılabilir.

Uygulamaya dönük öneriler

- Araştırmada kontrol grubundaki öğrencilerin yapılandırılmış yaklaşım dikkate alınarak hazırlanan ve bakanlıkça onaylanan müfredata göre yürütülen öğretimin, öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde etkili olmamasının nedenleri araştırılabilir.

- Deney grubunda Dienes ilkelerine dayalı öğretimin öğrenci başarısı ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığı yönünden etkililiği ispatlanmış ve ayrıca alan yazında bunu desteklediği halde öğretmenlerin öğretme sürecinde bu öğrenme teorisine yer vermelerini ve Dienes ilkelerine dayalı öğretim konusunda tecrübe edinmelerini sağlamak amacıyla öğretmenlere uzman kişiler tarafında hizmet içi eğitim faaliyeti düzenlenebilir.
- Kontrol grubunda müfredata dayalı yapılan öğretimde müfredatın Dienes ilkelerine dayalı öğretimi kapsamadığı görülmüş bu yüzden bakanlıkça müfredat Dienes ilkelerine dayalı öğretimi de kapsayacak şekilde tekrar düzenlenmesi yararlı olabilir.
- Öğretmenlerle işbirliği yapılarak 4. Sınıf matematik derslerinde Dienes ilkelerine dayalı bir öğretimin uygulanmasını sağlayabilmek için gerekli manipülatif malzemeler yapılıp manipülatif malzeme havuzu oluşturulabilir.

Kaynakça

4058 Çocuk Haklarına Dair Sözleşmenin Onaylanmasının Uygun Bulunduğu Hakkında Kanun (1994), *T.C. Resmi Gazete*, 22138, 11.12.1994.

Afonso D., Mc-Auliffe S. (2019). Children’s capacity for algebraic thinking in the early grades. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education, 23*(2), 219-232.

Ainsworth, S. (2006). Deft: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction, 16*(3), 183-198.

Akandere, M. (2003). *Eğitici okul oyunları*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Akgün, L. (2006). Cebir ve değişken kavramı üzerine. *Journal of Qafgaz University, 17*(1), 25-29.

Akgün, L. (2007). *Değişken kavramına ilişkin yeterlilikler ve değişken kavramının öğretimi* (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Akgün, L. (2009). 8. sınıf öğrencilerinin sözel problem ve değişken kavramı arasında ilişki kurabilme becerileri. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5*(2), 275-284.

Akkan, Y. (2016). Matematik eğitiminde teoriler. İçinde E. Bingölbali., S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Ed.), *Cebirsel düşünme* (s.43-64). Ankara: Pegem Akademi.

Altun, M. (2001). *Matematik öğretimi*. Bursa: Alfa Yayınları.

Altun, M. (2002). *İlköğretim ikinci kademe matematik öğretimi.* İstanbul: Alfa Basım Yayın Dağıtım.

Altun, M. (2005). *Matematik öğretimi (Eğitim fakülteleri ve ilköğretim öğretmenleri için)*. Bursa: Aktüel.

Altun, M. (2006). Matematik öğretiminde gelişmeler. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 19*(2), 223-238.

And, M. (2007). *Oyun ve bügü: Türk kültüründe oyun kavramı*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.

Aslanargun, E. (2015). Araştırma yöntemleri desen ve analiz. İçinde A. Aypay (Ed.), *Araştırma geçerliliği* (s. 181-210). Ankara: Anı Yayıncılık.

Aydın, G. (2014). *Çocuk oyunları el kitabı oynuyorum eğleniyorum*. Ankara: Eğiten Kitap Yayınları.

Aydın, M. (2010). *Matematik öğretmenlerinin matematik eğitimine yönelik inanışlarındaki değişimin incelenmesi* (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Aydın, T. (2014). Dil öğretimi ve oyun-çoklu zekâ teorisi ışığında. *Din Bilimleri Akademik Araştırma Dergisi, 14*(1), 71-83.

Babayiğit, Ö. (2016). *İlk okuma yazma öğretiminde oyunla öğretim yöntemi uygulamaları* (Doktora tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Bademci, V. (2006). Tartışmayı sonlandırmak: Cronbach'ın alfa katsayısı, iki değerli [0,1] ölçümlenmiş maddeler için kullanılabilir. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, 13,* 438-446.

Bademci, V. (2011). Kuder-Richardson 20, cronbach'ın alfası, Hoyt'un varyans analizi, genellenirlik kuramı ve ölçüm güvenirliği üzerine bir çalışma. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi, 17*(2011), 173-193.

Bahadır, E. ve Özdemir, A. Ş. (2013). Tam sayılar konusunun canlandırma tekniği ile öğretiminin öğrenci başarısına ve hatırlama düzeyine etkisi. *International Journal Social Science Research, 2*(1), 114-136.

Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Trabzon: Derya Kitabevi.

Baki, A. (2018). *Matematiği öğretme bilgisi*. Ankara: Pegem Akademi

Baki, M. (2013). Sınıf öğretmeni adaylarının bölme işlemi ile ilgili matematiksel bilgileri ve öğretimsel açıklamaları. *Eğitim ve Bilim, 38*(167), 300-311.

Bardini, C., Radford, L., & Sabena, C. (2005). Struggling with variables, parameters, and indeterminate objects or how to go insane in mathematics.

In L. C. Helen, & J. L. Vincent (Ed.), *Proceedings of the 29th Conference of the International Group fort he Psychology of Mathematics Education* (pp. 129-136). Australia: University of Malbourne.

Bart, W. M. (1970). Mathematics education: the views of Zoltan dienes. *The School Review, 78*(3), 355-372.

Başün, A. R. (2016). *Oyunla öğretimin çarpanlar ve katlar alt öğrenme alanında başarı ve kalıcılığa etkisi* (Yüksek lisans tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Batdı, V. (2015). Etkinlik temelli öğrenme yaklaşımının akademik başarıya etkisi (meta-analitik ve tematik bir çalışma). *E-Uluslararası Eğitim Araştırma Dergisi, 5*(3), 39-55.

Bayırtepe, E. ve Tüzün, H. (2007). Oyun-tabanlı öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilgisayar dersindeki başarıları ve öz-yeterlilik algıları üzerine etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33*(33), 41-54.

Baykul, Y. (2014). *İlkokul matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.

Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda matematik öğretimi (5-8. Sınıflar), yeni programa uygun geliştirilmiş 2. Baskı*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.

Biriktir, A. (2008). *İlköğretim 5.sınıf matematik dersi geometri konularının verilmesinde oyun yönteminin erişiye etkisi* (Yüksek lisans tezi) Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.

Boz, N. (2007). Öğretmen adaylarının değişkenlerin kullanımı ile ilgili bilgileri. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi, 2*(1), 1-18.

Büyüköztürk, Ş. (2016). *Deneysel desenler*. Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş. (2018). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.

Can, A. (2017). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi*. Ankara: Pegem Akademi.

Carraher, D. W., & Schliemann, A. D. (2018). Cultivating early algebraic thinking. In C. Kieran (Eds.), *Teaching and learning algebraic thinking with 5-to 12-year-olds* (pp. 107-138). Springer, Cham.

Cooper, T. J., & Warren, E. (2008). The effect of different representations on Years 3 to 5 students' ability to generalise. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education, 40*(1), 23. Retrieved from https://doi.org/10.1007/s11858-007-0066-8

Çakmak, M. (2000). İlköğretim matematik öğretimi ve aktif öğrenme teknikleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 20*(3), 119-131

Çelenk, S. (2019). *İlkokuma yazma programı ve öğretimi.* Ankara: Pegem Akademi.

Çoban, B. ve Nacar, E. (2006). *Okul öncesi eğitimde eğitsel oyunlar*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Dalcin, A., & da Silva, S. R. (2019). Zoltan Dienes e a formaçao de professores em Porto Alegre em tempos de matematica moderna. *Revista Educaçao: Teoria e Pratica, 29*(62), 669-690. Retrieved from http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/educacao/article/view/14141

Daşcan, Ö. ve Yetkin, D. (2006). *İlköğretim programı*. İstanbul: Anı Yayıncılık.

DeBower, C. E., & DeBower, K. L. (1990). *A decalogue for teaching mathematics. Fastback series 309.* Bloomington. IN: Phi Delta Kappa Education Foundation.

Dede, Y. (2003). *ARCS motivasyon modeli ve öğe gösterim teorisi'ne (component dısplay theory) dayalı yaklaşımın öğrencilerin değişken kavramını öğrenme düzeylerine ve motivasyonlarına etkisi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Dede, Y. (2005). Değişken kavramı üzerine. *Kastamonu Eğitim Fakültesi Dergisi, 13*(1), 139-148.

Dede, Y., Yalın, H. İ. ve Argün, Z. (2002). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin değişken kavramının öğrenimindeki hataları ve kavram yanılgıları. İçinde *V.*

Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı: 2. Cilt (s. 962-968). Ankara: Devlet Kitapları.

Dienes, Z. P. (1960*). Building up mathematics*. London: Hutchinson Educational.

Dienes, Z. P., & Golding, E. W. (1971). *Approach to modern mathematics*. New York: Herder and Herder.

Dogbey, J., & 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.

Doğan, A. (2014). *Neden, hangi, nasıl matematik*. İstanbul: Bilim ve Gelecek Kitaplığı.

Driscoll, M. (1999). *Fostering algebraic thinking: A guide for teachers grades 6-10*. Portsmouth, NH: Heinemann.

Eldekci, S. (2019). *7. sınıf düzeyindeki ortaokul öğrencilerinin değişken kavramını soyutlama sürecinin RBC modeli ile ortaya çıkarılması* (Yüksek lisans tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.

Emirzeoğlu, H. (1995). *İlkokulda matematik dersinde değişken ve bilinmeyen kavramının incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

English, L. D., & Warren, E. A., 1998. Introducing the variable through pattern exploration, *The Mathematics Teacher, 91*(2), 166-170.

Ernest, P. (1986). A rationale for their use in the teaching of mathematics in school. *Mathematics in School, 15*(1), 2-5.

Ernest, P. (1991). *The philosophy of mathematics education*. Retrieved from https://ebookcentral.proquest.com.

Ertürk, S. (2013*). Eğitimde "program" geliştirme*. Ankara: Edge Akademi.

Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2003). *How to design and evaluate research in education.* Boston: McGraw-Hill Higher Education.

França, D. M. D. A. (2012). *Do primario ao primeiro grau: as transformaçoes da Matematica nas orientaçoes das secretarias de educaçao de Sao Paulo*

(1961-1979) (Doctoral dissertation). Universidade do Estado de Sao Paulo, Sao Paulo.

Geer, C. P. (1992). Exploring pattems, relations and functions. *Arithmetic Teacher, 39*(9), 19-21.

Gelmedi, H. (2006). *Matematik oynuyorum*. Ankara: Kök Yayıncılık.

Gningue, S. (2006). Students working within and between representatıons: An application of Dienes's variability prıncıples. *For the Learning of Mathematics, 26*(2), 41-47.

Gningue, S. M. (2000). *The use of manipulatives in middle school algebra: An application of Dienes variability principles* (Doctoral dissertation). University of Columbia, Columbia.

Gningue, S. M. (2016). Remembering Zoltan Dienes, a maverick of mathematics teaching and learning: Applying the variability principles to teach algebra. *Internatıonal Journal For Mathematıcs Teaching and Learnıng, 17*(2), 122-146.

Gökkurt, B., Şahin, Ö. ve Soylu, Y. (2016). Öğretmen adaylarının değişken kavramına yönelik pedagojik alan bilgilerinin öğrenci hataları bağlamında incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39*(39), 17-31

Gönen, M. ve Dalkılıç, N. U. (2000). *Çocuk eğitiminde drama: yöntem ve uygulamalar*. İstanbul: Epsilon Yayıncılık.

Gözütok, F. D. (2000). *Öğretmenliğimi geliştiriyorum*. Ankara: Siyasal Kitabevi.

Green, S. B., & Salkind, N. J. (2005). *Using SPSS for windows and macintosh: Analyzing and understanding data.* New Jersey: Pearson.

Gürbüz, R. (2008). *Matematik öğretiminde çoklu zekâ kuramına göre tasarlanan öğrenme ortamlarından yansımalar* (Doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Gürbüz, R. ve Akkan, Y. (2008). Farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerin aritmetikten cebire geçiş düzeylerinin karşılaştırılması: Denklem örneği. *Eğitim ve Bilim, 33*(148), 64-76.

Gürbüz, R. ve Toprak, Z. (2014). Aritmetikten cebire geçişi sağlayacak etkinliklerin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 8*(1), 178-203.

Hardy, G. H. (1996). *Bir matematikçinin savunması* (Çev. N. Arık). Ankara: Tübitak.

Hatipoğlu, Y. Y. (2006). *İlköğretim 5.sınıf öğrencilerine matematik dersinde "hayatımızdaki sayılar" ve "geometrik şekiller" ünitelerinin öğretilmesinde, drama yöntemi kullanmanın, matematik başarısına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hirsch, C., & Lappan, G. (1989). Transition to high school mathematics. *Mathematics Teacher, 82*, 614-618.

Hirstein, J. (2008). The impact of Zoltan Dienes on mathematics teaching in the United States. In B. Sriraman, (Eds.), *Mathematics education and the legacy of Zoltan Paul Dienes* (pp. 169-172). Charlotte, NC: Information Age.

Hodgkins, M. (1994). *Students' understandıng of the concept of a varıable: Conparıson of two teachıng methods* (Master's thesis). Christopher Newport University, Newport News.

Holt, M., & Dienes, Z. P. (1984). *Let's play math*. London: Walker and Company.

Huizinga, J. (1995). *Homo ludens: oyunun toplumsal işlevi üzerine bir deneme.* (Çev. M. A. Kılıçbay). İstanbul: Ayrıntı Yayınları.

Kaput, J. (1995). Long term algebra reform: Democratizing access to big ideas. In C. Lacampagne, W. Blair & J. Kaput (Eds.), *The algebra initiative colloquium* (pp.33–49). Washington, DC: U.S. Department of Education.

Karakuş, F. (2016). Matematik eğitiminde teoriler. İçinde E. Bingölbali., S. Arslan ve İ. Ö. Zembat (Ed.), *Zoltan Dienes'in matematik öğrenme teorisi* (s.355-376). Ankara: Pegem Akademi.

Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemi: Kavramlar-ilkeler-teknikler*. Ankara: Nobel Akademi Yayıncılık.

Kaya, D. ve Keşan, C. (2014). İlköğretim seviyesindeki öğrenciler için cebirsel düşünme ve cebirsel muhakeme becerisinin önemi. *International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education, 3*(2), 33-47.

Kaya, D., Keşan, C., İzgiol, D. ve Erkuş, Y. (2016). Yedinci sınıf öğrencilerinin cebirsel muhakeme becerilerine yönelik başarı düzeyi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol, 7*(1), 142-163.

Kieran, C. (1981). Concepts associated with the equality symbol. *Educational Studies in Mathematics, 12*(3), 317-326.

Kieran, C. (1989). The early learning of algebra: A structural perspective. In S. Wagner & C. Kieran (Eds.), *Research issues in the learning and teaching of algebra* (pp. 33-56). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Kieran, C. (1992). The learning and teaching of school algebra. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teachhing and learning* (pp. 390-419). New York: Macmillan.

Kilmen, S. (2015). *Eğitim araştırmacıları için SPSS uygulamalı istatistik*. Ankara: Edge Akademi.

Kinzel, M. (1999). Understanding algebraicnotation from the students' perspective. *The Mathematics Teacher, 92*(5), 436-442.

Knuth, E. J., Alibali, M. W., McNeil, N. M., Weinberg, A., & Stephens, A. C. (2005). Middle school students' understanding of core algebraic concepts: Equivalence & Variable. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 37*(1), 68-76.

Köroğlu, H. ve Yeşildere, S. (2002). İlköğretim II. kademede matematik konularının öğretiminde oyunlar ve senaryolar. İçinde *V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi Bildiriler Kitabı:* 2. Cilt (s. 1050-1056). Ankara: Devlet Kitapları.

Kösece Loğoğlu, P. (2016). *Polya'nın problem çözme yöntemine dayalı etkinliklerle matematik öğretiminin ilkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematik problemi çözme başarılarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Mersi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.

Kösece, P. ve Taşkaya, S. M. (2015). Sınıf öğretmenlerinin matematik dersi öğretim yöntemlerine ilişkin görüşlerinin incelenmesi. *International Periodical For the Languages Literatüre and History of Turkish or Turkic, 10*(3), 955-970.

Kurt, B. (2010). *Şekilli matematik sözlüğü*. Ankara: Tübitak Popüler Bilim Kitapları.

Küchemann, D. (1981). Algebra. In K. Hart (Eds.), *Children's understanding of mathematics: 11-16* (pp. 102-119). London: Murray.

Lacampagne, C. (1995). Conceptual framework for the algebra initiative of the national instutute on student achievement, curriculun and assesment. In C. B. Lacampagne, W. Blair & J. Kaput (Eds.), *The algebra initiative colloquium, 2,* (pp. 237-242). Washington: N/A

Lesh, R., Post, T. R., & Behr, M. (1987). Dienes revisited: Multiple embodiments in computer environments. In I. Wirszup & R. Streit (Eds.), *Development in school mathematics education around the world* (pp. 647-680). National Council of Teachers of Mathematics.

Macgregor, M., & Stacey, K. (1997). Students' understanding of algebraic notation: 11-15, *Educational Studies in Mathematics, 33*(1), 1-19.

Malisani, E., & Spagnolo, F. (2009). From arithmetic thought to algebraic thought: the role of "variable". *Educational Studies in Mathematics, 71*(1), 19-41.

Medina, D. (2016). Como ensinar matematica nos primeiros anos escolares em tempos do movimento da matematica moderna? *Revista Dialogo Educacional, 16*(48), 403-422.

Mert-Cüce, A. P. (2012). *Etkinlik temelli matematik öğretimi yapılan sınıf ortamından yansımalar: Aksiyon araştırması* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı.* Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2015). *İlkokul matematik dersi (1, 2, 3 ve 4. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Millî Eğitim Bakanlığı. (2018). *Matematik dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: MEB Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.

Narainsamy, S. (1998). *The use of logo in the teaching of the concept of a variable in the pre-algebra stage* (Master's thesis). University of South Africa, Pretoria.

Nasibov, F. ve Kaçar, A. (2005). Matematik ve matematik eğitimi hakkında. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 13*(2), 339-346.

National Council of Teachers of Mathematics. (1998). *Principles and standards for school mathematics*: *Discussion draft*. Reston. VA: NCTM.

National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.

Nordon, D. (2002). *İki iki daha dört eder mi?* (Çev. A. D. Altunbaş). İstanbul: Güncel Yayıncılık.

Olkun, S. ve Toluk Uçar, Z. (2012). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi.* Ankara: Eğiten Kitap.

Olkun, S. ve Tolluk-Uçar, Z. (2006). *İlköğretimde matematik öğretimine çağdaş yaklaşımlar.* Ankara: Ekinoks Yayınları.

Özdemir, N. (2006). *Türk çocuk oyunları*. Ankara: Akçağ Yayınları.

Özgenç, N. (2010). *Oyun temelli matematik etkinlikleriyle yürütülen öğrenme ortamlarından yansımalar* (Yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

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*(30), 111-123.

Philipp, R. A. (1992). The many uses of algebraic variables. *The Mathematics Teacher*, *85*(7), 557-561.

Pitino, D. (2004). Be a math model. *Teaching Pre K-8, 34*(4), 37.

Post, T. (1981). The role of manipulative materials in the learning of mathematical concepts. In M. M. Lindquist (Eds.), *In Selected issues in* *mathematics education* (pp. 109-131). Berkeley, CA: National Society for the Study of Education and National Council of Teachers of Mathematics, McCutchan, VA.

Post, T., & Reys, R. E. (1979). Abstraction generalization and design of mathematical experiences for children. In K. Fuson & W. Geeslin (Eds.), *Models for mathematics learning* (pp. 117-139). Columbus, OH: ERIC/SMEAC.

Radford, L. (2008). Iconicity and contraction: A semiotic investigation of forms of algebraic generalizations of patterns in different contexts. *ZDM Mathematics Education*, *40*(1), 83-96.

Reed, M. K. (2000). *A comparison of the place value understanding of Montessori and non-Montessori elementary school students* (Doctoral dissertation). The Ohio State University, USA.

Rosnick, P. (1981). Some misconceptions conceming the concept of variable. Are you careful about defining your variables? *Mathematics Teacher*, *74*(6), 418-420.

Rowe, J. C. (2001). An experiment in the use of games in the teaching of mental arithmetic. *Philosophy of Mathematics Education*, *14*, 1-23.

Sarı, M. H. (2015). *İlkokul 4.sınıf dienes ilkelerine göre yapılandırılmış geometri etkinliklerinin öğrenci başarısına, kalıcılığına ve akademik benlik algısına etkisi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Sarı, M. H., & Tertemiz, N. (2017). The effects of using geometry activities based on Dienes' principles on 4th groders' success and retention of learning. *Education and Science*, *42*(190), 1-23. Erişim adresi https://doi.org/10.15390/EB.2017.6161

Schoenfeld, A. H., & Arcavi, A. (1988). On the meaning of variable. *Mathematics Teacher*, *81*(6), 420-427.

Senemoğlu, N. (2011). *Gelişim öğrenme ve öğretim: kuramdan uygulamaya*. Ankara: Pegem Akademi.

Sfard, A. (1995). The development of algebra: Confront historical and psychological perspectives. *Journal of Mathematical Behavior, 14*(1), 15-39.

Soner, S. (2005). *İlköğretim matematik dersi kesirli sayılarda toplama-çıkarma işleminde drama yöntemi ile yapılan öğretimin etkililiği* (Yüksek lisans tezi). Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

Soylu, Y. (2001). *Matematik derslerinin öğretiminde (I. Devre 1, 2, 3, 4, 5. Sınıf) başvurulabilecek eğitici-öğretici oyunlar* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Soylu, Y. (2006). Öğrencilerin değişken kavramına vermiş oldukları anlamlar ve yapılan hatalar. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *30*(30), 211-219.

Soylu, Y. (2008). 7. sınıf öğrencilerinin cebirsel ifadeleri ve harf sembollerini (değişkenleri) yorumlamaları ve bu yorumlamada yapılan hatalar. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*, 237-248.

Sönmez, V. ve Alacapınar, F. G. (2016). *Örneklendirilmiş bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Squire, K., & Patterson, N. (2010). Games and simulations in ınformal science education. *Wisconsin Center for Education Research*, WCER Working Paper No. 2010-14. Retrieved from https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED514369.pdf

Sriraman, B., & English, L. D. (2005). On the teaching and learning of Dienes' principles, *ZDM – International Journal on Mathematics Education*, *37*(3), 258-262.

Sriraman, B., & Lesh, R. (2007). A conversation with Zoltan P. Dienes. *Mathematical Thinking and Learning*, *9*(1), 59-75.

Stevenson, H. J., Stigler, J. W. (1992). *The learning gap: Why our schools are failing and what we can learn from japanese and chinese aducation.* New York: Simon & Schuster Paperbacks.

Suydam, M., & Higgins, J. (1977). *Activity-based learning in elementary school mathematics: recommendations from research.* Columbus, OH: ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.

Swadener, M., & Soedjadi, R. (1988). Values, mathematics education, and the task of devloping pupils' personalities: An ındonesian perspective. *Educational Studies in Mathematics, 19*(2), 193-208.

Şahin, Ö. (2012). *Cebir öğretiminde somut-yarı somut-soyut öğretim tekniğinin öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kalıcılığına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlik*. Ankara: Seçkin Yayınevi.

Tan, Ş. (2009). KR-20 ve cronbach alfa katsayılarının yanlış kullanımları. *Eğitim ve Bilim, 34*(152), 101-112.

Tekin, H. (2000). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Yargı Yayınları.

Telman, N. ve Adanalı, A. (2009). *Başarıya giden yol oyundan geçer, iş'te oyun.* İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Tertemiz (Işık), N. ve Sarı, M. H. (2014). 5. sınıf matematik dersinde Dienes'in dinamiklik ilkesine göre yapılandırılmış problem çözme uygulaması. *Eğitimci Öğretmen Dergisi, 26*(7), 24-33.

Tonnessen, L. H. (1980). *Measurement of the levels of attaınment by college mathematıcs students of the concept "Varıable"* (Doctoral dissertation). University of Wisconsin, Madison.

Torun, F. ve Duran, H. (2014). Çocuk hakları öğretiminde oyun yönteminin başarıya, kalıcılığa ve tutuma etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 7*(16), 418-448.

Toumasis, C. (1995). Concept worksheet: An ımportant tool for learning. *The Mathematics Teacher, 88*(2), 98-100.

Trigueros, M., & 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.

Turan, P. (2013*). Değişken kavramının öğretimi sürecinde elektronik tablo kullanımı: Bir öğretim deneyi* (Yüksek lisans tezi). Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Turgut, M. F. (1990). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme metotları*. Ankara: Saydam Matbaacılık.

Turgut, M. F. ve Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem Akademi.

Turgut, S. (2016). *Sınıf öğretmenlerinin erken cebir düşüncelerinin geliştirilmesine yönelik bir eylem araştırması* (Doktora tezi). Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.

Türk Dil Kurumu, (2019). *Genel Türkçe sözlük*. Erişim adresi https://sozluk.gov.tr/

Tytler, R. (2003). A window for a purpose: Developing a framework for describing effective science teaching and learning. *Research in Science Education, 33*(3), 273-298.

Umay, A. (1996). Matematik eğitimi ve ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 12*(12), 145-149.

Umay, A. (2002). Öteki matematik. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 23*(1), 275-281.

Umay, A. (2003). Matematiksel muhakeme yeteneği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*, 234-243.

Ursini, S., & Trigueros, M. (1997). Understanding of different uses of variable: A study with starting college students. In E. Pehkonen (Ed.), *Twenty First Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education Vol. 4* (pp. 254-261). Lahti, Finland.

Usiskin, Z. (1988). Conceptions of school algebra and uses of variables. In A. F. Coxford (Eds.), *The ideas of algebra, K-12*, (pp. 8-19). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.

Usiskin, Z. (1997). Doing algebra in grades K-4. In B. Moses (Ed.), *Algebratic thinking, grades K-12* (pp. 5-7). Reston, VA: NCTM.

Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2016). *İlkokul ve ortaokul matematiği* (Çev. S. Durmuş). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.

Varol, F., & Farran, D. C. (2006). Early mathematical growth: How to support young children's mathematical development. *Early Childhood Education Journal, 33*(6), 381. Retrieved from https://doi.org/10.1007/s10643-006-0060-8

Velo, J. (2001). *The impact of dynamic geometry software on student's abilities to generalize in geometry* (Doctoral dissertation). The Ohio State University, Ohio.

Wagner, S. (1981). Conservation of equation and function under transformations of variable. *Journal for Research in Mathematics Education, 12*(2), 107-118.

Wagner, S. (1983). What are these things called variables? *The Mathematics Teacher, 76*(7), 474-479.

Williams, S. (1997). Algebra: what students can learn. The natüre and algebra in the K-14 curriculum. *In Proceedings of a National Symposium* (pp. 27-28).

Yavuzer, H. (2000). *Çocuk psikolojisi*. İstanbul: Remzi Kitabevi.

Yenilmez, K. ve Teke, M. (2008). Yenilenen matematik programının öğrencilerin cebirsel düşünme düzeylerine etkisi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9*(15), 229-246.

Yılmaz, M. (2018). *Etkili öğretmenlik*. İstanbul: Dem Yayınları.

Yörükoğlu, A. (2004). *Çocuk ruh sağlığı*. İstanbul: Özgür Yayınları.

Zhang, X. (2012). *Enriching fifth-graders' concept images and understandings of unit fractions* (Doctoral dissertation). Illinois State University, USA.

Zhang, X., Clements, M. A., & Ellerton, N. F. (2015). Conceptual mis (understandings) of fractions: Fromarea models to multiple embodiments. *Journal of Mathematics Education Research*, 27, 233-261.

Ekler

Ek-1: Araştırma İzni

T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 83688308-605.99-E.25173089 — 28.12.2018
Konu: Araştırma İzni (Mehmet SAYGILI)

KÜTAHYA DUMLUPINAR ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi : 19/12/2018 tarihli ve 45295868-730.08.03-E.10432 sayılı yazınız.

Üniversiteniz Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Eğitimi Bilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı Öğrencisi Mehmet SAYGILI'nın "İlkokul 4. Sınıf Matematik Dersinde Dienes İlkelerine Göre Düzenlenmiş Öğretimin Öğrenci Başarısı ve Kalıcılığına Etkisi: Değişken Kavramı Örneği)" konulu araştırmasını uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın; Güneysınır Karasınır İlkokulunda eğitim gören 4. sınıf öğrencilerine eğitim öğretimi aksatmamak kaydıyla uygulanmasında sakınca görülmemektedir. Araştırmacının, Müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarındaki çalışmalarını 2018-2019 eğitim öğretim yılı içerisinde tamamlaması zorunludur. Araştırma kapsamında yürütülecek çalışmaların 2018-2019 eğitim öğretim yılında tamamlanmaması durumunda Müdürlüğümüzden tekrar izin alınması gerekmektedir.

Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçları kullanılacak olup, araştırma sonucunun CD ortamında iki nüsha olarak Müdürlüğümüze gönderilmesi gerekmektedir.

Bilgilerinizi ve adı geçene tebliğini arz ederim.

Servet ALTUNTAŞ
İl Milli Eğitim Müdür V.

Ek:
1-Veli Onam Formu (1 Sayfa)
2-Pilot Uygulama İçin Hazırlanan Değişken Kavramı Başarı Testi Soru Formu (8 Sayfa)

Akçeşme Mah.Garaj Cad. No: 4 Karatay/KONYA
Elektronik Ağ: http://konya.meb.gov.tr
e-posta: istatistik42@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için : Abdurrahman KAYNAK - Şef
Ali Naci IŞIK VHKİ
Tel: (0 332) 353 30 50 - Faks : (0 332) 351 59 40

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden e0ac-a109-3d04-9a5f-8dbd kodu ile teyit edilebilir.

Ek-2: Uzman Görüşü Öncesi Hazırlanan Değişken Kavramı Başarı Testine İlişkin Belirtke Tablosu

Konular	Kazanımlar	Soruların Ait Olduğu Kazanımlar	Toplam Soru Sayısı	Yüzde
Sayı Örüntüleri	1.Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar.	Soru 1, soru 8, soru 14, soru 20, soru 21, soru 23, soru 24, soru 26, soru 32, soru 34, soru 37, soru 38, soru 39, soru 42.	14	%32,5
Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi	2.Üç doğal sayı ile yapılan çarpma işleminde sayıların birbirleriyle çarpılma sırasının değişmesinin, sonucu değiştirmediğini gösterir.	Soru 2, soru 9, soru 15, soru 16, soru 22, soru 30, soru 36, soru 43.	8	%18,6
Çarpma ve Bölme İşlemleri Arasındaki İlişki	3.Çarpma ve bölme arasındaki ilişkiyi fark eder.	Soru 3, soru 6, soru 10, soru 25, soru 28, soru 31, soru 35.	7	%16,2
İfadelerin Eşitlik Durumu	4.Aralarında eşitlik durumu olan iki matematiksel ifadeden birinde verilmeyen değeri belirler ve eşitliğin sağlandığını açıklar.	Soru 4, soru 5, soru 11, soru 13, soru 29, soru 33, soru 40.	7	%16,2
İfadelerin Eşitsizlik Durumu	5.Aralarında eşitlik durumu olmayan iki matematiksel ifadenin eşit olması için yapılması gereken işlemleri açıklar.	Soru 7, soru 12, soru 17, soru 18, soru 19, soru 27, soru 41.	7	%16,2

Ek-3: Uzman Görüşü ve Madde Analizleri Sonrası Hazırlanan Değişken Kavramı Başarı Testine İlişkin Belirtke Tablosu

Konular	Kazanımlar	Soruların Ait Olduğu Kazanımlar	Toplam Soru Sayısı	Yüzde
Sayı Örüntüleri	1.Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar.	Soru 7, soru 12, soru 18, soru 24, soru 21, soru 26, soru27	7	%24,1
Doğal Sayılarla Çarpma İşlemi	2.Üç doğal sayı ile yapılan çarpma işleminde sayıların birbirleriyle çarpılma sırasının değişmesinin, sonucu değiştirmediğini gösterir.	Soru 5, soru 13, soru 14, soru 22, soru 28.	5	%17,2
Çarpma ve Bölme İşlemleri Arasındaki İlişki	3.Çarpma ve bölme arasındaki ilişkiyi fark eder.	Soru 1, soru 4, soru 8, soru 20, soru 23.	5	%17,2
İfadelerin Eşitlik Durumu	4.Aralarında eşitlik durumu olan iki matematiksel ifadeden birinde verilmeyen değeri belirler ve eşitliğin sağlandığını açıklar.	Soru 2, soru 3, soru 9, soru 11, soru 17, soru 29, soru 25.	7	%24,1
İfadelerin Eşitsizlik Durumu	5.Aralarında eşitlik durumu olmayan iki matematiksel ifadenin eşit olması için yapılması gereken işlemleri açıklar.	Soru 6, soru 10, soru 15, soru 16, soru 19.	5	%17,2

Ek-4: Deney Grubunda Kullanılan Ders Planları

Süre: 3 Ders Saati	
Ders	Matematik
Sınıf	4
Konu Alanı	Sayılar ve İşlemler
Ünite Başlığı	1.Ünite
Kazanım	M.4.1.1.6. Belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturur ve kuralını açıklar.
Öğrenme-Öğretme Yöntem ve Teknikleri	Oyun, Soru Cevap, Tartışma, Bireysel ve Grup Çalışması, Anlatım.
Kullanılan araç ve gereçler	Sayı pulları, kareli örüntü kartonu, tombala pulları, bilye, fasulye, pet şişe, sayı balonları, örüntü tombala kağıtları, ip.
Ders Alanı	Sınıf

1. Hazırlık Bölümü

Hazırlık bölümü dikkat çekme, güdüleme, hedeften haberdar etme ve ön bilgilerin kontrolü aşamalarını kapsamaktadır. Ayrıca bu bölüm Dienes ilkelerinden oyun aşamasının bulunduğu bölümdür.

Öğrencilere ritmik saymayı biliyor musunuz ve internetten hiç ritmik sayma oyunu oynadınız mı diye sorulur. Ardından ‘’Ritmik sayma oyunu oynamaya ne dersiniz?’’ diyerek her gruptan birer kişi kaldırılarak oyun oynatılır. Ardından öğrencilerin dikkati ritmik sayma oyunundaki sayıların arasındaki farka çekilir.

Öğrencilere, dersimizi dikkatle izlersek ritmik sayma oyunundaki sayıların nasıl sıralandığını ve bu sıralanışın sayı örüntüleri konumuzla ilgisinin ne olduğunu daha iyi anlayabileceksiniz denilir.

Ardından bugün sizlerle belli bir kurala göre artan veya azalan sayı örüntüleri oluşturmayı ve oluşturduğumuz sayı örüntülerinin kuralını açıklamayı öğreneceğiz denilir.

Tahtaya ritmik sayma oyunundan yola çıkarak bir sayı örüntüsü yazılır ve öğrencilerin dikkati sayılar arasındaki farka çekilir. Daha sonra öğrencilere sayıların neye göre sıralandığı artarak mı, azalarak mı gittiği sorularak öğrencilerin fikirleri alınır. Bu aşamada öğrencilerin ikinci ve üçüncü sınıftan sayı örüntüleri ile ilgili neleri bildikleri kontrol edilir. Öğrencilerin varsa bu süreçte hataları tespit edilerek ders aşamasında bunlar dikkate alınır.

Şimdi siz de sayı pullarıyla kareli örüntü kartonunda sayı örüntüsü oluşturmaya ne dersiniz? Diyerek grupların sayı örüntüsü oluşturmaları için örüntü kartonları ve sayı pulları dağıtılır.

2. Uygulama Bölümü

Bu bölüm kazanımla ilgili yapılan etkinlikleri içermektedir. Ayrıca etkinliklerde bulunan Dienes İlkelerinden yapı aşaması, uygulama aşaması, matematiksel değişkenlik ilkesi ve algısal görsel değişkenlik ilkesinin bulunduğu bölümdür.

Öğrencilere dağıtılan sayı pullarından sayı örüntüleri oluşturmaları sağlanır. Öğrencilerin etkinlik sırasında istedikleri sayı pullarını kullanabilecekleri söylenerek bu konuda öğrenciler cesaretlendirilir. Oluşturulan sayı örüntüleri konusunda öğrenciler konuşturulur. Ardından öğrencilere ‘’Bu oluşturduğunuz sayı örüntülerinin kuralını bulmaya ne dersiniz?’’ diyerek etkinlik 1’e geçilir.

Etkinlik 1

Öğrencilerin oluşturdukları sayı örüntülerini defterlerine yazmaları istenir. Ardından oluşturdukları örüntülerin kuralları buldurulur. Bu süreçte yapılan yönlendirmelerle örüntülerin kuralı bulunurken her bir terim ile adım sayısını ilişkilendirilerek örüntü kuralının bulunduğu fikrine ulaşmaları sağlanır. Ardından öğrencilerin oluşturdukları sayı örüntülerinin birinci adım ve ikinci adım arasındaki ilişki ikinci adım ve üçüncü adım arasındaki ilişki inceletilerek örüntü kuralının bu şekilde bulunabileceği söylenir ve bunun üzerine dikkat çekilir. Daha sonra öğrencilere farklı ritmik saymalar gibi farklı sayı örüntülerinin de olduğu söylenir ve tombala sayı pulları dağıtılarak bunlarla farklı sayı örüntüleri oluşturmaları için yeteri kadar süre verilir. Ardından öğrencilerin oluşturdukları örüntülerin kuralı buldurulur. Öğrencilerden oluşturdukları örüntüleri yukarıdan aşağıya doğru oluşturmaları sağlanır ve örüntü kuralı tekrar buldurulur. Daha sonra örüntü kuralı sabit tutulup örüntüdeki sayılar değiştirilerek örüntü kuralı tekrar buldurulur.

Burada örüntünün yönü ve örüntüde kullanılan sayılar (örüntü kuralı sabit tutulmak şartıyla) değişmesine rağmen örüntünün kuralının değişmeyeceği fikrine öğrencilerle tartışılarak ulaşılır.

Şimdi de bilyelerle, fasulyelerle farklı örüntüler oluşturarak onların kuralını bulmaya ne dersiniz dedikten sonra etkinlik 2’ye geçilir.

Etkinlik 2

Öğrencilere bilyeler ve fasulyeler dağıtılır. Bilyeleri ve fasulyeleri kullanarak boş pet şişelerde farklı örüntüler oluşturmaları istenir. Örüntüler oluşturulurken aynı kurala sahip farklı örüntüler ve farklı kurala sahip örüntüler oluşturmaları sağlanır. Öğrencilerden oluşturdukları örüntüyü defterlerine yazmaları istenir. Ardından pet şişelerde oluşturdukları örüntü ile defterlerine yazdıkları örüntünün kuralını bulmaları sağlanır.

Daha sonra öğrencilerden defterlerine oluşturduğunuz sayı örüntülerini her gün sırasıyla aldıkları kitap sayısı olarak düşündüğünüzde her gün bir önceki günden kaç adet fazla kitap aldığımız sorusu yöneltilir.

Öğrencilerin oluşturduğu örüntülerde o gün aldığı kitap sayısıyla bir önceki ve bir sonraki gün aldığı kitap sayıları arasındaki farkın örüntü kuralını verdiği fikrine ulaşmaları sağlanır.

Oluşturulan her örüntü için kuralın ne olduğu açıklanır. Oluşturulan örüntülerde hangilerinin aynı kurala sahip olduğu sorulur. Öğrencilerin oluşturduğu örüntülerden yola çıkarak örüntüdeki sayılar farklı olsa bile örüntülerin aynı kurala sahip olabileceği fikrine ulaşmaları sağlanır.

Ardından öğrencilerin oluşturdukları örüntüleri yukarıdan aşağıya doğru oluşturmaları sağlanır ve örüntü kuralı tekrar buldurulur. Bu süreçte örüntü yönünün yukarıdan aşağıya doğru değişmesinin sonucu değiştirmediği fikrine ulaşması sağlanır.

Şimdi de ‘’Örüntü balonları ve örüntü tombala kâğıtlarıyla örüntü tamamlamaya, örüntüyü devam ettirmeye ve yanlış verilmiş örüntüyü düzeltmeye ne dersiniz.’’ diyerek etkinlik 3’e geçilir.

Etkinlik 3

Öğrencilerden ipe dizilerek sayı örüntüsü oluşturulmuş balonlardan örüntüyü bozan balonun bulunarak patlatılması sağlanır. Patlatılan balon yerine gelmesi gereken sayı öğrenciler tarafından tartışılarak bulunur. Her gruptan birer öğrencinin katılması sağlanır. Ardından araştırmacı tarafından oluşturulan örüntü tombala kâğıtları dağıtılır.

Öğretmen tarafından torbadan seçilerek alınan rakamlar yüksek sesle okunur öğrencilerden hangisinin örüntüsüne uyuyorsa o öğrenci bende diyerek sayı örüntülerinin bulunması ve devam ettirilmesi sağlanır. Tombalasını önce bitiren grup etkinliği kazanır.

Öğrenciler tombala kâğıtlarında bulduğu örüntü kuralı ile ilgili konuşturulur. Örüntü kuralı aynı çıkan öğrencilere dikkat çekilerek bu öğrencilerin örüntüdeki sayılarının farklı olduğu ancak örüntü kuralının aynı olduğu gösterilir. Öğrencilerin sayılar farklı olsa da örüntü kuralı sabit tutulduğu sürece örüntü kuralının değişmeyeceği fikrine ulaşmaları sağlanır.

3. Değerlendirme Bölümü

Bu bölüm etkinlikler sonucunda ulaşılan hedeflerin belirtildiği, değerlendirme yapılarak kapanışın yapıldığı bölümdür.

Sayı örüntülerinin nasıl oluşturulduğu ve sayı örüntülerinin kuralının nasıl bulunduğunu gördük. Ayrıca sayı örüntülerinin yönü değiştiğinde örüntünün değişmediğini ve kural sabit tutulduğu sürece sayıların değişmesinin örüntü kuralını değiştirmeyeceğini gördüğümüz söylenir.

Öğrencilere artık karşılaştığınız sayı örüntülerinin kuralını rahatlıkla bulup sayı örüntüleri oluşturabilecekleri söylenir.

Öğrenciler defterlerine sayı örüntüleri oluşturup kuralını bulurlar. Ayrıca farklı sayılardan oluşan aynı kurala sahip sayı örüntüleri oluştururlar. Öğretmen oluşturulan sayı örüntülerinin incelemesini yapar.

Şimdi ‘’Tekrar en başta örüntü kartonunda oluşturduğumuz sayı örüntülerine dönerek sayı pullarıyla farklı örüntüler oluşturmaya ne dersiniz?’’ denilir.

Çalışma Yaprağı -1

Aşağıdaki örüntülerde verilmeyen sayıları yazınız.

a) 4 , 8 , 12 , …… , 20 , 24

b) 8 , 15 , 22 , …… , 36 , 43

c) 3 , 5 , 7 , …… , 11 , 13

d) 9 , 13 , 17 , 21 , …… , 29

e) 15 , 27 , 39 , …… , 63 , 75

f) 50 , 42 , 34 , ….. , 18 , 10

Aşağıdaki yönergelere göre sayı örüntüleri oluşturunuz.

a) 15’ ten başlayıp 2’şer artan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.

…………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………

b) 51’den başlayıp 8’er azalan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.

…………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………

c) 16’dan başlayarak 7’şer artan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.

…………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………

d) 10’dan başlayarak 12’şer artan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.

…………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………

e) 70’ten başlayarak 4’er azalan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.

…………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………

Aşağıdaki tabloda, verilen yönergelere göre boyama yapınız.

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50

a) 1’den başlayarak 5’er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi mavi renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.

……………………………………

b) 2’den başlayarak 5’er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi kırmızı renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.

……………………………………

c) 3’den başlayarak 5’er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi sarı renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.

……………………………………

d) 4’den başlayarak 5’er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi yeşil renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.

……………………………………………………………………………..

e) 5’den başlayarak 5’er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi turuncu renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.

……………………………………………………………………………

Mavi, kırmızı, sarı, yeşil, turuncu renge boyadığım ritmik saymalar ………………………………………………………artan örüntü oluşturmaktadır.

Boyanan örüntüler farklı rakamlardan oluşmasına rağmen örüntü kuralı aynı mıdır?

……………………………………….

……………………………………….

 Tabloda yukarıdan aşağıya boyadığım örüntüleri soldan sağa doğru yazdığımda sayıların yönü değiştiği halde örüntü kuralı ve örüntü değişmiş midir?

……………………………………………
……………………………………………

 Aşağıdaki örüntüleri 2 adım daha devam ettirirsek son terim hangi sayı olur ?

a) 45, 40, 35, 30, 25, 20

b) 52, 48, 44, 40, 36, 32

c) 70, 62, 54, 46, 38, 30

d) 80, 70, 60, 50, 40, 30

31	39	47	55	63	71

Yukarıda verilen örüntüyle aynı kurala sahip 2 tane örüntü oluşturunuz.

………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………

 Aşağıdaki örüntülerde örüntü kuralını bozan sayıyı kırmızı renge boyayınız.

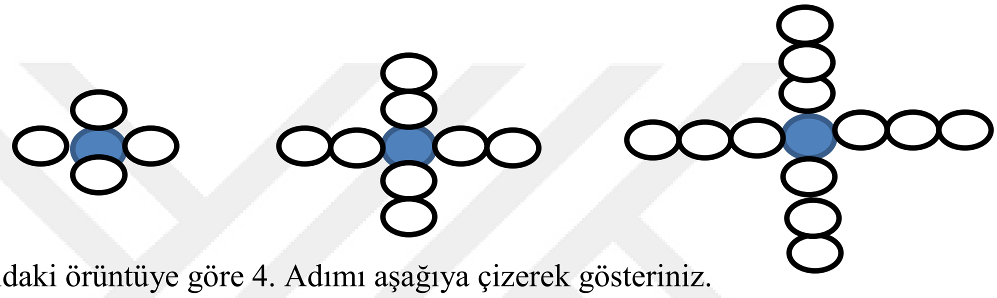
12	18	24	30	34	42

50	62	74	88	98	110

5	9	13	18	21	25

81	76	71	66	60	56

ADIM 1 ADIM 2 ADIM 3



Yukarıdaki örüntüye göre 4. Adımı aşağıya çizerek gösteriniz.

Aşağıdaki sayı gruplarından hangisiyle 3 er artan örüntü oluşturulabilir?

A) 3, 9, 15, 20, 22, 25

B) 4, 19, 10, 7, 13, 16

B) 6, 12, 15, 9, 20, 24

D) 5, 8, 17, 15, 21, 24

Süre: 2 Ders Saati	
Ders	Matematik
Sınıf	4
Konu Alanı	Sayılar ve İşlemler
Ünite Başlığı	3.Ünite
Kazanım	M.4.1.4.2. Üç doğal sayı ile yapılan çarpma işleminde sayıların birbirleriyle çarpılma sırasının değişmesinin, sonucu değiştirmediğini gösterir.
Öğrenme-Öğretme Yöntem ve Teknikleri	Oyun, Soru Cevap, Tartışma, Bireysel ve Grup Çalışması, Anlatım.
Kullanılan araç ve gereçler	Yumurta, havuz topları, torba, plastik kaşıklar, origamiden yapılmış balıklar, kova, mıknatıs, pipet, renkli kâğıtlar, ip, pet bardak, parantez, çarpma ve eşittir sembol kâğıtları.
Ders Alanı	Sınıf

1. Hazırlık Bölümü

Hazırlık bölümü dikkat çekme, güdüleme, hedeften haberdar etme ve ön bilgilerin kontrolü aşamalarını kapsamaktadır. Ayrıca bu bölüm Dienes ilkelerinden oyun aşamasının bulunduğu bölümdür.

Öğrencilere hiç yumurta kırıp kırmadıkları sorulur. Ardından öğrencilere üç farklı renkte yumurtayı birbirine çarparak kırmaya ne dersiniz diyerek yumurta kırma oyunu başlatılır. Her gruba üçer adet farklı renkte yumurta ve bir kap verilir. Aynı renkten oluşan yumurtaların aynı büyüklükte olmasına dikkat edilir. Ardından her grubun üç yumurtayı birbirine çarparak kaba kırmaları sağlanır. Yönlendirmelerle grupların yumurtaları farklı sıralamayla birbirine çarparak kırması sağlanır. Bu süreçte öğrencilerin dikkati yumurtaların çarpıştırılarak kırılma sırasına ve kaplardaki yumurta miktarına çekilir.

Öğrencilere dersimizi dikkatle izlersek yumurta kırma oyununun matematik konumuzla ilgisini daha iyi anlayabileceksiniz denilir.

Ardından bugün sizlerle üç doğal sayı ile yapılan çarpma işleminde sayıların birbirleriyle çarpılma sırasının değişmesinin sonucu değiştirmediğini öğreneceğiz denilerek yumurta kırma oyunundan yola çıkarak tahtaya iki çarpanı olan bir çarpma işlemi yazılır ve bu çarpanların yeri değiştirilir çarpanların yeri değiştirildiğinde çarpımın sonucunun değişip değişmeyeceği üzerine öğrencilerin fikirleri alınır. Bu aşamada öğrencilerin ikinci sınıftan çarpma işleminde çarpanların yerinin değiştirilmesi ile ilgili nelerin bilindiği kontrol edilir. Öğrencilerin varsa bu süreçte hataları tespit edilir. Ders sürecinde bunlar dikkate alınır.

Öğrencilere şimdi siz de yumurtalar gibi sayı toplarını birbiriyle çarpmaya ne dersiniz diyerek gruplara aynı sayı toplarından oluşan içerisinde üçer sayı topu bulunan birer torba dağıtılır.

2. Uygulama Bölümü

Bu bölüm kazanımla ilgili yapılan etkinlikleri ve etkinlik sonucu öğrenilen bilgileri içermektedir. Ayrıca etkinliklerde bulunan Dienes İlkelerinden yapı aşaması, uygulama aşaması, matematiksel değişkenlik ilkesi ve algısal görsel değişkenlik ilkesini kapsamaktadır.

Öğrencilere dağıtılan içerisinde üçer adet sayı topu bulunan topları tek tek torbadan çekerek üç çarpanlı bir çarpma işlemi oluşturmaları sağlanır. Öğrencilere etkinlik sırasında torbadaki toplara bakarak değil rastgele çekmeleri konusunda uyarılar yapılır. Öğrenciler torbadan sırasıyla çekilen toplarla bir çarpma işlemi oluştururken her gruptaki öğrencinin farklı sıralamayla top çekmesi yönlendirmelerle sağlanır. Oluşturulan çarpma işlemleriyle ilgili öğrenciler konuşturulur. Ardından öğrencilere bu oluşturduğunuz çarpma işlemlerinin sonuçlarını ve sonuçlarının farklı olup olmadığını bulmaya ne dersiniz diyerek etkinlik 1'e geçilir.

Etkinlik 1

Öğrencilerin kendi oluşturdukları çarpma işlemiyle, gruptaki arkadaşlarının oluşturdukları çarpma işlemlerini defterlerine yazmaları sağlanır. Ardından öğrencilerin kendi oluşturdukları ve gruptaki arkadaşlarının oluşturdukları çarpma işlemleri sonuçları buldurulur. Bu süreçte öğrencilerin 3 çarpanlı çarpma işlemlerinde çarpanların yerinin değişmesinin sonucu değiştirmediği fikrine ulaşmaları sağlanır. Etkinlik sırasında öğrencilerin çarpma işlemlerini doğru yapmasına dikkat edilir. Ardından öğrencilere bu oluşturduğunuz çarpma işlemini küçük kaşıklarla modelleyerek de sonuçlarının bulunabileceği söylenir ve çocuklara küçük kaşıklar dağıtılır.

Öğrencilerin oluşturduğu çarpma işlemlerini küçük kaşıklarla modellemeleri sağlanır. Etkinlik sırasında birinci ve ikinci çarpan kaşıklarla modellenip parantez içerisine alınması ve ardından üçüncü çarpanın oluşturulması sağlanır. Sonuçlar bulunduktan sonra öğrencilere sonuçların aynı çıktığı fark ettirilir ve çarpanların yerinin değişmesi sonucu değiştirmeyeceği fikrine tekrar ulaştırılır.

Ardından öğrencilerin oluşturdukları çarpma işlemlerindeki çarpanların konumunu değiştirmeleri, çarpma yönünü ve parantezin konumunu değiştirmeleri sağlanarak sonuçlar tekrar buldurulur. Öğrencilere sayıların yerlerinin, parantezin konumunun ve çarpılma yönünün değişmesinin sonucu değiştirmeyeceği fikrine ulaşmaları sağlanır.

Şimdi de sayı balıklarıyla çarpma işlemleri oluşturup sonuçlarını bulmaya ne dersiniz diyerek etkinlik 2'ye geçilir.

Etkinlik 2

Her öğrenciye birer tane kova ve mıknatıslı olta dağıtılır. Ardından öğrencilere kovanın içinde üç tane sayı balığının bulunduğu söylenir. Öğrencilerden, dağıtılan oltalarla sayı balıklarını sırayla tutup tuttuğunuz sıraya göre üç çarpanlı çarpma işlemi oluşturmaları sağlanır. Her gruba içerisinde aynı olan sayı balıklarının dağıtılmasına dikkat edilir. Etkinlik sırasında her gruptaki öğrencilerin sayı balıklarını farklı sırayla tutmaları yönlendirmelerle sağlanır. Öğrencilerin kendi ve grubundaki arkadaşlarının oluşturduğu çarpma işlemlerini defterlerine yazmaları ve sonuçlarını bulmaları sağlanır.

Öğrencilerin kendi grubundaki arkadaşlarının sayı balıklarından oluşturduğu çarpma işlemlerinde çarpılma sırasının farklı olmasına rağmen çarpma işlemi sonuçlarının aynı olduğunu fark etmesi sağlanır. Öğrencilerin sayı balıklarının aynı olmasına rağmen sayı balıklarının yerlerinin ve parantezin konumunun değişmesinin sonucu değiştirmeyeceği fikrine ulaşmaları sağlanır.

Daha sonra öğrencilere tuttukları balıkları arkadaşları olarak düşünmeleri istenir ve her gruptan yeteri kadar kişi tahtaya kaldırılır. Kaldırılan öğrencilerin üç tanesinin önüne farklı renkte kâğıtlara yazılmış rakamlar yapıştırılır. Diğer öğrencilere çarpı işareti, eşittir işareti ve bir öğrenciye de sonucu temsil eden sayı yapıştırılır. Çarpanları temsil eden öğrencilerin yerleri değiştirilir. Ardından çarpanların yerleri değişmesine rağmen sonucu temsil eden kişinin hiç değişmediğini, değişmeyeceğini öğrencilerin fark etmesi sağlanır.

3. Değerlendirme Bölümü

Bu bölüm kazanım sonucunda ulaşılan hedeflerin belirtildiği, değerlendirme yapılarak kapanışın yapıldığı bölümdür.

Öğrencilere artık üç çarpanlı çarpma işlemlerinde verilmeyen çarpanı rahatlıkla bulabilecekleri söylenir.

Öğrenciler defterlerine üç doğal sayıyla yapılan çarpma işlemleri oluşturup çarpanların yerlerini değiştirerek sonucun değişmediğini bulurlar. Ayrıca üç çarpanlı çarpma işlemlerinde kullanılan parantezin konumunun değişmesinin işlem sonucunu değiştirmediğini işlemler yaparak bulurlar.

Öğrenciler üç doğal sayıyla yapılan çarpma işlemlerinde çarpılma yönünün işlem sonucunu değiştirmediğini kendi yaptıkları işlemlerle bulurlar.

Öğretmen oluşturulan çarpma işlemlerini inceleyerek şimdi en başta sayı toplarıyla oluşturduğumuz çarpma işlemlerine dönerek ‘’Sayı toplarıyla 3 çarpanlı farklı çarpma işlemleri oluşturmaya ne dersiniz?’’ denilir.

Çalışma Yaprağı-2

Aşağıdaki eşitliklerde boş bırakılan yerleri tamamlayınız.

a) 4 x 8 = 8 x ……

b) 7 x 6 = 6 x ……

c) 8 x 5 = …… x 8

d) 14 x 9 = ……. x 14

e) 21 x 7 = …… x 21

f) 2 x 11 = …….. x 2

Yapılan çarpma işlemlerinde çarpanların yeri yani konumu değiştiği halde çarpma işlemi sonuçları değişmiş midir?

…………………………………………
……………………

Aşağıdaki işlemlerde verilmeyen çarpanları bulunuz.

a) 6 x (5 x 3) = 5 x (3 x …..)

b) (12 x 5) x 4 = 5 x (12 x …..)

c) 20 x (4 x 2) = (2 x 20) x …..

d) (5 x 3) x 2 = 3 x (2 x …..)

Yukarıdaki işlemlerde parantezin konumu ve çarpanların yeri değiştiği halde sonuçlar değişmiş midir ?

…………………………………………
……………………

Aşağıdaki işlemlerde yanlış olanların kutucuğunu kırmızıya boyayınız.

◯ (3 x 4) x 14 = 4 x (3 x 14)

◯ 7 x (1 x 9) = 9 x (7 x 1)

◯ 3 x (5 x 4) = 5 x (3 x 6)

◯ (2 x 4) x 8 = 8 x (2 x 3)

□ x ▽ x ◎ yanda verilen modele eşit olabilecek 3 modeli aşağıya yapınız.

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………………

7'nin 5 katının 3 katı işlemiyle aynı sonucu veren 3 çarpanlı işlemlerden 2 tanesini yazınız.

……………………………………………………………………………………

…………………………………………………………………………………....

Aşağıdaki verilen çarpma işlemlerinde verilmeyen sayıları bulunuz.

a) (15 x …..) x 20 = (20 x …..) x 7

b) 9 x (26 x …..) = (26 x ……) x 12

c) (19 x 42) x …… = 42 x (5 x …..)

d) 3 x (8 x …..) = (8 x 6) x ……..

 Aşağıdaki işlemlerin sonuçlarının aynı çıkmasının nedeni nedir? Aşağıdaki kutucuğa yazınız.

$$4 \times 5 = 20$$

$$5 \times 4 = 20$$

…………………………………………………………………………
………………………………………

Süre: 2 Ders Saati	
Ders	Matematik
Sınıf	4
Konu Alanı	Sayılar ve İşlemler
Ünite Başlığı	3.Ünite
Kazanım	M.4.1.5.5. Çarpma ve bölme arasındaki ilişkiyi fark eder.
Öğrenme-Öğretme Yöntem ve Teknikleri	Oyun, Soru Cevap, Tartışma, Bireysel ve Grup Çalışması, Anlatım.
Kullanılan araç ve gereçler	Lego parçaları, plastik tabak, onluk taban blokları, bilye.
Ders Alanı	Sınıf

1. Hazırlık Bölümü

Hazırlık bölümü dikkat çekme, güdüleme, hedeften haberdar etme ve ön bilgilerin kontrolü aşamalarını kapsamaktadır. Ayrıca bu bölüm Dienes ilkelerinden oyun aşamasının bulunduğu bölümdür.

Öğrencilere ‘’Legolarla hiç oynayıp oynamadıkları sorulur. Ardından öğrencilere legolarla oynamaya ne dersiniz?’’ diyerek her gruba karışık lego parçaları dağıtılır. Daha sonra çocukların dikkati lego parçalarının parçalanabildikleri ve birleşebildiklerine çekilir.

Öğrencilere dersimizi dikkatle izlersek lego oyununun matematik konumuzla ilgisini daha iyi anlayabilecekleri söylenir.

Ardından bugün sizlerle çarpma ve bölme arasındaki ilişkinin ne olduğunu öğreneceğiz denilir.

Lego oyunundan yola çıkarak tahtaya bir çarpma ve bu çarpmada çarpım sonucunun çarpanlardan birine bölünmesini içeren bir bölme işlemi yazılır. Öğrencilerin dikkati bunlar arasındaki ilişkiye çekilerek çarpma ve bölme arasındaki ilişkinin ne olabileceği konusunda öğrencilerin fikirleri alınır. Bu aşamada öğrencilerin üçüncü sınıftan çarpma ve bölme arasındaki ilişki ile ilgili neleri bildikleri kontrol edilir. Öğrencilerin varsa hataları tespit edilir ve ders sürecinde bunlar dikkate alınır.

Öğrencilere şimdi siz de legolarda olduğu gibi birim lego parçalarını, parçalara ayırmaya ve birleştirmeye ne dersiniz diyerek gruplara birim parçalardan oluşan lego parçaları ve plastik tabaklar dağıtılır.

2. Uygulama Bölümü

Bu bölüm kazanımla ilgili yapılan etkinlikleri içermektedir. Ayrıca etkinliklerde bulunan Dienes İlkelerinden yapı aşaması, uygulama aşaması, matematiksel değişkenlik ilkesi ve algısal görsel değişkenlik ilkesini kapsamaktadır.

Öğrencilere dağıtılan birim parçalardan oluşan legoları plastik tabaklara eşit bir şekilde istedikleri gibi paylaştırmaları ve daha sonra paylaştırdığı parçaları bir tabakta birleştirmeleri sağlanır. Öğrenciler etkinlik sırasında istedikleri lego parçalarını kullanabilecekleri konusunda cesaretlendirilir. Yapılan paylaştırma ve birleştirme konusunda öğrenciler konuşturulur.

Ardından çocuklara yaptıkları paylaştırma ve birleştirme yani bölme ve çarpma işlemlerinin sonuçlarını bularak, bunların arasında nasıl bir ilişki olduğunu incelemeye ne dersiniz diyerek etkinlik 1'e geçilir.

Etkinlik 1

Öğrencilerin tabaklara eşit bir şekilde paylaştırdıkları lego parçalarını defterlerine yazmaları sağlanır. Ardından lego parçalarını kaç tabağa paylaştırdıkları ve her bir tabaktaki lego sayısı buldurulur. Bu süreçte yapılan yönlendirmelerle bir tabaktaki lego miktarının tüm tabaklarda aynı olduğu fark ettirilerek bir tabaktaki lego miktarının tabak sayısı ile çarpılmasının tüm lego parça miktarını verdiği fikrine ulaşmaları sağlanır (kalansız bölme de).

Öğrenciler tüm lego miktarını bulduktan sonra öğrencilerin legoları birbirlerine geçirerek tek parça haline getirmeleri sağlanır. Öğrencilere şimdi de bu lego parçasını farklı sayıdaki tabaklara eşit miktarda paylaştırmaları sağlanır, paylaştırma sırasında tabaklara tek tek aynı miktarda parça koyularak paylaştırmanın yapılmasına dikkat edilir. Bu süreçte yapılan yönlendirmelerle böleni oluşturan tabaklarla bölüm olan yani bir tabakta bulunan lego miktarının çarpımının bölünen sayıyı verdiği yani tüm lego parçalarının toplamını verdiği fikrine öğrencilerin ulaşması sağlanır ve böylelikle çarpma ile bölme arasındaki ilişki öğrenciye fark ettirilir.

Öğrencilerin özellikle bölme işlemi yaparken oluşabilecek hatalara dikkat edilir. Örneğin tabaklara eşit paylaştıramayacağımız parça kaldığında onun kalan olduğu ve kalanın da hiçbir tabağa konulmayacağı fikrine öğrenciler ulaştırılır. Ardından bu kalanın da böleni temsil eden tabak sayısıyla ve bölümü temsil eden bir tabaktaki lego miktarının çarpılmasına eklenerek bölünen yani tüm lego miktarının bulunduğu fikrine öğrencilerin dikkatleri çekilir.

Daha sonra öğrencilere lego parçalarıyla başka bir bölme işlemi yapmaları konusunda yeteri kadar zaman verilir. Ardından öğrencilerin oluşturduğu bölme işleminde bölümü temsil eden bir tabaktaki lego sayısıyla, böleni temsil eden tabak sayısının çarpılma sırası değiştirilerek çarptırılarak kalanla toplatılır. Bu süreçte öğrenci bölen ve bölümün çarpılma sırasının değişmesinin sonucu değiştirmediği fikrine tartışılarak ulaşması sağlanır. Aynı zamanda bölünen sayının değişmesinin bölme ile çarpma arasındaki ilişkiyi değiştirmediği fikrine çocukların tartışarak ulaşması sağlanır.

Öğrencilere yaptıkları bölme işlemini defterlerine iki bölme işlemi işaretini de kullanarak yapmaları sağlanır ve sonuçlar buldurulur. Bu süreçte öğrencilerin bölen ve bölünen sayının konumunun değişmesinin ve bölme işaretinin değişmesinin sonucu değiştirmeyeceği fikrine ulaşmaları sağlanır.

Öğrencilere ‘’Şimdi de Dienes’e ait 10’luk taban bloklarıyla çarpma ve bölme arasındaki ilişkiyi bulmaya ne dersiniz?’’ diyerek etkinlik 2’ye geçilir.

Etkinlik 2

Öğrencilere 10’luk taban blokları ve plastik tabaklar dağıtılır. 10’luk taban bloklarını kullanarak her grupta yer alan öğrencilerin farklı bölme işlemleri yapmaları yönlendirmelerle sağlanır. Öğrencilerin oluşturdukları bölme işlemlerini kendi defterlerine yapmaları sağlandıktan sonra sonuçlar buldurulur. Ardından öğrencilerin işlemin doğruluğunu kontrol etmek için bölüm ile bölenin çarpılıp kalanla toplanması gerektiği fikrine ulaşmaları sağlanır. Böylelikle çarpma ve bölme arasındaki ilişkiye ulaşmaları sağlanır.

Ardından öğrencilere paylaştırdığınız 10’luk taban bloklarını misket olarak düşünmeleri ve paylaştırdıkları tabakları da grubundaki arkadaşlarınız olarak düşündüğünüzde elinizde ne kadar misket kalır sorusu yöneltilir. Her gruptan bir öğrenciye misketler verilir.

Öğrencilerin misketleri bölünen, arkadaşlarını bölen ve geriye kalan misketlerin de kalanı oluşturduğu fikrine ulaşmaları sağlandıktan sonra misketler paylaştırılır. Ardından her kişiye düşen misket ile kişi sayısı çarpılıp kalan misketlerle toplatılarak çarpma ile bölme arasındaki ilişkiye öğrencilerin ulaşması sağlanır.

Öğrencilerden paylaştırdıkları misket sayılarını değiştirmeleri söylenir ve çarpma ile bölme arasındaki ilişki tekrar buldurulur. Bu süreçte bölünen sayının değişmesinin ya da bölüm ile bölenin çarpılma sıralarının değişmesinin sonucu ve bölme ile çarpma arsındaki ilişkiyi değiştirmediği fikrine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

3. Değerlendirme Bölümü

Bu bölüm kazanım sonucunda ulaşılan hedeflerin belirtildiği, değerlendirme yapılarak kapanışın yapıldığı bölümdür.

Çarpma ve bölme arasındaki ilişkiyi gördük. Bölme işlemindeki bölen ve bölümün çarpılarak kalan varsa kalanla toplanmasının bölünen sayıyı verdiği ve bunun aynı zamanda bölme işleminin sağlaması olduğunu gördük. Ayrıca bölen ile bölümün çarpılma sırasının değişmesinin sonucu değiştirmediğini, bölme işaretinin değişmesiyle bölünen ve bölen sayının konumlarının değişmesinin işlem sonucunu değiştirmediğini gördüğümüz söylenir.

Ayrıca bölünen sayının değişmesinin bölme ile çarpma arasındaki ilişkiyi değiştirmediğini gördük.

Öğrencilere artık karşılaştığımız çarpma ve bölme arasındaki ilişki ile ilgili soruları yapabilecekleri söylenir.

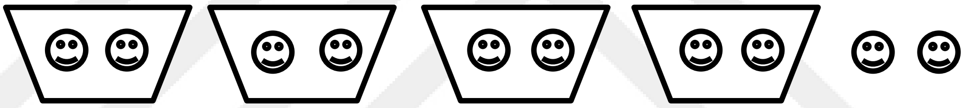
Şimdi tekrar en başta lego parçalarıyla oluşturduğumuz bölme ve çarpma işlemlerine dönerek yeni çarpma ve bölme işlemleri oluşturmaya ne dersiniz denilir.

Çalışma Yaprağı -3

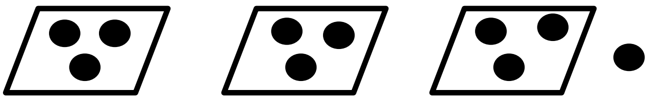
Aşağıdaki bölme işlemlerinde bölen sayıları bulunuz.

20	?	45	?	48	?
	5		9		8
12	?	27	?	18	?
	4		9		3

Aşağıda modellenen bölme işlemlerini yazınız.

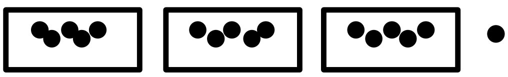


....

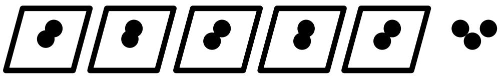


....

Aşağıda modellenen bölme işlemlerinde, bölünen sayıyı bulmak için yapılması gereken işlemlerle eşleştiriniz.

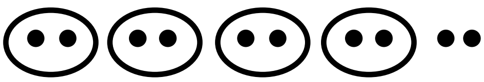


(2 x 4) + 2



(5 x 3) + 1

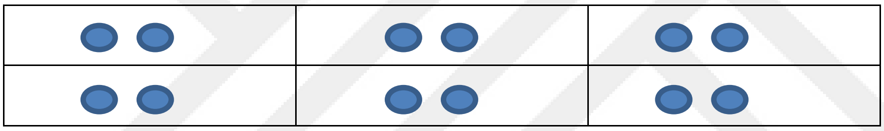
(2 x 5) + 3



Aşağıdaki işlemlerden hangilerinde verilmeyen sayıyı bulmak için bölme işlemi yapmalıyız yuvarlak içine alarak gösteriniz.

16 x ? = 112	840 + ? = 950	? : 13 = 16
150 : ? = 6	30 x ? = 360	120 : ? = 4
48 + ? = 70	? : 20 = 25	50 + ? = 195

Aşağıdaki modele uygun işlemi yazınız.



....

Süre: 2 Ders Saati	
Ders	Matematik
Sınıf	4
Konu Alanı	Sayılar ve İşlemler
Ünite Başlığı	3.Ünite
Kazanım	M.4.1.5.7. Aralarında eşitlik durumu olan iki matematiksel ifadeden birinde verilmeyen değeri belirler ve eşitliğin sağlandığını açıklar.
Öğrenme-Öğretme Yöntem ve Teknikleri	Oyun, Soru Cevap, Tartışma, Bireysel ve Grup Çalışması, Anlatım.
Kullanılan araç ve gereçler	Halat, renkli ve beyaz A4 kâğıdı, kefeli terazi, dijital tartı, su şişeleri, torba, ağırlıklar, su şişesi kapakları, eşittir ve dört işlem kağıtları, sahte para.
Ders Alanı	Sınıf

1. Hazırlık Bölümü

Hazırlık bölümü dikkat çekme, güdüleme, hedeften haberdar etme ve ön bilgilerin kontrolü aşamalarını kapsamaktadır. Ayrıca bu bölüm Dienes ilkelerinden oyun aşamasının bulunduğu bölümdür.

Öğrencilere halat çekme oyunu oynayıp oynamadıkları sorulur. Ardından öğrencilere halat çekme oyunu oynamaya ne dersiniz? Denilerek tahtaya üçer öğrenci çıkartılır. Öğrencilerin güçlerine göre, güçlerini gösteren sayılar önlerine yapıştırılır. Bir öğrenciye hiçbir güç değeri verilmez. Öğrencilerin halatların ucuna geçmeleri sağlandıktan sonra halat çekme oyunu oynatılır ve bu oyunun berabere bitmesi sağlanır. Ardından öğrencilere bu halat çekme oyunu berabere nasıl bitebilir sorusu yöneltilir ve öğrenciler düşündürülür. Öğrencilerin halatın her iki ucundaki kişilerin güç değerlerini ayrı ayrı hesaplayıp karşılaştırmaları gerektiği düşündürülür.

Öğrencilere dersimizi dikkatle izlersek halat çekme oyununun matematik konumuzla ilgisini daha iyi anlayabilecekleri söylenir.

Ardından bugün sizlerle aralarında eşitlik durumu olan iki matematiksel ifadeden birinde verilmeyen değeri belirleyip, eşitliği sağlamayı öğreneceğiz denilir.

Halat çekme oyunundan yola çıkarak tahtaya bir bilinmeyeni olan bir eşitlik yazılır. Öğrencilere bu ifade birbirine eşit olduğuna göre verilmeyen sayının ne olacağı konusunda öğrencilerin fikirleri alınır. Bu aşamada öğrencilerin daha önceki yıllarda eşit işaretinin anlamıyla ilgili neleri bildikleri kontrol edilir. Öğrencilerin varsa bu süreçte hataları tespit edilir. Ders sürecinde bunlara dikkat edilir.

Öğrencilere şimdi siz de size dağıtılacak dengede olan kefeli terazilerde verilmeyen ağırlığı bulmaya ne dersiniz? Denilerek öğrencilere teraziler ve içerisindeki ağırlıklar dağıtılır.

2. Uygulama Bölümü

Bu bölüm kazanımla ilgili yapılan etkinlikleri içermektedir. Ayrıca etkinliklerde bulunan Dienes İlkelerinden yapı aşaması, uygulama aşaması, matematiksel değişkenlik ilkesi ve algısal görsel değişkenlik ilkesini kapsamaktadır.

Öğrencilere dağıtılan eşit durumdaki kefeli terazilerde verilmeyen ağırlığı bulmaları istenir. Öğrenciler istedikleri kefeden başlayarak hesap yapabilecekleri konusunda cesaretlendirilir. Yapılan işlemler konusunda öğrenciler konuşturulur.

Ardından öğrencilere eşit durumdaki kefeli terazide verilmeyen ağırlığı bulmaya ne dersiniz? Denilerek etkinlik 1'e geçilir.

Etkinlik 1

Öğrencilere kefeleri dengede dağıtılan ve bir ağırlığı verilmeyen kefeli terazileri defterlerine oluşturmaları sağlanır. Ardından kefeli terazide verilmeyen ağırlığın bulunması için kefelerde verilen ağırlık miktarlarının ayrı ayrı hesaplanması gerektiği yönlendirmelerle öğrencilerin fark etmesi sağlanır. Daha sonra öğrencilerin dikkati terazi kefeleri arasındaki ağırlık farkına çekilir ve verilmeyen ağırlığın nasıl bulunabileceği konusunda öğrencilerin fikirleri alınır. Yapılan yönlendirmelerle teraziler arasındaki ağırlık farkının verilmeyen ağırlığı oluşturduğu fikrine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

Öğrencilerin eşitlik durumu olan matematiksel ifadelerde verilmeyen terimi bulurken oluşabilecek kavram yanılgılarına dikkat edilir. Örneğin eşittir işaretinin sadece sonuç olarak değil, eşitliğin her iki tarafının da niceliksel olarak eşitliğini yani denge durumunu gösterdiğine dikkat çekilir.

Öğrencilere dengede verilen kefeli terazilerde verilmeyen ağırlığı bulurken yaptıklarını dijital tartıda da yapabilecekleri söylenir ve tahtaya elinde çanta olan ve olmayan kiloları bilinen iki öğrenci çıkartılır. Tahtada bulunan 2 dijital tartıya aynı anda öğrenciler çıkartılır. Elinde çantayla birlikte tartılan öğrenciyle sadece kendisi tartılan öğrencinin kilolarının aynı olduğu söylenir. Ayrıca elinde çanta ile tartılan öğrencinin yalnızca kendisinin ağırlığının ne kadar olduğu hatırlatıldıktan sonra öğrencilerin defterlerine eşitliği yazmaları sağlanarak çantanın ağırlığının nasıl bulunabileceği konusunda fikirleri alınır ve sonuç buldurulur.

Etkinlik sırasında kefeli terazide verilen ağırlıkların kefelerinin yer değiştirmesi ve dijital tartıda tartılan öğrencilerin yer değişmesi sağlanır. Öğrencilere defterlerine eşitliği tekrar yazmaları sağlanarak verilmeyen ağırlığı tekrar bulmaları istenir. Bu süreçte kefelerdeki ağırlıkların ve dijital tartıda tartılan öğrencilerin yer değiştirmesinin yapılması gereken işlemi değiştirmeyeceğine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

Şimdi de su şişelerinin kapaklarına yazılmış sayılarla oluşturulmuş, birbirine eşit olan matematiksel ifadelerde verilmeyen sayıyı bulmaya ne dersiniz diyerek, etkinlik 2’ ye geçilir.

Etkinlik 2

Öğrencilere su şişesinin kapaklarına yazılmış sayılarla birlikte çarpma, bölme, çıkartma, toplama ve eşittir işaretleri dağıtılır.

Öğrencilere sayı kapaklarıyla oluşturulmuş birbirine eşit olan matematiksel ifadeler dağıtılır. Matematiksel olarak birbirine eşit olarak verilmiş ifadelerde verilmeyen sayının nasıl bulunabileceği konusunda öğrencilerin düşünceleri alınır.

Öğrencilere birbirine eşit olan matematiksel ifadeleri defterlerine yazıp verilmeyen sayının bulunması için ne yapılması gerektiği sorularak verilmeyen sayı buldurulur. Etkinlik sürecinde verilmeyen sayının bulunması için öncelikle eşitliğin her iki tarafının ayrı ayrı hesaplanıp farkının bulunması gerektiği ve bulunan farkın eşitliğin eksik tarafına eklenmesi gereken miktar olduğu veya eşitliğin fazla kısmından çıkarılması gereken miktar olduğu fikrine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

Daha sonra öğrencilerin birbirine eşit olarak oluşturdukları matematiksel ifadeleri para olarak düşünmeleri ve eşitliğin bir tarafındaki değeri arkadaşlarına para olarak vermeleri, eşitliğin diğer tarafında bilinen değeri de para olarak verdikten sonra bilinmeyen değeri boş zarf olarak bir öğrenciye vermeleri sağlanır. Bilinmeyen değerin kaç olacağı konusunda öğrencilerin fikirleri alınır. Öğrencilerin defterlerine yazıp verilmeyen değeri bulmaları sağlanır. Bu süreçte eşitliğin bilinen tarafıyla bilinmeyen tarafı arasındaki farkın bilinmeyen değeri verdiği fikrine öğrenciler tekrar ulaştırılır.

Etkinlik sırasında eşitliğin her iki tarafının birbiriyle yer değiştirmesinin verilmeyen değeri değiştirmeyeceği fikrine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

3. Değerlendirme Bölümü

Bu bölüm kazanım sonucunda ulaşılan hedeflerin belirtildiği, değerlendirme yapılarak kapanışın yapıldığı bölümdür.

Öğrencilere artık karşılaştığınız aralarında eşitlik olan matematiksel ifadede verilmeyen değeri rahatlıkla bulabilecekleri söylenir.

Öğrenciler defterlerine aralarında eşitlik durumu olan ve verilmeyen değer içeren matematiksel ifadeler oluşturarak verilmeyen değeri bulurlar. Ayrıca oluşturdukları matematiksel ifadelerde eşitliğin iki tarafının yer değiştirmesinin verilmeyen değeri ve yapılacak işlemi değiştirmeyeceğini işlemler yaparak bulurlar.

Öğretmen oluşturulan eşitlikleri inceleyerek şimdi en başta halat çekme oyunuyla oluşturduğumuz eşit güçteki grup gibi tekrar gruplar oluşturup eşitliğin verilmeyen değerini bulmaya ne dersiniz denilir.

Çalışma Yaprağı -4

Aşağıdaki ifadelerde verilmeyen sayıları bulunuz.

$18 - 5 = \square + 6$ $\qquad$ $32 : 4 = \Delta + 3$

$21 + 14 = \star + 7$ $\qquad$ $4 \times 6 = 10 + \square$

$42 : 3 = \Delta + 5$ $\qquad$ $35 - 7 = \star + 13$

$6 \times 8 = 23 + \square$ $\qquad$ $15 - 3 = \Delta + 4$

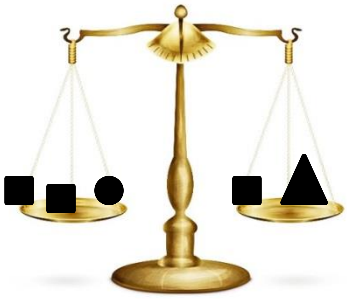
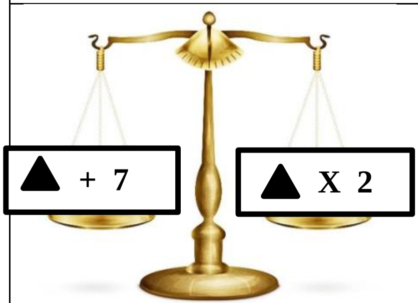
Yukarıdaki matematiksel eşitliklerde eşitliğin iki tarafının birbiriyle yer değiştirmesi bilinmeyen sayıyı ……………………………………………………..

Aşağıda eşitlik durumu olan ifadeleri yuvarlak içine alınız.

$25 : 5 = 5 + 4$ $\qquad$ $4 \times 8 = 5 \times 7$ $\qquad$ $30 : 6 = 3 + 2$

$9 + 7 = 7 \times 3$ $\qquad$ $7 + 5 = 3 \times 4$ $\qquad$ $24 : 6 = 4 + 1$

Aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

	● = 3 kg ■ = 2 kg Yandaki dengedeki terazide kare ve yuvarlak cisimlerin ağırlıkları verilmiştir. Ancak üçgen cismin ağırlığı bilinmemektedir. Buna göre üçgen cismin ağırlığı kaçtır?
	★ = 4 kg ● = 1 kg Yandaki terazi dengede olduğuna göre verilen kütlelere göre dikdörtgen cismin kütlesi kaçtır?
	● = 5 kg ▲ = 4 kg Yandaki dengedeki terazide yuvarlak ve üçgen cisimlerin ağırlıkları verilmiştir. Ancak kare cismin ağırlığı bilinmemektedir. Buna göre kare cismin ağırlığı kaçtır?
	Yandaki terazi dengede olduğuna göre ▲ Yerine hangi sayı gelmelidir?

Süre: 2 Ders Saati	
Ders	Matematik
Sınıf	4
Konu Alanı	Sayılar ve İşlemler
Ünite Başlığı	3.Ünite
Kazanım	M.4.1.5.8. Aralarında eşitlik durumu olmayan iki matematiksel ifadenin eşit olması için yapılması gereken işlemleri açıklar.
Öğrenme-Öğretme Yöntem ve Teknikleri	Oyun, Soru Cevap, Tartışma, Bireysel ve Grup Çalışması, Anlatım.
Kullanılan araç ve gereçler	Tahterevalli, kefeli terazi, dijital terazi, su şişeleri, su şişesi kapakları, dört işlem ve eşitsizlik sembolleri, sahte para, a4 kâğıdı.
Ders Alanı	Sınıf

1. Hazırlık Bölümü

Hazırlık bölümü dikkat çekme, güdüleme, hedeften haberdar etme ve ön bilgilerin kontrolü aşamalarını kapsamaktadır. Ayrıca bu bölüm Dienes ilkelerinden oyun aşamasının bulunduğu bölümdür.

Öğrencilere oyun parklarındaki tahterevalliye binip binmedikleri sorulur. Ardından çocuklara tahterevalliye binmeye ne dersiniz? Denilerek okul bahçesindeki parka inilir. Her gruptan karşılıklı birer kişi bindirilir, öğrencilerin dikkati tahterevallinin ağır tarafa doğru indiğine çekilir ve bunun nasıl dengelenebileceği konusunda öğrenciler düşündürülür. Hafif tarafın eline çanta verilerek ya da fazladan bir kişi bindirilerek dengenin sağlanabileceği düşündürülür.

Öğrencilere dersimizi dikkatle izlersek tahterevalli oyununun matematik konumuzla ilgisini daha iyi anlayabilecekleri söylenir.

Ardından bugün sizlerle aralarında eşitlik durumu olmayan iki matematiksel ifadenin eşit olması için yapılması gereken işlemlerin ne olduğunu öğreneceğiz denilir.

Tahterevalli oyunundan yola çıkarak tahtaya eşit kollu bir terazi sorusu yazılır ve bu terazinin eşitlenmesi için ne yapılması gerektiği konusunda öğrencilerin fikirleri alınır. Bu aşamada öğrencilerin daha önceki yıllardan neleri bildiği kontrol edilir. Öğrencilerin varsa bu süreçte hataları tespit edilir. Ders sürecinde bunlara dikkat edilir.

Öğrencilere şimdi siz de, size dağıtılacak eşit kollu terazilerde dengede olmayan teraziyi dengelemeye ne dersiniz diyerek çocuklara eşit kollu teraziler ve su şişelerinden yapılmış ağırlıklar dağıtılır.

2. Uygulama Bölümü

Bu bölüm kazanımla ilgili yapılan etkinlikleri içermektedir. Ayrıca etkinliklerde bulunan Dienes ilkelerinden yapı aşaması, uygulama aşaması, matematiksel değişkenlik ilkesi ve algısal görsel değişkenlik ilkesini kapsamaktadır.

Öğrencilere dağıtılan eşit kollu terazilerden farklı ağırlıkları kullanarak terazinin kefelerini eşitlemeleri istenir. Öğrenciler etkinlik sırasında istedikleri ağırlığı kullanmaları konusunda cesaretlendirilir. Yapılan işlemler konusunda öğrenciler konuşturulur.

Ardından öğrencilere bu kefelerin eşitlenmesi için ne yapılması gerektiğini bulmaya ne dersiniz diyerek etkinlik 1'e geçilir.

Etkinlik 1

Öğrencilerin terazilerin kefelerine koyarak oluşturdukları ağırlıkları defterlerine yazmaları sağlanır. Ardından terazinin eşitlenmesi için öncelikle kefelerde bulunan ağırlık miktarlarının ayrı ayrı hesaplanması gerektiği yönlendirmelerle öğrencilerin fark etmesi sağlanır. Daha sonra öğrencilerin terazilerin her bir kefesindeki ağırlık miktarını yönlendirmelerle ayrı ayrı hesaplamaları sağlanır.

Ardından öğrencilerin dikkati terazi kefeleri arasındaki ağırlık farkına çekilir. Daha sonra öğrencilerden farklı ağırlıkları kullanarak eşit olmayan ağırlıkların eşitlenmesi için ne yapılması gerektiği konusunda fikirleri alınır. Yapılan yönlendirmelerle eşitliğin sağlanması için her iki terazi kefesinin de aynı ağırlıkta olması gerektiği ve ağırlık farkının eksik kefeye eklenmesi veya fazla olan kefeden çıkarılması gerektiği fikrine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

Öğrencilerin eşit olmayan matematiksel ifadeleri eşitlerken oluşabilecek kavram yanılgılarına dikkat edilir. Örneğin eşittir işaretinin sadece sonuç olarak değil, eşitliğin her iki tarafının da niceliksel olarak eşitliğini yani denge durumunu gösterdiğine dikkat çekilir.

Öğrencilere eşit kollu terazilerde eşitliğin sağlanması için yaptıkları işlemi normal dijital tartıda da yapabilecekleri söylenir ve tahtanın önüne 2 adet dijital tartı çıkartılır. Her gruptan birer kişi tahtaya kaldırılır ve rastgele iki öğrenci dijital tartılara aynı anda çıkmaları sağlanır. Öğrencilerin ağırlıkları yüksek sesle söylenir ve öğrencilerin defterlerine yazmaları sağlanır ve eşitsizliğin nasıl giderilebileceği konusunda öğrencilerin düşünceleri alınır ve sonuç buldurulur.

Etkinlik sırasında eşit kollu terazide ve dijital tartıda ağırlıkların yerleri değiştirilerek yapılması gereken işlemler konusunda tekrar öğrencilerin fikri alınır. Yapılması gereken işlemleri defterlerine yapmaları sağlanır. Bu süreçte ağırlıkların yerlerinin yani konumlarının değişmesinin yapılması gereken işlemi değiştirmeyeceğine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

Şimdi de su şişelerinin kapaklarına yazılmış sayılarla oluşturmuş birbirine eşit olmayan matematiksel ifadeleri eşitlemeye ne dersiniz diyerek, etkinlik 2’ ye geçilir.

Etkinlik 2

Öğrencilere su şişesinin kapaklarına yazılmış sayılar ve çarpma, bölme, çıkartma, toplama, eşitsizlik işaretleri dağıtılır. Öğrencilerden bunları kullanarak birbirine eşit olmayan matematiksel ifadeler oluşturmaları yönlendirmelerle sağlanır. Daha sonra her öğrencinin oluşturduğu birbirine eşit olmayan matematiksel ifadelerin birbirine eşitlemek için ne yapılabileceği konusunda düşünceleri alınır.

Öğrencilere oluşturdukları matematiksel ifadeleri defterlerine yazmaları ve matematiksel ifadelerin eşitlenmesi için ne yapılması gerektiğini bulup matematiksel ifadeleri eşitlemeleri istenir. Etkinlik sürecinde matematiksel ifadelerin eşitlenmesi için öncelikle eşitsizliğin her iki tarafındaki işlemin ayrı ayrı yapılması gerektiği fikrine öğrencilerin ulaşmaları sağlanır.

Daha sonra öğrencilere oluşturdukları matematiksel eşitsizlikleri bir para olarak düşündüğünüzde ve eşitsizliğin bir tarafındaki sayıyı bir arkadaşınıza para olarak diğer tarafını da diğer arkadaşına para olarak vermesi sağlanır. Ardından öğrencilere iki arkadaşına da eşit miktarda para vermesi için ne yapılması gerektiği sorusu yöneltilir. Öğrencilerin arkadaşlarına verdikleri para miktarlarını ayrı ayrı hesaplamaları ve aradaki farkın giderilmesi için fark kadar eksik tarafa para verileceği veya diğer taraftan alınacağı fikrine ulaşmaları sağlanır.

Etkinlik sırasında matematiksel eşitsizliklerin konumları değiştirilerek hesaplamalar tekrar yaptırılır. Eşitsizliğin her iki tarafının birbiriyle yer değişmesinin yani konumlarının değişmesinin eşitsizlik miktarını ve yapılması gereken işlemi değiştirmediği fikrine öğrencilerin ulaşması sağlanır.

3. Değerlendirme Bölümü

Bu bölüm kazanım sonucunda ulaşılan hedeflerin belirtildiği, değerlendirme yapılarak kapanışın yapıldığı bölümdür.

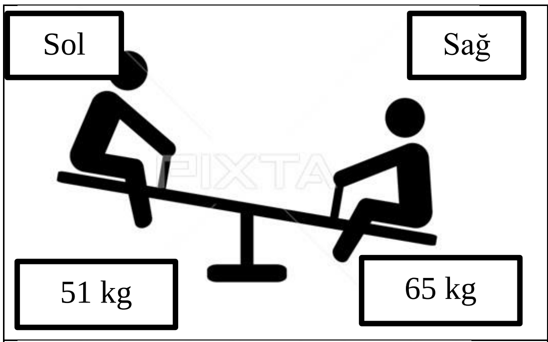
Öğrencilere artık karşılaştığınız aralarında eşitlik durumu olamayan matematiksel ifadeleri rahatlıkla eşitleyebilecekleri söylenir.

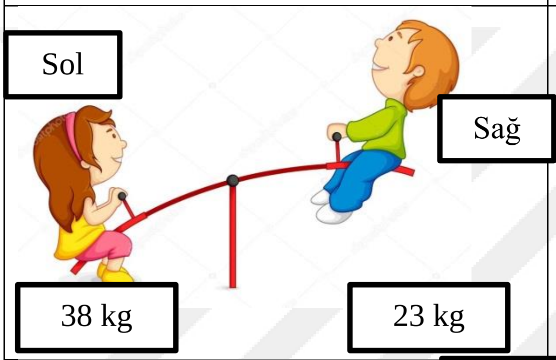
Öğrenciler defterlerine aralarında eşitlik durumu olmayan matematiksel ifadeler oluşturarak ifadeleri birbirine eşitler. Ayrıca oluşturdukları matematiksel ifadelerde eşitsizliğin iki tarafının yer değiştirmesinin eşitsizliğin giderilmesi için yapılacak işlemi değiştirmeyeceğini bilir.

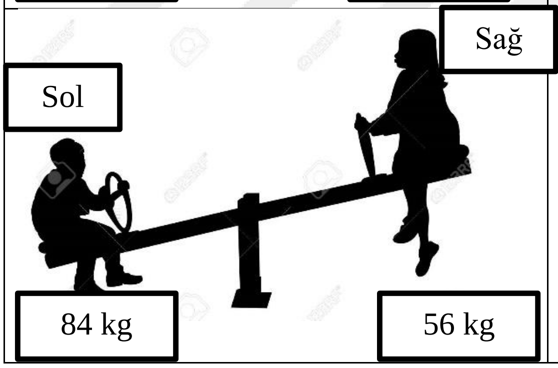
Öğretmen öğrencilerin oluşturduğu eşitsizlik durumlarını inceler ve şimdi en başta tahterevallide oluşturduğumuz eşitsizlik durumlarını tekrar oluşturup eşitsizlik durumunu gidermeye ne dersiniz der.

Çalışma Yaprağı -5

Aşağıda dengede olmayan tahterevallilerin dengede olabilmesi için hangi tarafa kaç kg eklenmesi gerektiğini yazınız?







Aşağıdaki ifadelerin birbirine eşit olması için yuvarlak içerisindeki sayının kaç azaltılması veya arttırılması gerekir yazınız.

24 : 6 = 7 - 2 ……………………………………………………………

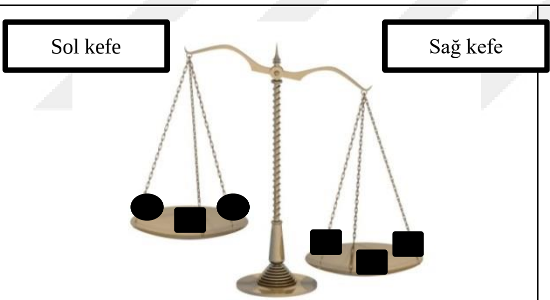
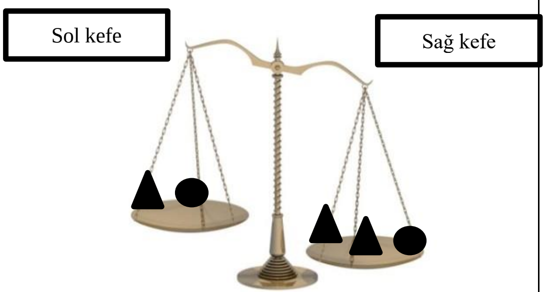
45 : 9 = 5 x 2 ……………………………………………………………

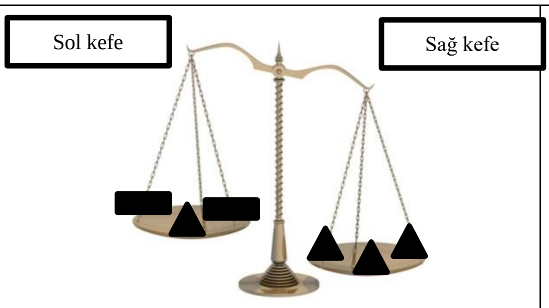
8 x 2 = 8 + 7 ……………………………………………………………

Aşağıda verilen soruları cevaplayınız ?

$7 \times 8 \neq 24 + 25$	Yandaki ifadede eşitliğin sağlanması için hangi sayı kaç azaltılmalıdır? …………………………………………………………
$8 \times 14 \neq 35 + 73$	Yandaki ifadede eşitliğin sağlanması için hangi sayı kaç arttırılabilir? …………………………………………………………..
$48 : 6 \neq 2 \times 5$	Yandaki ifadede eşitliğin sağlanması için hangi sayı kaç azaltılmalıdır? …………………………………………………………..

Aşağıda verilen soruları cevaplayınız?

	■ = 3 kg ● = 2 kg Yukarıda verilen ağırlıklara göre yandaki terazinin dengede olabilmesi için hangi cisim hangi kefeye konulmalıdır?
	● = 1 kg ▲= 4 kg Yukarıda verilen ağırlıklara göre yandaki terazinin dengede olabilmesi için hangi cisim hangi kefeye konulmalıdır?

	▬ = 5 kg ▲ = 10 kg Yukarıda verilen ağırlıklara göre yandaki terazinin dengede olabilmesi için hangi cisim hangi kefeye konulmalıdır?

Ek-5: Değişken Kavramı Başarı Testi

ADI SOYADI: SINIFI: NO:

ALDIĞI PUAN:

DEĞİŞKEN KAVRAMI BAŞARI TESTİ SORULARI

Bu test sizin değişken kavramını içeren bazı kazanımları ne ölçüde öğrendiğinizi belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Testte 29 soru vardır. Soruları ve seçenekleri dikkatli bir şekilde okuduktan sonra doğru olabileceğini düşündüğünüz seçeneği yanıt kâğıdı üzerine ● şeklinde karalayarak işaretleyiniz. Başarılar dilerim.

1.

23 x ♥ = 115 | **234 : ▲ = 3**

621 + ★ = 928 | **■ : 21 = 14**

Hangi işlemlerde verilmeyen terimi bulmak için bölme işlemi yapmak gerekir?

A) ★, ♥ B) ▲, ■

C) ♥, ▲ D) ★, ■

2.

21 - 3 = □ + 9

Yukarıdaki ifadede verilmeyen sayı kaçtır?

A)9 B)12 C)18 D)24

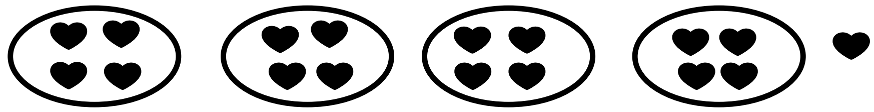
3.

A = 20 x 4

Yukarıdaki ifadeye **<u>eşit olmayan</u>** işlem hangi seçenekte verilmiştir?

A) 800 : 10 B) 40 x 2 C) 60 + 20 D) 40 + 2

4.



Modelde bir bölme işlemi anlatılmaktadır. Buna göre bölünen sayı aşağıdaki işlemlerin hangisiyle bulunur?

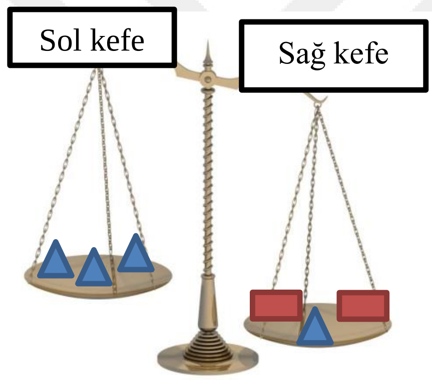
A) 4 x 4   B) 16 + 1   C) (4 x 4) x 1   D) (4 x 4) + 1

5. Aşağıdaki eşitliklerden hangisi yanlıştır?

A) 7x(4x3) = 4x(7x3)   B) (5x6)x2 = (5x2)x6

C) 2x(3x4)= 3x(2x5)   D) 8x(1x4) = 1x(8x4)

6.



 =2 kg    =1 kg

Yandaki terazinin dengede olabilmesi için aşağıdakilerden hangisi yapılabilir?

A) Sağ kefeden 1 adet üçgen nesne alınabilir.
B) Sol kefeye 1 adet dikdörtgen nesne konulabilir.
C) Sol kefeye 1 adet üçgen nesne konulabilir.
D) Sağ kefeden 2 adet dikdörtgen nesne alınabilir.

7.

75	**67**	**59**	**51**	**43**	**35**

Yukarıdaki örüntü üç adım daha devam ettirilirse son terim hangisi olur?

A) 2   B)3   C)11   D)19

8.

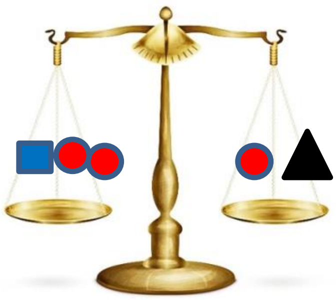
$$\begin{array}{r|l} 125 & \square \\ \hline & 5 \end{array}$$

Yandaki bölme işleminde verilmeyen terimi bulmak için hangi işlem yapılmalıdır?

A) 125 : 5   B) 125 x 5

C) 125 + 5   D) 155 – 5

9.



■ =3 kg

● =1 Kg

Yandaki dengedeki terazide kare ve yuvarlak cisimlerin ağırlıkları verilmiştir. Ancak üçgen cismin ağırlığı bilinmemektedir. Buna göre üçgen cismin ağırlığı kaçtır?

A)2 B)3
C)4 D)5

10.

$\boxed{14 \text{ x } 7} \neq \boxed{65 + 27}$

Verilen ifade de eşitliği sağlamak için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

A) 7 sayısı 1 arttırılmalıdır.
B) 65 sayısı 6 arttırılmalıdır.
C) 14 sayısı 2 azaltılmalıdır.
D) 27 sayısı 5 arttırılmalıdır.

11. Aşağıdakilerden hangisinde bir eşitlik durumu vardır?

A) 24 : 3 = 3 x 4 B) 8 + 7 = 6 x 3

C) 3 x 8 = 5 x 4 D) 28 : 7 = 2 x 2

12. Aşağıda verilen sayı gruplarından hangileriyle dörder, dörder artan bir örüntü oluşturulabilir?

A) 9, 7, 4, 12, 15
B) 17, 21, 5, 9, 13
C) 4, 12, 16, 18, 10
D) 8, 12, 15, 4, 18

13. (32 x △) x 14 = (14 x □) x 17

Yukarıdaki işlemde △ + □ kaçtır?

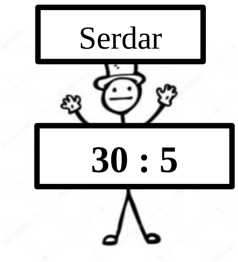
A) 31 B)46 C)49 D)64

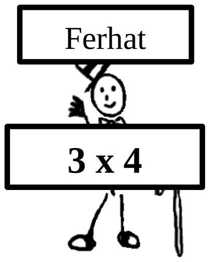
14. 8’in 88 katının 80 katı kaçtır?
88’in 80 katının ……. Katı kaçtır?

Yukarıdaki verilen her iki sorunun cevabı aynı sayıya eşittir. Buna göre noktalı yere aşağıdakilerden hangisi yazılmalıdır?

A) 8 B)80 C)88 D)800

15.





Serdar ve Ferhat'ın yaptığı iki işlemin sonuçlarının eşit olması için Serdar hangi işlemi yapmalıdır?

A) İşleminin sonucuna 6 eklemelidir.
B) İşleminin sonucuna 7 eklemelidir.
C)İşleminin sonucuna 8 eklemelidir.
D) İşleminin sonucuna 9 eklemelidir.

16.

$$56 : 2 = \boxed{5} \times 7$$

Yukarıdaki ifadenin birbirine eşit olması için kutuda yazan sayının kaç azaltılması gerekir?

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

17.

$$\boxed{24 : 3 = \triangle + 3}$$

Yukarıdaki eşitlikte " $\triangle$ " yerine hangi sayı yazılmalıdır?

A) 5 B)6 C)8
D)11

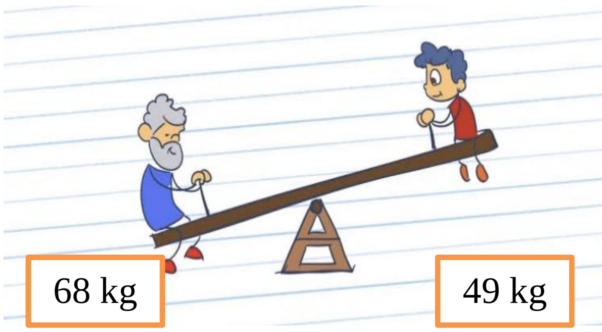
18.

1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36
37	38	39	40

Mehmet yandaki tabloda 2 den başlayarak 2 şer ritmik sayma yaparak saydığı sayıların bulunduğu hücreyi boyamaktadır. Abisi Ahmet ise kardeşinin boyadığı hücrelerin üzerine denk gelecek bir örüntü oluşturacak şekilde ritmik sayma yapmıştır. Buna göre Ahmet kaçar ritmik sayma yapmıştır olabilir?

A)5'ten başlayarak 5 er ritmik saymıştır.
B)4'ten başlayarak 4 er ritmik sayma yapmıştır.
C)3'ten başlayarak 3 er ritmik sayma yapmıştır.
D)7'den başlayarak 7 şer ritmik saymıştır.

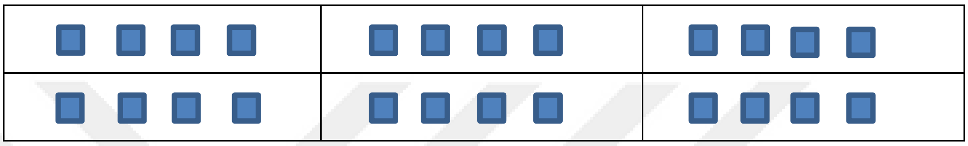
19.



Yandaki tahterevallide Fehim ve dedesinin dengede olabilmesi için aşağıdakilerden hangisi yapılabilir?

A) Fehim inip onun yerine 58 kg olan Ahmet binmelidir.
B) Fehim yanına 21 kg olan kardeşini almalıdır.
C) Fehim 9 kg olan sırt çantasını sırtına takmalıdır.
D)Fehim 19 kg olan Arkadaşlarından biriyle birlikte binmelidir.

20.



Yukarıda verilen modele uygun işlem hangisidir?

A) (4x2)x3 B) (4+4)x2 C) (2+3)x4 D) (8+2)x3

21. 14 21 28 35 42 49

Verilen örüntünün kuralıyla aynı kurala sahip örüntü aşağıdakilerden hangisidir?

A) 5 10 15 20 25 30
B) 6 13 20 27 34 41
C) 7 13 19 25 31 37
D) 8 16 24 32 40 48

22.  yanda verilen modelle aşağıdaki modellerden hangisinin sonucu eşittir ?

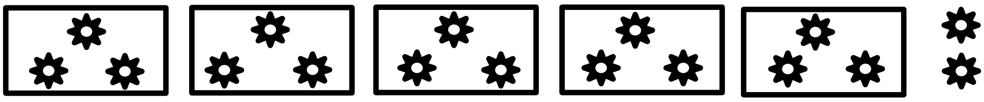
A) 

B) 

C) 

D) 

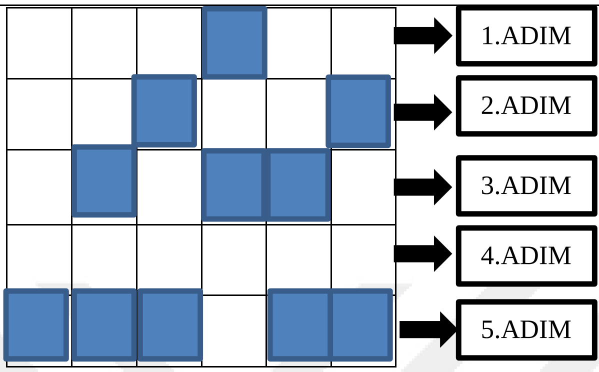
23.



Yukarıda bir bölme işlemi modellenmiştir. Bu işlem aşağıdakilerden hangisidir?

A) 17: 5 B) 15: 5 C) 17: 3 D) 15: 6

24.



Lokman evinin duvarlarını adım adım boyamıştır. Boyamaya 1.adımdan başladığına göre Lokman 4..adım da kaç tane duvar boyamalıdır?

A)2 B)3

C)4 D)5

25.

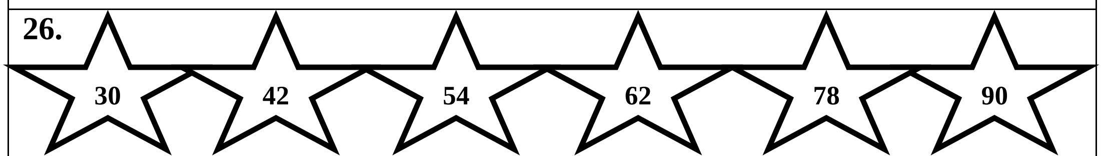
Yandaki terazi dengededir. Belirtilen kütlelere göre üçgen cismin kütlesi hangi şıkta doğru olarak verilmiştir?

A) 3 kg B) 4 kg

C) 5 kg D) 6 kg

 =5 kg  = 2 kg

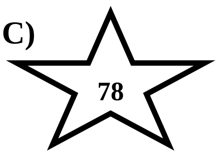
26.



Yukarıdaki örüntüde kuralı bozan sayının yazıldığı yıldız hangisidir?

A) 

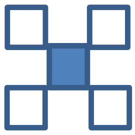
B) 

C) 

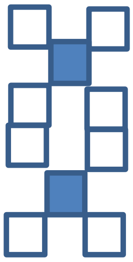
D) 

27.

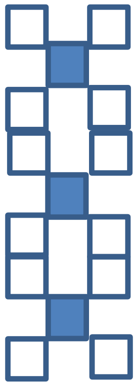
Adım 1



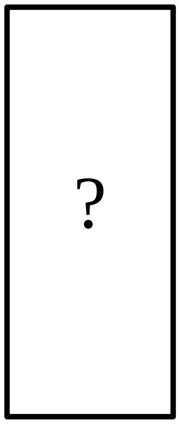
Adım 2



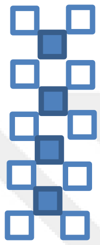
Adım 3

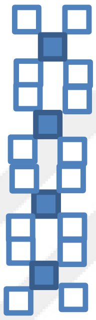


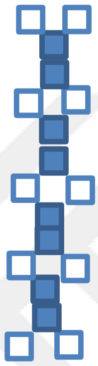
Adım 4

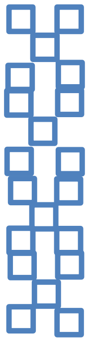


Yukarıdaki örüntüye göre adım 4 aşağıdakilerden hangisidir?

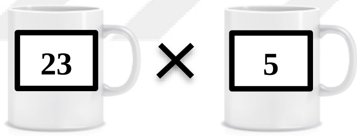
A) 

B) 

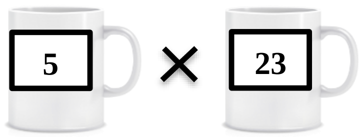
C) 

D) 

28.



= 115 (DEFNE)

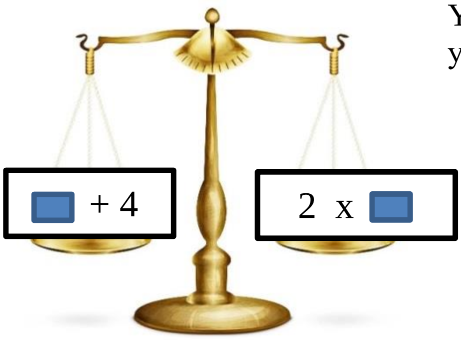


= 115 (TUNA)

Defne ve Tuna yandaki çarpma işlemlerini yapıyorlar ve buldukları sonuç aynı çıkıyor. Bunun nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Defne sonucu yanlış bulduğu için Tuna ile aynı sonuca ulaşmıştır.
B) Tuna sonucu yanlış bulduğu için Defne ile aynı sonuca ulaşmıştır.
C) İki basamaklı bir sayı ile bir basamaklı bir sayıyı çarptıkları için sonuç aynı çıkmıştır.
D) Çarpanların yeri değişse de çarpma işleminde sonuç değişmez.

29.

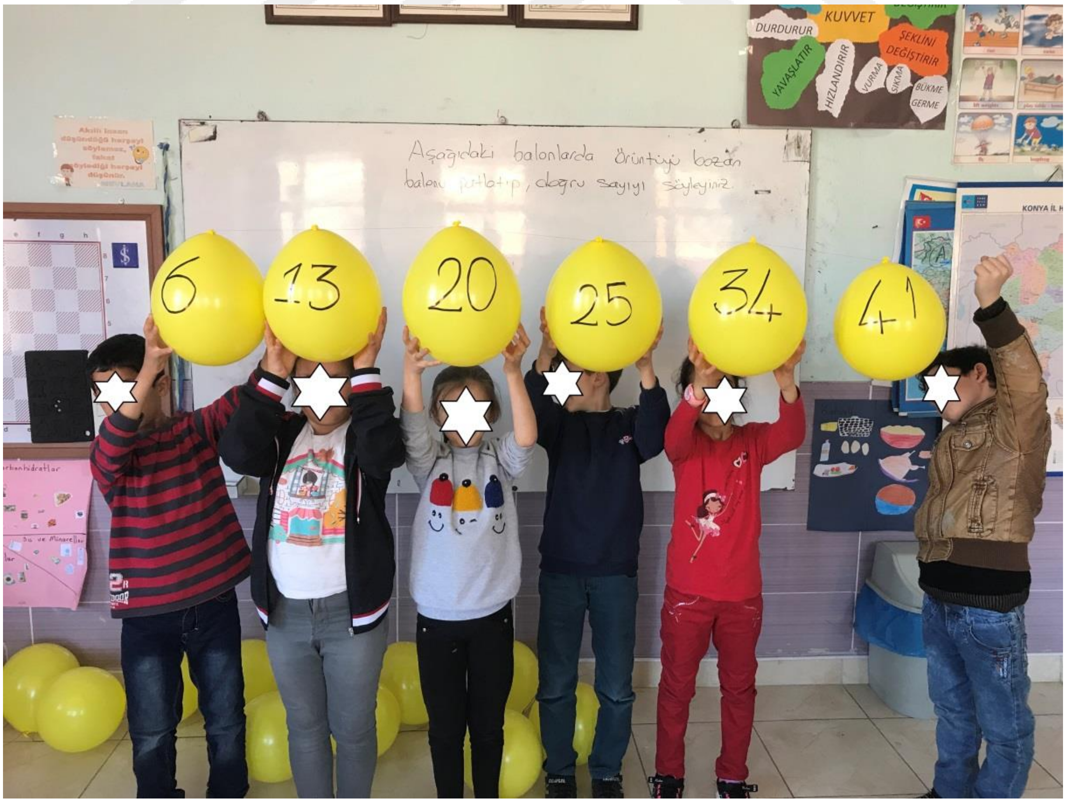


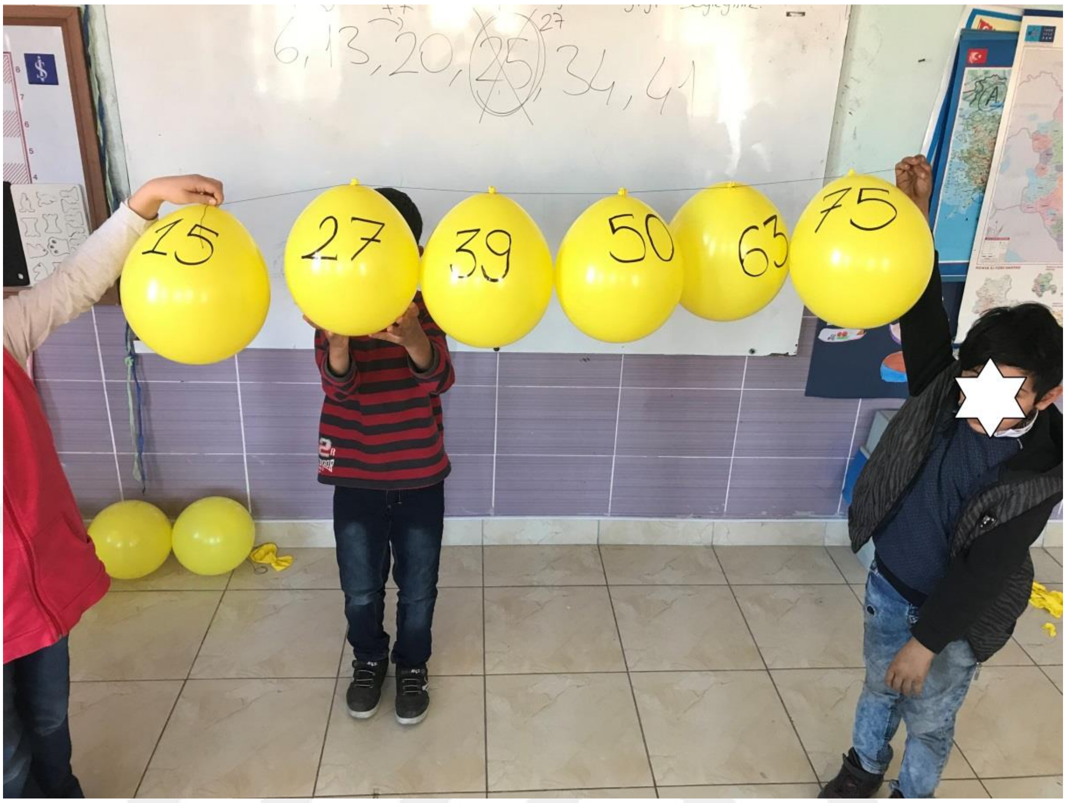
Yandaki terazi dengede olduğuna göre
yerine hangi sayı gelmelidir?

A)3 B)4

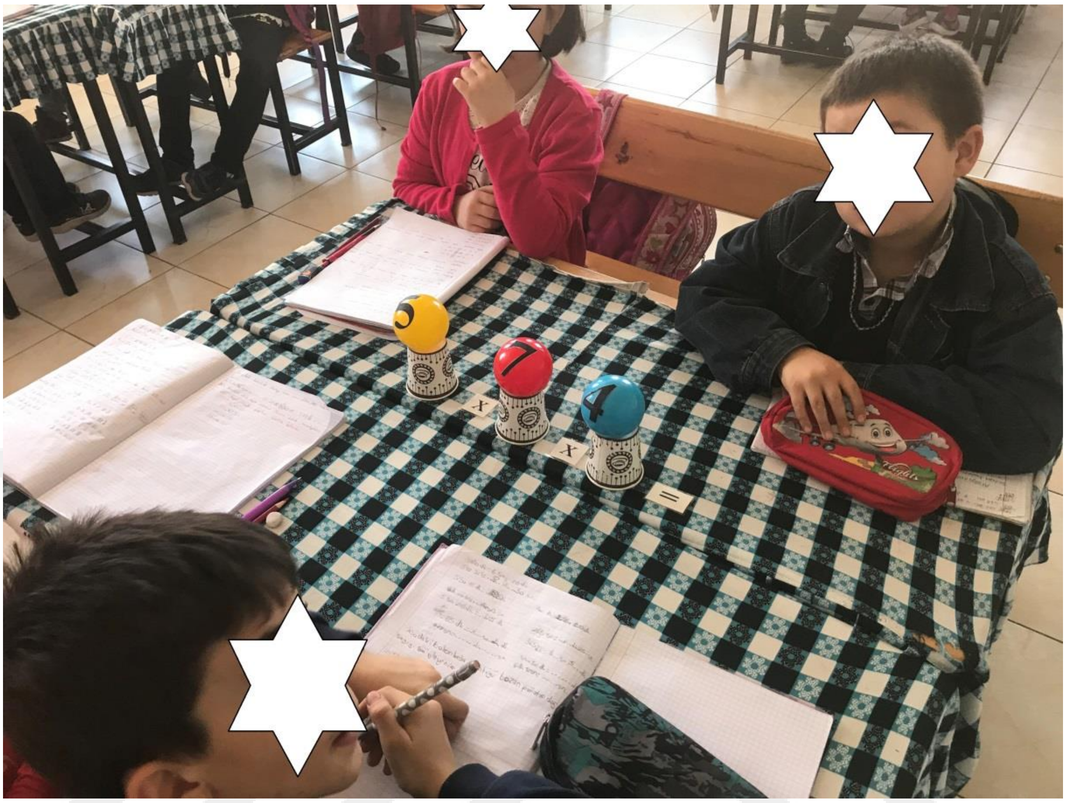
C)5 D)6

Ek-6: Deney Grubunda Uygulamaya Ait Örnek Resimler

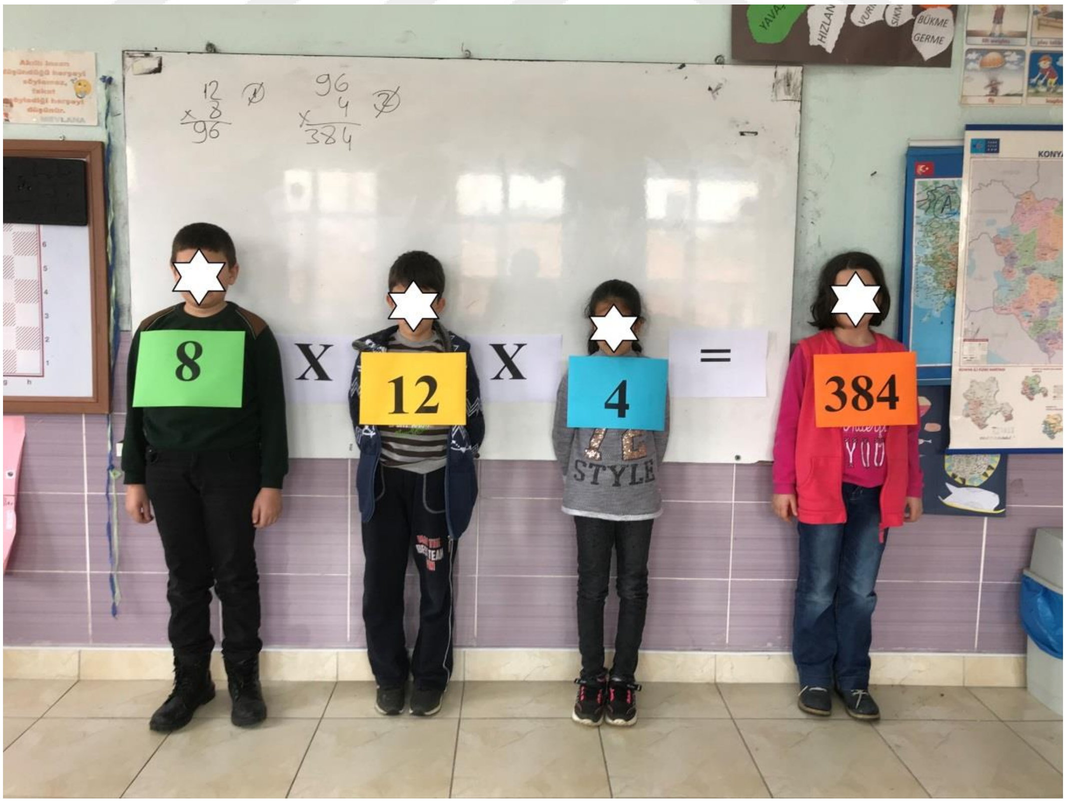

KUVVET
DURDURUR
ŞEKLİNİ DEĞİŞTİRİR
YAVAŞLATIR
HIZLANDIRIR
VURMA
SIKMA
BÜKME
GERME
Aşağıdaki balonlarda örüntüyü bozan
balonu patlatıp, doğru sayıyı söyleyiniz
6
13
20
25
34
41

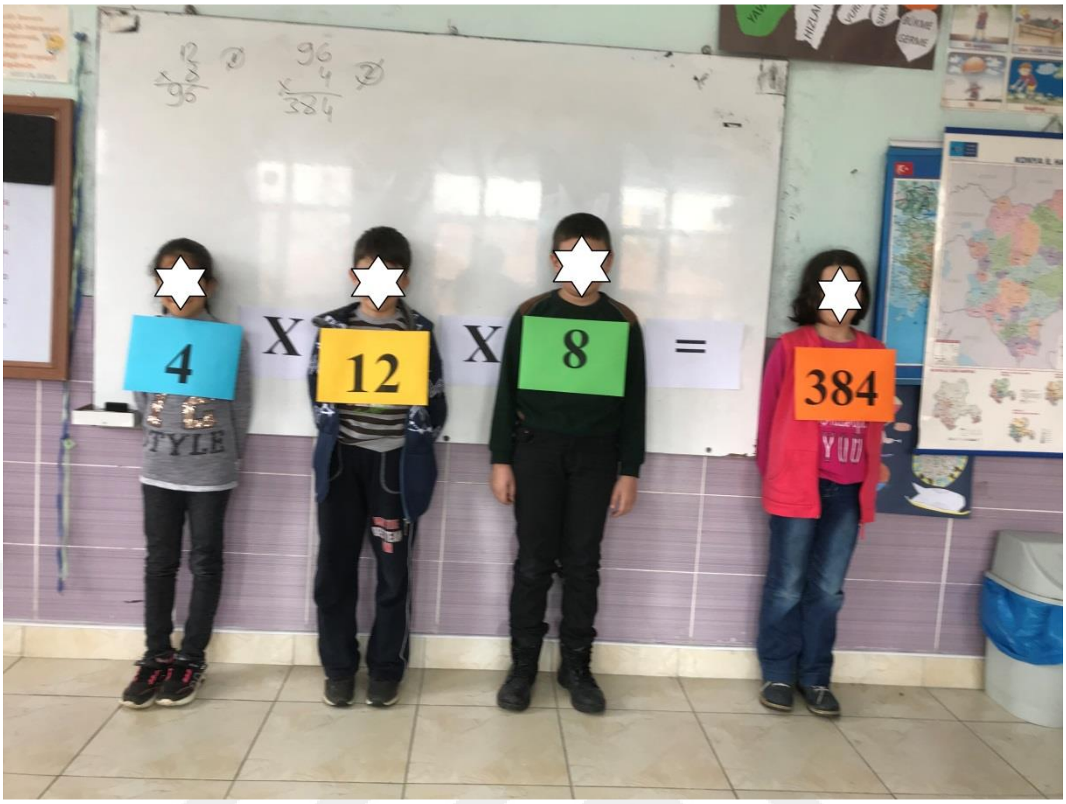

6, 13, 20, 25, 34, 41
27
15
27
39
50
63
75

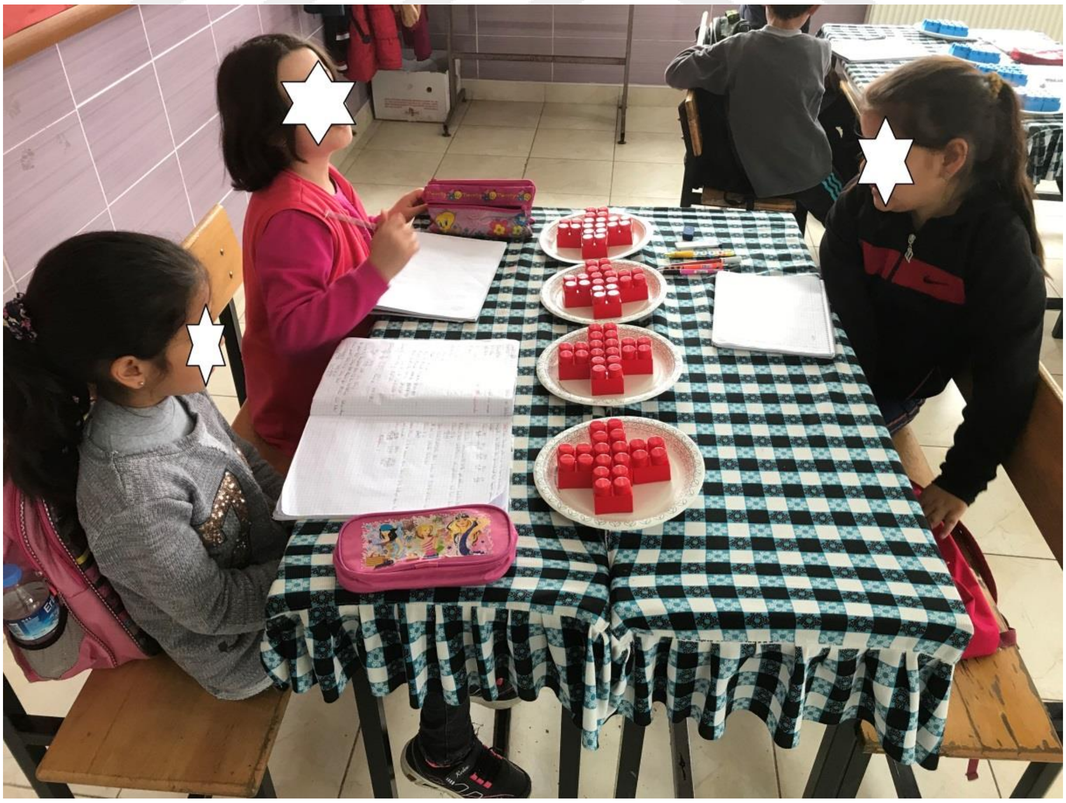

5
X
7
X
4
=



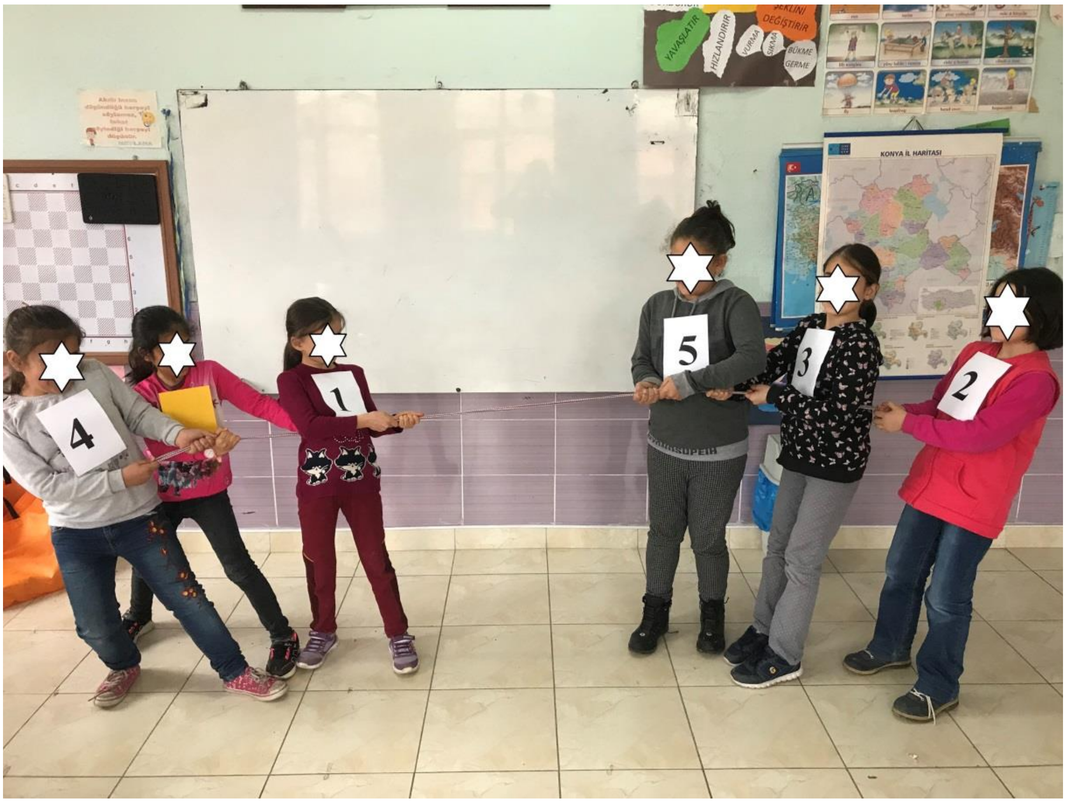

5
2
=
x
5
5
x
2


8
X
12
X
4
=
384


4
X
12
X
8
=
384

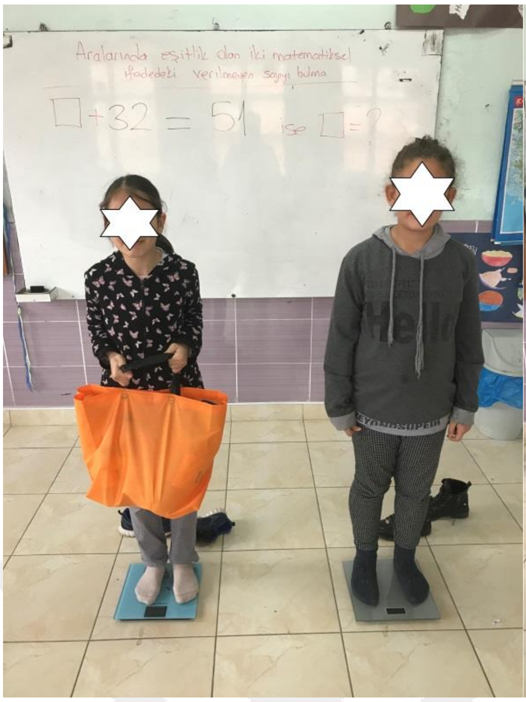


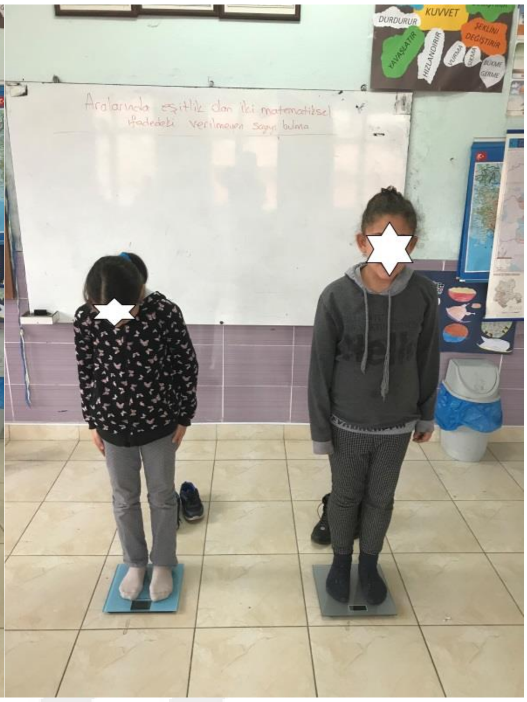

JPS DENIM


YAVAŞLATIR
HIZLANDIRIR
DEĞİŞTİRİR
VURMA
BÜKME
GERME
KONYA İL HARİTASI
4
1
5
3
2


10 Kg
FENER

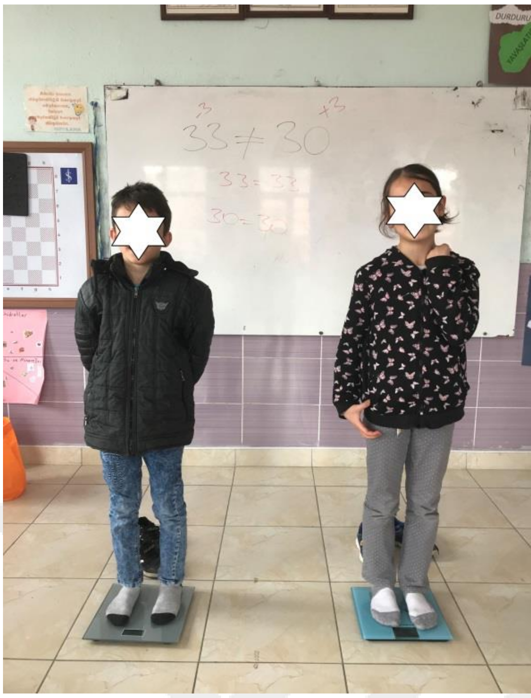
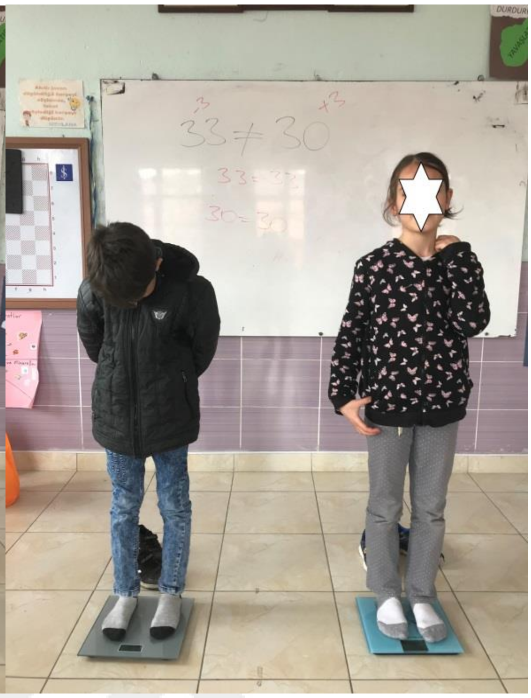

2 Kg
2 Kg
FENER

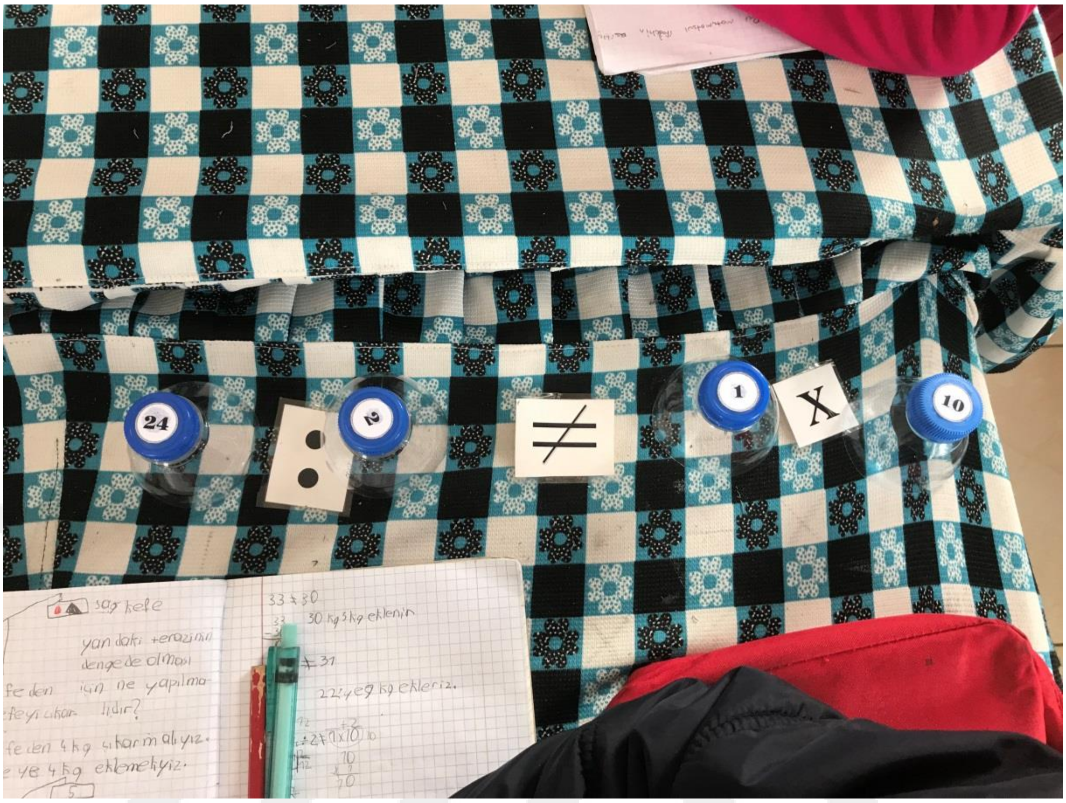

Aralarında eşitlik olan iki matematiksel ifadedeki verilmeyen sayıyı bulma
□+32 = 51 ise □=?

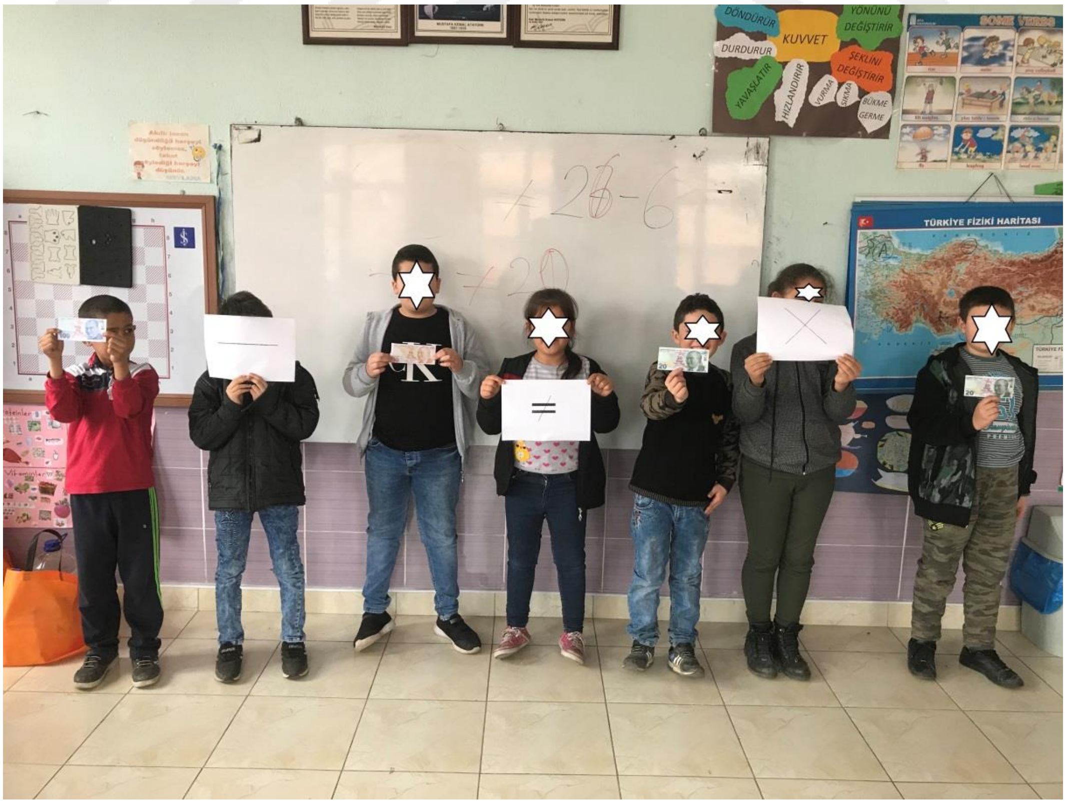

Aralarında eşitlik olan iki matematiksel ifadedeki verilmeyen sayıyı bulma
KUVVET
DURDURUR


Kg
Kg
Kg
FENER

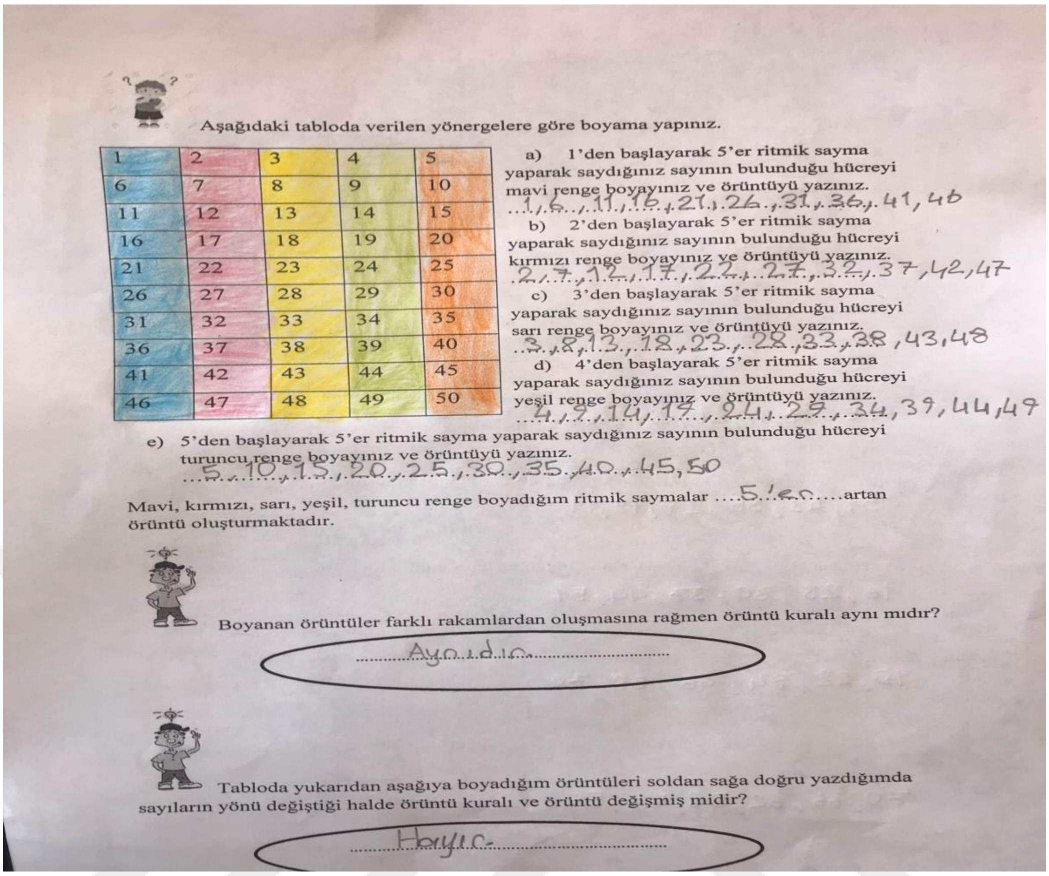

Kg
Kg
FENER


33 ≠ 30

33 ≠ 30



24
2
≠
1
X
10


DÖNDÜRÜR
KUVVET
YÖNÜNÜ DEĞİŞTİRİR
DURDURUR
ŞEKLİNİ DEĞİŞTİRİR
YAVAŞLATIR
HIZLANDIRIR
YIRTMA
SIKMA
BÜKME GERME
TÜRKİYE FİZİKİ HARİTASI

Ek-7: Deney Grubu Öğrenci Çalışma Yapraklarından Örnekler



Aşağıdaki tabloda verilen yönergelere göre boyama yapınız.

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25
26	27	28	29	30
31	32	33	34	35
36	37	38	39	40
41	42	43	44	45
46	47	48	49	50

a) 1'den başlayarak 5'er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi mavi renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.
...1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36, 41, 46

b) 2'den başlayarak 5'er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi kırmızı renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.
..2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 37, 42, 47

c) 3'den başlayarak 5'er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi sarı renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.
..3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38, 43, 48

d) 4'den başlayarak 5'er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi yeşil renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.
..4, 9, 14, 19, 24, 29, 34, 39, 44, 49

e) 5'den başlayarak 5'er ritmik sayma yaparak saydığınız sayının bulunduğu hücreyi turuncu renge boyayınız ve örüntüyü yazınız.
...5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50

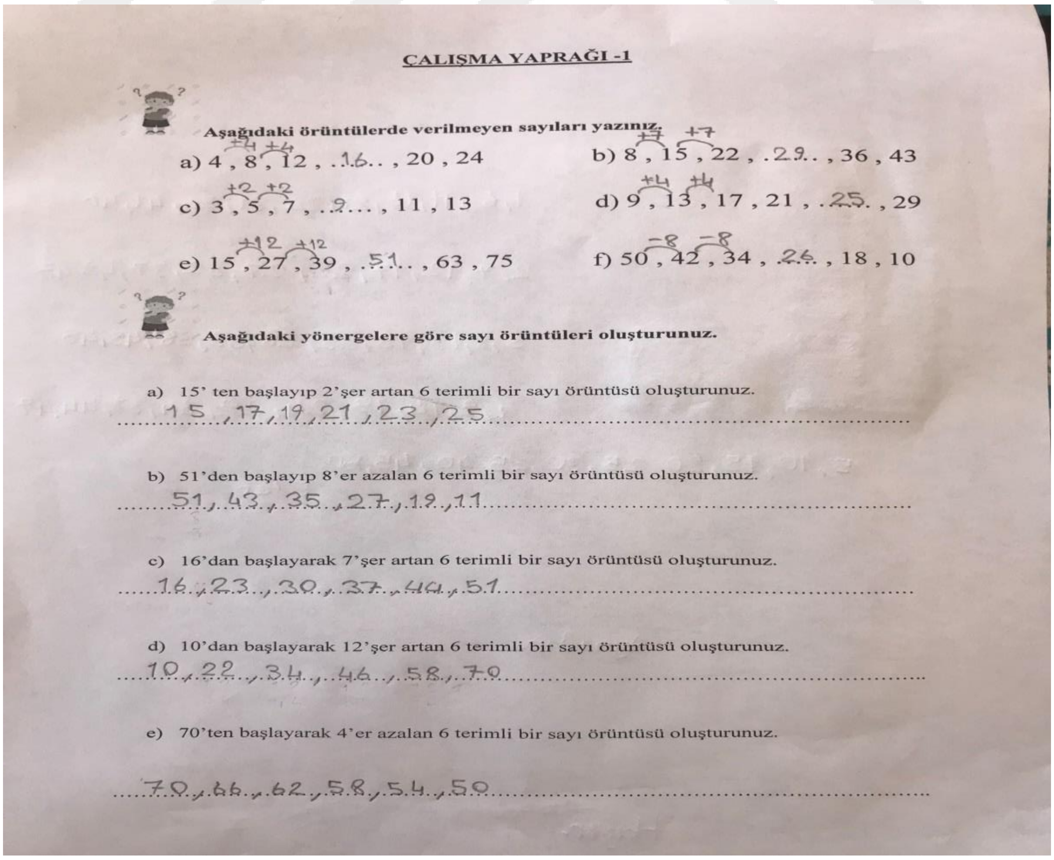
Mavi, kırmızı, sarı, yeşil, turuncu renge boyadığım ritmik saymalar ....5'er....artan örüntü oluşturmaktadır.

Boyanan örüntüler farklı rakamlardan oluşmasına rağmen örüntü kuralı aynı mıdır?

.........Aynıdır.........

Tabloda yukarıdan aşağıya boyadığım örüntüleri soldan sağa doğru yazdığımda sayıların yönü değiştiği halde örüntü kuralı ve örüntü değişmiş midir?

.........Hayır.........



ÇALIŞMA YAPRAĞI -1

Aşağıdaki örüntülerde verilmeyen sayıları yazınız.

a) 4 , 8 , 12 , ..16.. , 20 , 24 (+4 +4)

b) 8 , 15 , 22 , ..29.. , 36 , 43 (+7 +7)

c) 3 , 5 , 7 , ..9... , 11 , 13 (+2 +2)

d) 9 , 13 , 17 , 21 , ..25.. , 29 (+4 +4)

e) 15 , 27 , 39 , ..51.. , 63 , 75 (+12 +12)

f) 50 , 42 , 34 , ..26.. , 18 , 10 (−8 −8)

Aşağıdaki yönergelere göre sayı örüntüleri oluşturunuz.

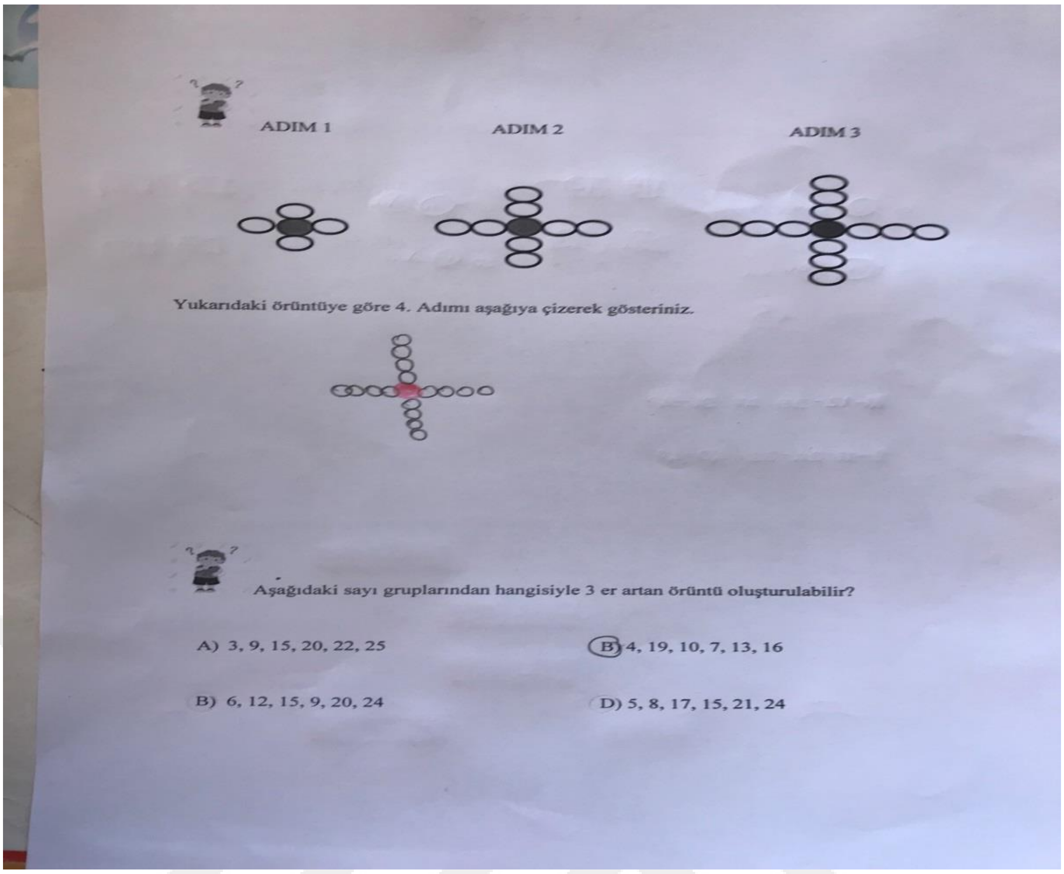
a) 15' ten başlayıp 2'şer artan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.
...15, 17, 19, 21, 23, 25...

b) 51'den başlayıp 8'er azalan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.
...51, 43, 35, 27, 19, 11...

c) 16'dan başlayarak 7'şer artan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.
...16, 23, 30, 37, 44, 51...

d) 10'dan başlayarak 12'şer artan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.
...10, 22, 34, 46, 58, 70...

e) 70'ten başlayarak 4'er azalan 6 terimli bir sayı örüntüsü oluşturunuz.
...70, 66, 62, 58, 54, 50...


ADIM 1 ADIM 2 ADIM 3

Yukarıdaki örüntüye göre 4. Adımı aşağıya çizerek gösteriniz.

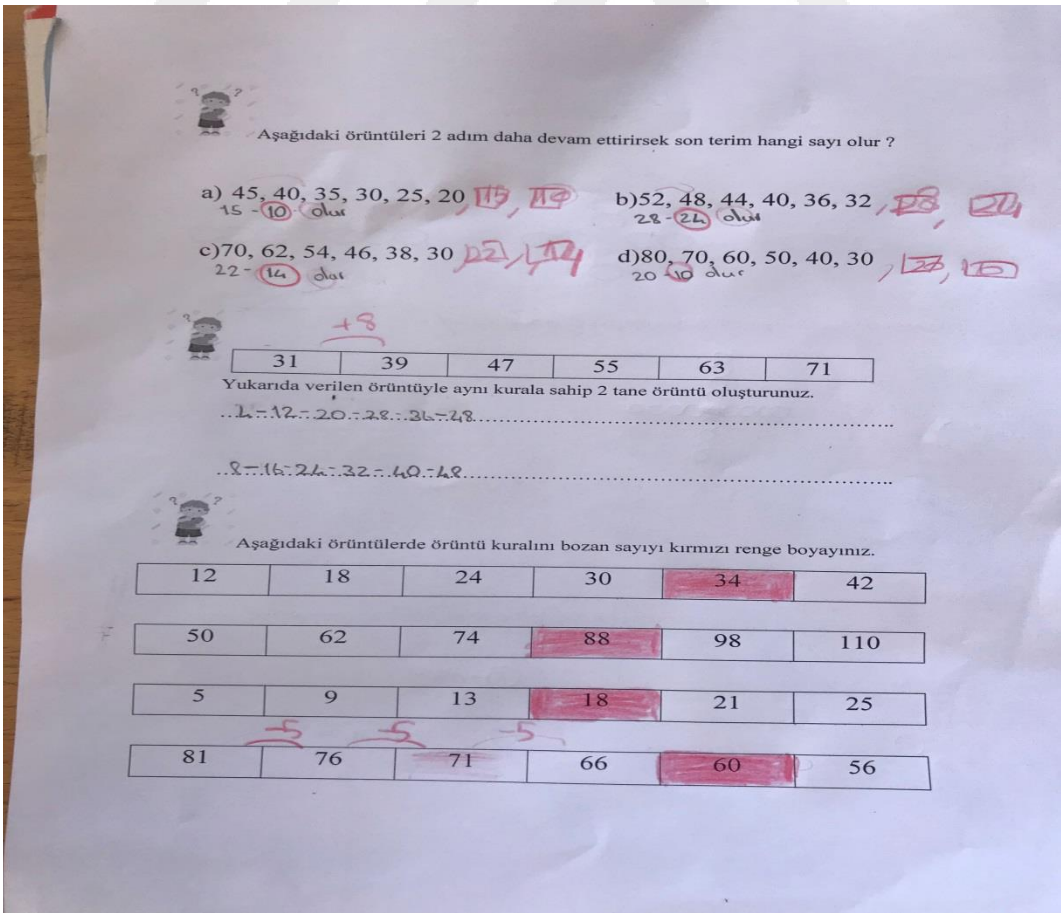
Aşağıdaki sayı gruplarından hangisiyle 3 er artan örüntü oluşturulabilir?

A) 3, 9, 15, 20, 22, 25

B) 4, 19, 10, 7, 13, 16

B) 6, 12, 15, 9, 20, 24

D) 5, 8, 17, 15, 21, 24


Aşağıdaki örüntüleri 2 adım daha devam ettirirsek son terim hangi sayı olur ?

a) 45, 40, 35, 30, 25, 20 , $\boxed{15}$, $\boxed{10}$
15 - 10 olur

b) 52, 48, 44, 40, 36, 32 , $\boxed{28}$, $\boxed{24}$
28 - 24 olur

c) 70, 62, 54, 46, 38, 30 $\boxed{22}$, $\boxed{14}$
22 - 14 olur

d) 80, 70, 60, 50, 40, 30 , $\boxed{20}$, $\boxed{10}$
20 - 10 olur

+8

31	39	47	55	63	71

Yukarıda verilen örüntüyle aynı kurala sahip 2 tane örüntü oluşturunuz.

4-12-20-28-36-48

8-16-24-32-40-48

Aşağıdaki örüntülerde örüntü kuralını bozan sayıyı kırmızı renge boyayınız.

12	18	24	30	34	42
50	62	74	88	98	110
5	9	13	18	21	25

-5 -5 -5

81	76	71	66	60	56

ÇALIŞMA YAPRAĞI 2

Aşağıdaki eşitliklerde boş bırakılan yerleri tamamlayınız.

a) 4 x 8 = 8 x ..4..

b) 7 x 6 = 6 x ..7...

c) 8 x 5 = ...5.. x 8

d) 14 x 9 = ...9... x 14

e) 21 x 7 = ...7... x 21

f) 2 x 11 = ...11.. x 2

Yapılan çarpma işlemlerinde çarpanların yeri yani konumu değiştiği halde çarpma işlemi sonuçları değişmiş midir?

...........hayır...

Aşağıdaki işlemlerde verilmeyen çarpanları bulunuz.

a) 6 x (5 x 3) = 5 x (3 x ..6...)

b) (12 x 5) x 4 = 5 x (12 x ..4..)

c) 20 x (4 x 2) = (2 x 20) x ..4..

d) (5 x 3) x 2 = 3 x (2 x ..5..)

Yukarıdaki işlemlerde parantezin konumu ve çarpanların yeri değiştiği halde sonuçlar değişmiş midir ?

...................hayır...

Aşağıdaki işlemlerde yanlış olanların kutucuğunu kırmızıya boyayınız.

○ (3 x 4) x 14 = 4 x (3 x 14)

○ 7 x (1 x 9) = 9 x (7 x 1)

● 3 x (5 x 4) = 5 x (3 x 6)

● (2 x 4) x 8 = 8 x (2 x 3)

□ x ▽ x ◎ yanda verilen **modele eşit olabilecek 3 modeli** aşağıya yapınız.

..◎▽□..

..▽◎□..

..□◎▽..

7'nin 5 katının 3 katı **işlemiyle aynı sonucu veren 3 çarpanlı işlemlerden** 2 tanesini yazınız.

..5'in....7 katının....3 katı..

..3'ün....7 katının....5 katı..

ÇALIŞMA YAPRAĞI -3

Aşağıdaki bölme işlemlerinde bölen sayıları bulunuz.

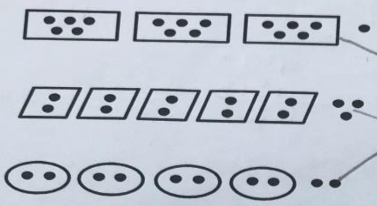
20 | ?4 — 20 — 00 | 5	20 | 5 — 20 | 4 — 00	45 | ?5 — 45 — 00 | 9	45 | 9 — 45 | 5 — 00	48 | ?6 — 48 — 00 | 8	48 | 8 — 48 | 6 — 00
12 | ?3 — 12 — 00 | 4	12 | 4 — 12 | 3 — 00	27 | ?3 — 27 — 00 | 9	27 | 9 — 27 | 3 — 00	18 | ?6 — 18 — 00 | 3	18 | 3 — 18 | 6 — 00

Aşağıda modellenen bölme işlemlerini yazınız.

10 : 4   10 \| 4 — 8 \| 2 — 02

10 : 3   10 \| 3 — 9 \| 3 — 01

Aşağıda modellenen bölme işlemlerinde, bölünen sayıyı bulmak için yapılması gereken işlemlerle eşleştiriniz.



(2 x 4) + 2

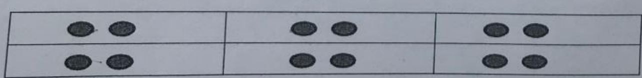
(5 x 3) + 1

(2 x 5) + 3

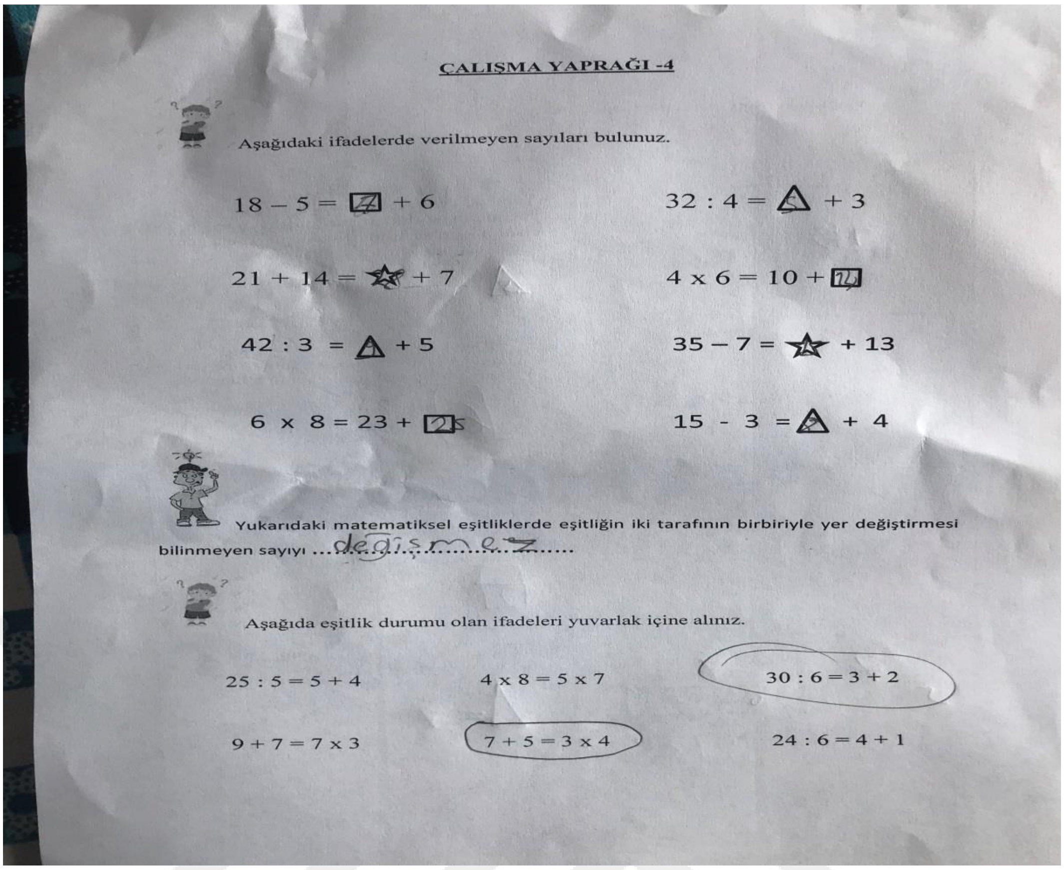
Aşağıdaki işlemlerden hangilerinde verilmeyen sayıyı bulmak için bölme işlemi yapmalıyız yuvarlak içine alarak gösteriniz.

16 x ? = 112	840 + ? = 950	? : 13 = 16
150 : ? = 6	30 x ? = 360	120 : ? = 4
48 + ? = 70	? : 20 = 25	50 + ? = 195

Aşağıdaki modele uygun işlemi yazınız.



12 \| 6 — 12 \| 2 — 00   12:6   (2x2)+3=



ÇALIŞMA YAPRAĞI -4

Aşağıdaki ifadelerde verilmeyen sayıları bulunuz.

18 – 5 = □ + 6 32 : 4 = △ + 3

21 + 14 = ☆ + 7 4 x 6 = 10 + □

42 : 3 = △ + 5 35 – 7 = ☆ + 13

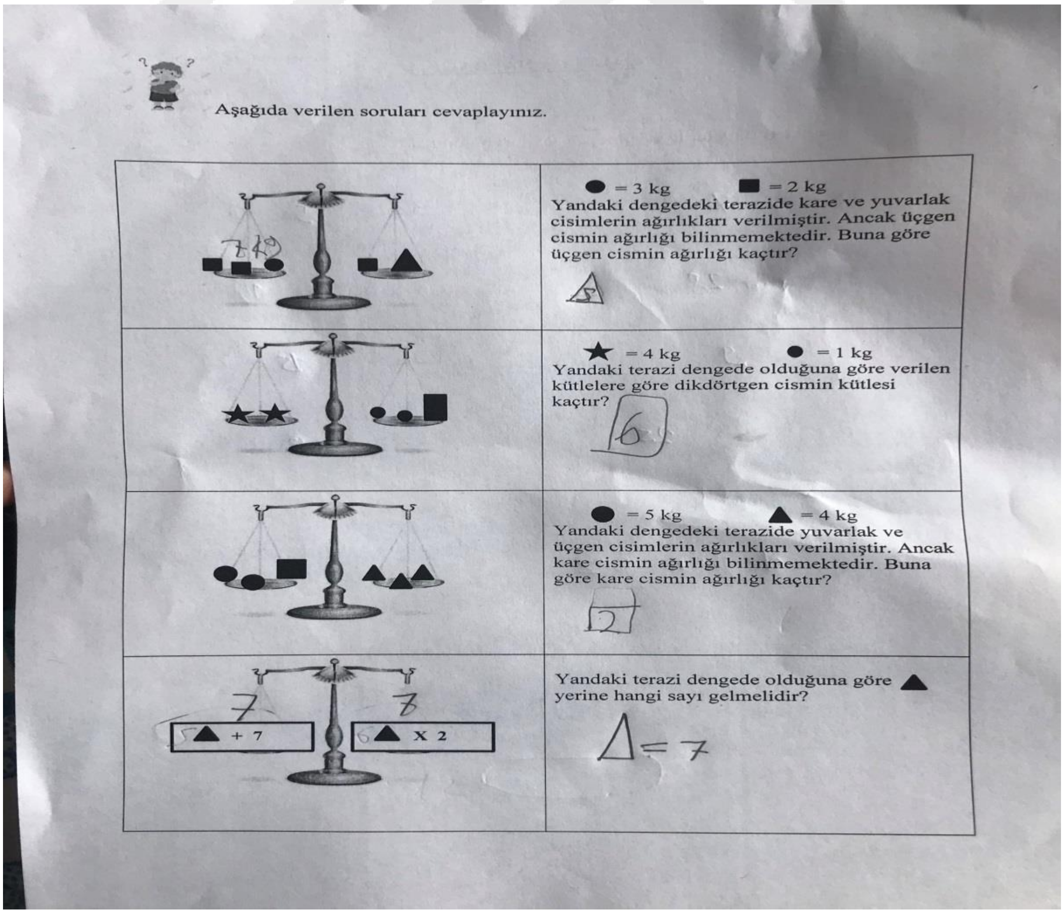
6 x 8 = 23 + □ 15 - 3 = △ + 4

Yukarıdaki matematiksel eşitliklerde eşitliğin iki tarafının birbiriyle yer değiştirmesi bilinmeyen sayıyı ...değişmez......

Aşağıda eşitlik durumu olan ifadeleri yuvarlak içine alınız.

25 : 5 = 5 + 4 4 x 8 = 5 x 7 30 : 6 = 3 + 2

9 + 7 = 7 x 3 7 + 5 = 3 x 4 24 : 6 = 4 + 1



Aşağıda verilen soruları cevaplayınız.

	● = 3 kg ■ = 2 kg Yandaki dengedeki terazide kare ve yuvarlak cisimlerin ağırlıkları verilmiştir. Ancak üçgen cismin ağırlığı bilinmemektedir. Buna göre üçgen cismin ağırlığı kaçtır? △ 5
	★ = 4 kg ● = 1 kg Yandaki terazi dengede olduğuna göre verilen kütlelere göre dikdörtgen cismin kütlesi kaçtır? 6
	● = 5 kg ▲ = 4 kg Yandaki dengedeki terazide yuvarlak ve üçgen cisimlerin ağırlıkları verilmiştir. Ancak kare cismin ağırlığı bilinmemektedir. Buna göre kare cismin ağırlığı kaçtır? 2
7 7 ▲ + 7 ▲ X 2	Yandaki terazi dengede olduğuna göre ▲ yerine hangi sayı gelmelidir? △ = 7

Ek-8: Kontrol Grubunda Uygulamaya Ait Örnek Resimler

Özgeçmiş

Kişisel Bilgiler

Adı soyadı: Mehmet SAYGILI

Doğum tarihi: 28.09.1988

Doğum yeri: Kırcaali

E-Posta: mehmet_dpu@hotmail.com

Öğrenim Durumu:

2003-2006 Süleyman Çakır Lisesi

2008-2012 Dumlupınar Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği

2016-2020 Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Eğitimi Bilim Dalı

İş Deneyimi

2014-2016: Erzurum Tekman İlçesi Mescitli İlkokulu Sınıf Öğretmeni

2016-2017: Konya Güneysınır İlçesi Kayaağzı İlkokulu Müdür Yetkili Sınıf Öğretmeni

2017-2018: Konya Güneysınır İlçesi Mehmetali İlkokulu Sınıf Öğretmeni

2018-Devam Ediyor: Güneysınır İlçesi Mehmetali İlkokulu Müdür Yetkili Sınıf Öğretmeni

Bildiri Sunulan Sempozyumlar

Saygılı, M. & Doğan-Temur, Ö. (2018, Kasım). Değişken kavramı öğretiminde sınıf öğretmenlerinin kullandığı nodellerin incelenmesi. *Uluslararası Çağdaş Eğitim ve Sosyal Bilimler Sempozyumu,* Antalya.