

# Science Education Without Formula: The Example of Simple Machines

Yusuf ÇEVİK, Inonu University, ORCID ID: 0000-0003-0810-1300

İclal ALKAN, Inonu University, ORCID ID: 0000-0002-7348-3280

Nevzat BAYRI, Inonu University, ORCID ID: 0000- 0001-7105-7707

## Abstract

*In this research, it was aimed to investigate the effect of these stages on the teaching of the subject by enabling the 8th grade students of secondary school to reach mathematical expressions gradually through activities done in the classroom without using direct formulas. The study group of the research consists of 15 (10 girls, 5 boys) 8th grade students studying in a secondary school in Çelikhan district of Adiyaman. There are 7 students in the experimental group and 8 students in the control group. The research was designed according to the quasi-experimental design with pre-test post-test control groups. While the 5E model was applied to the control group and the experimental group, the students were asked to derive mathematical expressions by making measurements and obtaining data based on the tools designed within the scope of Design Based Science Education in the exploration step in the experimental group. In the evaluation phase, the simple machines achievement test was applied to both groups as a post-test and after four weeks as a permanence test. Mann Whitney U and Wilcoxon tests were applied to determine whether there was a difference between the two independent groups in the analysis of the data, and a  $p < 0.05$  level was considered significant. As a result of the statistical analysis, it was determined that the pre-test post-test score difference of the experimental group was higher, but there was no significant difference between the control and experimental groups. In addition, it was observed that the results of the analysis according to the rank averages and rank totals were in favor of the experimental group. According to the results of the permanence test, it was observed that the posttest mean score of the experimental group and the control group and the permanence test mean score were close to each other.*

**Keywords:** Unformulated science education, simple machines, achievement test



Inonu University  
Journal of the Faculty of  
Education  
Vol 24, No 1, 2023  
pp. 245-267  
[DOI](#)  
10.17679/inuefd.1175241

[Article Type](#)  
Research Article

[Received](#)  
15.09.2022

[Accepted](#)  
30.01.2023

## Suggested Citation

Çevik, Y., Alkan, İ. & Bayri N. (2023). Science Education Without Formula: The Example of Simple Machines, *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 24(1), 245-267. DOI: 10.17679/inuefd.1175241

*This article was produced from the master's thesis accepted by Institute of Educational Sciences, Inonu University in 2022.*

## EXTENDED ABSTRACT

### Introduction

Examinations made at every stage of our education life have emerged as a measurement tool. Measurement and evaluation are concepts that complement each other (Ayaydın, 2010). Tests such as multiple choice, open-ended questions, and filling in the blanks can be used in measurement and evaluation to determine the success levels of students in education (Turgut & Baykul, 2014). The measurement tools prepared differ according to their usage areas. Achievement tests are tests that measure the knowledge, skills, and understanding of individuals at the end of a certain learning process (Kempa, 1986; Ogan Bekiroğlu, 2004). In order to determine the success levels of the students, there is a need for regularly prepared measurement tools that cover the achievements of the course. Achievement tests can also be used to monitor and interpret the developments in the applied education program, to improve the applied program, to bring it to a better level, and to evaluate the program. Achievement tests developed for the field of science education were developed to determine the misconceptions or to determine the success levels of students in a specific subject and in different learning areas. Validity and reliability are two important features that measurement tools should have. Measurement tools should have high reliability and validity. It is frequently encountered in the literature that the opinions of faculty members and teachers should be consulted about whether a test is valid (Abraham, Gryzybowski, Renner, & Marek, 1992; Abraham, Williamson, & Westbrook, 1994; Ayas & Demirbaş, 1997; Jacobs Chase, 1992; Peterson & Treagust, 1989). Reliability of the test is the condition that the test scores obtained from the measurement results are free from random errors (Turgut, 1995). After the pre-test phase of the achievement tests prepared according to the curriculum, different processes are applied to the control and experimental groups before the post-test. The 5E model and worksheets are some of these processes. In the 5E model, each E, consisting of the initials of English words, represents each stage in the learning model (Kanlı, 2007). This model consists of five stages, and this model, called the "5E Model", includes "Enter/engage", "Explore", "Explain", "Elaborate" and "Evaluate" stages (Bozdoğan & Altunçekiç, 2007; Carin & Bass, 2005; Gönen & Andaç, 2009). The worksheets used in the subjects in the science course are one of the teaching materials. Worksheets are assumed to be among the teaching materials that are easy to use and provide a more enjoyable and meaningful lesson (Demirel, 2001). Worksheets are used to enable students to work individually and to gain a sense of confidence in students in order to realize learning (Yiğit, Alev, Altun, Özmen, & Akyıldız, 2009). Worksheets are the materials that guide the students about the activities they will do during or outside the lesson (Kisiel, 2003).

### Purpose

In this research, it was aimed to investigate the effect of these stages on the teaching of the subject by enabling the 8th grade students of secondary school to reach mathematical expressions gradually through activities done in the classroom without using direct formulas.

### Method

The research was designed according to the quasi-experimental design with pre-test post-test control group (Fraenkel & Wallen, 1996). In cases where it is not possible to control all the variables, quasi-experimental design is frequently preferred especially in educational studies

(Büyüköztürk, 2007; Cohen, Manion, & Morrison, 2002). In the experimental and control groups, the science course was designed and taught according to the 5E model. The students in the experimental and control groups designed a simple machine using design-based science education applications in the discovery step of the 5E model. In the experimental group, the students were provided to obtain data by measuring on the simple machines they designed so that they could understand the working principle. Then, they derived a mathematical expression based on these data and explained it to their classmates through a presentation.

### **Findings**

Instead of giving the formulas to the students within the scope of unformulated science education, BMBT was administered to the control and experimental groups as a pre-test, post-test and four weeks after the post-test to measure the academic success of the students in solving the problems related to the subject of simple machines in the science lesson and understanding the subject by reaching the mathematical expressions by the students themselves. The data obtained after the application of these tests were analyzed by the Mann Whitney U test and the Wilcoxon test. When we compared the difference between the pretest total scores of the control and experimental groups according to the Mann Whitney U test results, the arithmetic mean of the test belonging to the control group was 15.71, and the mean of the test of the experimental group was 11.75. While the mean rank of the control group was 9,430, the mean rank of the experimental group was found to be 6,750. According to the analysis results of the test, it was concluded that there was no significant difference at the .05 significance level. When the Wilcoxon test results were examined to understand whether the difference between the pretest total scores and the post-test total scores and these scores is significant, it was observed that there was a significant difference between the post-test scores and the pretest total scores in both the control group and the experimental group. It was determined that this difference was in favor of the positive ranks, that is, the post-test score. In addition, considering the effect value size for the control group, it was observed that this value was .896, for the experimental group it was .891. Since the effect size value was in the range of  $0.8 < d < 1$  for both groups, it could be considered in the large effect category. According to the results of Mann Whitney U test, which was conducted to determine whether the difference between the posttest total scores of the simple machines achievement test applied to the control and experimental groups was significant, it was concluded that the difference between the posttest total scores of the control and experimental groups was not significant. While the mean score of the control group was 44, the mean score of the experimental group was calculated as 59.

### **Discussion & Conclusion**

Instead of giving the formulas to the students within the scope of unformulated science education, BMBT was administered to the control and experimental groups as a pre-test, post-test and four weeks after the post-test to measure the academic success of the students in solving the problems related to the subject of simple machines in the science lesson and understanding the subject by reaching the mathematical expressions by the students themselves. When the findings of the study are evaluated, it can be said that there was little difference between the control group and the experimental group at the beginning, that is, the control group was more successful than the experimental group before the application. When the Wilcoxon test results were examined to understand whether the difference between the

pretest total scores and the post-test total scores and these scores is significant, it was observed that there was a significant difference between the post-test scores and the pretest total scores in both the control group and the experimental group. It was determined that this difference was in favor of the positive ranks, that is, the post-test score. According to the results of Mann Whitney U test, which was conducted to determine whether the difference between the posttest total scores of the simple machines achievement test applied to the control and experimental groups was significant, it was concluded that the difference between the posttest total scores of the control and experimental groups was not significant. While the mean score of the control group was 44, the mean score of the experimental group was calculated as 59. Based on these results, we can observe that the academic success of the students in the experimental group increased as a result of creating the product, using the data they collected for the working principle of the product, to derive the mathematical expressions themselves and using these mathematical expressions in worksheets and other tests on the subject of simple machines.

## Formülsüz Fen Eğitimi: Basit Makineler Örneği

**Yusuf ÇEVİK, İnönü Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0003-0810-1300**  
**İclal ALKAN, İnönü Üniversitesi, ORCID ID: 0000-0002-7348-3280**  
**Nevzat BAYRI, İnönü Üniversitesi, ORCID ID: 0000- 0001-7105-7707**

### Öz

*Bu araştırmada, ortaokul 8. sınıf öğrencilerinin doğrudan formül kullanmadan sınıf içerisinde yapılan etkinlikler ile matematiksel ifadelere aşamalı olarak ulaşmalarının sağlanması ve bu aşamaların konunun öğretimindeki etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu Adıyaman ili Çelikhhan ilçesindeki bir ortaokulda öğrenim gören 15 (10 kız, 5 erkek) 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Deney grubunda 7, kontrol grubunda 8 öğrenci bulunmaktadır. Araştırma ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır. Kontrol grubuna 5E modeli uygulanırken, deney grubunda 5E modelinin keşfetme basamağında Tasarım Temelli Fen Eğitimi (TTFE) kapsamında öğrencilerin tasarlanan araçlardan yola çıkarak ölçümler yapıp veriler elde etmeleri ve matematiksel ifade türetmeleri istenmiştir. Değerlendirme aşamasında "Basit Makineler Başarı Testi" her iki gruba son test ve dört hafta geçtikten sonra kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Verilerin analizinde bağımsız iki grup arasında fark olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney U ve Wilcoxon testleri uygulanmış ve  $p < 0.05$  düzeyi anlamlı kabul edilmiştir. İstatistiksel analizler sonucunda deney grubuna ait ön-test son-test puan farkının daha fazla olduğu, ancak kontrol ve deney grupları arasında anlamlı bir farklılığın görülmediği belirlenmiştir. Ayrıca sıra ortalamaları ve sıra toplamlarına göre analiz sonuçlarının deney grubu lehine olduğu gözlenmiştir. Kalıcılık testi sonuçlarına göre ise deney grubu ve kontrol grubuna ait son test puan ortalamaları ile kalıcılık testi puan ortalamalarının birbirine yakın olduğu gözlenmiştir.*

**Anahtar Kelimeler:** Formülsüz fen eğitimi, basit makineler, başarı testi



Inönü Üniversitesi  
Eğitim Fakültesi Dergisi  
Cilt 24, Sayı 1, 2023  
ss. 245-267  
[DOI  
10.17679/inuefd.1175241](https://doi.org/10.17679/inuefd.1175241)

Makale Türü  
Araştırma Makalesi

Gönderim Tarihi  
15.09.2022

Kabul Tarihi  
30.01.2023

### Önerilen Atıf

Çevik, Y., Alkan, İ. & Bayrı N. (2023). Formülsüz Fen Eğitimi: Basit Makineler Örneği, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24(1), 245-267. DOI: 10.17679/inuefd.1175241

Bu makale İnönü Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü tarafından 2022 tarihinde kabul edilen yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

## GİRİŞ

Fen Bilimleri dersini öğrenmede temel matematik bilgisine sahip olmanın önemi ve gerekliliği bilinmektedir. Çünkü Matematik, tüm zihinsel etkinlikler için vazgeçilmez bir başlangıç, bilimsel, teknolojik yenilik ve gelişmeler için gereken ortak bir dildir (Ersoy, 1998). Uluslararası Matematik ve Fen Bilimleri Araştırması'ndan (TIMSS) elde edilen bilgiler şunu göstermektedir: Türkiye de dahil başarı sıralamasına göre ilk beşte yer alan ülkelerin Fen Bilimleri dersi ve Matematik dersindeki başarılar arasında bir paralelliğin olduğudur (Uzun, Bütüner ve Yiğit, 2010). Aynı husus alanyazında da fen bilimleri dersi ile matematik dersinin başarısında olumlu yönde ve yüksek bir ilişkinin varlığının olduğu belirtilmektedir (Güleç ve Alkış, 2003; Wang, 2005). Benzer biçimde Fen Bilimleri disiplininde var olan sorunların önemli bir kısmının matematikten kaynaklandığı yapılan çalışmalarda da ortaya çıkmaktadır (Çavaş, 2002; akt: Deveci, 2010; Howe, Nunes ve Bryant, 2011). Konunun öğrencilere öğretilmesi amacıyla lazım olan matematiği en az zamanda öğretme, matematik derslerinde bir konunun öğretilmesi amacıyla önemli hususlar anlatılıp öğretilene kadar, ele alınan konunun başka zaman öğretilmesini, matematiksel işlemlere girmeden fen bilimleri dersine ait ilgili konuyu öğrencilere anlatmaya çalışmak öğretmenlerin ders işlerken faydalanabilecekleri yaklaşımlar olduğu izah edilmekte ve bu belirtilen üç yaklaşımda bazı problemlere sebep olduğu bilinmektedir (Beauford ve Hernandez, 2005). Fen öğretimi esnasında öğrencilerde matematik temelli bazı sıkıntıların olması, öğrencilerin zorlandıkları matematik konularını esas almak şartıyla, fen bilimleri ve matematik derslerinin entegre edilmesine dayalı eğitim ve öğretimin mühim olduğu ve zaruri bir gerçek olduğunu da göstermektedir. Öğrencilerin fen derslerinde matematiği kullanabilmeleri için ilk önce matematik bilgilerinin tam olması gerekmektedir. Çünkü matematik bilgisi tam olan öğrenciler bu bilgilerini diğer derslere transfer etmede zorluk yaşamayacaklardır. Matematik ve fen bilimleri dersleri arasında pozitif bir ilişki vardır. Bu iki disiplinin entegre edilmesi pozitif sonuçlar verip, bireyin başarısını daha da arttırabileceği bazı çalışmalarda ifade edilmiştir (Basson, 2002; Kaya, Akpınar ve Gökkurt, 2006; Furner ve Kumar, 2007; Rogers, Volkmann ve Abell, 2007; Kıray, 2010).

Öğretmenler tarafından, fen bilimleri öğretiminde ortaya çıkan matematik temelli sorunların, zaman kaybına, öğrencilerde başarı düşüklüğüne, fen konularını anlamada sorunların çıkmasına ve bunun da öğrencilerin fen öğrenmeye yönelik isteklerinin düşük olmasına sebep olduğu belirtilmiştir (Karaer, 2006). Ancak literatürde, fen ve matematik entegrasyonunun uygulanmasında bazı engellerin olduğu da ortaya koyulmaktadır (Lehman, 1994). Bazı fen bilimleri konu ve sorularında, gerek problemlerin veya kavramların daha iyi bir şekilde anlaşılması ve bunların açıklanması gerekse problemlere ait çözümlerde öğrencilerdeki mevcut matematik bilgilerinin önemi yadsınamaz (Özdemir, 2006). Alanyazında fen bilimleri öğretmenleriyle öğrencilerinin fen bilimleri dersinde işlenen konuların bazılarında matematiksel kavram veya ifadelerden kaynaklanan birtakım zorluklar yaşadıkları bilinmektedir (Çavaş, 2002; Çeken ve Ayas; 2010; Aydın, 2011; Aydın ve Temel, 2012). Fen disiplininde matematiksel konu ve kavramlar sebebiyle yaşanan zorlukların araştırıldığı çalışmalar yapılmaktadır (Çavaş, 2002; Aydın ve Temel, 2012; Cengiz, Uzunoğlu ve Daşdemir, 2012). Matematik ve fen disiplinlerinin birbiriyle entegre edilmesi bireylerin başarı, ilgi ve isteklerinin çoğalması için mühim bir yaklaşım olmasının yanında öğretim programlarını uygulayan öğretmenler için de mühimdir (Watanabe ve Huntley, 1998). Çünkü öğretmenlerin, verilen bir düşüncenin aynı konudaki diğer düşüncelerle ve farklı konulardaki düşüncelerle nasıl bağlantılı olduğunu anlaması etkili öğretim

yapılması açısından önemlidir (Shulman, 1987). Programı uygulayacak olan öğretmenlerin matematik ve fen bilimleri derslerinin entegrasyonu hakkındaki fikirleri bize bu derslerin entegrasyonu için bizlere önemli ipuçlarını sunabileceği düşünülmektedir. Çünkü öğretim programlarının başarıya ulaşmasındaki en önemli faktörlerin başında öğretmenler gelir (Howson, Keitel ve Kilpatric, 1981) ve öğretmenlerin görüşleri ve inançları öğretim programlarının uygulanmasını kolaylaştırır veya zorlaştırır (Sosniak vd., 1991; Koehler ve Grouws 1992). Bu doğrultuda öğretim programlarının başarıya ulaşabilmesi için öğretmenlerin program hakkındaki görüş ve inançları dikkate alınmalıdır (Knapp ve Peterson, 1995). Fen bilimleri öğretmenlerinin söylediği matematiksel kavram veya ifadelerden kaynaklı kavramsal ve işlemsel zorlukların ortadan kaldırılabilmesi öğrencilerin öğrendikleri kavramları birbiriyle ilişkilendirmesi veya yeni öğrendikleri kavramlarla bağlantı kurmasıyla sağlanabilir. Bu bakımdan fen bilimleri ve matematik derslerinin entegrasyonu öğrencilerin bu kavramlar arasındaki ilişkilerin farkına varmalarını sağlayabilir (Temel, 2012). Bu bilgilerden yola çıkarak fen bilimleri öğretiminde öğrencilere matematiğin öğretilmesi ve matematiğin fen bilimleri ile bütünleştirilmesi gerektiği düşüncesi ile öğrencilerin fen ve matematiği bilimsel süreç basamaklarına uygun olarak bir arada kullanabilmeleri sağlanmalıdır. Bunun için herhangi bir konunun anlaşılmasında matematiksel ifadeleri doğrudan öğrenciye vermeden öğrencilerin bu ifadeleri kendilerinin türetip bunları problemlere çözüm üretmede kullanmalarının akademik başarılarının artmasını sağlayabileceği düşüncesi oluşabilir. Ancak öğrencilerin sürece aktif katılımı ile matematiksel ifadeler ulaşabilmek için ölçümler yapmasını ve elde ettiği verilerden yola çıkarak kendilerinin sonuca ulaşmasını sağlayabilirsek problemlere daha akıcı bir çözüm bulunmasının yolunu açmış oluruz.

Türkiye’de uygulanan öğretim programlarında 2000 yılından itibaren birçok düzenleme yapılmıştır. Bu düzenlemelerle birlikte “Kuvvet ve Hareket” konusu düzenlenen öğretim programlarında her zaman yer almıştır (İdin ve Aydoğdu, 2016). Alanyazında yapılan birçok araştırmada öğretim programındaki değişikliklerden dolayı sadece “Basit Makineler” konusunun yer aldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. “Basit Makineler” konusunun ünite olarak 2016 yılından itibaren öğretim programına dahil edilmesiyle literatürde yapılan çalışmalar yetersiz kalmıştır. 2016 yılından önce yapılan çalışmalarda, “Basit Makineler” konusuna “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde yer verildiğinden “Basit Makineler” konusuna yönelik detaylı bir incelemenin olmadığı söylenebilir (İdin ve Aydoğdu, 2016; Akbulut ve Çepni, 2013). Fen bilimleri dersinde basit makineler konusunda, bireylerin günlük yaşamda karşılaştıkları basit makinelerle ilgili bilgi ve beceri edinip, bu edindikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamlarında kullanarak yaptıkları bir çalışmada iş kolaylığı sağlayabilecek orijinal bir basit makine düzenekleri tasarlayarak yenilikçi ve yaratıcı bir kişiliğe bürünerek üst düzey düşünme becerilerine sahip olmaları amaçlanmaktadır (MEB, 2017). Öğrenciler tasarladıkları basit makineleri günlük hayatta kullanılan diğer makineler ile bütünleştirerek bir mühendis gibi düşünerek teknolojideki gelişmeleri takip ederek gerçek hayat problemlerini çözme becerisi kazanabilirler. Bu bağlamda öğrencilerin fen, mühendislik ve matematiği bütünleştirmesi önemlidir. Ancak öğrencilerin matematiği öğrenebilmesi için birçok zorlukların yaşandığı bilinmektedir (Yenilmez, 2007; Tutak, Gün ve Emül, 2010). Bahsedilen bu durumun ise en başta fen dersleri olmak üzere matematik bilgisi ve becerisi kullanılan başka derslerde de yapılacak eğitim ve öğretimi etkileyeceği herkes tarafından bilinmektedir. Galileo “Doğa (evren) matematiksel dil kullanılarak yazıldı” (Yıldırım, 2005: s.84) ifadesi ile de matematiğin, fen bilimi için ehemmiyetini mükemmel bir şekilde ortaya koymaktadır. Tüm bunlardan yola çıkarak fen eğitiminde yapılan ders planı ve içeriğindeki öğrenci aktiviteleri ile çalışma yapıklarının yanı sıra fen, teknoloji ve mühendisliğin matematik ile bütünleştirilmesi

sonucunda konuların öğrenilmesinde ve öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayatta kullanabilmesinde önemli bir y

ere sahip olduğu anlaşılmaktadır. Çünkü bu disiplinler birbirleri ile önemli bir ilişki içerisindedir.

Öğretim programına göre hazırlanan başarı testlerinin ön test aşaması yapıldıktan sonra son test öncesinde kontrol ve deney gruplarına farklı süreçler uygulanmaktadır. 5E modeli ve çalışma yapıları bu süreçlerden bazılarıdır. 5E modeli İngilizce kelimelerin baş harfinden oluşan her bir E, öğrenme modelinde yer alan her bir aşamayı temsil eder (Kanlı, 2007). Bu model beş aşamadan oluşmaktadır ve “5E Modeli” diye söylenen bu model, “Girme (Enter/engage)”, “Keşfetme (Explore)”, “Açıklama (Explain)”, “Derinleştirme (Elaborate)” ve “Değerlendirme (Evaluate)” aşamalarını içermektedir (Bozdoğan ve Altunçekiç, 2007; Carin ve Bass, 2005; Gönen ve Andaç, 2009).

Fen bilimleri dersinde yer alan konularda kullanılan çalışma yapıları öğretim materyallerinden biridir. Çalışma yapıları, kolay kullanılabilen ve dersin daha zevkli ve anlamlı işlenmesini sağlayan öğretim materyalleri arasında varsayılmaktadır (Demirel, 2001). Çalışma yapıları, öğrencilerin bireysel olarak çalışabilmesini sağlayan ve öğrenmenin gerçekleştirilebilmesi bakımından öğrencilerde güven duygusu kazandırabilmek amacıyla kullanılmaktadır (Yiğit, Alev, Altun, Özmen ve Akyıldız, 2009). Çalışma yapıları, öğrencilere ders esnasında veya dersin dışında yapacakları etkinlik ve faaliyetlerin neler olabileceğini gösteren rehber niteliğinde olan materyallerdir (Kisiel, 2003). Çalışma yapıları, öğrencilerin fen bilimlerine yönelik olumlu bir tutum kazanmalarını sağlar (Bayrak, 2008; Bozdoğan, 2007; Çinkı, 2007; Kaymakçı, 2010; Kurt ve Akdeniz, 2002; Özdemir, 2006; Sambur, 2009). Çalışma yapıları, sınıfın organize edilmesinde etkilidir ve öğrencilerin süreç içerisinde kendi öğrenmelerinin gerçekleşmesinden sorumlu olmalarını sağlar (Atasoy, 2008; Kurt ve Akdeniz, 2002). Çalışma yapıları, öğrencilerin hangi düzeyde ne kadar öğrendiklerini ve öğretimin ne derece etkili olduğunu tespit etmeye yardımcıdır (Ev, 2003). Bu bağlamda araştırmada, ortaokul 8. sınıfta okuyan öğrencilerin tasarladıkları basit makinelerden ölçümler yaparak veriler elde edip matematiksel ifadeler türetmeleri ve basit makinelere ilişkin problemleri bu ifadelerle dayandırarak çözmelerinin akademik başarılarına etkisinin gözlenmesi amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

### Araştırmanın Modeli ve Çalışma Grubu

Araştırma ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desene göre tasarlanmıştır (Fraenkel ve Wallen, 1996). Bütün değişkenlerin kontrol altına alınmasının mümkün olmadığı durumlarda, özellikle eğitim çalışmalarında yarı deneysel desen sıklıkla tercih edilmektedir (Büyüköztürk, 2007; Cohen, Manion ve Morrison, 2002). Deney ve kontrol gruplarında fen bilimleri dersi 5E modeline göre tasarlanıp işlenmiştir. Deney ve kontrol grubundaki öğrenciler, 5E modelinin keşfetme basamağında tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarını kullanarak basit makine tasarlamıştır. Deney grubunda öğrencilerin tasarladıkları basit makinelerin çalışma prensibini anlayabilmeleri için üzerinde ölçüm yaparak veriler elde etmeleri sağlanmıştır. Daha sonra bu verilerden yola çıkarak matematiksel bir ifade türetmişler ve sınıf arkadaşlarına sunuş yoluyla anlatmışlardır. Tüm çalışma 12 ders saati sürmüştür. Uygulamaya başlamadan önce ön test, uygulamadan sonra son test ve son testin uygulanmasından dört hafta sonra da kalıcılık testi uygulanmıştır. Araştırmanın ön test, son test ve kalıcılık testini araştırmacı tarafından



geliştirilen “Basit Makineler Başarı Testi” oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu Adıyaman ili Çelikhan ilçesindeki bir ortaokulda öğrenim gören 15 (10 kız, 5 erkek) 8. sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Deney grubunda 7, kontrol grubunda 8 öğrenci bulunmaktadır. Çalışma yaprağına ait bir bölüm şu şekildedir:

1. Aşağıda verilen tabloyu dolduralım.

	İş Yapma Kolaylığı var-yok	İş veya Enerjiden Kazanç var-yok	Kuvvetin yönünü değiştirir-değiştirmez	Kuvvetten kazanç – kayıp var	Yoldan kazanç – kayıp var	Örnekler
Çift Taraflı Kaldıraç						
Tek Taraflı Kaldıraç (Yük Ortada)						
Tek Taraflı Kaldıraç (Kuvvet Ortada)						
Sabit Makara						

### Veri Toplama Aracı

Araştırmada veri toplama aracı olarak, araştırmacı tarafından geliştirilen “Basit Makineler Başarı Testi” (BMBT) ön test, son test ve kalıcılık testi olarak kullanılmıştır.

### **Basit Makineler Başarı Testi (BMBT)**

Deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin basit makineler konusundaki başarılarını değerlendirmek için BMBT geliştirilmiştir. Test 8. sınıf fen bilimleri öğretim programı içerisindeki basit makineler ünitesi, “makaralar, palanga, kaldıraç, eğik düzlem, çıkrık, kasnak ve vida” alt başlıklarını kapsayan 23 çoktan seçmeli 7 açık uçlu olmak üzere toplam 30 sorudan oluşmaktadır. Geliştirilen test formül kullanılmadan çözülebilecek soru maddelerinden oluşmaktadır. BMBT’nde yer alan soruların yenilenmiş Bloom taksonomisine göre davranış düzeyleri tablo 3’te verilmiştir:

**Tablo 3.***Basit Makineler Başarı Testi Bloom Taksonomisine Uyumlu Belirtke Tablosu*

Bilgi Boyutu	Bilişsel Süreç Boyutu					
	Hatırlama	Anlama	Uygulama	Çözümleme	Değerlendirme	Yaratma
Olgusal Bilgi						
Kavramsal Bilgi	26,29					
İşlemsel Bilgi	6,24,	9,27,	2,8,10,14, 16,17,22,23	1,3,4,5,11,12, 13,15,18,19, 20, 21	29	25,28
Üst bilişsel Bilgi						

BMBT'nin kapsam geçerliği için 8.sınıf basit makineler konusuna ait kazanımlara göre soruların dağılımını gösteren bir belirtke tablosu oluşturulmuş ve uzman görüşü alınmıştır.

**Tablo 3.***Belirtke Tablosu*

<b>Kazanımlar</b>	<b>Sorular</b>	
8.2.1.1. Basit makinelere örnekler verir ve sağladığı avantajları örneklerle açıklar.	24, 25, 26, 30	
a. Basit makinelerden; hareketli makara, sabit makara, eğik düzlem, palanga, kaldıraç ve çıkırık üzerinde durulur.	Kaldıraç	1, 2, 4, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 16, 18, 19, 22, 26, 27
	Makaralar	1, 2, 3, 5, 9, 10, 15, 16, 20, 21, 25, 26
	Palanga	1, 3, 5, 9, 10, 20, 25, 26
	Eğik Düzlem	2, 6, 9, 12, 14, 21, 26, 28

	Çıkrık	17, 26, 29
b. Vida, dişli çarklar ve kasnakların da birer basit makine olduğu belirtilir.		17, 23, 26, 29
c. Basit makinelerde işten kazanç olmadığı vurgulanır.		8, 24, 30
8.2.1.2. Basit makinelerin günlük yaşamdaki kullanım alanlarına örnekler verir.		25, 26
8.2.1.3. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar ve yapar.		25, 28

Pilot uygulamaya hazır hale getirilen 30 maddeden (23 çoktan seçmeli, 7 açık uçlu) oluşan test, 151 (73 kız, 78 erkek) 9. sınıf öğrencisine uygulanmıştır. Elde edilen verilerin madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri TAP programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Madde analizi sonucunda 12., 17., 20., 21. ve 22. soru maddelerinin testten çıkarılmasına karar verilmiştir.

#### Tablo 4.

*Basit Makineler Başarı Testinin TAP Analizi Sonuçları (Nihai Test)*

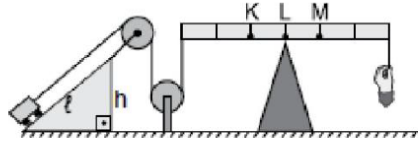
İstatistikler	Değer
N	151
Toplam madde	18
Ortalama	8.51
Standart sapma	3.83
Minimum	1
Maksimum	16
Çarpıklık	0.091
Basıklık	-1.042
Ortalama güçlük indeksi	0.47
Ortalama ayırt edicilik indeksi	0.50
KR-20	0.74

Geliştirilen BMBT'nin ortalama güçlük indeksi 0.47 ve ortalama ayırt edicilik indeksi 0.50 düzeyindedir. Bu sonuçlar testin orta güçlükte olduğunu ve ayırt ediciliğinin oldukça iyi olduğunu göstermektedir. KR-20 değeri (0.74) testte yer alan soru maddelerinin birbirleriyle tutarlı olduğunu kanıtlamaktadır. BMBT'nde yer alan açık uçlu soruların kapsam geçerliği için uzman görüşüne başvurulmuş ve güvenilirlik hesaplamaları için de Miles ve Huberman tarafından geliştirilen formül kullanılarak güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır. Kullanılan formüle göre içsel tutarlılığı veren kodlama denetimine göre kodlayıcılar arasındaki görüş birliğinin minimum %80 olması beklenmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Bu formül şu şekilde ifade edilebilir:

$$\text{Güvenilirlik} = \frac{\text{Görüş Birliği}}{(\text{Görüş Birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})} \times 100 \quad (\text{Miles ve Huberman, 1994}).$$

Buna göre açık uçlu sorular için toplanan veriler önce araştırmacı tarafından, ardından Fen Bilimleri alanında uzman bir öğretmen tarafından incelenmiştir. Buradan da açık uçlu soru maddeleri için hesaplanan güvenilirlik katsayısı %97 olarak belirlenmiştir. Bu sonuca göre kodlayıcılar arasındaki uyumun iyi düzeyde olduğu söylenebilir. Testte yer alan soru örneği;

2.



Şekildeki düzenekte oyuncak arabasını yukarı çekmek isteyen bir öğrenci, aynı işi daha küçük bir kuvvet uygulayarak yapmak istiyor.

Buna göre;

I. Desteği L noktasından M noktasına taşımak

II. Desteği L noktasından K noktasına taşımak

III.  $l$  uzunluğunda ve  $h$  yüksekliğinde bir eğik düzlem kullanmak

Uygulamalarından hangilerini yapmalıdır? (İp ve eşit bölmelendirilmiş kaldıraç çubuğunun ağırlığı ile sürtünmeler önemsenmeyecektir.)

### Veri Analizi

Araştırmada, betimsel istatistikler ile birlikte, öğrencilerin tasarladıkları basit makinelerden ölçümler yaparak matematiksel ifadeler türetmelerinin ve problemleri bu ifadelere dayandırarak çözmelerinin akademik başarılarına etkisini belirlemek amacıyla SPSS 20 paket programı kullanılmıştır. Öncelikle verilerin normallik testi yapılmıştır. Yapılan araştırmada örneklem büyüklüğü 50'den küçük olduğundan dolayı dağılımın normallik testi için Shapiro –Wilk testi kullanılmıştır. Kontrol ve deney gruplarının ön test, son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları normal dağılım sergilemediğinden ve örneklem sayısının küçük olmasından dolayı kontrol ve deney gruplarının puanlarının sınanmasında non parametrik testlerden Mann Whitney U Testi ve Wilcoxon Testi ile analizler yapılmıştır. Test sonuçları yorumlanırken 0.05 anlamlılık düzeyi dikkate alınmıştır.

### Uygulama

Deney ve kontrol gruplarında yapılan uygulamalar Tablo 5.'te belirtilmiştir.

**Tablo 5.**

*Deney ve kontrol gruplarında yapılan uygulamalar*

<b>Ders Saati</b>	12 ders saati	
<b>Kazanımlar</b>	F.8.5.1.1. Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar. F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar.	
<b>Kullanılan yöntem ve teknikler</b>	. Soru cevap yöntemi . Beyin fırtınası . TTFE	
<b>Uygulama</b>	<b>Deney grubu</b>	<b>Kontrol grubu</b>

<p>-BMBT ön test olarak uygulandı.</p> <p>-5E Modeline göre ders planı hazırlanmış ve bu ders planına göre ders işlenmiştir.</p> <p>-Giriş kısmında öğrencilerin dikkatini çekecek etkinliklere yer verilmiştir.</p> <p>-Keşfetme kısmında tasarım temelli fen eğitimi kullanılarak bir basit makine tasarımları sağlanmıştır. Ayrıca tasarladıkları basit makinelerin çalışma prensibini anlayabilmeleri için basit makineler üzerinde ölçüm yaparak veriler elde edip bu verilerden yola çıkarak matematiksel bir ifade türetmeleri sağlanarak bunu deney grubu içinde sunum şeklinde anlatmaları sağlanmıştır.</p> <p>-Açıklama kısmında öğretmen tarafından ders işlenmiş ve öğrencilerin soru cevap yöntemiyle derse aktif katılımı sağlanmıştır.</p> <p>-Derinleştirme kısmında öğrencilerin çalışma yaprakları ile çalışma yapmaları sağlanmıştır.</p> <p>-Değerlendirme aşamasında BMBT son test olarak uygulanmıştır.</p> <p>-Son testin uygulanmasından dört hafta sonra BMBT kalıcılık testi</p>	<p>-BMBT ön test olarak uygulandı.</p> <p>-5E Modeline göre ders planı hazırlanmış ve bu ders planına göre ders işlenmiştir.</p> <p>-Giriş kısmında öğrencilerin dikkatini çekecek etkinliklere yer verilmiştir.</p> <p>-Keşfetme kısmında tasarım temelli fen eğitimi kullanılarak bir basit makine tasarımları sağlanmıştır. Ayrıca tasarladıkları basit makinelerin çalışma prensibini anlayabilmeleri için EBA platformu üzerinden video ve deneyler seyrettirilmiş ve öğrencilerin tasarladıkları basit makineyi kontrol grubu içinde sunum şeklinde anlatmaları sağlanmıştır.</p> <p>-Açıklama kısmında öğretmen tarafından ders işlenmiş ve öğrencilerin soru cevap yöntemiyle derse aktif katılımı sağlanmıştır.</p> <p>-Derinleştirme kısmında öğrencilerin çalışma yaprakları ile çalışma yapmaları sağlanmıştır.</p> <p>-Değerlendirme aşamasında BMBT son test olarak uygulanmıştır.</p> <p>-Son testin uygulanmasından dört hafta sonra BMBT kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır.</p>
---	--

	olarak tekrar uygulanmıştır.	
<b>Değerlendirme</b>	BMBT son test olarak uygulanmıştır.	

Deney ve kontrol gruplarında yapılan uygulamalar 4 hafta sürmüştür. Değerlendirme basamağından dört hafta sonra, öğrencilerin “Basit Makineler” konusuna ilişkin öğrendiklerinin kalıcılığının test edilmesi amacıyla kalıcılık testi uygulanmıştır.

### Bulgular

Deney ve kontrol gruplarına ilişkin puanlar normal dağılım sergilemediğinden ve örneklem sayısının az olmasından dolayı analizlerde non parametrik testlerden Mann Whitney U Testi ile Wilcoxon kullanılmıştır. Mann Whitney U Testi iki tane bağımsız grubun sıra ortalamasını karşılaştırır ve bunun sonucunda bu iki grubun puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olup olmadığını test ederken, Wilcoxon Testi bir grubun aynı değişkene ait tekrar eden iki ölçüme ait puanın farklılığını fark puanlarının sıra değerleri üzerinden karşılaştırır (Bryman ve Cramer, 1999). Deney ve kontrol grubuna ait ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin istatistiksel sonuçlar tablo 6’da belirtilmiştir:

**Tablo 6**

*Deney ve Kontrol Grubu Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin İstatistiksel Sonuçlar*

		Cinsiyet	N	Ortalama	Standart Sapma
<b>Kontrol</b>	<b>Ön Test</b>	<b>Kız</b>	4	19,5000	4,43471
		<b>Erkek</b>	3	10,6667	4,61880
<b>Deney</b>	<b>Ön Test</b>	<b>Kız</b>	5	10,8000	4,38178
		<b>Erkek</b>	3	13,3333	8,32666

Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ön test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi için yapılan Mann Whitney U Testi sonuçları Tablo 7’de sunulmuştur.

**Tablo 7**

*Deney ve Kontrol Grubuna Ait Ön Test Sonuçlarının Karşılaştırılması İçin Yapılan Mann Whitney U Testi Sonuçları*

Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	Etki Büyüklüğü
<b>Deney</b>	8	6,75	54,00	18,000	,244	0,3
<b>Kontrol</b>	7	9,43	66,00			

Tablo 7 değerlendirildiğinde deney ve kontrol gruplarının ön test başarı puanları arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir ( $p>.05$ ). Hesaplanan etki büyüklüğü değeri ise  $0,2<d<0,5$  aralığında bulunduğundan küçük etki olarak değerlendirilir.

Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin son test başarı puanları arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığının belirlenmesi için yapılan Mann Whitney U Testi sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur.

**Tablo 8**

*Deney ve Kontrol Grubuna Ait Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması İçin Yapılan Mann Whitney U Testi Sonuçları*

Ön Test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	Etki Büyüklüğü
<b>Deney</b>	8	9,060	72,500	19,500	,320	0,26
<b>Kontrol</b>	7	6,790	47,500			

Tablo 8'e göre deney ve kontrol gruplarının son test başarı puanları arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir ( $p>.05$ ). Hesaplanan etki büyüklüğü değeri de  $0,2<d<0,5$  aralığında yer aldığından küçük etki kategorisinde değerlendirilir.

**Tablo 9**

*Deney Grubuna Ait Ön Test ve Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması İçin Yapılan Wilcoxon Test Sonuçları*

Son Test-Ön Test (Deney)	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	Etki Büyüklüğü
<b>Negatif Sıra</b>	0	,000	,000	-2,521	,012	0,89
<b>Pozitif Sıra</b>	8	4,500	36,000			

Tablo 9'a göre deney grubuna ait ön test ve son test başarı puanları arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir ( $p<.05$ ). Hesaplanan etki büyüklüğü değeri de  $0,8<d<1$  aralığında bulunduğundan büyük etki kategorisinde değerlendirilebileceği söylenebilir.

**Tablo 10**

*Kontrol Grubuna Ait Ön Test ve Son Test Sonuçlarının Karşılaştırılması İçin Yapılan Wilcoxon Test Sonuçları*

Son Test-Ön Test (Kontrol)	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	Etki Büyükülüğü
Negatif Sıra	0	,000	,000	-2,371	,018	0,90
Pozitif Sıra	7	4,000	28,000			

Tablo 10 değerlendirildiğinde kontrol grubuna ait ön test ve son test başarı puanları arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmektedir ( $p < .05$ ). Hesaplanan etki büyüklüğü değeri de  $0,8 < d < 1$  aralığında bulunduğundan büyük etki kategorisinde değerlendirilebileceği söylenebilir.

**Tablo 11**

*Deney Grubuna Ait Son Test ve Kalıcılık Testi Sonuçlarının Karşılaştırılması İçin Yapılan Wilcoxon Test Sonuçları*

Kalıcılık Testi-Son Test (Deney)	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	Etki Büyükülüğü
Negatif Sıra	5	4,000	20,000	-1,018	,309	0,36
Pozitif Sıra	2	4,000	8,000			
Eşit	1					

Tablo 11'e göre deney grubuna uygulanan yöntemin kalıcılığa etkisinin ne düzeyde olduğunu anlamak için yapılan bağımlı gruplar için non parametrik test olan Wilcoxon testi sonuçlarına bakıldığında fark puanlarının sıra ortalaması ve toplam puanları dikkate alındığında son test puanları ile kalıcılık testi toplam puanları arasında farkın anlamlı olmadığı sonucunu çıkarabiliriz ( $z = -1,018, p = ,309 > .05$ ).

**Tablo 12**

*Kontrol Grubuna Ait Son Test ve Kalıcılık Testi Sonuçlarının Karşılaştırılması İçin Yapılan Wilcoxon Test Sonuçları*

Kalıcılık Testi-Son Test (Deney)	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	p	Etki Büyükülüğü
Negatif Sıra	3	3,170	9,500	-2,210	,833	0,79
Pozitif Sıra	3	3,830	11,500			
Eşit	1					

Tablo 12 değerlendirildiğinde kontrol grubuna ait son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farkın olmadığı belirlenmiştir ( $z = -2,210, p = ,833 > .05$ ).



**Tablo 13**

*Deney ve Kontrol Grubuna Ait Kalıcılık Testi Sonuçlarının Karşılaştırılması İçin Yapılan Mann Whitney U Testi Sonuçları*

Kalıcılık Testi	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	Etki Büyüklüğü
<b>Deney</b>	8	8,940	71,500	20,500	,385	,224
<b>Kontrol</b>	7	6,930	48,500			

Deney ve kontrol gruplarının kalıcılık testi puanları arasındaki farkın anlamlı olmadığı belirlenmiştir ( $p>.05$ ). Hesaplanan etki büyüklüğü değeri de  $0,2<d<0,5$  aralığında yer aldığından küçük etki kategorisinde değerlendirilir.

### **Tartışma, Sonuç ve Öneriler**

Formülsüz fen eğitimi kapsamında formüllerin öğrencilere verilmesi yerine öğrencilerin matematiksel ifadelerle kendilerinin ulaşarak fen bilimleri dersi basit makineler konusuna ait problemlerin çözülmesinde ve konunun kavranmasında, öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek için kontrol ve deney gruplarına BMBT ön test, son test ve son testten dört hafta sonra kalıcılık testi olarak uygulanmıştır. Bu testlerin uygulanmasından sonra elde edilen veriler Mann Whitney U testi ve Wilcoxon testi aracılığı ile analiz edilmiştir. Mann Whitney U testi sonucuna göre kontrol ve deney gruplarının ön test toplam puanları arasındaki farkı karşılaştırdığımızda kontrol grubuna ait testin aritmetik ortalaması 15,71 deney grubuna ait testin ortalaması ise 11,75 bulunmuştur. Kontrol grubunun sıra ortalaması 9,430 iken deney grubunun sıra ortalaması 6,750 bulunmuştur. Testin analiz sonuçlarına göre .05 anlamlılık düzeyinde anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlara göre kontrol grubu ile deney grubu arasında başlangıçta çok az bir fark olduğunu yani uygulama öncesinde kontrol grubunun deney grubundan daha başarılı olduğu söylenebilir. Ön test toplam puanları ile son test toplam puanları ve bu puanlar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını anlamak için yapılan Wilcoxon testi sonuçlarına bakıldığında hem kontrol grubunda hem de deney grubunda son test puanları ile ön test toplam puanları arasında anlamlı bir fark olduğu gözlenmiştir. Bu farkın pozitif sıralar yani son test puanı lehinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca kontrol grubu için etki değeri büyüklüğüne dikkate alındığında bu değer  $,896$  olduğu, deney grubu için ise  $,891$  olduğu gözlenmiştir ve etki büyüklüğü değeri her iki grup için de  $0,8<d<1$  aralığında yer aldığından büyük etki kategorisinde değerlendirilebilir. Kontrol ve deney gruplarına uygulanan basit makineler başarı testi son test toplam puanları arasındaki farkın anlamlı olup olmadığını tespit etmek için yapılan Mann Whitney U testi sonucuna göre kontrol ve deney gruplarının son test toplam puanları arasındaki farkın anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Kontrol grubunun puan ortalaması 44 iken deney grubu puan ortalaması 59 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan hareketle deney grubunda bulunan öğrencilerin ürün oluşturduktan sonra ürünün çalışma prensibi için topladıkları verileri kullanarak matematiksel ifadeleri kendilerinin türetmeleri ve bu matematiksel ifadeleri basit makineler konusuna ait çalışma yapıları ve diğer testlerde kullanmaları neticesinde akademik başarılarının arttığını söylenebilir. Kiray (2010) yapmış olduğu çalışmada fen ile matematiğinin entegrasyonunun herhangi bir konunun anlaşılması ve öğrencilerin akademik başarılarının artmasında etkili olduğunu, öğrencilerin fen ve matematiğin iç içe olduğu soruları çözerken deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduklarını tespit

etmiştir. Fen ve matematiğin iç içe olması ve öğrencilerin matematiksel ifadeleri kullanarak soruları çözmeye çalışması, fen dersindeki başarıyı artıran bir unsurdur (Hurley, 2001). Bu bağlamda fen eğitiminde matematiksel işlemlerde zorlanan öğrencilere matematiksel ifadelerin doğrudan verilmesi öğrencilerin fen konularını öğrenmelerinde daha da başarısız olmalarına neden olabilir. Öğrencilerin matematik ile fen bilimlerinin bütünleştirilmediği durumlarda ise öğrencilerin konuyu tam olarak anlaması sağlanamazken ayrıca bilgileri ezberlemelerine neden olabileceğinden öğrencilerin edindikleri bilgilerin kalıcılığı azalacaktır. Bu sebeple öğrencilerin fen bilimleri dersinde formülsüz fen eğitimi kapsamında matematiksel ifadelerle kendilerinin ulaşmasını sağlayacak etkinliklere yer verilmesi öğrencilerde bilginin yapılandırılmasına ve kalıcılığının sağlanmasına etkili olacağı düşünülmektedir.

Kontrol ve deney gruplarının BMBT son test puan ortalamaları ile kalıcılık testi puan ortalamalarını karşılaştırmak için yapılan Wilcoxon testi sonucuna göre kontrol grubu ve deney grubu arasında anlamlı bir farkın olmadığı gözlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının sıra ortalamaları dikkate alındığında uygulama sonrasında deney grubunun lehine bir başarı gerçekleştiği söylenebilir. Deney grubundaki öğrencilerin matematiksel ifadeleri türetip, türettikleri matematiksel ifadeleri kullanarak problem çözmeleri başarıyı artırmış olabileceği düşünülebilir. Buradan hareketle elde edilen sonuçlara göre her iki gruba basit makineler konusu için uygulanan ders programının kalıcılığının sağladığını ancak matematiksel ifadelerle ulaşarak problem çözen deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre daha başarılı olduğu sonucu çıkarılabilir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar literatürdeki sonuçlar ile benzerlik göstermektedir (Başkan, 2011; Çelikkol, 2016; Çiltaş, 2011; Muşlu, 2016; Sandalcı, 2013). Araştırma sonuçlarına göre her iki grupta bulunan öğrencilerin basit makineler konusuna ait edindikleri bilgilerin kalıcılığının sağlanmasında, öğrencilerin sürece aktif katılım sağlamaları, kendi ürünlerini oluşturmaları ve bu ürünlerin çalışma prensiplerinin farkına varmaları etkili olmuştur.

### **Öneriler**

1. Geliştirilen çalışma yapılarına yönelik öğrencilerin çıkarımlarını daha detaylı ortaya koyabilmek için klinik mülakatlar yürütülerek bu çıkarımları yaparken hangi bilişsel süreçleri kullandıkları ortaya konulabilir.

2. Formülsüz fen eğitimi kapsamında matematiksel ifade türeterek problem çözmenin avantaj ve dezavantajları hakkında nitel araştırmalar yapılabilir.

3. Formülsüz fen eğitimi kapsamında matematiksel ifadeleri türetme yönteminin farklı ders ve fen bilimleri dersinin farklı ünitelerinde uygulanabilirliği araştırılabilir.

4. Farklı kalıcılık testlerinin kullanıldığı ve daha uzun sürelerde kalıcılığın ölçüldüğü çalışmalar yapılabilir.

### **Çıkar Çatışması Bildirimi**

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve/veya yayınlanmasına ilişkin herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan etmemiştir.

### **Destek/Finansman Bilgileri**

Yazarlar, bu makalenin araştırılması, yazarlığı ve / veya yayınlanması için herhangi bir finansal destek almamıştır.

**Etik Kurul Kararı**

Bu araştırma için İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Etik Kurulundan (05/07/2021-E.61875) etik izin alınmıştır.

### Kaynakça/References

- Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of research in science teaching*, 29(2), 105-120. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290203>
- Abraham, M. R., Williamson, V. M., & Westbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of research in science teaching*, 31(2), 147-165. <https://doi.org/10.1002/tea.3660310206>
- Akbulut, H. İ. & Çepni, S. (2013). Bir üniteye yönelik başarı testi nasıl geliştirilir?: İlköğretim 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(1), 18-44. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/19600>
- Andaç, K., & Gönen, S. (2009). Gözden geçirme stratejisi ile desteklenmiş yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin basınç konusundaki erişilerine ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (12), 28-40. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/787128>
- Atasoy, Ş. (2008). *Öğretmen adaylarının Newton'un hareket kanunları konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesine yönelik geliştirilen çalışma yapraklarının etkililiğinin araştırılması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ayas, A., & Demirbas, A. (1997). Turkish secondary students' conceptions of the introductory concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed074p518>
- Ayaydın, A. (2010). Desen eğitiminde ölçme ve değerlendirme üzerine bir araştırma. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2), 159-172. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1492935>
- Aydın, A. (2011). Fen Bilgisi öğretmenliği öğrencilerinin bazı matematik kavramlarına yönelik hatalarının ve bilgi eksiklerinin tespit edilmesi. *BAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü. Dergisi*, 13(1), 78-87. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/baunfbed/issue/24281/257359>
- Aydın, F. & Temel H. (2012). Fen ve teknoloji dersi ile matematik dersinin entegrasyonunun sağlanması: üslü sayılar örneği. 2. Ulusal Eğitim Programları ve Öğretim Kongresi, (27-29 Eylül 2012). Bolu.
- Basson, I. (2002). Physics and Mathematics as Interrelated Fields of Thought Development Using Acceleration as an Example, *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 33(5), s.679-690. <https://doi.org/10.1080/00207390210146023>
- Bayrak, N. (2008). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının beş aşamalı modeline uygun olarak geliştirilen ders yazılımı ve çalışma yapraklarının öğrencilerin başarısına, öğrenilen bilgilerin kalıcılığına ve öğrencilerin fen dersine yönelik tutumlarına etkisinin incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Beauford, J. E. & Hernandez, P. (2005). Identifying Mathematics in Elementary Science, *The Texas Science Teacher*, 34, s.36-42.
- Bloom, B. S. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. *Cognitive domain*.
- Bozdoğan, A. (2007). *Fen bilgisi öğretiminde çalışma yaprakları ile öğretimin öğrencilerin fen bilgisi tutumlarına ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Bozdoğan, A. E. & Altunçekiç, A. (2007). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının 5E Öğretim Modelinin Kullanılabilirliği Hakkındaki Görüşleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 15 (2), 579-590. <https://openaccess.ahievran.edu.tr/xmlui/handle/20.500.12513/237>

- Bülbül, O. (2009). *Fizik dersi optik ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde kullanılan animasyonların ve simülasyonların akademik başarıya ve akılda kalıcılığa etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı, Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Carin, A. A., & Bass, J. E. (2001). *Methods for teaching science as inquiry*. Prentice Hall.
- Cengiz, E. , Uzoğlu, M. & Daşdemir, İ. (2012). Öğretmenlere göre fen ve teknoloji dersindeki başarısızlık nedenleri ve çözüm önerileri. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 393-418. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/erziefd/issue/6011/80362>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2002). *Research methods in education*. Routledge.
- Çavaş, B. (2002). *İlköğretim 6. ve 7. sınıflarda okutulan matematiğe dayalı fen konularında yaşanan sorunlar, matematiğin bu sorunlar içerisindeki yeri ve bu sorunların giderilmesinde teknolojinin rolü ve çözüm önerileri*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Çepni, S. (2003). An analysis of university science instructors' examination questions according to cognitive levels. *Educational Sciences: Theory and Knowledge*, 3(1), 78-84.
- Çınk, A. (2007). *Fen bilgisi deneylerinde v-diyagramları ve çalışma yaprakları kullanımının ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin başarıları üzerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Demirel, Ö. (2001). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*. Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Deveci, Ö. (2010). İlköğretim altıncı sınıf fen ve teknoloji dersi kuvvet ve hareket ünitesinde fen-matematik entegrasyonunun akademik başarı ve kalıcılık üzerine etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana*.
- Ersoy, Y. (1998). Okullarda matematik öğretimi ve eğitimi: ders öncesi hazırlıklar ve etkinlikler. *Çağdaş Eğitim Dergisi*, 23(244), 5-9. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/kefdergi/issue/49101/626569>
- Ev, E. (2003). *İlköğretim matematik öğretiminde çalışma yaprakları ile öğretimin öğrenci ve öğretmenlerin derse ilişkin görüşleri ve öğrenci başarısına etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İzmir.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). Validity and reliability. How to design and research in education. *New York: McGraw-Hill, INC*, 3, 153-171.
- Furner, M. J. & Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education, *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), s.185-189.
- Howson, G., Keitel, C., & Kilpatrick, J. (1981). Curriculum development in mathematics. Cambridge & New York: Cambridge University Press.
- Howe, C., Nunes, T., & Bryant, P. (2011). Rational number and proportional reasoning: Using intensive quantities to promote achievement in mathematics and science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), 391-417. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9249-9>
- Hurley, M. M. (2001). Reviewing integrated science and mathematics: The search for evidence and definitions from new perspectives. *Reviewing Integrated Science and Mathematics*, 10(5), 259-268. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2001.tb18028.x>
- Idin, S., & Aydogdu, C. (2016). Opinions of 7th Grade Students about Enriched Educational Practices in the Scope of Science Course. *International Journal of Research in Education and Science*, 2(2), 345-358.
- Gönen, S., Kocakaya, S. & Kocakaya, F. (2011). Dinamik konusunda geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış bir başarı testi geliştirme çalışması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 40-57. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/146252>

- Güleç, S. & Alkış, S. (2003). İlköğretim Birinci Kademe Öğrencilerinin Derslerdeki Başarı Düzeylerinin Birbiri ile İlişkisi . İlköğretim Online , 2 (2) , . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ilkonline/issue/8612/107264>
- Gülen, S. & Demirkuş, N. (2014). "Güneş sistemi ve ötesi: Uzay bilmececi" ünitesinde, görsel materyalin öğrenci başarısına etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 1-19. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/146224>
- Jacobs, L. C., & Chase, C. I. (1992). *Developing and using tests effectively. A guide for faculty*. Jossey-Bass Inc., Publishers, 350 Sansome Street, San Francisco, CA 94104.
- Karaer, H. (2006). Fen Bilgisi Öğretmenlerinin İlköğretim II. Kademedeki Fen Bilgisi Öğretimi Hakkındaki Görüşleri, *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), s.97- 111.
- Kaya, D., Akpınar, E. & Gökkurt, Ö. (2006). İlköğretim Fen Derslerinde Matematik Tabanlı Konuların Öğrenilmesine Fen-Matematik Entegrasyonunun Etkisi, *Üniversite ve Toplum*, 6(4).
- Kempa, R. (1986). *Assessment in science*. Cambridge University Press.
- Kıray, S. A. (2010). İlköğretim ikinci kademedeki uygulanan fen ve matematik entegrasyonunun etkililiği. *Yayımlanmamış Doktora Tezi*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Kisiel, J. F. (2003). Teachers, museums and worksheets: A closer look at a learning experience. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), 3-21. <https://doi.org/10.1023/A:1022991222494>
- Knapp, N. P., & Peterson, P. L. (1995). Teachers' interpretations of "CGI" after four years: meanings and practices. *Journal for Research in Mathematics Education*, 26(1), 40-65.
- Koehler, M. S., & Grouws, D. A. (1992). Mathematics teaching practices and their effects. In A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, A project of the National Council of Teachers of Mathematics (s. 15-125), New York: Macmillan.
- Kurt, Ş. & Akdeniz, A. R. (2002). Fizik öğretiminde enerji konusunda geliştirilen çalışma yapılarının uygulanması, ODTÜ Eğitim Fakültesi V. Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18 Eylül, Ankara.
- McMillan, J. H., Myran, S., & Workman, D. (1999). The Impact of Mandated Statewide Testing on Teachers' Classroom Assessment and Instructional Practices. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED431041.pdf>
- MEB. (2017). İlköğretim kurumları fen bilimleri dersi öğretim programı Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ogan Bekiroğlu, F. (2004). *Ne kadar başarılı: klasik ve alternatif ölçme ve değerlendirme yöntemleri: fizikte uygulamalar*. Nobel Yayın Dağıtım.
- Özdemir, N. (2006). *İlköğretim 2. kademedeki fen bilgisi öğretiminde yaşanan sorunlar ve çözüm önerileri*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Peterson, R. F., & Treagust, D. F. (1989). Grade-12 students' misconceptions of covalent bonding and structure. *Journal of chemical education*, 66(6), 459. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed066p459>
- Rogers, P. A. M., Volkmann, J. M. & Abell, K. S. (2007). Science and Mathematics: A Natural Connection, *Science and Children*, 45 (2), 60-61.
- Sambur, E. (2009). *Yeni fen ve teknoloji müfredatında yer alan "su arıtımı" konusunun çalışma yapıları ile öğretiminin öğrencilerin su ile ilgili bilgi düzeylerine ve tutumlarına etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Singh, C., & Rosengrant, D. (2003). Multiple-choice test of energy and momentum concepts. *American Journal of Physics*, 71(6), 607-617. <https://arxiv.org/pdf/1602.06497.pdf>

- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Sosniak, L. A., Ethington, C. A., & Varelas, M. (1991). Teaching mathematics without a coherent point of view: Findings from the IEA Second International Mathematics Study. *Journal of Curriculum Studies*, 23(2), 119-131.
- Şen, H. C. & Eryılmaz, A. (2011). Bir başarı testi geliştirme çalışması: Basit elektrik devreleri başarı testi geçerlik ve güvenilirlik araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 1-39. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/146251>
- Temel H. (2012). *İlköğretim 4-8 Fen ve Teknoloji ve Matematik Öğretim Programlarının Fen ve Matematik Entegrasyonuna Göre İncelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Turgut, M. F., & Baykul, Y. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (Vol. 2). Pegem Akademi.
- Turgut M.F. (1995). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme metodları*. Ankara: Yargıcı Matbaası
- Tutak, T, Gün, Z. & Emül, N. (2010). Matematik Eğitiminde İlköğretim Düzeyinde Kavramla İlgili Yapılan Çalışmaların Bir Değerlendirmesi, 9. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu, Elazığ, s.235-240.
- Uzun, S., Bütüner, S. Ö., & Yiğit, N. (2010). 1999-2007 TIMSS fen bilimleri ve matematik sonuçlarının karşılaştırılması: Sınavda en başarılı ilk beş ülke-Türkiye örneği. *İlköğretim Online (Elektronik)*, 9(3), 1174-1188.
- Watanabe, T. & Huntley, M.A. (1998). Connecting mathematics and science in undergraduate teacher education programs: Faculty voices from the Maryland collaborative for teacher preparation. *School Science and Mathematics*, 98(1), 19-25.
- Webb, N. L. (1997). Determining Alignment of Expectations and Assessments in Mathematics and Science Education. *Nise Brief*, 1(2). <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED405190.pdf>
- Yenilmez, K. (2007). İlköğretim Matematik Öğretiminde Karşılaşılan Zorluklar ve Nedenleri, XVI. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Tokat.
- Yıldırım, C. (2005). *Bilimin Öncüleri*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 22. Basım, Yenigün Matbaası, Ankara.
- Yiğit, N., Alev, N., Altun, T., Özmen, H., & Akyıldız, S. (2009). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*, Geliştirilmiş 4. Baskı (Expanded 4th Edition), Trabzon: Akademi Kitabevi.

#### **İletişim/Correspondence**

MSc. Yusuf ÇEVİK  
[ysfcvk0202@gmail.com](mailto:ysfcvk0202@gmail.com)

Asst. Prof. İclal ALKAN  
[iclal.alkan@inonu.edu.tr](mailto:iclal.alkan@inonu.edu.tr)

Prof. Nevzat BAYRI  
[nevzat.bayri@inonu.edu.tr](mailto:nevzat.bayri@inonu.edu.tr)