



**ÖZGÜN TASARLANAN EĞİTSEL ROBOTİKLERİN
KUVVET VE ENERJİ ÜNİTESİNDE
BAŞARI VE BİLİMSEL YARATICILIĞA ETKİSİ**

Günbey Eroğlu

**DOKTORA TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EYLÜL, 2021

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 3 ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Günbey
Soyadı : Eroğlu
Bölümü : Fen Bilgisi Eğitimi
İmza :
Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı: Özgün Tasarlanan Eğitsel Robotiklerin Kuvvet ve Enerji Ünitesinde Başarı ve Bilimsel Yaratıcılığa Etkisi

İngilizce Adı: The Effect of Specially Designed Educational Robotics on Force and Energy Unit Success and Scientific Creativity

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı: Günbey Eroğlu

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Günbey EROĞLU tarafından hazırlanan "Özgün Tasarlanan Eğitsel Robotiklerin Kuvvet ve Enerji Ünitesinde Başarı ve Bilimsel Yaratıcılığa Etkisi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Başkan : Prof. Dr. Sinan ERTEN

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

Üye : Prof. Dr. Turhan ÇETİN

Türkçe ve Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Üye : Doç. Dr. Ezgi GÜVEN YILDIRIM

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi : 02/08/2021

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalında Doktora tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Yücel GELİŞLİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Oğullarım Orhun ve Göktürk'e...

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim sürecinde fikirleri ve tecrübesiyle tez çalışmamın her aşamasında bana rehberlik eden değerli danışman hocam Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU'na,

Yüksek lisans ve doktora eğitimimde bilgi, tecrübe ve rehberliğini esirgemeyen, her zaman ve her durumda desteğiyle bana çok şey katan değerli hocam Prof. Dr. Mustafa SARIKAYA'ya,

Kıymetli düşünceleri ve yol göstermeleriyle çalışmama önemli katkılarda bulunan hocalarım Prof. Dr. Turhan ÇETİN'e, Prof. Dr. Sinan ERTEN'e, Prof. Dr. Cemil AYDOĞDU'ya ve Doç. Dr. Ezgi GÜVEN YILDIRIM'a,

Her konuda fikir, öneri ve eleştirileriyle desteğini esirgemeyen, samimiyeti ve dostluğu benim için çok önemli olan arkadaşım Dr. Ahmet Volkan YÜZÜAK'a,

Etkinlikleri tasarlarken, her saatte arayabildiğim, öneri, bilgi ve tecrübesini asla esirgemeyen Burak DOBUR'a, uzman görüşlerine başvurduğum hocalarıma, çalışmamda katkı sağlayan tüm öğretmen ve öğrencilere,

Hayatım boyunca maddi ve manevi olarak desteklerini esirgemeyen, bugünlere gelmemi sağlayan EROĞLU ailesine,

Hayatımın her anında yanımda olan, desteğini, ilgisini, sabrını esirgemeyen, varlığıyla huzur bulduğum sevgili eşim, hayat arkadaşım Esra EROĞLU'na, enerji ve tebessümleriyle beni motive eden, hayatımıza anlam katan oğullarım Orhun EROĞLU ve Göktürk EROĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

**ÖZGÜN TASARLANAN EĞİTSEL ROBOTİKLERİN
KUVVET VE ENERJİ ÜNİTESİNDE BAŞARI VE
BİLİMSEL YARATICILIĞA ETKİSİ
(Doktora Tezi)**

**Günbey Eroğlu
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül, 2021**

ÖZ

Bu araştırmanın amacı özgün tasarlanan eğitsel robotiklerin ortaokul 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerde *kuvvet ve enerji* ünitesinde başarı ve bilimsel yaratıcılığa etkisini incelemektir. Araştırma ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada Fen Bilimleri dersi 7. sınıf öğretim programında yer alan *kuvvet ve enerji* ünitesi ile ilgili araştırmacı tarafından özgün olarak eğitsel robotikler tasarlanmıştır. Tasarlanan eğitsel robotiklerle düzenlenen etkinliklerin öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesinde başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Öğrencilerin hazırbulunuşluklarını belirlemek için araştırmacı tarafından Fen Önbilgi Testi (FÖT) ve başarılarını belirlemek için Kuvvet ve Enerji Başarı Testi (KEBT) geliştirilmiştir. Geliştirilen veri toplama araçlarının pilot çalışması Ankara ili Çubuk ilçesinde yer alan ortaokullarda öğrenim gören 163 7. sınıf ve 223 8. olmak üzere toplam 386 öğrenciyle yapılmıştır. Öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını belirlemek için Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) kullanılmıştır. Asıl uygulama ise Çubuk ilçesinde yer alan başka bir ortaokulda 7. sınıfta öğrenim gören 45 öğrenci ile yürütülmüştür. Deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilere uygulama öncesinde bir kez FÖT, uygulama öncesinde ve sonrasında KEBT ve BYÖ ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Son testlerin uygulanmasından 5 hafta sonra KEBT kalıcılık testi olarak tekrar uygulanmıştır. Araştırmanın uygulama sürecinde ünite konuları deney grubunda araştırmacının

tasarladığı eğitsel robotik etkinlikleri ile kontrol gurubunda ise 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan yöntem ve tekniklerle işlenmiştir. Uygulamalar beş hafta 20 ders saati boyunca yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler; ilişkili örneklemeler için t-testi, ilişkisiz örneklemeler için t-testi, karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre öğrencilerin hazırbulunuşluk, *kuvvet ve enerji* ünitesi başarıları ve bilimsel yaratıcılıklarının uygulamalar öncesinde yapılan ön test puan ortalamalarında gruplar arasında anlamlı farklılık olmadığı görölmüştür. Deneysel işlem sonrasında öğrencilerin başarı ve bilimsel yaratıcılık puan ortalamaları arasında deney grubu lehinde anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Araştırmadan 5 hafta sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamaları arasında deney grubu lehinde anlamlı fark ortaya çıkmıştır. Araştırma sonuçları tartışılmış, araştırmacılara ve eğitimcilere yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Robotik kodlama, eğitsel robotik, bilimsel yaratıcılık
Sayfa Adedi : 170
Danışman : Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU

**THE EFFECT OF SPECIALLY DESIGNED EDUCATIONAL
ROBOTICS ON FORCE AND ENERGY UNIT SUCCESS AND
SCIENTIFIC CREATIVITY**

(Ph. D. Thesis)

Günbey Eroğlu

GAZİ UNIVERSITY

INSTITUTE of EDUCATIONAL SCIENCES

September, 2021

ABSTRACT

The purpose of this research is to examine the effect of specially designed educational robotics on force and energy unit success and scientific creativity of elementary school 7th grade students. The research was carried out using a quasi-experimental design with pre-test post-test control group. In the research, educational robotics were designed by the researcher using robotic coding for the force and energy unit in the 7th grade science curriculum. The effects of the activities organized with the designed educational robotics on the students' science achievement and scientific creativity were examined. The Science Preliminary Test (SPT) was developed by the researcher to determine the readiness of the students, and the Strength and Energy Achievement Test (SEAT) was developed to determine the science achievement. The pilot study of the developed data collection tools was applied to 163 7th grade and 223 8th grade students in Çubuk district of Ankara province. The Scientific Creativity Scale (SCA) was used to determine the scientific creativity of the students. The main study was conducted with 45 7th grade students. SEAT and SCA were applied once as a pre-test and post-test to the students in both the experimental and control groups before the SPT application. Five weeks after the post-tests were applied, SEAT was re-applied as a retention test. In the implementation process of the research, the unit topics were covered with educational robotics activities

prepared by the researcher in the experimental group, and with the methods and techniques included in the 2018 Science Education Program in the control group. Applications were conducted over 20 hours of lessons for five weeks. The data obtained from the research were analyzed using paired samples t- test, samples, independent samples t- test, and two-factor ANOVA for mixed measures. According to the research findings, it was seen that there was no significant difference between the groups in the pre-test mean scores of students' readiness, science achievement and scientific creativity before the applications. After the experimental procedure, there was a significant difference between the students' science achievement and scientific creativity score means in favor of the experimental group. There was a significant difference the retention test in favor of the experimental group that was applied 5 weeks later from post-tests. The results of the research were discussed, and suggestions were made for researchers and educators.

Keywords : Robotic Coding, Educational Robotics, Scientific Creativity
Number of Pages : 170
Supervisor : Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI	ii
JÜRİ ONAY SAYFASI.....	iii
İTHAF.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZ.....	vi
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xviii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	7
1.3. Araştırmanın Önemi.....	7
1.4. Problem Cümlesi	10
1.4.1. Alt Problemler	10
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	11
1.6. Araştırmanın Varsayımları.....	11

1.7. Tanımlar	12
BÖLÜM II.....	13
KURAMSAL ÇERÇEVE	13
2.1. Fen Eğitimi.....	13
2.2. Disiplinlerarası Eğitim: STEM.....	14
2.3. 21. Yüzyıl Öğrenme Becerileri.....	18
2.4. Bilimsel Yaratıcılık	21
2.5. Öğrenme Teorileri ve Robotikler	24
2.5.1. Yapılandırmacı Yaklaşım ve İnşacılık	24
2.5.2. Eğitimde Robot Teknolojileri/ Eğitsel Robotlar	25
2.6. İlgili Araştırmalar	29
2.6.1. Yurtdışında Yapılan Çalışmalar.....	29
2.6.2. Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar	32
BÖLÜM III	35
YÖNTEM.....	35
3.1. Araştırma Modeli.....	35
3.2. Araştırmanın Çalışma Evreni.....	37
3.3. Araştırmanın Çalışma Grubu.....	39
3.4. Verilerin Toplanması.....	39
3.4.1. Veri Toplama Araçları	39
3.4.1.1. Fen Önbilgi Testi (FÖT)	40
3.4.1.1.1. Amacın Belirlenmesi.....	40
3.4.1.1.2. Kapsamın Belirlenmesi.....	40

3.4.1.1.3. Belirtke Tablosunun Oluşturulması.....	42
3.4.1.1.4. Maddelerin Yazılması.....	44
3.4.1.1.5. Maddelerin Gözden Geçirilmesi.....	44
3.4.1.1.6. Maddelerin Bir Formda Birleştirilmesi.....	45
3.4.1.1.7. Deneme Uygulaması.....	45
3.4.1.1.8. FÖT Madde Analizi	46
3.4.1.1.9. FÖT Son Halinin Oluşturulması	50
3.4.1.2. Kuvvet ve Enerji Başarı Testi (KEBT).....	51
3.4.1.2.1. Amacın Belirlenmesi.....	51
3.4.1.2.2. Kapsamın Belirlenmesi.....	51
3.4.1.2.3. Belirtke Tablosunun Oluşturulması.....	52
3.4.1.2.4. Maddelerin Yazılması.....	52
3.4.1.2.5. Maddelerin Gözden Geçirilmesi.....	54
3.4.1.2.6. Maddelerin Bir Formda Birleştirilmesi.....	54
3.4.1.2.7. Deneme Uygulaması.....	54
3.4.1.2.8. KEBT Madde Analizi.....	55
3.4.1.2.9. KEBT Son Halinin Oluşturulması	59
3.4.1.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği	59
3.4.2. Araştırma Kapsamında Geliştirilen Öğretim Etkinlikleri.....	60
3.4.2.1. Eğitsel Robotik Etkinlikleri (ERE) Geliştirilmesinde İzlenen	
Adımlar	60
3.4.2.1.1. Kütle-Ağırlık İlişkisi İçin Dijital Dinamometre.....	62
3.4.2.1.2 Kuvvet-İş-Enerji İlişkisi İçin Robotik Araba	64

3.4.3. “Kuvvet ve Enerji” Ünitesinin Deney Grubunda ERE Uygulaması.....	67
3.4.3.1. Kütle-Ağırlık İlişkisi Etkinliklerinin Uygulanması.....	68
3.4.3.2. Kuvvet-İş-Enerji İlişkisi Etkinliklerinin Uygulanması.....	70
3.4.3.3. Potansiyel Enerji Etkinliklerinin Uygulanması.....	72
3.4.4. “Kuvvet ve Enerji” Ünitesinin Kontrol Grubunda Uygulanma Süreci..	73
3.5. Verilerin Analizi.....	74
3.5.1. FÖT’ten Elde Edilen Verilerin Analizi	74
3.5.2. KEBT’ten Elde Edilen Verilerin Analizi	75
3.5.3. BYÖ’den Elde Edilen Verilerin Analizi.....	75
3.5.4. Geçerlik, Güvenirlik ve Kullanışlılığın Sağlanması.....	77
3.5.4.1. Geçerliğin Sağlanması	77
3.5.4.2. Güvenirliğin Sağlanması	78
3.5.4.3. Kullanışlılığın Sağlanması.....	78
BÖLÜM IV	79
BULGULAR VE YORUMLAR.....	79
4.1. Araştırma Sürecine Katılan Öğrencilerin Dağılım Özellikleri.....	79
4.2. Verilerin Normallik Değerleri.....	80
4.3. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular	82
4.4. Araştırmanın İkinci, Üçüncü, Dördüncü ve Beşinci Alt Problemelerine İlişkin Bulgular.....	83
4.5. Araştırmanın Altıncı Alt Problemine İlişkin Bulgular.....	85
4.6. Araştırmanın Yedi, Sekiz, Dokuz ve Onuncu Alt Problemlerine İlişkin Bulgular.....	89

BÖLÜM V	93
SONUÇ VE TARTIŞMA.....	93
5.1. Eğitsel Robotik Etkinlikleri (ERE) ve Başarı ile İlgili Sonuç ve Tartışma.....	93
5.2. Eğitsel Robotik Etkinlikleri (ERE) ve Bilimsel Yaratıcılık ile İlgili Sonuç ve Tartışma	96
5.3. Öneriler	99
KAYNAKLAR.....	101
EKLER.....	119
EK 1. Kuvvet ve Enerji Başarı Testi	120
EK 2. Fen Ön Bilgi Testi.....	133
EK 3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği.....	147
EK 4. Araştırma İzni	149
EK 5. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Uygulama İzni.....	150

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1. 21. Yüzyıl Becerilerinin Farklı Kurumlarca Tasnifi	18
Tablo 2. 21. Yüzyıl Becerileri Tanımları.....	19
Tablo 3. Araştırmanın Deneysel Deseni	37
Tablo 4. FÖT İçin Oluşturulan Belirtke Tablosu.....	43
Tablo 5. Çoktan Seçmeli Testlerin Avantaj ve Dezavantajları	44
Tablo 6. FÖT Pilot Uygulama Yapılan Öğrenci Bilgileri.....	46
Tablo 7. FÖT Madde Analizi Sonuçları	47
Tablo 8. FÖT Madde Frekans Tablosu.....	49
Tablo 9. KEBT Oluşturulması İçin Belirtke Tablosu	53
Tablo 10. KEBT Deneme Uygulaması Yapılan Öğrenci Bilgileri	55
Tablo 11. KEBT Madde Analizi Sonuçları.....	56
Tablo 12. KEBT Madde Frekans Tablosu.....	58
Tablo 13. Deney ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Gruplara Göre Dağılımları.....	79
Tablo 14. FÖT ile Elde Edilen Deney ve Kontrol Gruplarının Puan Ortalamalarının Normallik Değerleri.....	80
Tablo 15. KEBT ile Elde Edilen Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Puan Ortalamalarının Normallik Değerleri	81

Tablo 16. <i>BYÖ ile Elde Edilen Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test ve Son Test Puan Ortalamalarının Normallik Değerleri</i>	81
Tablo 17. <i>Öğrencilerin Gruplarına Göre FÖT Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler</i>	82
Tablo 18. <i>Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin FÖT Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar için t-Testi Analiz Sonuçları</i>	82
Tablo 19. <i>Öğrencilerin Gruplarına Göre KEBT Ön Test Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler</i>	83
Tablo 20. <i>Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin KEBT Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar için t-Testi Analiz Sonuçları</i>	83
Tablo 21. <i>Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin KEBT Son Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar İçin t-Testi Analiz Sonuçları</i>	84
Tablo 22. <i>Deney Grubundaki Öğrencilerin KEBT Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları</i>	84
Tablo 23. <i>Kontrol Grubundaki Öğrencilerin KEBT Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları</i>	85
Tablo 24. <i>Deney ve Kontrol Gruplarının KEBT Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler</i>	86
Tablo 25. <i>KEBT Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları</i>	87
Tablo 26. <i>KEBT Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Çoklu Karşılaştırılması</i> 88	
Tablo 27. <i>Öğrencilerin Gruplarına Göre BYÖ Ön Test Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler</i>	89
Tablo 28. <i>Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYÖ Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar için t-Testi Analiz Sonuçları</i>	89

Tablo 29. <i>Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYÖ Son Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar İçin t-Testi Analiz Sonuçları</i>	90
Tablo 30. <i>Deney Grubundaki Öğrencilerin BYÖ Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları</i>	90
Tablo 31. <i>Kontrol Grubundaki Öğrencilerin BYÖ Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları</i>	91



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Bütünleşik STEM eğitiminin kapsamı ve genel çerçevesi.....	17
Şekil 2. Yaratıcı kişilik özellikleri.....	22
Şekil 3. Papert'ın tasarladığı LOGO Turtle isimli geometri şekilleri çizen robot.	27
Şekil 4. Turtle ile ev çiziminden örnek.	27
Şekil 5. Turtle'da bir kare ile çizilen soyut bir resim örneği.....	28
Şekil 6. Araştırma sürecinde yapılan çalışmaların akış şeması.....	38
Şekil 7. Test geliştirme süreci	41
Şekil 8. ERE geliştirme süreci.....	61
Şekil 9. Dinamometre ile ağırlık ölçelim etkinliğinin arayüzü.	62
Şekil 10. Gökcisimlerinde ağırlık ölçelim etkinliğinin arayüzü.....	63
Şekil 11. Deniz seviyesinde ve farklı yüksekliklerde ağırlık ölçelim etkinliği arayüzü.	63
Şekil 12. Dünyanın farklı konumlarında ağırlık ölçelim etkinliği arayüzü.....	64
Şekil 13. Robotik araba	64
Şekil 14. ERE kuvvet-iş-enerji arayüzü	65
Şekil 15. Robotik kol.....	66
Şekil 16. ERE robotik kol arayüzü	66
Şekil 17. ERE kuvvet-ağırlık ilişkisi uygulama örnekleri 1.....	69
Şekil 18. ERE kuvvet-ağırlık ilişkisi uygulama örnekleri 2.....	70

<i>Şekil 19.</i> ERE iş-enerji ilişkisi uygulaması 1.	71
<i>Şekil 20.</i> ERE iş-enerji ilişkisi uygulaması 2.	71
<i>Şekil 21.</i> ERE potansiyel enerji uygulaması 1.	72
<i>Şekil 22.</i> ERE potansiyel enerji uygulaması 2.	73
<i>Şekil 23.</i> Deney ve kontrol gruplarının KEBT ön test, KEBT son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları	88



BÖLÜM I

GİRİŞ

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, varsayımlar, sınırlılıklar ve tanımlar başlıklarına yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

“İnsanın zihninde yer alan inşa süreci, çevresindeki ve dünyasındaki insanlar tarafından desteklendikçe ortaya çıkar – örneğin, bir kumdan kale ya da kek, Lego evi, bilgisayar programı, şiir ya da evren teorisi gibi. Dünyasındaki ile aslında demek istediğim gösterilen, tartışılan, incelenen ve hayran duyulan üründür (...) Kişinin dünyasındaki inşalara önem atfeder, onları destekler ve böylece daha az bir mentalist doktrin ortaya koyar” (Papert, 1980, s.142).

Papert öğrenme ve yapma arasındaki ilişkiyi tanımlamıştır. Logo programlama dili, bilgisayarın yalnızca bir bilgi ve iletişim aracı olmadığını gösteren ilk eğitim girişimi ve aynı zamanda yapım ve kendini ifade etmek için önemli bir araç olmuştur. 90’lı yılların başlarında, Papert, Mitchel Resnick ve Martin, Lego Mindstorms kiti ve Cricket aracılığıyla çocuklara robotik erişimlerini sağlayarak Logo'nun güçlü fikirlerini fiziksel dünyaya taşıdılar (Martin, 1994; Martin ve Resnick, 1993). Proje ortakları ile beraber mikro denetleyiciler ve sensörler kullanarak robotik ve “yapım” atölyelerinde kapsamlı çalışmalar yaptılar (Resnick, Berg ve Eisenberg, 2000). Bu işi Sipitakiat ve Blikstein düşük maliyetli donanımların yanı sıra, tekrar kullanılan malzemelerle çalışarak geliştirmekte olan ülkelere ve düşük gelir grubundaki topluluklara da ulaştırdı (Sipitakiat, 2000; Sipitakiat, Blikstein ve Cavallo, 2002, 2004; Blikstein, 2008). 2000’li yılların

sonuna doğru, araştırmacılar ve eğitimciler, dijital üretimin eğitimde kullanımını ele almaya başladılar. 2008 yılında Stanford Üniversitesi *FabLab@School* projesini başlattı ve dünyanın dört bir yanındaki okul öncesinden lise son sınıf öğrencilerine kadar okullarında FabLab'lar kurmaya başladı. 2009 yılında Ohio'daki (ABD) MC2STEM Lisesi, ilk dijital üretim laboratuvarını açtı. 2011'de Maker Media, DARPA finansmanı ile *MakerSpace* projesini başlattı. 2011 ve 2012'de sayısız müze, okul, toplum merkezi ve kütüphane, dijital üretim tesisleri kurmayı planladığını açıkladı. Üretim laboratuvarlarının yeniden canlandırılmasına ve resmi ve gayri resmi ortamlarda “yapım” olmasına rağmen, bu hareketin arkasındaki fikirler en az yüzyıllık oluşumdur. Dijital üretim ve “yapım” üç teorik ve pedagojik oluşuma dayanmaktadır: Deneyimsel eğitim, inşacılık ve eleştirel pedagoji. Rousseau’dan beri (Rousseau, 1961), eğitim kuramcıları, eğitim projesiyle ilgili zamanlarının en ünlü varsayımlarını sorgulamaktadırlar ve daha deneyimsel, öğrenci merkezli yaklaşımları önermektedirler. Eğitimin daha deneyimsel olması ve gerçek dünyadaki nesnelere bağlı olması düşüncesini John Dewey ve aynı zamanda başka birçok bilim insanı öne sürmüştür. (Dewey, 1902; Freudenthal, 1973; Fröbel ve Hailmann, 1901; Montessori, 1964, 1965; von Glasersfeld, 1984). Eleştirel pedagoji, özellikle de Freire üzerine çalışan araştırmacılar (Freire, 1974; Illich, 1970), okulun “bankacılık eğitimi” yaklaşımını ve müfredatın bağlamsız duruma getirilmesini eleştirmiştir. Freire, kültürel olarak anlamlı bir müfredat oluşturma fikrini ortaya koymuştur ve yerel kültürden, bu kültürlerin üyeleriyle “üretken temalar” yaratmaya yönelik ilham almıştır. Freire, eğitimi bir güçlendirme biçimi olarak görüyordu ve öğrencilerin “gerçekliğin bilincinden” “mümkün olanın bilincine”, “sınırlayıcı durumların” ötesinden “yeni alternatifleri” algılayabileceği duruma geçmesi gerektiğini savundu (Freire, 1974). Bu nedenle, Freire’ye göre öğrencilerin projeleri kişisel ya da toplumsal düzeyde problemlerle derinden bağlantılı olmalıdır ve bu sorunlara çözüm üretmek hem eğitici hem de güçlendirici olacaktır (Blikstein, 2008; Cavallo, 2000). Seymour Papert, Paulo Freire’nin yaklaşımını benimsemekte ve öğrencilerin tutkularının ve ilgi alanlarının geliştiği ortamları sağlayarak, gizli öğrenme potansiyelini açığa çıkarılabileceğini savunmaktadır.

Daha sonra Jean Piaget ile çalışmış olan Papert, dijital teknolojilerin eğitimde kullanılmasına öncülük etmiştir. Buna rağmen Papert eğitimdeki bilgisayar kullanımını savunurken teknolojiyi temel almamakta ve bazı yaklaşımları bakımından Freire'e çok benzemektedir (Papert, 1987). Papert'in inşacılığı, Piaget'in yapısalcılığı üzerine kurulmuştur ve bilginin, öğrenciler inşa ederken, üretirken ve birbirleriyle paylaşımda bulunurken ortaya çıktığını vurgulamaktadır. Papert'in teorisi, "yapım"ın ve "dijital üretim"in, eğitim için ne anlama geldiğini açıklamakta ve birçok kişi farkında olmadan, "yapımcı hareketin" sunmuş olduğu önerilere vurgu yapmaktadır.

Robotik ve bilim okuryazarlığı ile ilgili araştırmalar, öğrencilerin gözlem, keşif, tahmin, hipotez üretimi, hipotez testi, değişkenlerin kontrolü, manipülasyon ve hesaplama gibi bilimsel okuryazar kişilerin tipik düşünme alışkanlıklarına aktif olarak katılmaları gerçeğine işaret etmektedir (Sullivan, 2008; Ford, Lai, Ma, Prejean ve Williams, 2008). NGSS'nin (2013) önceki tartışmalarından da görülebileceği gibi, bu düşünme alışkanlıkları mühendislik tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır ve bunlar, meydan okumaya dayalı robotik çalışmanın gerçekleştirilmesi için kurucu faaliyetlerdir. Robotik cihazın beklenen ve gözlemlenen hareketleri arasındaki çelişkinin sorun giderme döngüsü, teşhis (gözlem, çözüm değerlendirmesi, hipotez üretimi), revizyon (manipülasyon, hesaplama, tahmin, değişkenlerin kontrolü) ve yeniden testten (hipotez testi, gözlem, çözümlerin değerlendirilmesi, hipotez üretimi) oluşur (Sullivan, 2008). Bu döngü, robotik zorluğa kabul edilebilir bir çözüm bulunmadan önce birçok kez tekrarlanabilir. Mühendislik tasarım döngüsü bilimsel yönteme paraleldir. Her ikisi de, bilim okuryazarlığı için gerekli olan kanıta dayalı düşünme becerilerine (uygun deneyimler ve çaba ile) katkıda bulunur. Bununla birlikte, Ford, Lai, Ma, Prejean ve Williams (2008), bilimsel sorgulama becerilerinin tam olarak gelişmesi için önemli, daha uzun süreli deneyimlerin gerekli olduğunu ileri sürmektedir. Daha geniş bir tasarım temelli bilim alanında yapılan araştırmalar, robotik zorlukların bir alt kümesi olan tasarım temelli bilimin maddi olanaklarını tam olarak gerçekleştirmek için çok sayıda öğretmen

ve akran çabası gerekli olduğunu göstermektedir (Heffernan ve Sullivan, 2016; Kolodner ve Puntambekar, 2005).

Robot bilimi, mühendislik ve teknoloji kavramlarının günlük hayattaki uygulamalarına olanak tanıdığı, bilim ve matematiğin soyutluğunu ortadan kaldırmaya yardımcı olduğu için (Nugent vd., 2010), STEM öğretiminde etkili olabilir (Altin ve Pedaste, 2013; Barker, Grandgenett ve Nugent, 2008, 2014; Feil-Seifer, Koenig ve Mataric, 2007). Aslında, çeşitli robotik faaliyetler fen, teknoloji, mühendislik ve / veya matematik öğreniminde ilerlemelere yol açmıştır. Örneğin, robotik, (a) ilkokul ve ortaokul öğrencileri arasındaki matematik performansının, özellikle ortalama başarılarının (Holgersson ve Lindh, 2007), (b) ilköğretim öğrencileri arasındaki fen performansının (Karahoca, Karahoca ve Uzunboylu, 2011), (c) ortaokul öğrencileri arasında fizik içeriği bilgisinin (Ford, Lai, Ma, Prejean ve Williams, 2007), (d) ortaokul öğrencileri arasındaki mühendislik tasarım becerilerinin (Covington, Larkins, Moore ve Rubbo, 2013) ve (e) ilkokul ve ortaokul öğrencileri arasında STEM bilgisinin artmasına olanak sağlamıştır.

Robotiklerin kullanımı ve STEM öğrenimi için önemli olan mekansal yetenek (Coxon, 2012), grafik yorumlama (Mitnik, Nussbaum, Recabarren, ve Soto, 2009) ve resim dizilimi (Bers, Kazakoff ve Sullivan, 2013) gibi kritik yetenekleri de olumlu yönde etkilemiştir. STEM'e olan ilgi oldukça geniş bir okul öncesinden lise son sınıf öğrencilerine kadar öğrenci kitlesi arasında artmıştır (Osborne vd., 2010). Robotik kullanımı ayrıca, iletişim ve iş birliği becerilerinde, problem çözmede ve yaratıcı düşünme gibi konularda iyileştirmelere olanak sağlamıştır (Alimisis, 2013; Bers, 2008; Beer, Chiel, ve Drushel, 1999; Mitnik vd., 2009). Robotik alanındaki yarışmalar, robotik faaliyetlerle ilgilenen birçok öğrenciyi kendine çeken bir cazibe merkezi olmuştur (Altin ve Pedaste, 2013). Bu ders dışı bağlamların robotik yoluyla STEM öğrenimi için fırsatlar sağladığına dair çok fazla bulgu vardır (Barker, Grandgenett ve Nugent, 2014). Fakat, bu bağlamlar STEM'i öğrenmek için zaten motive olmuş öğrencileri çekmeye eğilimlidir (Larkins vd., 2013). STEM'e ilgi duyan ama maddi açıdan imkanı olmayan ve hiç ilgi duymayan öğrencileri STEM öğrenimine daha fazla çekmek için bu tür müfredat dışı

faaliyetlere ihtiyaç vardır. Böylece, robotik aktivitelerin derslerdeki müfredat hedeflerine bağlanması robotun STEM eğitimi için olan faydalarını arttırmaktadır. Bununla birlikte, programlanabilir öğrenme materyallerinin kullanımının 30 sene boyunca savunulmasına rağmen, robotların okul öncesinden lise son sınıf öğrencilerine kadar okullara entegre edilmesi çok uzun zaman almıştır (Papert, 1980; Williams vd., 2007). Robotiklerin STEM müfredatına entegre edilmesi için girişimler son zamanlarda başlamıştır (Arlegui, Moro ve Pina, 2013; Bers, 2008, 2010; Kim vd., 2015).

Mühendislik tasarımı ve bilgisayar programlama robotik aktivitenin temel uygulamalarını oluşturur. Yeni Nesil Bilim Standartları (NGSS, 2013) K–12 Fen Eğitimi Çerçevesi üzerine inşa edilmiştir (Ulusal Araştırma Konseyi [NRC], 2012) ve bu standartlar, mühendislik tasarım sürecini okul öncesinden lise son sınıf öğrencileri seviyesinde oluşturan faaliyetler ve uygulamalar ile ilgili bir tanım sağlar. NGSS kavramsallaştırmasında, mühendislik tasarımı sadece uygulamalı bilimin bir örneği olarak değil, kendi başına önemli bir bilimsel etkinlik olarak da yeniden ele alınmıştır: Yani bilimsel araştırmaya paralel bir etkinlik olarak aslında, NGSS ve K–12 için Çerçeve hem bilim araştırması hem de mühendislik tasarımı için ortak olan sekiz temel disiplin uygulamasını açıklamaktadır:

1. Soru sorma (bilim için) ve problem belirleme (mühendislik için)
2. Modelleri geliştirme ve kullanma.
3. Araştırmaları planlama ve yürütme.
4. Veriyi analiz etme ve yorumlama.
5. Matematiği ve bilişsel düşünceyi kullanma.
6. Açıklamalar oluşturma (bilim için) ve çözümler tasarlama (mühendislik için)
7. Kanıtlara dayalı öğelerle ilgilenme.
8. Bilgilerin elde edilmesi, değerlendirilmesi ve iletilmesi (NRC, 2012, p. 46).

Mühendislik tasarım işlemi robotik faaliyetlerin deneysel olarak belgelendirilmiş bir şeklidir. Problemin tanımlanması, bir robot aletin tasarımı ve inşası, aletin denenmesi, problemlerin belirlenmesi ve çözümü, gözden geçirilmesi ve ticaret aşamalarını kapsamakla birlikte, bu kadarla da sınırlı değildir (Bers, 2007; Sullivan, 2011). Mühendislik tasarımı aynı zamanda, a) genel problem çözme becerileri, b) bilimsel işlem becerileri (bilim okuryazarlığı) aşamalarından oluşur (Kim vd., 2015).

Yapısalcılık ve inşacılık yirminci yüzyıldan beri fen eğitimini etkileyenmerkezi öğrenme kuramlarıdır ve robotik öğrenme ortamı bu kuramlarla çok yakından ilişkilidir. Yapısalcılık, insanların nasıl öğrendiğiyle ilgilenir (Assal ve Barak, 2018; Piaget, 1965). İnsanların kendi dünya anlayış ve bilgilerini oluştururken deneyimlerini yansıttıkları süreç öğrenme olarak tanımlanır. İnsanlar sahip oldukları bilgiyi deneyimlerini önceki bilgileriyle kıyaslayarak, kavrayıp değerlendirerek ve soru sorarak edinirler.

Bazı öğrenme etkinliklerinin gerçekleşmesi için bilgisayara dayalı öğretim araçlarının kullanılması önemlidir. Çocuklar bilgisayara dayalı öğretim araçlarını kullanırken hareket edecek cisimleri programlama konusunda başarılı bir şekilde akıl yürütebilirler. Kendilerini programlayacakları öğretim araçlarının yerine koyarak hayal edebilirler (Papert, 1993). Öğrenciler robotik etkinlikleri tasarlarken programladıkları robotik ile çıktıların çelişmesi halinde bunun sebebini açıklamaya yönlendirilir ve böylece nedensel akıl yürütmeleri gelişir (Gelman, Legare ve Wellman, 2010). Öğrenciler bir programlama yaptığında, yaptıkları programın verimi ile ilgili anlık dönüt elde ederler. Bu dönüt sayesinde sorunun nasıl çözüleceğine dair bir döngü başlar. Hataya neden olan sorunları düşünüp analiz etme, sorunu teşhis etme ve çözüm yolu üretmek için harekete geçerler. (Kim vd., 2015; Sullivan, 2011).

Eğitsel robotiklerin eğitimdeki yeri ve önemi gün geçtikçe artmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmaların genel olarak eğitim kazanımlarını kapsamadığı görülmektedir. Robotların belirli işlevlerle çalıştığı, yol izleme, engelden atlama, ışık açıp kapama gibi çoğunlukla elektronik devrelerin ön plana çıktığı çalışmalar yapılmaktadır. Öğrencilerin

eğitsel robotlarla mevcut müfredat kapsamında öğrenmesi gereken kazanımları edinmesi gerekirken, robotları sadece oyun aracı olarak görmeleri ve bu konunun çocukların ilgisini çekmek için ticari bir sektör olarak gelişmesi eğitsel robotiklerle eğitimin önünde önemli bir problem olarak durmaktadır. Öğrencilerin eğitsel robotiklerle etkileşiminde uygun öğrenme ortamı oluşturmaları yerine elektronik parçalar, sensörler ve robotların hareket kabiliyetlerine olan ilgileri etkili bir öğrenme için sorun oluşturmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı *Kuvvet ve enerji* ünitesine yönelik özgün olarak tasarlanan eğitsel robotiklerin ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin olup olmadığının incelenmesidir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Yirmi birinci yüzyılın en önemli becerilerinden birinin, ortaya çıkan fikirleri dijital olarak anlaşılır bir şekilde yansıtabilme yeteneği olduğu tartışılmaktadır (Papert, 1980, 1993; Ulusal Araştırma Konseyi, 2010, 2011; Wilensky, 2001; Wing, 2006). Dijital düşünme becerisinin çocuklara erken dönemde okuma yazma ve matematik gibi öğretilmesinin çok önemli olduğunu savunan araştırmacılar vardır. (Wing, 2006; Yadav vd., 2011). Repenning vd. (2010), robotik ve oyun tasarlama gibi dersler sayesinde aktarılabilir dijital düşünme modelleri için önemli bir araç haline gelebileceğini vurgulamıştır. Bugün herkesin algoritmik problem çözme becerisi, dijital yöntemleri ve araçları kullanabilme yeteneğini kazanabilmesi ve bu becerileri edinebilmek için fırsatlar verilmesi gereklidir. (Czerkowski, 2015; Ulusal Araştırma Konseyi, 2010; Wing, 2006). Angeli vd. (2016) ve Bellou ve Mikropoulos (2013), dijital düşünmeyi geliştirmek için çocukların bilgisayar teknolojisiyle erken tanışmasının elzem olduğunu belirtmektedir. Bilgileri inşa ederken gözle görülür somut bir nesne ile çalışmanın yollarından biri de bir robotu programlamak olabilir. Somutlaşan öğrenme deneyimleri sunan eğitsel robotikler yapılandırmacı ve inşacı kuramlara uygun olarak tasarlandığında öğrencilerin öğrenmesi için büyük

faydalar sağlamaktadır. Eğitsel robotikler ile etkileşim halinde olan öğrenciler işbirliği içinde arkadaşlarıyla birlikte çalışıp, düşünerek yeni tasarımlar yapabilirler (Alimisis, 2013; Eguchi, 2010). Mühendislik, kod yazabilme ve dijital olarak düşünebilme becerilerini geliştirebilmek için eğitsel robotikler ön plana çıkmaktadır (Eguchi, 2014a, b). Okul öncesinden okul sonrası etkinliklere kadar birçok alanda eğitimciler eğitsel robotikleri kullanmakta ve gün geçtikçe de robotiklerin kullanımı yaygınlaşmaktadır. (Benitti, 2012). Eğitsel robotikler bilimsel araştırmalarda bazen kullanılsa da hedeflenen öğrenme hedef ve kazanımları ve koşulları sağladığını kanıtlamak zordur (Berland ve Wilensky, 2015).

Fen bilimleri dersi öğretim programının temel amaçları arasında “..fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak.” ifadesine yer verilmiştir. Fen bilimleri alanına özgü beceriler arasında bulunan “Mühendislik ve Tasarım Becerileri”, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileri buluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin ürün oluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılacakları konusunda stratejiler geliştirmek olarak tanımlanmıştır (MEB, 2018, s. 9-10). Öğretim programında FeTeMM ve uygulamalarına dair önem vurgulanmış ve müfredat kapsamına alınmıştır. Fen eğitimi alanındaki bu gelişmeler FeTeMM ve robotik uygulamalarının gün geçtikçe daha da çok değer kazanacağını göstermektedir.

Dijital düşünme ve eğitim robotları konusunda yeterli literatür olsa da ikisini birbirine bağlayan çok az çalışma olmuştur (Berland ve Wilensky, 2015). Eğitsel robotlar, tasarım yoluyla öğrenmeyi desteklemektedir ve robot platformlarını inşa etmek ve işletmek gibi etkinlikleri içermektedir (Verner vd., 1999). Eğitsel robotiklerin kullanım alanlarından biri de aynı zamanda dijital düşünme, kodlama ve mühendisliği geliştirme aracı olmasıdır (Eguchi, 2014a, b). Eğitsel robotikler sadece eğlenceli ve anlamlı bir şekilde becerilerini geliştirmek için uygun bir platform sunmakla kalmaz, aynı zamanda bilim, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) okuryazarlık, sosyal çalışmalar, dans, müzik ve sanat gibi disiplinlerin yer aldığı bir dizi imkanlar sunar (Eguchi, 2014a, b). Bununla birlikte,

eğitsel robotikler bir alandaki (ör. Mühendislik) problem çözme ve dijital düşünmenin teşvik edilmesine yönelik yapım ve programlama araçları için belirli içerikleri öğretmek için de kullanılmıştır (Virnes vd., 2008).

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin öğretim ortamlarındaki uygulama süreçlerinin başarı ve bilimsel yaratıcılığa etkisi hakkında gelecekteki araştırmalara yardımcı olacaktır. Bu araştırma kapsamında araştırmacı tarafından tasarlanan eğitsel robotikler alana özgü olarak ve mevcut müfredattaki kazanımlara yönelik geliştirilmiştir. Mevcut çalışmalarda öğrencilere uygulanan robotik etkinliklerin belirli sensörlerin kullanımı ile sınırlandırıldığı ve kazanımlara yönelik özel tasarım yapılmadığı görülmektedir. Genel olarak çizgi izleyen robot, engelden atlayan robot, led açıp-kapatma gibi robotların temel işlevlerini sergilemeye yönelik etkinlikler veya benzer çalışmalar ile bu çalışmalar hakkındaki görüşlere başvurulmuştur. Çalışmaların çoğu bilgisayar öğretmenliği gibi teknik bölümlerde fen bilimleri entegrasyonu olmadan teknoloji odaklı olarak geliştirilmiştir. Bu çalışmayla fen eğitimi alanında okullarda uygulanabilecek alana özgü özel tasarımlar geliştirilmiştir. Örneğin fen bilgisi öğretim programında yer alan potansiyel enerji konusunda eğitsel robotik tasarlanmıştır. Bu robotikle öğrenci robotik kodlamanın yazılım kısmını (Engineering), enerjinin hesaplanması ile matematiksel işlemleri (Math), robotikte kullanılan Arduino microişlemci ile entegre devrelerin hazırlanmasını (Technology) ve potansiyel enerji kavramının ne anlama geldiği ve günlük hayattaki uygulamasını (Science) öğrenerek dört temel disiplini ve bu disiplinlerarası ilişkiye temas edebilecektir. Öğrencilerin fiziksel olarak robotiğin tasarım kısmına dahil olabilecek olmaları öğrencilerde motor becerilerinin gelişimine de katkı sağlayabilecektir. Bu çalışma ayrıca kodlama bilgisine sahip öğrenci ve eğitimcilere eğitsel robotiğe yeni fonksiyonlar ekleme imkanı da sağlamaktadır. Sadece belirli işlevleri yapabilen paket yazılımlara sahip, yeni fonksiyonlar eklemeye imkan vermeyen hazır robotikler yerine kullanımı daha işlevsel ve amaca yönelik olarak tasarlanmıştır. Bu araştırma sürecinde geliştirilen ve uygulanan etkinlikler ile 7. sınıf öğrencilerine kuvvet ve enerji ünitesine

yönelik daha etkili bir fen eğitimi verilebilir. Geliştirilen yazılım ve tasarlanan eğitsel robotiklerin genel olarak bilişim teknolojilerine yönelik değil de özel olarak fen eğitimine yönelik olmasının alan açısından oldukça önemli olduğu düşünülmektedir. Etkinliklerin öğrencilerde teknolojiye karşı merak uyandırması ileride öğrencileri benzer çalışmalar yapmaya teşvik edebilir. Akademik olarak geliştirilen yazılımın, etkinliklerin ve başarı testinin alana katkı sağlayacağına inanılmaktadır. Fen konularının daha iyi anlaşılması için katkıda bulunabilecek öğretim tekniklerinin yaygınlaşmasına ve literatüre katkı sağlaması açısından araştırma önem arz etmektedir.

1.4. Problem Cümlesi

Özgün olarak tasarlanan eğitsel robotiklerin *kuvvet ve enerji* ünitesinde ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına anlamlı bir etkisi var mıdır?

1.4.1. Alt Problemler

1. Deney ve kontrol gruplarının Fen Önbilgi Testi (FÖT) ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Deney ve kontrol gruplarının Kuvvet ve Enerji Başarı Testi (KEBT) öntest puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Deney ve kontrol gruplarının KEBT sontest puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Deney grubunun KEBT öntest puan ortalaması ile sontest puan ortalaması arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Kontrol grubunun KEBT öntest puan ortalaması ile sontest puan ortalaması arasında anlamlı bir fark var mıdır?
6. Deney ve kontrol gruplarının KEBT öntest, sontest ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

7. Deney ve kontrol gruplarının Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) öntest puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

8. Deney ve kontrol gruplarının BYÖ sontest puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark var mıdır?

9. Deney grubunun BYÖ öntest ortalaması ile sontest ortalaması arasında anlamlı bir fark var mıdır?

10. Kontrol grubunun BYÖ öntest ortalaması ile sontest ortalaması arasında anlamlı bir fark var mıdır?

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırma 2019–2020 eğitim öğretim yılı birinci döneminde Ankara ilinde bulunan bir ortaokuldaki 7. sınıfta öğrenim gören 45 öğrenci ile sınırlıdır.

2. Araştırma araştırmacı tarafından hazırlanan etkinlikler ile sınırlıdır.

3. Araştırma uygulamada olan Fen Bilimleri dersi öğretim programında yer alan kazanımlar ile sınırlıdır.

4. Araştırma ortaokul 7. sınıf Fen Bilimleri dersi ünitelerinden *kuvvet ve enerji* ünitesinin konuları ile sınırlıdır.

5. Araştırma başarı ve bilimsel yaratıcılık değişkenleri ile sınırlıdır.

6. Araştırma 8 hafta boyunca yapılan araştırma ve etkinlikleri kapsamaktadır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmacı, çalışmanın etkililiğini artırmak için herhangi bir etkide bulunmamıştır.

2. Araştırmaya katılan öğrenciler çalışmaya katılmak için isteklilerdir.

3. Araştırmaya katılan öğrencilerin ölçek ve testlere verdikleri cevaplar gerçeği yansıtmaktadır.

1.7. Tanımlar

Bu çalışmada kullanılan tanımlar aşağıdaki anlamlarıyla kullanılmıştır.

STEM: STEM kısaltması ilk olarak Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından 1990’larda, fen, teknoloji, mühendislik ve matematikle ilgilenen programları ifade etmekte kullanılmıştır (Carnegie Mellon University, 2008).

Eğitsel robotik: Kodlama yoluyla eğitim alanında özellik de STEM eğitimi amaçlı olarak fen eğitiminde kullanılan robotlardır (Erol, 2020, s. 43).

Bilimsel yaratıcılık: Genel olarak karşılaşılan problemlere duyarlı olma, problemi tanımlama, çözüm arama ve tahminde bulunma olarak tanımlanmaktadır (Torrance, 1966).

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde fen eğitimi, STEM, 21. yüzyıl öğrenme becerileri, bilimsel yaratıcılık, öğrenme teorileri ve robotikler, yapısalcı yaklaşım ve inşacılık ve eğitsel robotikler konularına ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

2.1. Fen Eğitimi

Fen bilimleri sayesinde hayatımızda birçok şey yapabiliyor, hayal edebiliyor, teknolojik aletleri kullanabiliyor, basit makineler yapıp hayatımızı kolaylaştırabiliyor, çevremizde olan her şeyi anlayıp açıklama getirebiliyoruz. Hayatımızın her yerinde olan fen sadece okullarda değil, günlük yaşantımızın tam da orta yerindedir (Yıldırım, 2020, s. 3).

Öğrencilere verilen etkili bir fen eğitimi sayesinde öğrencilerin evreni anlamaları, sorgulama yapmaları, iletişim ve iş birliğini öğrenmeleri, araştırma becerilerini kazanmaları ve yaratıcılıklarını geliştirmeleri sağlanabilir. Öğrencilere tüm bu beceriler evde veya okulda verilen fen eğitimi ile kazandırılabilir (Yıldırım, 2020, s. 3).

Son yıllarda teknolojiye oluşan yeniliklerin temelinde toplumların artan ihtiyaçları yatmaktadır. Teknolojinin değişmesiyle birlikte fen bilimleri de değişmektedir. Fen bilimleri ve teknolojinin ortak yönleri olmasına rağmen hedefleri farklıdır. Fen bilimleri doğayı anlamak ve açıklamakla ilgilenirken teknoloji hayatımızı kolaylaştırmayı amaçlamıştır (Soyer ve Aydın, 2020, s. 11).

Teknolojinin gelişmesiyle birlikte fen bilimlerinin anlaşılabilmesinin önemi daha da artmıştır. Geleneksel öğretim yöntemlerinin yerini yeni yaklaşımlar almış böylece öğretmen ve öğrencilerin sahip olması gereken beceri ve davranışlar da değişmiştir (Soyer ve Aydın, 2020, s. 12). Ülkemizdeki okullarda fen öğretimi için 2018 yılında güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programı takip edilmektedir (MEB, 2018). Güncellenen fen bilimleri öğretim programı yapılandırmacı yaklaşımı temel alan araştırma ve sorgulamaya dayalı öğretimi benimsemiştir. Yapılandırmacı yaklaşım ile birlikte bilgiye öğrencinin kendisinin erişip zihninde yapılandırması, yaşantılarında yer alan olayları araştırıp sorgulayan ve 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler olmaları hedeflenmektedir (Yıldırım, 2020, s. 6).

Yapılandırmacı yaklaşımda öğrenme kavramı öğretimden daha ön plana çıkmaktadır. Öğretmenler öğrencilere bilgiyi doğrudan vermek yerine, bilgiyi zihinlerinde yapılandırıp yorumlamalarına olanak verirler. Böylelikle öğrenciler bilgiyi geleneksel yaklaşımdaki gibi doğrudan almak yerine araştırıp sorgulayarak öğrenirler (Ergun, 2020, s. 52).

Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı öğrencilerin yeni bir bilgi ve beceri edinmeleri için kullandıkları bir yol olarak düşünülebilir. Bu yaklaşımla öğrenciler bilim insanlarının kullandıkları basamakları takip ederek öğrendikleri bilgileri anlamlandırabilmektedirler (Ergun, 2020, s. 52). Güncel fen bilimleri öğretim müfredatında araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının önemi vurgulanmış ve öğrenme ortamlarının bu yaklaşımı uygulamaya elverişli şekilde tasarlanmasının gerekliliği belirtilmiştir (MEB, 2018).

2.2. Disiplinler arası eğitim: STEM

4 Ekim 1957’de Sovyetler Birliği’nin Sputnik 1’i uzaya göndermesiyle dünya çapında bilim ve fen eğitimi sarsılmıştır. Sputnik’in gönderilmesi Amerika Birleşik Devletleri’nde korkuya yol açmış ve Uzay Yarışını başlatmıştır. Bu olağanüstü durum fen ve matematik eğitim müfredatlarında değişikliklere yol açmıştır (Koehler, Binns ve Bloom, 2016, s.

14). Bu olaydan sonra Amerikalılara göre fen ve matematik öğretim yöntemleri değiştirilmeliydi. Sputnik'in gönderilmesine reaksiyon olarak Ulusal Bilim Vakfı-NFS eğitim müfredatı projelerini hızlı bir şekilde fonlamaya başladı. 1960 ve 1970'li yıllardaki müfredat çabalarına rağmen Ulusal Eğitimde Mükemmellik Komisyonu-NCEE, Risk Altında Bir Ulus adlı 1983 raporunu hazırladı. Bu rapora göre Amerikalı öğrenciler fen ve matematik alanlarında gelişmiş toplumlardaki akranlarına göre daha gerideydiler. Çoğu öğrenci üst seviye düşünme becerilerine sahip değildi. Lise öğrencilerinin başarı ortalamaları Sputnik'in gönderilişi zamanından daha düşük seviyedeydi. Bu raporun öğrenme standartlarını geliştirdiği düşünülmektedir. Bu rapor Amerika'da Proje 2061: Tüm Amerikalılar için Bilim'in ortaya çıkmasını sağladı. AAAS tarafından 1989'da başlatılan projeye göre okul öncesinden 12. Sınıfa kadar tüm öğrenciler 2061 yılına kadar fen, teknoloji ve matematik okuryazarı olmalıydı (Koehler, Binns ve Bloom, 2016, s. 14,15).

STEM kısaltması ilk olarak Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından 1990'larda, fen, teknoloji, mühendislik ve matematikle ilgilenen programları ifade etmekte kullanılmıştır (Carnegie Mellon University, 2008). Bu kısaltmayı NSF geliştirmiş olsa da STEM için net bir tanım getirmemiştir. Bu belirsizlik daha sonra farklı tanımlar ve işletimsel uygulamaların ülke çapında ve kuruluşlar arasında yayılmasına yol açmıştır (Hanover Araştırması, 2011).

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki eğitim, hem bu alanlara daha fazla vurgu yapılması hem de bu alanların kendi içlerinde ve karşılıklı müfredat ve eğitimlerinde iyileştirmeler yapılması çağrıları ile son on yılda artan bir ilgi görmüştür. Politik alanda ve giderek artan bir şekilde eğitimciler arasında bu konuların hepsine birden STEM adı verilmektedir (Honey vd., 2014, s. 13).

STEM fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği kapsayan, disiplinler arası bir yaklaşımı ifade eder. Öğrencilerin teorik olarak öğrendikleri fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili akademik kavramlar ile pratikteki gerçek uygulamalar ile eşleştirirler.

Bu sayede okul öncesi eğitimde de mühendislik biliminin tanıtılmasına katkı sağlanmış olur (Kim vd., 2015; Chung vd., 2014).

STEM'i oluşturan dört ana disiplin kısaca aşağıdaki gibi tanımlanır:

Fen; fizik, kimya ve biyoloji ile ilişkili doğa yasaları ve bu disiplinlerle ilişkili gerçeklerin, ilkelerin, kavramların veya geleneklerin işlenmesi veya uygulanması dahil olmak üzere doğal dünyanın incelenmesidir. Fen, hem zaman içinde biriken bir bilgi bütünü hem de yeni bilgiler üreten bir bilimsel araştırma sürecidir. Bilimden elde edilen bilgi, mühendislik tasarım sürecini bilgilendirir (Honey vd., 2014, s.14).

Teknoloji, en katı anlamda bir disiplin olmasa da, teknolojik eserlerin kendilerinin yanı sıra eserlerin yaratılmasına ve işletilmesine giden tüm insanlar ve organizasyonlar, bilgi, süreçler ve cihazlar sistemini içerir. Tarih boyunca insanlar, istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için teknolojiyi yarattılar. Modern teknolojinin çoğu bilim ve mühendisliğin bir ürünüdür ve her iki alanda da teknolojik araçlar kullanılmaktadır (Honey vd., 2014, s. 14).

Mühendislik, hem insan yapımı ürünlerin tasarımı ve yaratılmasıyla ilgili bir bilgi bütünüdür, hem de problem çözme sürecidir. Bu süreç kısıtlama altında tasarımıdır. Mühendislik tasarımındaki bir kısıtlama, doğa veya bilimin yasalarıdır. Diğer kısıtlamalar arasında zaman, para, mevcut malzemeler, ergonomi, çevresel düzenlemeler, üretilebilirlik ve onarılabilirlik sayılabilir. Mühendislik, teknolojik araçlar kadar bilim ve matematikteki kavramları da kullanır (Honey vd., 2014, s. 14).

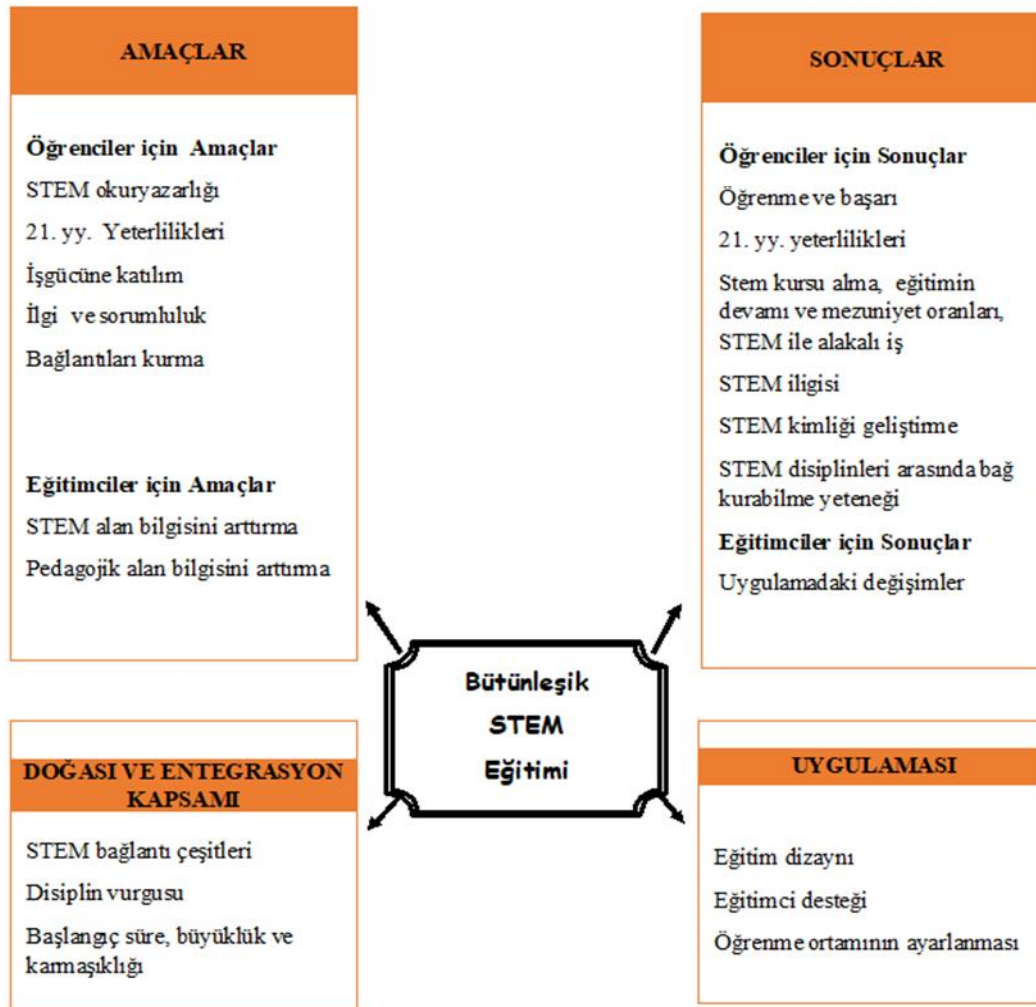
Matematik, nicelikler, sayılar ve uzay arasındaki örüntü ve ilişkilerin incelenmesidir. Ampirik kanıtların iddiaları kanıtlamak veya çürütmek için arandığı fen bilimlerinden farklı olarak, matematikteki iddialar, temel varsayımlara dayanan mantıksal argümanlar yoluyla garanti edilir (Honey vd., 2014, s. 14).

Mantıksal argümanlar iddialarla birlikte matematiğin bir parçasıdır. Fen bilimlerinde olduğu gibi, matematikte de bilgi gelişmeye devam eder. Fen bilimlerinden farklı olarak, temel varsayımlar dönüştürülmediği sürece matematikte bilgi tersine çevrilmez. Lise

sonuna kadar olan matematiğin belirli kavramsal kategorileri, sayılar ve aritmetik, cebir, fonksiyonlar, geometri, istatistik ve olasılığı içerir. Matematik bilimde, mühendislikte ve teknolojide kullanılır (Honey vd., 2014, s. 14).

Bütünleşik STEM entegrasyonu için bir çerçeve çizersek, dört özellikten bahsedebiliriz. Bu dört genel özellik; STEM eğitiminin amaçları, sonuçları, doğası ve entegrasyon kapsamı ile STEM eğitiminin uygulanması olarak tanımlanabilir. Şekil 1’de bu özellikler ve alt başlıkları kısaca özetlenmiştir.

Şekil 1’de bütünleşik STEM eğitiminin dört özelliği alt başlıklarıyla özetlenmiştir. Bütünleşik STEM eğitiminin amaçları, sonuçları, doğası entegrasyon kapsamı ile uygulaması ilişkin tanımlayıcı bilgilere yer verilmiştir (Honey vd., 2014).



Şekil 1. Bütünleşik STEM eğitiminin kapsamı ve genel çerçevesi

2.3. 21. Yüzyıl Öğrenme Becerileri

21. yüzyıl becerileri son dönemde tüm dünyada çok fazla önem kazanmış ve bu becerileri farklı kurum ve kuruluşlar tanımlamaya çalışmışlardır. Tablo 1’de bu tanımlamalardan bazılarına ait özet tanımlamalar yer almaktadır (Kotluk ve Kocakaya, 2015).

P21, EnGauge, ATCS, ISTE/ NETS, EU ve OECD kuruluşlarının 21. Yüzyıl tasniflemelerine ilişkin Tablo 1 aşağıda verilmiştir.

Tablo 1

21. Yüzyıl Becerilerinin Farklı Kurumlarca Tasnifi

P21	EnGauge	ATCS	ISTE/ NETS	EU	OECD
Öğrenme ve Yenilik Becerileri 1.Eleştirel düşünme ve problem çözme 2. Yaratıcılık ve Yenilik 3. İletişim ve işbirliği Bilgi, Medya ve Teknoloji Becerileri 1.Bilgi okuryazarlığı 2.Medya okuryazarlığı 3.Teknoloji okuryazarlığı Yaşam ve Kariyer Becerileri 1.Esnelik ve Uyum 2.Girişimcilik ve Öz Yönetim 3.Sosyal ve Kültürler arası Beceriler 4. Üretkenlik ve Sorumluluk 5.Liderlik ve Sorumluluk	Keşfedici Düşünme 1.Uyumluluk, karmaşıklık yönetimi ve özyönetim 2.Meraklılık, yaratıcılık ve risk alma 3.Üst düzey düşünme ve mantık yürütme Etkili İletişim 1.Takım ruhu, işbirliği ve kişilerarası yetenekler; 2.Kişisel, sosyal ve yurttaş sorumluluk 3.İnteraktif iletişim Dijital Çağ Okuryazarlığı 1.Temel, bilimsel, ekonomik ve teknoloji okuryazarlığı 2.Görsel ve Bilgi okuryazarlığı 3.Çok kültürlülük okuryazarlığı ve küresel farkındalık Yüksek Üretkenlik 1.Sonuçları yönetme, planlama ve öncelik verme 2.Günlük yaşam araçlarının etkili kullanımı 3.Üretimle ilgili yetenek, yüksek kaliteli ürün	Düşünme Yolları 1.Yaratıcılık ve Yenilik 2.Eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme 3.Liderliği öğrenme, üstbilgi Çalışma Yolları 1.İletişim 2.İşbirliği (takım çalışması) Çalışma Araçları 1.Bilgi okuryazarlığı 2.Bilgi ve İletişim Teknolojileri (ICT) okuryazarlığı 1 Dünyada Yaşam 1. Yerel ve küresel vatandaşlık 2. Yaşam ve kariyer 3.Bireysel ve sosyal sorumluluk	Yaratıcılık ve Yenilik 1.Yaratıcı düşünme, bilgi inşası, ürün geliştirme ve teknoloji kullanma süreçleri 2.Eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme İletişim ve İşbirliği Öğrencilerin işbirliği içinde çalışması ve iletişim kurması için dijital medya ve ortamları kullanması Teknoloji işlemleri ve Kavramları Teknoloji kavramlarını, sistemlerini ve işlemlerini anlama Araştırma ve Bilgi Akışı Dijital araçlarla bilginin toplanması, kullanımı ve değerlendirilmesi Dijital Vatandaşlık Teknoloji ile ilgili toplumsal ve kültürel sorunları anlama	Öğrenmeyi Öğrenmek İletişim 1. Anadilde iletişim 2.Yabancı dilde iletişim Dijital Yetenekler Kültürel Farkındalık ve İfade Sosyal ve yurttaşlık ile ilgili yetkinlik İnisiyatif ve girişimcilik hissi	Heterojen Gruplarla Etkileşim 1.Başkalarıyla iyi ilişkiler 2.İşbirliği ve takımla çalışma 3.Çatışma çözme ve yönetme Araçların İnteraktif Kullanımı 1.Dilin, sembollerin ve yazının interaktif kullanımı 2.Bilgi ve bilimin interaktif kullanımı Bağımsız Özerk Davranma 1.'Büyük resim' içinde davranma 2.Yaşam planları ve kişisel projelerin oluşturma ve yönetme 3.Haklarını, savunmak, öne sürmek

Kaynak: N. Kotluk ve S. Kocakaya, “Digital Storytelling for Developing 21st Century Skills: From High School Students’ Point of View”, *Journal of Research in Education and Teaching* 4(2), (2015), s. 354-363.

Yukarıdaki Tablo 1’de yer alan sınıflandırmalardan da anlaşılacağı üzere 21. yy. öğrenme becerileri birçok beceriden oluşmaktadır. Bu becerilerin tanımları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2

21. Yüzyıl Becerileri Tanımları

Beceri	Tanım
Okuryazarlık	Yazılı dili okuma, anlama ve kullanma
Aritmetik	Sayılar ve diğer sembollerden yararlanarak sayısal ilişkileri anlama ve ifade etme
Bilimsel Okuryazarlık	Kişinin bilimsel bilgi ve yöntemleri kullanarak çevresini test etmesi ve hipotezlerini sınaması
Bilgi ve İletişim Teknolojileri Okuryazarlığı	Bilgi edinme ve paylaşma, soruları yanıtlama, diğer insanlarla etkileşimde bulunma ve bilgisayar programlamayı da içeren teknoloji tabanlı içerik kullanma ve oluşturma
Finansal Okuryazarlık	Finansın kavramsal ve sayısal yönlerini pratik olarak anlama ve kullanma
Kültürel ve Yurttaşlık Okuryazarlığı	Beşeri bilimleri anlama, analiz etme, takdir etme ve bilgiyi uygulama
Yetkinlikler	
Eleştirel Düşünme/Problem Çözme	Yanıt ve çözümleri formüle etmek için durum, fikir ve bilgileri belirleme, analiz etme ve değerlendirme
Yaratıcılık	Problemleri çözme, sorulara cevap verme, uygulama yoluyla ifade etme, sentezleme ya da yeniden anlamlandırma yoluyla anlam ifade etme gibi yeni ve yenilikçi yöntemler tasarlama
İletişim	Sözel, sözel olmayan, görsel ve yazılı yollarla bilgiyi dinleme, anlama, iletme ve bağlamsallaştırma
İş Birliği	Çatışmayı önleme ve yönetme yeteneği de dahil olmak üzere ortak bir hedefe doğru takım çalışması
Karakter niteliği	
Merak	Soru sorma, açık fikirlilik ve merakını gösterebilme
Girişimcilik	Proaktif olarak yeni bir görev ya da hedef üstlenmek için gerekli yetenek ve isteğe sahip olma
Süreklilik ve Dayanıklılık	İlgi ve çabayı sürdürebilme, bir görevi veya hedefi gerçekleştirmeye devam edebilme
Uyumluluk	Yeni bilgiler ışığında planları, yöntemleri, görüşleri veya hedefleri değiştirebilme
Liderlik	Ortak bir hedefe ulaşmak için başkalarını etkili bir şekilde yönlendirebilme, doğrudan etkileyebilme ve ilham verebilme
Sosyal ve Kültürel Farkındalık	Sosyal, kültürel ve etik açıdan uygun bir şekilde diğer insanlarla etkileşim kurabilme

Kaynak: Hamarat, E. (2019). 21. yüzyıl becerileri odağında Türkiye’nin eğitim politikaları. *Seta Analiz*, 272, 1-24.

Standart bir dijital düşünme tanımlaması olmamakla birlikte, Uluslararası Eğitim Teknolojileri Derneği (ISTE) tanımına göre dijital düşünme problemleri formüle eden bir

problem çözme sürecidir. Dijital düşünme verilerin analizinin mantıksal organizasyonu, verilerin soyutlamalar yoluyla temsili, algoritmik düşünme yoluyla çözümlerin belirlenmesi ve otomatikleştirilmesi, olası çözümlerin analiz edilmesi ve uygulaması, problem çözme sürecinin genelleştirilmesi ve aktarılmasıdır (Barr vd., 2011; Ioannidou vd., 2011; Wing, 2006). Öğrenci öğrenimini ve dijital düşünmeyi (Li, 2010) geliştirmek için oyunların kullanımını araştıran birçok farklı girişimler ortaya çıkmıştır (Repenning vd., 2010; Webb vd., 2012). Oyun tasarımı ve bilim simülasyonlarını desteklemek için öğretim birimlerinin kullanımını içeren bir çalışmada, örneğin kızların %64'ü ve öğrencilerin %69'u oyun tasarımına büyük ilgi göstermiştir (Repenning vd., 2010; Webb vd., 2012).

Mühendislik ve teknoloji/tasarım becerileri ve bilgisi fen veya matematik derslerine kıyasla daha az tutarlı bir şekilde öğretiliyor ve herhangi bir sistematığa oturtulmuyor (Carr vd., 2012). Özellikle küçük öğrenciler için, mühendislik amaçlarının ve eğitiminin bulunmaması, öğrencilerin bu konuda gerekli beceri ve bilgileri edinememelerine ve bu alanlarda bir meslek sahibi olmayı tahayyül edemedikleri anlamına gelir (Chandler vd., 2011). Ayrıca, K-12 düzeyinde mühendislik eğitimi için öğrenme hedefleri belirlendiğinde, öğrencilere mühendislerin sorunları nasıl çözdüğü ya da proje hedeflerini nasıl yerine getirdikleri konusunda bir öngörü vermez (Brophy vd., 2008). Bu nedenle, öğrencilerin yalnızca tasarım ilkelerine değil, aynı zamanda gerçek mühendislerin karşılaştığı açık uçlu problem çözme ve sorun giderme döngülerini de öğrenebilecekleri daha kapsamlı STEM fırsatlarına ihtiyaç vardır (Brophy vd., 2008; Katehi vd., 2009). Yeni nesil bilim standartlarının yayımlanmasından sonra bile, mevcut çerçeveler, müfredat ve öğretmen hazırlama materyalleri mühendisliğin fen bilimlerine, matematiğe veya diğer derslere uygun şekilde entegrasyonu için yetersizdir (Moore vd., 2015).

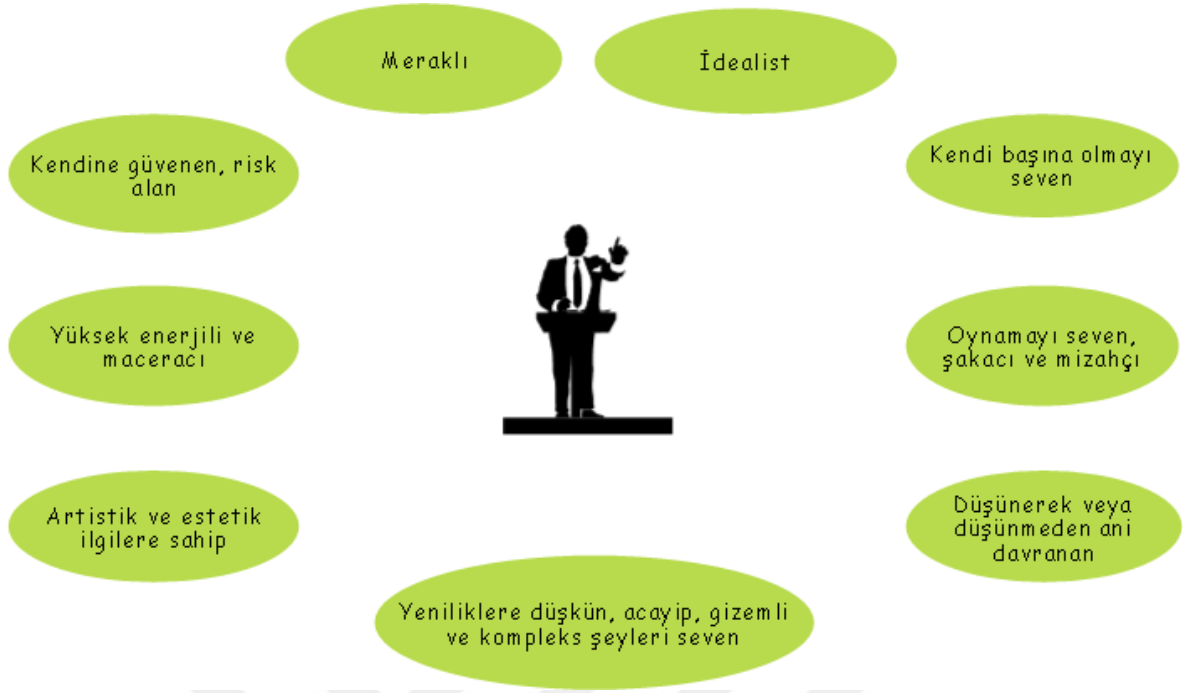
Bütünleştirilmiş fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi, öğrencilerin bağımsız konular arasındaki doğal bağlantıları görmelerini sağlar ve ilgili tüm alanlarda öğrencinin ilgisini ve başarısını artırma potansiyeline sahiptir. Özellikle mühendislik eğitimi çoğu K-12 okulunda ihmal edilmiştir (Katehi vd., 2009). Mühendislik

uygulamalarının ve tasarımın ilk ve orta düzeyde diğer STEM konularına dahil edilmesi, Yeni Nesil Bilim Standartlarının ilk çerçevesinde ve son versiyonunda önemli olarak tanımlanmaktadır (NGSS Lead States 2013; Schweingruber vd., 2012). İlk ve orta okul yıllarına mühendislik konularının ve alanlarının müfredata dahil edilmesi özellikle önemlidir, çünkü bu süre zarfında öğrencilerin STEM derslerine katılımı ve bu alandaki başarıları ilgilerini artırmada rol oynamaktadır (Dabney vd., 2012; Tai vd., 2006). Ancak, birçok öğrenci ortaokula geldiğinde matematik ve fen bilimlerine ilgilerini yitirmektedir (Museus vd., 2011; Turner and Ireson, 2010). Bu nedenle, öğrenciler lise hayatlarına STEM ile ilgili çalışmalara ilgisiz ve / veya yeterli hazırlığa sahip olmadan başlarlar. Genel olarak öğrencilerin STEM'in bir alanı olarak mühendislik bilgilerini arttırmasının ötesinde, STEM'e yönelik etkinlikler yeterince temsil edilmeyen azınlık öğrencilerini hedeflemelidir, çünkü bu gruplardan gelen öğrenciler STEM alanındaki işlerde çok az oranda temsil edilmektedir (National Science Foundation, 2012).

2.4. Bilimsel Yaratıcılık

İnsan hayatının her safhasında ve her seviyede ortaya çıkabilen, günlük hayattan bilimsel çalışmalara kadar birçok yerde karşımıza çıkan süreç, tutum ve davranış biçimidir yaratıcılık aynı zamanda akıcı düşünme yeteneği olarak da tanımlanabilmektedir (Özden, 2011, s. 174).

Bireylerde bulunan yaratıcılık özellikleri incelendiğinde literatürde birçok özellik sıralanmakla beraber bazıları özellikler Şekil 2'de gösterilmiştir (Özden, 2011, s. 177,178).



Şekil 2. Yaratıcı kişilik özellikleri

Bazı yeteneklerin yaratıcı düşünmeye katkı sağladığı düşünülmektedir. Guilford (1967) ve Torrance (1966) tarafından geliştirilen ölçme araçlarıyla ölçülen dört yetenek; akıcılık, esneklik, orjinallik ve açıklama klasik olarak kabul edilmiştir (Özden, 2011, s. 178). Literatürde geçen ve yaratıcılığa katkı sağladığı düşünülen bazı yetenekler ve açıklamaları aşağıda belirtilmiştir.

Akıcılık: Açık uçlu sorulara birçok cevap üretebilme yeteneği.

Esneklik: Bir problemin çözümü için farklı yaklaşımlar üretebilme yeteneği.

Orjinallik (Özgünlük): Kendine has düşünce ve eylemler ortaya koyma yeteneği.

Açıklama: Bir fikri geliştirme veya uygulama üzerine detaylandırabilme yeteneği.

Duyarlılık: Bir problemi veya eksik bilgiyi fark etme yeteneği.

Problemleri tanımlama yeteneği.

İmgeleme: hayal etme yoluyla fikirleri zihinde kurgulama yeteneği.

Çocuk gibi düşünebilme yeteneği.

Analjik dűűnme: bir problem veya durumu baűka bir duruma benzetme, uyarlama yeteneęi.

Deęerlendirme: Bir fikir veya problemi eleűtirel dűűnerek o duruma karűı űretilen çözümün uygunluęuna karar verme yeteneęi.

Analiz: Bir durumu detaylı olarak parçalar halinde görme yeteneği.

Sentez: Parçalar halinde olan bir durumu birleűtirme yeteneęi.

Dnűűtirme: Bir konu hakkında yeni anlam ve uygulama alanları bulma yeteneęi.

Sınırları aűma: Bilinenin dıűında farklı amaçlarla kullanma yeteneęi.

Sezgi: Eksik bilgiye raęmen olaylar arasındaki iliűkileri kavrama yeteneęi.

Tahmin: Bir konu hakkında varsayımda bulunma yeteneği.

Yarım bırakmama: Baűlanılan bir iűi bitirene kadar devam etme yeteneęi.

Yoęunlaűma: Bir sorun űzerinde odaklanabilme yeteneęi.

Mantıksal Dűűnme: Tűmevarım ve tűmdengelim dűűnme űekillerine göre neden sonuç iliűkilerine bakarak sonuca ulaűabilme yeteneęi.

Sıra dıűı baęlantılar kurma: Bilinen, sıradan baęlantılar dıűında yeni baęlantılar kurma yeteneęi.

Spontan: Anında ve plansızca kendilięinden dűűnme ve davranma yeteneęi.

Belirsizliklerden korkmama: Bilmedięi űeylerden korkmama yeteneęi.

Özerklik: Baűka bir durumdan veya kiűiden baęımsız karar verme yeteneęi (zden, 2011, s. 179, 180).

2.5. Öğrenme Teorileri ve Robotikler

2.5.1. Yapılandırmacı Yaklaşım ve İnşacılık

İnşacılık, yapılandırmacılık, yaparak öğrenme ya da bu kuramsal yaklaşımların kombinasyonu, eğitim robotları aracılığıyla dijital düşünme üzerine araştırmaların önemini vurgulamaktadır. Bu alandaki baskın teori inşacılıktır (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016; Bers vd., 2014; Penmetcha, 2012). İnşacılığın kökleri 1960'larda MIT Logo Grubu tarafından atılmıştır (Bers vd., 2002). İnşacılığa göre, öğrenciler kendi fikirlerini oluşturduklarında, bu ister bir robot ister bir hikâye ya da bir bilgisayar programı olsun, öğrenme sürecini dikkatli bir şekilde yansıttığında öğrenme süreci başarılı olur (Papert, 1980; Harel ve Papert, 1991). Papert, fiziksel modeller ile etkileşime girerek ve teknolojiyi kullanan aktif bir öğrenci olarak, bilgi sahibi olduğunu iddia etmiştir (Bers vd., 2014). İnşacılık, Piaget'in yapılandırmacılığının bir uzantısı olarak, yeni teknolojilere ve öğrenme sürecine yardımcı olmalarının önemine odaklanmaktadır. Bilgisayarlar yeni fikirleri, yeni düşünme biçimlerini ve bilgi uygulamalarını keşfetmek için güçlü bir araç olarak görülmektedir (Papert, 2000). Eguchi (2014a, b), Piaget'in yapısalcılığını dijital düşünmenin robotik aracılığıyla incelenmesi için bir mercek olarak kullanmaktadır. Teori, bilginin bir öğrenci tarafından pasif olarak alınmaz, öğrencinin zihninde aktif olarak inşa edilirken, çevre ile ve fiziksel modeller ile etkileşime girer. Bilgi sadece deneyim yoluyla ve uygulamalı proje-temelli öğrenme deneyimleri ile kazanılır (Piaget, 1964). Yaparken öğrenmek (Edelson, 2001), Leonard ve arkadaşları tarafından benimsenen bir teknoloji tasarım çerçevesidir. Bu çerçeveye göre oyun tasarımı ve robotik uygulamaları için dört ilke vardır: (a) bilgi inşası doğası gereği artan, (b) öğrenmeyi hedefleyen, (c) bilginin yer aldığı ve (d) prosedürel bilginin bilgi inşasını desteklediği bir ortam gereklidir (Edelson, 2001).

Papert (1991), inşacılık teorisini açıklarken, Piaget'in (1981, s.1) bilgi yapıları inşa edilirken, insanın bilişsel gelişiminin ve öğrenmesinin ortam tasarımı ile doğal ortamın etkileşimiyle oluştuğu görüşünü desteklediğini vurgulamıştır. Bununla birlikte inşacılık

teorisi, Piaget'in yapısalcılık kuramından aşamaların hiyerarşisi konusunda özellikle üçüncü ve dördüncü aşamalarda farklılaşmaktadır. İnşaacılar somut nesnelerle yakın etkileşimler yoluyla anlamının çok yüksek seviyelere ulaşılabilirliğini savunurlarken, soyut düşünmeyi bilişsel gelişimin zirvesi olarak görmemektedirler (Papert ve Turkle, 1991; Resnick, 2004). Bu düşünce, bilgisayara dayalı öğretim araçlarını merkeze alınmasına sebep olan düşüncedir (Kim vd., 2015).

2.5.2. Eğitimde Robot Teknolojileri/ Eğitsel Robotlar

STEM tarafından finanse edilen programların sayısının artması, öğrencilerin ilgilerini robotlara yöneltmiştir (Brand ve ark. 2008; Caron 2010; Ivey ve Quam 2009; Matson ve ark. 2004). Robotik, öğrencilerin sadece STEM kavramları hakkında bilgi sahibi olmasını değil, aynı zamanda STEM'in disiplinler arası doğasını da öğrenmelerini sağlayarak öğrencileri işbirlikçi bir şekilde çalışmaya teşvik eder (Yuen ve ark. 2014).

Bilimsel ya da mühendislik çalışmalarının sonucunda ortaya çıktığı düşünülen robot kelimesi çok farklı bir şekilde ortaya çıkmıştır. 1921 yılında Prag'da sergilenen Rossum'un Evrensel Robotları adlı bir Çek dramasında kullanılmıştır (Karademir Coşkun, Yurttaş Kumlu, 2020, s. 205). Dramada zeki bir işçi olan robot, duygu, yaratıcılık ve acı gibi tüm niteliklerden yoksun yapay bir insan rolündedir. Dramanın tanıtıcısı, robotu ruhu olmayan, entelektüel, insandan mekanik olarak üstün olarak tanımlamaktadır.

Robotlar programlanabilir, çok işlevli ve manipülatör olma özellikleriyle öne çıkmaktadırlar. Programlanabilir olmaları sayesinde robota işlev kazandırma, güncelleme, hata tespiti ve düzeltmeler gibi birçok özellik sağlanabilir (Karademir Coşkun, Yurttaş Kumlu, 2020, s. 206).

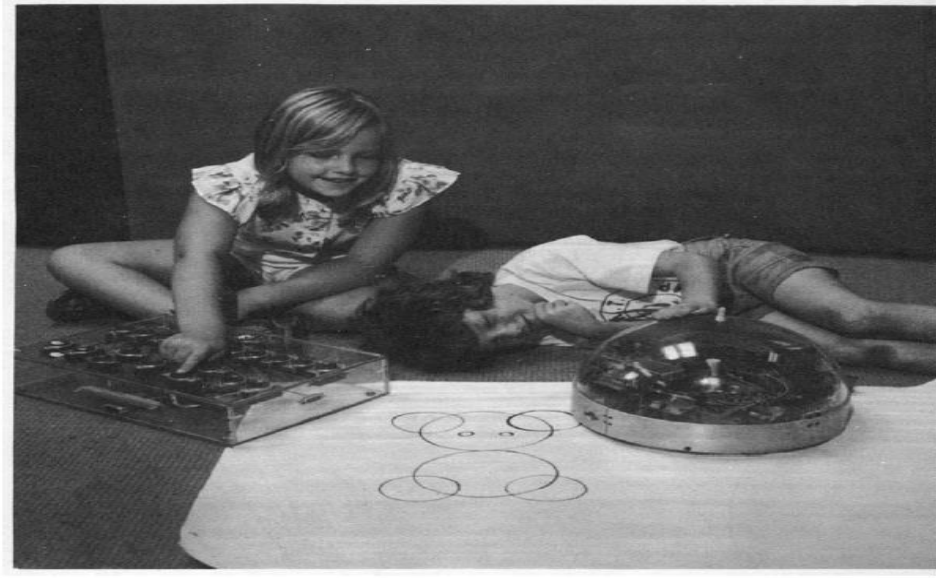
Robotların çok işlevli olması, dinamik bir yapıya sahip yani farklı görevleri farklı koşullarda yerine getirebilme yeteneğine sahip olmalarını tanımlamaktadır (Karademir Coşkun, Yurttaş Kumlu, 2020, s. 206).

Manipülatör olmaları ise programlanan işlevleri yerine getirerek robotun hareket etmesini sağlayan kol, bacak gibi hareket yeteneği sağlayan kısımları olarak tarif edilebilir (Karademir Coşkun, Yurttaş Kumlu, 2020, s. 206).

Linn ve Hsi (2000) programlama robotlarının öğrencilerin bilim araştırmasına girmesinin faydalarını şöyle sıralamıştır: (a) robotların bilim, fiziksel modellerle etkileşime girerek erişilebilir hale getirilmesi (b) düşünme, yapım ve tasarım ilkeleri aracılığıyla görünür hale getirilmesi; (c) öğrencilerin birbirleriyle iş birliği yaparak öğrenmesi ve (d) özerk öğrenme becerilerinin gelişmesidir. Yarışmaların ya da tasarım süreçlerinin öğrencilerin yirmi birinci yüzyıl becerilerinin geliştirilmesine ve liseden sonraki STEM programlarının ilginin artmasına katkıda bulunmasıyla öğrenciler robotik programları daha rahat kullanmaya başlamışlardır. (Brand vd., 2008; Caron, 2010; Grubbs, 2013; Ivey ve Quam, 2009; Matson vd., 2004). Robotik, Öğrencilere mühendislik uygulamaları ve teknoloji eğitimini öğrenme fırsatı sunmak için bağımsız bir konu alanı olarak tanıtılabilir (Grubbs, 2013, s. 12).

Teknolojiyi uygulayarak öğrenmek aynı zamanda öğrencilere gerçekçi bir mühendislik senaryosunu çözmekten, açık uçlu bir tasarım zorluğuyla fiziksel bileşenleri oynamaktan ve inşa etmekten de keyif almalarını sağlamaktadır (Grubbs, 2013, s. 12).

Eğitsel robotlar Seymour Papert tarafından 1980’de eğitim çevresine tanıtıldığından beri, robot bilimi okullarda problem çözümü, programlama, tasarım, fizik, matematik, hatta müzik ve sanat öğretiminde çeşitli seviyelerde kullanılmaktadır (Miller ve Nourbakhsh, 2016). 2000’lerin sonundan itibaren eğitimde robot kullanımında artış yaşanmıştır. Diğer şeylerin yanı sıra, STEM’e katılımı, STEM öğrenimini ve öğretimi teşvik etmekte kullanılmıştır.



Frontispiece: LOGO Turtle.

Şekil 3. Papert'ın tasarladığı LOGO Turtle isimli geometri şekilleri çizen robot

Kaynak: Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.

Kaplumbağa geometrisi (Turtle Geometry) Euclid ve Descartes'ın stillerinin olduğu gibi geometri çizmek için farklı bir stil oluşturur. Euclid mantıksal, Descartes ise cebirsel geometri stiline sahiptir. Şekil 4'te örnek ekran görüntüsü gösterilen Turtle geometrisi ise bilgi işlemsel bir geometri stilini oluşturur (Papert, 1980, s. 55).

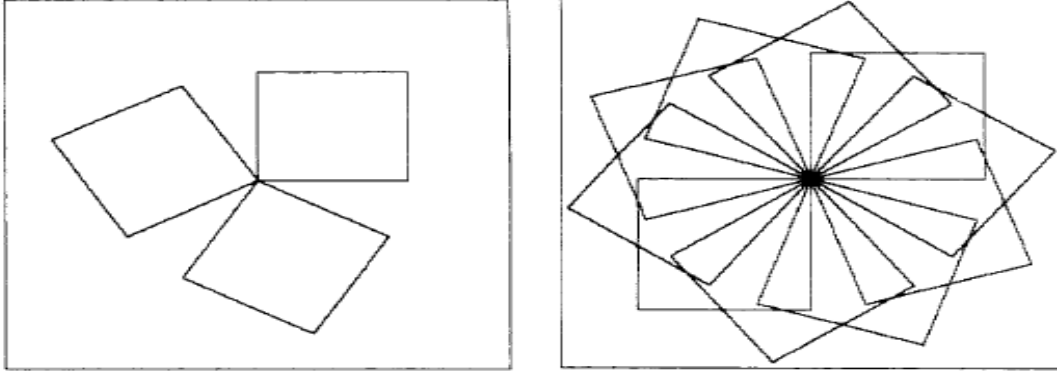


Şekil 4. Turtle ile ev çiziminden örnek

Kaynak: Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.

Şekil 4'te görüldüğü gibi Turtle ile öğrenciler bir üçgen ve kare ile eğlenceli bir şekilde ev çizebilir. Bazı öğrenciler bloklarla yukarıdaki ev resmini çizerken bazıları da aşağıda

Şekil 5’teki gibi Turtle’a farklı komutlar vererek farklı soyut resimler çizebilirler.



Şekil 5. Turtle’da bir kare ile çizilen soyut bir resim örneği

Kaynak: Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.

STEM eğitiminin uygulanmasında robotikler iyi bir öğrenme ortamı oluşturabilir. (Kim vd., 2015; Chung vd., 2014). Araştırmacılar robotikleri matematik (Highfield, 2010), fizik (Williams vd., 2008), yazılım ve mühendislik tasarımı ile problem çözme (Eguchi, 2016) alanları için kullanılacak bir platform olarak keşfetmişlerdir. Buna rağmen, çok az çalışmada öğrencilerin bir robotik programında öğrenmesi gereken matematik, fen ve teknoloji ile ilgili bilgiler tam olarak tanımlanmış ve robotik etkinliklerin öğrencilerin bu konuları öğrenmesine nasıl bir fayda sağlayacağı değerlendirilmiştir (Barak ve Assal, 2018).

Robot bilimi ayrıca öğretmenlerin fen ve matematik kavramlarını gerçek hayattaki uygulamalarda somutlaştırmak üzere teknoloji ve mühendislik konularını birleştirmelerine yardımcı olmuştur. Sonuç olarak farklı kavram ve becerilerde faydalar ve uzun vadede olumlu etkiler gözlenmiştir (Benitti ve Spolaôr, 2017). Robot bilimi ayrıca okullarda öğrencilerin yaratıcılığını, ekip çalışmasını ve problem çözme teşvik etmekte kullanılmıştır. Robot bilimi öğrencilere yapısalcı bir öğrenme ortamı sunmakta kullanılmıştır.

Üçgül (2017)’e göre eğitsel robotlar kodlama yapılabilen robot setleridir. Bir başka tanıma göre ise eğitsel robot; mikro denetleyici kartları olan, her öğretim seviyesinde

farklılık gösteren, parçaları monte edilebilen, sensör ve kumanda eklenebilen ve kodlama yapılabilen araçlardır (Kalelioğlu ve Keskinçilic, 2017). Kodlama eğitimlerinde Arduino, Makeblock, Vex, Lego gibi birçok eğitswel robot mevcuttur. Öğrenciler robotikler üzerinde yaptıkları kodlamaların etkilerini direk görebilmektedirler ve bu sayede soyut ifadeleri somutlaştırmak için eğitsel robotikler büyük fayda sağlamaktadır (Karahoca, Karahoca ve Uzunboylu, 2011; Kazakoff ve Bers, 2012). Robotik kodlama kullanılarak tasarlanan etkinlikler öğrencilerin yaratıcılık ve bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmektedir (Shin, Park ve Bae, 2013).

2.6. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde çalışma konusuna ilişkin olarak yapılan araştırmalar yurt dışında ve yurt içinde olmak üzere iki başlık altında ele alınmıştır.

2.6.1. Yurtdışında Yapılan Çalışmalar

Osborne ve diğ. (2010) öğretmen eğitiminin önemini vurgulamışlar ancak öğretmen atölyelerinin nasıl sunulduğundan kısaca bahsetmişlerdir. Robotik atölyelerinin öğretmen öğrenimine ve öğretim sonuçlarına nasıl katkı açtığı konusunda veri toplamamışlardır.

Tochacek ve Lapes (2012), öğretmen adaylarını yapılandırmacı öğretim konusunu öğretmek için robotu eğitimsel araç olarak kullanan bir program başlatmıştır. Diğer birçok çalışmadan daha fazla ayrıntı sağlasalar da programın hiçbir sonucuna yer verilmemiştir.

Arlegui ve diğ. (2013) öğretmenlerin STEM eğitimleri hakkında bilgi vermiş, ancak öğretmenlerin öğrendikleri ve yaptıklarıyla ilgili sadece anekdot raporları sunmuşlardır.

Sullivan ve Moriarty (2009) eğitim robotları ve veri toplama konusundaki mesleki gelişim atölyelerinin detaylı bir şekilde tanımlamış olsalar da çalıştıkları öğretmenler sadece ortaokul ve lise okullarındandı.

Sullivan ve Moriarty'nin (2009) odak noktası, “teknoloji [robotların] tasarımcılarının pedagojik amacı ile en uyumlu” (s.130) olarak seçtikleri bir keşif öğrenme yaklaşımıydı. Bununla birlikte, her iki çalışmada da öğretmenlere verilen minimum yönergeler, diğer araştırmacıların ve eğitimcilerin öğretmen eğitimlerini ve araştırmalarını kopyalamasını zorlaştırmaktadır. Özetle, ilköğretim öğretmeni robotik öğrenimi ve robotik kullanımıyla ilgili olarak sistematik bir araştırma yapma konusunda daha önce yapılmış bir çalışma yoktur.

Bers ve Portsmore (2005), okul öncesi eğitimdeki öğrenen adayları ve mühendislik öğrencilerini eşleştirerek robotik kullanımı tanıtmıştır. Bu çalışmada, bir mühendisten yardım alınamadığı durumlarda nasıl öğretim yapılacağına dair rehberlik sağlamamıştır ve robotik kullanarak sınıf etkinliklerini tasarlama işini öğretmenlere bırakmıştır. Aynı zamanda, erken çocukluk eğitimi programının bu çalışmasında eğitmen katılımı çok azdı çünkü araştırmacılar, öğretmen adaylarının mühendislik öğrencileri ile olan iş birliklerinin doğal sürecini gözlemlemeye öncelik vermişlerdi.

Barak ve Zadok (2009), 3 yıllık bir dönemde, birbirini takip eden öğrenci gruplarıyla tasarım temelli araştırmalarında, öğrencilerin kullandıkları iki problem çözme yaklaşımını belirlemiştir. Bu iki yaklaşımı buluşsal (heuristic) aramalar olarak adlandırırlar; Bu yaklaşımlarda öğrenciler problemle ilgili geliştirdikleri bilgileri kullanarak problemi çözmelerine yardımcı olurlar. Yaklaşım yöntemi olarak adlandırılan ilk arama türü, yavaş yavaş bir çözüme ulaşma hedefine doğru ileri ve geri akıl yürütmeyi içerir. İkinci yaklaşım, analogi veya soyutlama yoluyla planlama, modelleme ve akıl yürütmeyi içerir.

Pennsylvania'daki ilköğretim öğrencileri arasında bilişsel matematik başarısı, üstbilişsel farkındalık ve matematiğe karşı olumlu tutumlar üzerine ASTRA EAGLE adlı bir dizi web tabanlı oyunun kullanılmasının etkisini araştıran bir çalışma yürütülmüştür. Sonuçlar, çocukların oyun yoluyla matematik öğrenmeye yönelik olumlu tutum

geliştirmede önemli iyileşme gösterdiğini ortaya koymuştur. Dijital oyun oynama, matematikte problem çözmeyi öğretmek için başarıyla kullanılmıştır (Chang vd., 2012).

Benitti ve Spolaôr (2017) tarafından STEM eğitimini desteklemek üzere modern robot bilimi uygulamalarını tanımlamak amacıyla yürütülmüş çalışmaya göre robot bilimi ve öğrencilerin öğrenimindeki etkileri alanında çok daha fazla ampirik araştırma yapılması gerekmektedir. Bu araştırmacılar, yürüttükleri metodik literatür incelemesinde 2013'ten itibaren yayımlanmış ilgili makaleleri tanımlamış, değerlendirmiş ve sentezlemiştir. Bulgularından biri 60 araştırmadan sadece %25'inin öğrenmeyi nicel ve nitel olarak değerlendirdiğini göstermiştir.

Adams, Miller, Saul ve Pegg'in araştırmasında (2014) mekana dayalı eğitim yaklaşımını esas alarak ilköğretim öğretmen adaylarına etraflarındaki yerel ve gerçek dünya ortamları arasındaki bağlantıyı nasıl kullanacaklarını ve bunu matematik, fen ve sosyal bilimler eğitiminde nasıl ele alınacağını öğretmiştir. Sonuç olarak, öğretmenlerin STEM öğretime olan güvenleri ve STEM'i öğretme niyetleri artmıştır. Ancak, öğretim mühendisliği öğrenme süreçlerinde çok net bir şekilde vurgulanmamıştır.

DiFrancesca, Lee ve McIntyre (2014), mühendislik tasarım sürecinin matematik ve fen öğretimi derslerine entegre edildiği bir ilköğretim öğretmen hazırlık programını planlamışlardır. Çalışmalarında, öğretmen adaylarının öğretmenlik mühendisliğine yönelik tutumları ve özgüvenleri geliştirse de birbirleriyle bağlantılı mühendislik, fen ve matematik derslerinde katılımlarını bildirmemişlerdir.

Kay ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada robotlar, öğretmenlerin bilgisayar bilimi kavramlarını ve programlamayı anlamalarına yardımcı olmaya odaklanan bir okul öncesinden lise son sınıf öğrencilerine kadar öğretmen geliştirme çalışmasında kullanılmıştır. Bu çalışmadaki atölye çalışmalarından sonra öğretmenlerin programlamaya olan güvenleri ve bilgisi ile STEM öğretimini kolaylaştırmaya yönelik etkinlikleri artmıştır. Ancak, atölye çalışması, öğretim için robotları kullanmak yerine robotları inşa etmek ve programlamak üzerineydi.

Perritt (2010) robotik ile birlikte bir probleme dayalı öğrenme yaklaşımını kullanarak mesleki gelişim üzerine çalışmıştır. Yazar, öğretmenlerin özgüvenlerinin arttıkça, robotların ve eleştirel düşünmenin öğretimde daha çok kullanıldığını belirtmiştir. Bununla birlikte çalışmada mesleki gelişim hakkında sınırlı bilgi verilmiştir.

Barak ve Asal (2016) STEM tabanlı lise öğrencilerine uygulanan 30 saatlik robotik kursunda öğrencilerin gelişimi ve STEM'deki başarısı ele alınmıştır. Bu çalışmada ele alınan robot programında, öğrencilere Matematik, fizik ve problem çözme ile ilgili belirli konuları öğretmek için bir robotik kurs tasarlamışlar ve makalenin ilerleyen bölümlerinde açıklandığı gibi öğrencilerin bu konuları öğrenmelerini değerlendirmişlerdir.

Awad ve Barak (2014), lise öğrencilerinin ses, dalga ve iletişim sistemleri üzerine bir dersteki öğrenme başarılarını değerlendirmek için sınav tasarlarken olgusal, prosedürel ve kavramsal bilgi arasındaki ayrımı kullanmışlardır. Aynı şekilde mevcut çalışmada da öğrencilerin robotikteki ödevlerini tasarlamak ve dersteki başarılarını değerlendirmek için olgusal, yöntemsel ve kavramsal bilginin sınıflandırılması kullanılmıştır.

Yuen ve arkadaşlarının (2014) yaptığı çalışmada ilk ve ortaokul öğrencilerinin yaz kampına katılımını incelenmiş, öğrencilerin çoğunun yüksek sayıda görev-içi davranış sergiledikleri için robotlara karşı oldukça ilgi duyduğu görülmüştür. Robotik, öğrencilerin sadece STEM kavramları hakkında bilgi sahibi olmasını değil, aynı zamanda STEM'in disiplinler arası doğasını da öğrenmelerini sağlayarak öğrencileri işbirlikçi bir şekilde çalışmaya teşvik ettiği vurgulanmıştır.

2.6.2. Yurtiçinde Yapılan Çalışmalar

Marulcu ve Sungur'un (2012) 44 öğretmen adayıyla yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarına anket yaptırılmıştır. Ankette adaylardan mühendislikle ilgili soruları cevaplamaları istenmiştir. Çalışmanın sonucuna göre mühendisliğin öğretmen adayları için fen eğitiminde önemli olduğunu çıkarılsa da 23 öğretmen adayının mühendislik süreciyle ilgili yeterli düzeyde bilgi sahibi olmadıkları görülmektedir.

Kızılay (2016), fen bilgisi öğretmen adayları ile nitel bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM alanlarıyla ve eğitimiyle ilgili görüşlerini almış, böylece öğretmen adayları ile görüşmeler gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonunda, öğretmen adaylarının STEM eğitiminin faydasından bahsettikleri, ancak STEM eğitimindeki disiplinler arasındaki ilişkiden bahseden öğretmen adayının sınırlı sayıda olduğu sonucuna varılmıştır.

Ceylan (2014) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada asit ve bazlar konusunda FeTeMM eğitime dayalı öğretim ile dersleri işlemişlerdir. FeTeMM eğitimi ile ilgili öğrenci görüşlerinin alındığı çalışmada FeTeMM eğitiminin öğrencilerin yaratıcılık ve problem çözme becerilerine ve akademik başarısına olan etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre FeTeMM eğitiminin uygulandığı gruptaki öğrencilerin kontrol grubunda bulunan öğrencilere göre daha başarılı olduğu sonucu çıkarılmıştır. Ortaokul öğrencileri FeTeMM eğitimi ile ilgili olumlu yönde görüş bildirmişlerdir.

Ercan (2014) Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı adlı araştırmasını ilköğretim 7. sınıf öğrencileri ile yapmıştır. Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarı, karar verme becerisi, mühendislik disiplini ile ilgili yeterliklerine etkisini tasarım temelli fen eğitimi açısından araştırmıştır. Araştırma sonucuna göre, verilen eğitimin araştırmaya katılan öğrencilerin bilgi düzeylerinin artmasına katkı sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır.



BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu çalışmada Fen Bilimleri dersi 7. sınıf öğretim programında yer alan *kuvvet ve enerji* ünitesi yönelik özgün olarak eğitsel robotik etkinlikleri tasarlanmış, uygulanmış ve uygulanan etkinliklerin öğrencilerin başarılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Bu bölümde; araştırmanın modeli, çalışma grubu, verilerin toplanması, veri toplama araçlarının geliştirilmesi, etkinliklerin geliştirilmesi ve uygulama süreci, verilerin analizi, araştırmada kullanılan araçların geçerlik, güvenirlik ve kullanılabilirliğinin sağlanması hakkında detaylı bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırma verilerinin toplanması ve analizlerinin yapılması için araştırmanın amaca uygunluk ve ekonomik olma şartlarının düzenlenmesi araştırma modeli olarak tanımlanmaktadır (Karasar, 2011, s.76; Selltitz, Jahoda, Deutsch ve Cook, 1959, s. 50). Deneysel model ve tarama modelleri bu koşulları sağlayan temel model yaklaşımlarındandır (Karasar, 2011, s. 76).

Araştırma modellerinden biri olan deneysel modelde, araştırmacının kontrolünde gözlenmek istenen verilerin neden-sonuç ilişkisini saptamak amaçlanır. Araştırma modellerinden bir diğeri olan tarama modelinde durum gözlemlemesi yapılırken, deneysel modellerde ise araştırmacı gözlemlemek istediği durumları kendisi oluşturur (Karasar, 2011, s. 87). Deneysel model; deney öncesi, gerçek deneysel ve yarı deneysel

model olarak üç kategoriye ayrılan, bilimsel değeri en yüksek modeldir (Karasar, 2011, s. 96- 97).

Gerçek deneysel modelin şartlarının oluşturulamadığı durumlarda yarı deneysel model uygulanabilir. Sosyal bilimlerdeki araştırmalarda genellikle uygulama geçerliği yüksek olan yarı deneysel model uygulanmaktadır. Yarı deneysel modelde gruplar seçkisiz atama yoluyla oluşturulmaz. Yarı deneysel modellerden bazıları şunlardır (Karasar, 2011, s. 99):

- 1- Zaman dizisi modeli,
- 2- Eşit zaman örneklemleri,
- 3- Eşitlenmemiş kontrol grubu,
- 4- Öntest–son test ayrı örnek grup,
- 5- Rotasyon modelidir.

Yarı deneysel modellerden eşitlenmemiş kontrol grubu model, ön test – son test kontrol grubu deneysel modelle benzerlik gösterir. Bu modelde grupların seçkisiz atama yoluyla eşitlenmeleri için bir çaba sarf edilmezken, grubun deney veya kontrol grubu olması yansız olarak seçilir (Karasar, 2011, s. 102).

Ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersi *kuvvet ve enerji* ünitesine yönelik özgün olarak tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin öğrencilerin başarılarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırıldığı bu araştırmada eşitlenmemiş kontrol grubu yarı deneysel model kullanılmıştır. Gruplar oluşturulurken okulda bulunan hazır şubeler kullanılmış ve deney ile kontrol grubu seçimi idare tarafından kura ile belirlenmiştir.

Araştırmada kullanılan eşitlenmemiş kontrol grubu yarı deneysel model ile ilgili bilgiler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3

Araştırmanın Deneysel Deseni

Grup	Ön test	Uygulama	Son test	Kalıcılık Testi
Deney Grubu	*FÖT		**KEBT	
	KEBT	**ERE	***BYÖ	**KEBT
	***BYÖ			
Kontrol Grubu	*FÖT	Fen Bilimleri öğretim	**KEBT	
	KEBT	programına uygun yöntem	*BYÖ	**KEBT
	***BYÖ	ve teknikler		

*FÖT: Fen önbilgi testi

**KEBT: Kuvvet ve enerji başarı testi

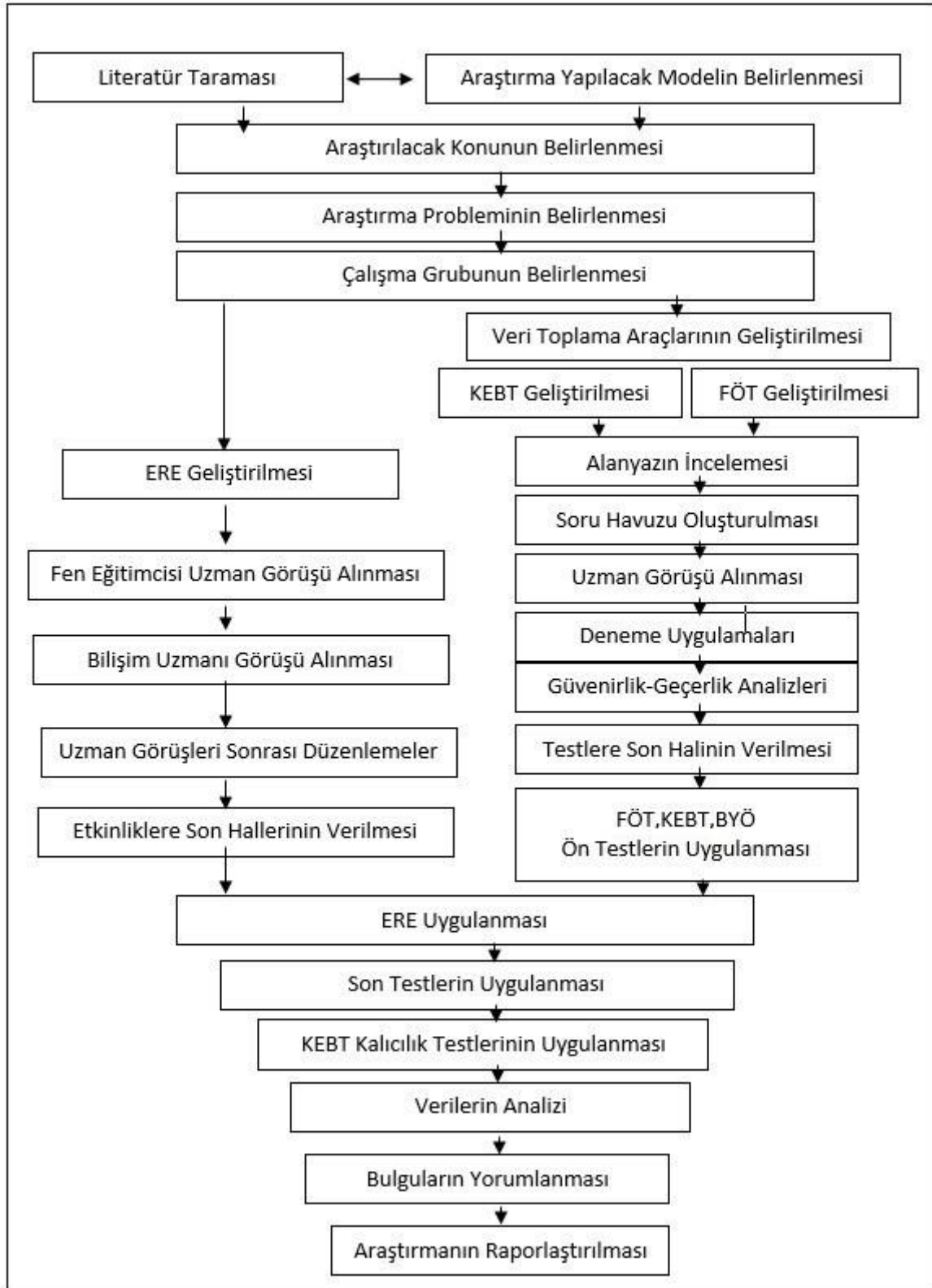
***BYÖ: Bilimsel yaratıcılık ölçeği

****ERE: Eğitsel robotik etkinlikler

Bu araştırmada nicel araştırma yöntemleri kullanılarak veriler toplanmış, toplanan verilerin analizi yapılmış ve araştırmanın bulguları ortaya konulmuştur. Araştırma sürecine ilişkin akış şeması Şekil 6'da verilmiştir.

3.2. Araştırmanın Çalışma Evreni

Evren tanımı genel evren ve çalışma evreni olarak iki şekilde tanımlanmaktadır. Ulaşılması zor olan evren tanımı yerine ulaşılabilen evren olan çalışma evreni kavramı üretilmiştir (Karasar, 2011, s. 110). Araştırmanın çalışma evrenini Ankara ili Çubuk ilçesinde öğrenim gören ortaokul 7. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır.



Şekil 6. Araştırma sürecinde yapılan çalışmaların akış şeması

3.3. Araştırmanın Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu Ankara ili Çubuk ilçesindeki bir devlet ortaokulunda 2019-2020 eğitim-öğretim yılı güz döneminde öğrenim gören 7. sınıflardan seçilen biri deney grubu diğeri kontrol grubu olmak üzere toplam 45 öğrenci oluşturmaktadır. Okulda bulunan toplam dört 7. sınıf şubesinden seçkisizlik ilkesine göre idarenin belirlediği bir şube deney, bir şube de kontrol grubu olarak seçilmiştir.

3.4. Verilerin Toplanması

Günlük yaşantılardaki veri toplama süreçleri gibi bilimsel araştırmalarda da veri toplama önemli bir süreçtir. Bilimsel bir araştırmada veri toplamanın belirli aşamaları vardır. Veri toplama sürecinin araştırmanın hedeflediği amaca yönelik nicelik ve nitelikleri taşıması gerekir. Bu sürecin belirli bir plan kapsamında yapılarak, araştırma verilerinin kaydedilmesi, geçerlik ve güvenirlik denetimlerinin yapılması gibi sistemli bir şekilde toplanan veriler bilimsel çalışmalarda kullanılabilir (Karasar, 2011, s. 155).

Bu bölümde araştırma verilerinin bilimsel olarak nasıl toplandığına ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Araştırma verilerinin toplanması için kullanılan veri toplama araçları, bu araçların geliştirilme süreçleri, araştırmada kullanılan etkinlikler ve geliştirilme süreçleri, deneme ve asıl uygulamalar ile ilgili detaylı bilgiler yer almaktadır.

3.4.1. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın alt problemlerini test etmek amacıyla elde edilen nicel veriler araştırmacı tarafından geliştirilen Fen Önbilgi Testi (FÖT) ve Kuvvet ve Enerji Başarı Testi (KEBT) ile Deniz Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçe'ye uyarlanan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ) ölçme araçları ile toplanmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen veri toplama araçları çoktan seçmeli test olarak tasarlanmıştır. Çoktan seçmeli testler günümüzde en sık kullanılan testlerdendir. Objektif olarak puanlanması, çok sayıda öğrenciye kısa sürede uygulanabilmesi, üst düzey bilgi ve becerileri ölçebilmesi ile de

kapsam geçerliğini genellikle sağladığı için çoktan seçmeli testler eğitim alanında sıklıkla tercih edilmektedir (Çakan, 2017, s. 90, 91). Aşağıda verilerin toplanması için kullanılan veri toplama araçları, araştırmacı tarafından geliştirilen ölçme araçlarının geliştirme süreçleri hakkında ayrıntılı bilgilere yer verilmektedir.

3.4.1.1. Fen Önbilgi Testi (FÖT)

Çetin'e göre (2019, s. 105), eğitimde test geliştirme süreçlerine ilişkin belirli basamaklar yer almaktadır. *Fen Önbilgi Testi* (FÖT) geliştirilirken uygulanan test geliştirme sürecine ilişkin basamaklar Şekil 7'de gösterilmiştir. Bu bölümde testin geliştirilme sürecinde uygulanan basamaklarla ilgili detaylı bilgiler verilmektedir.

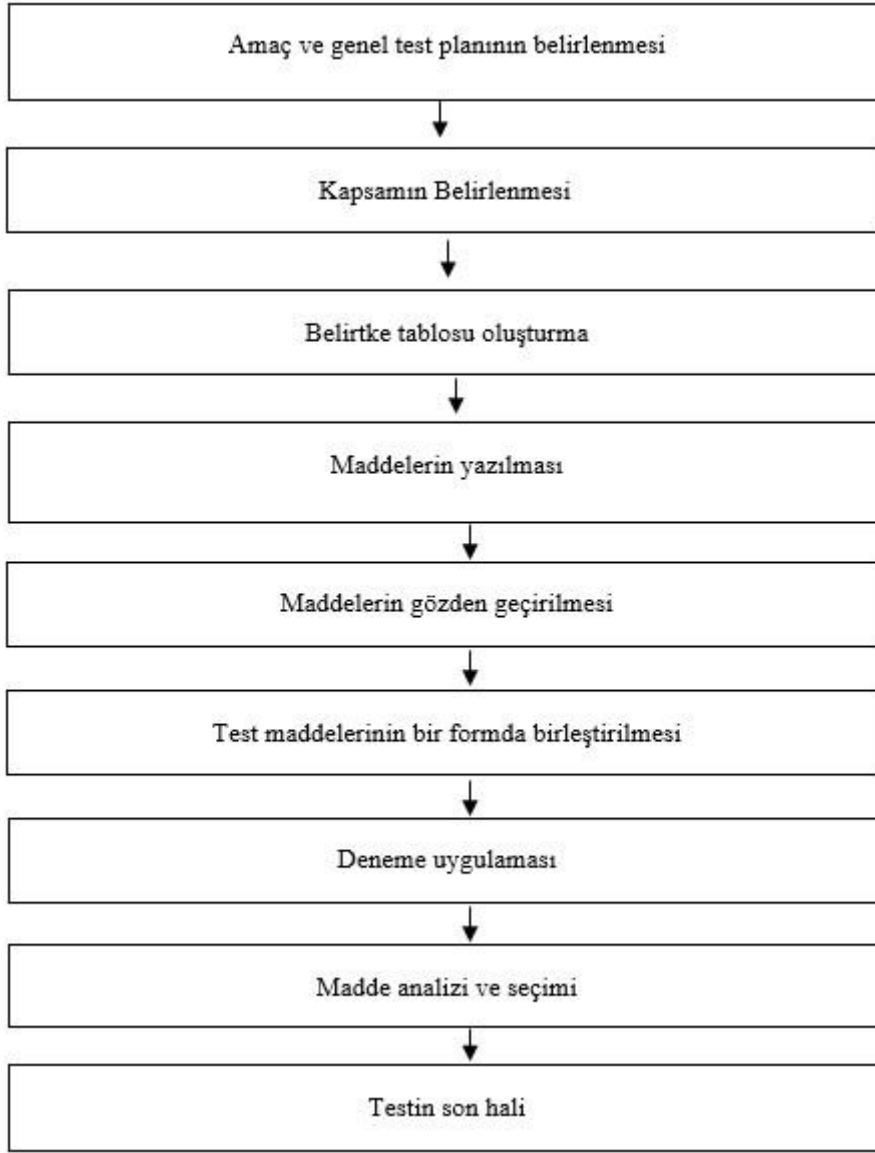
3.4.1.1.1. Amacın Belirlenmesi

Yeni bir konu öğrenmeden önce öğrencilerin sahip oldukları önbilgilerinin belirlenmesi, yeni öğrenecekleri konular için hazırbulunuşluklarının tespit edilerek, önceki bilgilerin gözden geçirilmesi ve eksik öğrenmelerin tamamlanması için önemlidir (Pala, 2016, s. 117).

Bu testin amacı ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin *kuvvet ve enerji* ünitesini öğrenebilmeleri için öğrencilerin hazırbulunuşluklarını tespit etmektir. Çoktan seçmeli olarak geliştirilen testin son hali 30 maddeden oluşmaktadır.

3.4.1.1.2. Kapsamın Belirlenmesi

Araştırmacı tarafından *kuvvet ve enerji* ünitesiyle ilişkili 4, 5 ve 6. sınıflarda yer alan konularla alakalı 35 maddeden oluşan FÖT soru havuzu hazırlanmıştır. Soru havuzunda bulunan maddeler dört seçenekten oluşan çoktan seçmeli sorulardır.



Şekil 7. Test geliştirme süreci

FÖT içeriği oluşturulurken 4, 5 ve 6. sınıflarda okutulan fen bilimleri ders kitapları, kaynak kitaplar, çalışma kitapları ve ilgili literatür detaylı olarak taranmıştır. Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2018) incelenerek öğrencilerin Kuvvet ve Enerji Ünitesi ile ilgili 7. sınıfta bilmesi gereken kazanımlar tespit edilmiştir.

3.4.1.1.3. Belirtke Tablosunun Oluşturulması

Bir testin kapsam geçerliğini kanıtlamak için belirtke tablosu oluşturmak çok önemlidir. Belirtke tablosu hedef kazanımlarını, konu başlıklarını, konu başlıklarını ölçen maddeler ve bu maddelerin bilişsel düzeylerini içermelidir (etin, 2019, s. 109).

Eğitim alanında bilişsel alan ile ilgili en sık kullanılan taksonomi Bloom taksonomidir. Bloom ve arkadaşlarının 1956’da oluşturduğu taksonomi 2001 yılında yenilenerek yeniden oluşturulmuştur. Yenilenmiş Bloom taksonomisine göre bilişsel alan; hatırlama, anlama, uygulama, çözümlleme, değerlendirme ve yaratma basamaklarından oluşmaktadır (Atalmış, 2019, s. 85 – 87).

Kuvvet ve enerji ünitesine ait kazanımlar Yenilenmiş Bloom taksonomisinin bilişsel alan basamakları gz önünde tutularak incelenmiştir. FT ile ilgili alt sınıflara ait kazanım, bilişsel düzey ve testteki madde numaraları Tablo 4’te ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 4

FÖT İçin Oluşturulan Belirtke Tablosu

Konular	Kazanımlar	Bilişsel Düzey	Madde Numaraları
4. Sınıf	F.4.3.1.1. Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.	Anlama	3, 4
	F.4.3.2.1. Mıknatısı tanır ve kutupları olduğunu keşfeder.	Hatırlama, Anlama	1,5
	F.4.3.2.2. Mıknatısın etki ettiği maddeleri deney yaparak keşfeder. Mıknatısın uyguladığı kuvvetin, temas gerektiren kuvvetlerden farklı olarak temas gerektirmediği vurgulanır.	Hatırlama, Uygulama	2 6
5. Sınıf	F.5.3.1.1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer. Kuvvet birimi olarak Newton (N) kullanılır.	Anlama Hatırlama Çözümleme Uygulama	7 8 9 19
	F.5.3.1.2. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar	Anlama Uygulama	16 18
	F.5.3.2.1. Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir.	Anlama Çözümleme	11 15
	F.5.3.2.2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder. Sürtünme kuvvetinin, pürüzlü ve kaygan yüzeylerde harekete etkisi ile ilgili deneyler yapılır	Çözümleme Uygulama	13 21
	F.5.3.2.3. Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.	Çözümleme Uygulama	10,12 14
	F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir.	Anlama Uygulama	22 27,29,31
6. Sınıf	F.6.3.1.2. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyerek gözlemler. Aynı doğrultudaki kuvvetlerin bileşkesi üzerinde durulur. Doğrultuları farklı kuvvetlerin bileşkesine girilmez.	Uygulama	24,30
	F.6.3.1.3. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek karşılaştırır.	Çözümleme Uygulama	20 23,32
	F.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder.	Hatırlama	17
	F.6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir.	Çözümleme	25,26,28

3.4.1.1.4. Maddelerin Yazılması

Araştırmacı tarafından belirtke tablosunun hazırlanmasının ardından test oluşturma basamaklarından olan madde yazımı aşamasına geçilmiştir. Çoktan seçmeli test olarak tasarlanan ölçme aracı için 35 madde yazılmıştır. Doğan (2007)' a göre çoktan seçmeli testler, test yapılan kişilerin kendilerine sunulan belirli sayıdaki seçenek arasından doğru cevabı bulmalarını amaçlayan sorulardan oluşan ölçme araçlarıdır. Çoktan seçmeli testlerin avantajları ve dezavantajları Tablo 5'te özetlenmiştir.

Araştırmada kapsam geçerliği için FÖT'te yer alan her bir test maddesinin yazımında öğrencilerin hazır bulunuşluklarını ölçmek için kazanımlara uygunluğuna, bilişsel düzeylere uygunluğuna, dil bakımından anlaşılabilirliğine ve testin uygunluğuna dikkat edilmiştir.

Tablo 5

Çoktan Seçmeli Testlerin Avantaj ve Dezavantajları

Çoktan seçmeli testin avantajları	Çoktan seçmeli testin dezavantajları
Kapsam geçerliği yüksektir	Üst düzey davranışları ölçmek zordur
Güvenirlilik yüksektir	Hazırlanması zordur. Uzmanlık gerektirir
Puanlama objektiftir	Şans başarısı vardır
Uygulanması ve puanlanması kolaydır	Okuma hızından dolayı geçerlik düşer
Her öğretim düzeyinde uygulanabilir	
Kalabalık gruplara uygulanabilir	
İstatistiksel işlemler yapılabilir	

Baştürk, S. (2014). Çoktan seçmeli testler. S. Baştürk (Ed.), Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Ankara

3.4.1.1.5. Maddelerin Gözden Geçirilmesi

Test oluşturma aşamalarından biri olan maddelerin gözden geçirilmesi sürecinde maddeler; dil ve anlaşılabilirlik, bilimsel doğruluk, madde yazımına uygunluk, bilişsel taksonomi açısından ilgili uzmanlar tarafından incelemeye tabi tutulur (Çetin, 2019, s. 117).

FÖT için oluşturulan soru havuzundaki maddeler iki eğitim bilimleri uzmanı, iki fen eğitimi uzmanı ve bir dil uzmanı tarafından incelenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda

test maddeleri gözden geçirilmiş ve uygun görülmeyen üç madde testten çıkarılarak 35 olan madde sayısı deneme uygulaması öncesi 32'ye düşürülmüştür.

3.4.1.1.6. Maddelerin Bir Formda Birleştirilmesi

Testin geçerliği ile doğrudan ilişkili olan test maddelerinin bir formda birleştirilmesi önemlidir. Test formu oluşturulurken yönerge, madde dizilimi ve dağılımı gibi hususlar göz önünde bulundurulmalıdır (Çetin, 2019, s. 11). Testin geçerliğini sağlamak için test formu oluşturulmuş, testin amacı ve dikkat edilmesi gereken kurallar test formunda yer alan yönergede belirtilmiştir. Soruların kolaydan zora doğru dizilimi sağlanmış, sorular sayfaya uygun şekilde yerleştirilmiş ve kolay anlaşılabilir olmasına dikkat edilmiştir.

3.4.1.1.7. Deneme Uygulaması

FÖT için pilot uygulama başka bir ortaokulda 7. sınıfta öğrenim gören 163 öğrenciye uygulanmıştır.

Pilot uygulama yapılan öğrencilere ait sayısal bilgiler Tablo 4'te verilmiştir. Tabacknick ve Fidell (2001)'e göre madde sayısının 5 katı kadar kişi üzerinde araştırmayı gerçekleştirmek yeterlidir. Preacher ve MacCallum (2002)'ye göre örneklem sayısı en az 100 ile 250 kişi arasında olmalıdır. Geçerlik ve güvenirlik çalışmasını yaptığımız bu araştırmada madde sayısı deneme çalışmasında 32'dir. Çalışmanın yapıldığı örneklem büyüklüğü ise madde sayısının 5 katından daha fazla olan 163'tür. Dolayısıyla bu çalışmada Tabacknick ve Fidell (2001) ile Preacher ve MacCallum (2002)'un asgari ölçütlerini karşılayacak şekilde örneklem seçilmiştir.

Pilot uygulamada FÖT, öğrencilere bir ders saati boyunca uygulanmıştır. 32 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan testin uygulanmasında her öğrencinin testi kendi başına çözmesi ve sınav kurallarına uyması sağlanmıştır. Araştırmacı tarafından her şubede test hakkında açıklayıcı bilgilendirme yapılmış, öğrencilerin anlamadığı sorular açıklanmıştır.

Tablo 6

FÖT Pilot Uygulama Yapılan Öğrenci Bilgileri

Şube	N
A	28
B	27
C	24
D	27
E	28
F	29
Toplam	163

3.4.1.1.8. FÖT Madde Analizi

FÖT'ün yapı geçerliğini sağlamak için testte yer alan maddelerin madde güçlükleri, madde ayırt edicilik indisleri ve KR-20 güvenirlik katsayıları hesaplanmış, çeldirici seçenek analizi yapılmıştır.

Çoktan seçmeli test maddelerinin analizinde alt – üst grup yöntemi olarak bilinen basit yöntem kullanılmıştır. Basit yöntemle göre uygulanan adımlar aşağıda belirtilmiştir (Güler, 2019, s. 97).

- 1- Madde analizlerini yapmak için her doğru cevap için “1”, yanlış ve boş bırakılan cevaplar için “0” değeri excel programına girilmiştir.
- 2- Öğrencilerin aldıkları puanlar en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır.
- 3- En yüksek test puanına sahip %27'lik üst grup ile en düşük puana sahip %27'lik alt grup belirlenerek, diğer %46'lık grup analiz dışında tutulmuştur.
- 4- Madde güçlüğü, madde ayırt edicilik indeksi hesaplanarak madde analizi tablosu Tablo 7 oluşturulmuştur.

Tablo 7'de %27'lik üst grup ve %27'lik alt gruplar analize dahil edilerek hesaplanan madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksleri verilmiştir. Madde güçlüğü (pj) maddenin uygulandığı gruba göre zorluğu hakkında bilgi verir.

$$P_j = \frac{\text{üst grupta doğru cevaplayan öğrenci sayısı} + \text{alt grupta doğru cevaplayan öğrenci sayısı}}{\text{üst gruptaki öğrenci sayısı} + \text{alt gruptaki toplam öğrenci sayısı}}$$

P_j değerinin 1,00' e yaklaşması maddeyi doğru cevaplayanların sayısının arttığını, 0.00'a yaklaşması ise maddeyi doğru cevaplayan sayısının azaldığını ve soruların zorlaştığını gösterir. Madde güçlüğü'nün orta zorlukta olması ($p_j = 0,50$) idealdir (Kan, 2017, s. 251-252). Madde güçlüğü'nün 0,20 ile 0,80 arasında olması beklenir (Kline, 1986).

Tablo 7

FÖT Madde Analizi Sonuçları

Madde No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	0,15*	0,07*
2	0,36	0,32
3	0,77	0,45
4	0,74	0,43
5	0,64	0,55
6	0,47	0,43
7	0,76	0,43
8	0,75	0,23*
9	0,49	0,48
10	0,69	0,48
11	0,45	0,45
12	0,45	0,55
13	0,59	0,32
14	0,53	0,43
15	0,41	0,41
16	0,63	0,43
17	0,43	0,36
18	0,51	0,57
19	0,68	0,59
20	0,49	0,43
21	0,63	0,66
22	0,38	0,61
23	0,34	0,32
24	0,55	0,73
25	0,33	0,34
26	0,36	0,50
27	0,36	0,32
28	0,38	0,34
29	0,39	0,31
30	0,48	0,59
31	0,52	0,77
32	0,53	0,66

*Madde testten çıkarılmıştır.

Tablo 5'te %27'lik üst grup ve %27'lik alt grup kullanılarak madde ayırt edicilik indeksleri (r_{jx}) hesaplanmıştır. Bir maddeye verilen cevapların tüm teste verilen cevaplarla ilişkisini

inceleyen madde ayırt ediciliği testin güvenilirliği için de önemli bir indekstir (Kan, 2017, s. 253).

$$r_{jx} = \frac{\text{üst grupta doğru cevaplayan öğrenci sayısı} - \text{alt grupta doğru cevaplayan öğrenci sayısı}}{\text{üst gruptaki öğrenci sayısı veya alt gruptaki toplam öğrenci sayısı}}$$

Güler' e göre (2019, s. 101) bir maddenin en önemli istatistiği olan madde ayırt edicilik indeksi aşağıdaki gibi yorumlanabilir:

$-1 \leq r_j < 0$ ise madde ayırt edicilik bakımından sorunlu ve teste alınmamalıdır.

$0 \leq r_{jx} < 0.20$ ise maddenin ayırt ediciliği yoktur ve teste alınmamalıdır.

$0.20 \leq r_{jx} < 0.30$ ise orta düzeyde madde ayırt ediciliği vardır ve mümkünse teste alınmamalıdır. Teste alınmak isteniyorsa maddede gerekli düzenlemeler yapılarak alınmalıdır.

$r_{jx} \geq 0.30$ ise madde ayırt ediciliğinin iyi düzeyde olduğunu gösterir ve bu değerdeki maddelerin teste alınması beklenir.

Tablo 5'teki p_j ve r_{jx} değerleri incelendiğinde FÖT'te bulunan maddelerden birinci madde ($p_j=0.15<0.20$, $r_{jx}=0.07<0.30$) madde güçlüğü ve madde ayırt ediciliği açısından, sekizinci madde ($r_{jx}=0.23<0.30$) madde ayırt ediciliği analizi sonucu testten çıkarılmıştır. Testteki maddelerin madde güçlük indeksi $0.33 \leq p_j \leq 0.77$, madde ayırt edicilik indeksleri ise $0.31 \leq r_{jx} \leq 0.77$ aralığında bulunmaktadır.

Kayış'a göre (2010), güvenilirlik katsayıları aşağıdaki gibi yorumlanabilir:

$0 < \alpha < 0.40$ ölçek güvenilir değil.

$0.40 < \alpha < 0.60$ ölçek düşük güvenilirlikli.

$0.60 < \alpha < 0.80$ ölçek oldukça güvenilir.

$0.80 < \alpha < 1.00$ ölçeğin güvenilirliği yüksek.

Geliştirilen FÖT'ün KR-20 güvenilirlik katsayısı yukarıdaki verilere göre yüksek güvenilirlikli test grubunda (0.82) çıkmıştır.

Çoktan seçmeli maddelerden oluşan testin çeldirici seçenek analizi yapılmıştır. Çeldirici seçenek analizine göre üst %27'lik grupta yer alan öğrencilerin çoğunun doğru cevabı bilmesi, alt %27'lik gruptaki öğrencilerin çoğunun ise çeldirici seçeneklere eşit şekilde dağılması istenen bir durumdur. Çeldirici madde analizinde doğru seçeneği üst grubun alt gruptan daha fazla işaretlemesi ve alt grubun çeldirici seçeneklere yönelmesi maddenin bilenle bilmeyeni ayırt edebilecek şekilde yazıldığını gösterir (Kan, 2017, s. 259). FÖT madde frekansları Tablo 8'de gösterilmektedir.

Tablo 8
FÖT Madde Frekans Tablosu

Madde Numarası	Seçenekler						Toplam
	Grup	A	B	C	D	Boş	
1	Üst	0	23*	14	7	0	44
	Alt	4	9	11	16	4	44
2	Üst	0	0	0	44*	0	44
	Alt	9	3	7	24	1	44
3	Üst	0	0	2	42*	0	44
	Alt	1	11	8	23	1	44
4	Üst	1	35*	4	2	2	44
	Alt	11	21	6	3	3	44
5	Üst	4	4	30*	6	0	44
	Alt	11	8	11	10	4	44
6	Üst	43*	0	1	0	0	44
	Alt	24	8	6	6	0	44
7	Üst	3	1	7	32*	1	44
	Alt	9	11	9	11	4	44
8	Üst	0	1	41*	2	0	44
	Alt	7	2	20	14	1	44
9	Üst	0	10	4	30*	0	44
	Alt	4	19	9	10	2	44
10	Üst	4	5	2	32*	1	44
	Alt	14	10	11	8	1	44
11	Üst	33*	1	8	2	0	44
	Alt	19	6	9	8	2	44
12	Üst	6	33*	1	4	0	44
	Alt	8	14	10	11	1	44
13	Üst	5	27*	9	3	0	44
	Alt	9	9	10	14	2	44
14	Üst	1	37*	6	0	0	44
	Alt	8	18	10	5	3	44

Tablo 8 (devamı)							
15	Üst	27*	6	3	8	0	44
	Alt	11	8	15	8	2	44
16	Üst	8	0	35*	1	0	44
	Alt	17	9	10	6	2	44
17	Üst	0	0	43*	1	0	44
	Alt	7	8	17	9	3	44
18	Üst	0	3	9	31*	1	44
	Alt	9	6	15	12	2	44
19	Üst	0	2	42*	0	0	44
	Alt	13	6	13	11	1	44
20	Üst	30*	7	6	0	1	44
	Alt	3	21	8	11	1	44
21	Üst	2	22*	4	16	0	44
	Alt	7	8	10	17	2	44
22	Üst	0	3	0	40*	1	44
	Alt	6	16	13	8	1	44
23	Üst	14	22*	1	7	0	44
	Alt	15	7	12	7	3	44
24	Üst	27*	13	1	3	0	44
	Alt	5	12	11	12	4	44
25	Üst	15	5	1	23*	0	44
	Alt	17	9	6	9	3	44
26	Üst	24*	8	12	0	0	44
	Alt	9	18	7	6	4	44
27	Üst	5	23*	13	1	2	44
	Alt	9	11	15	7	2	44
28	Üst	34*	1	4	5	0	44
	Alt	8	10	10	13	3	44
29	Üst	3	0	40*	1	0	44
	Alt	9	19	6	7	3	44
30	Üst	1	38*	4	0	1	44
	Alt	9	9	11	14	1	44

*Doğru seçenek

Tablo 8'deki çeldirici madde analizi incelendiğinde doğru seçeneği üst grubun daha çok seçtiği ve alt grubun diğer çeldirici seçeneklere daha fazla yöneldiği gözlenmiştir. Genellikle çeldiriciler diğer seçeneklere dağılmış durumdadır. Bu durum çeldiricilerin iyi çalıştığını göstermektedir (İlhan, 2019, s. 285, 286).

3.4.1.1.9. FÖT Son Halinin Oluşturulması

Yapılan çalışmalar ve analizler sonucunda kalan 30 maddeden FÖT oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından geliştirilen FÖT öğrencilerin hazır bulunuşluklarını belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Testte her doğru cevap için 1 puan, yanlış ve boş bırakılan sorular

için 0 puan verilmiştir. Testten elde edilebilecek en düşük puan 0, en yüksek puan ise 30'dur.

3.4.1.2. Kuvvet ve Enerji Başarı Testi (KEBT)

Araştırmacı tarafından *Kuvvet ve Enerji Başarı Testi* (KEBT) oluşturulurken Şekil 1'de FÖT oluşturulurken kullanılan test geliştirme basamakları kullanılmıştır. Çoktan seçmeli maddelerden oluşan KEBT için izlenen adımlar ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

3.4.1.2.1. Amacın Belirlenmesi

Okullarda eğitim – öğretim süreci sonunda öğrencilerin kazanımlara ne derece ulaştığını belirlemek ve öğrenci başarısını tespit etmek için kullanılan ölçme araçlarına başarı testi denir (Gürel, 2019, s. 337).

Bu test, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin “Kuvvet ve Enerji” ünitesi ile ilgili eğitim – öğretim sürecinde kullandıkları öğretim araçlarının etkililiğini ölçmek ve fen başarılarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Çoktan seçmeli olarak geliştirilen KEBT'in son hali 30 maddeden oluşmaktadır. KEBT geliştirilirken soru havuzunun oluşturulması, uzman görüşlerinin alınması, pilot çalışma, geçerlik ve güvenirlik analizleri aşamaları uygulanmış ve teste son hali verilmiştir. KEBT geliştirilirken uygulanan aşamalar aşağıda belirtilmiştir.

3.4.1.2.2. Kapsamın Belirlenmesi

Araştırmacı tarafından *kuvvet ve enerji* ünitesiyle ilgili 7. sınıf öğretim programında yer alan konularla alakalı 40 maddeden oluşan KEBT soru havuzu hazırlanmıştır. Soru havuzunda bulunan maddeler dört seçenekten oluşan çoktan seçmeli sorulardır. KEBT içeriği oluşturulurken 7. sınıflarda okutulan fen bilimleri ders kitapları, kaynak kitaplar, çalışma kitapları ve ilgili literatür detaylı olarak incelenmiştir. Fen Bilimleri Öğretim

Programı (MEB, 2018) araştırılarak öğrencilerin *kuvvet ve enerji* ünitesi ile ilgili 7. sınıfta edinmeleri gereken kazanımlar tespit edilmiştir.

3.4.1.2.3. Belirtke Tablosunun Oluşturulması

KEBT kapsam geçerliğini sağlamak için belirtke tablosu oluşturulmuştur. Oluşturulan belirtke tablosunda hedef kazanımlar, ilgili konu başlıkları, testteki madde numarası ve bilişsel düzeylere dikkat edilerek Yenilenmiş Bloom taksonomisinin basamakları göz önünde tutulmuştur (Atalmış, 2019, s. 85 – 87; Çetin, 2019, s. 109).

KEBT ile ilgili konu, kazanım, bilişsel düzey ve testteki madde numaraları Tablo 9’da ayrıntılı olarak verilmiştir.

3.4.1.2.4. Maddelerin Yazılması

Araştırmacı tarafından belirtke tablosunun hazırlanmasından sonra KEBT oluşturma basamaklarından olan madde yazımı aşamasına geçilmiştir. Çoktan seçmeli test olarak tasarlanan ölçme aracı için 40 madde yazılmıştır.

Araştırmada kapsam geçerliği için KEBT’te yer alan test maddelerinin yazımında öğrencilerin fen başarılarını ölçmek amacına uygun kazanımlara, bilişsel düzeylere uygunluğuna, dil bakımından anlaşılabilirliğine ve testin uygunluğuna dikkat edilmiştir.

Tablo 9

KEBT Oluşturulması İçin Belirtke Tablosu

Konu	Kazanımlar	Bilişsel Düzey	Madde Numaraları
F.7.3.1. Kütle ve Ağırlık ilişkisi	F.7.3.1.1. Kütleyle etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır.	Anlama	7
		Çözümleme	21,35
		Uygulama	22,34
	F.7.3.1.2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır.	Anlama	6,9,28
		Hatırlama	8,19
		Çözümleme	10
F.7.3.2. Kuvvet, İş ve Enerji ilişkisi	F.7.3.1.3. Yer çekimini kütle çekimi olarak gök cisimleri temelinde açıklar. Matematiksel bağıntılara girilmez	Çözümleme	4,5
	F.7.3.2.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla ilişkili olduğunu açıklar. a. İşin birimi joule olarak verilir. b. Matematiksel bağıntılara girilmez.	Hatırlama	1,3,19
		Anlama	1,3,19
		Uygulama	2
		Çözümleme	14,15
	F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.		27
		Anlama	13
		Uygulama	16,24,25
		Hatırlama	17
	a. Potansiyel enerji, çekim potansiyel enerjisi ve esneklik potansiyel enerjisi şeklinde sınıflandırılır. b. Potansiyel enerjinin kütle ve yüksekliğe, kinetik enerjinin kütle ve sürata bağlı olduğu belirtilir. c. Matematiksel bağıntılara girilmez.		
F.7.3.3. Enerji Dönüşümleri	F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.	Anlama	11,12
		Uygulama	18,23
		Çözümleme	33
	F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.	Çözümleme	26,30,32
		Uygulama	29
	a. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisinin örneklendirilmesinde sürtünmeli yüzeyler, hava direnci ve su direnci dikkate alınır. b. Sürtünen yüzeylerin ısındığı, basit bir deneyle gösterilerek kinetik enerji kaybının ısı enerjisine dönüştüğü vurgulanır.		
	F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.	Çözümleme	20
		Anlama	31
	a. Hava veya su direncinin farklı taşıtların tasarımındaki etkisine değinilir.		
	b. Tasarımlar çizimle ortaya konulur, üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmez.		

3.4.1.2.5. Maddelerin Gözden Geçirilmesi

KEBT oluşturulurken test geliştirme aşamalarından biri olan maddelerin gözden geçirilmesine dikkat edilmiştir (Çetin, 2019, s. 117). Öncelikle KEBT için oluşturulan soru havuzundaki maddeler iki eğitim bilimleri uzmanı, iki fen eğitimi uzmanı ve bir dil uzmanı tarafından incelenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda test maddeleri gözden geçirilmiş ve uygun görülmeyen beş madde testten çıkarılarak 40 olan madde sayısı deneme uygulaması öncesi 35'e düşürülmüştür.

3.4.1.2.6. Maddelerin Bir Formda Birleştirilmesi

Çetin (2019, s. 11) 'e göre test maddelerinin bir formda birleştirilmesi gerekir. Test formu testin geçerliğini sağlama açısından önemlidir. Test formu oluşturulurken yönerge, madde dizilimi ve dağılımı gibi hususlar göz önünde bulundurulmalıdır. KEBT'in geçerliğini sağlamak için test formu oluşturulmuş, testin amacı, dikkat edilmesi gereken kurallar test formunda yer alan yönergede belirtilmiştir. Soruların kolaydan zora doğru dizilimi sağlanmış, sorular sayfaya uygun şekilde yerleştirilmiş ve kolay anlaşılabilirliğine dikkat edilmiştir.

3.4.1.2.7. Deneme Uygulaması

Araştırmacı tarafından başarı testinin pilot uygulaması başka bir ortaokulda 8. sınıfta öğrenim gören 223 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot uygulama yapılan öğrencilere ait sayısal bilgiler Tablo 8'de verilmiştir. Öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik başarılarını ölçmek için araştırmacı tarafından geliştirilen KEBT kullanılmıştır. Tabacknick ve Fidell (2001)'e göre madde sayısının 5 katı kadar kişi üzerinde araştırmayı gerçekleştirmek yeterlidir. Preacher ve MacCallum (2002)'ye göre örneklem sayısı en az 100 ile 250 kişi arasında olmalıdır. Geçerlik ve güvenirlik çalışmasını yaptığımız bu araştırmada madde sayısı pilot çalışmada 35'dir. Pilot çalışmanın yapıldığı örneklem büyüklüğü ise madde sayısının 5 katından daha fazla olan 223'tür. Dolayısıyla bu

çalışmada Tabacknick ve Fidell (2001) ile Preacher ve MacCallum (2002)'un asgari ölçütlerini karşılayacak şekilde örneklem seçilmiştir.

Pilot uygulamada KEBT, öğrencilere bir ders saati boyunca uygulanmıştır. 35 adet çoktan seçmeli sorudan oluşan testin uygulanmasında her öğrencinin testi kendi başına çözmesi ve sınav kurallarına uyması sağlanmıştır. Araştırmacı tarafından her şubede test hakkında açıklayıcı bilgilendirme yapılmış, öğrencilerin anlamadığı sorular açıklanmıştır.

Tablo 10

KEBT Pilot Uygulaması Yapılan Öğrenci Bilgileri

Şube	N
A	37
B	37
C	35
D	39
E	37
F	38
Toplam	223

3.4.1.2.8. KEBT Madde Analizi

KEBT'in yapı geçerliğini sağlamak için testte yer alan maddelerin madde güçlükleri, madde ayırt edicilik indisleri ve KR-20 güvenirlik katsayıları hesaplanmış, çeldirici seçenek analizi yapılmıştır.

Çoktan seçmeli test maddelerinin analizinde alt – üst grup yöntemi olarak bilinen basit yöntem kullanılmıştır. Basit yöntemin adımları aşağıda belirtilmiştir (Güler, 2019, s. 97).

- 1- Madde analizlerini yapmak için her doğru cevap için “1”, yanlış ve boş bırakılan cevaplar için “0” değeri excel programına girilmiştir.
- 2- Öğrenciler aldıkları puanlar en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır.
- 3- En yüksek test puanına sahip %27'lik üst grup ile en düşük puana sahip %27'lik alt grup belirlenerek diğer %46'lık grup analiz dışında tutulmuştur.
- 4- Madde güçlüğü, madde ayırt edicilik indeksi hesaplanarak madde analizi tablosu Tablo 11 oluşturulmuştur.

Tablo 11

KEBT Madde Analizi Sonuçları

Madde No	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi
1	0,67	0,51
2	0,59	0,54
3	0,48	0,41
4	0,54	0,38
5	0,40	0,33
6	0,63	0,60
7	0,29	0,11*
8	0,17*	0,02*
9	0,42	0,31
10	0,43	0,70
11	0,57	0,54
12	0,55	0,43
13	1,00*	0,00*
14	0,67	0,67
15	0,59	0,70
16	0,42	0,30
17	0,47	0,49
18	0,56	0,35
19	0,40	0,30
20	0,40	0,30
21	0,63	0,60
22	0,50	0,56
23	0,54	0,48
24	0,45	0,21*
25	0,56	0,52
26	0,33	0,21*
27	0,55	0,75
28	0,37	0,32
29	0,56	0,78
30	0,44	0,49
31	0,38	0,38
32	0,26	0,30
33	0,56	0,51
34	0,46	0,57
35	0,47	0,59

*Madde testten çıkarılmıştır.

Tablo 11’de %27’lik üst grup ve %27’lik alt gruplar analize dahil edilerek hesaplanan madde güçlük indeksi ve madde ayırt edicilik indeksleri verilmiştir.

Madde güçlüğü (p_j) ve madde ayırt ediciliği (r_{jx}) için FÖT hazırlanırken kullanılan hesaplama yöntemleri kullanılmıştır (Kan, 2017, s. 251 – 252).

Tablo 11'deki p_j ve r_{jx} değerleri incelendiğinde KEBT deneme çalışmasında bulunan maddelerden yedinci madde ($p_j=0,17 < 0,20$) ve on üçüncü madde ($p_j=1,00 > 0,80$) madde güçlük indekslerine göre testten çıkarılmıştır (Kline, 1986). Deneme çalışmasında yer alan testteki yedinci madde ($r_{jx} = 0,11 < 0,30$), sekizinci madde ($r_{jx} = 0,02 < 0,30$), on üçüncü madde ($r_{jx} = 0,00 < 0,30$), yirmi dördüncü madde ($r_{jx} = 0,21 < 0,30$) ve yirmi altıncı madde ($r_{jx} = 0,21 < 0,30$) madde ayırtıcılık indekslerine göre testten çıkarılmıştır. Testteki maddelerin madde güçlük indeksi $0,33 \leq p_j \leq 0,67$, madde ayırt edicilik indeksleri ise $0,30 \leq r_{jx} \leq 0,78$ aralığında bulunmaktadır.

Kayış'a göre (2010), bir testin KR-20 güvenirlik katsayıları aşağıdaki gibi yorumlanabilir:

$0 < \alpha < 0,40$ ölçek güvenilir değil.

$0,40 < \alpha < 0,60$ ölçek düşük güvenirlikli.

$0,60 < \alpha < 0,80$ ölçek oldukça güvenilir.

$0,80 < \alpha < 1,00$ ölçeğin güvenirliği yüksek.

Geliştirilen KEBT'in KR-20 güvenirlik katsayısı yukarıdaki verilere göre yüksek güvenirlikli test grubunda (0,83) çıkmıştır.

Çoktan seçmeli maddelerden oluşan testin çeldirici seçenek analizi yapılmıştır. Çeldirici seçenek analizine göre üst %27'lik grupta yer alan öğrencilerin çoğunun doğru cevabı bilmesi, alt %27'lik gruptaki öğrencilerin çoğunun ise çeldirici seçeneklere eşit şekilde dağılması istenen bir durumdur. Çeldirici madde analizinde doğru seçeneği üst grubun alt gruptan daha fazla işaretlemesi ve alt grubun çeldirici seçeneklere yönelmesi maddenin bilenle bilmeyeni ayırt edebilecek şekilde yazıldığını gösterir (Kan, 2017, s. 259). KEBT madde frekans tablosu Tablo 12'de gösterilmektedir.

Tablo 12

KEBT Madde Frekans Tablosu

Madde Numarası	Seçenekler						
	Grup	A	B	C	D	Boş	Toplam
1	Üst	0	58*	1	4	0	63
	Alt	1	26	15	19	2	63
2	Üst	1	6	54*	2	0	63
	Alt	17	11	20	14	1	63
3	Üst	1	15	43*	4	0	63
	Alt	5	14	17	25	2	63
4	Üst	16	1	46*	0	0	63
	Alt	23	7	22	10	1	63
5	Üst	17	5	4	36*	1	63
	Alt	30	11	6	15	1	63
6	Üst	0	0	59*	4	0	63
	Alt	8	6	21	24	4	63
7	Üst	26	2	1	34*	0	63
	Alt	9	18	11	19	6	63
8	Üst	2	11	49*	1	0	63
	Alt	26	16	5	12	4	63
9	Üst	3	53*	1	6	0	63
	Alt	7	19	14	19	4	63
10	Üst	48*	8	6	1	0	63
	Alt	21	20	9	7	6	63
11	Üst	0	0	0	63*	0	63
	Alt	14	6	13	21	9	63
12	Üst	0	59*	2	2	0	63
	Alt	12	15	13	14	9	63
13	Üst	4	17	35*	7	0	63
	Alt	22	9	18	6	8	63
14	Üst	1	3	45*	14	0	63
	Alt	17	13	14	13	6	63
15	Üst	1	46*	7	8	1	63
	Alt	14	24	8	14	3	63
16	Üst	1	2	6	54*	0	63
	Alt	10	11	13	25	4	63
17	Üst	21	34*	7	0	1	63
	Alt	17	16	10	16	4	63
18	Üst	0	59*	2	0	2	63
	Alt	9	21	5	5	23	63
19	Üst	3	49*	5	4	2	63
	Alt	11	14	12	20	6	63
20	Üst	5	49*	9	0	0	63
	Alt	10	19	14	14	6	63
21	Üst	4	5	52*	2	0	63
	Alt	8	16	19	13	7	63
22	Üst	1	0	4	58*	0	63
	Alt	14	18	13	11	7	63
23	Üst	25	4	33*	1	0	63
	Alt	15	14	13	9	12	63
24	Üst	0	1	60*	2	0	63
	Alt	19	15	11	6	12	63
25	Üst	43*	6	10	4	0	63
	Alt	12	12	13	14	12	63
26	Üst	8	36*	3	14	2	63
	Alt	15	12	10	14	12	63
27	Üst	15	5	15	25*	3	63
	Alt	19	12	14	8	10	63
28	Üst	6	51*	5	0	1	63
	Alt	13	19	12	8	11	63
29	Üst	0	8	8	47*	0	63
	Alt	10	13	19	11	10	63
30	Üst	1	48*	4	9	1	63
	Alt	14	11	9	18	11	63

*Testteki doğru seçenek

Tablo 12’deki çeldirici madde analizi incelendiğinde doğru seçeneği üst grubun daha çok seçtiği ve alt grubun diğer çeldirici seçeneklere daha fazla yöneldiği gözlenmiştir. Genellikle çeldiriciler diğere seçeneklere dağılmış durumdadır. Bu durum çeldiricilerin iyi çalıştığını göstermektedir (İlhan, 2019, s. 285, 286).

3.4.1.2.9. KEBT Son Halinin Oluşturulması

Yapılan çalışmalar sonucunda kalan 30 maddeden KEBT oluşturulmuştur. Araştırmacı tarafından geliştirilen KEBT öğrencilerin fen başarılarını ölçmek amacıyla uygulanmıştır. Testte her doğru cevap için 1 puan, yanlış ve boş bırakılan sorular için 0 puan verilmiştir. Testten elde edilebilecek en düşük puan 0, en yüksek puan ise 30’dur. Başarı testi deney ve kontrol gruplarında öntest, sontest ve kalıcılık testi olmak üzere üç defa kullanılmıştır.

3.4.1.3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ)

Öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ölçmek için *Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği* (BYÖ) kullanılmıştır. Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği (BYÖ), Deniz- Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçe’ye uyarlanmıştır. Hu ve Adey (2002) tarafından geliştirilen ölçeğin Cronbach alfa iç tutarlık katsayısı 0.89 olarak bulunmuştur. Uyarlama çalışması 6, 7 ve 8. sınıfta öğrenim görmekte olan 389 öğrenci üzerinde gerçekleştirilmiş ve güvenirlik katsayısı 0.86 olarak bulunmuştur. 7 tane açık uçlu sorudan oluşan BYÖ’deki maddeler incelendiğinde; sıra dışı kullanımları, problemi bulmayı, ürün geliştirmeyi, bilimsel hayal kurmayı, problem çözmeyi, bilimsel deney yapmayı ve ürün tasarlamayı ölçmeyi amaçladığı görülmektedir.

3.4.2. Araştırma Kapsamında Geliştirilen Öğretim Etkinlikleri

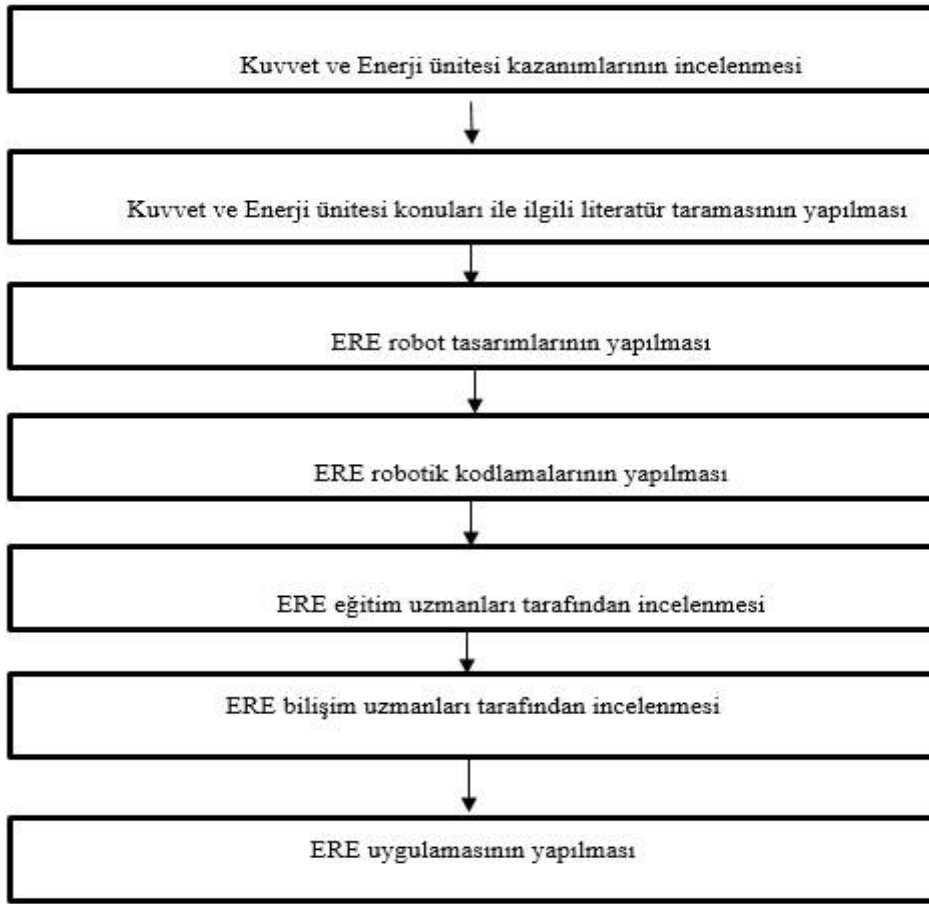
Öğrencilerin hedef kazanımları elde etmeleri için en uç işleve sahip olan öğretim materyalleri öğretimin gerçekleşmesinde büyük öneme sahiptir. Öğretim araçları sayesinde öğrenmenin kalıcı olması, öğrenme için ayrılan süre içerisinde olması ve doğru öğrenme ortamının oluşması sağlanabilir (Kılıç, 2016, s. 448)

Öğretim ilkelerinden biri olan öğretimin uygun materyallerle desteklenmesi öğretimin verimli ve aktif bir şekilde gerçekleşmesini sağlar. Materyallerle desteklenen öğretimde öğrencilere aktif katılım, teknoloji kullanımı, çoklu ortam hazırlama, pekiştirme, uygulama yapma gibi birçok öğretim ve öğrenme ilkelerine uyan fırsatlar sunulur (Tan, 2016, s. 367).

Bu bölümde daha etkin bir öğretim sunmak amacıyla robotik kodlamayla geliştirilen *Eğitsel Robotik Etkinlikleri* (ERE) ve etkinliklerin geliştirilme adımları tanıtılmıştır.

3.4.2.1. *Eğitsel Robotik Etkinlikleri (ERE) Geliştirilmesinde İzlenen Adımlar*

Araştırmada 7. sınıf *kuvvet ve enerji* ünitesinde yer alan Eğitsel Robotik Etkinlikleri (ERE) geliştirmeye uygun konulara yönelik etkinlikler geliştirilmiştir. Hazırlanan etkinliklerin geliştirilme süreci Şekil 8’de gösterilmektedir.



Şekil 8. ERE geliştirme süreci

Araştırmacı tarafından ERE geliştirmeden önce MEB 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan (MEB, 2018) 7. sınıf *kuvvet ve enerji* ünitesi konu ve hedef kazanımlar detaylı olarak incelenmiştir. Bu konularla ilgili literatür taraması yapılarak hangi konularla ilgili ERE tasarlanacağı araştırılmıştır. Araştırma sonucunda Enerji Dönüşümleri konusunun hava ve su direnci ile ilgili kazanımlarında “konuyla ilgili tasarım yapılması ve üç boyutlu bir ürüne dönüştürülmeyeceği” vurgusundan dolayı bu kazanımla ilgili ERE geliştirilmemesine karar verilmiştir.

Araştırmacı ünite konularıyla ilgili üç tane eğitsel robotik tasarımı geliştirmiştir. Geliştirilen dijital dinamometre, robotik araba ve robot kol tasarımları ve bu eğitsel robotiklerle tasarlanan etkinlikler aşağıda anlatılmıştır:

3.4.2.1.1. Kütle-Ağırlık İlişkisi İçin Dijital Dinamometre

Kütle-ağırlık ilişkisini gösterebilmek için araştırmacı tarafından dijital dinamometre geliştirilmiştir. Geliştirilen eğitsel robotik ile;

- 1- Dinamometre ile ağırlık ölçelim,
- 2- Gökcisimlerinde ağırlık ölçelim,
- 3- Deniz seviyesinde ve yüksekte ağırlık ölçelim,
- 4- Dünyanın farklı konumlarında ağırlık ölçelim

etkinlikleri tasarlanmıştır.

Tasarımı yapılan ERE için Arduino programı ile robotik kodlamalar yazılmış ve Arduino Uno microişlemci kartlara yüklenmiştir. Etkinliklerde kullanılan eğitsel robotiğin devre şeması çizilmiş ve devre elemanları örnek olarak entegre edilmiştir. Robotik kodlamayla tasarlanan eğitsel robotiklerin öğrenci tarafından daha anlamlı ve etkili kullanımını sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından C# dilinde basit arayüzler yazılmıştır. Aşağıda eğitsel robotikle yapılan etkinliklerin arayüzlerine ilişkin ekran görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 9. Dinamometre ile ağırlık ölçelim etkinliğinin arayüzü

Şekil 9’da arayüzü görülen etkinlikte, fiziksel olarak hazırlanmış bir dijital dinamometre bulunmaktadır. Bu dinamometre üzerindeki mikroişlemci usb kablo aracılığı ile bilgisayara bağlanmaktadır. Dinamometrenin üzerine konulan cismin ağırlığı led ekranda okunabildiği gibi aynı zamanda bilgisayar ekranında da değişimler izlenebilmektedir.



Şekil 10. Gökcisimlerinde ağırlık ölçelim etkinliğinin arayüzü

Şekil 10’da arayüzü görülen etkinlikte dinamometre üzerine konulan cisimlerin farklı gezegenlerde ölçülebileceği ağırlıkları gösterilmektedir. Öğrenciler farklı gezegenler seçerek cismin ağırlıklarındaki değişimleri inceleyebilmektedirler.



Şekil 11. Deniz seviyesinde ve farklı yüksekliklerde ağırlık ölçelim etkinliği arayüzü

Şekil 11’de arayüzü görülen etkinlikte öğrenciler dinamometre üzerindeki cismin deniz seviyesinde ve farklı yüksekliklerde kütle ve ağırlık değişimlerinin nasıl olabileceğini inceleyebilmektedir.

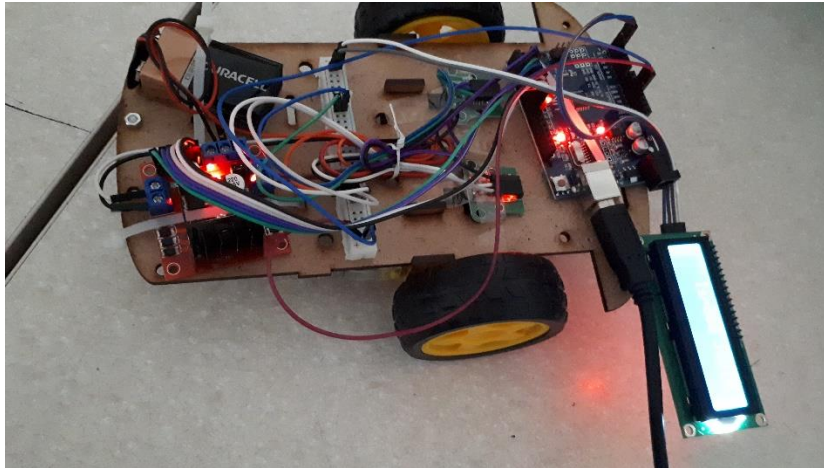


Şekil 12. Dünyanın farklı konumlarında ağırlık ölçelim etkinliği arayüzü.

Şekil 12’de arayüzü görülen etkinlikte dünyanın kutuplarında ve ekvator üzerinde cismin ağırlığındaki değişimin nasıl olacağı incelenebilmektedir

3.4.2.1.2 Kuvvet-İş-Enerji İlişkisi İçin Robotik Araba

Kuvvet-iş-enerji konusundaki iş-enerji ilişkisini gösterebilmek için araştırmacı tarafından robotik bir araba tasarlanmıştır. Tasarlanan robotik araba Şekil 13’de gösterilmektedir.



Şekil 13. Robotik araba

Tasarlanan robotik arabada; LCD ekran, Arduino Uno mikro denetleyici kartı, mini DC motor, Bread Board, 9 V pil, jumper kablolar, motor sürücü, hız sensörü, araba şasesi ve usb kablo kullanılmıştır.

Tasarımı yapılan ERE için Arduino programı ile robotik kodlamalar yazılmış ve Arduino Uno microişlemci kartlara yüklenmiştir. Etkinliklerde kullanılan eğitsel robotiğin devre şeması çizilmiş ve devre elemanları örnek olarak entegre edilmiştir. Robotik kodlamayla geliştirilen eğitsel robotiklerin öğrenci tarafından daha anlamlı ve etkili kullanımını sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından C# dilinde basit arayüzler yazılmıştır. Eğitsel robotik araba etkinliği için tasarlanan arayüz Şekil 14'te gösterilmektedir.

Enerji - İş ilişkisi

Enerji-İş ilişkisi
Fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için bir cisme kuvvet uygulanmalı ve cisim kuvvet ile aynı doğrultuda yol almalıdır. Fiziksel anlamda yapılan bir işin değeri, uygulanan **kuvvetin şiddetine** ve cismin **aldığı yolun büyüklüğüne** bağlıdır.



Mesafe (cm)
0

Kuvvet (N)
10

Başla

İş =

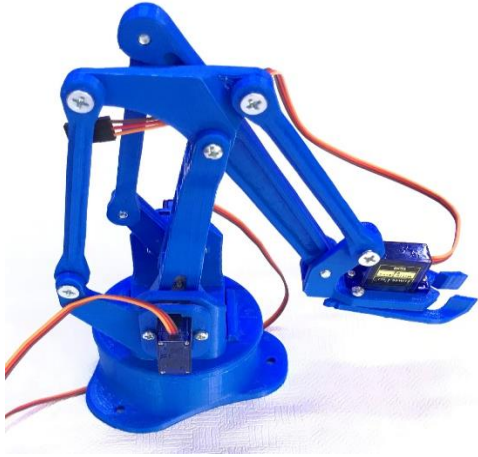
Aracın ilerleyeceği mesafeye göre harcanan enerji yani yapılan iş miktarı değişir. Ortadaki kutucuğa aracın gideceği mesafeyi ve uygulanacak kuvveti girerek LCD ekranda yapılan işin Joule cinsinden değerini gözlemleyin.

Şekil 14. ERE kuvvet-iş-enerji arayüzü

Şekil 14'te arayüzü gösterilen robotik araç etkinliğinde, fiziksel olarak tasarlanan robotik araç usb kablo aracılığı ile bilgisayara bağlanabilmektedir. Ekrandaki yönergeler izlenerek araca komut verilmekte ve hem araç üzerindeki LCD ekrana hem de yazılım ekranına yapılan iş ile ilgili bilgiler aktarılmaktadır.

Kuvvet, iş ve enerji ilişkisi ile Enerji dönüşümleri konularını gösterebilmek için ise robotik bir kol tasarlanmıştır.

65



Şekil 15. Robotik kol



Şekil 16. ERE robotik kol arayüzü

Şekil 15’te tasarlanan robotik kol görülmektedir. Bu robotik kol usb kablo ile bilgisayara bağlanmakta ve ekrandaki komutla hareket edebilmektedir. Şekil 16’da arayüzü görülen yazılım ile robot kol ile yerden bir cisim alınabilmekte, alınan cisim istenen yüksekliğe çıkıp indirilebilmekte ve aynı yükseklikte yer değiştirebilmektedir. Bu değişimler sonucunda cismin sahip olduğu potansiyel enerji değişimleri kol üzerinde bulunan LCD ekranda izlenebilmektedir.

Tasarımı yapılan ERE için Arduino programı ile robotik kodlamalar yazılmış ve Arduino Uno microişlemci kartlara yüklenmiştir. Etkinliklerde kullanılan eğitsel robotiğin devre şeması çizilmiş ve devre elemanları örnek olarak entegre edilmiştir. Robotik kodlamayla geliştirilen eğitsel robotiklerin öğrenci tarafından daha anlamlı ve etkili kullanımını sağlamak amacıyla araştırmacı tarafından C# dilinde basit arayüzler yazılmıştır.

Geliştirilen ERE 2 fen eğitimcisi ve 2 bilgisayar mühendisi tarafından incelenmiş ve konu kazanımları için uygulanabileceğine karar verilmiştir.

3.4.3.“Kuvvet ve Enerji” Ünitesinin Deney Grubunda ERE Uygulaması

Araştırma 2019- 2020 eğitim-öğretim yılı güz döneminde Ankara’da bir devlet okulunda öğrenim gören 7. sınıf öğrencileri üzerinde yürütülmüştür. Araştırmanın uygulama basamağı deney grubunda fen bilimleri dersinde araştırmacı tarafından dersin fen bilimleri öğretmeni nezaretinde gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda öğretimi yapılan konular; öğretim programında bu konulara ayrılan süreler ve kazanımlar dikkate alınarak, öğretim programı takvimine göre gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın uygulama ve veri toplama süreci 8 hafta sürmüştür.

Tüm etkinliklerde aşağıdaki işlem basamakları sırasıyla uygulanmıştır.

1. Araştırmacı tarafından ERE yapımı için gerekli malzemeleri öğrencilere tanıtılmıştır.
2. Gerekli ekipmanların bağlantı şemaları hakkında bilgiler verilmiştir.
3. Araştırmacının daha önceden birleştirdiği örnek araçlar öğrencilere gösterilerek aynı şekilde parçaları birleştirmeleri istenmiştir.
4. Arduino programı öğrencilere tanıtılmış ve bazı basit fonksiyonlar öğrencilerle birlikte yazılmıştır.
5. Bilgisayar üzerinde Arduino yazılımı ile yazılan kodların mikroişlemciye aktarımı anlatılmıştır.

6. Araştırmacı tarafından öğrencilerin araçları daha kolay kullanmaları için geliştirilen C# ile yazılan arayüzler bilgisayarlara yüklenmiş ve öğrencilere tanıtılmıştır.

7. Öğrenciler dörder kişilik gruplara ayrıldı. Her gruba bir dizüstü bilgisayar ve anlatılacak konuya yönelik ERE kiti sağlanmıştır.

8. Daha önceden araştırmacı tarafından hazırlanan Arduino kodlar ve C# programlama diliyle yazılmış olan etkinlik kodları dizüstü bilgisayarlara yüklenmiştir.

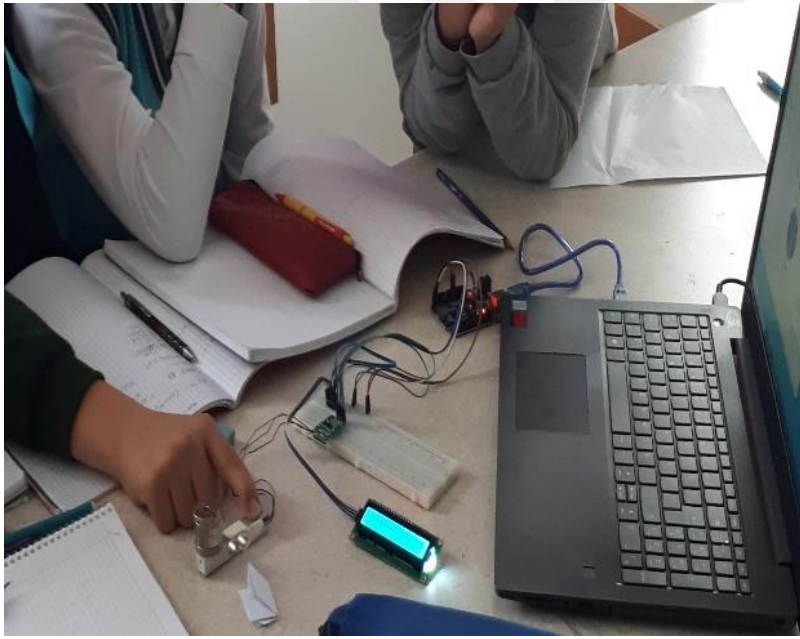
9. Etkinlik için gerekli bileşenlerin tamamı (bilgisayar, Arduino yazılımı, c# ile geliştirilen arayüzler, robotik araç ve bağlantı elemanları) tanıtıldı ve etkinliği hangi sırayla ve nasıl yapacakları ayrıntılı olarak tarif edilmiştir.

Araştırmanın başında araştırma konularına yönelik öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerini belirlemek amacıyla okulda bulunan toplam dört 7. sınıf şubesine önbilgi testi uygulanmıştır. Hazırbulunuşlukları belirlenen öğrenciler arasından idare tarafından belirlenen deney grubuna robotik kodlama etkinliklerinden önce KEBT ve BYÖ uygulanmıştır. KEBT ve BYÖ sonrasında sırasıyla aşağıdaki konulara yönelik uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

3.4.3.1. Kütle-Ağırlık İlişkisi Etkinliklerinin Uygulanması

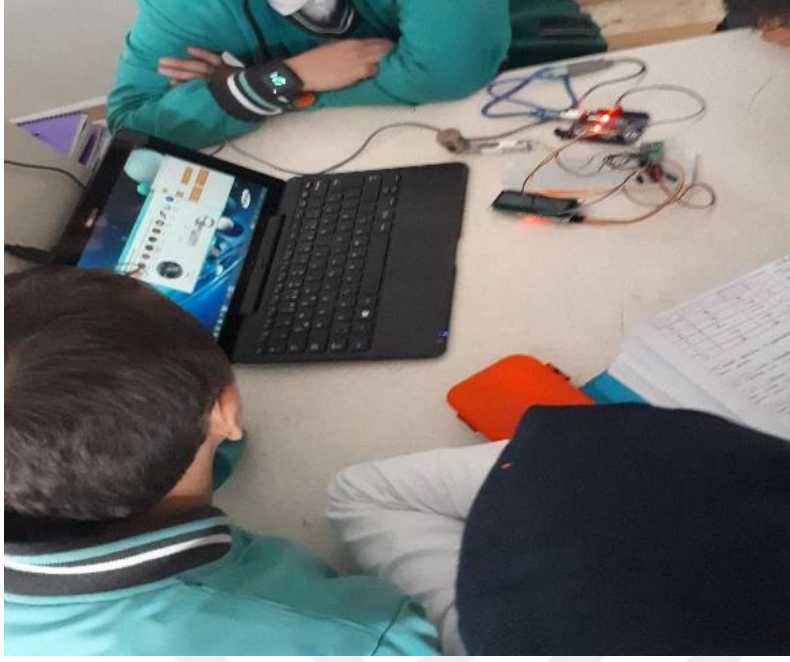
Araştırmanın birinci ve ikinci haftasında Kütle-ağırlık konusunda öğrencilere kısa bilgiler olarak ders hakkında ön bilgiler verilmiştir. Sonrasında ERE işlem basamaklarının sırasıyla uygulanması sağlanmıştır. Öğrencilerden robotik dijital dinamometreyi yönergelerle göre birleştirmeleri ve uygulamanın dinamometre ile ağırlık ölçekim kısmını çalıştırmaları istenmiştir. Uygulama üzerinde öğrenciler dinamometrenin üzerine koydukları cisimlerin kütle ve ağırlıklarını hem robotik devrenin LCD ekranında hem de uygulama üzerinde dijital olarak görüntülemeyi başardıkları görülmüştür. Öğrencilerden dinamometreye farklı cisimler koymaları ve değişen değerleri not alarak karşılaştırmaları istenmiştir.

Araştırmanın ikinci haftasında öğrencilerden birinci haftadaki düzenekleri kurmaları ve ERE uygulamasında kullanılacak ekipmanları çalışır duruma getirmeleri istenmiştir. Etkinliğin ikinci bölümünde öğrenciler uygulamanın gök cisimlerini ölçekli kısmının çalıştırmışlar ve uygulamanın bu bölümünde farklı gezegenleri seçerek o gezegenlerdeki değerleri gözlemlemişlerdir. Öğrenciler gerçek hayatta farklı bir gezegene gitselerdi dinamometrenin üzerine koydukları cisimlerin ağırlıkları nasıl olurdu sorusunun cevabını test etdiler. Etkinliğin üçüncü bölümünde öğrenciler uygulama üzerinde deniz seviyesinden belirledikleri bir yükseklik seçerek cismin o yükseklikteki alacağı değerleri görüntülediler. Etkinliğin son uygulamasında ise dünyanın farklı konumlarında olsalardı ağırlıkların nasıl değişeceği konusunda gözlem yaptılar Şekil 17.



Şekil 17. ERE kuvvet-ağırlık ilişkisi uygulama örnekleri 1

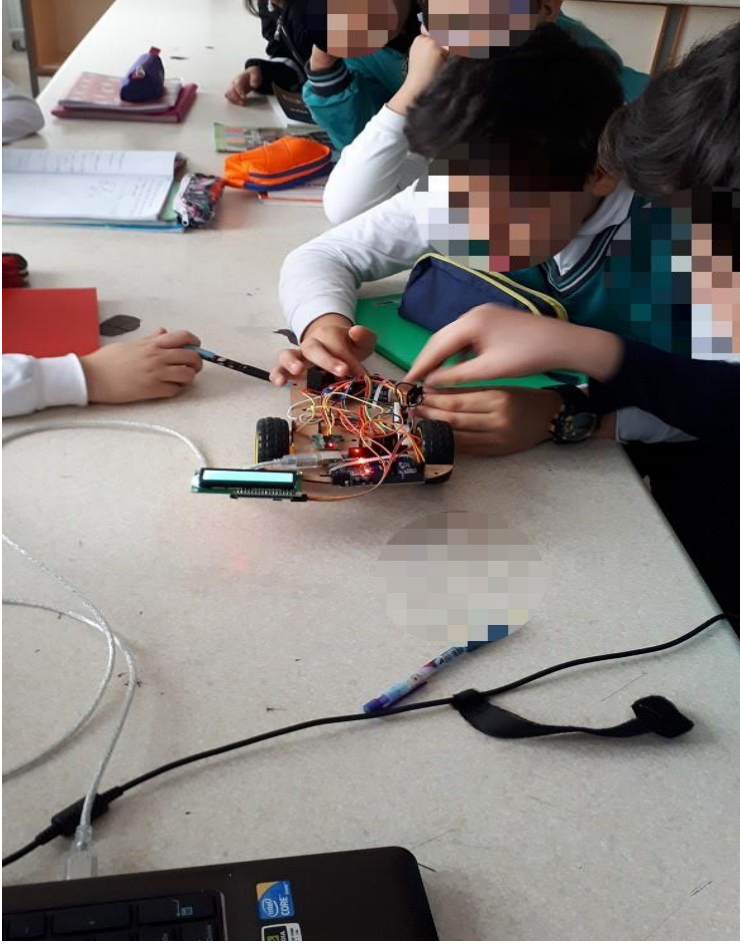
Şekil 17’de öğrencilerin kuvvet ve ağırlık ilişkisini öğrenmek için kullandıkları dijital dinamometre ile yaptıkları etkinliklerden bir örnek yer almaktadır. Öğrenciler eğitsel robotiği oluşturan devre elemanlarını tamamlayarak düzeneği kendileri birleştirdiler. Robotik düzenekteki LCD ekran üzerinden değişimleri izleyebildikleri gibi aynı zamanda bilgisayar ekranında da değişimleri gözlemleyebilme imkanı buldular. Farklı cisimler deneyerek ve sonuçları kıyaslayarak konu hakkında detaylı bilgi edinmeye çalıştılar.



Şekil 18. ERE kuvvet-ağırlık ilişkisi uygulama örnekleri 2

3.4.3.2. Kuvvet-İş-Enerji İlişkisi Etkinliklerinin Uygulanması

Araştırmanın üç ve dördüncü haftasında öğrencilerle kuvvet-iş-enerji konusundaki ERE uygulamaları yapıldı. Araştırmacı tarafından hazırlanan robot arabaya LCD ekran entegre edilmiştir. Uygulama üzerinden arabaya komutlar verilerek belirli mesafeler alması istendi ve arabanın hareketinden dolayı ne kadar iş yaptığı robotik araca hesaplatılarak LCD ekrana yazılması sağlanmıştır. Öğrencilerden arabaya farklı mesafelerde yol aldirmaları istenmiş ve LCD ekranda gördükleri sonuçları not alarak yapılan işlerin kıyaslanması istenmiştir. Böylece öğrenciler hem robotik araç üzerindeki LCD ekranda hem de yazılım üzerinde iş değişimini gözlemledikleri görülmüştür.



Şekil 19. ERE iş-enerji ilişkisi uygulaması 1

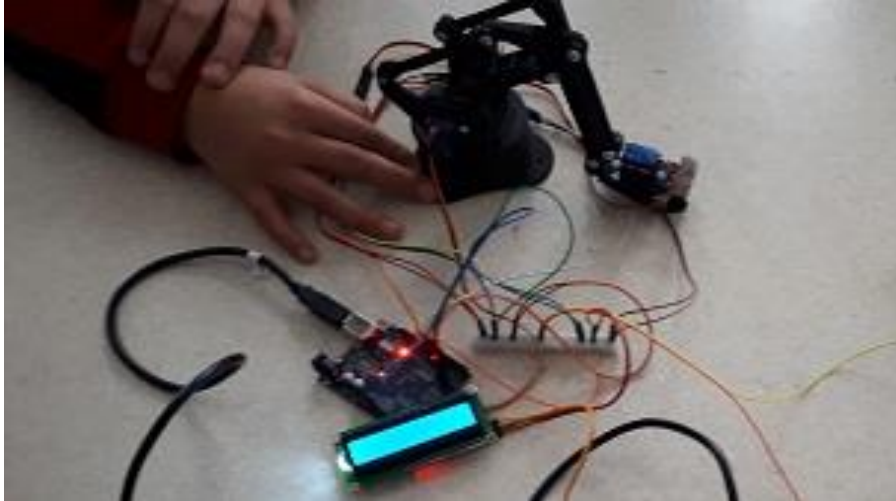


Şekil 20. ERE iş-enerji ilişkisi uygulaması 2

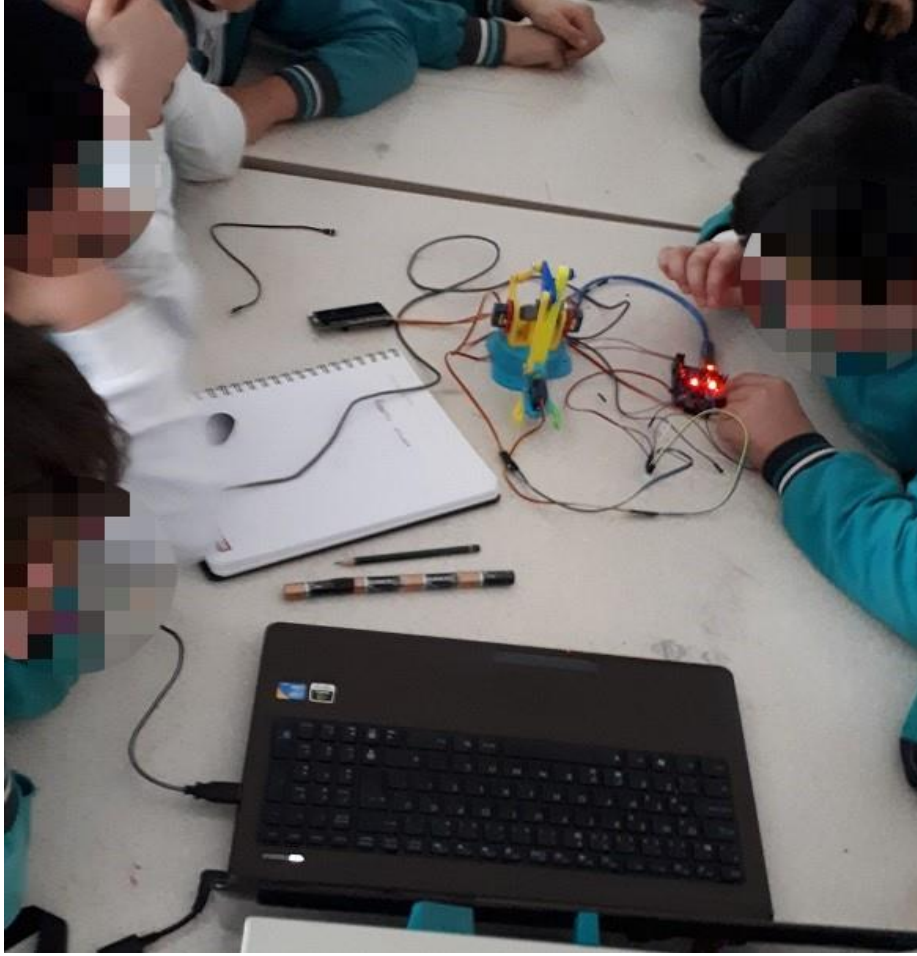
Şekil 19 ve Şekil 20’de robotik araç ile yapılan uygulama örneklerinden görüntüler yer almaktadır. Öğrenciler diğer etkinliklerde olduğu gibi robotiklerin entegrasyonunda ve kullanımında aktif olarak yer aldıkları gözlemlenmiştir.

3.4.3.3. Potansiyel Enerji Etkinliklerinin Uygulanması

Araştırmanın beşinci haftasında öğrencilerle potansiyel enerji konusundaki robotik kodlama etkinlikleri yapılmıştır. Potansiyel enerji konusunda öğrencilere önbilgiler verilerek ERE potansiyel enerji etkinliği için diğer etkinliklerde yapıldığı gibi bağlantıların yapılması, entegre devreleri ve ekipmanları birleştirerek robot kolu çalışır hale getirmeleri istenmiştir. Bilgisayar uygulaması üzerinden öğrencilerin potansiyel enerji ile ilgili kısmı çalıştırarak robot kolu yönetmeleri istenmiştir Robot kol ile masanın üzerinde bulunan bir cismi alıp yukarı, aşağı, sağa ve sola döndürebilmeleri sağlanmıştır. Robot kol yukarı çıktığında, aynı seviyede döndüğünde ve aşağı indiğinde LCD ekrandaki değerlerin nasıl değiştiğini gözlemlmeleri ve not almaları istenmiştir Şekil 21 ve Şekil 22.



Şekil 21. ERE potansiyel enerji uygulaması 1



Şekil 22. ERE potansiyel enerji uygulaması 2

3.4.4. “Kuvvet ve Enerji” Ünitesinin Kontrol Grubunda Uygulanma Süreci

Kontrol grubunda deneysel bir işlem uygulanmayıp, 2019 -2020 öğretim yılında uygulanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programına uygun olarak öğretim yapılmıştır. Kontrol grubundaki ortaokul 7. sınıf öğrencilerin *kuvvet ve enerji* ünitesindeki hazır bulunuşluklarını ölçmek için Fen Ön bilgi Testi uygulanmıştır. Hazır bulunuşlukları tespit edilen öğrencilerin fen başarılarını ölçmek için KEBT, bilimsel yaratıcılıklarını ölçmek için ise BYÖ ön test olarak uygulanmıştır. Kontrol grubunda öğretimi yapılan konular; mevcut öğretim programında bu konulara ayrılan süreler ve kazanımlar dikkate alınarak, öğretim programı takvimine göre gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda ünite konuları tamamlandıktan sonra KEBT ve BYÖ son test olarak tekrar uygulanmıştır. Son testlerin uygulanmasından beş hafta sonra KEBT kalıcılık testi olarak bir kez daha uygulanmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Bu bölümde araştırmada kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen nicel verilerin analizleriyle ilgili bilgilere yer verilmiştir. Araştırmanın nicel verilerinin analizinde SPSS istatistik analiz paket programı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan FÖT, KEBT ve BYÖ veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analizi ayrıntılı olarak aşağıda ele alınmıştır.

3.5.1. FÖT'ten Elde Edilen Verilerin Analizi

Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin *kuvvet ve enerji* ünitesine yönelik hazırbulunuşluklarını tespit etmek amacıyla hazırlanan FÖT'den elde edilen verilerin analizi yapılmıştır. FÖT'ü oluşturan test maddelerine verilen her doğru cevap için "1", her yanlış cevap ve boş bırakılan cevap için "0" puan verilmiştir. Testten alınabilecek en düşük puan "0", en yüksek puan ise testte bulunan madde sayısı olan "30" puan olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin analizlerinde kullanılacak uygun istatistiki testlere karar vermek için verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Grup büyüklüğü 50'den büyük ise Kolmogorov-Smirnov, 50'den küçük ise Shapiro-Wilk testleri testlerin normalliğe uygunluğuna karar vermede kullanılması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2019, s. 42). Çalışmada kullanılan grup büyüklüğü 50'den küçük olduğu için normallik testinde Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Shapiro-Wilk testleri analiz sonuçlarının anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için verilerin normal dağılıma sahip olduğu söylenebilir. Normal dağılıma sahip verilerin analiz edilmesinde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmada kontrol ve deney grubuna ait ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığını belirleyebilmek için "Bağımsız Gruplar İçin t-Testi" analizi uygulanmıştır. Kontrol ve deney grubunun kendi içinde, araştırma sürecinin başındaki ön test ile araştırmanın sonundaki son test ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılmasında "Bağımlı Gruplar için t-Testi" kullanılmıştır. Tüm analizler, 0,05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir (Büyüköztürk, 2016, s. 67).

3.5.2. KEBT'ten Elde Edilen Verilerin Analizi

Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin *kuvvet ve enerji* ünitesine yönelik başarılarını tespit etmek, deney grubunda uygulanan yöntem ve tekniklerin kontrol grubunda uygulanan yöntem ve tekniklere göre kıyaslamasını sağlamak amacıyla KEBT'ten elde edilen verilerin analizi yapılmıştır. KEBT'i oluşturan test maddelerine verilen her doğru cevap için "1", her yanlış cevap ve boş bırakılan cevap için "0" puan verilmiştir. Testten alınabilecek en düşük puan "0", en yüksek puan ise testte bulunan madde sayısı olan "30" puan olarak hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin analizlerinde kullanılacak uygun istatistiki testlere karar vermek için verilerin normal dağılım gösterip göstermediğine bakılmıştır. Grup büyüklüğü 50'den büyük ise Kolmogorov-Smirnov, 50'den küçük ise Shapiro-Wilk testleri testlerin normalliğe uygunluğuna karar vermede kullanılması önerilmektedir (Büyüköztürk, 2019, s. 42). Çalışmada kullanılan grup büyüklüğü 50'den küçük olduğu için normallik testinde Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Shapiro-Wilk testleri analiz sonuçlarının anlamlılık değeri 0,05'ten büyük olduğu için verilerin normal dağılıma sahip olduğu söylenebilir. Normal dağılıma sahip verilerin analiz edilmesinde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Araştırmada kontrol ve deney grubuna ait ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığını belirleyebilmek için "Bağımsız Gruplar İçin t-Testi" analizi uygulanmıştır. Kontrol ve deney grubunun kendi içinde, araştırma sürecinin başındaki ön test ile araştırmanın sonundaki son test ve kalıcılık testi puanlarının karşılaştırılmasında "Bağımlı Gruplar için t-Testi" kullanılmıştır. Tüm analizler, .05 anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir (Büyüköztürk, 2016, s. 67).

3.5.3. BYÖ'den Elde Edilen Verilerin Analizi

Araştırmada öğrencilere uygulanan ERE'nin bilimsel yaracılıklara etkisi incelenirken Deniz Çeliker ve Balım (2012) tarafından Türkçeye uyarlanan BYÖ kullanılmıştır. BYÖ yedi maddeden oluşan açık uçlu sorulardan oluşmaktadır. Verilerin değerlendirilmesi bilimsel yaratıcılık ölçeğini Türkçeye uyarlayan araştırmacıların belirttiği puanlama

sistemine göre yapılmıştır (Deniş Çeliker, Balım, 2012). Ölçeğin ilk dört sorusunda öğrencilerin vermiş olduğu her bir cevap için akıcılık, esneklik ve orijinallik puanları hesaplanmıştır. Ölçeğin beşinci sorusunda orijinallik puanı hesaplanmıştır. Altıncı soruda her bir cevap için esneklik ve orijinallik puanları, yedinci soruda ise her bir cevabın orijinallik puanları hesaplanmıştır. Akıcılık puanı hesaplanırken her öğrencinin bir soruya verdiği farklı cevapların sayısı kullanılmıştır. Esneklik puanı hesaplanırken ise verilen cevaplardaki alan ya da yaklaşımın sıklığından yararlanılmıştır. Orijinallik puanı hesaplanırken her bir soru için verilen cevapların sıklık hesabı kullanılmıştır. İlk dört sorunun orijinallik puanı hesabı yapılırken verilen cevap tüm doğru cevaplar içerisinde %5' te olan öğrencilere 2 puan; %5 ile %10'da olan öğrencilere 1 puan verilmiştir. Verilen cevap tüm doğru cevaplar içerisinde %10'luk dilime girememiş ise orijinallik puanı sıfır puan olarak verilmektedir. Beşinci sorunun orijinallik puanı hesabı yapılırken verdiği cevap verilen tüm doğru cevaplar içerisinde %5'te olan öğrencilere 3 puan, %5 ile %10'da bulunan öğrencilere 2 puan ve %10'a giremeyen diğer tüm cevaplara ise 1' er puan verilmektedir. Altıncı sorunun puanı esneklik ve orijinallik puanları toplanarak elde edilmektedir. Mükemmel her bir cevap için toplam 9 puan verilebilmektedir. Esneklik puanı hesabında 3 puan araç, 3 puan ilkeler, 3 puan izlenen yoldan olmak üzere her bir metot için toplamda 9 puan verilebilmektedir. Altıncı sorunun orijinallik puanı hesaplanırken verilen cevap verilen tüm doğru cevaplar içerisinde %5'in altında ise 4 puan, %5 ile %10 arasında ise 2 puan, yüzde %10'dan büyük ise 0 puan olarak hesaplanmıştır. Yedinci sorunun puanlanması hesaplanırken elma toplama makinesinin işlevleri göz önünde bulundurulmuştur. Elma toplama makinesinin her bir işlevi için 3 puan verilmektedir. Yedinci sorunun orijinallik puan hesabında cevabın genel olarak orijinalliğe göre 1 ile 5 puan arasında puanlama yapılabilmektedir.

3.5.4. Geçerlik, Güvenirlik ve Kullanışlılığın Sağlanması

Eğitimde kullanılan ölçme araçlarında olması gereken nitelikler geçerlik, güvenirlik ve kullanışlılıktır (Özbek, 2017, s. 42). Bu bölümde araştırmada kullanılan veri toplama araçları geçerlik, güvenirlik ve kullanışlılık özellikleri bakımından incelenmiştir.

3.5.4.1. Geçerliğin Sağlanması

Araştırmada veri toplama araçları olarak kullanılan FÖT, KEBT ve BYÖ'den elde edilen veriler kullanılmıştır. Bir ölçme aracının ölçmek istediği özelliği başka bir özellik ile karıştırmadan ne derece ölçebildiği, ölçme aracının geçerliğini ortaya koyar (Güler, 2019, s. 47).

Araştırmacı tarafından geliştirilen FÖT ve KEBT ölçme araçlarının görünüş ve kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla uzman görüşleri alınmıştır. Testler için oluşturulan soru havuzlarındaki maddeler iki eğitim bilimleri uzmanı, iki fen eğitimi uzmanı ve bir dil uzmanı tarafından incelenmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda test maddeleri gözden geçirilmiş ve uygun görülmeyen maddeler deneme çalışması öncesi testten çıkarılmıştır.

Veri toplama araçlarının kapsam geçerliğini araştırabilmek için hedef kazanımlar, ölçmeyi hedeflediği davranışlar ve test planı belirlenmeli, belirtke tablosu hazırlanmalıdır (Özbek, 2017, s. 68). FÖT için MEB Fen Bilimleri programı incelenmiş (MEB, 2018), 4, 5 ve 6. sınıflardaki Kuvvet ve Enerji ünitesi ile ilişkili hedef kazanımlar tespit edilmiştir. Yenilenmiş Bloom taksonomisine göre sorular belirlenmiş ve kapsam geçerliğini sağlamak için belirtke tablosu hazırlanmıştır. Geliştirilen KEBT için de MEB Fen Bilimleri programında yer alan 7. sınıf kuvvet ve enerji ünitesinin kazanımları incelenmiştir. Yenilenmiş Bloom taksonomisi ile bilişsel süreçleri belirlenen kazanımlara uygun belirtke tablosu hazırlanarak kapsam geçerliğinin sağlanması çalışılmıştır.

Araştırmacı tarafından geliştirilen ölçme araçlarının deneme uygulaması yapılmıştır. Pilot uygulamada 32 maddeden oluşan FÖT, 163 yedinci sınıf öğrencisine uygulanmıştır. 35 sorudan oluşan KEBT pilot uygulaması ise 223 sekizinci sınıf öğrenciye uygulanarak

geçerliğı arttırılmaya çalışılmıştır. Ölçme araçlarının geçerliğini arttırmaya yönelik çalışmalardan biri olan güvenilirlik çalışması da yapılarak geçerli sağlanmışır.

3.5.4.2. Güvenirliğin Sağlanması

Araştırmacı tarafından geliştirilen FÖT ve KEBT ölçme araçlarının güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Büyüköztürk' e göre (2019, s. 182) güvenilirlik, test maddelerine verilen cevaplar arasındaki tutarlık olarak tanımlanır. Araştırmacı tarafından geliştirilen ölçme araçlarıyla ölçmek istediğı özellikleri ne derece doğru ölçtüğünü belirlemek amacıyla güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Alfa güvenilirlik katsayısı test maddelerinin doğru ve yanlış olarak sırasıyla “1” ve “0” olarak puanlanmasıyla Kuder Richardson formülüne dönüşür (Öbek, 2017, s. 57). FÖT ve KEBT başarı testlerinde iç tutarlığı incelemek amacıyla kullanılan KR-20 güvenilirlik katsayısı hesaplanmıştır (Büyüköztürk, 2019, s. 183). FÖT için KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.82, KEBT için KR-20 güvenilirlik katsayısı ise 0.83 çıkarak yüksek güvenilirlikli testler sınıfında çıkmıştır. Araştırmada bilimsel yaratıcılığı ölçmek için kullanılan BYÖ 'nün Cronbach alpha iç tutarlılık katsayısı uyarlama çalışmasını yapan araştırmacılar tarafından 0,86 olarak bulunmuştur (Deniş Çeliker, Balım, 2012).

3.5.4.3. Kullanışlılığın Sağlanması

Bir ölçme aracının hazırlanması, uygulanması ve puanlanması aşamalarındaki kolaylık ve ekonomikliğı olarak tanımlanan kullanılşılık ölçme aracında olması gereken özelliklerden birisi olarak sayılmaktadır (Özbek, 2017, s. 79).

Araştırmada kullanılan veri toplama araçlarının birden çok kişiye bir defada uygulanan testlerden olan çoktan seçmeli testlerden seçilmesi ve puanlama süreçlerinin kısa olması sebepleriyle kullanılşılığının yüksek olduğu düşünülmektedir (Akbaş, 2019, s. 74).

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUMLAR

Bu araştırmada özgün olarak tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin *kuvvet ve enerji* ünitesinin öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Çalışmada yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Deney ve kontrol grubunda yer alan 45 öğrenciye deneysel işlem öncesi ve sonrasında uygulanan test ve ölçeklerden elde edilen nicel veriler toplanmıştır.

Bu bölümde araştırmanın nicel verilerinin analizinden elde edilen bulgular ve yorumlara yer verilmiştir. Çalışma grubunun özellikleri, araştırmadan elde edilen verilerin normallik değerleri, problem ve alt problemlere ilişkin bulgular ve yorumlar aşağıda sırasıyla yer almaktadır.

4.1. Araştırma Sürecine Katılan Öğrencilerin Dağılım Özellikleri

Araştırmanın çalışma grubunda yer alan deneysel işlemin uygulandığı deney grubu ve güncel fen bilimleri öğretim müfredatının uygulandığı kontrol grubunda bulunan öğrencilerin dağılım özellikleri incelenmiştir. Tablo 13’de araştırma sürecine katılan öğrencilerin dağılım özellikleri yer almaktadır.

Tablo 13

Deney ve Kontrol Gruplarında Yer Alan Öğrencilerin Gruplara Göre Dağılımları

Grup	N	Sınıf
Deney	22	7.sınıf
Kontrol	23	
Toplam	45	

Tablo 13'e göre deney grubunda 22 öğrenci, kontrol grubunda ise 23 öğrenci yer almaktadır. Öğrencilerin deney ve kontrol gruplarındaki dağılımlarının benzer olduğu söylenebilir.

4.2. Verilerin Normallik Değerleri

Araştırmada alt problemlerini sınamak için FÖT, KEBT ve BYÖ veri toplama araçlarından nicel veriler elde edilmiştir. Elde edilen nicel verilerin analizinde hangi istatistiksel yöntemin kullanılacağını belirlemek gereklidir. Verilerin analizi için uygun testlerin seçilmesi amacıyla FÖT, KEBT ve BYÖ veri toplama araçlarından elde edilen verilerin normallik değerleri sırasıyla incelenmiştir. FÖT ile elde edilen deney ve kontrol gruplarına ait test puan ortalamalarının normallik değerleri Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14

FÖT ile Elde Edilen Deney ve Kontrol Gruplarının Puan Ortalamalarının Normallik Değerleri

Test	Grup	Çarpıklık Katsayısı	Basıklık Katsayısı	Shapiro Wilk (p)
FÖT	Deney	0,18	-0,38	0,19
	Kontrol	0,21	-0,83	0,40

Tablo 14'te yer alan Shapiro-Wilk anlamlılık değerlerine göre deney ($0,19 > 0,05$) ve kontrol ($0,40 > 0,05$) gruplarının verilerinin normal dağıldığı söylenebilir. FÖT deney ve kontrol gruplarının analizlerinde parametrik testlerden yararlanılmıştır.

KEBT ile elde edilen deney ve kontrol gruplarına ait ön test, son test ve kalıcılık puan ortalamalarının normallik değerleri Tablo 15'de verilmiştir.

Tablo 15

KEBT ile Elde Edilen Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Puan Ortalamalarının Normallik Değerleri

Test	Grup	Çarpıklık Katsayısı	Basıklık Katsayısı	Shapiro Wilk (p)
KEBT Öntest	Deney	0,49	0,52	0,34
	Kontrol	0,35	-0,14	0,86
KEBT Sontest	Deney	-0,09	-0,76	0,56
	Kontrol	0,68	-0,31	0,16
KEBT Kalıcılık	Deney	0,15	-0,86	0,57
	Kontrol	0,63	-0,71	0,78

Tablo 15'deki Shapiro-Wilk anlamlılık değerlerine göre Deney grubu Kebt ön test (0,34 > 0,05), KEBT son test (0,56 > 0,05) ve KEBT kalıcılık (0,57 > 0,05) puan ortalamalarının normal dağıldığı söylenebilir. Kontrol grubu KEBT ön test (0,86 > 0,05), KEBT son test (0,16 > 0,05) ve KEBT kalıcılık (0,78 > 0,05) puan ortalamalarının da normal dağıldığı söylenebilir.

Tablo 16

BYÖ ile Elde Edilen Deney ve Kontrol Gruplarının Ön Test ve Son Test Puan Ortalamalarının Normallik Değerleri

Test	Grup	Çarpıklık Katsayısı	Basıklık Katsayısı	Shapiro Wilk (p)
BYÖ Öntest	Deney	-0,07	-0,62	0,77
	Kontrol	0,74	0,31	0,15
BYÖ Sontest	Deney	1,08	1,60	0,07
	Kontrol	-0,08	0,20	0,90

Tablo 16'daki Shapiro-Wilk anlamlılık değerlerine göre Deney grubu BYÖ ön test (0,77 > 0,05) ve BYÖ son test (0,07 > 0,05) puan ortalamalarının normal dağıldığı söylenebilir. Kontrol grubu BYÖ ön test (0,15 > 0,05) ve BYÖ son test (0,90 > 0,05) puan ortalamalarının da normal dağıldığı söylenebilir.

4.3. Araştırmanın Birinci Alt Problemine İlişkin Bulgular

Araştırmada özgün olarak tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin (ERE) *kuvvet ve enerji* ünitesinin öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın birinci alt problemde deney ve kontrol gruplarının FÖT puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Tablo 17’de deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin FÖT puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistikler yer almaktadır.

Tablo 17

Öğrencilerin Gruplarına Göre FÖT Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler

Grup	N	$\bar{x}$	s
Deney	22	17,70	5,58
Kontrol	23	16,91	5,86
Toplam	45	17,31	5,67

Tablo 17’deki bulgular incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin fen ön bilgi testi puan ortalamaları ($\bar{x}=17,70$, $ss=5,58$) ile kontrol grubu öğrencilerinin fen ön bilgi testi puan ortalamaları ($\bar{x}=16,91$, $ss=5,86$) birbirine yakındır.

Deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin fen ön bilgi testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını araştırmak için bağımsız gruplar için t testi analizi yapılmıştır.

Tablo 18

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin FÖT Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar için t-Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	$\bar{x}$	S	sd	t	p
Deney	22	16,91	5,86	43	-0,46	0,65
Kontrol	23	17,70	5,58			

Tablo 18’deki bulgulara göre araştırmanın başında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, fen ön bilgi testine ait puan ortalamalarının anlamlı seviyede farklılık göstermediği görülmektedir ($t_{(43)} = -0,46$; $p > ,05$). Bu durum, araştırmanın başında deney

ve kontrol grubu öğrencilerinin fen önbilgi testine ilişkin puanlarının benzer düzeyde olduğu şeklinde yorumlanabilir.

4.4. Araştırmanın İkinci, Üçüncü, Dördüncü ve Beşinci Alt Problemlerine İlişkin Bulgular

Özgün olarak tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin (ERE) *kuvvet ve enerji* ünitesinin öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği araştırmanın ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci alt problemlerinde KEBT'e ilişkin gruplararası ve grup içi ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Tablo 19'da deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistikler yer almaktadır.

Tablo 19

Öğrencilerin Gruplarına Göre KEBT Ön Test Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler

Grup	N	$\bar{X}$	s
Deney	22	12,59	4,24
Kontrol	23	11,74	3,60
Toplam	45	12,17	3,92

Tablo 19'daki bulgular incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin KEBT ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=12,59$ ss=4,24) kontrol grubu öğrencilerinin KEBT ön test puan ortalamalarından ($\bar{X}=11,74$ ss=3,60) biraz yüksektir. Bu durumun deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin KEBT ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farka neden olup olmadığını araştırmak için bağımsız gruplar için t testi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 20'de yer almaktadır.

Tablo 20

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin KEBT Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar için t-Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Deney	22	12,59	4,24	43	-0,73	0,47
Kontrol	23	11,74	3,60			

Tablo 20'deki bulgulara göre araştırmanın başında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, KEBT ön testlerine ait puan ortalamalarının anlamlı seviyede farklılık göstermediği görülmektedir ($t_{(43)} = -0,73$; $p > ,05$). Bu durum, araştırmanın başında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin KEBT başarı puanlarının benzer düzeyde olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 21

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin KEBT Son Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar İçin t-Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Deney	22	18,05	6,07	43	-2.08	0.04*
Kontrol	23	14,91	3,84			

* $p < ,05$

Tablo 21'deki t-testi analiz sonuçlarına göre, deneysel işlemin sonunda deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin, KEBT son test puan ortalamaları arasında anlamlı seviyede farkın olduğu ($t_{(43)} = -2,08$; $p < ,05$) görülmüştür. Bu fark deney grubunda bulunan öğrencilerin lehinedir. Bir başka deyişle araştırmanın uygulama basamağının sonunda deney grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamaları ($\bar{X}=18,05$) kontrol grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamalarından ($\bar{X}=14,91$) anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Deney grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlerken bağımlı gruplar için t-testi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22

Deney Grubundaki Öğrencilerin KEBT Ön Test–Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	sd	t	p
Ön test	22	12,59	4,24	21	-6,78	0,00*
Son test	22	18,05	6,07			

* $p < ,05$

Tablo 22'deki bulgular incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test ve son testlerinin ortalamaları arasında anlamlı seviyede farklılık bulunmaktadır. Bu fark son test lehinedir ($t_{(21)} = -6,78$; $p < ,05$). Bir başka ifade ile deney grubunda bulunan öğrencilerin KEBT son test puan ortalamalarının ($\bar{x}=18,05$) ön test puan ortalamasından ($\bar{x}=12,59$) daha yüksek olduğu ve bunun son test lehine anlamlı farklılık yarattığı söylenebilir.

Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlerken bağımlı gruplar için t-testi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara Tablo 23'de verilmiştir.

Tablo 23

Kontrol Grubundaki Öğrencilerin KEBT Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{x}$	S	sd	t	p
Ön test	23	11,74	3,60	22	-5,96	0,00*
Son test	23	14,91	3,84			

* $p < ,05$

Tablo 23'deki bulgular incelendiğinde, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test ve son testlerinin ortalamaları arasında anlamlı seviyede farklılık bulunmaktadır. Bu fark son test lehinedir ($t_{(22)} = -5,96$; $p < ,05$). Bir başka ifade ile kontrol grubunda bulunan öğrencilerin KEBT son test puan ortalamalarının ($\bar{x}=14,91$) ön test puan ortalamasından ($\bar{x}=11,74$) daha yüksek olduğu ve bunun son test lehine anlamlı farklılık yarattığı söylenebilir.

4.5. Araştırmanın Altıncı Alt Problemine İlişkin Bulgular

Özgün olarak tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin (ERE) *kuvvet ve enerji* ünitesinin öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği araştırmanın altıncı alt problemde deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretim yöntemlerin öğrencilerin *kuvvet ve enerji* ünitesindeki başarı ve kalıcılıkları incelenmiştir. KEBT ön test, son test ve kalıcılık puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup

olmadığının araştırıldığı alt problemde Tablo 24 'de deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test, son test ve kalıcılık puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistikler yer almaktadır.

Tablo 24

Deney ve Kontrol Gruplarının KEBT Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler

Ölçümler	Grup	N	$\bar{X}$	s
Ön test	Deney	22	12,59	4,24
	Kontrol	23	11,74	3,60
	Toplam	45	12,16	3,90
Son test	Deney	22	18,05	6,07
	Kontrol	23	14,91	3,84
	Toplam	45	16,44	5,24
Kalıcılık testi	Deney	22	17,55	5,70
	Kontrol	23	13,04	4,22
	Toplam	45	15,24	5,44

Deney grubu ile kontrol grubunun uygulama öncesi başarı ön test, uygulama sonrası başarı son test ve araştırmadan 5 hafta sonra uygulanan kalıcılık testi puan ortalamalarına ilişkin betimsel veriler Tablo 24 'te görülmektedir. Tablodaki verilere göre deney grubundaki öğrencilerin başarı ön test puan ortalaması ($\bar{X}=12,59$), kontrol grubundaki öğrencilerin puan ortalamasına ($\bar{X}=11,74$) yakındır. Uygulama sonrası deney ve kontrol gruplarına ait başarı son test ve kalıcılık testi puan ortalamalarına bakıldığında, deney grubunda yer alan öğrencilerin başarı son test ($\bar{X}=18,05$) ve kalıcılık testi puan ortalamalarının ($\bar{X}=17,55$) kontrol grubundaki öğrencilerin son test ($\bar{X}=14,91$) ve kalıcılık testi puan ortalamalarından ($\bar{X}=13,04$) daha yüksektir. Tablo 24 'teki verilere göre her iki grupta yer alan öğrencilerin ön test ve son test başarı puan ortalamalarında artış olduğu görülmektedir. Bu puan ortalamalarındaki artışın deney grubunda kontrol grubuna göre daha fazladır. Deney grubunda yer alan öğrencilerin kalıcılık testi puan ortalamaları da kontrol grubunda yer alan öğrencilerin kalıcılık test puan ortalamalarından daha yüksek olduğu görülmektedir.

Araştırmada yapılan uygulamanın etkili olup olmadığını tespit etmek için grupların başarı ön test, başarı son test ve kalıcılık testine ait verilerin analizinde karışık ölçümler için iki

faktörlü ANOVA testi kullanılmıştır. Varyans analizi yapılmadan önce küresellik varsayımının sağlanıp sağlanmadığına bakılmış ($p=0,104$; $p>.05$) ve küresellik varsayımının sağlandığı görülmüştür.

Tablo 25

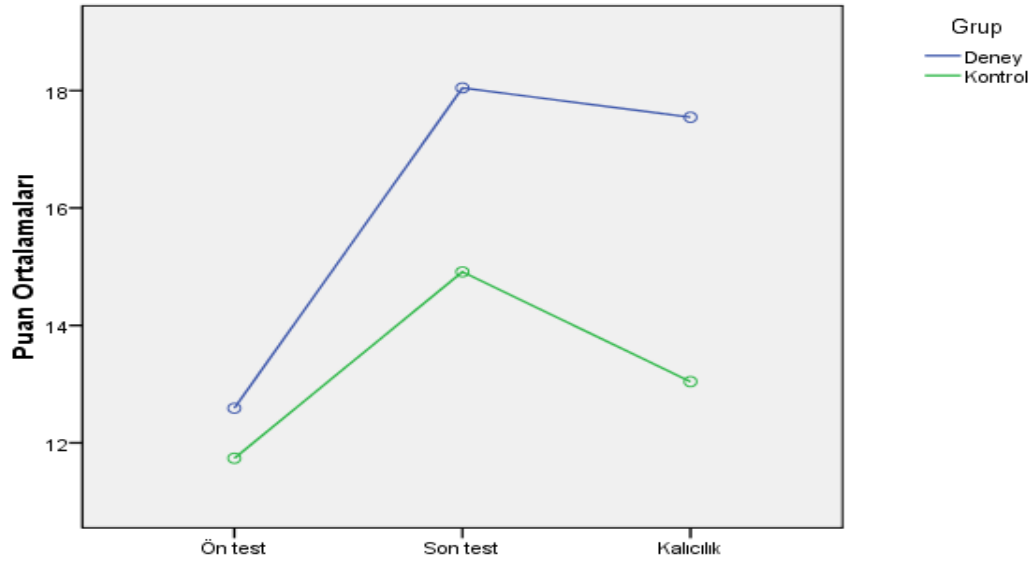
KEBT Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarına İlişkin ANOVA Testi Sonuçları

Varyansın Kaynağı	KT	SD	KO	F	P	μ^2
Gruplar arası	901,101	44				
Grup	89,974	1	89,974	4,770	0,03*	0,10
Hata	811,127	43	18,863			
Grup içi	920,955	90				
Ölçüm(Ön/Son/Kal.)	446,925	2	223,462	48,339	0,00*	0,53
Ölçüm*Grup	76,466	2	38,233	8,270	0,00*	0,16
Hata	397,564	86	4,623			
Toplam	1822,056	134				

* $p<.05$

Tablo 25 ‘de robotik kodlama ile geliştirilmiş eğitsel robotik etkinlikleri ile uygulama yapılan deney grubu ile araştırma ve sorgulamaya dayalı güncel öğretim müfredatının uygulandığı kontrol grubunda yer alan öğrencilerin başarı ön test, son test ve kalıcılık testi ANOVA testi sonuçları yer almaktadır. Bu verilere göre başarı puan ortalamalarının uygulama yapılmadan önce, uygulama sonrasında ve kalıcılık testinde iki grup arasında anlamlı bir farklılık yarattığı görülmüştür ($F_{(2,86)} = 8,270$, $p < .05$). Şekil 11 ‘de bu sonuca ilişkin grafik yer almaktadır.

Şekil 16’daki deney ve kontrol gruplarının KEBT ön test, son test ve kalıcılık testi puan ortalamalarına ait grafik incelendiğinde grupların ön test puan ortalamalarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Deney grubunun son test puan ortalaması, kontrol grubunun son test puan ortalamasından daha yüksektir. Şekil 16’daki kalıcılık testi puan ortalamalarına göre deney grubunun kalıcılık testi puan ortalamasının kontrol grubunun puan ortalamasından daha yüksek olduğu görülmektedir.



Şekil 23. Deney ve kontrol gruplarının KEBT ön test, KEBT son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları

KEBT uygulama öncesi, uygulama sonrası ve kalıcılık testlerinden elde edilen veriler incelendiğinde ön test, son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık olduğu Şekil 23'te görülmektedir. Ön test, son test ve kalıcılık testlerinden elde edilen puanların çoklu karşılaştırılmasına ilişkin uygulanan Benforroni Testi sonuçları Tablo 26'da yer almaktadır.

Tablo 26

KEBT Ön Test, Son Test ve Kalıcılık Testi Puanlarının Çoklu Karşılaştırılması

(I) Ölçüm	(J) Ölçüm	Ortalama Farkı (I-J)	S. Hata	p	%95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Ön Test	Son test	-4,314*	0,478	0,000*	-5,279	-3,349
Son test	Kalıcılık	1,185*	0,375	0,003*	0,428	1,941
Kalıcılık	Ön test	3,129*	0,497	0,000*	2,127	4,132

*p<.05

Deney ve kontrol gruplarının ön test, son test ve kalıcılık testi puan ortalamaları arasındaki çoklu karşılaştırma için uygulanan Benferroni Testi'ne ilişkin Tablo 26'daki

bulgular incelendiğinde ön test – son test, son test – kalıcılık ve kalıcılık – ön test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ($p < 0,05$).

4.6. Araştırmanın Yedi, Sekiz, Dokuz ve Onuncu Alt Problemlerine İlişkin Bulgular

Araştırmanın yedi, sekiz, dokuz ve onuncu alt problemlerinde deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Araştırmanın yedinci alt problemde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmıştır. Tablo 27 'de deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ ön test puan ortalamalarına ilişkin betimsel istatistikler yer almaktadır.

Tablo 27

Öğrencilerin Gruplarına Göre BYÖ Ön Test Puan Ortalamaları ile İlgili Betimsel İstatistikler

Grup	N	$\bar{X}$	S
Deney	22	41,77	22,08
Kontrol	23	35,48	13,87
Toplam	45	38,56	18,41

Tablo 27'deki bulgular incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin BYÖ ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=41,77$ ss=22,08) kontrol grubu öğrencilerinin BYÖ ön test puan ortalamalarından ($\bar{X}=35,48$ ss=13,87) biraz yüksektir. Bu durumun deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin BYÖ ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farka neden olup olmadığını araştırmak için bağımsız gruplar için t testi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 28'de yer almaktadır.

Tablo 28

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYÖ Ön Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar için t-Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	T	p
Deney	22	41,77	22,08	43	-1,15	0,26
Kontrol	23	35,48	13,87			

Tablo 28'deki bulgulara göre araştırmanın başında deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin, BYÖ ön testlerine ait puan ortalamalarının anlamlı seviyede farklılık göstermediği görülmektedir ($t_{(43)} = -1,15$; $p > ,05$). Bu durum, araştırmanın başında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BYÖ puan ortalamalarının benzer düzeyde olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Tablo 29

Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYÖ Son Test Puanlarına Ait Bağımsız Gruplar İçin t-Testi Analiz Sonuçları

Grup	N	$\bar{X}$	S	sd	T	p
Deney	22	52,32	24,28	43	-2,66	0,01*
Kontrol	23	36,87	13,37			

* $p < ,05$

Araştırmanın sekizinci alt probleminde deney ve kontrol grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmıştır. Tablo 29'daki t-testi analiz sonuçlarına göre, deneysel işlemin sonunda deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin, BYÖ son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı seviyede farkın olduğu ($t_{(43)} = -2,66$; $p < 0,05$) görülmüştür. Bir başka deyişle araştırmanın uygulama basamağının sonunda deney grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamaları ($\bar{X}=52,32$) kontrol grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamalarından ($\bar{X}=36,87$) anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Araştırmanın dokuzuncu alt probleminde deney grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için bağımlı gruplar için t-testi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30

Deney Grubundaki Öğrencilerin BYÖ Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{X}$	S	sd	T	p
Ön test	22	41,77	22,08	21	-2,37	0,03*
Son test	22	52,32	24,28			

* $p < ,05$

Tablo 30'daki bulgular incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı seviyede farklılık bulunmaktadır. Bu fark son test lehinedir ($t_{(21)} = -2,37$; $p < ,05$). Bir başka ifade ile deney grubunda bulunan öğrencilerin BYÖ son test puan ortalamalarının ($\bar{x}=52,32$) ön test puan ortalamasından ($\bar{x}=41,77$) daha yüksek olduğu ve bunun son test lehine anlamlı farklılık yarattığı söylenebilir.

Araştırmanın onuncu alt probleminde kontrol grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için bağımlı gruplar için t-testi analizi yapılmıştır. Elde edilen bulgulara Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31

Kontrol Grubundaki Öğrencilerin BYÖ Ön Test – Son Test Puanlarına İlişkin Bağımlı Gruplar İçin t-testi Sonuçları

Ölçüm	N	$\bar{x}$	S	sd	T	p
Ön test	23	35,48	13,87	22	-0,52	0,61
Son test	23	36,87	13,37			

Tablo 31'deki bulgular incelendiğinde, kontrol grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ ön test ve son testlerinin ortalamaları arasında anlamlı seviyede farklılık bulunmamaktadır ($t_{(22)} = -0,52$; $p > ,05$). Bir başka ifade ile kontrol grubunda bulunan öğrencilerin BYÖ son test puan ortalamalarının ($\bar{x}=36,87$) ön test puan ortalamasından ($\bar{x}=35,48$) daha yüksek olduğu fakat bunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık yaratmadığı söylenebilir.



BÖLÜM V

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu araştırmada, Fen Bilimleri dersi *kuvvet ve enerji* ünitesine yönelik özgün olarak tasarlanmış eğitsel robotiklerin 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Araştırma eğitsel robotiklerin kullanıldığı deney grubu ve 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programına göre teknik ve yöntemlerin kullanıldığı kontrol grubu ile gerçekleştirilmiştir. Bu bölümde araştırmanın nicel verilerinin bulgularından elde edilen sonuçlara yer verilmiştir. Sonuçlar sırasıyla araştırmanın problemi ile alt problemleri çerçevesinde ilgili alanyazına dayalı olarak tartışılmış ve araştırmacılara yönelik önerilere yer verilmiştir.

5.1. Eğitsel Robotik Etkinlikleri (ERE) ve Başarı ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın birinci alt probleminde özgün olarak tasarlanmış *Eğitsel Robotik Etkinlikleri* (ERE) ile uygulama yapılan deney grubu ve 2018 fen bilimleri öğretim programına uygun olarak konuların işlendiği kontrol grubunun FÖT ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Tablo 14'deki FÖT normallik değerleri için Shapiro-Wilk değerleri deney ($0,19 > 0,05$) ve kontrol ($0,40 > 0,05$) gruplarında incelenmiş, bununla birlikte çarpıklık ve basıklık katsayılarının da deney ($-0,38$) ve kontrol ($-0,83$) gruplarında $+1,5$ ile $-1,5$ aralığında olması nedeniyle verilerin normal dağıldığı sonucuna ulaşılmıştır (Tabachnick ve Fidel, 2015). Bu yüzden gruptan elde edilen verilerin analizlerinde parametrik testlerden yararlanılmıştır. Tablo 17'de yer alan FÖT betimsel istatistiklerine göre grupların FÖT puan ortalamaları ($\bar{x}_d=17,70$; $\bar{x}_k=16,91$) birbirine yakındır. Tablo 16'da grupların FÖT verilerine uygulanan bağımsız gruplar t –

testi sonuçlarına yer verilmiştir. Tablo 18’den elde edilen bulgulara göre deney ve kontrol grupları arasında FÖT başarı puanları arasında anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ($t_{(43)} = -0,46$; $p > .05$). Bu durum araştırmanın başında deney ve kontrol grupları hazırbulunuşluklarının benzer olduğu sonucuna varılabilir.

Araştırmanın ikinci, üçüncü, dördüncü ve beşinci alt problemlerinde KEBT’e ilişkin gruplararası ve grup içi ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığı incelenmiştir. Tablo 15’te yer alan Shapiro-Wilk değerlerine ve çarpıklık, basıklık katsayılarına göre araştırmanın ikinci alt problemi için elde edilen verilerin normal dağıldığı ve parametrik testlerin uygulanabileceğine karar verilmiştir. Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test puan ortalamaları ($\bar{X}=11,74$; $ss=3,60$) deney grubu öğrencilerinin KEBT ön test puan ortalamalarından ($\bar{X}=12,59$; $ss=3,90$) biraz düşüktür. Bu farkın KEBT ön test puan ortalamaları arasında anlamlı olup olmadığını tespit etmek için yapılan bağımsız gruplar için t-testi sonuçlarına göre grupların puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($t_{(43)} = -0,73$; $p > .05$). Bu sonuç araştırmanın başında deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin başarılarının benzer seviyede olduğunu göstermektedir. Tablo 19’da yer alan bağımsız gruplar t-testi analiz sonuçlarına göre, deneysel işlemin sonunda KEBT son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı seviyede farkın olduğu ($t_{(43)} = -2,08$; $p < .05$) görülmüştür. Başka bir deyişle araştırmanın uygulama basamağının sonunda deney grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamaları ($\bar{X}=18,05$) kontrol grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamalarından ($\bar{X}=14,91$) anlamlı düzeyde daha yüksektir. Tablo 20’de yer alan bağımlı gruplar t-testi analiz sonuçlarına göre deney grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test ve son test puan ortalamaları arasında son test lehine anlamlı seviyede farklılık bulunmaktadır ($t_{(21)} = -6,78$; $p < .05$). Bu sonuca göre deney grubunda yer alan öğrencilerin KEBT son test puan ortalamalarının ($\bar{X}=18,05$) ön test puan ortalamasından ($\bar{X}=12,59$) daha yüksek olduğu ve bunun son test lehine anlamlı farklılık yarattığı söylenebilir. Tablo 21’de yer alan bağımlı gruplar t-testi analiz sonuçlarına göre kontrol grubunda yer alan öğrencilerin KEBT ön test ve son testlerinin

ortalamları arasında son test lehine anlamlı seviyede farklılık bulunmaktadır ($t_{(22)} = -5,96$; $p < .05$). Bu sonuca göre kontrol grubunda bulunan öğrencilerin KEBT son test puan ortalamalarının ($\bar{x}=14,91$) ön test puan ortalamasından ($\bar{x}=11,74$) daha yüksek olduğu ve bunun son test lehine anlamlı farklılık yarattığı söylenebilir.

Özgün olarak tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin *kuvvet ve enerji* ünitesinin öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin başarıları ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin incelendiği araştırmanın altıncı alt problemde deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretim yöntemleri öğrencilerin başarılarına kalıcılıkları incelenmiştir. KEBT ön test, son test ve kalıcılık puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olup olmadığının araştırılmıştır. Tablo 15'te yer alan Shapiro-Wilk değerlerine ve çarpıklık, basıklık katsayılarına göre araştırmanın altıncı alt problemi için elde edilen verilerin normal dağıldığı ve parametrik testlerin uygulanabileceğine karar verilmiştir. Deneysel işlemin yapıldığı deney grubu ile kontrol grubunda yer alan öğrencilerin başarıları ön test, son test ve kalıcılık testi ANOVA testi sonuçları incelenmiştir. Bu sonuçlara göre uygulama yapılmadan önce, uygulama sonrasında ve kalıcılık testinde deneysel işlemin iki grup arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık yarattığı görülmüştür ($F_{(2,86)} = 8,270$, $p < .05$).

Özgün olarak tasarlanan ERE'nin öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesine yönelik başarılarına etkisinin araştırıldığı çalışmada deneysel işlem sonrası başarının deney grubu lehine arttığı görülmüştür. Eğitsel robotiklerin kullanıldığı STEM etkinliklerinin öğrencilerin kuvvet ve enerji ünitesi başarısında etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Alanyazın incelendiğinde Ercan'ın (2014) Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı adlı araştırması sonuçlarıyla paralellik gösterdiği anlaşılmaktadır. İlköğretim 7. sınıf öğrencileri ile Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarı, karar verme becerisi, mühendislik disiplini ile ilgili yeterliklerine etkisini tasarım temelli fen eğitimi açısından araştırılan çalışma sonucuna göre, verilen eğitimin araştırmaya katılan öğrencilerin fene yönelik bilgi düzeylerinin artmasına katkı sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır.

Vollstedt (2005) 12 okulda 300 öğrenci ile yaptığı çalışmada Lego Robotik öğretim programını uygulamıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine olan ilgi ve bilgilerinin arttığı gözlemlenmiştir. Robotik uygulamalarının öğrencilerin bilgilerini anlamlı düzeyde arttığı belirtilmiştir.

Şimsek (2019), “Fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi” adlı bir çalışma gerçekleştirmiştir. 6. sınıf Fen Bilimleri dersi “Madde ve Isı” ünitesi ile ilgili ısı iletimi, ısı yalıtımı ve ısı yalıtım malzemeleri konularıyla ilgili robotik kodlama uygulamaları ile hazırlanan etkinlikler ile yapılan öğretimin öğrencilerin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırmanın çalışma grubu 48 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırma sonucuna göre öğrencilerin akademik başarı testi puan ortalamaları arasında robotik kodlama etkinliklerinin gerçekleştiği deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

Hacker’ın (2003) “Robolab” adlı çalışmasında 3. sınıf ile 6. sınıf düzeyleri arasındaki öğrencilerin temel düzeydeki fen ve mühendislik ilkelerini kazanmalarında robotiklerin etkisi incelenmiştir. Araştırma 8 hafta boyunca uygulanmış ve uygulama sonucuna göre öğrencilerin tasarlanan robotlarla temel düzeydeki fen ve mühendislik ilkelerini daha anlamlı bir şekilde öğrendiklerini değerlendirmişlerdir.

Alanyazın incelendiğinde, yapılan çalışmalarda araştırmanın sonuçlarıyla paralellik gösteren çalışmalara rastlanılmaktadır. Bu çalışmalar eğitsel robotik etkinliklerinin öğrencilerin fen bilgilerini ve fen başarısını arttırdığını desteklemektedir.

5.2. Eğitsel Robotik Etkinlikler (ERE) ve Bilimsel Yaratıcılık ile İlgili Sonuç ve Tartışma

Araştırmanın yedinci, sekizinci, dokuzuncu ve onuncu alt problemlerinde deney ve kontrol gruplarında uygulanan öğretim yöntemlerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. BYÖ ön test ve son test puan ortalamaları arasında

anlamli bir fark olup olmadığının araştırılmıştır. Tablo 16'daki Shapiro-Wilk anlamlılık değerlerine göre deney ve kontrol gruplarının BYÖ ön test ve BYÖ son test puan ortalamalarının normal dağıldığı ve parametrik testlerin uygulanabileceğine karar verilmiştir. Tablo 27'deki bulgulara göre deney grubu öğrencilerinin BYÖ ön test puan ortalamaları ($\bar{x}=41,77$; $ss=22,08$) kontrol grubu öğrencilerinin BYÖ ön test puan ortalamalarından ($\bar{x}=35,48$; $ss=13,87$) biraz yüksektir. Bu durumun deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin BYÖ ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir farka neden olup olmadığını araştırmak için bağımsız gruplar için t testi analizine göre öğrencilerin, BYÖ ön testlerine ait puan ortalamalarının anlamlı seviyede farklılık göstermediği görülmektedir ($t_{(43)} = -1,15$; $p > ,05$). Bu durum, araştırmanın başında deney ve kontrol grubu öğrencilerinin BYÖ puan ortalamalarının denk olduğu şeklinde yorumlanabilir. Gruplararası t-testi analiz sonuçlarına göre, deneysel işlemin sonunda deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin, BYÖ son test puan ortalamaları arasında deney grubu lehine anlamlı seviyede farkın olduğu ($t_{(43)} = -2,66$; $p < ,05$) görülmüştür. Bu sonuca göre uygulama basamağının sonunda deney grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamaları ($\bar{x}=52,32$) kontrol grubunda yer alan öğrencilerin son test puan ortalamalarından ($\bar{x}=36,87$) anlamlı düzeyde daha yüksektir.

Deney grubunda yer alan öğrencilerin BYÖ ön test ve son testlerinin ortalamaları arasında son test lehine anlamlı seviyede farklılık bulunmaktadır ($t_{(21)} = -2,37$; $p < ,05$). Kontrol grubunda yer alan öğrencilerin ise BYÖ ön test ve son testlerinin ortalamaları arasında anlamlı seviyede farklılık bulunmamaktadır ($t_{(22)} = -0,52$; $p > ,05$). Bu sonuca göre kontrol grubunda bulunan öğrencilerin BYÖ son test puan ortalamalarının ($\bar{x}=36,87$) ön test puan ortalamasından ($\bar{x}=35,48$) daha yüksek olduğu fakat bunun ön test ve son test puan ortalamaları arasında anlamlı farklılık yaratmadığı söylenebilir.

Özgün olarak tasarlanan ERE'nin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisinin araştırıldığı çalışmada deneysel işlem sonrası bilimsel yaratıcılığın deney grubu lehine anlamlı fark yarattığı görülmüştür. Bu çalışmayla eğitsel robotik etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Koç Şenol ve Büyük'ün (2014) “Fen eğitiminde bilimsel yaratıcılık ve tutum geliştirmede robotik teknolojisinin kullanımı”adlı araştırmalarında Lego Mindstorms NXT Robotik Eğitim setleri uygulama yaptığı görülmüştür. 7. sınıf Fen ve Teknoloji dersi Kuvvet ve Hareket ünitesinde robot teknolojisi destekli yapılan deneysel etkinliklerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları ve tutumlarına etkisi incelenmiştir. Dörder kişilik beş gruba çeşitli robotik tasarımlarla çalışılmış ve araştırmanın sonucunda robotik etkinliklerin çocukların bilimsel yaratıcılıklarına anlamlı düzeyde etki ettiği tespit edilmiştir.

Avcı ve Şahin'in (2019) çalışmalarında öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına Lego Mindstorm projelerinin etkisi incelenmiştir. 20 öğretmen adayı ile gerçekleşen çalışmanın sonucuna göre öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıklarının geliştiği değerlendirilmiştir.

Gündüz Bahadır ve Özay Köse'nin (2021) çalışmalarında fen bilimleri dersinde STEM eğitiminin, ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin, bilimsel yaratıcılıklarına ve öğrencilerin STEM ilgilerine etkisi incelenmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki bir ildeki iki ayrı sınıfta öğrenim gören 73 6. sınıf öğrencisi oluşturmuştur. Deney grubunda araştırmacılar tarafından geliştirilen fen bilimleri dersinde mevcut öğretim programına bütünleştirilmiş STEM etkinlikleri kullanılırken kontrol grubunda ise mevcut öğretim programı uygulanmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre STEM etkinliklerinin, öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişimine pozitif yönde katkı sağladığı belirtilmiştir.

Alanyazın incelendiğinde yapılan çalışmalarda araştırmanın sonuçlarıyla paralellik gösteren çalışmalara rastlanılmaktadır. Bu çalışmalar eğitsel robotik etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını arttırdığını desteklemektedir.

5.3. Öneriler

Bu araştırma, elde edilen bulgular ve bulguların analizi sonucunda özgün olarak tasarlanan eğitsel robotik etkinliklerinin *kuvvet ve enerji* ünitesinin öğretiminde 7. sınıf öğrencilerinin başarı ve bilimsel yaratıcılıkları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu araştırmanın sonuçlarına göre bu alanda çalışma yapacak araştırmacılara ve eğitim yöneticilerine yönelik öneriler aşağıda belirtilmiştir.

Eğitsel robotiklerin fen eğitiminde sınırlı konularla yapıldığı görülmektedir. Robotik uygulamalarının diğer sınıf düzeyleri ve diğer ünitelerde de konu kazanımlarına uygun biçimde tasarlanıp uygulanması ile fen eğitiminin daha etkin biçimde verilmesine olanak sağlanabilir.

Eğitsel robotiklerin tasarlanması için fen bilimleri konu kazanımlarına yönelik kullanılan robotik kodlamalarla ilgili rehber kodlama kitabı oluşturulabilir.

Öğrencilere robotik kodlamalar yapabilmelerine olanak sağlayacak bilgisayar laboratuvarları ve robotik tasarlama atölyeleri oluşturulabilir.

Eğitsel robotiklerin tasarlanması ve robotik kodlamanın öğretilmesi için öğrencilere daha uzun sürelerle bu çalışmaların yapılması önerilir. Öğrencilere robotiklerin hazırlanması için kullanılan materyallerin öğrenilmesi, kod bloklarının oluşturulması ve farklı programların kullanılması adına fırsat tanınabilir. Böylece hem daha kalıcı bir öğretim yapılabilir hem de daha farklı projeler ortaya çıkabilir.

Araştırma sırasında alanyazında robotikle ilgili daha çok nitel ve öğretmen adaylarıyla çalışmalar yapıldığı tespit edilmiştir. Deneysel çalışmaların çoğu mühendislik ve bilgisayar teknolojileri öğretmenliği bölümlerinde gerçekleştirilmiştir. Fen bilimleri alanında ve ortaokul seviyesinde deneysel çalışmalara yoğunluk verilmesinin başarıyı arttırabileceği düşünülmektedir.

Robotiklerle ilgili yapılan çalışmalarda hazır robot setlerinin kullanıldığı ve müfredat konularından bağımsız sadece robot sensörlerinin çalışma prensiplerine dayalı projelere

rastlanılmıştır. Hazır setler yerine öğrencilerin yaratıcılıklarını ve motor becerilerini geliştirebilecek özgün tasarımlar yapmasına olanak sağlayacak eğitsel robotik tasarımına yönelik çalışmalar yapılmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Alana özgü tasarlanacak eğitsel robotik etkinliklerinin öğrencilerde teknolojiye ve fen eğitimine ilgi ve merak uyandırabilecektir.



KAYNAKLAR

- Adams, A. E., Miller, B. G., Saul, M., & Pegg, J. (2014). Supporting elementary pre-service teachers to teach STEM through place-based teaching and learning experiences. *Electronic Journal of Science Education*, 18(5), 1-22.
- Akbaş, U. (2019). Ölçme araç ve sonuçlarında bulunması gereken nitelikler. B. Çetin (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme içinde* (s. 45 – 84). Ankara: Anı.
- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1), 63-71.
- Altın, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 365-377.
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.
- Arlegui, J., Pina, A., & Moro, M. (2013). A PBL approach using virtual and real robots (with BYOB and LEGO NXT) to teaching learning key competences and standard curricula in primary level. In *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality* (pp. 323-328). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2536536.2536585>.
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*, 75, 661-670.

- Avcı, B., & Şahin, F. (2019). Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine ve bilimsel yaratıcılıklarına Lego Mindstorm projelerinin etkisi. *Journal of Human Sciences*, 16(1), 216–230. <https://doi.org/10.14687/jhs.v16i1.5658>
- Awad, N., & Barak, M. (2014). Sound, waves and communication: Students' achievements and motivation in learning a STEM-oriented program. *Creative Education*, 5(23), 1959–1968.
- Barak, M., & Zadok, Y. (2009) Robotics projects and learning concepts in science, technology and problem solving. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(3), 289–307.
- Barak, M., & Assal, M. (2018). Robotics and STEM learning: students' achievements in assignments according to the P3 Task Taxonomy—practice, problem solving, and projects. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 121–144. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9385-9>
- Barker, B. S., Nugent, G., & Grandgenett, N. (2008). Examining 4-H robotics and geospatial technologies in the learning of science, technology, engineering, and mathematics topics. *Journal of Extension*, 46(3), 22-22.
- Barker, B. S., Nugent, G., & Grandgenett, N. (2014). Examining fidelity of program implementation in a STEM-oriented out-of-school setting. *International Journal of Technology & Design Education*, 24(1), 39-52. <http://doi.org/10.1007/s10798-013-9245-9>.
- Barr, D., Harrison, J. & Conery, L. (2011). Computational thinking: a digital age. *Learn Lead Technol* 38(6), 20 – 23.
- Baştürk, S. (2014). Çoktan seçmeli testler. S. Baştürk (Ed), *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* içinde (s. 119-154). Ankara: Nobel.

- Beer, R. D., Chiel, H. J., & Drushel, R. F. (1999). Using autonomous robotics to teach science and engineering. *ACM*, 42(6), 85-92. <http://doi.org/10.1145/303849.303866>.
- Benitti, F.B.V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: a systematic review, *Computers and Education*, 58(3), 978–988.
- Benitti F.B.V. & Spolaor N. (2017) *How have robots supported stem teaching?* In: Khine M. (eds) *Robotics in STEM Education*. Springer, Cham.
- Berland, M., & Wilensky, U. (2015). Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 628–647.
- Bers, M., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A., & Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. *Information Technology in Childhood Education*, 1, 123–145.
- Bers, M. U. (2007). Project interactions: A multigenerational robotic learning environment. *Journal of Science and Technology*, 16(6), 537–552.
- Bers, M. U. (2008). *Blocks to robots: Learning with technology in the early childhood classroom*. New York, NY: Teachers College Press.
- Bers, M. U., & Portsmore, M. (2005). Teaching partnerships: early childhood and engineering students teaching math and science through robotics. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 59-73.
- Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72, 145–157.
- Bers, M. U. (2010). The tangibleK robotics program: applied computational thinking for young children. *Early Childhood Research & Practice*, 12(2). Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ910910.pdf>

- Blikstein, P. (2008). Travels in Troy with Freire: Technology as an Agent for Emancipation. In P. Noguera & C. A. Torres (Eds.), *Social Justice Education for Teachers: Paulo Freire and the possible dream* (pp. 205-244). Rotterdam, Netherlands: Sense.
- Brand, B., Collver, M., Kasarda, M. (2008). Motivating students with robotics. *Sci Teach Wash* 75(4), 44–49.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *J Eng Educ* 97(3), 369 – 387.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*, Ankara: Pegem
- Büyüköztürk, Ş. (2019). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı*, Ankara: Pegem
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri (20. Baskı)*. Ankara: Pegem.
- Caron, D. (2010). Competitive robotics brings out the best in students. *Tech Dir* 69(6), 21–23.
- Carr, R. L., Bennett, L. D., Strobel, J. (2012). Engineering in the K-12 STEM standards of the 50 US States: an analysis of presence and extent. *J Eng Educ* 101(3), 539–564.
- Carnegie Mellon University (2008). *STEM Education in Southwestern Pennsylvania*. Leonard Gelfand Center for Service Learning and Outreach at Carnegie Mellon University and The Intermediate Unit 1 Center for STEM Education, p. 2.
- Cavallo, D. (2000). Emergent Design and learning environments: Building on indigenous knowledge. *IBM System Journal*, 39(3&4), 768-781.
- Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma*. Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

- Chandler J, Fontenot AD, Tate D (2011) Problems associated with a lack of cohesive policy in K-12 pre-college engineering. *J Pre- College Eng Educ Res (J-PEER)* 1(1), 5.
- Chang K, Wu L, Weng S, Sung Y (2012) Embedding game-based problem-solving phase into problem-posing system for mathematics learning. *Comput Educ* 58(2):775–786.
- Chung, C. J., Cartwright, C., & Cole, M. (2014). Assessing the impact of an autonomous robotics competition for STEM education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 15(2), 24–34.
- Coxon, S. V. (2012). The malleability of spatial ability under treatment of a FIRST LEGO League-based robotics simulation. *Journal for the Education of the Gifted*, 35(3), 291-316.
- Czerkawski, B. (2015). *Computational Thinking in Virtual Learning Environments*. In *Proceedings of ELearn: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2015* (pp. 993-997).
- Çakan, M. (2017). Eğitim sistemimizde yaygın olarak kullanılan sınav türleri. S. Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme içinde* (s. 88-122). Ankara: Pegem Akademi.
- Çetin, B. (2019). Test geliştirme. B. Çetin (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme içinde* (s. 105 – 125). Ankara: Anı.
- Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M., Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM. *Int J Sci Educ Part B* 2(1), 63-79.
- Deniş Çeliker, H., Balım, A. G. (2012). Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin türkçeye uyarlama süreci ve değerlendirme ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 1-21.

- Dewey, J. (1902). *The Child and Curriculum*. Chicago, IL: University of Chicago.
- DiFrancesca, D., Lee, C., & McIntyre, E. (2014). Where is the “E” in STEM for young children? *Issues in Teacher Education*, 23(1), 49-64.
- Doğan, N. (2007). Çoktan seçmeli testler. H. Atılğan (Ed.), *Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme* (5. Baskı) içinde, (23-80). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Edelson, D. C. (2001). Learning-for-use: A framework for the design of technology-supported inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 355-385.
- Eguchi, A. (2010). What is Educational Robotics? Theories behind it and practical implementation. In *Society for information technology & teacher education international conference* (pp. 4006–4014). Jacksonville: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Eguchi, A. (2014a). Educational robotics for promoting 21st century skills. *Journal of Automation Mobile Robotics and Intelligent Systems*, 8(1), 5–11.
- Eguchi, A. (2014b). *Learning experience through RoboCupJunior: Promoting STEM education and 21st century skills with robotics competition*. In Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics & Autonomous Systems*, 75, 692–699.
- Ercan, S. (2014). *Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitimi*. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi: İstanbul.

- Ergun, M. (2020). Öğrenme ve öğretim yaklaşımlarının fen öğretimine yansımaları. Hakan Şevki Ayvacı (Ed.), *Fen öğrenme ve öğretim yaklaşımları* içinde (s. 43-79). Ankara: Pegem Akademi.
- Erol, O. (2020). *Kodlama öğretimi programlamadan kodlamaya yaklaşımlar ve örnek uygulamalar*. Ankara, Anı.
- Freire, P. (1974). *Pedagogy of the oppressed*. New York: Seabury.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Dordrecht: Reidel.
- Fröbel, F., & Hailmann, W. N. (1901). *The education of man*. New York: D. Appleton.
- Grubbs, M. (2013). Robotics intrigue middle school students and build STEM skills. *Technol Eng Teach* 72(6), 12-16.
- Gündüz Bahadır, E, Özay Köse, E. (2021). STEM Eğitimlerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılıklarına ve STEM Mesleklerine Olan İlgilerine Etkisi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 6 (1), 12-30.
- Gürel, S. (2019). Değerlendirme ve not verme. B. Çetin (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* içinde (s. 333-350). Ankara: Anı.
- Hacker, L. (2003). *Robotics in Education: ROBOLAB and Robotic Technology as Tools for Learning Science and Engineering*, Department of Child Development, Tufts University.
- Hamarat, E. (2019). 21. Yüzyıl becerileri odağında Türkiye'nin eğitim politikaları. *Seta Analiz*, 272, 1-24.
- Hanover Research (2011). K-12 STEM Education Overview. Retrieved on April 4, 2014 from <http://www.hanoverresearch.com/wp-content/uploads/2011/12/K-12-STEM-Education-Overview- Membership.pdf>
- Harel, I. E., & Papert, S. E. (1991). *Constructionism*. Westport, CT: Ablex Publishing.

- Highfield, K. (2010). Robotic toys as a catalyst for mathematical problem solving. *Australian Primary Mathematics Classroom*, 15(2), 22-27.
- Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.) (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington D.C.: The National Academies Press.
- Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389-403.
- Illich, I. (1970). *Deschooling society*. New York: Harper & Row.
- Ioannidou, A., Bennett, V., Repenning, A., Koh, K. H., Basawapatna, A. (2011). Computational thinking patterns. In: Paper presented at the 2011 annual meeting of the american educational research association (AERA), Division C, New Orleans, LA.
- Ivey, D., Quam, G. (2009). 4-H and tech ed partnership gets students geeked about STEM. *Tech Dir* 69(3), 19–21.
- Kalelioğlu, F. ve Keskinkılıç, F. (2017). Bilgisayar bilimi eğitimi için öğretim yöntemleri. Y. Gülbahar (Ed.), *Bilgiişlemsel düşünmeden programlamaya* (155-178). Ankara: Pegem Akademi.
- Kan, A. (2017). Ölçme aracı geliştirme. S. Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* içinde (s. 242-278). Ankara: Pegem Akademi.
- Karademir Coskun, T., Yurttaş Kumlu, G. D. (2020). Robotik ve fen öğretimi. Artun, H., Aydın Günbatur, S. ve Günbatur, M.S. (Eds.), *Fen öğretiminde teknoloji eğilimleri* içinde (s. 224-236). Ankara: Pegem.
- Karahoca, D., Karahoca, A., & Uzunboylu, H. (2011). *Robotics teaching in primary school education by project-based learning for supporting science and technology courses*. World Conference on Information Technology, 3, 1425-1431. <http://doi.org/10.1016/j.procs.2011.01.025>.

- Karasar, N. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (31. Baskı). Ankara: Nobel Akademik.
- Katehi, L., Pearson, G., Feder, M. (2009). Engineering in K-12 education: understanding the status and improving the prospects. National Academies Press, Washington.
- Kay, J. S., Moss, J. G., Engelman, S., &McKlin, T. (2014). *Sneaking in through the back door: Introducing K-12 teachers to robot programming*. In Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (p. 499-504). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2538862.2538972>.
- Kazakoff, E. & Bers, M. (2012). Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: The impact on sequencing skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 21(4), 371-391.
- Kazakoff, E., Sullivan, A., & Bers, M. (2013). The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4), 245-255. <http://doi.org/10.1007/s10643-012-0554-5>.
- Kılıç, A. (2016). Öğretimi planlama. Ş. Tan (Ed.), *Öğretim ilke ve yöntemleri içinde* (s. 444-486). Ankara: Pegem Akademi.
- Kızılay, E. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47, 403-417.
- Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education*, 91, 14-9131.
- Koç Şenol, A., Büyük, U. (2014). *XI. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*. Adana: Online.
- Koehler, C., Binns, I. C. ve Bloom, M. A. (2016). The emergence of stem. Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E. & Moore, T. J. (Eds.) (2016), *STEM road map: A*

- framework for integrated STEM education* içinde (s.13-21). New York, NY: Routledge.
- Kotluk, N., Kocakaya, S. (2015). Digital Storytelling for Developing 21st Century Skills: From High School Students' Point of View. *Journal of Research in Education and Teaching*, 4(2), 354-363.
- Larkins, D. B., Moore, J. C., Rubbo, L. J., & Covington, L. R. (2013). *Application of the cognitive apprenticeship framework to a middle school robotics camp*. In Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (p. 89-94). New York, NY, USA: ACM. <http://doi.org/10.1145/2445196.2445226>.
- Legare, C. H., Gelman, S. A., & Wellman, H. M. (2010). Inconsistency with prior knowledge triggers children's causal explanatory reasoning. *Child Development*, 81(3), 929-944.
- Li, Q. (2010). Digital game building: learning in a participatory culture. *Educ Res* 52(4), 427-443.
- Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does Lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers & Education*, 49(4), 1097-1111.
- Linn, R. L. ve Gronlund, N. E. (2000). *Measurement and assessment in teaching*. (8th Edition). New Jersey, USA: Prentice Hall.
- Linn, M. C., Hsi, S. (2000). Computers, teachers, peers: science learning partners. LEA, Mahwah.
- Martin, F. (1994). *Circuits to control: learning engineering by designing lego robots*. MIT, Cambridge, MA.
- Martin, F., & Resnick, M. (1993). Lego/Logo and electronic bricks: Creating a scienceland for children. In D. L. Ferguson (Ed.), *Advanced educational technologies for mathematics and science*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.

- Marulcu, İ. Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12, 13-23.
- Mataric, M. J., Koenig, N., & Feil-Seifer, D. (2007). *Materials for enabling hands-on robotics and STEM education*. In Proceedings of AAAI Spring Symposium on robots and Robot Venues: Resources for AI Education. Stanford, CA: American Association for Artificial Intelligence (AAAI).
- Matson, E., DeLoach, S. & Pauly, R. (2004). Building interest in math and science for rural and underserved elementary school children using robotics. *J STEM Educ* 5(3-4), 35-46.
- Mertens, D. M. (2005). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Mikropoulos, T. A., & Bellou, I. (2013). Educational robotics as mindtools. *Themes in Science and Technology Education*, 6(1), 5-14.
- Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Miller, D.P. & Nourbakhsh, I. (2016). *Robotics for education*. In: Siciliano B., Khatib O. (eds) Springer Handbook of robotics. Springer, Charm.
- Mitnik, R., Recabarren, M., Nussbaum, M., & Soto, A. (2009). Collaborative robotic instruction: a graph teaching experience. *Computers & Education*, 53(2), 330-342. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.02.010>.
- Montessori, M. (1964). *The advanced Montessori method*. Cambridge, Mass: R. Bentley.
- Montessori, M. (1965). *Spontaneous activity in education*. New York: Schocken Books.

- Moore, T. J., Tank, K. M. & Glancy, A. W., Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *J Res Sci Teach* 52(3), 296–318, doi:10.1002/tea.21199.
- National Research Council. (2010). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington, DC: The National Academies.
- National Research Council (2011). *Successful k-12 stem education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, DC: The National Academies.
- National Research Council (2012). A framework for K–12 science education. National Academy of Sciences. Retrieved from <http://www.nap.edu>
- National Science Foundation (2012). Science and engineering indicators 2012. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 12-01). Retrieved from <http://www.nsf.gov/statistics/seind12/pdf/seind12.pdf> on 2 January 2021.
- Next Generation Science Standards (2013). *Next generation science standards*. Retrieved from <http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards>.
- NGSS Lead States (2013). *Next generation science standards: for states, by states*. National Academies Press, Washington DC.
- Nugent, G., Bradley, B., Grandgenett, N., & Adamchuk, V. I. (2010). Impact of robotics and geospatial technology interventions on youth STEM learning and attitudes. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(4), 391-408.
- Osborne, R. B., Thomas, A. J., & Forbes, J. (2010). *Teaching with robots: a service-learning approach to mentor training*. In Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education (pp. 172-176). New York, NY: Association for Computing Machinery (ACM).
- Özbek, Ö. Y. (2017). Ölçme araçlarında bulunması gereken nitelikler. S. Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* içinde (s. 42 - 85). Ankara: Pegem Akademi.

- Özden, Y. (2011). *Öğrenme ve öğretme*. Ankara: Pegem Akademi.
- Pala, A. (2016). Öğrenme ve öğretim ilkeleri. Ş. Tan (Ed.), *Öğretim ilke ve yöntemleri* içinde (s. 114-139). Ankara: Pegem Akademi.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1987). Computer criticism vs. technocentric thinking. *Educational Researcher*, 16(1).
- Papert, S. (1991). *Situating constructionism*. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 1–12). Norwood, NJ: Ablex. Volume
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas* (2nd ed.). New York, NY: Basic Books.
- Papert, S. (2000). What's the big idea? Toward a pedagogy of idea power. *IBM Systems Journal*, 39(3.4), 720–729.
- Penmetcha, M. R. (2012). *Exploring the effectiveness of robotics as a vehicle for computational thinking* (Doctoral dissertation, Purdue University).
- Piaget, J. (1964). Part I: Cognitive development in children: Piaget development and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176–186.
- Piaget, J. (1965). *The moral judgment of the child*. New York: Free Press.
- Piaget, J. (1981). *The psychology of intelligence*. Totowa, NJ: Littlefield, Adams & Co.
- Puntambekar, S., & Kolodner, J. L. (2005). Distributed scaffolding: Helping students learn science from design. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(2), 185–217.
- Repenning, A., Webb, D., & Ioannidou, A. (2010) *Scalable game design and the development of a checklist for getting computational thinking into public schools*.

- In: Proceedings of the 41st ACM technical symposium on computer science education. Milwaukee, WI, 265-269.
- Resnick, M., Berg, R., & Eisenberg, M. (2000). Beyond black boxes: Bringing transparency and aesthetics back to scientific investigation. *Journal of the Learning Sciences*, 9(1), 7-30.
- Resnick, M. (2004). Edutainment? No thanks, I prefer playful learning. Associazione Civita Report on Edutainment, 14. Retrieved from http://www.roboludens.net/Edut_Articoli/Playful_Learning.pdf
- Rousseau, J.-J. (1961). *Emile*. New York: Dutton.
- Shin, S., Park, P. & Bae, Y. (2013). The Effects of an information-technology gifted program on friendship using Scratch programming language and clutter. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, 2(3), 246-249.
- Sipitakiat, A. (2000). *Digital technology for conviviality: making the most of learners' energy and imagination*. MSc. thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.
- Sipitakiat, A., Blikstein, P., & Cavallo, D. P. (2002). *The GoGo Board: Moving towards highly available computational tools in learning environments*. Paper presented at the Interactive Computer Aided Learning International Workshop, Villach, Austria.
- Sipitakiat, A., Blikstein, P., & Cavallo, D. P. (2004). *GoGo Board: Augmenting programmable bricks for economically challenged audiences*. Paper presented at the International Conference of the Learning Sciences, Los Angeles, USA.
- Soyer, İ. & Aydın, M. (2020). Teknoloji okuryazarlığı ve fen öğretimi. Artun, H., Aydın Günbatur, S. ve Günbatur, M.S. (Eds.), *Fen öğretiminde teknoloji eğilimleri içinde* (s. 1-25). Ankara: Pegem.

- Sullivan, F. R., & Heffernan, J. (2016). Robotic construction kits as computational manipulatives for learning in the STEM disciplines. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(2), 105–128. <https://doi.org/10.1080/15391523.2016.1146563>
- Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills, and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(3), 373–394.
- Sullivan, F. R. (2011). Serious and playful inquiry: Epistemological aspects of collaborative creativity. *Journal of Educational Technology and Society*, 14(1), 55-65.
- Sullivan, F. R., & Moriarty, M. A. (2009). Robotics and discovery Learning: pedagogical beliefs, teacher practice, and technology integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 17(1), 109-142.
- Şimşek, K. (2019). *Fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinde robotik kodlama uygulamalarının 6. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisinin incelenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2015). *Çok değişkenli istatistiklerin kullanımı* (M. Baloglu, Çev.). Ankara: Nobel.
- Tai, R., Liu, C., Maltese, A., Fan, X. (2006). Planning early for careers in science. *Science* 312, 1143–1144. doi:10.1126/science.1128690.
- Tan, Ş. (2016). Öğretimin materyallerle desteklenmesi. Ş. Tan (Ed.), *Öğretim ilke ve yöntemleri içinde* (s. 366- 408). Ankara: Pegem Akademi.
- Turkle, S., & Papert, S. (1991). Epistemological pluralism and the revaluation of the concrete. In I. Harel & S. Papert (Eds.), *Constructionism* (pp. 161-192). Norwood, NJ: Ablex.

- Tobin, K.G. & Capie, W. (1981). The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement*, 41(2), 413-424.
- Tochacek, D., & Lapes, J. (2012). *The project of integration the educational robotics into the training programme of future ICT teachers*. International Conference on Education & Educational Psychology (ICEEPSY 2012), 69(0), 595-599. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.451>.
- Torrance, E. P. (1966). *Torrance of creative thinking*. Bensenville, IL: Scholastic Testing Service.
- Üçgül, M. (2017). Eğitsel robotlar ve bilgi işlemsel düşünme. Y. Gülbahar (Ed.), *Bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya*. Ankara: Pegem Akademi.
- Verner, I. M., Waks, S., & Kolberg, E. (1999). Educational robotics: An insight into systems engineering. *European Journal of Engineering Education*, 24(2), 201–212.
- Virnes, M., Sutinen, E., & Kärnä-Lin, E. (2008). How children's individual needs challenge the design of educational robotics. In *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children* (pp. 274–281). ACM.
- Vollstedt, A. M. (2005). *Using robotics to increase student knowledge and interest in science, technology, engineering, and math*, A Master Thesis of Science in Mechanical Engineering, University of Nevada, Reno.
- Von Glasersfeld, E. (1984). An Introduction to Radical Constructivism. In P. Watzlawick (Ed.), *The Invented Reality*. New York: Norton.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher mental processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Webb D, Repenning A, Koh K (2012) Toward an emergent theory of broadening participation in computer science education. In: *Proceedings of the ACM special interest group on computer science education conference*. Raleigh, North Carolina, 173-178.

- Wilensky, U. (2001). *Modeling nature's emergent patterns with multi-agent languages*. In the Proceedings of EuroLogo, 1–6. Retrieved May 2015, from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.294.8094&rep=rep1&type=pdf>.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2007). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201-216.
- Williams, D. C., Ma, Y., Prejean, L., Ford, M. J., & Lai, G. (2008). Acquisition of physics content knowledge and scientific inquiry skills in a robotics summer camp. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(2), 201–216.
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35.
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2011). *Introducing computational thinking in education courses*. In the Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education (pp. 465–470). Retrieved February 2016, from http://cs4edu.cs.purdue.edu/_media/sigcse11-final.pdf.
- Yıldırım, M. (2020). Fen öğrenme ve öğretim yaklaşımları. Hakan Şevki Ayvaci (Ed.), *Fen öğrenme ve öğretim yaklaşımları içinde* (s. 1-14). Ankara: Pegem Akademi.
- Yuen, TT., Boecking, M., Stone, J., Tiger, EP., Gomez, A. & Guillen, A. (2014). Group tasks, activities, dynamics, and interactions in collaborative robotics projects with elementary and middle school children. *J STEM Educ Innov Res* 15(1), 39-45.



EKLER



EK 1. Kuvvet ve Enerji Başarı Testi

Açıklama: Bu test 7. Sınıf Kuvvet ve Enerji Ünitesine yönelik bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. **Her soruyu dikkatle okuduktan sonra sizin için doğru olan seçeneği işaretleyiniz.**

1.“Dünya üzerindeki kütlelere etkiyen yerçekimi kuvvetine denir.”

Cümlesindeki boşluk aşağıdakilerden hangisi ile doldurulursa doğru bir ifade olur?

- A) Dinamometre B) Ağırlık C) Kütle D) Hacim

2. Fen bilimleri öğretmeni öğrencilerinden bir cismin ağırlığı ile ilgili yorum yapmalarını istemiştir. Öğrencilerin yorumları aşağıdaki belirtilmiştir.

Gökçe: Bir cismin ağırlığı cisme uygulanan yerçekimi kuvvetidir.

Arda: Ağırlık bir kuvvettir ve dinamometre ile ölçülür.

Şule: Bir cismin ağırlığı Dünya’nın her yerinde aynıdır.

Yukarıdaki öğrencilerden hangisinin yorumu yanlıştır?

- A) Yalnız Gökçe B) Arda, Gökçe C) Yalnız Şule D) Gökçe, Şule

3. Göktürk kütle ile ilgili bir poster hazırlayacaktır. **Posterde hangi numaralarla gösterilen bilgileri kullanmalıdır?**

I. Newton

II. Eşit kollu terazi

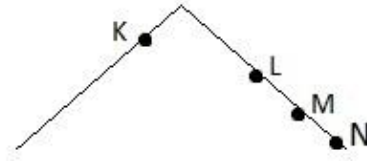
III. Değişmeyen madde miktarıdır

IV. Dinamometre

V. Cisimlere etki eden madde miktarıdır.

- A) IV B) II, III, IV C) II, III D) I, IV, V

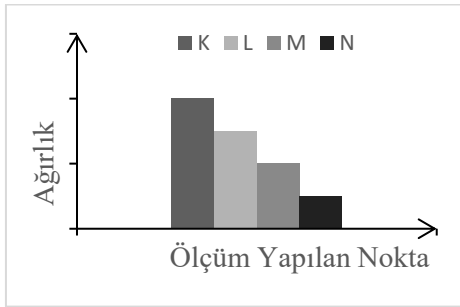
4.



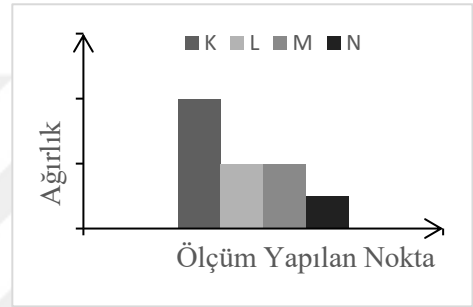
Orhun hassas bir dinamometre ile bir cismin ağırlığını tırmandığı farklı noktalarda ölçüyor.

Buna göre Orhun'un ölçüm yaptığı noktalar ile ağırlık arasındaki ilişkiyi gösteren grafik hangisidir?

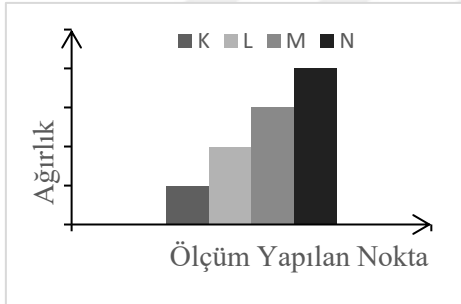
A)



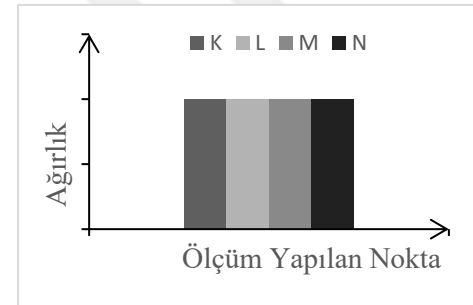
B)



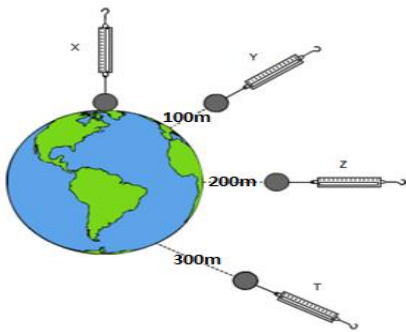
C)



D)



5. Özdeş cisimler Dünya'nın çevresinde farklı konumlarda özdeş X, Y, Z ve T dinamometreleri ile tartılmaktadır. **Buna göre hangi dinamometrede okunan değer en küçüktür?**



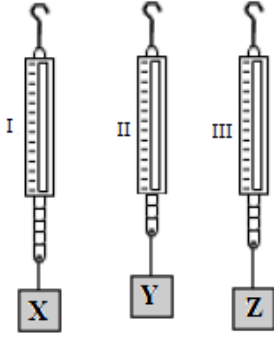
A) X

B) Y

C) Z

D) T

6.



X, Y ve Z cisimleri özdeş I, II ve III dinamometreleriyle tartıldığında şekildeki gibi görünmektedir.

Buna göre cisimlerin ağırlıkları arasındaki ilişki nasıldır?

A) $X < Y < Z$

B) $Y < X < Z$

C) $Y < Z < X$

D) $X < Z < Y$

7. Zehra bir cismin kütlesini ve ağırlığını Dünya üzerindeki K, L ve M noktalarında ölçüyor.



Buna göre ölçülen değerler arasında nasıl bir ilişki vardır?

Kütle

Ağırlık

A) $K=L=M$

$K > L > M$

B) $K > L > M$

$K=L=M$

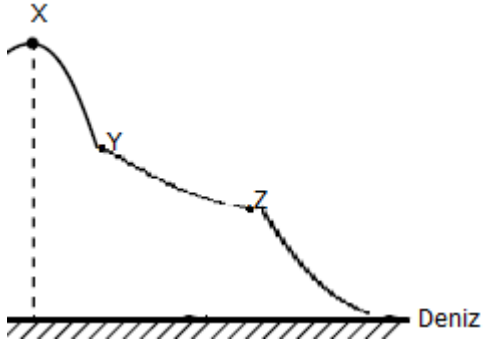
C) $M > L=K$

$M > L > K$

D) $K=L=M$

$M > L > K$

8.



Aynı cismin şekilde gösterilen noktalardaki kütleleri arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $X > Y > Z$ B) $Z > Y > X$ C) $X = Y = Z$ D) $X = Y > Z$

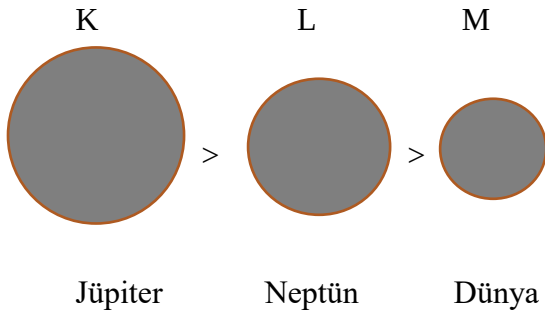
9. Aşağıda Ay, Dünya ve Satürn kütle çekim kuvvetleri küçükten büyüğe doğru sıralanmıştır.

$$\text{Ay} < \text{Dünya} < \text{Satürn}$$

Dünyadaki kütlesi 80kg olan bir kişinin, Ay'daki ağırlığı ve Satürn'deki kütlesi Dünya'ya göre nasıl değişir?

- | | <u>Ay'daki ağırlık</u> | <u>Satürn'deki kütle</u> |
|----|------------------------|--------------------------|
| A) | Azalır | Azalır |
| B) | Azalır | Değişmez |
| C) | Artar | Azalır |
| D) | Değişmez | Değişmez |

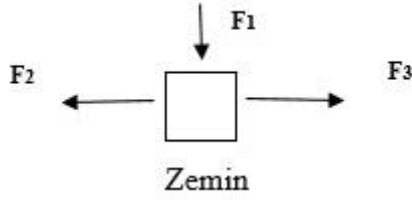
10. Gezegenlerin kütleleri büyüklükleri ile doğru orantılıdır.



Özdeş K, L, M cisimlerinin ağırlığının Jüpiter, Neptün ve Dünyadaki büyüklükleri arasındaki ilişki nasıldır?

- A) $G_K > G_L > G_M$ B) $G_M > G_L > G_K$ C) $G_K = G_L = G_M$ D) $G_K > G_L = G_M$

11.



Şekildeki A cisminde etki eden F_1 , F_2 ve F_3 kuvvetlerinden hangileri fiziksel anlamda iş yapabilir?

- A) F_1 B) F_2
C) F_1 ve F_3 D) F_2 ve F_3

12.

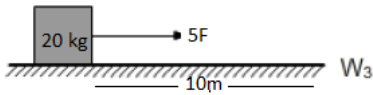
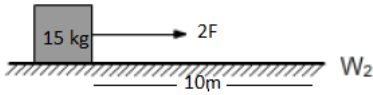
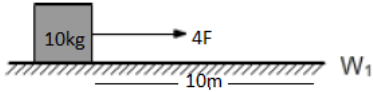
	Hareket yönü	Kuvvetin uygulama yönü
I	↑	→
II	→	→
III	↓	←
IV	←	↑

Yukarıdaki tabloda bazı sistemler için kuvvetin uygulama yönü ve cismin hareket yönü belirtilmiştir.

Buna göre hangi sistemde fiziksel anlamda iş yapılmıştır?

- A) I B) II C) I ve III D) I, II ve IV

13.



Şekilde yatay sürtünmesiz yollarda kütleleri verilen cisimler belirtilen yatay kuvvetlerle eşit yollar boyunca çekildiğinde yapılan işler sırasıyla W_1 , W_2 ve W_3 olmaktadır.

Buna göre W_1 , W_2 , W_3 arasındaki büyüklük ilişkisi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $W_1 > W_2 > W_3$ B) $W_2 > W_3 > W_1$ C) $W_3 > W_1 > W_2$ D) $W_1 > W_3 > W_2$

14. I. Joule II. N.m
III. Newton IV. Kilogram

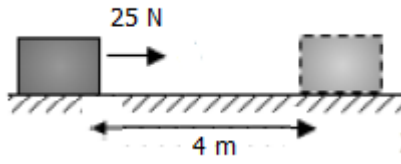
Yukarıdakilerden hangisi iş birimidir?

- A) Yalnız III B) Yalnız IV C) I ve II D) I ve III

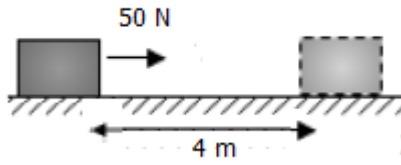
15. Fiziksel anlamda iş, cisme uygulanan kuvvetin büyüklüğüne ve cismin yer değiştirme miktarına bağlıdır.

Verilen bilgiye göre, uygulanan kuvvet ve yer değiştirme miktarları özdeş cisimlerden hangisinin üzerine yapılan iş en fazladır? (Sürtünmeler önemsizdir).

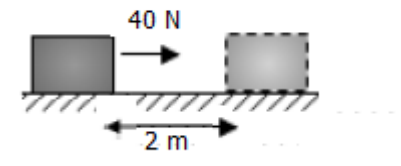
A)



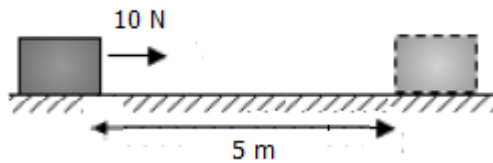
B)



C)



D)



16.

I.	Ağırlık	Newton
II.	Kütle	Terazi
III.	Enerji	Joule
IV.	İş	Kilogram

Tabloda verilen eşleştirilmiş kavramlardan hangisi arasında bir ilişki yoktur?

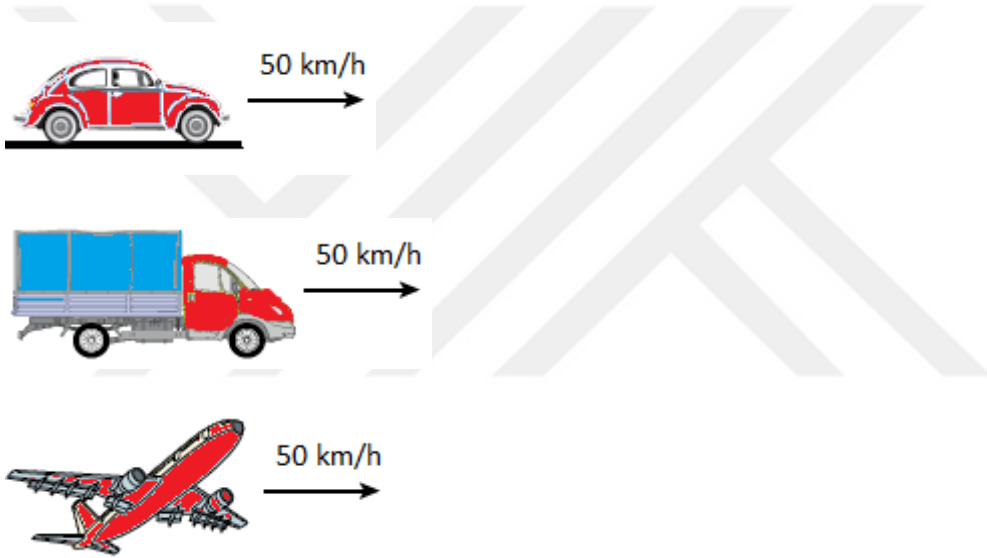
A) I

B) II

C) III

D) IV

17.



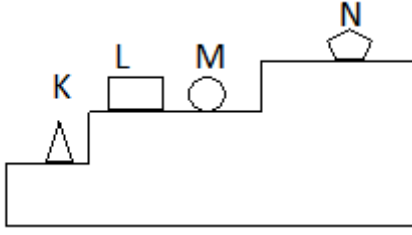
Eşit süratle hareket eden araba, kamyon ve uçağın sahip oldukları kinetik enerjileri karşılaştırması aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) Araba = Kamyon = Uçak

B) Uçak > Kamyon > Araba

C) Kamyon > Araba > Uçak

D) Uçak = Kamyon > Araba



18. Basamaklarda bulunan eşit kütleli K, L, M, N cisimleri ile ilgili öğrenciler yorum yapmıştır.

Sude: En büyük potansiyel enerji N'ye aittir.

Efe: L'nin potansiyel enerjisi K'ninkinden küçüktür.

Can: K en küçük potansiyel enerjiye sahiptir.

Ayşe: L ve M'nin potansiyel enerjisi eşittir.

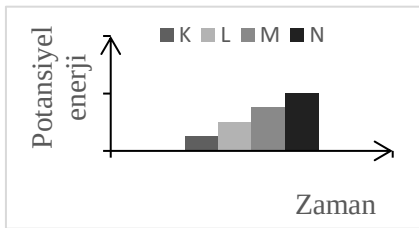
Buna göre hangi öğrencinin yorumu yanlıştır?

- A) Sude B) Efe C) Can D) Ayşe

19. Aşağıdaki cisimlerden hangisinde hem potansiyel hem de kinetik enerji vardır?

- A) Dalda duran elma B) Uçan kuş C) Raftaki kitap D) Yerde hareketli top

20.



Yukarıdaki grafikte bir cismin potansiyel enerjisinin zamanla değişimi verilmektedir.

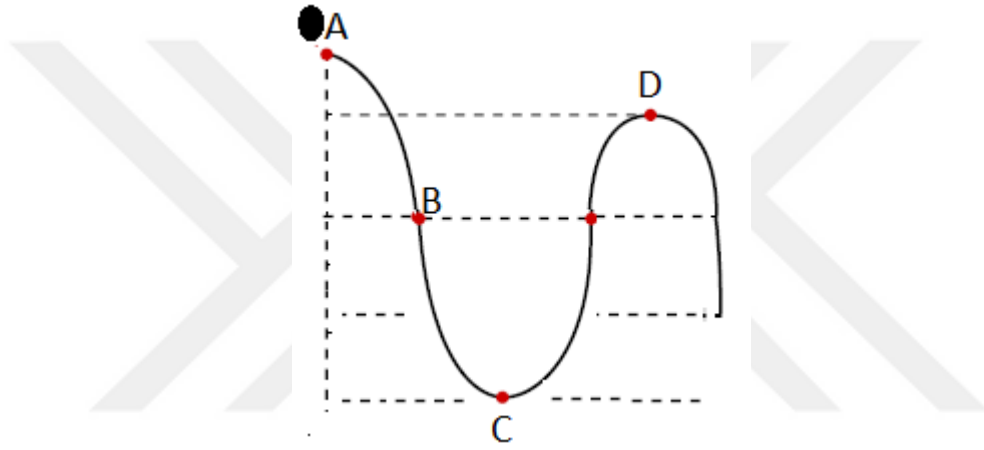
Buna göre bu grafik aşağıdakilerden hangisine ait olabilir?

- A) Yeryüzüne düşen yağmur tanesi
B) Havalanan uçak
C) Aşağı doğru inen asansör
D) Düz yolda hızlanan araba

21. Belirli bir yükseklikten aşağı inen bir uçan balon için aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

- A) Potansiyel enerjisi azalır.
- B) Kinetik enerjisi artar.
- C) Potansiyel ve kinetik enerji toplamı azalır.
- D) Yerden yüksekliği azalır.

22.

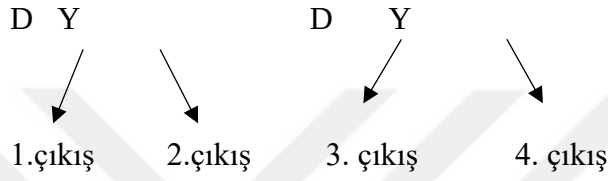
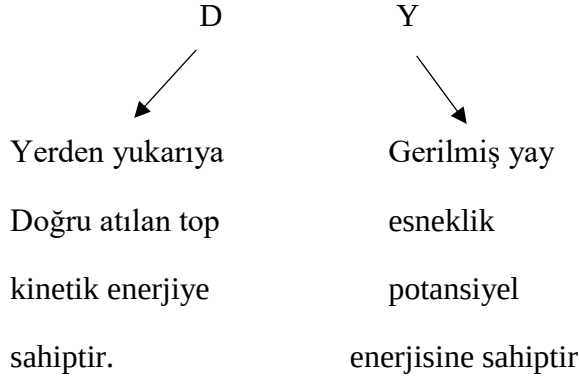


Şekildeki sürtünmesiz sistemde bir cisim A noktasından serbest bırakılıyor.

Buna göre cisimle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- A) B noktasındaki potansiyel enerjisi C noktasındakinden büyüktür.
- B) D noktasına kadar çıkabilir.
- C) B – C arasında hızlanır.
- D) C – D noktaları arasında hızlanır.

23. Bir sistemde toplam enerjinin değişmesine enerjinin korunumu denir

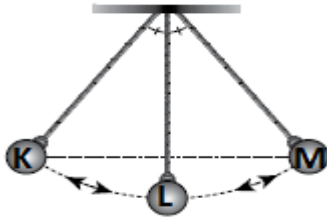


Yukarıdaki ifadeleri en baştan başlayarak okuyunuz.

Doğru (D) ya da yanlış (Y) olduğuna karar vererek ilerlediğinizde hangi çıkışa ulaşılır?

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

24.



Tavana iple asılmış, ilk hızı olmayan serbest topun K ve M noktaları arasında K'den M'ye gelinceye kadar enerji dönüşümleri gerçekleşmektedir.

Orhun: K-L arasında kinetik enerjisi artar.

Göktürk: K ve M noktalarında potansiyel enerjileri eşittir.

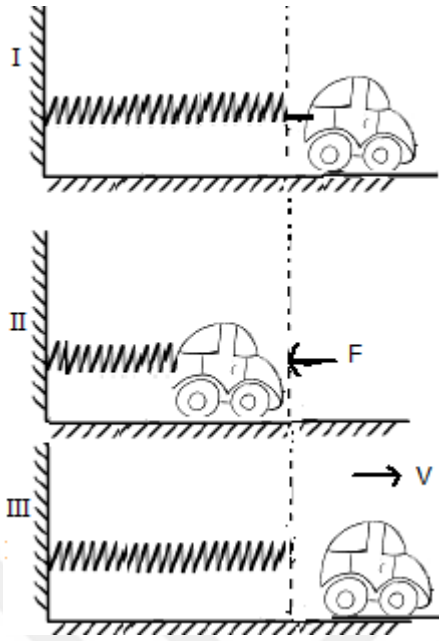
Elif: L - M yönünde potansiyel enerjisi azalır.

Zeynep: L noktasındaki kinetik enerjisi en fazladır.

Buna göre hangi öğrencilerin söylediği ifadeler doğrudur?

- A) Orhun ve Zeynep B) Göktürk ve Elif C) Orhun, Göktürk ve Zeynep D) Elif ve Orhun

25.



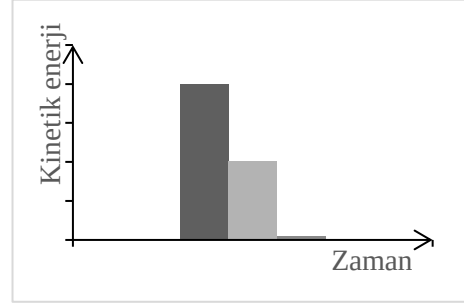
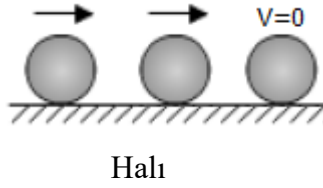
Yukarıda verilen düzenekler incelendiğinde yayın ve arabanın enerjileri ile ilgili verilen açıklamalardan hangisi yanlıştır?

- A) Yay II. Şekilde sıkıştırıldığında yayda kinetik enerji depolanır.
- B) Yay sıkıştırıldığında önüne konan cismi fırlatır.
- C) Yayın esneklik potansiyel enerjisi arabaya kinetik enerji olarak aktarılır.
- D) Yay daha fazla sıkıştırılsaydı arabayı daha uzağa fırlatırdı.

26. Sürtünme kuvveti ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A) Cismin hareketi ile daima zıt yönlüdür.
- B) Hareketli cismin kinetik enerjisini azaltacağından toplam enerjide kayba neden olur.
- C) Sürtünmeli yüzeylerde cismin hızı zamanla azalır.
- D) Çok süratli giden araçlar sürtünmeden en az etkilenecek şekilde tasarlanmıştır.

27.

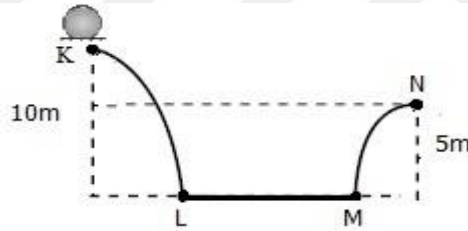


Halı üzerinde yuvarlanan topun hareketi ve zamanla sahip olduğu kinetik enerjideki değişimi grafikte gösterilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Halı üzerinde yuvarladığımız top yavaşlar ve bir süre sonra durur.
- B) Top ilk fırlatıldığında kinetik enerjisi en fazladır.
- C) Topun kinetik enerjisi sürtünmeden dolayı azalmıştır.
- D) Topun kinetik enerjisi azalırken potansiyel enerjisi artmıştır.

28.



10 m yükseklikten serbest bırakılan top şekildeki yolu izleyerek N noktasında duruyor.

Buna göre cisimle ilgili verilen bilgilerden hangisi kesinlikle yanlıştır?

- A) K-L arasında cismin potansiyel enerjisinde azalma olur.
- B) Yolun tamamı sürtünmesizdir.
- C) L noktasındaki hızı M noktasındaki hızına eşittir.
- D) M-N arasında kinetik enerjisi azalır.

29. Uçaklar hava direncini azaltmaya yönelik olarak tasarlanırlar.

- I. Sürat teknesi
- II. Paraşüt
- III. Hızlı tren
- IV. Yarış bisikleti

Buna göre numaralandırılmış araçlardan hangileri uçak ile aynı amaç için tasarlanmıştır?

- A) Yalnız III B) II, III, IV C) I ve II D) I, III, IV

30. Buluttan ayrılan yağmur damlalarının sürati önce artar, bir süre sonra azalır. Daha sonra sabit bir süratle damlalar yeryüzüne iner. Yağmur damlalarının hızlanmasını engelleyen kuvvet hava direncidir. Hava direnci olmasaydı yağmur damlaları sürekli hızlanarak yere düşerdi.

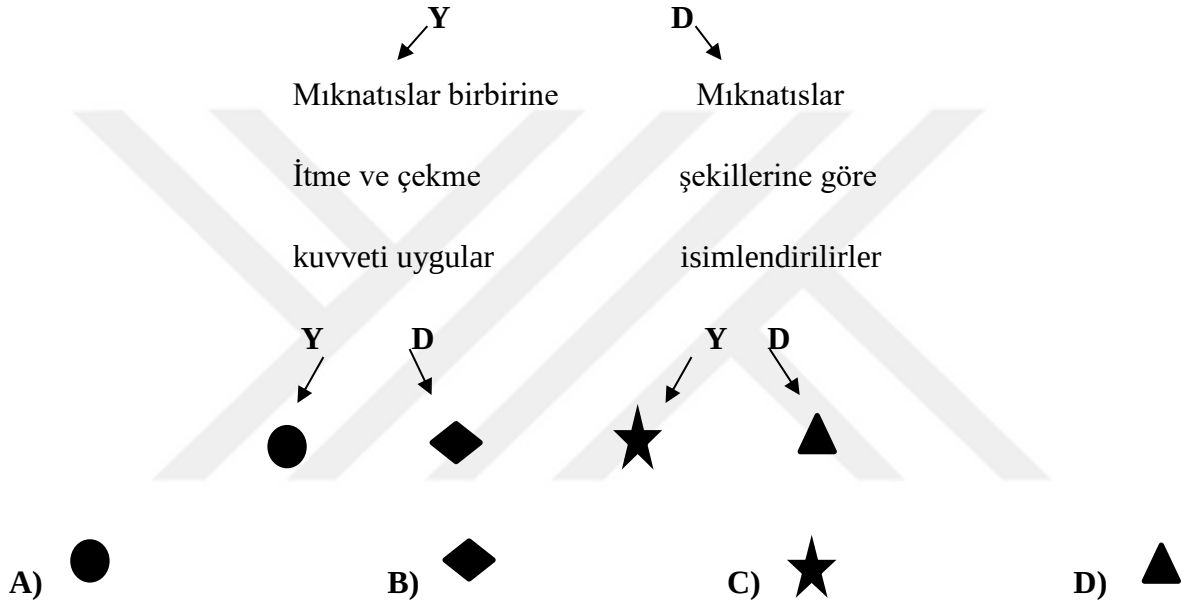
Verilen bilgiyle benzer bir durum aşağıdakilerden hangisinde görülmektedir?

- A) Kuşların gagalarının ve vücut yapılarının havada hareketlerini kolaylaştırması.
- B) Jet uçaklarının kısa pistlere inişini kolaylaştırmak için paraşüt kullanması.
- C) Suda yaşayan canlıların vücut yapılarının hareketlerini kolaylaştırması.
- D) Uçakların uçlarının sivri olarak tasarlanması.

EK 2. Fen Ön Bilgi Testi

Açıklama: Bu test 7. Sınıf Kuvvet ve Enerji Ünitesine yönelik ön bilgilerinizi ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. **Her soruyu dikkatle okuduktan sonra sizin için doğru olan seçeneği işaretleyiniz.**

1. Mıknatıslar birbirine temas gerektiren kuvvet uygular.



2. Kuvvet ile ilgili

I. Cisimleri hızlandırabilir.

II. Cismin şeklini değiştirebilir.

III. Cismin yönünü değiştirebilir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I

B) I ve II

C) II ve III

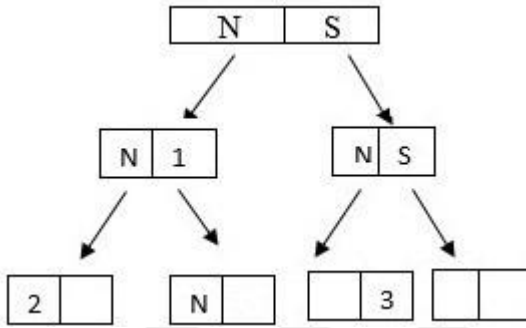
D) I, II ve III

3. I. Daldan kopan elma yere düşerken hızlanma hareketi yapar.
II. Kağıttan uçak yaparken kuvvetin şekil değiştirme etkisi ortaya çıkar.
III. Sporcu ok atmada kullandığı yaya çekme kuvveti uygular.

Kuvvetin etkileri ile ilgili verilen öncüllerden hangisi doğrudur?

- A) Yalnız I B) I ve II C) II ve III D) I, II, III

4. Mıknatıslar parçalandığında her bir parça mıknatıs özelliği gösterir.



Yukarıdaki çubuk mıknatıs önce ikiye, ardından da tekrar ikiye bölünerek dört küçük mıknatıs elde edilmiştir.

Buna göre mıknatıslar üzerinde 1, 2, 3 ile gösterilen bölümlerin kutupları sırasıyla nasıl olmalıdır?

- A) S-N-N B) S-N-S C) N-S-N D) N-N-S

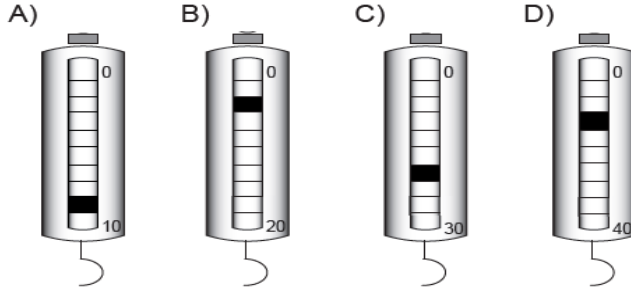
5. Günlük hayatta mıknatısları pek çok alanda kullanmaktayız.

- I. Bisiklet II. Pusula III. Buzdolabı
IV. Radyo V. Hoparlör VI. Kurmalı saat

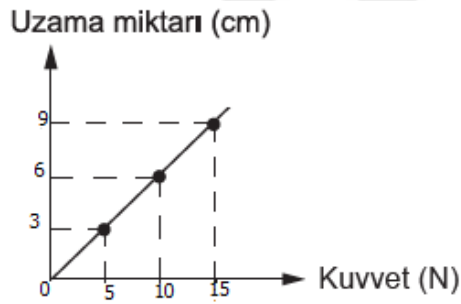
Yukarıda verilenlerden hangisinde mıknatıs kullanılmamıştır?

- A) I ve II B) IV ve V C) I ve VI D) III ve V

6. 9N'luk bir cismin ağırlığını aşağıdaki dinamometrelerden hangisi doğru ölçmüştür?



7.



Bir dinamometrenin ucuna farklı ağırlıklar asıldığında dinamometrede meydana gelen uzama miktarlarını gösteren grafik çizilmiştir.

60N'a kadar ölçüm yapan bu dinamometreye 40N'luk cisim asılırsa dinamometredeki uzama ne kadar olur?

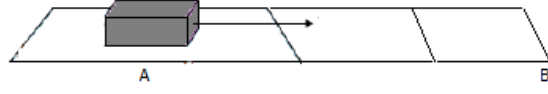
A) 12

B) 15

C) 18

D) 24

8.

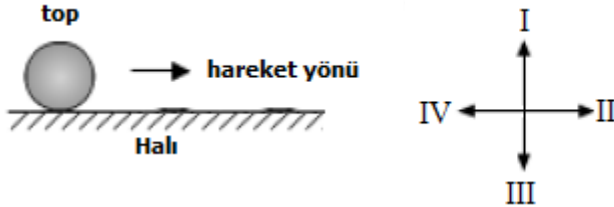


Şekildeki cismi A noktasından B noktasına taşımak isteyen çocuk kutuyu taşımakta zorlanmaktadır.

Çocuk kutuyu daha rahat taşıyabilmek için aşağıdakilerden hangisini yaparsa uygun olmaz?

- A) Zemine yağ dökmek.
- B) Kutunun altına tekerlek yerleştirmek.
- C) Zemin pürüzlü bir malzemeyle kaplamak.
- D) Zemin cilalamak.

9. Hareket eden cisimle temas yüzeyi arasında sürtünme kuvveti oluşur.



Topun hareket yönü II yönünde ise gösterilen yönlerden hangisi sürtünme kuvvetinin yönüdür?

- A) I
- B) II
- C) III
- D) IV

10. Günlük hayatta sürtünme kuvvetinin büyüklüğünü azaltmak veya arttırmak için bazı işlemler yapılmaktadır.

I. Araba tekerlerine zincir takılması.

II. Araba motorlarının yağlanması.

III. Futbolcuların halı sahadaki ayakkabılarının çivili olması

IV. Buzdolabının altına tekerlek takılması.

Buna göre yukarıda verilenlerden hangisi veya hangileri sürtünmeyi arttırmaya yöneliktir?

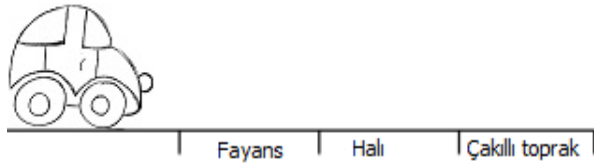
A) II ve III

B) I, II ve III

C) I ve IV

D) I ve III

11.



Kaan oyuncak arabasını fayans, halı ve çakıllı toprağın bulunduğu eşit uzunluktaki zeminlerde aynı hızla hareket ettirmeye çalışıyor.

I. Arabaya uygulanan en büyük sürtünme kuvveti çakıllı topraktır.

II. Araba fayanslı yolu daha kısa sürede tamamlamıştır.

III. Arabayı hareket ettirebilmek için en büyük kuvvet halı zeminde uygulanmıştır.

Buna göre verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

A) Yalnız III

B) II ve III

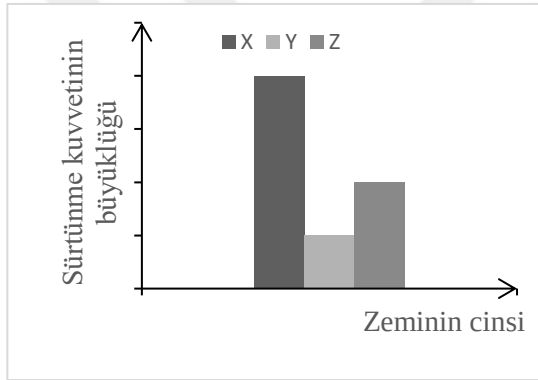
C) I ve II

D) I ve III

12. Aşağıda verilenlerden hangisi sürtünmenin hayatımızı zorlaştıran etkilerindendir?

- A) Kurşun kalemle yazı yazmak.
- B) Araba lastiklerinin girintilerinin zamanla yok olması.
- C) Arabaların frenine basınca durması.
- D) Yüksek bir yerden atlarken paraşüt kullanılması.

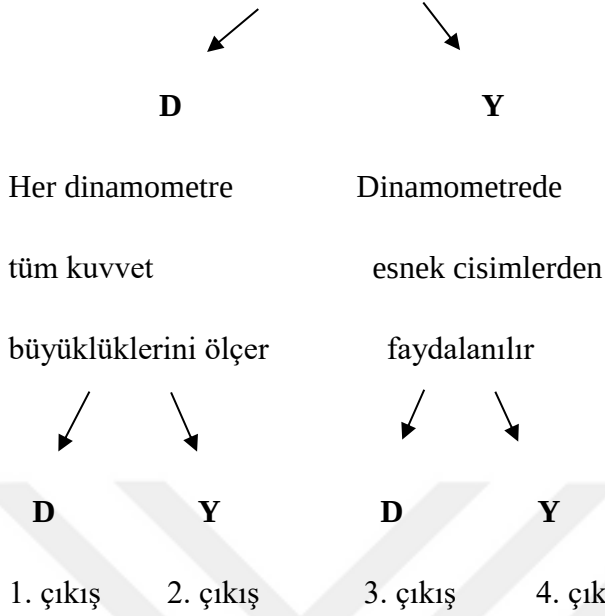
13. Bir cismin farklı yüzeylerde karşılaştığı sürtünme kuvvetinin zeminin cinsi ile ilişkisini gösteren grafik aşağıdaki gibidir.



Buna göre X, Y, Z yüzeyleri hangisi olabilir?

- | <u>X</u> | <u>Y</u> | <u>Z</u> |
|-----------|----------|----------|
| A) Halı | Beton | Mermer |
| B) Halı | Mermer | Beton |
| C) Beton | Mermer | Halı |
| D) Mermer | Beton | Halı |

14. Dinamometrede hassas ölçüm için ince yay kullanılmalıdır



Yukarıdaki önermelerin doğru ya da yanlış oluşuna göre yollar seçilerek ilerlendiğinde hangi çıkışa ulaşılır?

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

15. “Birim zamanda alınan yola sürat denir.”

Aşağıdakilerden hangisi sürat birimidir?

A) metre/saniye B) metre x saniye C) kilometre D) dakika/metre

16. Esra Fen Bilimleri dersinde basit bir dinamometre yapmak için silindir şeklinde bir karton, tutma ucu ve ataştan askı kancası yapmıştır.

I. Paket lastiği II. Yay III. İp IV. Oyun hamuru

Esra tutma ucu ile ataş arasına hangisini bağlarsa dinamometresi ile ölçüm yapabilir?

A) Yalnız II B) III ve IV C) I ve II D) I, II, IV

17.



Şekildeki dinamometreye 16N'luk bir cisim asıldığında 4 birim uzamaktadır.

Bu dinamometreye 8N'luk bir cisim asıldığında dinamometrenin görünümü hangi seçenekteki gibi olabilir?



A)



B)



C)



D)

18. Aşağıda verilenlerden hangileri dengelenmiş kuvvetlerin etkisi altındadır?

I. Sıra üzerindeki defter

II. Duvara asılmış olan fotoğraf

III. İki kişi tarafından zıt yönlerde eşit kuvvetle itilen dolap

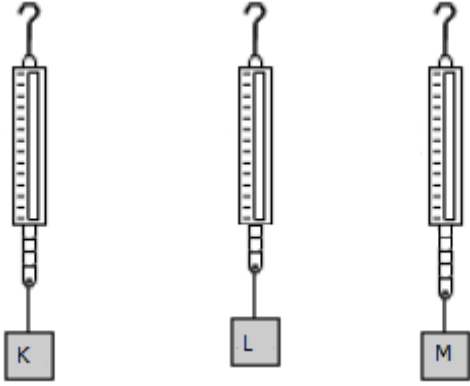
A) Yalnız I

B) II ve III

C) I ve II

D) I, II ve III

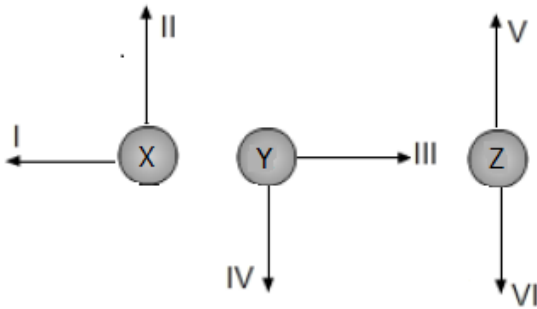
19 . En fazla 50N’luk ağırlık ölçebilen 10 eşit bölmeli özdeş dinamometrelerde K, L, M cisimlerinin ağırlıkları ölçülmüştür.



Buna göre aşağıdaki yorumlardan hangisi doğrudur?

- A) M cisminin ağırlığı, L cisminin ağırlığının iki katıdır.
- B) K cismi 25 N’dur.
- C) Cisimlerin ağırlıkları arasında $M > K > L$ ilişkisi vardır.
- D) K cismi ile L cisminin ağırlıkları toplamı, M cisminin ağırlığına eşittir.

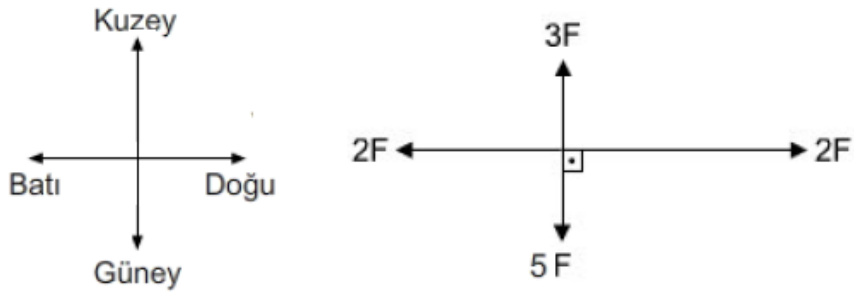
20.



X, Y, Z cisimleri üzerine etki eden numaralandırılmış kuvvetlerden hangilerinin doğrultuları farklıdır?

- A) II ve III
- B) IV ve V
- C) I ve III
- D) II ve VI

21.

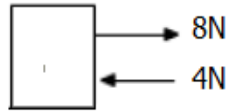


Şekildeki dört kuvvetin dengeleyeni hangi seçenekte doğru verilmiştir?

- A) Batı yönünde $3F$
- B) Kuzey yönünde $2F$
- C) Güney yönünde $2F$
- D) Kuzey yönünde $3F$

22. Aşağıda sürtünmesiz ortamda yatay zeminde bulunan cisimlere uygulanan kuvvetlerden hangisinin bileşkesi en küçüktür?

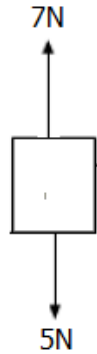
A)



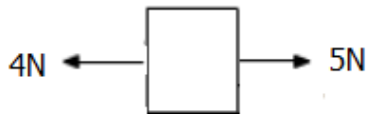
B)



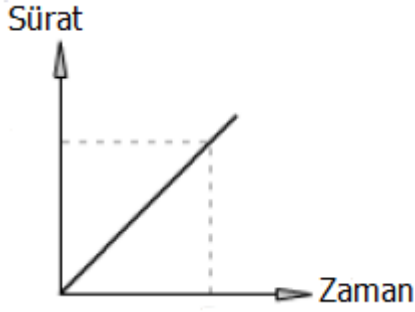
C)



D)



23.

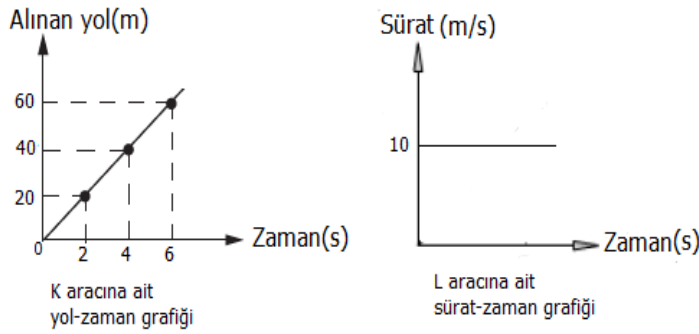


Bir aracın aldığı yolun zamanla değişimi grafikte verilmiştir.

Buna göre aracın hareketi ile ilgili aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- A) Araç sabit süratle hareket etmektedir.
- B) Aracın sürati artmaktadır.
- C) Araç durmaktadır.
- D) Araç eşit zaman aralıklarında eşit yol almaktadır.

24.



Yukarıda K ve L araçlarına ait grafikler verilmiştir. Buna göre K ve L araçlarının süratleri ile ilgili hangisi doğrudur?

- A) K'nin sürati L'nin süratine eşittir.
- B) K'nin sürati L'nin süratinden büyüktür.
- C) L'nin sürati K'nin süratinden büyüktür.
- D) K'nin sürati L'nin süratinin iki katıdır.

25. Doğrultuları aynı olan 2N ve 5N büyüklüğündeki iki kuvvetin bileşkesinin büyüklüğü aşağıdakilerden hangisi olabilir?

I. 7N

II. 2N

III. 3N

A) Yalnız I

B) Yalnız III

C) I ve II

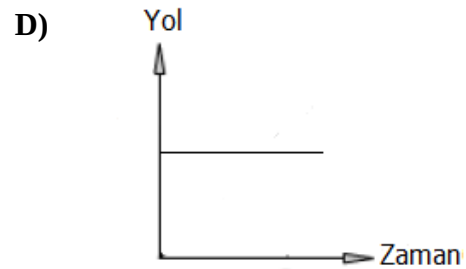
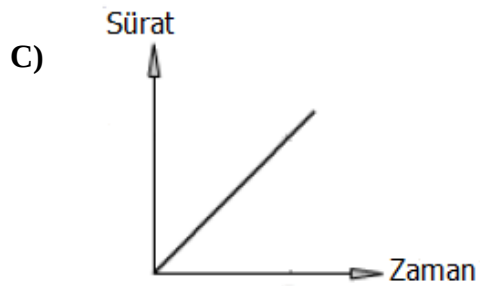
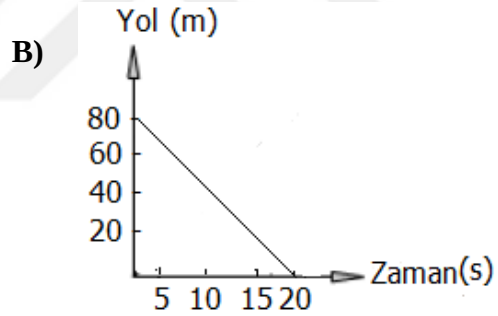
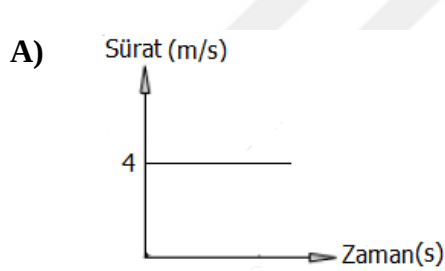
D) I ve III

26.

Zaman(s)	0	5	10	15	20	25	30
Yol(m)	0	20	40	60	80	100	120

X aracına ait yol-zaman tablosu verilmiştir.

Bu tabloya göre aşağıdaki grafiklerden hangisi doğrudur?



27. B ← A

Şekil 1

A → B

Şekil 2

Şekil 1’deki AB kuvveti, A noktası sabit kalacak şekilde döndürülüyor. Şekil 2’de son durumu görünen AB kuvvetinin,

I. Büyüklük

II. Doğrultu

III. Yön

Niceliklerinden hangisi değişir?

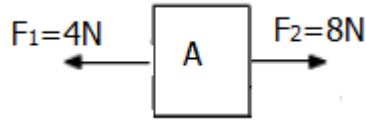
A) I ve III

B) Yalnız III

C) II ve III

D) I, II ve III

28.



Şekildeki yatay düzlemde bulunan A cismi F_1 ve F_2 kuvvetlerinin etkisi altındadır.

Buna göre A cisminde uygulanan F_1 ve F_2 kuvvetinin yanında aşağıdaki kuvvetlerden hangisi uygulanırsa cisme uygulanan bileşke kuvvetin büyüklüğü 5N olur?

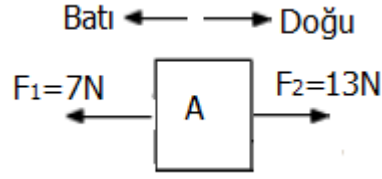
A) ← 9N

B) → 5N

C) ← 2N

D) → 1N

29.



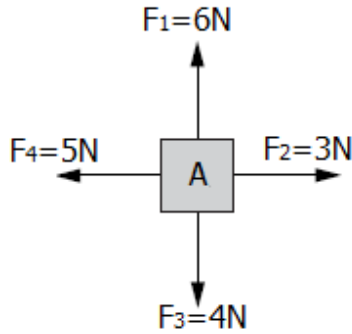
Şekildeki sürtünmesiz yatay sistemde F_1 ve F_2 kuvvetleri belirtilen yönlerden A cismine etki etmektedir.

Buna göre aşağıdaki kuvvetlerden hangisi uygulandığında bileşke kuvvet 4N olur?

- I. Doğu yönünde 2N
- II. Batı yönünde 2 N
- III. Doğu yönünde 4 N
- IV. Batı yönünde 10 N

A) Yalnız I B) II ve III C) II ve IV D) I ve III

30.



Yatay ve sürtünmesiz sistemdeki A cismi F_1 , F_2 , F_3 ve F_4 kuvvetlerinin etkisindedir.

A cisminin dengelenmiş kuvvetler etkisinde olabilmesi için,

- I. F_3 yönünde 2N II. F_2 yönünde 2N
- III. F_1 yönünde 2N IV. F_4 yönünde 2 N

Kuvvetlerinden hangileri ek olarak etki etmelidir?

A) Yalnız I B) I ve II C) III ve IV D) I ve IV

EK 3. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği

AÇIKLAMA: Bu test sizin fen bilimlerindeki yaratıcılığınızı ölçmek amacıyla hazırlanmıştır. Soruların birden fazla doğru cevabı olabilir. Sizden istenilen her bir soruya cevap üretirken hayal etmeniz ve düşünmeniz. Soruları çeşitli yönleriyle ele alan ve daha önce kimsenin aklına gelmemiş özgün cevaplar üretmeniz beklenmektedir. Sorulara verdiğiniz cevapların sayısı, çeşitliliği ve özgünlüğü önemlidir. Sorular sırasıyla çözülecektir. Katkılarınız ve içten cevaplarınız için teşekkürler.

Madde 1: Bir cam parçasını bilimsel olarak hangi farklı şekillerde kullanabileceğinizi lütfen aşağıya yazınız. Örneğin; deney tüpü yapımı.

Madde 2: Eğer bir uzay gemisi ile seyahat edip farklı bir gezegene gitme imkânınız olsa, hangi bilimsel soruları araştırmak istersiniz? Lütfen merak ettiğiniz soruları düşünerek bu gezegene dair yazabildiğiniz kadar çok soru yazın. Örneğin, gezegende yaşayan herhangi bir canlı var mı?

Madde 3: Sıradan bir bisikleti daha ilginç, daha kullanışlı ve daha güzel yapma olanağınız olsaydı neler yapardınız? Lütfen yazınız. Örneğin, karanlıkta görülebilmesi için tekerlekleri fosforlu yapardım.

Madde 4: Eğer yerçekimi kuvveti olmasaydı sizce dünyada neler olurdu? Örneğin insanlar havada uçuyor olurlardı.

Madde 5: Bir kareyi en fazla kaç farklı yöntem kullanarak dört eşit parçaya bölebilirsiniz? Aşağıya çizip gösteriniz.

Madde 6: Size iki tür peçete verilseydi hangisinin daha iyi olduğunu nasıl test edersiniz? Bunu yapmak için lütfen aklınıza gelen tüm yöntemleri, kullanacağınız araçları ve basit bir anlatımla nasıl bir yol izleyeceğinizi yazınız.

Madde 7: Lütfen bir elma toplama makinesi tasarlayınız. Tasarladığınız makinenin resmini çizerek, her parçanın adını ve ne tür bir işlevi olduğunu belirtiniz.

EK 4. Araştırma İzni

Evresak Tarih ve Sayısı: 26.11.2019-E.48135



T.C.
ANKARA VALİLİĞİ
Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481-605.99-E.23324473
Konu : Araştırma İzni

26.11.2019

GAZİ ÜNİVERSİTESİNE
(Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü)

İlgi : a)MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2017/25 nolu Genelgesi.
b)31.10.2019 tarihli ve 36413 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı doktora programı öğrencisi Günbey EROĞLU'nun "**Robotoik Kodlama Yazılımına Göre Hazırlanmış Öğretim Etkinliklerinin Ortaokul Fen Başarılarına ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi**" konulu çalışması kapsamında İlimiz Çubuk İlçesine bağlı ekli listedeki okullarda uygulama talebi ilgi (b) Genelge çerçevesinde incelenmiştir.

Yapılan inceleme sonucunda, söz konusu araştırmanın Müdürlüğümüzde muhafaza edilen ölçme araçlarının; Türkiye Cumhuriyeti Anayasası, Milli Eğitim Temel Kanunu ile Türk Milli Eğitiminin genel amaçlarına uygun olarak, ilgili yasal düzenlemelerde belirtilen ilke, esas ve amaçlara aykırılık teşkil etmeyecek, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmayacak şekilde okul ve kurum yöneticilerinin sorumluluğunda gönüllülük esasına göre uygulanması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Turan AKPINAR
Vali a.
Milli Eğitim Müdürü

Dağıtım:
Gereği:
Gazi Üniversitesi

Bilgi:
Çubuk İlçe MEM

EK 5. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği Uygulama İzni

Ali Günay Balım <[REDACTED]@edu.tr>

2 Eki 2019 22:23



Alıcı: ben ▾

Gunbey hocam

Ölçeğimizi kullanabilirsiniz. Tez çalışmanızda kolaylıklar dilerim.

2 Ekim 2019 Çarşamba tarihinde Gunbey Eroglu <[REDACTED]@com> yazdı:

Sayın Hocam,

Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı , Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora Tez dönemi öğrencisiyim. Hocam sayın Prof. Dr.

Mustafa SARIKAYA danışmanlığında yürüttüğüm tez çalışmamda Huriye Deniz Çeliker ile birlikte uyarlama çalışmasını yaptığınız Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğini bilimsel atıf kurallarına uyarak tez çalışmamda kullanmak için izinlerinizi talep ediyorum.

Teşekkür eder, iyi günler dilerim.

Günbey EROĞLU

denis huriye <[REDACTED]@com>

2 Eki 2019 Çar 13:25



Alıcı: ben ▾

Sayın Günbey hocam, elbette kullanabilirsiniz. İyi çalışmalar diliyorum.

Doç. Dr. Huriye DENİŞ ÇELİKER

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Anabilim Dalı
Burdur

Tel: [REDACTED]

Gunbey Eroglu <[REDACTED]@com> şunları yazdı (2 Eki 2019 13:05):

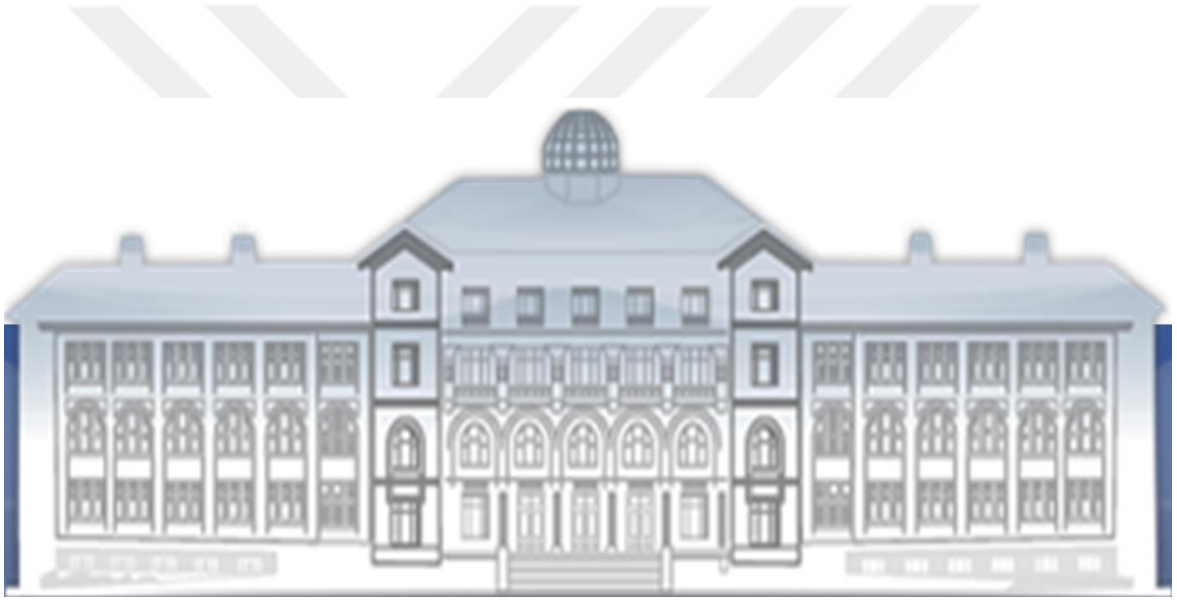
> Sayın Hocam,

> Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı , Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora Tez dönemi öğrencisiyim. Hocam sayın Prof. Dr. Mustafa SARIKAYA danışmanlığında yürüttüğüm tez çalışmamda Sayın Prof. Dr. Ali Balım ile birlikte uyarlama çalışmasını yaptığınız Bilimsel Yaratıcılık Ölçeğini bilimsel atıf kurallarına uyarak tez çalışmamda kullanmak için izinlerinizi talep ediyorum.

> Teşekkür eder, iyi günler dilerim.

>

> Günbey EROĞLU



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...