



**T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

İLKÖĞRETİM (FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ) ANABİLİM DALI

**6. SINIF KUVVET VE HAREKET ÜNİTESİNDE
GERÇEKLEŞTİRİLEN ALGODOO TEMELLİ ETKİNLİKLERİN
ÖĞRENCİLERİN TASARIM BECERİLERİNE VE AKADEMİK
BAŞARILARINA ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İbrahim Evren ÖZER

DANIŞMAN

Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ

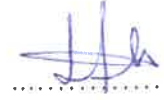
AKSARAY, 2019

Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 152308007 numaralı Yüksek Lisans öğrencisi, **İbrahim Evren ÖZER** tarafından hazırlanan **“6. SINIF KUVVET VE HAREKET ÜNİTESİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ALGODOO TEMELLİ ETKİNLİKLERİN ÖĞRENCİLERİN TASARIM BECERİLERİNE VE AKADEMİK BAŞARILARINA ETKİSİ”** adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İlköğretim Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ

Aksaray Üniversitesi

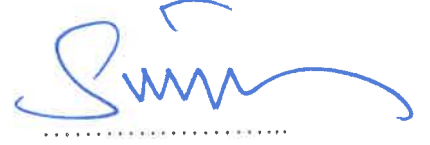
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~.



Üye: Prof. Dr. Süleyman YILMAZ

Aksaray Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~.



Üye: Doç. Dr. Canan LAÇIN ŞİMŞEK

Sakarya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum/~~onaylamıyorum~~.



Tez Savunma Tarihi: 23/01/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Mehmet Ali HINIS
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

DOĞRULUK BEYANI

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum bu çalışmayı, akademik kurallara ve bilimsel etik, ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yol ve yardıma başvurmaksızın yazdığımı, yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, çalışmamda kullandığım verilerin orijinallliğini ve her türlü intihalden uzak olduğunu beyan ederim.

Enstitü tarafından belli bir zamana bağlı olmaksızın, tezimle ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara katlanacağımı bildiririm.



İbrahim Evren ÖZER

TEŞEKKÜR

Bu yolculuğa bana gelen bir telefonla çıktım. Telefondaki ses beni yakından tanımamasına rağmen uzun uzun yüksek lisans eğitiminin bana ve mesleğime yapacağı katkıları anlattı. Şimdi dönüp baktığımda her anlamda çok yol aldığımı görüyorum (İstanbul - Aksaray arası 674 km). Derslerime her hafta aksatmadan büyük bir keyifle katıldım. Yolculuğumuzun daha en başından itibaren ders seçimlerinden, tez konusuna, uygulama sürecinden, tez yazım aşamasına kadar yüksek lisans eğitimimin her anında eli hep üzerimdeydi. Bu süreç her zaman keyifli değildi, bazen bunaltıcı olabiliyordu. Her bunaldığımda bir telefon konuşmasıyla içime bir ferahlık katarak bu süreçteki en önemli motivasyon kaynağım, çalışkanlığı ile her zaman örnek alacağım değerli danışmanım Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ'ye sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Tez jürimde yer alarak vermiş oldukları dönütlerle tezin oluşma sürecine katkıda bulunan değerli hocalarım Prof. Dr. Süleyman YILMAZ'a ve Doç. Dr. Canan LAÇİN ŞİMŞEK'e çok teşekkür ederim.

Bu sürece girmeme vesile olan kıymetli dostlarım Yahya KORKMAZ'a ve Uğur ÖZBAY'a ayrıca tez sürecinde büyük bir dayanışma içinde çalıştığımız sevgili meslektaşım Lutfi UZEL'e çok teşekkür ederim.

Annem ve babam emekli sınıf öğretmeni, annem aynı zamanda ilkokul sınıf öğretmenim. Tabiri caizse tebeşir tozu yutarak büyüdük dört kardeş. Desteklerini üzerimden hiçbir zaman eksik etmeyen, haklarını ne yapsam ödeyemeyeceğim canım anneme ve canım babama müteşekkirim. Her daim yanımda olan, candan öte kardeşlerim Çiğdem ablama, Esra ablama ve Recep abime, sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bir diğer ailem olan Fatma BİLGİLİ'ye ve Abbas BİLGİLİ'ye çok teşekkür ederim.

Daha da önemlisi bu süreçte desteğini hiçbir zaman esirgemeyen anlayamadığım şekilde bu yolculukta beni hep motive eden sevgilim İlay'a teşekkür ederim. Son olarak çalışmak için masaya her oturduğumda oyun oynama bahanesiyle hemen yanıma gelerek beni masadan kaldıran ve böylece farkında bile olmadan, küçük aralar vermeme sağlayarak daha iyi çalışmamı sağlayan Ayşe'm, seviyorum seni.

İbrahim Evren ÖZER

AKSARAY, 2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
1.1 Problem Durumu	1
1.2 Araştırmanın Amacı.....	4
1.3 Araştırmanın Önemi	4
1.4 Problem Cümlesi	6
1.5 Alt Problemler	6
1.6 Sayıtlar.....	6
1.7 Sınırlamalar.....	7
1.8 Tanımlar.....	7
2. KAYNAK ÖZETLERİ	8
2.1 21. yüzyılda Fen Eğitimi.....	8
2.2 Mühendislik Nedir?	9
2.2.1 Mühendislik tasarım döngüsü	10
2.2.1.1 Problemin veya ihtiyacın tanımlanması	12
2.2.1.2 Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi	13
2.2.1.3 Olası çözümlerin geliştirilmesi.....	13
2.2.1.4 En iyi çözümün seçilmesi.....	14
2.2.1.5 Prototipin yapılması.....	14
2.2.1.6 Çözümün test edilmesi ve değerlendirme.....	15
2.2.1.7 Çözümün sunulması	15
2.2.1.8 Yeniden tasarlama	16
2.3 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında Mühendislik Uygulamaları ve Ülkemizde Gerçekleştirilen Çalışmalar.....	16
2.4 Simülasyon	18
3. MALZEME VE YÖNTEM	21
3.1 Araştırmanın Modeli.....	21
3.2 Araştırma Süreci	22
3.3 Araştırmanın Çalışma Grubu.....	23
3.3.1 Araştırma ortamının tasarımı	24
3.3.2 Etkinliklerin tasarımı.....	25
3.4 Veri Toplama Araçları	27
3.4.1 Kuvvet ve hareket ünitesi akademik başarı testi	27
3.4.2 Fen günlükleri	28
3.4.3 Çalışma yaprakları	28
3.4.4 Video kayıtları.....	29
3.5 Verilerin Analizi	30
3.5.1 Nicel verilerin analizi.....	30
3.5.2 Nitel verilerin analizi.....	30
3.6 Geçerlik ve Güvenirlik	31

4. ARAŞTIRMA BULGULARI	33
4.1 Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Bulgular	33
4.2 Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Bulgular	33
4.3 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Bulgular	34
4.4 Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Bulgular	35
4.5 Araştırmanın Beşinci Alt Problemine Yönelik Bulgular	36
4.6 Araştırmanın Altıncı Alt Problemine Yönelik Bulgular	58
5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR	64
5.1 Sonuçlar ve Tartışma	64
5.1.1 Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma	64
5.1.2 Deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma	64
5.1.3 Kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma	65
5.1.4 Deney grubu ile kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma	66
5.1.5 Deney grubundaki öğrencilerin tasarım becerilerinin değişimine ilişkin sonuçlar ve tartışma	67
5.1.6 Mühendislik tasarım temelli algodoo etkinlikleri ile ilgili öğrenci görüşlerine yönelik sonuçlar ve tartışma	70
5.2 Öneriler	73
KAYNAKLAR	75
EKLER	87
EK A Etik Kurul Kararı	88
EK B Öğrenci Yazılı İzin Formu	89
EK C Arabamı Tasarlıyorum	90
EK D Dinamometre Tasarlıyorum	93
EK E Bana Yardım Eder Misiniz?	97
EK F Halat Çekme Yarışı	101
EK G Oyuncak Ayı Kimde?	103
EK H Kim Daha Süratli?	107
EK I Hüseyin ve Nejla	111
EK J Akademik Başarı Testi İzni	116
EK K Akademik Başarı Testi	117
EK L Günlük İfadeleri	120
EK M Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Derece Puanlama Anahtarı	121
ÖZGEÇMİŞ	122

YÜKSEK LİSANS TEZİ

6. SINIF KUVVET VE HAREKET ÜNİTESİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN ALGODOO TEMELLİ ETKİNLİKLERİN ÖĞRENCİLERİN TASARIM BECERİLERİNE VE AKADEMİK BAŞARILARINA ETKİSİ

İbrahim Evren ÖZER

**Aksaray Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İlköğretim (Fen Bilgisi Eğitimi) Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ

ÖZET

Bu araştırmada, 6. sınıf “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde gerçekleştirilen Algodoo temelli etkinliklerin, öğrencilerin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca araştırmada öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşlerin incelenmesi de araştırmanın amaçları arasında yer almaktadır.

Araştırmada ön test son test kontrol gruplu deneysel desen kullanılmış ve bu araştırma, 2016-2017 eğitim-öğretim yılında, İstanbul ilinde orta sosyo-ekonomik düzeye sahip bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 50 öğrenci (25 öğrenci kontrol grubu, 25 öğrenci deney grubu) ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın deney grubunda dersler araştırmacı tarafından geliştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinlikleri çerçevesinde işlenirken, kontrol grubunda fen bilimleri ders kitabı takip edilerek, öğretim programının öngördüğü şekilde işlenmiştir. Fen Bilimlerine yönelik akademik başarı testi, fen günlükleri, çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notları araştırmanın veri toplama araçlarını oluşturmaktadır. Elde edilen nicel verilerin analizinde parametrik testlerden, nitel verilerin analizinde ise içerik analizi yönteminden yararlanılmıştır. Deney grubundaki öğrencilerin tasarım becerilerindeki değişimi değerlendirmek amacıyla da “Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı” (NASA, 2015) kullanılmıştır.

Araştırma sonucunda “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarılarının artmasına katkı sağladığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin mühendislik tasarım süreci adımlarından; “problemin veya ihtiyacın belirlenmesi”, “olası çözümler geliştirme”, “prototipi yapılandırma”, “çözümleri test etme ve değerlendirme” ve “çözümü sunma” kriterlerinde gelişim gösterdikleri ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kuvvet ve hareket, Algodoo, Mühendislik tasarım süreci, Ön test son test kontrol gruplu deneysel desen.

Ocak, 2019; 122 sayfa

M.Sc. THESIS

EVALUATION OF THE IMPACT OF ENGINEERING DESIGN-BASED ACTIVITIES THROUGH ALGODOO PERFORMED IN 6TH-GRADE “FORCE AND MOTION” UNIT ON DESIGN SKILLS AND ACADEMIC ACHIEVEMENT OF THE STUDENTS

İbrahim Evren ÖZER

**Aksaray University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Primary Education**

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ

ABSTRACT

In this reseach, it is aimed to state precisely that the effect of engineering design-based Algodoo activities that are used in the Force and Motion Unit on the 6th grade students’ designing abilities and academic success. Besides, analysing the ideas of the students about the activities is the sub-aim of the survey.

In this research, pretest-posttest control group experimental design was used and besides the research is done with 50 students (25 control group, 25 experimental group) who are the six grade students of a middlle class public school in 2016/2017 Academic year. While the lessons of the experimental group are taught and developed by the teacher and the teacher used the engineering design- based Algodoo activities during the lessons. On the other hand, the lessons are held through the middle school science curriculum from the public book to the control group. Academic success tests, science journals, activity handouts, video records and researchers’ notes are data collection tools of this research. In the quantitative analysis of the data, parametric tests were used; on the other hand, in the qualitative analysis of the data is examined by the content analysis. In order to evaluate changes in the abilities of the students in the research group, “The Evaluation of the Engineering Designed Process Scoring Rubric” was used (NASA, 2015).

At the end of the research, it is determined that the engineering design-based Algodoo activities which are used in the Force and Motion Unit contributes a visible increasing success of the students. The students show evaluation in these following steps of the engineering design process; “Identifying the need or the problem”, “Developing the possible solutions”, “Constructing the prototype”, “Testing and evaluating the solutions”and “Presenting the solution”.

Keywords: Force and motion, Algodoo, Engineering design process, Pretest-posttest control group experimental design.

January, 2019; 122 pages

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. NASA mühendislik tasarım döngüsü (NASA, 2015, s.8).....	12
Şekil 3.1. Öğretim ortamına yönelik örnek fotoğraflar.	25
Şekil 4.1. Deney grubundaki öğrencilerin problemin belirlenmesi kriterine yönelik ortalama puanları.....	38
Şekil 4.2. Deney grubundaki öğrencilerin olası çözümler geliştirme yönelik ortalama puanları.....	40
Şekil 4.3. Deney grubundaki G2 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına ilişkin taslak çizimi.....	41
Şekil 4.4. Deney grubundaki G4 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına ilişkin taslak çizimi.....	42
Şekil 4.5. Deney grubundaki öğrencilerin en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin ortalama puanları.....	42
Şekil 4.6. Deney grubundaki G1 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin taslak çizimi.	44
Şekil 4.7. Deney grubundaki G5 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin taslak çizimi.	44
Şekil 4.8. Deney grubundaki G4 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin taslak çizimi.	45
Şekil 4.9. Deney grubundaki öğrencilerin prototipi yapılandırma basamağına ilişkin ortalama puanları.....	46
Şekil 4.10. Deney grubundaki G1 grubunun prototipi yapılandırma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.	47
Şekil 4.11. Deney grubundaki G5 grubunun prototipi yapılandırma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.	48
Şekil 4.12. Deney grubundaki G4 grubunun prototipi yapılandırma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.	49
Şekil 4.13. Deney grubundaki öğrencilerin çözümü test etme basamağına ilişkin ortalama puanları.....	50
Şekil 4.14. Deney grubundaki G6 grubunun çözümü test etme basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.	51
Şekil 4.15. Deney grubundaki G9 grubunun çözümü test etme basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.	52
Şekil 4.16. Deney grubundaki öğrencilerin çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin ortalama puanları.....	53
Şekil 4.17. Deney grubundaki G10 grubunun çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.	54
Şekil 4.18. Deney grubundaki G3 grubunun çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.	55
Şekil 4.19. Mühendislik tasarım sürecinin tüm basamaklarına ilişkin uygulanan yedi etkinliğin ortalama puanları.	57

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Araştırmanın çalışma takvimi.....	22
Çizelge 3.2. Etkinliklere yönelik bilgiler.....	26
Çizelge 3.3. Fen bilimleri akademik başarı testi analiz sonuçları.....	27
Çizelge 3.4. Tema ve kod listesi.	31
Çizelge 4.1. Deney ve kontrol gruplarının ön test ortalama puanları, standart sapmaları ve bağımsız örneklem t testi bulguları.	33
Çizelge 4.2. Deney grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrar ölçümlü varyans analizi bulguları.	34
Çizelge 4.3. Kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrar ölçümlü varyans analizi bulguları.	35
Çizelge 4.4. Deney ve kontrol gruplarının son test ortalama puanları, standart sapmaları ve eşleştirilmiş örneklem t testi bulguları.	36
Çizelge 4.5. Deney ve kontrol gruplarının kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve eşleştirilmiş örneklem t testi bulguları.....	36
Çizelge 4.6. Mühendislik tasarım süreci basamaklarına ilişkin elde edilen toplam puanlar.	56

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

FETEMM	Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
M.Ö.	Milattan Önce
MTS	Mühendislik Tasarım Süreci
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)
STEM	Science, Technology, Engineering, Mathematics
TÜSİAD	Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
YÖK	Yükseköğretim Kurumu



1. GİRİŞ

“Eğitim var olan bilgilerin öğretilmesi değil,
düşünmenin öğretilmesidir.”

-Albert Einstein

1.1 Problem Durumu

Gezeganimiz yaklaşık beş milyar yaşında ve iki buçuk milyon yıldır insanlar dünyada yaşamaktadır. İnsanoğlu ihtiyaçları doğrultusunda bir nesneyi yontarak ilk aletleri kabaca imal etmeye çalışmıştır. 400.000 yıl öncesine ait tahta mızrak kalıntılarından ateşin keşfiyle insanların teknik becerilerinin arttığı anlaşılmaktadır. 200.000 yıl önce daha ileri bir teknoloji olan taş el baltaları, 50.000-20.000 yıl arası zaman diliminde kullanılan taş el aletlerinin çeşitliliği ise insanoğlunun tasarımlarında özel teknikler kullandığını göstermektedir. M.Ö. 15.000 yıl öncesinde ok, yay ve mızrak, M.Ö. 10.000 yılı ile birlikte ise avcı toplayıcı insan artık çiftliklerde yaşamaya başlamış ve bunun sonucu olan gelişmelerden biri de çömlekçilik keşfedilmiştir. Bununla birlikte imalatı öğrenmeye başlayan insanoğlu basit dokuma tezgahlarını yapmaya ve kullanmaya başlamıştır. Yerleşik hayatla birlikte M.Ö. 3500 yılında tekerlek ve kayık, M.Ö. 2000 yılında kanalizasyon sistemi, dikilitaşlar ve mısır piramitleri gibi daha sistematik çalışmalar yapılmıştır (Adams, 1996). M.Ö. zaman diliminde gerçekleştirilen bu çalışmalar, insanların bir mühendis gibi ihtiyaçları ve hayalleri doğrultusunda icat etmek istediğini ve bu süreçte problem çözme, işbirliği ve yaratıcılık gibi becerileri kullandıklarını göstermektedir. 21. yüzyıl dijital çağ olarak isimlendirilen günümüzde de bireylerin problemlerin çözümünde eleştirel düşünme ve problem çözme becerisi, işbirliği ve liderlik, düşünce esnekliği ve uyum sağlayabilme yeteneği, inisiyatif ve girişimcilik, etkin sözel ve yazılı iletişim yeteneği, verilere ulaşabilme ve bunları analiz etme yeteneği ve merak ve hayal gücü gibi becerilere sahip olmaları beklenmektedir (Wagner, 2008). Sosyal, ekonomik ve politik sorunların çözümünde önemli bir rol oynayacak 21. yüzyıl becerilerine sahip olan bireylerin yetişmesinde eğitim reformları önemli bir rol taşımaktadır (National Research Council [NRC], 2009; PWC ve TÜSİAD, 2017). Bu doğrultuda birçok ülke endüstri, sanayi ve teknolojiye liderlik yarışına girerek ülkelerinde eğitim reformları gerçekleştirme çalışmaları

başlatmıştır (Akgündüz vd., 2015; OECD, 2017). Reform hareketleriyle iş dünyasının ihtiyacı olan nitelikli iş gücünü, eğitimin felsefi boyuttan çıkarılarak öğrencileri gerçek hayata hazırlayan, teknik bilgi ve beceri kazandırılarak elde edilebileceği öngörülmektedir (Akgündüz vd., 2015). Avrupa birliği tarafından hazırlanan “Fen Eğitimi Şimdi” (Science Education Now) adlı raporda ise eğitimin özellikle bilim teknoloji ve matematikte yenilenmeye gitme yolunda büyük bir ihtiyaç olduğu, bunun başaramadığı takdirde yenilikçi kapasitenin olumsuz yönde etkileneceği vurgulanmıştır (Rocard vd., 2007). Yine bu raporda bilime olan ilginin araştırma- sorgulamaya dayalı fen eğitimiyle artacağı ve toplumun çağı getirdiği yeniliklere daha kolay uyum sağlayacağı öngörülmektedir. Ülkemizde fen öğretim programı kapsamında gerçekleştirilen çalışmalar incelendiğinde ise; 2000 yılı Fen Bilgisi Dersi Öğretim Programı ile fen okuryazarlığı, 2005 Fen ve Teknoloji Öğretim Programı ile de fen ve teknoloji okuryazarlığı kazanımlarına yer verilerek her bireyin fen ve teknoloji okuryazarı olarak yetişmesi böylece bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hızla arttığı dünyada güçlü bir geleceğin yapılandırılması amaçlanmıştır (MEB, 2006). Amerika Birleşik Devletleri (ABD)’nde 2006 yılında araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisinin temel alınmasıyla 2013 yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında temel öğretim stratejisi olarak araştırma-sorgulama dayalı öğretim stratejisi benimsenmiş, programın vizyonu olarak da fen okuryazarı bireyler yetiştirmek olduğu belirtilmiştir. 2006 programında öğretim programında araştırma-sorgulamaya dayalı öğretim stratejisini temel alan ABD, 2012 yılında yayınlanan Yeni Nesil Fen Standartlarında öğrenme ortamlarını mühendisliğe dayalı bir fen eğitimi ile geliştirmenin önemini ve öğrencilerin fen, teknoloji ve mühendislik becerilerine sahip olmalarının gerekliliğini vurgulamışlardır (National Academy of Engineering [NAE], 2009; NRC, 2012). Yeni nesil fen standartlarında özellikle vurgulanan, mühendislik temelli etkinlikler ile öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini anlamaları ve kullanmaları hedeflenmektedir. (AAAS, 1993; NRC, 2010). Mühendislik temelli etkinliklerde takip edilen mühendislik tasarım döngüsü öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemlerin sadece bir çözümü olmadığını kavramaları açısından da önem taşımaktadır (Atman ve ark., 2008; Bozkurt, 2014). Ülkemizde de yayınlanan MEB 2017 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı da önceki fen bilimleri dersi öğretim programlarında olduğu gibi programın temel hedefinin fen okuryazarı bireyler yetiştirmek olduğu vurgulanmıştır. Ancak yayınlanan programda önceki yıllardan farklı olarak fen okuryazarı bireyler

yetiştirme hedefinin yanında mühendislik becerilerine sahip, aynı zamanda fen bilimleri ile diğer disiplinleri birleştirerek bilgi ve becerilerini ürüne dönüştürebilen bireylerin yetiştirilmesinin amaçlandığı görülmektedir (MEB, 2017). Fen Bilimleri Dersi ğretim Programının amaçlarından biri; ğrencilere Astronomi, Biyoloji, Fizik, Kimya, Yer ve evre Bilimleri ile Fen ve Mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmaktır (MEB, 2017).

Güncellenen Fen Bilimleri Dersi ğretim Programında dördüncü sınıftan, sekizinci sınıfa kadar Fen ve Mühendislik Uygulamaları adlı yeni bir konu alanı eklenmiş ve tüm sınıf düzeylerinde aynı olacak şekilde ünite kazanımları mühendislik tasarım süreci doğrultusunda aşağıda belirtildiği şekilde yapılandırılmıştır;

1. Günlük hayattan bir problemi tanımlar.
 - a. Problemin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye dönük olması istenir.
 - b. Bu aşamada problemin malzeme, zaman ve maliyet kriterleri kapsamında ele alınması beklenir.
 - c. Problemin eğitim-ğretim döneminin başından itibaren farklı dersler kapsamında yer alan konularla ilişkili olması tercih edilebilir.
2. Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.
3. rn tasarlar ve sunar.
 - a. rn tasarımı ve yapımı okul ortamında yapılır.
 - b. Öğrencilerin, rn geliştirme aşamasında deneme yapmaları, bu denemeler sonucunda elde ettikleri nitel ve nicel verileri, gözlemleri kaydetmeleri ve grafik okuma veya oluşturma becerileriyle değerlendirmeleri beklenmektedir (s.19).

Altıncı, yedinci ve sekizinci sınıflarda ise bu kazanımlara ek olarak; “rn pazarlamak için stratejiler geliştirir ve ürünü tanıtır” şeklinde bir kazanım daha eklenerek programda kazandırılması hedeflenen yaratıcılık ve girişimcilik becerilerine vurgu yapıldığı görülmektedir. Ayrıca programda örtük olarak fen ve mühendislik uygulamaları nitesi dışında da, mühendislik tasarım sürecinin

kullanılabileceği kazanımlara (5.1.4.1 Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketini temsil eden bir model hazırlar, 5.3.2.3 Günlük hayatta sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir, 6.5.4.5 Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar, 7.5.3.5 Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar, 7.7.1.6 Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar, 8.5.1.2 Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar) yer verilmiştir. Öğretim programında da vurgusu yapılan fen ve mühendislik uygulamaları alanında ülkemizde yapılan çalışmaların henüz başlangıç niteliğinde olduğunu söylemek mümkündür (Bozkurt, 2014; Çavaş vd., 2013; Ercan, 2014; Ercan ve Şahin, 2015; Hacıoğlu vd., 2016; Marulcu ve Sungur, 2012; Sungur vd., 2014; Yıldırım ve Altun, 2015). Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli etkinliklere ihtiyaç duyulmaktadır.

1.2 Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın temel amacı; Algodoo yazılımı ile “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde geliştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin, altıncı sınıf öğrencilerinin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesidir.

1.3 Araştırmanın Önemi

Günümüzde gelişmiş ülkeler yaptıkları eğitim reformları ile öğrencilerin teknik bilgi ve beceri kazanarak gerçek hayata hazırlanmalarını sağlayarak endüstri, sanayi ve teknolojiye liderlik yarışında geriye düşmemeyi hedeflemektedirler (Akgündüz vd., 2015). Amerika Birleşik Devletleri'nde 2012 yılında yayınlanan yeni nesil fen standartlarında fen eğitiminin mühendislik temelli olmasının gerekliliği vurgulanarak (NAE, 2009; NRC, 2012); mühendislik temelli etkinlikler ile öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini anlamaları ve kullanmaları amaçlanmaktadır (AAAS, 1993; NRC, 2010). YÖK Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, (1997)'de öğrencilerin günlük hayatlarını etkileyen olayların okulda öğrendikleri bilgilerle ilişkisini kavramaları fen kavramlarının soyut olmadığını aksine hayatlarıyla doğrudan ilişkili olduğunu hissetmelerini sağlayarak fen kavramlarının öğrenilmesini kolaylaştırmakta olduğu belirtilmiştir. Mühendislik tasarım süreci gerçek yaşam durumlarıyla ilgilidir aynı zamanda üst düzey düşünme, sorgulama ve bilimsel süreç becerilerini gerektirmektedir (Ercan ve Bozkurt, 2013; Marulcu, 2010; NAE ve

NRC, 2009; NRC, 2012). Fen eğitiminde tasarım yoluyla öğrenciler mühendislik becerilerini geliştirmenin yanında fen kavramlarını da öğrenmektedirler (NRC; 2011). Bu bağlamda fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin kullanılması öğrencilerin konuya ilgilerini çekerek derse katılımlarının artması, fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirmeleri ve akademik başarılarının artması beklenmektedir. Mühendislik tasarım süreci takip edilen araştırmalarda, LEGO mindstrom oyun maketlerinin (Barnet vd., 2008; Wendell vd., 2010; Yıldırım ve Altun, 2015); robotik bileşenlerin (Zengin, 2016); günlük hayattan basit malzemelerin (Altan vd., 2016; Baran vd., 2016) STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi etkinliklerinde kullanıldığı görülmektedir. Bu araştırmada ise diğer araştırmalardan farklı olarak 2015 yılında en iyi STEM eğitimi uygulaması olarak seçilen Algodoo yazılımı kullanılarak Algodoo temelli STEM etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Algodoo, fizik konuları için geliştirilmiş, ücretsiz ve iki boyutlu simülasyon yazılımıdır. Bu etkinliklerin hazır simülasyon etkinliği olmaması ya da öğretmen tarafından tasarlanmaması örnek bir olay verilerek öğrenci tarafından mühendislik tasarım süreci takip edilerek oluşturulması araştırmanın diğer önemidir. Algodoo ile öğrenci merkezli gerçekleştirilen mühendislik tasarım sürecinin takip edildiği etkinliklerin öğrencilerin anlamakta zorlandıkları ve kavram yanlışlarına sahip oldukları “Kuvvet ve Hareket” ünitesinde gerçekleştirilmesi araştırmanın diğer önem boyutudur. Yapılan araştırmalar öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesindeki kavramlar gibi fizik kavramlarını öğrenmekte zorlandıklarını (Demirci, 2003; Nuhoğlu, 2008) fen konularındaki kavramları öğrencilerin yanlış yapılandırdıklarını ve yeterince öğrenemediklerini (Eryılmaz ve Tatlı, 2000; Nuhoğlu, 2008; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003; Yıldız ve Büyükkasap, 2006) göstermektedir. Ayrıca alanyazında yapılan araştırmalarda ortaokul öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesindeki bileşke kuvvet, dengelenmiş kuvvet, dengelenmemiş sürat gibi fizik kavramlarını anlamakta zorlandıkları ve bu konudaki akademik başarılarının yeterli olmadığı belirtilmektedir (McDermott, 1984; Reif ve Larkin, 1991; Andaloro ve ark., 1994; Güvercin, 2010). Bu araştırma kapsamında geliştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin, fen bilimleri dersi 2017 öğretim programı kapsamında yer alan fen ve mühendislik konu alanı kapsamına gerçekleştirilecek etkinliklere örnek olarak katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu araştırma kapsamında geliştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin, fen bilimleri dersi 2017 öğretim programı kapsamında yer alan fen ve mühendislik konu alanı kapsamına gerçekleştirilecek etkinliklere örnek olarak katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.4 Problem Cümlesi

“Kuvvet ve Hareket” ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin 6. sınıf öğrencilerinin; tasarım becerilerine ve akademik başarısına etkisi nedir?

1.5 Alt Problemler

1. Deney grubu ile kontrol grubunun uygulama yapılmadan önce akademik başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
3. Kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
4. Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarılarına yönelik yapılan son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
5. Deney grubundaki öğrencilerin Algodoo temelli etkinlikler süresince tasarım becerileri nasıl değişmektedir?
6. Deney grubundaki öğrencilerin Fen bilimleri dersinde Algodoo temelli tasarım etkinliklerini gerçekleştirmeye yönelik görüşleri nelerdir?

1.6 Sayıtlar

1. Araştırmaya dahil olan öğrenciler, araştırma kapsamında uygulanan ölçme araçlarına içtenlikle cevap vermişlerdir.
2. Deney grubu ve kontrol gruplarındaki öğrenciler uygulama süresince etkileşimde bulunmamışlardır.
3. Kontrol altına alınamayan çeşitli değişkenler deney ve kontrol grubunu aynı derecede etkilemiştir.
4. Araştırmacının, araştırma sürecinde ön yargıyla hareket etmediği varsayılmaktadır.

1.7 Sınırlamalar

1. Araştırma ortaokul 6. Sınıf fen bilimleri dersi “Kuvvet ve Hareket” ünitesi ile sınırlıdır.
2. Mühendislik tasarım döngüsünün problemin araştırılması aşaması internet erişiminden dolayı ve yeniden tasarlama aşaması Fen bilimleri dersi ders saati sınırlılığından dolayı döngüden çıkarılarak araştırma yapılmıştır.

1.8 Tanımlar

Deney Grubu: Bağımlı değişken üzerinde etkisi test edilecek “Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin gerçekleştirildiği” gruptur.

Kontrol Grubu: Deney grubundan farklı olarak fen bilimleri dersi öğretim programının ön gördüğü şekilde, ders kitabı paralelinde öğretim sürecinin gerçekleştirildiği gruptur.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 21. yüzyılda Fen Eğitimi

“Evvel zaman içinde susuzluktan ölmek üzere olan bir karga, dibinde biraz su bulunan bir ibriğe rastlamış. Öne doğru eğilerek, boynunu zorla ibriğin ağzından içeri sokan karga, defalarca ibriğin dibinde kalan suyu içmeyi denemiş. Ama karganın gagası öylesine kısaymış ki suya bir türlü ulaşamıyormuş. Bunun üzerine karga, ibriği devirip suyu yere dökmeye çalışmış. İbrik ağır olduğu için bunu da başaramayan karga, sonunda umudunu yitirmiş. Derken aklına parlak bir fikir gelmiş ve etrafta bulduğu küçük çakıl taşlarını ibriğin içine atmaya başlamış. İbrinin dibinde biriken çakıl taşları suyun seviyesinin artmasını sağlamış. Böylece karga da suyu içerek ölmekten kurtulmuş”.

İçinden çıkılması imkansız gibi görünen durumlar karşısında yılmayan kişiler, umutsuzluğa kapılmak yerine içine düştükleri durumdan kurtulmak için yaratıcılıklarını kullanarak yeni alet ve makineler üretirler. Böylece temel ihtiyaçlarını karşılarken aynı zamanda teknolojik ve toplumsal ilerlemeye katkıda bulunurlar (Basalla, 1996). İnsanoğlu ihtiyaçları doğrultusunda ilk aletlerini kabaca yontarak yapmaya çalışmış, daha sonra ileri teknoloji sayılan taş el aletlerini imal etmeye çalışmışlardır (Adams, 1996). Paleolitik dönemde kullanılan el yapımı taş aletlerden günümüzde dünyayı kuşatan internete kadar üretilen teknolojiler insanoğlunun istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için geliştirilmiş hatta uçaklar, otomobiller, bilgisayarlar, akıllı telefonlar, yiyecekler, içecekler, sağlık hizmetleri gibi pek çok alanda kullanılan teknoloji etrafımızı kuşatmış durumdadır (NAGB, 2010). Ülkelerin inovasyon ve teknoloji üretebilme kapasiteleri onların doğrudan ekonomik gelişmeleri ve kalkınma seviyeleri ile ilgili olmakla birlikte bilgiyi üreterek kullanabilen ülkeler diğer ülkelerle rekabet açısından daha avantajlı bir konum elde etmektedirler (Miaoulis, 2009; TÜSİAD, 2016). 21.yüzyılda küreselleşme ile birlikte bütünleşmiş olan dünyada teknolojinin ön plana çıktığı görülmekte ve teknoloji yarışında geride kalmamak için ülkeler eğitim reformları yapmak zorunda hissetmişlerdir (Akkündüz vd., 2015). 2007 yılında Avrupa Birliği tarafından yayınlanan “Fen Eğitimi Şimdi” adlı raporda fen ve teknoloji eğitiminin Avrupa’da düşüşte olduğunu, genç bireylerin bilim, teknoloji ve matematik

alanlarına yönelik ilgilerinin azaldığını ve acil eylem planına ihtiyaç duyulduğunu vurgulayarak özellikle sorgulamaya dayalı fen eğitiminin bilime yönelik ilgiyi artıracığı yönünde görüş belirtmişlerdir (Rocard vd., 2007). Yine ilgili raporda gelecekteki refah için fen bilimleri çalışmalarının önemi vurgulanarak fen eğitiminin, fen okuryazarlığı ve bilime karşı olumlu tutum geliştirmede yaşamsal öneme sahip olduğu; bilim ve teknoloji okuryazarlığı, eleştirel düşünme, bilimsel mantık yürütme, akılcı düşünme ve iyi seçimler yapabilme gibi becerilere sahip bireyler yetiştirmede de anahtar rol niteliğinde olduğu belirtilmiştir. Mühendisler çalışma alanlarında fen'i ve matematiği kullanırlar bu kapsamda mühendisliğin fen'i ve matematiği birleştirici etkisi vardır (NAE, 2009; NRC, 2009). Fen ve matematik teknoloji üretiminin ve mühendislik uygulamalarının temelini oluşturma niteliğine sahip olması bakımından insanlığın günümüzde ve gelecekteki sorunlarına çözüm sunmaktadır (Brophy vd., 2008; National Research Council [NRC], 2012; Next Generations Science Standards [NGGS], 2013). Fen ve mühendislik alanındaki gelişmeler ve inovasyon geleceğin yeni iş alanlarını oluşturacaktır (NRC, 2011). Amerika Birleşik Devletleri'nde 2012 yılında yayınlanan Yeni Nesil Fen Standartlarında öğrenme ortamlarını mühendisliğe dayalı bir fen eğitimi ile geliştirmenin önemini ve öğrencilerin fen, teknoloji ve mühendislik becerilerine sahip olmalarının gerekliliğini vurgulamışlardır (NAE, 2009; NRC, 2012). Yeni nesil fen standartlarında özellikle vurgulanan, mühendislik temelli etkinlikler ile öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini anlamaları ve kullanmaları hedeflenmektedir (AAAS, 1993; NRC, 2010). Fen eğitiminde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin kullanılmasıyla öğrenciler, bir durumu analiz etme, problem durumunu belirleme, bilgi toplama, yaratıcı fikirler ortaya koyma, problemlere çözüm önerme, önerilen çözümleri modelleme ve test etme, değerlendirme yaparak çözümü tekrar gözden geçirme ve süreci gerektiği kadar tekrar etme gibi etkinliklere aktif bir şekilde katılırlar (American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993; NAE ve NRC, 2009; NGSS, 2013; NRC, 2012).

2.2 Mühendislik Nedir?

Fen eğitiminde mühendisliğin yeri ve önemini tartışmadan önce mühendislik sürecine kısaca değinmek faydalı olacaktır. İlk çağlarda insanların hayatta kalabilmeleri için barınma, avcılık, yemek, korunma gibi gündelik ihtiyaçlarını

karşlamak amacıyla yaptıkları faaliyetler mühendisliğin temelini oluşturmaktadır (Alparslan, 2011). “İnsanların ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılamak için, yaratıcılık, matematik ve feni kullanarak çeşitli sınırlılıkları olan problemler için ulaşılabilir çözümler üreten kompleks bir girişim” olarak tanımlamaktadır (Wulf, 1998). James L. Adams (1996) İngilizce'deki ‘engineer’ (mühendis) sözcüğünün kökeni ise icat etmede yaratıcı olan kişi anlamına gelen Latince ‘ingeniatorem’ sözcüğüdür (s.4) şeklinde mühendis kavramını açıklamıştır. Mühendisler günlük hayatta kullandığımız şeyleri inşa eden ve var olan bir problemi çözmek için çalışan insanlardır (NASA, 2015). NASA mühendisleri tarafından üretilen birkaç örnek şu şekildedir; taşınabilir x-ray makineleri, kızılötesi kulak termometresi, gıda işleme kontrolü, atletik ayakkabılar ve uçaklar örnek olarak verilebilir. NAEP [National Assessment of Educational Progress, 2014, s.1-6] tarafından 2014 yılında hazırlanan fen ve mühendislik okuryazarlığı çerçevesinde mühendislik, “insan yapımı dünyanın tasarlanması süreci” olarak tanımlanmaktadır. Mühendislik tekrarlı bir şekilde, test ederek yeniden gözden geçirmeyi içeren bir süreçtir (NAEP, 2014). Tarih boyunca mühendislik en geniş anlamıyla problemlere çözüm üretme olarak ifade edilse de mühendislik yeni bir şeyi tanımlama, nasıl çalıştığını kavrama ve bilgiyi kullanarak oluşturulan ürünlerin, toplumun kullanımına uygun hale getirmektir (Petroski, 1996; Brophy vd., 2008).

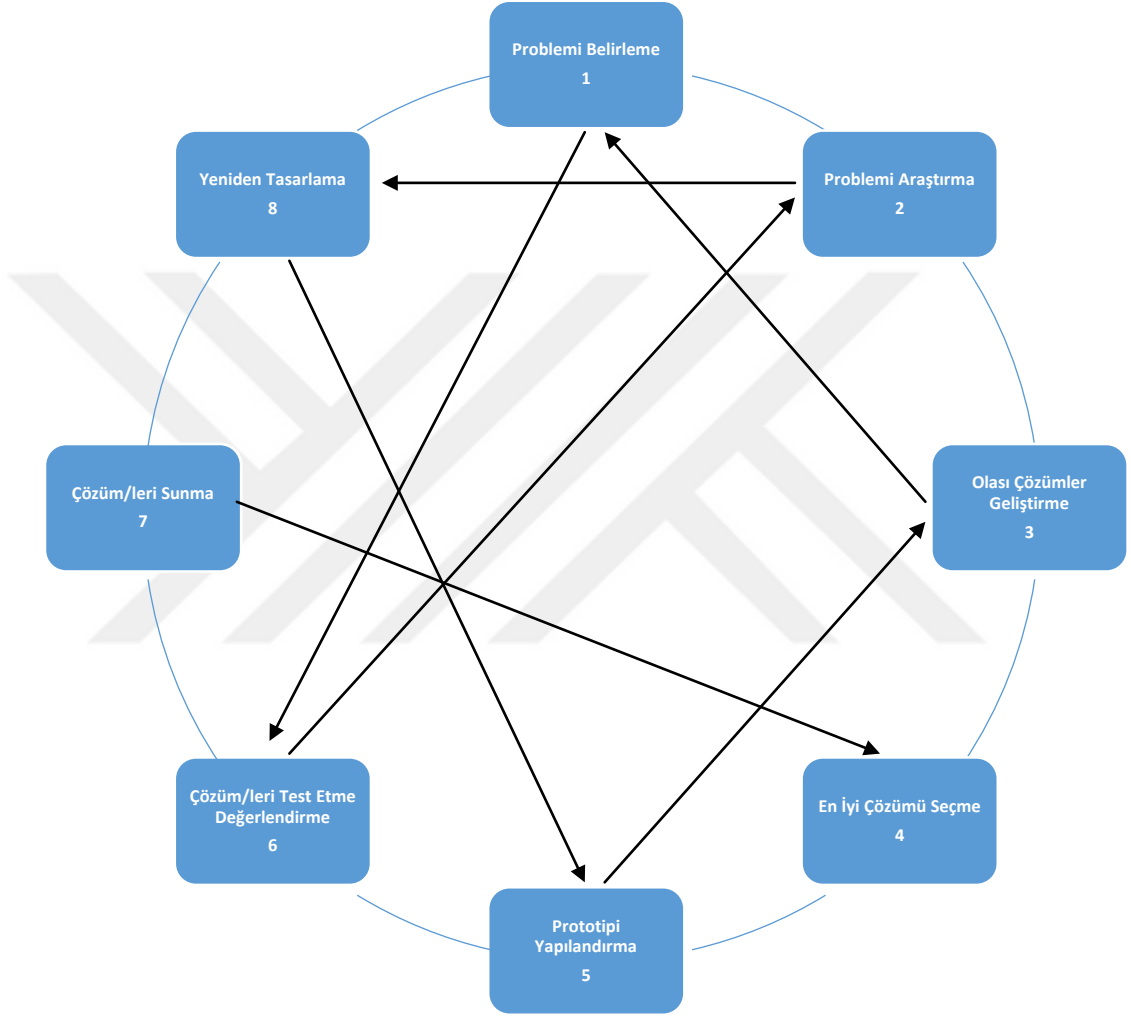
2.2.1 Mühendislik tasarım döngüsü

Mühendisliğin ilgilendiği; ekonomi, kalite-kontrol, iletişim, estetik ve eksiklerin giderilmesi gibi pek çok alan olmasına rağmen mühendisliğin merkezindeki süreç tasarımıdır (Petroski, 1996). Mühendisliğin birçok boyutu olmasına rağmen mühendisliğin en önemli boyutu olarak tasarım gösterilmektedir (NAE, 2009; NRC, 2009). Mühendislik, belirli kısıtlamalar altında gerçekleştirilen tasarım süreci olarak tanımlanmaktadır (NAE, 2010). Yine benzer şekilde NAGB (2010) tarafından yayınlanan “Teknoloji ve Mühendislik Okuryazarlığı Çerçevesi” adlı raporda da mühendisliğin insan yapımı dünyanın tasarlanması olarak tanımlandığı görülmektedir. Mühendislik temel bilimlerle elde edilen bilgileri ve matematiği kullanarak doğadaki malzemeleri ve enerjileri en verimli olacak şekilde yapılara, makinelere ve süreçlere dönüştürülmesidir (Özçep, 2007). Bu bağlamda problem çözmek bir mühendis için tasarım yapmak anlamına gelmektedir (Özçep, 2007,

s.31). Tasarım kavramı aynı zamanda birbiriyle ilgisi olmayan farklı alanlarda da yaygın olarak kullanılmaktadır (Wendell, 2008). Grafikerler, moda tasarımcıları ve çiçekçilerin yaptığı işlerde de tasarım kelimesi kullanılmaktadır ancak mühendisler için tasarım özel bir anlam taşımaktadır (NAE, 2010; ve NRC, 2010). Nitekim uygulama alanından dolayı tasarım kavramının en uygun olduğu alanın mühendislik olduğunu vurgulamaktadır (Wendell, 2008). Mühendisler tasarım sürecine problemi tanımlayarak başlar (Wendell vd., 2010). Problem çözme yaklaşımı olarak tasarımı kullanan mühendisler tasarım sürecine problemi tanımlamayla başlar, kriterleri ve kısıtlamaları karşılayan çözüm yolu ile süreci tamamlarlar (ITEA, 2007; NAE, 2009; NAE, 2010; NRC, 2009; NRC, 2012). Problemlerin çözümünde tek bir yöntem kullanılmadığı gibi mühendislik tasarım döngüsünde de tek bir yöntem kullanılmamakta, mühendislik tasarımları ile oluşturulan her ürün yenilikçi ve sistematik bir süreci içermektedir (NRC, 2012). Problemlerin çözümü için araştırma yapan mühendisler, analogiler, sözlü sunumlar, zihinsel modeller ve beyin fırtınası gibi yöntemleri kullanırlar (NAE ve NRC, 2009). Mühendislerin ürün oluşturma sürecinde oluşturdukları tasarımlar, test etmeyi ve değerlendirmeyi gerektirir (NAE ve NRC, 2009). Mühendisler ürün oluşturmak için kullandıkları tasarım sürecinde problemi tanımlama, probleme yönelik kriterleri belirleme, beyin fırtınası ile probleme yönelik olası çözüm yollarını belirleme, karar verilen çözüm için prototip inşa etme, prototipin test edilmesi ve adımların birbiri arasında tekrar edilmesi şeklinde bir yol izlemektedirler (Fortus vd., 2004; Marulcu, 2010; NAE ve NRC, 2009; NAEP, 2014; NRC, 2012; NASA, 2015; Wendell, 2008). Avrupa Birliği 7. Çerçeve ENGINEER (Breaking New Ground In The Science Education Realm) projesini tasarlamıştır. Projenin bilim ve mühendislik alanında nitelikli işgücü elde ederek ekonomik büyümenin devamlılığını sağlamak; mühendisliğin temellerini ilköğretim okullarından itibaren atmak; mühendislik tasarım etkinlikleri ile öğrenmeyi eğlenceli hale getirerek çocukların mühendisliği seçmelerini sağlamak; Avrupadaki müze programlarını tanıtarak gelecek nesillere ilham vermek gibi amaçları bulunmaktadır. Proje kapsamında planlanan etkinliklerde, Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) Modeli kullanılmaktadır.

Benzer şekilde mühendislik tasarım sürecini kullanan NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) eğitim personeli olan bilim insanları ve mühendisler, öğrencilerin bilimsel bir sorunu çözmek için bilim insanı ve mühendis gibi çözüm sürecine

girmelerini sağlayan Mühendislik Tasarım Sürecini oluşturarak öğrencilerin STEM kariyerleri için somut beceriler kazanmalarını hedeflemektedir. Mühendislik Tasarım Süreci, yeni bir ürün veya sistemin geliştirilmesine yol açan bir sorunun çözümünde mühendislere yol gösteren ve adımlardan oluşan bir döngüdür (NASA, 2015). NASA mühendislik tasarım sürecinde Şekil 2.1’de verilen tasarım süreci kullanılmaktadır.



Şekil 2.1. NASA mühendislik tasarım döngüsü (NASA, 2015, s.8).

Şekil 2.1’de belirtilen mühendislik tasarım döngüsü aşamaları aşağıda alt başlıklar halinde açıklanmıştır.

2.2.1.1 Problemin veya ihtiyacın tanımlanması

Mühendislik tasarım sürecinin ilk aşaması problemin tanımlanması ile başlar ve öğrenciler bu aşamada problem ile ilgili neler bildiklerini ifade etmelidirler (NASA, 2015; Wendell vd., 2010). Problemin tanımlanması veya ihtiyacın belirlenmesi,

öğretmen tarafından verilen bir problemin öğrenciler tarafından fark edildiği aşamadır (Hynes vd., 2011). Bilim sorularla başlarken, mühendislik problemin tanımlanmasıyla başlar ve problem tanımlanırken soru sormayı gerektirebilir MDOE [Massachusetts Department of Elementary, 2016]. Bu adımda problemi daha iyi tanımlamak için mühendisler çeşitli sorular sorarak oluşturulacak olan ürün veya sisteme yönelik kriterleri ve kısıtlamaları belirlemeye çalışırlar (Bozkurt, 2014; Brunsell, 2012; MDOE, 2016; NRC, 2012).

2.2.1.2 Probleme yönelik ihtiyaçların belirlenmesi

Mühendislik tasarım sürecinin bu aşamasında öğrenciler probleme yönelik neleri bilmeleri gerektiğini düşünerek araştırma yapmalıdırlar (Bozkurt, 2014; NAE ve NRC, 2009). Probleme yönelik araştırma yapan öğrenciler, probleme yönelik hangi bilimsel kavramların bilinmesi gerektiği; probleme yönelik araştırma yapan kurum ve kuruluşların olup olmadığı, bu konuda çalışma yapan bir uzmandan nasıl faydalanacakları yönünde soruları cevaplamaya çalışmaları beklenmektedir (NASA, 2015; Tayal, 2013). Öğrenciler tarafından bir problem tespit edildikten sonra acele ederek, akla gelen ilk çözümü kullanmak yerine araştırma yaparak problemin çözümüne yönelik çok şeyin göz önüne alınması gerektiğini anlamaları gerekmektedir (Hynes vd., 2011).

2.2.1.3 Olası çözümlerin geliştirilmesi

Mühendislik projelerinin amacı teknolojik bir sistemin işleyişini düzeltmede veya iyileştirmede en iyi çözüme ulaşmak için çözüm yollarını karşılaştırmak olabilir (MDOE, 2016). Nitekim mühendislik tasarım problemlerinin günlük hayatta bir değil, birçok çözümü bulunmaktadır (Brunsell, 2012). Olası çözüm yollarının geliştirilmesi, mühendislik tasarım sürecinde yaratıcılığın en üst seviyede kullanılmasının gerektiği aşama olduğu söylenebilir (Brunsell, 2012; Wendell vd., 2010). Öğrencilerin bu aşamada aktif olmaları, gruplar halinde çalışmaları ve beyin fırtınası yapmaları çeşitli fikirler üretmeleri bakımından önemlidir (Hynes vd., 2011; Tayal, 2013). Benzer şekilde mühendislik tasarım sürecinin bu aşamasında öğrencilerin, yapılması planlanan tasarımın hangi özelliklere sahip olması gerektiği; tasarımda hangi malzemelerin kullanılması gerektiği; tasarımın kriterleri ve kısıtlamaları hangi yönde karşıladığı gibi soruları beyin fırtınası yaparak

cevaplamaları ve tasarıma yönelik çizimleri tamamlamaları beklenmektedir (NASA, 2015). Öğrenciler olası çözüm yollarını geliştirme aşamasında süreci tartışmalar ile destekler, araştırmalar yaparak bilgi toplar, elde ettiği bilgileri değerlendirerek çalışma raporunu oluştur (Brunsell, 2012; NAE ve NRC, 2009; NAGB, 2010; NRC, 2012).

2.2.1.4 En iyi çözümün seçilmesi

Mühendislerin bu aşamada tasarımın kriter ve sınırlıklarına yönelik analizler yaparak birçok olası çözümden birine karar vermeleri gerekmektedir (Brunsell, 2012; Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Benzer şekilde öğrencilerde bir mühendis gibi olası çözüm yollarını kriterler ve sınırlıklar kapsamında analiz etmeleri beklenmektedir (Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Öğrenciler olası çözüm yollarından en iyisine karar verirken aşağıdaki soruların öğrencilere yardımcı olacağı düşünülmektedir; yapılan tasarımlardan, bazılarına ait özellikler bir araya getirilebilir mi? Yapılan tasarım, kriterler ve sınırlıklar ile uyumlu mu? Elimizdeki kaynaklar tasarımı oluşturmak için yeterli mi? (NASA, 2015). Olası çözümler içerisinde en iyi çözümün belirlenmesi karar verme sürecini gerektirmektedir (Ercan ve Bozkurt, 2013). Mümkün olan en iyi çözüme ulaşmada bazı kriter ve sınırlıklardan ödün verme söz konusudur (Hynes vd., 2011; NAGB, 2010; NRC, 2012). Tasarım sürecindeki bu aşamayı mühendisler optimizasyon olarak ifade etmektedirler (NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012). Olası çözüm yollarından birine karar verilemediği durumlarda öğrenciler bazı kriter ve sınırlıklardan ödün vererek en iyi çözüm yoluna ulaşabileceklerdir (Brunsell, 2012; NRC, 2012).

2.2.1.5 Prototipin yapılması

Mühendislik tasarım sürecinde prototipin yapılması tasarımın ayrıntılarının görülmesini sağlamaktadır (NRC, 2012). Prototip oluşturulma sürecinde öğrenciler, plan yapmalı, ihtiyaç duyulan kaynakları listelemeli ve hangi kurum/kuruluşların bu konu üzerine ne tür çalışmalar yaptığını araştırmalıdır (NASA, 2015). Buradaki anahtar bileşen öğrencilerin kabul edilebilir bir prototipe ulaşmaya kadar model oluşturmalarıdır (Koehler vd., 2005). Oluşturulan prototip her zaman gerçekleştirilmesi beklenen çözümü veremeyebilir, önemli olan öğrencilerin çözümün işlevselliğini ve hatalarını görmeleri böylece süreci tekrar ederek

öğrenmeleridir (Hynes vd., 2011; Tayal, 2013). Öğrenciler prototiplerini oluşturma sürecinde çözüm yollarını geliştirebilir ve sonraki adımda test edebilirler (Hynes vd., 2011).

2.2.1.6 Çözümün test edilmesi ve değerlendirme

Mühendisler prototipleri test ederek tasarımın performansını daha ileri seviyelere çıkarmak için değerlendirmede bulunurlar (Hynes vd., 2011; NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012). Prototipin yapılan testler ile değerlendirilmesi çözümün ne oranda başarılı olduğu ve prototipin hangi kısımlarının geliştirilmesiyle ilgilidir (Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Öğrenciler prototipin başarılı olup olmadığını değerlendirmek için kriterleri ve sınırlıkları göz önüne alarak test oluşturmalıdır ancak ilköğretim öğrencileri bu süreçte öğretmenlerinden çözümlerini nasıl test edecekleri ve değerlendirebilecekleri noktasında oldukça fazla rehberlik isterler (Hynes vd., 2011). Öğrencilerin bu süreçte, prototipin test edildiğinde nasıl performans gösterdiği ve prototipin ne kadar başarılı olduğu sorularını cevaplamaları öğrenmelerini kolaylaştıracaktır. Öğrencilerin prototipin test edilmesi sürecinde tüm gözlemleri ve verileri kaydetmeleri, test sonuçlarını gözden geçirmeleri ve tartışmaları sağlanmalıdır (NASA, 2015).

2.2.1.7 Çözümün sunulması

Mühendisler tasarım sürecinin tüm aşamasında elde ettikleri bulguları birbirleriyle paylaşırlar (Hynes vd., 2011; MDOE, 2016; NRC, 2012). Tasarım sürecinde sözlü veya yazılı yorumlar aracılığıyla yapılan geribildirim, tasarımın iyileştirilmesi için yapıcı eleştiri sağlar (MDOE, 2016; NRC, 2012). Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler de fikirlerini ve bulgularını arkadaşlarıyla paylaşmalıdır (NRC, 2012). Probleme yönelik çözümü ve tasarımı açıklamak, diğer kişilerle paylaşmak, nasıl çalıştığını sunmak probleme yönelik kriter ve sınırlıkların gösterilmesi için önemlidir (Hynes vd., 2011; MDOE, 2016). Probleme yönelik çözümlerin sunulması aşamasında öğrencilerin, bilim insanları ve mühendisler tarafından bilimin ve mühendisliğin toplum yararına nasıl kullanıldığını anlamaları koşuluyla tartışmaya aktif olarak katılımları önemlidir (MDOE, 2016). Tartışmaya bir deneyin ya da verilerin analizinin en iyi biçimde yorumlanabilmesi için de ihtiyaç vardır (NRC, 2012). Bu süreçte öğrencilerin, tasarımın sonuçlarını rapor etmeleri, her tekrarlama

hangi değişiklikleri yaptıklarını, testler sırasında prototipin başarılı ya da başarısız olup olmadığını belirlemeleri önemlidir (NASA, 2015).

2.2.1.8 Yeniden tasarlama

Öğrenciler de bu aşamada mühendisler gibi yaptıkları değerlendirmeler ve aldıkları geri bildirimler ile çözümlerine yönelik iyileştirmeler yaparlar (Hynes vd., 2011). Yeniden tasarlama aşamasında öğrencilerin, test sırasında gözlemlenen problemlerin nedenlerini belirlemeleri ve bu problemlerin olası çözümleri üzerinde düşünmeleri önemlidir (NASA, 2015). Bu aşamadan itibaren mühendislik tasarım döngüsü, zaman ve kaynakların elverdiği ölçüde yeni tanımlanan sorunlar ve yeni tanımlanan çözümler ile tekrar ederek bazı aşamalar hızlı bir şekilde gözden geçirilirken, bazı aşamaların en baştan yapılması gerekebilecektir (NASA, 2015).

2.3 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programlarında Mühendislik Uygulamaları ve Ülkemizde Gerçekleştirilen Çalışmalar

ABD’de okul öncesinden lise sonuncu sınıfa kadar öğretim programlarında, STEM eğitimi yaklaşımı disiplinlerinden olan fen, teknoloji ve matematik, öğretim standartları tamamlanmış ve köklü bir geçmişe sahip olmasına rağmen STEM eğitimi yaklaşımının bir diğer disiplini olan mühendislik için aynı durum geçerli değildir (NAE ve NRC, 2009). Ülkemizde ise MEB 2006 yılında yayınladığı Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programında; teknolojinin sadece elektronik cihazlar olmadığını, hem disiplinlerarası (fen, matematik, kültür vb.) kavram, bilgi ve becerileri hem de materyalleri, enerjiyi ve araçları kullanarak insanların istek ve ihtiyaçları doğrultusunda araçların, yapıların ve sistemlerin geliştirildiği bir süreç olduğunu belirtmiştir. Ayrıca aynı programda mühendislik kavramını kullanmaksızın mühendislik tasarım sürecine teknoloji kapsamında yer verildiği görülmektedir (Ercan, 2014). 2006 programından sonra 2013 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında da açık olarak mühendislik kavramına yer verilmediği görülmektedir. MEB’in 2017 yılında yayınladığı Fen Bilimleri Öğretim Programında ise mühendislik tasarım sürecine geniş bir şekilde yer verildiği daha önce tartışılan bölümlerde belirtilmiştir. Mühendislik fen ve matematik ile yakından ilişkili olup mühendisler çalışmalarında fen ve matematiği, bilim insanları da mühendislerin ürünlerini kullanmaktadırlar (NAE ve NRC, 2009). Mühendislik

temelli tasarım etkinlikleri öğrencilerin feni günlük yaşantıları ile ilişkilendirmelerini sağlayarak bilime yönelik anlayış kazanmalarında önemli bir role sahiptir (Leonard, 2004). Mühendislik eğitiminin öğrencilerin fen ve matematiğe karşı ilgilerini uyandırma, başarılarını artırma, mühendislik tasarım becerilerini geliştirme ve teknolojik okuryazarlığını artırma gibi katkılar sağladığı belirtilmiştir (NAE, 2010). Mevcut durum düşünüldüğünde K-12 öğretim programlarına mühendislik disiplininin bağımsız bir disiplin olarak eklenmesinin yerine mühendislik disiplininin fen, matematik ve teknoloji ile entegre edilmesi mühendislik eğitimi için daha uygun bir yol olarak görülmektedir (NAE ve NRC, 2009). Araştırmanın önceki kısımlarında belirtildiği üzere MEB 2017 Fen Bilimleri Programında mühendislik tasarım sürecine geniş bir şekilde yer verildiği görülmektedir. Bu bağlamda ülkemizde mühendislik tasarım sürecine odaklanılan disiplinlerarası çalışmalara kısaca değinmek faydalı olacaktır. Orta Doğu Teknik Üniversitesi Eğitim Fakültesi'nde TÜBİTAK destekli gerçekleştirilen “*Genç Mucitler Geleceği Tasarlıyor; Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FETEMM) Eğitimleri*” projesi kapsamında yapılan FETEM spotu etkinliğinde altıncı sınıf öğrencileri bilgisayar laboratuvarında kendilerine verilen senaryo doğrultusunda mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak hikaye tahtaları aracılığıyla FETEMM spotlarını tasarlamış daha sonra da ses kayıt cihazı, fotoğraf makinesi ve PowToon programını kullanarak FETEMM spotlarını oluşturmuşlardır (Baran vd., 2015). Araştırmada yapılan FETEMM spotu etkinliğinde öğrencilerin bilgisayar ve teknoloji konularında bilgi ve becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka araştırmada FETEMM eğitimi yaklaşımı kapsamında fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile planlanan bir sürecin sonunda; öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecinin en güçlü yönlerini yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağlaması, motive edici olması, kalıcı öğrenmeyi sağlaması ve sorgulamaya dayalı olması gibi özellikleriyle değerlendirdikleri tespit edilmiştir (Altan vd., 2016). Diğer bir araştırmada dezavantajlı bölgelerden gelen altıncı sınıf öğrencilerine okul dışı STEM eğitimi programı uygulanarak öğrencilerin STEM faaliyetleri hakkındaki algılarını araştırmıştır (Baran vd., 2016). Yapılan araştırmada öğrencilere STEM eğitimi kapsamında on üç etkinlik uygulanarak araştırma okul dışı STEM eğitimi programları hakkında tavsiyelerde bulunmaktadır. Diğer bir araştırma olan “Tasarım Temelli Fen Eğitiminde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik Uygulamaları Basınç Konusu Örneği” adlı yüksek lisans tezinde yapılan uygulamaların

öğrencilerin akademik başarılarına ve fen bilimlerine yönelik tutumlarına katkısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Yasak, 2017). Yapılan benzer bir araştırmada mikroişlemcilerle desteklenen STEM uygulamalarının, altıncı sınıf öğrencilerin bu alanlara ilişkin tutumlarına olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir (Karışan ve Yurdakul, 2017). Bir diğer araştırma “STEM Eğitimi Yaklaşımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreçlerine, Mühendislik ve Teknoloji Algılarına Etkisinin İncelenmesi” adlı yüksek lisans tez çalışmasıdır. Bu araştırmada yapılan uygulamalar sonucunda öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecini uygulama becerilerinde gelişim gösterdikleri, mühendislik ve teknoloji algılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Altaş, 2018). Yine bir araştırmada “Güneşten Faydalanalım; Solar Robot Yapalım”, “Kaleydeskop (Çiçek Dürbünü) Yapımı” ve “Hareket Dedektörü ile Grafik Oluşturalım” olmak üzere üç farklı etkinlik yapılmış ve yapılan bu FETEMM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı olan ilgilerine pozitif yönde katkıda bulunduğu tespit edilmiştir (Yamak vd., 2014). Fishertechnik ve lego parçalarının kullanıldığı ve Fen Bilgisi öğretmeni adaylarının katıldığı STEM eğitimi ve Mühendislik uygulamaları ile ilgili araştırmada, STEM eğitimi ve Mühendislik uygulamalarının öğretmen adaylarının başarılarını artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Yıldırım ve Altun, 2015). Yine robotik eğitim setleri kullanılarak yapılan bir başka araştırmada ilkokul, ortaokul ve lise öğrencilerine yönelik yapılan disiplinlerarası etkinliklerin olduğu eğitimde katılımcıların eğitimde robotik teknolojilerin kullanılmasına karşı ilgili ve istekli oldukları, disiplinlerarası eğitim hususunda olumlu yönde görüş belirttikleri saptanmıştır (Zengin, 2016). Lego materyalleri kullanılarak mühendislik-tasarım tabanlı etkinliklerin uygulandığı bir başka araştırmada fen bilgisi öğretmen adayları ile fen bilgisi öğretmenlerinin mühendislik-tasarıma ve ders materyali olarak legolara bakış açıları incelenmiştir (Sungur vd., 2014).

2.4 Simülasyon

Dijital çağ olarak adlandırılan 21. yüzyılda teknoloji geniş kullanım alanı ile hayatımızın her alanında olduğu gibi eğitim alanında da yerini hızla almaya devam etmektedir. Eğitim teknolojileri özellikle etkin kullanıldığında eğitim sistemini iyileştirici potansiyeli bulunmaktadır (Jonassen ve Reeves, 1996). Ülkemizde bu bağlamda teknolojinin etkili bir şekilde kullanılmasına yönelik “Fırsatları Artırma

Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH)” projesi hayata geçirilmiştir (MEB, 2015). Eğitimde gerçekleşen teknolojik gelişmeler bilimsel kavram ve prensiplerin çokça bulunduğu fen bilimleri dersinin öğrencilere görsel olarak sunulmasında büyük katkı sağlayacaktır (Geban ve Demircioğlu, 1996). Teknolojiye yapılan bu yatırımlar ile okullar teknolojik altyapılarını güçlendirerek konuları iyi anlayamayan öğrencilere tekrar etme fırsatı sağlamaktadır (Ayas vd., 1997; Duffy vd., 2005; Ulukök vd., 2013). Nitekim Fen Bilimleri dersinde öğrenciler yoğun içeriğe sahip kavramları anlamlandırmada güçlük yaşamaktadır (Yang vd., 2003; Yeung, 2004). Teknolojik altyapının sağlanması ile fen bilimleri eğitimde yaygın olarak kullanılan eğitim teknolojilerden biri de simülasyonlardır (Azar vd., 2011; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Jaakkola ve Nurmi, 2008; Jaakkala vd., 2011; Jimioyiannis ve Komis, 2001; Katırcı ve Satıcı, 2010; Rutten vd., 2012). Eğitim teknolojilerinden biri olan simülasyonların tekrar edilebilirlik, gözlemlenebilirlik ve güvenlik gibi açılardan fen bilimleri dersi eğitiminde sıklıkla tercih edildiğini gösteren araştırmalar bulunmaktadır (De Jong ve Van Joolingen, 1998; Hakerem vd., 1993; Russel vd., 1997; Tekdal, 2002). Simülasyonlar yaşadığımız dünyanın temel bileşenlerinin kopyalanarak, kontrol edilebilen öğrenme ortamlarını sağlayan yazılımlardır (Reynolds ve Anderson, 1991). Simülasyonlar, öğrencilerin öğreneceği temel kavramlara odaklanarak gerçek dünyayı aynen yansıtmalıdır (Grabe ve Grabe, 1996). Simülasyonlar yoluyla öğrenciler tehlikeli bir deneyi ya da öğrenilmesi zor ve zaman alan bir kavramı etkileşimli, otantik ve anlamlı bir ortamında keşfederek öğrenirler (Akpan, 2001; Smetana, 2008; Şahin, 2006). Eğitime yönelik birçok olumlu katkısı olan simülasyon yazılımlarının öğretimde öğrenci başarısını artırdığı gözlenmektedir (Aslan vd., 2011; Bayrak, 2008; Bozkurt ve Sarıkoç, 2008; Karamustafaoğlu vd., 2005; Tanel ve Önder, 2010). Birçok simülasyon yazılımı eğitimde kullanılmaktadır. Bu yazılımlardan biri de Algodoo yazılımıdır. Algodoo yazılımı <http://www.algodoo.com/> adresinden ücretsiz olarak indirilerek tablet ve bilgisayarlarda kullanılabilir. Ayrıca Algodoo yazılımı kod yazmayı gerektirmeden sürükle bırak yöntemiyle simülasyon oluşturulmasını sağlayan kullanıcı dostu bir arayüze sahiptir. Algodoo yazılımı ile yapılan çalışmalar incelendiğinde; Akdağ vd., (2017), Algodoo yazılımının fizik dersinde öğrencilerin anlamlı öğrenmesine, yaratıcılıklarının gelişimine ve motivasyonlarını artırmada etkili olduğunu tespit etmişlerdir. 6.sınıf “kuvvet ve hareket”, “ışık ve ses” üniteleri kapsamında Algodoo yazılımı ile gerçekleştirilen simülasyon etkinliklerine yönelik

öğrenci görüşlerinin incelendiği araştırmada öğrenciler; yazılımın kavramları somutlaştırarak öğrenmeyi kolaylaştırdığını, temel kavramların öğrenilmesine katkı sağladığını, verimli ve eğlenceli öğrenme sağladığını, yazılımı evlerindeki bilgisayarlarda kullanarak, sınıfta öğrendikleri konuları evde tekrar edebildiklerini, fiziksel imkansızlıklar sebebiyle gerçekleştiremedikleri fizik deneylerini simülasyon ortamında farklı değişkenlerin manipüle edilerek gerçekleştirdiklerini ve bu sayede hipotez kurma ve bu hipotezlere bağlı olarak sonuç çıkarma-yordama gibi önemli bilimsel süreç becerileri kazandıklarını belirtmişlerdir (Özer vd., 2015). Bir başka çalışmada öğrenciler Algodoo ile çalıştıkları fizik konularını ayrıntılı olarak öğrendiklerini ve Algodoo'nun kod yazmadan simülasyon hazırlanabilmesine vurgu yapmışlardır (Silva vd., 2014). Diğer bir çalışmada, Algodoo yazılımını çizim ile fizik dersi arasında etkileşim kurduğunu, eğlenceli olduğunu ve fizik dersini öğrenmeye karşı motive ettiğini belirtmiştir (Hırça ve Bayrak, 2013).

3. MALZEME VE YÖNTEM

Bu bölümde araştırma modeli, araştırmanın örnekleme, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, veri toplama süreci ve veri analizleriyle ilgili açıklamalar yer almaktadır.

3.1 Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin, öğrencilerin tasarım becerisine, akademik başarısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisini belirlemek amacıyla, öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen (ÖSKD) kullanılmıştır.

Sosyal Bilimler araştırmalarında öntest-sontest kontrol gruplu desen sıklıkla tercih edilen bir desendir (Gülbüz ve Şahin, 2015; Büyüköztürk, 2011). ÖSKD’de katılımcıları aynı olan, deney ve kontrol grubu deneyden önce ve sonra olmak üzere iki defa ölçüldükleri için ilişkili bir desendir, farklı katılımcıların oluşturduğu deney ve kontrol gruplarından elde edilen verilerin karşılaştırılmasından dolayı da ilişkisiz bir desendir (Büyüköztürk, 2011). Bundan dolayı öntest-sontest kontrol gruplu desen karışık bir desendir (Howitt, 1997; akt. Büyüköztürk, 2011, s. 19). Bu tür araştırmalarda, yapılan deneyin bağımlı değişkeni bir sonuç olup araştırmacıyı araştırmaya iten ve açıklanması gereken bir durumdur (Karasar, 2006). Araştırmacının deney kapsamında yaptığı değişimlerden doğrudan etkilenen ve yapılan işlemlerin sonucu olan değişken ise bağımsız değişkendir (Bulduk, 2003).

Öntest-son test kontrol gruplu deneysel desende aşamalar şu şekildedir; ilk olarak denekler seçkisiz atama yoluyla iki gruba ayrılarak kontrol ve deney grubu belirlenir. Sonrasında deney ve kontrol gruplarına deney çalışmasından önce bağımlı değişken ile ilgili öntest uygulanarak ölçümler alınır. Deney grubuna etkisi test edilmek istenen deneysel işlem uygulanırken kontrol grubuna deneysel işlem uygulanmaz. Son olarak her iki gruba da son test uygulanarak ölçümler alınır ve gerekli karşılaştırmalar yapılır (Gülbüz ve Şahin, 2015).

Bu araştırmada Fen Bilimleri dersinde Kuvvet ve Hareket ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinlikleri doğrultusunda yapılan öğretim ile

uygulamadaki fen bilimleri öğretim programına göre yapılan öğretimin, ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin tasarım becerilerine, akademik başarısına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi araştırılmıştır.

3.2 Araştırma Süreci

Uygulayıcı aynı zamanda araştırmayı yürütecek kişi olduğundan, araştırmanın yapılması için araştırmacının çalışmakta olduğu okulun seçilmesi uygun görülmüştür. Araştırma 13 haftalık uygulama sürecinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü ortaokulda altıncı sınıf seviyesinde 6/A ve 6/B olmak üzere yalnızca iki şube bulunmaktadır. 6/A ve 6/B şubelerinin not ortalamaları denkliği ve akademik başarı öntest sonuçları arasında anlamlı bir farklılık olmamasından dolayı, araştırmanın çalışma grubunu oluşturan iki altıncı sınıf şubesi yansız atama yoluyla birisi deney grubu diğeri kontrol grubu olarak belirlenmiştir.

Araştırmanın deney grubunda dersler mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinlikleri çerçevesinde işlenirken, araştırmanın kontrol grubunda ise dersler Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kullanılarak araştırmacı tarafından yürütülmüştür. Uygulama sürecinde derslerde Fen Bilimleri ders kitabında belirtilen etkinlik ve deneylerin dışında herhangi bir uygulamaya yer verilmemiştir. Araştırmanın çalışma takvimi Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Araştırmanın çalışma takvimi.

Tarih	İçerik
1-2. Hafta	* Kuvvet ve Hareket Ünitesinin öncesinde katılımcılara Algodoo yazılımı eğitimi verilmesi
3-4. Hafta	* Katılımcıların Algodoo yazılımı ile tasarım ve uygulama yapmaları
5. Hafta	* Katılımcılara ön test uygulanması
6-7. Hafta 07-14/11/2016	* Kuvvetin özelliklerine (yönü, büyüklüğü ve doğrultusu) ilişkin simülasyon tasarımı ve uygulanması * Araştırmacı notlarının incelenmesi * Video kayıtlarının bilgisayar ortamına aktarılması * Etkinliklerin güncellenmesi
8. Hafta 21/11/2016	* Kuvvet ve bileşke kuvvet kavramlarına ilişkin simülasyon tasarımı ve uygulama yapılması * Araştırmacı notlarının incelenmesi * Video kayıtlarının bilgisayar ortamına aktarılması * Fen günlüklerinin incelenmesi * Etkinliklerin güncellenmesi

Çizelge 3.1 (devam). Araştırmanın çalışma takvimi.

9. Hafta 28/11/2016	* Bir cisme etki eden birden fazla kuvvete ilişkin simülasyon tasarımı ve uygulama yapılması * Araştırmacı notlarının incelenmesi * Video kayıtlarının bilgisayar ortamına aktarılması * Fen günlüklerinin incelenmesi * Etkinliklerin güncellenmesi
10. Hafta 05/12/2016	* Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvet kavramlarına ilişkin simülasyon tasarımı ve uygulama yapılması * Araştırmacı notlarının incelenmesi * Video kayıtlarının bilgisayar ortamına aktarılması * Fen günlüklerinin incelenmesi * Etkinliklerin güncellenmesi
11. Hafta 12/12/2016	* Sabit sürat kavramına ilişkin simülasyon tasarımı ve uygulanması * Araştırmacı notlarının incelenmesi * Video kayıtlarının bilgisayar ortamına aktarılması * Fen günlüklerinin incelenmesi * Etkinliklerin güncellenmesi
12. Hafta 19/12/2016	* Sürat-zaman ve alınan yol-zaman grafiklerine ilişkin simülasyon tasarımı ve uygulanması * Araştırmacı notlarının incelenmesi * Video kayıtlarının bilgisayar ortamına aktarılması * Fen günlüklerinin incelenmesi * Etkinliklerin güncellenmesi
13. Hafta	* Katılımcılara son test uygulanması

Dersler grup çalışması yapılarak yürütülmüştür. Araştırma süresince yapılan çalışmalara öğrenciler kendi bilgisayarları ile katılacakları bilgisi öğrencilere verilmiştir. Deney grubundaki her öğrencinin kişisel bilgisayarı bulunmamaktadır, bu bağlamda her grupta bilgisayar olması gerektiği için öğrenciler gruplandırılırken bu faktör de göz önünde bulundurulmuştur. Aynı zamanda öğrencilerden uyumlu çalışabilecekleri arkadaşlarıyla grup oluşturabilecekleri söylenmiştir. Tüm bu faktörlerin yanında her grupta akademik başarı yönünden heterojen bir yapı oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Bu bağlamda ikişerli veya üçerli olacak şekilde 10 grup oluşturularak araştırmanın uygulamaları gerçekleştirilmiştir.

3.3 Araştırmanın Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu 2016-2017 eğitim-öğretim yılında İstanbul ilinde bulunan orta sosyo-ekonomik düzeye sahip bir devlet ortaokulunun altıncı sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın yapıldığı ortaokulda altıncı sınıf seviyesinde iki şube bulunmaktadır. E-okuldan ve sınıf rehber öğretmenlerinden alınan bilgiler sonucunda bu iki şubenin sosyo-ekonomik, akademik başarı, sınıf mevcudu ve cinsiyet yönünden benzer olduğu görülmüştür. Şubelerden birisi deney

grubu (25 öğrenci; 12 kız, 13 erkek) diğeri kontrol grubu (25 öğrenci; 12 kız, 13 erkek) olarak belirlenmiştir. Deney grubundaki öğrencilere Çizelge 3.1’de ki çalışma takviminde belirtilen ders kapsamında ki süreç hakkında bilgi verilerek, yapılacak uygulamalar ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ayrıca yapılacak derslerde video kaydı alınacağı belirtilerek öğrencilere gönüllü olup olmadıkları sorulmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin tamamı gönüllü olduklarını belirterek yazılı izin formunu velileri gözetiminde (EK B) imzalamışlardır. Ayrıca öğrencilere araştırma raporu hazırlanırken kimliklerinin gizli tutulması amacıyla Ö1, Ö2 şeklinde kod verileceği hakkında bilgi verilmiştir.

3.3.1 Araştırma ortamının tasarımı

Araştırma katılımcıların devam ettiği okulda ve kendi sınıflarında gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı aynı zamanda bu okulun Fen Bilimleri öğretmeni olup katılımcıların Fen Bilimleri dersine beşinci sınıftan itibaren girmektedir. Araştırmanın yapıldığı sınıf geleneksel sıra ve masa düzenine sahip olup sınıfta Fatih Projesi kapsamında okullara entegre edilen etkileşimli tahta bulunmaktadır. Öğrenciler grup halinde ve bilgisayar ile çalışacakları için uzatma kabloları okulda mevcut olanlardan ve öğretmen tarafından temin edilmiştir.

Sınıfta 25 öğrenci bulunmaktadır. Öğretim ortamına yönelik fotoğraflar Şekil 3.2’de sunulmuştur.



Şekil 3.1. Öğretim ortamına yönelik örnek fotoğraflar.

3.3.2 Etkinliklerin tasarımı

Araştırmada Kuvvet ve Hareket ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarının ve tasarım becerilerinin gelişimi amaçlandığından, katılımcıların bu becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinlikleri geliştirilmiştir. Etkinlikler araştırmacı tarafından hazırlanmış ve incelemeleri için üç fen eğitimi uzmanından yardım alınarak dönütler doğrultusunda güncellenerek son hali verilmiştir. Mühendislik tasarım temelli etkinlikler hazırlanırken günlük yaşam problemlerini içermesine özen gösterilmiştir. Çünkü öğrenciler günlük hayatın içinde olmayan ya da günlük hayatın uzağında bulunan problemlerin çözümünde günlük hayat bilgilerini kullanamayabilirler (Van den

Heuvel-Panhuizen, 1999). Mühendislik tasarım sürecine yönelik farklı modeller olmakla birlikte aşamalar benzerdir.

Bu araştırmada deney grubunda gerçekleştirilen uygulamalarda, NASA tarafından çocuklara yönelik üretilen mühendislik tasarım süreci takip edilmiştir. Araştırmada bu döngü doğrultusunda gerçekleştirilen Algodoo temelli etkinlikler (EK C, EK D, EK E, EK F, EKG, EK H ve EK I) uygulanmıştır. NASA mühendislik tasarım döngüsü adımları aşağıda belirtildiği şekildedir;

1. Problemin veya İhtiyacın Tanımlanması
2. Probleme Yönelik İhtiyaçların Belirlenmesi
3. Olası Çözümlerin Geliştirilmesi
4. En İyi Çözümün Seçilmesi
5. Prototip Yapılması
6. Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirme
7. Çözümün Sunulması
8. Yeniden Tasarlama

Etkinliklerin numaraları, hangi kazanıma yönelik hazırlandığı ve uygulama tarihine yönelik bilgiler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Etkinliklere yönelik bilgiler.

Etkinlik Numarası	Kazanım
Etkinlik 1	6.2.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir.
Etkinlik 2	6.2.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir
Etkinlik 3	6.2.1.2. Bileşke kuvveti açıklar.
Etkinlik 4	6.2.1.3. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve çizimle gösterir.
Etkinlik 5	6.2.1.4. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır.
Etkinlik 6	6.2.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. Sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır.
Etkinlik 7	6.2.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar.

3.4 Veri Toplama Araçları

Bu araştırmada Fen Bilimlerine yönelik akademik başarı testi, fen günlükleri, çalışma yaprakları, etkinlikler süresince yapılan video kayıtları ve araştırmacı notları araştırmanın veri toplama araçlarını oluşturmaktadır. Aşağıdaki bölümde başlıklar halinde araştırmanın veri toplama araçları hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır.

3.4.1 Kuvvet ve hareket ünitesi akademik başarı testi

Araştırmada deney ve kontrol grubunu oluşturan öğrencilere uygulanan etkinliklerin etkisini ölçmek amacıyla Deveci (2010) tarafından geliştirilen Kuvvet ve Hareket Ünitesine yönelik başarı testi kullanılmıştır. Başarı testi ile gerekli izinler e-posta yoluyla alınmıştır (EK J). Başarı testinin bu araştırma kapsamındaki güvenirlik ve geçerlik çalışmaları 2016-2017 eğitim öğretim yılında İstanbul ilinde bulunan dört farklı ortaokulda 123 öğrenciye uygulanarak gerçekleştirilmiştir. Başarı testine son halini vermek için madde ve test analizi yapılmıştır. Yapılan analiz sonucunda uzman görüşü alınarak, 27 maddelik fen bilimleri akademik başarı testinden 7 madde çıkarılmış ve 20 maddelik fen bilimleri akademik başarı testine son hali verilmiştir (EK K).

Araştırmada başarı testinin güvenirliği hesaplamak için SPSS programı aracılığıyla KR 21 değeri kullanılmıştır. Yapılan akademik başarı testi analiz sonuçları Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Fen bilimleri akademik başarı testi analiz sonuçları.

Soru sayısı	N	$\bar{x}$	SS	KR 21
20	123	14.653	4.228	0.82

Çizelge 3.3 İncelendiğinde akademik başarı testine ilişkin aritmetik ortalaması ($\bar{x}$) 14.653, standart sapması (SS) 4.228, KR 21 değeri 0.82 olarak hesaplanmıştır. KR 21 değeri .70'den büyük olduğundan dolayı akademik başarı testinin kullanılabilir bir güvenirliğe sahip olduğu söylenebilir (Büyüköztürk, 2018).

Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarı Testi deney ve kontrol gruplarına öntest-sontest olarak uygulanmıştır. Bunlara ek olarak Fen Bilimleri Dersi Akademik Başarı

Testi son testlerin uygulanmasından beş hafta sonra deney ve kontrol gruplarına kalıcılık testi olarak uygulanmıştır.

3.4.2 Fen günlükleri

Nitel araştırmalarda birincil veri kaynağı olarak kullanılmasının yanında gözlem ve görüşme yoluyla elde edilen verilerin ayrıntılarını belirlemek amacıyla da kitapçıklar kullanılabilir (Merriam, 2013). Kitapçıklar teknolojik, yazılı ve görsel materyallerden oluşabilir (Yin, 2011). Doküman analizi yönteminin kullanıldığı araştırmada fen günlükleri doküman olarak ele alınmıştır. Araştırmacı tarafından her öğrenciye Fen günlüklerini yazabilmeleri için bir defter verilmiştir. Ayrıca öğrencilere “Bugünkü etkinlikte tasarladık. Çünkü;” şeklinde on bir adet soru bulunan hazır bir şablon verilmiştir (EK L). Öğrencilere bu sorular araştırmacı tarafından okunarak tanıtılmıştır. Öğrenciler yedi etkinlik süresince uygulanan her etkinlikten sonra evlerinde bu yönlendirici ifadeler doğrultusunda günlüklerini yazarak okula getirmiştir. Araştırmacı da düzenli olarak günlükleri kontrol etmiş, öğrenci görüşleri doğrultusunda etkinliklerin içerikleri ve uygulama sürecine ilişkin küçük değişiklikler gerçekleştirmiştir.

3.4.3 Çalışma yapıları

Çalışmada araştırmacı tarafından geliştirilen mühendislik tasarım temelli etkinlikler, çalışma yapıları olarak kullanılmıştır. Çalışma yapılarının içeriği etkinliklerin tasarımı başlığı altında incelenmiştir.

Deney grubunda bulunan öğrenciler Kuvvet ve Hareket ünitesi süresince ilgili kazanımlara yönelik hazırlanan çalışma yapılarında verilen örnek olaylara ilişkin öncelikle problemi belirlemeleri istenmiştir. Problemin belirlenmesi aşamasında belirlenen problemin, çalışma yapılarında verilen senaryoya uygun ve ihtiyaca yönelik olması gerektiği deney grubundaki öğrencilere belirtilmiştir. Çalışma yapılarında mühendislik tasarım sürecinin her basamağı doğrultusunda etkinlik dokümanlarında yeterli alan bırakılmış ve öğrencileri kısıtlamamak için istediklerinde ek kağıt verileceği araştırmacı tarafından deney grubundaki öğrencilere belirtilmiştir. Problemin belirlenmesi aşamasından sonra deney

grubundaki öğrenciler olası çözüm önerileri geliştirerek en iyi çözüme karar vermiş ve bu çözümü neden seçtiklerini gerekçeleriyle açıklamışlardır. Sonrasında deney grubundaki öğrenciler taslak çizimleri doğrultusunda prototiplerini yapılandırarak çözümlerini test etmiş ve sınıf arkadaşlarına akıllı tahta aracılığıyla sunumlarını yapmışlardır. Bu aşamada öğrenciler akıllı tahtada kurulu olan Algodoo yazılımı ile tasarımlarını arkadaşlarına sunarak paylaşabilmişlerdir.

3.4.4 Video kayıtları

Bu araştırmada daha önceki bölümlerde NASA mühendislik tasarım döngüsü kullanıldığı ayrıntılı bir şekilde belirtilmiştir. Öğrenciler verilen etkinlikler doğrultusunda tasarım döngüsünü takip ederek; Problemin veya İhtiyacın Tanımlanması, Olası Çözümlerin Geliştirilmesi, En İyi Çözümün Seçilmesi, Prototip Yapılması, Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirme ve Çözümün Sunulması, tasarımlarını yapılandırmışlardır.

Öğrenciler tasarım döngüsünün çözümün sunulması aşamasında yaptıkları çalışmalarda elde ettikleri çözümleri etkileşimli tahta aracılığıyla arkadaşlarıyla paylaşmışlardır. Öğrenciler bu aşamada her grubun yaptığı çalışma araştırmacı tarafından video ile kayıt altına alınmıştır. Yapılan video kayıtları; Prototip Yapılması, Çözümün Test Edilmesi ve Değerlendirme, Çözümün Sunulması, aşamalarını değerlendirirken araştırmacı tarafından gözlem verisi olarak kullanılmıştır. Araştırmalarda kullanılan video kayıtları tekrar tekrar izlenmeye imkan sağlayarak verilerin gözden kaçamamasını sağlamaktadır (Mills, 2007; Yin, 2011). Bu nedenle araştırma boyunca uygulanan yedi etkinliğin tamamında öğrencilerin yaptıkları çalışmaları etkileşimli tahta aracılığıyla sunmaları sağlanarak video kaydı alınmıştır. Yapılan araştırmada video kaydı yapılacağı öğrencilere belirtilerek tüm öğrencilerden gerekli izinler alınmıştır. Öğrencilerin video kayıtları sırasında deneyim sahibi olmaları ve sunumları sırasında olumsuz yönde etkilenmemeleri için her grup ile deneme çekimleri yapılmıştır. Ayrıca araştırmacı video çekimleri esnasında öğrenme ortamında dikkatini çeken hususlara yönelik notlar almıştır.

3.5 Verilerin Analizi

Bu kısımda araştırmanın nicel ve nitel verilerinin analizi ayrı başlıklar altında verilmiştir.

3.5.1 Nicel verilerin analizi

Araştırmada Fen Bilimleri Akademik Başarı ön-test, son-test ve kalıcılık testine yönelik toplanan veriler SPSS-20 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü etkinliklerin uygulandığı kontrol grubunun uygulama yapılmadan önce akademik başarılarını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen nicel verilerin normal dağılım gösterip göstermediğin kontrol etmek için normallik testi yapılmıştır. Başarı testinden elde edilen verilerin normal dağılım göstermesi doğrultusunda deney ve kontrol grubunun birbirine denk olup olmadığını anlamak için bağımsız gruplar t-testi kullanılmıştır.

3.5.2 Nitel verilerin analizi

Bu araştırmanın nitel veri toplama araçlarını; fen günlükleri, çalışma yaprakları, araştırmacı notları ve video kayıtları oluşturmaktadır.

Elde edilen verilerin analizinde nitel veri analiz yöntemlerinden yararlanılmıştır. Nitel veri analiz süreci, araştırmacının nitel veri toplama araçlarıyla elde ettiği verileri düzenlediği, analiz ettiği ve sentezlediği bir süreç (Bogdan ve Biklen, 2007), olmakla birlikte bu süreç içinde verilerden yararlanarak temalar oluşturulur, kodlar belirlenir ve yorumlar yapılarak rapor oluşturulur (Marshall ve Rossman, 2006; Yin, 2011).

Nitel verilerin analizinde sıklıkla kullanılan analiz yöntemleri şunlardır; betimsel analiz, sürekli karşılaştırmalı analiz ve içerik analizidir. Bu araştırmada içerik analizi yöntemi kullanılmıştır.

İçerik analizi, araştırma kapsamında elde edilen verilerin tümevarım yöntemiyle ele alındığı, birbiriyle ilişkili olan verilerin bir araya getirildiği ve temaların

oluşturulduğu sistematik bir düzenlemedir (Büyüköztürk vd., 2013; Silverman, 2001; Yıldırım ve Şimşek, 2011).

Araştırmanın diğer veri toplama araçlarından olan Fen Günlükleri, Çalışma Yaprakları ve Araştırmacı notları içerik analizi tekniği uygulanarak araştırmacı tarafından analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda elde edilen tema ve kod listesi örneğinin bir kısmı Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Tema ve kod listesi.

Tema	Kod listesi
Kavramsal anlama	Bileşke kuvvet
	Sürat
	Hareket
	Öğrenmeyi artırma
	Daha iyi anlama
Akran öğrenmesi	Grup çalışması
	Sunum yapma
	Öğrenmeyi pekiştirme
Araçları kullanma	Motor
	Geometrik şekiller
	Kuvvet aracı
Yeniden tasarlama	Tasarımda küçük değişiklikler yapma
	Tasarımda değişiklik yapmama
	En baştan tasarlama

Araştırmada video kayıtlarından elde edilen veriler her etkinliğin sonunda bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Video kayıtları sonucu elde edilen veriler (EK M)’de verilen mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir.

3.6 Geçerlik ve Güvenirlik

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik, araştırma sürecinin kapsamlı bir şekilde ele alınmasıyla oluşturulmalıdır (Merriam, 2013). Geçerliği sağlamak amacıyla nicel araştırmalarda iç geçerliğe bakılırken, nitel araştırmalarda iç geçerlik yerine inandırıcılık dış geçerlik yerine ise aktarılabiliirliğe bakılmalıdır (Merriam, 2013; Yıldırım ve Şimşek, 2013, s. 289). Bu bağlamda nitel araştırmalarda araştırmanın aktarılabiliirliğini, inandırıcılığını ve tekrar edilebiliirliğine ilişkin önlemler alınır (Johnson, 2002; Mills, 2003; Uzuner, 2005; Yıldırım ve Şimşek, 2013; Yin, 2003).

Bu araştırmanın güvenilirlik ve geçerliğini artırmaya yönelik alınan önlemler şu şekildedir;

- Nitel ve nicel verileri toplanması ve analizinde farklı tekniklere yer verilmiştir.
- Uygulamanın öncesinde, uygulama sürecinde ve sonrasında veri toplanmıştır.
- Derinlemesine ve ayrıntılı veri toplanmıştır.
- Veri toplama ve analiz sürecinde alan uzmanlarından görüş alınmıştır.
- Analizlerin ayrıntısına dikkat edilmiştir.
- Verilerin kendi içinde tutarlılığı incelenmiştir.

Öğrencilerle günlüklerinden elde edilen veriler bir araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Verilerin %25'lik bölümü bir başka araştırmacı tarafından kod listesine göre kontrol edilerek değerlendirilmiştir. Araştırmacıların birbirinden bağımsız olarak yaptığı kodlamaların tutarlılığını belirlemek için, öğrencilerin ifadeleri için aynı kod kullanıldığı durumlarda 'Görüş birliği', farklı kod kullanıldığı durumlarda ise 'Görüş ayrılığı' şeklinde işaretlenmiştir. Çelişkinin olduğu durumlarda uzman görüşü alınarak kodlamalar yapılmış ve öğrenci ifadelerinden elde edilen veriler analiz edilmiştir. Görüş birliği / (Görüş birliği + Görüş ayrılığı) x 100 formülü ile yapılan analizin güvenilirliği hesaplanmıştır (Miles ve Huberman, 1994). Kodlayıcılar arası güvenilirlik katsayısı % 82 bulunmuştur.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde, araştırmanın amaçlarına uygun olarak toplanan nitel ve nicel verilerden elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

4.1 Araştırmanın Birinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü etkinliklerin uygulandığı kontrol grubunun uygulama yapılmadan önce akademik başarıları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular verilmiştir. Çizelge 4.1’de deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ortalama puanları, standart sapmaları ve bağımsız örneklem t testi bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Deney ve kontrol gruplarının ön test ortalama puanları, standart sapmaları ve bağımsız örneklem t testi bulguları.

Grup	N	$\bar{x}$	SS	SH	t	p
Deney Grubu	25	8.28	3.323	.665	-.568	.573
Kontrol Grubu	25	8.88	4.106	.821		

Deney grubundaki öğrencilerin ön test ortalamaları ($\bar{x}$ =8.28) kontrol grubundaki öğrencilerin ön test ortalamaları ($\bar{x}$ =8.88) bulunmuştur. Deney grubu ve kontrol grubundaki öğrencilere uygulanan ön testten alınan ortalama puanlar arasında anlamlı fark bulunmamıştır [t =-.568; p <.05].

4.2 Araştırmanın İkinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular verilmiştir. Çizelge 4.2’de deney grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrar ölçümlü varyans analizi bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.2. Deney grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrar ölçümlü varyans analizi bulguları.

Test	N	$\bar{x}$	SS	KT	OK	F	Bonferroni
Ön test	25	8.28	3.323				1-2; p=.000
Son test	25	16.24	2.603	913.520	653.166	37.858*	1-3; p=.000
Kalıcılık testi	25	14.96	4.208				2-3; p=.642

*p<.05

Deney grubundaki öğrencilerin ön test, son test, kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Mauchly'nin Küresellik varsayımı karşılanamadığından (p<.05) alternatif Greenhouse-Geisser sonuçları kabul edilmiştir [F(1-24)=37.857; p=.000]. Farkın kaynağının tespit edilmesi amacıyla yapılan Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ($\bar{x}$ =16.24) ön test ortalamalarından ($\bar{x}$ =8.28) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p=.000). Yine çoklu karşılaştırma sonucunda deney grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları ($\bar{x}$ =14.96) ön test ortalamalarından ($\bar{x}$ =8.28) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur (p=.000). Deney grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ile kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p=.642).

4.3 Araştırmanın Üçüncü Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında Fen Bilimleri öğretim programının öngördüğü etkinliklerin uygulandığı kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular verilmiştir. Çizelge 4.3'de kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrar ölçümlü varyans analizi bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.3. Kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test ve kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve tekrar ölçümlü varyans analizi bulguları.

Test	N	$\bar{x}$	SS	KT	OK	F	Bonferroni
Ön test	25	8.88	4.106				1-2; p=.000
Son test	25	14.16	3.727	412.507	206.253	14.817*	1-3; p=.001
Kalıcılık testi	25	13.48	4.426				2-3; p=1.00

*p<.05

Kontrol grubundaki öğrencilerin ön test, son test, kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmuştur ve Mauchly'nin Küresellik varsayımı ($p>.05$) karşılanmıştır [$F(1-24)=14.817$; $p=.000$]. Farkın kaynağının tespit edilmesi amacıyla yapılan Bonferroni düzeltmeli çoklu karşılaştırma sonucunda kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ($\bar{x}=14.16$) ön test ortalamalarından ($\bar{x}=8.88$) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p=.000$). Yine çoklu karşılaştırma sonucunda kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları ($\bar{x}=13.48$) ön test ortalamalarından ($\bar{x}=8.88$) anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur ($p=.001$). Kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ile kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p=1.000$).

4.4 Araştırmanın Dördüncü Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında Mühendislik Tasarım Temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü etkinliklerin uygulandığı kontrol grubunun son test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir fark olup olmadığını belirlemek amacıyla akademik başarı testi uygulanarak elde edilen verilerin istatistiksel analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular verilmiştir. Çizelge 4.4'de deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin son test ortalamaları, standart sapmaları ve eşleştirilmiş örneklem t testi bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.4. Deney ve kontrol gruplarının son test ortalama puanları, standart sapmaları ve eşleştirilmiş örneklem t testi bulguları.

Son Test	N	$\bar{x}$	SS	SH	t	p
Deney Grubu	25	16.24	2.603	.521	2.080	.04*
Kontrol Grubu	25	14.16	3.727	.745		

*p<.05

Deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmuştur [t=2.080; p=.04]. Deney grubundaki öğrencilerin son test ortalamaları ($\bar{x}$ =16.24) kontrol grubundaki öğrencilerin ortalamalarından ($\bar{x}$ =14.16) anlamlı şekilde yüksektir.

Çizelge 4.5'te deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları, standart sapmaları ve eşleştirilmiş örneklem t testi bulguları verilmiştir.

Çizelge 4.5. Deney ve kontrol gruplarının kalıcılık testi ortalama puanları, standart sapmaları ve eşleştirilmiş örneklem t testi bulguları.

Kalıcılık Testi	N	ORT	SS	SH	t	p
Deney Grubu	25	14.96	4.208	.842	1.156	.26
Kontrol Grubu	25	13.48	4.426	.885		

Deney grubundaki öğrencilerle kontrol grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmamıştır [t=1.156; p=.26].

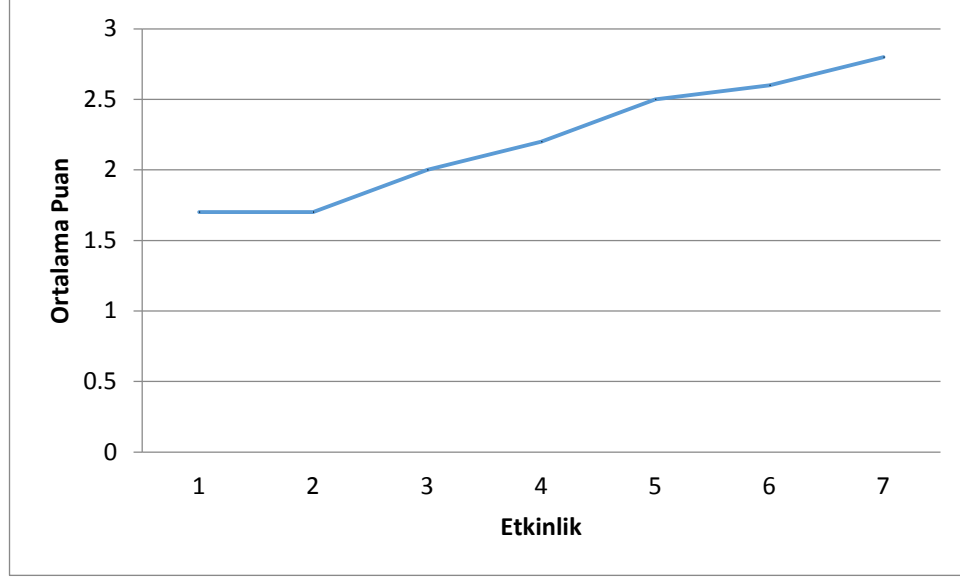
4.5 Araştırmanın Beşinci Alt Problemine Yönelik Bulgular

Bu başlık altında deney grubundaki öğrenciler ile gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin, öğrencilerin tasarım becerilerine etkisini belirlemek amacıyla video kayıtları, çalışma yapraklarının mühendislik tasarım süreci değerlendirme rubruğı ile puanlandırılması ve araştırmacının notlarından elde edilen verilerin içerik analizi sonuçlarına yönelik bulgular sunulmuştur.

Araştırmanın yöntem bölümünde belirtildiği üzere çalışma yaprakları doğrultusunda deney grubunda bulunan öğrenciler ikişer ve üçer kişiden oluşan gruplar ile çalışmalarını gerçekleştirmiştir. Deney grubunda bulunan öğrenciler Kuvvet ve Hareket ünitesi süresince ilgili kazanımlara yönelik hazırlanan çalışma yapraklarında verilen örnek olaylara ilişkin öncelikle problemi belirlemeleri istenmiştir. Problemin

belirlenmesi aşamasında belirlenen problemin, çalışma yapraklarında verilen senaryoya uygun ve ihtiyaca yönelik olması gerektiği deney grubundaki öğrencilere belirtilmiştir. Çalışma yapraklarında mühendislik tasarım sürecinin her basamağı doğrultusunda etkinlik dokümanlarında yeterli alan bırakılmış ve öğrencileri kısıtlamamak için istediklerinde ek kağıt verileceği araştırmacı tarafından deney grubundaki öğrencilere belirtilmiştir. Problemin belirlenmesi aşamasından sonra deney grubundaki öğrenciler mühendislik tasarım döngüsünün sonraki basamağında olası çözüm önerileri geliştirerek en iyi çözüme karar vermiş ve bu çözümü neden seçtiklerini gerekçeleriyle açıklamışlardır. Sonrasında deney grubundaki öğrenciler taslak çizimleri doğrultusunda prototiplerini yapılandırarak çözümlerini test etmiş ve sınıf arkadaşlarına akıllı tahta aracılığıyla sunumlarını yapmışlardır. Bu aşamada öğrenciler akıllı tahtada kurulu olan Algodo yazılımı ile tasarımlarını arkadaşlarına sunarak paylaşabilmişlerdir. Deney grubundaki öğrencilere uygulanan mühendislik tasarım temelli Algodo etkinlikleri, mühendislik tasarım döngüsünün basamaklarından olan Problemin Belirlenmesi, Olası Çözümler Geliştirme, En İyi Çözümü Seçme basamakları çalışma yaprakları ve araştırmacı notları kullanılarak analiz edilmiş, Prototipi Yapılandırma, Çözümleri Test Etme ve Çözümleri Sunma basamakları ise video kayıtları ve araştırmacı notları kullanılarak analiz edilmiştir. Bu bağlamda çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notları analiz edilerek, aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yaprakları Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı (EK M) ile değerlendirilmiştir. Öğrencilerin dereceli puanlama anahtarı doğrultusunda problemin belirlenmesi kriterine ilişkin ortalama puanları Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Deney grubundaki öğrencilerin problemin belirlenmesi kriterine yönelik ortalama puanları.

Şekil 4.1 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin, problemin belirlenmesine yönelik “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı odağında geliştirilen birinci etkinlikte ortalama puanlarının 1.7 olduğu, yine aynı kazanım odağında dinamometre konusu için geliştirilen ikinci etkinlikte ortalama puanlarının 1.7 olduğu, “Bileşke kuvveti açıklar” kazanımı odağında geliştirilen üçüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2 olduğu, “Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti, deneyle ve çizimle gösterir” kazanımı odağında geliştirilen dördüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.2 olduğu, “Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır” kazanımı odağında geliştirilen beşinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.5 olduğu, “Sürati tanımlar ve birimini ifade eder, sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır” kazanımı odağında geliştirilen altıncı etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu ve “Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar” kazanımı odağında geliştirilen yedinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.8 olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtildiği üzere “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı için iki etkinlik geliştirilmiştir, bu kazanım kapsamında Fen Bilimleri ders kitabında dinamometre konusu da verilmektedir. Dinamometre konusunun aynı etkinlikte verilmesi etkinliğin uzamasına ve öğrencilerin sıkılmasına sebep olacağı düşünüldüğü için ikinci bir etkinlikle verilmesi uygun görülmüştür.

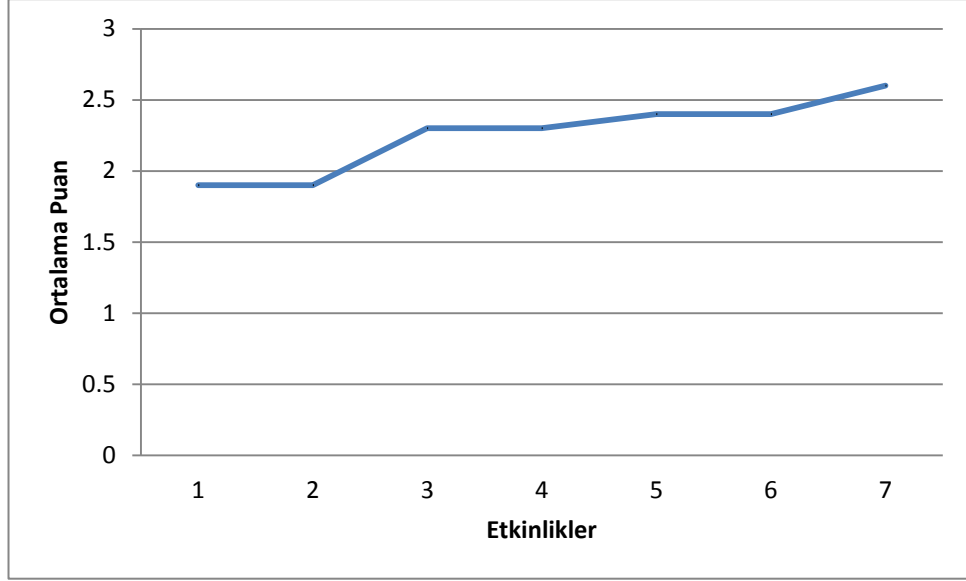
Çalışma yaprakları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin tüm etkinliklerde problemin belirlenmesine yönelik cevap verdiği tespit edilmiştir. Ancak ilk iki etkinlikte deney grubundaki öğrencilerin problemin belirlenmesine yönelik verdiği cevapların bir puan, diğer etkinliklerde ise iki puan ve üç puan oldukları görülmüştür. “Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımına yönelik hazırlanan etkinlikte öğrencilere günlük hayatın içinden bir senaryo verilmiştir (EK D). Senaryo kısaca şu şekildedir; ormanlık bir alanda ailesiyle birlikte piknik yapan Nusret kozalak toplamaya başlar, kozalakları topladıkça çanta ağırlaşır ve en sonunda Nusret çantayı taşıyamaz ve çantayla birlikte yere düşer. Deney grubundaki öğrencilerin verilen senaryodaki problemi belirlemeleri istenmiştir. Problemin belirlenmesine yönelik Grup 7 (G7)’nin cevabı; “Kuvvettir” şeklindedir.

Deney grubundaki G7 grubunun problemin belirlenmesi basamağına yönelik verdiği cevap bir puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik deney grubunda bulunan G4 grubunun problemin belirlenmesine yönelik verdiği cevap; “Çok fazla kozalak olduğu daha ağırlık yapar” şeklindedir.

Deney grubundaki G4 grubunun problemin belirlenmesi basamağına yönelik verdiği cevap iki puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik deney grubunda bulunan G10 grubunun problemin belirlenmesine yönelik verdiği cevap; “Çünkü kozalak sayısı artmıştır ve kozalaklar aşağıya doğru bir kuvvet uyguladıkları için öyle demıştır” şeklindedir.

Deney grubundaki G10 grubunun problemin belirlenmesi basamağına yönelik verdiği cevap üç puan olarak değerlendirilmiştir.

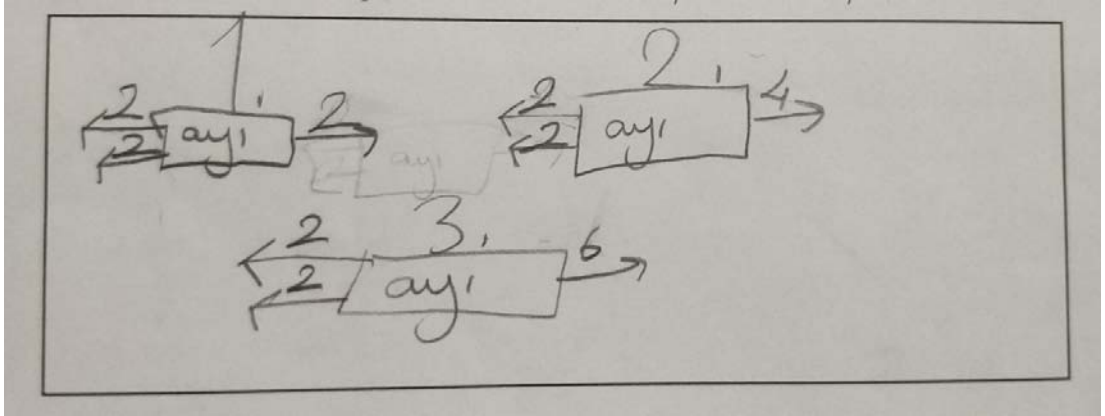
Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yapraklarından elde edilen veriler Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı ile değerlendirilmiş ve olası çözümler geliştirme basamağına ilişkin ortalama puanları Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Deney grubundaki öğrencilerin olası çözümler geliştirme yönelik ortalama puanları.

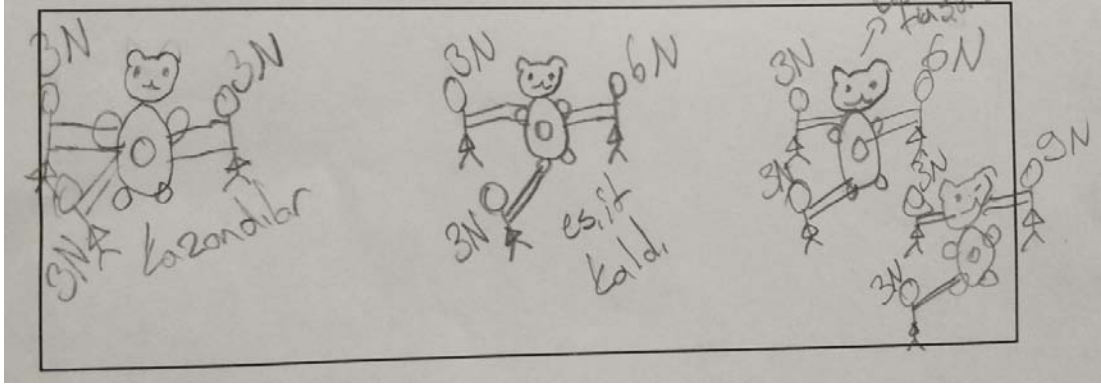
Şekil 4.2 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin, olası çözümler geliştirme basamağına yönelik, “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı odağında geliştirilen birinci etkinlikte ortalama puanlarının 1.9 olduğu, yine aynı kazanım odağında dinamometre konusu için geliştirilen ikinci etkinlikte ortalama puanlarının 1.9 olduğu, “Bileşke kuvveti açıkla” kazanımı odağında geliştirilen üçüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.3 olduğu, “Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti, deneyle ve çizimle gösterir” kazanımı odağında geliştirilen dördüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.3 olduğu, “Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır” kazanımı odağında geliştirilen beşinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu, “Sürati tanımlar ve birimini ifade eder, sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır” kazanımı odağında geliştirilen altıncı etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu ve “Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar” kazanımı odağında geliştirilen yedinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtildiği üzere “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı için iki etkinlik geliştirilmiştir, bu kazanım kapsamında Fen Bilimleri ders kitabında dinamometre konusu da verilmektedir.

Deney grubundaki öğrencilerin tüm etkinliklerde probleme yönelik olası çözümler geliştirdiği tespit edilmiştir. İlk iki etkinlikte deney grubundaki öğrencilerin probleme yönelik geliştirdiği olası çözümler bir puan, diğer etkinliklerde ise iki puan ve üç puan oldukları görülmüştür. “Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır”, kazanımına yönelik etkinlik hazırlanmıştır. Bu etkinlikte, deney grubundaki öğrencilere verilen örnek olay kısaca şu şekildedir: Anaokuluna giden üç kız öğrenci oyun oynarken hepsi aynı oyuncağı ister ve oyuncağı kızlardan biri kendisine doğru çekerken diğer iki kız öğrenci de birlik olur ve diğer taraftan çekmeye başlarlar. Deney grubundaki öğrenciler öncelikle problemi belirlemiş sonrasında olası çözümler geliştirerek bunları taslak çizim haline getirmişlerdir. Mühendislik tasarım döngüsünün olası çözümler geliştirme basamağına yönelik G2 grubunun taslak çizimi Şekil 4.3’te verilmiştir.



Şekil 4.3. Deney grubundaki G2 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına ilişkin taslak çizimi.

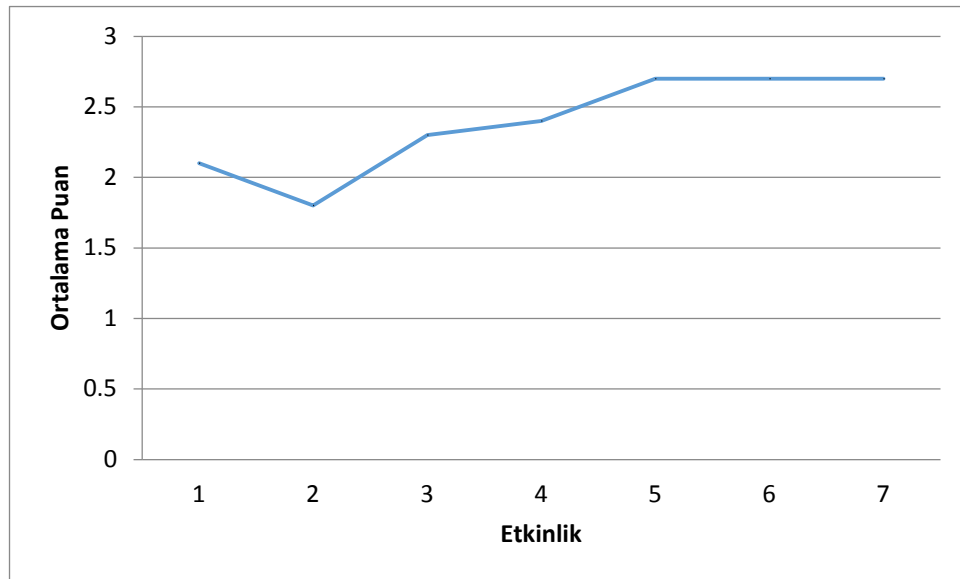
Deney grubundaki G2 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına yönelik yaptığı taslak çizim incelendiğinde tasarım yapılan kavramları kısmen doğru olacak şekilde çizdikleri, uygulanan kuvvetlerin birimlerinin yazılmadığı ve bu kuvvetlerin oyuncağı uygulandığında ne tür bir ihtimalin oluşacağını yazılmadığı görülmektedir. Bu bağlamda G2 grubunun taslak çizimleri iki puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik deney grubunda bulunan G4 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına yönelik verdiği cevap Şekil 4.4’te verilmiştir.



Şekil 4.4. Deney grubundaki G4 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına ilişkin taslak çizimi.

Deney grubundaki G4 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına yönelik yaptığı taslak çizime incelendiğinde tasarım yapılan kavramları doğru bir şekilde çizdikleri, uygulanan kuvvetlerin birimlerinin yazıldığı ve bu kuvvetlerin oyuncığa uygulandığında ne tür bir ihtimalin oluşacağını taslak çizime eklendiği görülmektedir. Bu bağlamda G4 grubunun taslak çizimleri üç puan olarak değerlendirilmiştir.

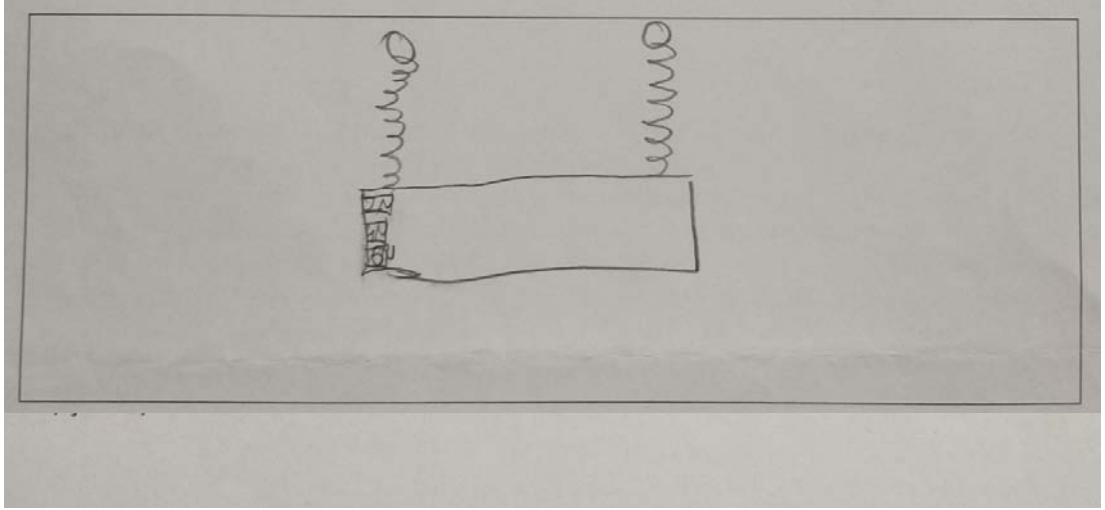
Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yapraklarından elde edilen veriler Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı ile değerlendirilmiş ve en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin ortalama puanları Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Deney grubundaki öğrencilerin en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin ortalama puanları.

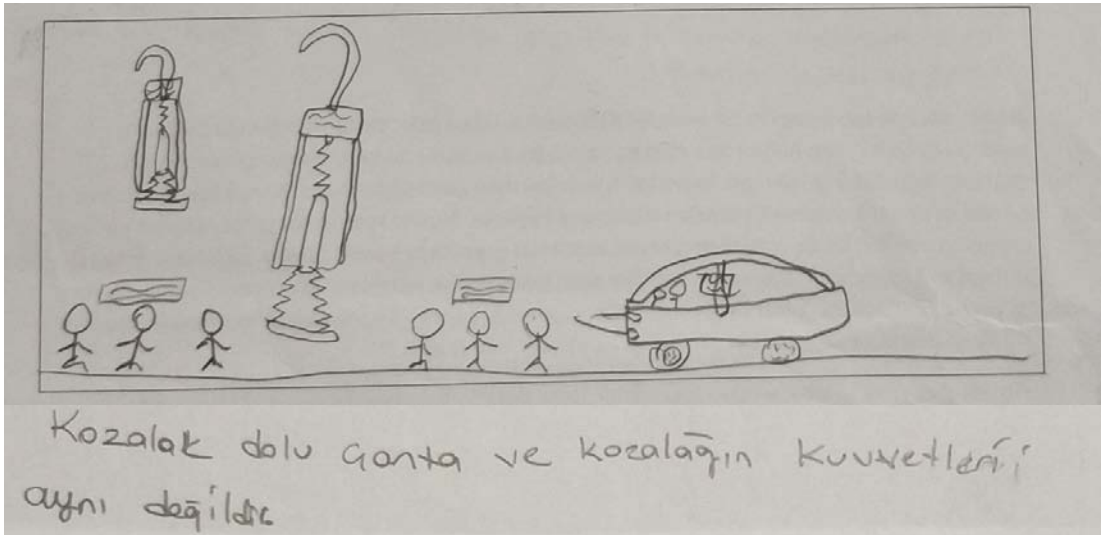
Şekil 4.5 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin, en iyi çözümü seçme basamağına yönelik, “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı odağında geliştirilen birinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.1 olduğu, yine aynı kazanım odağında dinamometre konusu için geliştirilen ikinci etkinlikte ortalama puanlarının 1.8 olduğu, “Bileşke kuvveti açıklar” kazanımı odağında geliştirilen üçüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.3 olduğu, “Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti, deneyle ve çizimle gösterir” kazanımı odağında geliştirilen dördüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu, “Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır” kazanımı odağında geliştirilen beşinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.7 olduğu, “Sürati tanımlar ve birimini ifade eder, sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır” kazanımı odağında geliştirilen altıncı etkinlikte ortalama puanlarının 2.7 olduğu ve “Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar” kazanımı odağında geliştirilen yedinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.7 olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtildiği üzere “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı için iki etkinlik geliştirilmiştir, bu kazanım kapsamında Fen Bilimleri ders kitabında dinamometre konusu da verilmektedir.

Deney grubundaki öğrencilerin tüm etkinliklerde problemin kriter ve sınırlıklarını kısmen ya da tüm yönleri ile değerlendirerek olası çözümler içinden bir çözümü seçtiği tespit edilmiştir. İkinci etkinlikte deney grubundaki öğrencilerin en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin ortalama puanları bir puan, diğer etkinliklerde ise iki puan ve üç puan oldukları görülmüştür. “Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımına yönelik bir etkinlik hazırlanmıştır. Bu etkinlikte, deney grubundaki öğrencilere kuvvetin ölçülmesi ve hassas ölçüm yapabilme odağında bir senaryo verilmiştir. Aynı zamanda bu etkinlik ile öğrencilerin dinamometrenin çalışma prensibini kavramaları da amaçlanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler bu etkinlikte mühendislik tasarım döngüsünün bu basamağında geliştirdikleri olası çözümleri taslak çizim haline getirmiş ve bu çözümler arasından en iyi çözümü seçmişlerdir. Mühendislik tasarım döngüsünün en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin G1 grubunun taslak çizimleri Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Deney grubundaki G1 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin taslak çizimi.

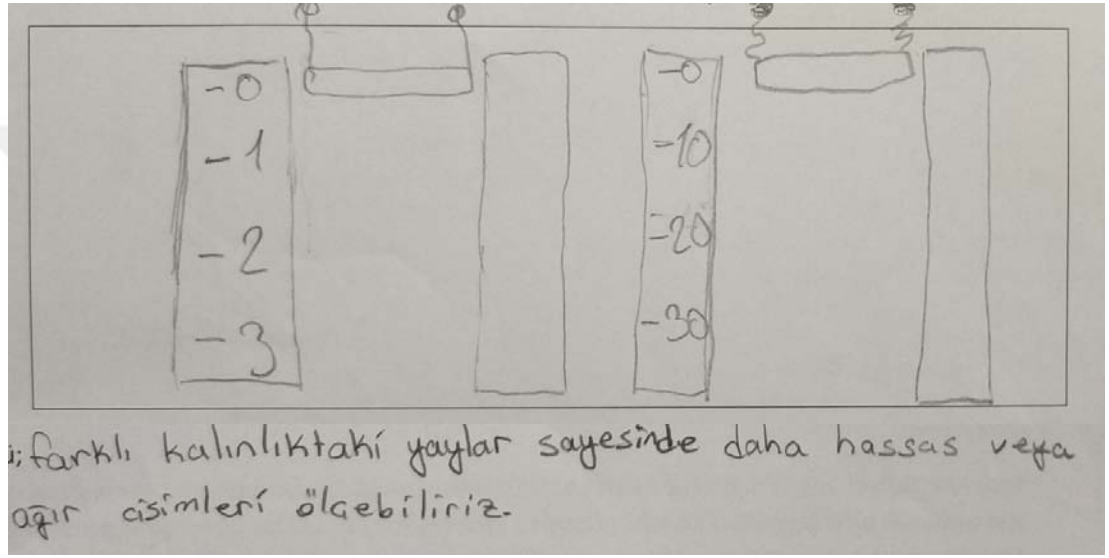
Deney grubundaki G1 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına yönelik yaptığı taslak çizim incelendiğinde olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerinin yeterince analiz edilmediği, problemin kriter ve sınırlıklarına dayalı bir çözüm seçilmediği görülmektedir. Bu bağlamda G1 grubu en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin bir puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik deney grubunda bulunan G5 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına yönelik verdiği cevap Şekil 4.7’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Deney grubundaki G5 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin taslak çizimi.

Deney grubundaki G5 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına yönelik yaptığı taslak çizimler incelendiğinde kozalak dolu çanta ve kozalak yazarak, iki farklı

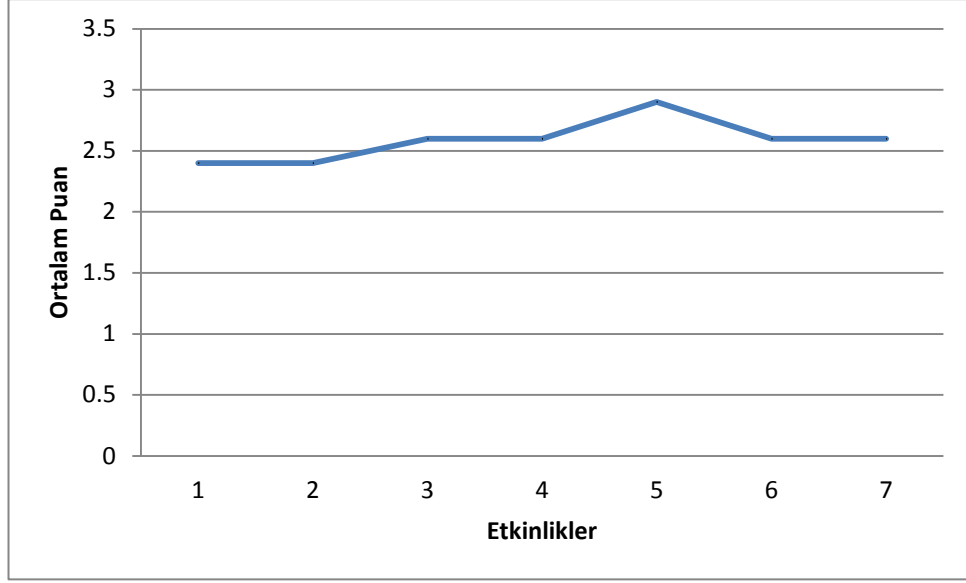
kuvveti daha hassas ölçebilmek için iki dinamometre sistemi çizdikleri ancak dinamometrelerin bu iki farklı kuvveti daha hassas nasıl ölçebileceğini belirtmedikleri görülmektedir. Bu bağlamda olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerinin kısmen analiz edildiği, problemin kriter ve sınırlıklarını kısmen değerlendirerek bir çözüm seçtikleri görülmektedir. G1 grubu en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin iki puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik deney grubunda bulunan G4 grubunun olası çözümler geliştirme basamağına yönelik verdiği cevap Şekil 4.8’de verilmiştir.



Şekil 4.8. Deney grubundaki G4 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin taslak çizimi.

Deney grubundaki G4 grubunun en iyi çözümü seçme basamağına yönelik yaptığı taslak çizimler incelendiğinde, iki farklı kuvveti daha hassas ölçebilmek için iki dinamometre sistemi çizdikleri ve dinamometrelerin bu iki farklı kuvveti daha hassas nasıl ölçebileceğini belirttikleri görülmektedir. Bu bağlamda olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerinin ayrıntılı analiz edildiği, problemin kriter ve sınırlıklarını da tüm yönleriyle değerlendirerek bir çözüm seçtikleri görülmektedir. G4 grubu en iyi çözümü seçme basamağına ilişkin üç puan olarak değerlendirilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen veriler Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı ile değerlendirilmiş ve prototipi yapılandırma basamağına ilişkin ortalama puanları Şekil 4.9’da verilmiştir.



Şekil 4.9. Deney grubundaki öğrencilerin prototipi yapılandırma basamağına ilişkin ortalama puanları.

Şekil 4.9 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin, prototipi yapılandırma basamağına yönelik, “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı odağında geliştirilen birinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu, yine aynı kazanım odağında dinamometre konusu için geliştirilen ikinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu, “Bileşke kuvveti açıkla” kazanımı odağında geliştirilen üçüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu, “Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti, deneyle ve çizimle gösterir” kazanımı odağında geliştirilen dördüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu, “Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır” kazanımı odağında geliştirilen beşinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.9 olduğu, “Sürati tanımlar ve birimini ifade eder, sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır” kazanımı odağında geliştirilen altıncı etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu ve “Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar” kazanımı odağında geliştirilen yedinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtildiği üzere “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı için iki etkinlik geliştirilmiştir, bu kazanım kapsamında Fen Bilimleri ders kitabında dinamometre konusu da verilmektedir.

Deney grubundaki öğrencilerin tüm etkinliklerde en iyi çözümü seçtikten sonra Algodoo yazılımı ile prototiplerini yapılandırıkları tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin prototipi yapılandırma basamağına ilişkin ortalama puanları tüm etkinliklerde iki puan ve üç puan olduğu tespit edilmiştir. “Bileşke kuvveti açıklar”, kazanımına yönelik bir etkinlik hazırlanmıştır. Bu etkinlikte öğrencilere verilen senaryo kısaca şu şekildedir; Ayşe odasında bulunan kıyafet dolabının yerini değiştirmek ister ama tek başına itemez sonra annesinden yardım ister ve dolabı birlikte iterek yerini değiştirirler, aynı gün dolabının yerini tekrar değiştirmek ister ve bu defa babasından yardım ister ve Ayşe’nin babası dolabı tek başına iterek yerini değiştirir. Deney grubundaki öğrenciler bu etkinlikte mühendislik tasarım döngüsünün bu basamağında Algodoo yazılımını kullanarak prototiplerini yapılandırmışlardır. Mühendislik tasarım döngüsünün prototipi yapılandırma basamağına ilişkin G1 grubunun Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.10. Deney grubundaki G1 grubunun prototipi yapılandırma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.

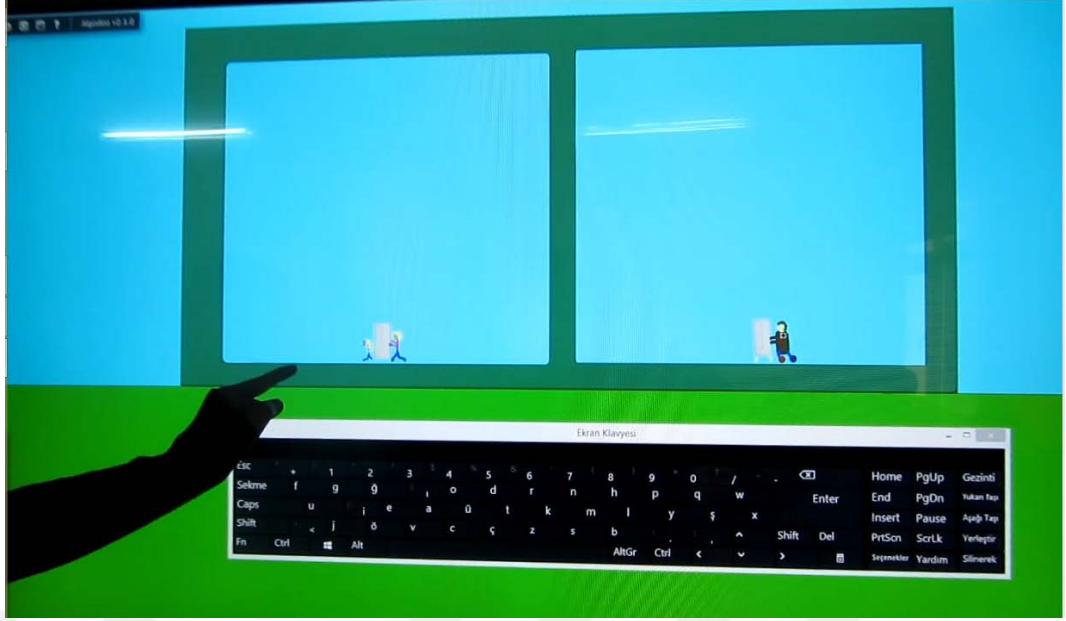
Deney grubundaki G1 grubunun prototipi yapılandırma basamağına yönelik Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışma incelendiğinde senaryoya uygun bir prototip yapıldığı görülmektedir ancak çalışmanın videosu izlendiğinde Ayşe’nin dolaba tek başına kuvvet uygulamadığı ve Ayşe’nin annesi ile birlikte dolaba kuvvet uyguladığı tespit edilmiştir. Diğer kısımların ise senaryoya uygun olduğu görülmüştür. Bu bağlamda prototip görevin kriterlerini sınırlı karşıladığı için bir puan olarak değerlendirilmiştir.

Aynı kazanıma yönelik mühendislik tasarım döngüsünün prototipi yapılandırma basamağına ilişkin G5 grubunun Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü Şekil 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.11. Deney grubundaki G5 grubunun prototipi yapılandırma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.

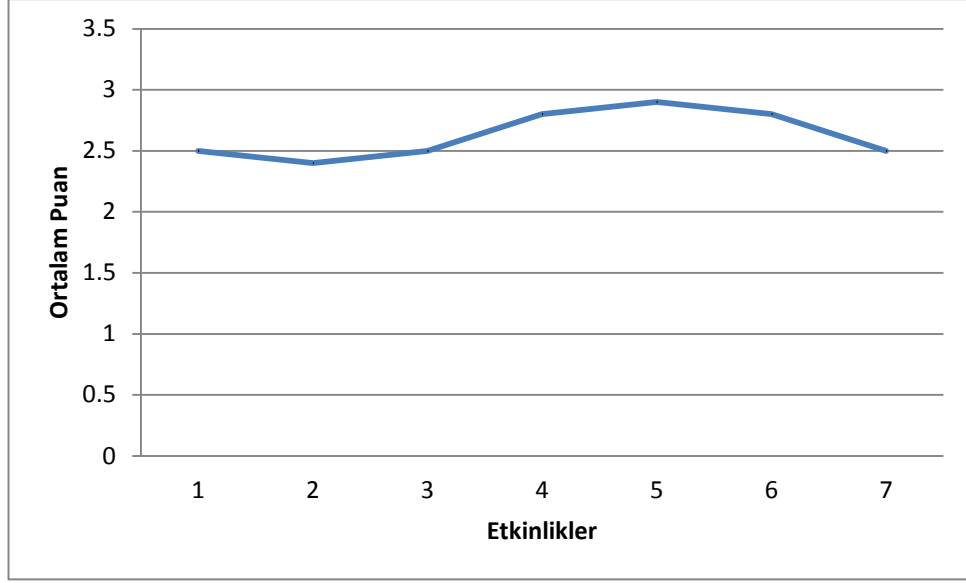
Deney grubundaki G1 grubunun prototipi yapılandırma basamağına yönelik Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışma incelendiğinde senaryoya uygun bir prototip yapıldığı görülmektedir. Aynı zamanda çalışmanın videosu izlendiğinde senaryoya uygun bir şekilde prototipin görevin kriterlerini karşıladığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda prototip görevin kriterlerini karşıladığı için iki puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik mühendislik tasarım döngüsünün prototipi yapılandırma basamağına ilişkin G4 grubunun Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. Deney grubundaki G4 grubunun prototipi yapılandırma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.

Deney grubundaki G4 grubunun prototipi yapılandırma basamağına yönelik Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışma incelendiğinde senaryoya uygun bir prototip yapıldığı görülmektedir. Aynı zamanda çalışmanın videosu izlendiğinde senaryodaki kişilerin de prototiplendiği ve bu kişilerin ayaklarına teker takılarak dolaba kuvvet uygulayabilir duruma getirdikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda prototip görevin kriterlerini net ve detaylı bir şekilde karşıladığı için üç puan olarak değerlendirilmiştir.

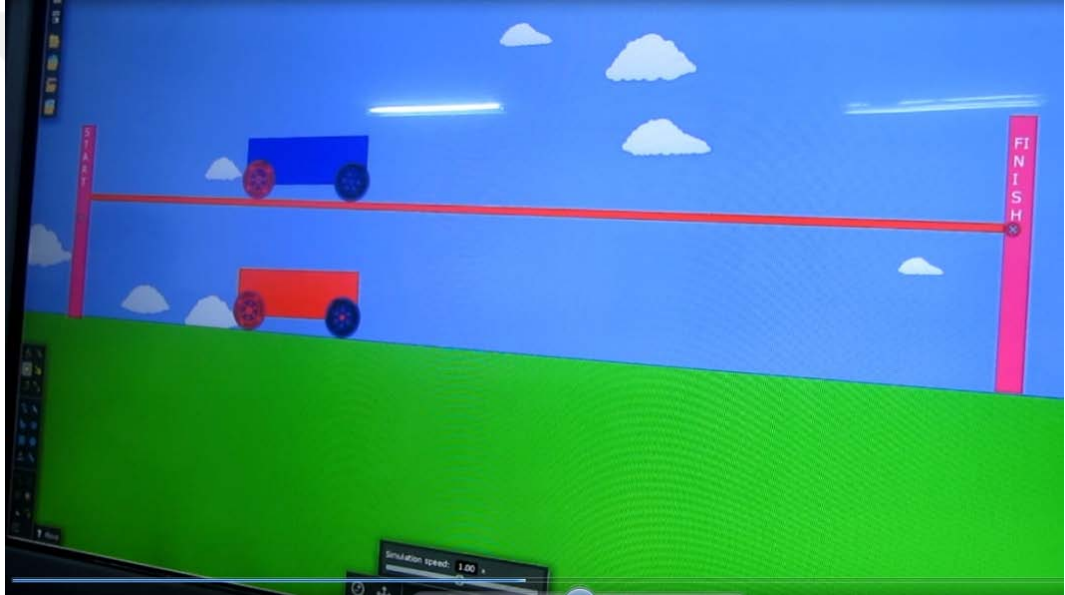
Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen veriler mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiş ve çözümü test etme basamağına ilişkin ortalama puanları Şekil 4.13'te verilmiştir.



Şekil 4.13. Deney grubundaki öğrencilerin çözümü test etme basamağına ilişkin ortalama puanları.

Şekil 4.13 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin, çözümü test etme basamağına yönelik, “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı odağında geliştirilen birinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.5 olduğu, yine aynı kazanım odağında dinamometre konusu için geliştirilen ikinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu, “Bileşke kuvveti açıklar” kazanımı odağında geliştirilen üçüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.5 olduğu, “Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti, deneyle ve çizimle gösterir” kazanımı odağında geliştirilen dördüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.8 olduğu, “Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır” kazanımı odağında geliştirilen beşinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.9 olduğu, “Sürati tanımlar ve birimini ifade eder, sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır” kazanımı odağında geliştirilen altıncı etkinlikte ortalama puanlarının 2.8 olduğu ve “Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar” kazanımı odağında geliştirilen yedinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.5 olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtildiği üzere “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı için iki etkinlik geliştirilmiştir, bu kazanım kapsamında Fen Bilimleri ders kitabında dinamometre konusu da verilmektedir. Deney grubundaki öğrencilerin tüm etkinliklerde en iyi çözümü seçtikten sonra Algodoo yazılımı ile prototiplerini yapılandırdıkları ve çözümü test ettikleri tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin çözümü test

etme basamağına ilişkin ortalama puanları tüm etkinliklerde iki puan ve üç puan olduğu tespit edilmiştir. “Sürati tanımlar ve birimini ifade eder, sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır”, kazanımına yönelik bir etkinlik hazırlanmıştır. Bu etkinlikte öğrencilere verilen senaryo kısaca şu şekildedir; Mavi ve kırmızı renklere sahip iki otomobil aynı çizgiden aynı anda yarışmaya başlar ve mavi otomobil bitiş çizgisine daha önce gelir. Deney grubundaki öğrenciler bu etkinlikte mühendislik tasarım döngüsünün bu basamağında Algodoo yazılımını kullanarak çözümlerini test etmişlerdir. Mühendislik tasarım döngüsünün çözümü test etme basamağına ilişkin G6 grubunun Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü Şekil 4.14’te verilmiştir.



Şekil 4.14. Deney grubundaki G6 grubunun çözümü test etme basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.

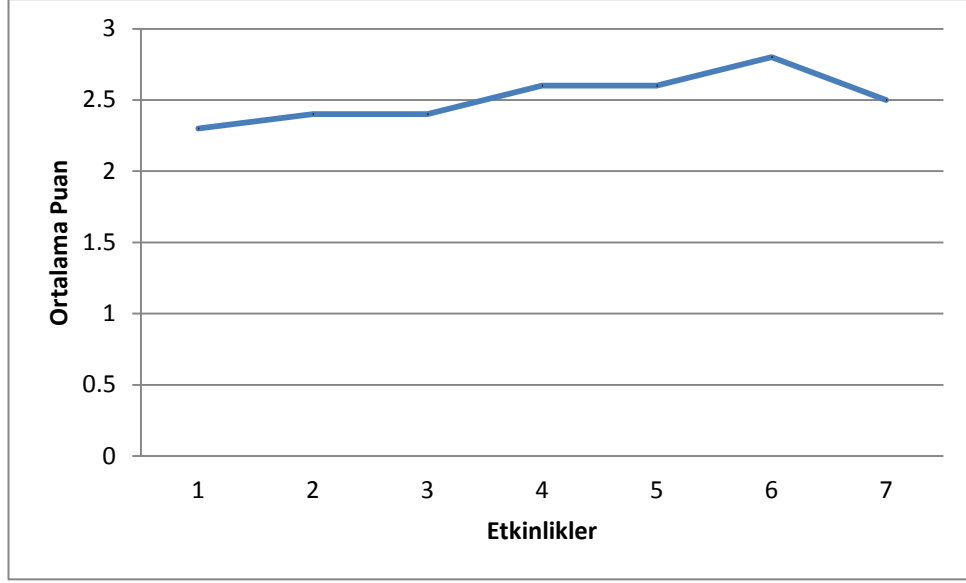
Deney grubundaki G6 grubunun çözümü test etme basamağına yönelik Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışma incelendiğinde senaryoya uygun bir şekilde prototipini yapılandırdığı ve çözümü test ettiği görülmektedir. Aynı zamanda çalışmanın videosu izlendiğinde senaryoya uygun bir şekilde prototipin performansını yansıttığı tespit edilmiştir. Ancak prototipin performansına yönelik elde ettikleri verileri kaydetmedikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda prototipin performansını yansıttığı için iki puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik mühendislik tasarım döngüsünün prototipi yapılandırma basamağına ilişkin G9 grubunun Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü Şekil 4.15’te verilmiştir.



Şekil 4.15. Deney grubundaki G9 grubunun çözümü test etme basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.

Deney grubundaki G6 grubunun çözümü test etme basamağına yönelik Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışma incelendiğinde senaryoya uygun bir şekilde prototipini yapılandırdığı ve çözümü test ettiği görülmektedir. Aynı zamanda çalışmanın videosu izlendiğinde senaryoya uygun bir şekilde prototipin performansını yansıttığı tespit edilmiştir. Bunun yanında G9 grubunun bu kazanıma yönelik etkinlik kağıtları incelendiğinde, prototipin performansına yönelik elde ettikleri verileri kaydettikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda prototipin performansını yansıttığı ve prototipin performansına yönelik elde ettikleri verileri kaydettikleri için üç puan olarak değerlendirilmiştir.

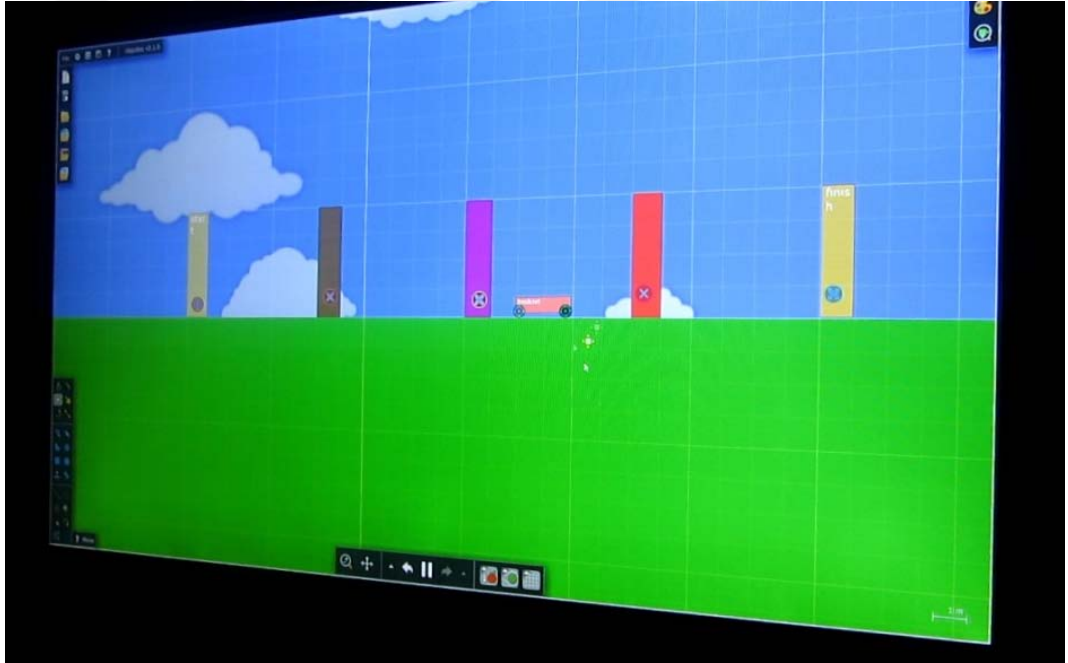
Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen veriler Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı ile değerlendirilmiş ve çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin ortalama puanları Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Deney grubundaki öğrencilerin çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin ortalama puanları.

Şekil 4.16 incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin, çözümü test etme basamağına yönelik, “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı odağında geliştirilen birinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.3 olduğu, yine aynı kazanım odağında dinamometre konusu için geliştirilen ikinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu, “Bileşke kuvveti açıkla” kazanımı odağında geliştirilen üçüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.4 olduğu, “Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti, deneyle ve çizimle gösterir” kazanımı odağında geliştirilen dördüncü etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu, “Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır” kazanımı odağında geliştirilen beşinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.6 olduğu, “Sürati tanımlar ve birimini ifade eder, sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır” kazanımı odağında geliştirilen altıncı etkinlikte ortalama puanlarının 2.8 olduğu ve “Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar” kazanımı odağında geliştirilen yedinci etkinlikte ortalama puanlarının 2.5 olduğu görülmektedir. Yukarıda belirtildiği üzere “Bir cisme etki eden kuvvetin, yönünü doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir” kazanımı için iki etkinlik geliştirilmiştir, bu kazanım kapsamında Fen Bilimleri ders kitabında dinamometre konusu da verilmektedir.

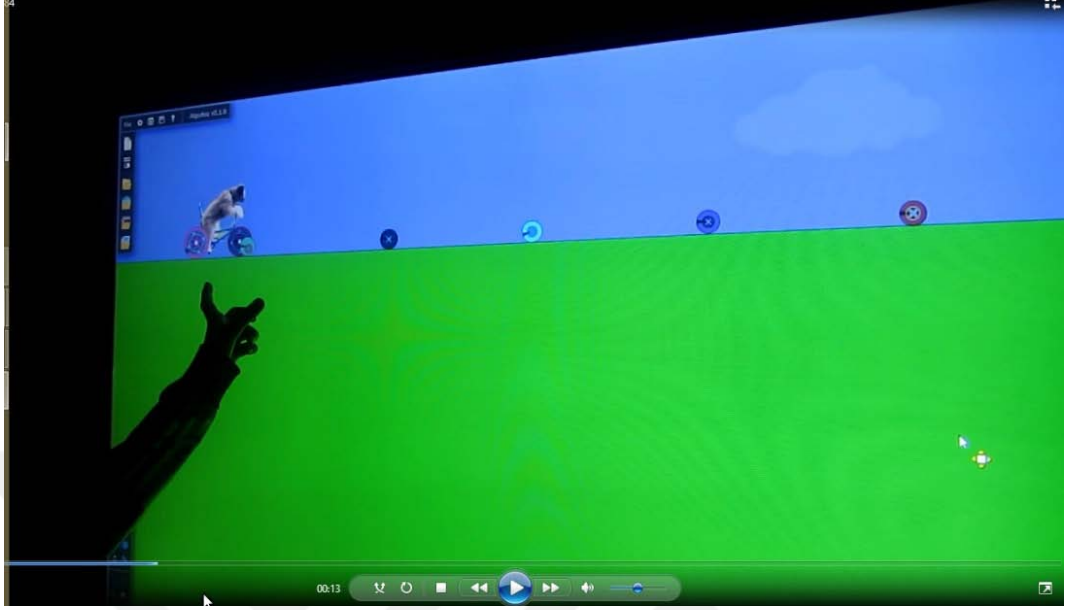
Deney grubundaki öğrencilerin tüm etkinliklerde çözümlerini test ettikten sonra çözümlerini akıllı tahta aracılığıyla arkadaşlarına sundukları tespit edilmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin ortalama puanları tüm etkinliklerde iki puan ve üç puan olduğu tespit edilmiştir. “Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar”, kazanımına yönelik bir etkinlik hazırlanmıştır. Bu etkinlikte öğrencilere günlük hayatın içinden yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiye yönelik bir senaryo verilmiştir. Deney grubundaki öğrenciler bu etkinlikte mühendislik tasarım döngüsünün bu basamağında Algodoo yazılımını kullanarak hazırladıkları çözüm(leri) akıllı tahta aracılığıyla arkadaşlarına sunmuşlardır. Mühendislik tasarım döngüsünün çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin G10 grubunun Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü Şekil 4.17’de verilmiştir.



Şekil 4.17. Deney grubundaki G10 grubunun çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.

Deney grubundaki G10 grubunun çözüm(leri) sunma basamağına yönelik Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışma incelendiğinde test sonuçlarının doğru bir şekilde raporlaştırılmadığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda G10 grubunun çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin yaptığı çalışma iki puan olarak değerlendirilmiştir. Aynı kazanıma yönelik mühendislik tasarım döngüsünün çözüm(leri) sunma basamağına

ilişkin G3 grubunun Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Deney grubundaki G3 grubunun çözüm(leri) sunma basamağına ilişkin algodoo yazılımı ile yaptığı çalışmanın ekran görüntüsü.

Deney grubundaki G3 grubunun çözüm(leri) sunma basamağına yönelik Algodoo yazılımı ile yaptığı çalışma incelendiğinde simülasyon test sonuçlarını doğru bir şekilde raporlaştırdığı ve çözümün nasıl gelişim gösterdiği paylaşılmıştır. Bu bağlamda G3 grubu üç puan olarak değerlendirilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilerle mühendislik tasarım süreci basamaklarından olan yeniden tasarlama basamağı zaman sınırlığından ötürü yapılamamıştır.

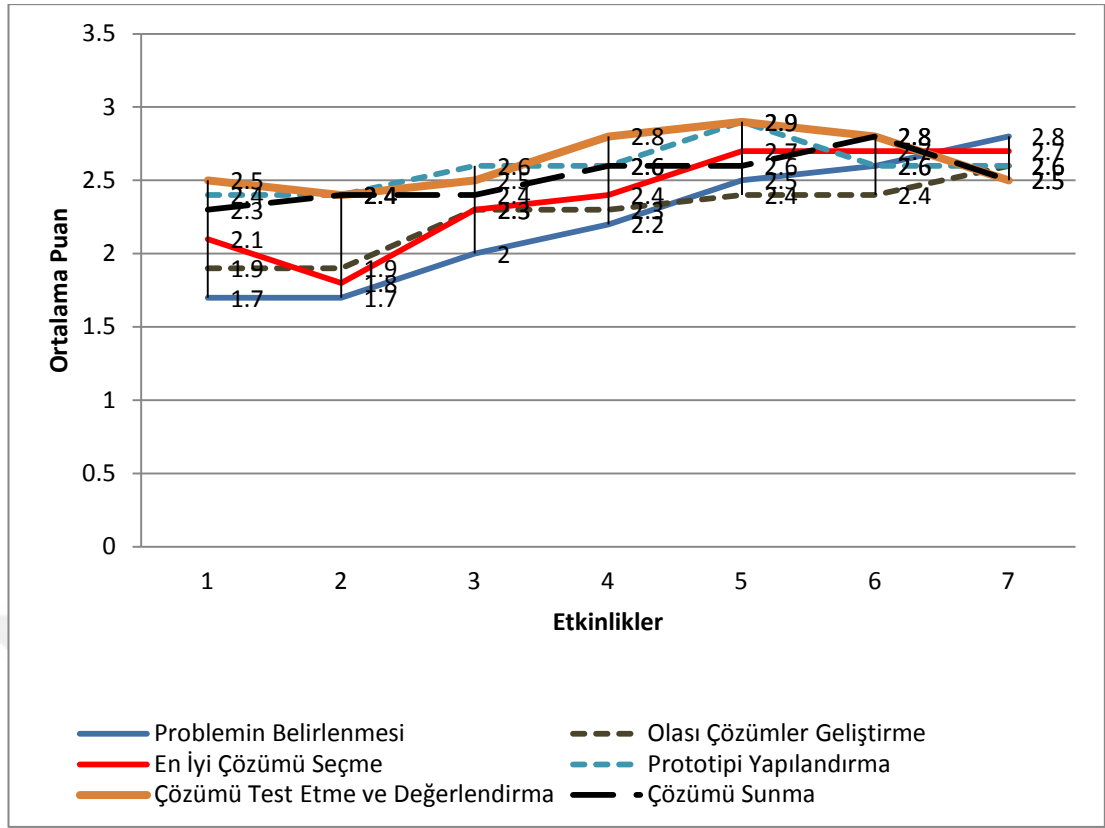
Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen veriler mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiş ve yedi etkinliğin de tüm basamaklarına ilişkin toplam puanlar Çizelge 4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Mühendislik tasarım süreci basamaklarına ilişkin elde edilen toplam puanlar.

	Birinci Etkinlik	İkinci Etkinlik	Üçüncü Etkinlik	Dördüncü Etkinlik	Beşinci Etkinlik	Altıncı Etkinlik	Yedinci Etkinlik
Toplam Puan	12.9	12.6	14.1	14.9	16	15.9	15.7

Öğrencilere uygulanan yedi etkinlikten sonra etkinlikler mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiştir. Uygulanan etkinliklerde elde edilen toplam puanlar her etkinlik için ayrı ayrı olacak şekilde Çizelge 4.6’da verilmiştir. Bu doğrultuda ‘*Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir*’ kazanımına yönelik birinci etkinlikte toplam puanın 12.9 olduğu, yine aynı kazanıma yönelik dinamometre yapılmasına yönelik ikinci etkinlikte toplam puanın 12.6 olduğu, ‘*Bileşke kuvveti açıklar*’ kazanımına yönelik üçüncü etkinlikte toplam puanın 14.1 olduğu, ‘*Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyle ve çizimle gösterir*’ kazanımına yönelik dördüncü etkinlikte toplam puanın 14.9 olduğu, ‘*Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek keşfeder ve karşılaştırır*’ kazanımına yönelik beşinci etkinlikte toplam puanın 16 olduğu, ‘*Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. Sürat birimleri olarak (metre/saniye) ve (kilometre/saat) dikkate alınır*’ kazanımına yönelik altıncı etkinlikte toplam puanın 15.9 olduğu, ‘*Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir ve yorumlar*’ kazanımına yönelik yedinci etkinlikte toplam puanın 15.7 olduğu tespit edilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilerin çalışma yaprakları, video kayıtları ve araştırmacı notlarından elde edilen veriler mühendislik tasarım sürecini değerlendirme dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilmiş ve her basamağa ilişkin ayrı ayrı gösterilen ortalama puanlar grafiği Şekil 4.19’da verilmiştir.



Şekil 4.19. Mühendislik tasarım sürecinin tüm basamaklarına ilişkin uygulanan yedi etkinliğin ortalama puanları.

Şekil 4.19’da yatay satırda etkinlik numaraları dikey sütunda ise ortalama puanlar verilmiştir. Bu doğrultuda problemi belirleme basamağına yönelik ortalama puanlara bakıldığında ilk iki etkinlikte 1.7 olduğu, üçüncü etkinlikte 2 olduğu, dördüncü etkinlikte 2.2 olduğu, beşinci etkinlikte 2.5 olduğu, altıncı etkinlikte 2.6 olduğu ve yedinci etkinlikte 2.8 olduğu tespit edilmiştir. Olası çözümler geliştirme basamağına yönelik ortalama puanlara bakıldığında ilk iki etkinlikte 1.9 olduğu, üçüncü ve dördüncü etkinlikte 2.3 olduğu, beşinci ve altıncı etkinlikte 2.4 olduğu ve yedinci etkinlikte 2.6 olduğu tespit edilmiştir. En iyi çözümü seçme basamağına yönelik ortalama puanlara bakıldığında birinci etkinlikte 2.1 olduğu, ikinci etkinlikte 1.8 olduğu, üçüncü etkinlikte 2.3 olduğu, dördüncü etkinlikte 2.4 olduğu, beşinci, altıncı ve yedinci etkinlikte 2.7 olduğu tespit edilmiştir. Prototipi yapılandırma basamağına yönelik ortalama puanlara bakıldığında ilk iki etkinlikte 2.4 olduğu, üçüncü ve dördüncü etkinlikte 2.6 olduğu, beşinci etkinlikte 2.9 olduğu, altıncı ve yedinci etkinlikte 2.6 olduğu tespit edilmiştir. Çözümü test etme ve değerlendirme basamağına yönelik ortalama puanlara bakıldığında birinci etkinlikte 2.5 olduğu, ikinci etkinlikte 2.4 olduğu, üçüncü etkinlikte 2.5 olduğu, dördüncü etkinlikte 2.8

olduğu, beşinci etkinlikte 2.9 olduğu, altıncı etkinlikte 2.8 olduğu ve yedinci etkinlikte 2.5 olduğu tespit edilmiştir. Çözümü sunma basamağına yönelik ortalama puanlara bakıldığında birinci etkinlikte 2.3 olduğu, ikinci ve üçüncü etkinlikte 2.4 olduğu, dördüncü ve beşinci etkinlikte 2.6 olduğu, altıncı etkinlikte 2.8 olduğu ve yedinci etkinlikte 2.5 olduğu tespit edilmiştir.

4.6 Araştırmanın Altıncı Alt Problemine Yönelik Bulgular

Deney grubundaki öğrencilerin, araştırmada gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerini hakkındaki görüşlerini belirlemek amacıyla her etkinlikten sonra öğrencilerden günlük tutmaları istenmiştir. Öğrenciler günlüklerini yazarken EK L’de belirtilen yönlendirici ifadelerden yararlanmışlardır. Deney grubundaki öğrencilerin tuttuğu günlüklerden elde edilen verilerin içerik analizi ve bu analizlere ilişkin bulgular bu başlık altında verilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilere uygulanan Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinde tasarımlarını yaparken Algodoo yazılımında bulunan hangi araçları kullandıkları sorulmuştur. Öğrencilerin bu soruya verdikleri yanıtlar içerik analizi doğrultusunda “*kullanılan araçlar*” teması altında ele alınmıştır. Tüm öğrenciler uygulanan etkinliklerde Algodoo yazılımında bulunan çeşitli araçları kullandıkları yönünde görüş bildirmişlerdir. Öğrenciler “*kullanılan araçlar*” teması altında Algodoo yazılımında bulunan; *kuvvet, dörtgen çizim aracı, daire çizim aracı, raptiye, motor, yay, çizim aracı, bıçak, mil, fırça, lazer, zincir, silgi, döndürme, ölçeklendirme, zemin ve yazı* araçlarını kullandıklarını belirtmişlerdir. “*Kullanılan araçlar*” teması altında bir katılımcı (Ö5); “*Tasarımımızı yaparken kuvve, mil, daire, dikdörtgen araçlarını kullandık çünkü dikdörtgen aracı ile arabanın şeklini yaptık, daire ile tekerlek yaptık, mil ile tekerleğin dönmesini sağladık ve kuvvet ile arabanın gitmesini sağladık*” şeklinde görüş bildirirken, bir başka katılımcı (Ö18); “*Tasarımımızı yaparken yay ve kareyi kullandık çünkü dinamometreyi çalıştırmak içindir*” şeklinde görüş bildirmiştir. (Ö6) kodlu katılımcı “*Tasarımımızı yaparken kare, fırça, kalem, kuvvet ve çivi (raptiye) araçlarını kullandık çünkü kareyi dolap yapmak için fırçayı boyamak için, kalemi çizmek için, kuvveti dolabı hareket ettirmek için çiviye de sabitlemek için kullandık*” şeklinde görüş bildirirken, (Ö4) kodlu katılımcı “*Tasarımımızı yaparken kuvvet, yuvarlak (daire çizim aracı), dikdörtgen ve kare araçlarını kullandık çünkü daha kolay olacağını düşündük*” şeklinde görüş

bildirmiş, bir diğer katılımcı (Ö25) “*Tasarımımızı yaparken üç adet kuvvet, sabitleyici (raptiye), yuvarlak yapıcı (daire çizim aracı), dikdörtgen araçlarını kullandık çünkü bu araçları kullanmamız gerekti*” şeklinde görüş bildirmiş, bir başka katılımcı (Ö22) “*Tasarımımızı yaparken dikdörtgen, yuvarlak (daire çizim aracı), motor araçlarını kullandık çünkü arabayı tasarlamamız ve hareket ettirmemiz gerekiyordu*” şeklinde görüş bildirirken, bir diğer katılımcı ise (Ö17) “*Tasarımımızı yaparken tekerlek (daire çizim aracı), motor, çivi (raptiye) araçlarını kullandık çünkü burada sürat kavramını görebilmek için bu araçları kullandık*” şeklinde görüş bildirmiştir. Öğrencilerin “*araç kullanımı*” temasına ilişkin görüşleri incelendiğinde tüm öğrencilerin Algodoo yazılımının araç kutusunda bulunan iz bırakma ve doku aracı dışındaki tüm araçları kullandıkları tespit edilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilere uygulanan Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinde her etkinlikten sonra hangi kavramları öğrendiklerini / öğrenemediklerini ve hangi kavramları anlamakta zorlandıklarını düşündükleri sorulmuştur. Öğrenciler her etkinlikten sonra bu soruların cevaplarını günlüklerine yazmışlardır. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar içerik analizi doğrultusunda “*kavramsal anlama*” teması altında ele alınmıştır. Tüm öğrenciler uygulanan etkinliklerde bu soruya kavramları yazarak cevap verdikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler “*kavramsal anlama*” teması altında; *kuvvet, sürat, bileşke kuvvet, dinamometre, zaman, hareket, ağırlık, birim, dengelenmiş kuvvet, dengelenmemiş kuvvet, alınan yol, sabit sürat, doğrultu* kavramlarını öğrendiklerini belirtmişlerdir. Günlüklerde öğrencilerin tamamına yakını (n=25) öğrenemediği kavram olmadığını ve öğrenmekte zorlandığı kavram olmadığını belirtmiştir. “*Kavramsal anlama*” teması altında bir katılımcı (Ö12) “*Kuvvet kavramını öğrendiğimi düşünüyorum*” şeklinde görüş bildirmiş bir diğer katılımcı (Ö19) “*Bileşke kuvvet kavramını öğrendiğimi düşünüyorum*” bir başka katılımcı ise, (Ö14) “*Dinamometre ve yay kavramını öğrendiğimi düşünüyorum*” şeklinde görüş bildirirken, (Ö21) kodlu katılımcı “*Bu sefer sürat, hareket ve zaman kavramını daha detaylı ve daha iyi öğrendiğimi düşünüyorum*” şeklinde görüş bildirmiş, (Ö17) kodlu katılımcı “*m/s, km/h gibi birimleri öğrendim*” şeklinde görüş bildirirken bir başka katılımcı (Ö23) “*Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvet kavramlarını öğrendiğimi düşünüyorum*” şeklinde cevap vermiştir. Deney grubundaki öğrencilerin “*kavramsal anlama*” teması altında incelenen görüşlerine bakıldığında; *kuvvet, sürat, bileşke kuvvet,*

dinamometre, zaman, hareket, ağırlık, birim, dengelenmiş kuvvet, dengelenmemiş kuvvet, alınan yol, sabit sürat ve doğrultu kavramlarını anlamalarına katkı sağladıklarını düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Deney grubundaki öğrencilere uygulanan Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinde öğrenciler ikiyeşerli ve üçerli gruplar halinde çalışmalarını yapmışlardır. Öğrencilere her etkinlikten sonra grup arkadaşlarının grup etkinliklerine katılım sağlayıp sağlamadıkları sorulmuştur. Öğrenciler de her etkinlikten sonra bu sorunun cevabını günlüklerine yazmışlardır. Öğrencilerin bu soruya verdikleri yanıtlar içerik analizi doğrultusunda “*Grup çalışmalarına katılım*” teması altında ele alınmıştır. Tüm öğrenciler uygulanan etkinliklerde bu soruya katılım sağlayan arkadaşlarının adını ve katılım sağlamayan arkadaşlarının adını yazarak cevap verdikleri görülmüştür. Günlüklerde öğrencilerin tamamına yakını (n=25) grup arkadaşlarının grup çalışmasına katkı sağladığı yönünde görüş belirtmişlerdir.

Deney grubundaki öğrencilere uygulanan Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinde her etkinlikten sonra Fen Bilimleri dersinde Algodoo yazılımını kullanmalarıyla ilgili ne düşündükleri sorulmuştur. Öğrenciler her etkinlikten sonra bu soruların cevaplarını günlüklerine yazmışlardır. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar içerik analizi doğrultusunda “*Eğlenceli*” teması altında ele alınmıştır. Tüm öğrencilerin uygulanan etkinliklerden sonra bu soruya günlüklerinde yazarak cevap verdikleri görülmüştür. “*Eğlenceli*” teması altında bir katılımcı (Ö6) “*Algodoo kullanmak eğlenceliydi çünkü gerçek hayatta yapmak zor olurdu ama burada gerçekte olabilecek şeyleri daha hızlı ve kolay yapabiliriz ayrıca kendimiz görerek yaparak öğrenmek ve yapmak için çabalamak eğlenceli*” şeklinde görüş bildirmiş, bir diğer katılımcı (Ö23) “*Algodoo kullanmak eğlenceliydi çünkü sonunda (Ö21) kodlu arkadaşım gelmedi ve Algodoo’yu daha çok kullanabildim*” şeklinde görüş bildirmiş, bir başka katılımcı (Ö22) “*Algodoo kullanmak eğlenceliydi çünkü Algodoo anlamamızı kolaylaştırdı*” şeklinde görüş bildirirken (Ö17) kodlu katılımcı “*Algodoo kullanmak eğlenceliydi çünkü Fen dersinde veya bir etkinlikte zorlandığımda Algodoo programında yapabilirim ve Algodoo kullanırken heyecanlanıyorsun güzel bir duygu yaratıyor*” şeklinde görüş bildirmiş, (Ö21) kodlu katılımcı “*Algodoo kullanmak eğlenceliydi çünkü basit şeyleri sıra dışı bir şekilde Algodoo’da tasarlayabildiğim için ve Algodoo’yla kendi projelerime başlamak*

benim için büyük bir şans” şeklinde görüş bildirmiş, bir diğer katılımcı (Ö15) “Kendi fikrimizi ve hayalimizdeki şeyi tasarlayabildiğimiz için eğlenceli” şeklinde görüş bildirmiştir. Öğrencilerin “eğlenceli” teması altında belirttikleri görüşler incelendiğinde öğrencilerin tamamı Fen Bilimleri dersinde Algodoo yazılımını kullanarak işledikleri dersleri eğlenceli olarak niteledikleri tespit edilmiştir. Bu bağlamda Algodoo yazılımının kullanıldığı Fen Bilimleri derslerinin öğrenciler için eğlenceli olduğunu söyleyebiliriz. Öğrencilere Fen Bilimleri dersinde Algodoo yazılımını kullanmaktan hoşlanıp hoşlanmadıkları sorulmuştur. Öğrencilerin tamamı Fen Bilimleri dersinde Algodoo kullanmaktan hoşlandığını günlüklerinde belirtmişlerdir.

Deney grubundaki öğrencilere uygulanan Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinde, öğrenciler her etkinlikten sonra yaptıkları çalışmayı grup arkadaşlarıyla birlikte etkileşimli tahtayı kullanarak sınıf arkadaşlarına sunmuştur. Günlüklerinde öğrencilere “Algodoo ile tasarımlarımı sunmak ve arkadaşlarımdan tasarımlarını dinlemek faydalıydı çünkü” şeklinde soru sorulmuş ve her etkinlikten sonra bu soruyu günlüklerine yazarak düşüncelerini belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin tamamı her etkinlikten sonra bu soruların cevaplarını günlüklerine yazmışlardır. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar içerik analizi doğrultusunda “Akran öğrenmesi” teması altında ele alınmıştır. “Akran öğrenmesi” teması altında (Ö20) kodlu katılımcı “Arabanın hangi tuşla çalıştığını arkadaşlarımdan öğrendim ve aklımda kalan soruları arkadaşlarımdan sunumu cevaplıyor” şeklinde görüş belirtmiş, bir diğer katılımcı (Ö12) “Sunum yaparken öğrenmemiş arkadaşlarıma iyi bir şey yaptığımı düşünüyorum ve zorlandığım konuları arkadaşlarımdan sunumlarında gördüm bu da bana katkı sağladı” şeklinde görüş belirtmiş, (Ö5) kodlu katılımcı ise “Tasarımlarımı sunarak bilgilerimi pekiştirdi ve arkadaşlarımdan sunumlarını dinleyerek bilmediğim bilgileri öğrendim” şeklinde görüş belirtirken, (Ö16) kodlu katılımcı “Sunum yaparak öğrendiklerimizi pekiştiriyoruz bu unutmamızı engelliyor ve arkadaşlarımızın sunumunu dinlemek bana katkı sağladı çünkü bütün arkadaşlarımızın yeni fikri olduğundan dolayı bizim de aklımıza yeni fikirler geliyor böylece sonraki konularda daha kolay yapıyoruz” şeklinde görüş belirtmiş, (Ö2) kodlu katılımcı “Sunum yaparken tahtaya çıkıp arkadaşlarıma kendimizi ifade etmek, ne yapmaya neyi ifade etmeye çalıştığımızı anlatmak bizi geliştiriyor ve arkadaşlarımdan sunumunu dinlerken ilham ve fikir alıyorum” şeklinde

görüş belirtmiş, bir diğer katılımcı (Ö10) ise *“Algodoo’yla tasarımlarımı sunarken başkalarının da bir şeyler öğrenmesine katkı sağladım ve arkadaşlarımın sunumunu dinlemek daha çok şey öğrenmemi sağladı”* şeklinde görüş belirtmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin *“akran öğrenmesi”* teması altında belirttikleri düşünceler incelendiğinde tüm öğrencilerin, tasarımlarını sunmanın ve arkadaşlarının sunumlarını dinlemenin kendilerine katkı sağladıkları yönünde görüş belirttikleri tespit edilmiştir.

Deney grubundaki öğrencilere uygulanan Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinde, öğrenciler her etkinlikten sonra yaptıkları çalışmayı grup arkadaşlarıyla birlikte etkileşimli tahtayı kullanarak sınıf arkadaşlarına sunmuştur. Günlüklerinde öğrencilere *“Bugün yaptığınız etkinliği yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?”* şeklinde soru sorulmuş ve her etkinlikten sonra bu soruyu günlüklerine yazarak düşüncelerini belirtmeleri istenmiştir. Öğrencilerin tamamı her etkinlikten sonra bu soruların cevaplarını günlüklerine yazmışlardır. Öğrencilerin bu sorulara verdikleri yanıtlar içerik analizi doğrultusunda *“Yeniden tasarlama”* teması altında ele alınmıştır. *“Yeniden tasarlama”* teması altında katılımcılar *küçük değişiklikler yapardım, değişiklik yapmazdım ve yeniden yapardım* şeklinde cevap verdikleri tespit edilmiştir. *Küçük değişiklikler yapardım* şeklinde cevap veren katılımcılardan (Ö10) *“Tasarımında kullandığım kutuların ağırlığını daha fazla yapıp üstüne ağırlığını yazardım”* şeklinde cevap vermiş, bir başka katılımcı (Ö23) *“Çalışma şeklini değiştirdim çünkü arkadaşlarımın tasarımlarıyla karşılaştırdım”* şeklinde cevap verirken bir diğer katılımcı (Ö11) *“Dinamometremizi biraz daha hassas tasarlardık çünkü daha iyi ölçerdi”* şeklinde cevap vermiş, (Ö16) kodlu katılımcı ise *“Bizim arabamız çok yavaş olmuştur onu hızlandırır süsleyebilirdik”* şeklinde cevap vermiştir. *Değişiklik yapmazdım* şeklinde cevap veren katılımcılar *“Tasarımım tamamen doğrudu (Ö4), hiçbir şeyi değiştirmedim (Ö18, Ö9, Ö22)”* şeklinde cevaplar verdikleri tespit edilmiştir. *Yeniden yapardım* şeklinde görüş bildiren katılımcılardan (Ö8) *“Tasarımımı baştan yapardım çünkü eklemek istediğim bir sürü şey var”* şeklinde görüş bildirirken, bir başka katılımcı (Ö14) *“Dinamometremizi daha detaylı ve ip kullanarak yeniden yapardım çünkü dinamometremiz pek ölçüm yapamıyordu”* şeklinde görüş bildirmiştir. Deney grubundaki öğrencilerin *“yeniden tasarlama”* teması altında belirttikleri düşünceler incelendiğinde tasarımlarında küçük değişiklikler yaparak tasarımlarını geliştirmek

isteyen katılımcıların çoğunlukta olduğu, tasarımlarında değişiklik yapmazdım şeklinde görüş bildiren öğrencilerin ise sayıca az olduğu tespit edilmiştir.



5. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Öntest sontest kontrol gruplu deneysel desenin kullanıldığı bu çalışmada altıncı sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesinde gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve tasarım becerilerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma süresince nitel ve nicel veriler toplanmış olup, elde edilen veriler “Bulgular” başlığı altında detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir. Bu bölümde her bir alt problem için elde edilen sonuçlar ilgili literatür ile tartışılarak sunulmuştur. Sonuçlar alt problemlerin sırasına göre ele alınmıştır.

5.1 Sonuçlar ve Tartışma

5.1.1 Deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma

Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubu ile MEB Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının öngördüğü şekilde uygulamaların yapıldığı kontrol grubundaki öğrenciler araştırma başlangıcında Kuvvet ve Hareket ünitesi akademik başarı öntestini yanıtlamışlardır. Uygulama sonucunda deney grubunun öntest ortalama puanı ($\bar{x} = 8.28$) ile kontrol grubunun öntest ortalama puanı ($\bar{x} = 8.88$) arasında anlamlı bir fark bulunmadığı ve iki grubun denk olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Çizelge 4.1).

5.1.2 Deney grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma

Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun akademik başarı öntest ortalama puanları ($\bar{x} = 8.28$) ile sontest ortalama puanları ($\bar{x} = 16.24$) ve kalıcılık testi ortalama puanları ($\bar{x} = 14.96$) arasında anlamlı fark bulunmuştur (Çizelge 4.2). Deney grubunun akademik başarı son test ve kalıcılık testi ortalama puanları ön test ortalama puanlarından anlamlı şekilde yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu bulgudan hareketle mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin öğrencilerin Kuvvet ve Hareket ünitesindeki akademik başarılarına katkı sağladığını

söyleyebiliriz. Bu bağlamda yapılan araştırmalar, mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağladığını göstermektedir (Apedoe vd., 2008; Doppelt vd., 2008; Ercan, 2014; Marulcu, 2010; Tal vd., 2006).

Kalıcılık testi ortalama puanı ile son test ortalama puanı arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin devam ettiğini göstermektedir. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile öğrencilerin beceri kazanmalarının yanında fen kavramlarını daha anlamlı ve kalıcı öğrenmeleri hedeflenmektedir (Ercan ve Şahin, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Wendell, 2008). Yapılan araştırmada ulaşılan sonuçlar daha anlamlı ve kalıcı ve öğrenme hedeflerini karşılamaktadır. Benzer şekilde Wendell vd., (2010) LEGO içerikli mühendisliğe dayalı fen öğretim programı geliştirmişler ve bunu uygulamadaki fen öğretim programı ile karşılaştırmışlar ve mühendisliğe dayalı fen öğretim programında öğrencilerin daha iyi öğrendikleri sonucuna ulaşmışlardır.

5.1.3 Kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı ön test, son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma

Fen Bilimleri Dersi öğretim programının öngördüğü şekilde etkinliklerin uygulandığı kontrol grubunun akademik başarı öntest ortalama puanları ($\bar{x} = 8.88$) ile son test ortalama puanları ($\bar{x} = 14.16$) ve kalıcılık testi ortalama puanları ($\bar{x} = 13.48$) arasında anlamlı fark bulunmuştur (Çizelge 4.3).

Kontrol grubunun akademik başarı son test ve kalıcılık testi ortalama puanları ön test ortalama puanlarından anlamlı şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda kontrol grubunun son test ortalama puanları ile öntest ortalama puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Fen Bilimleri dersi öğretim programının öğrencilerin akademik başarısına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kalıcılık testi ile son test ortalama puanları arasında da anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bağlamda Fen Bilimleri öğretim programının öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin devam ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Atam ve Takdal (2010) beşinci sınıflarla ısı ve sıcaklık konusunda yaptıkları araştırmada deney grubunda simülasyon temelli öğretim, kontrol grubunda mevcut fen bilimleri öğretim programının uygulamışlar ve kontrol grubunun son test ortalama puanlarının öntest

ortalama puanlarından anlamlı şekilde yüksek olduğu, kalıcılık testi ortalama puanları ile son test ortalama puanları arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını tespit etmişlerdir. Böylece mevcut fen bilimleri öğretim programının akademik başarıyı artırdığı ve öğrenilen bilgilerin kalıcılığına olumlu yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır (Atam ve Takdal, 2010).

5.1.4 Deney grubu ile kontrol grubundaki öğrencilerin akademik başarı son test ve kalıcılık testi puanlarına ilişkin sonuçlar ve tartışma

Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin uygulandığı deney grubunun son test ortalama puanı ($\bar{x} = 16.24$) ile Fen Bilimleri dersi öğretim programının öngördüğü etkinliklerin uygulandığı kontrol grubunun son test ortalama puanı ($\bar{x} = 14.16$) arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Deney grubundaki öğrencilerin son test ortalama puanları, kontrol grubundaki öğrencilerin son test ortalama puanlarından anlamlı bir şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkisinin kontrol grubuna göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağladığını göstermektedir (Apedoe vd., 2008; Doppelt vd., 2008; Ercan, 2014; Marulcu, 2010; Tal vd., 2006). Yine benzer şekilde mühendislik tasarım temelli etkinlikler öğrencilerin fen konularını daha anlamlı öğrenmelerini ve daha başarılı olmalarını sağlamaktadır (NAE ve NRC, 2009, s.49-50).

Deney grubundaki öğrencilerin kalıcılık testi ortalama puanlarının, kontrol grubunun kalıcılık testi ortalama puanlarından daha yüksek olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli etkinliklerin, fen bilimleri öğretim programının öngördüğü uygulamalara göre akademik başarının devamlılığı üzerine etkisinin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile öğrencilerin beceri kazanmalarının yanında fen kavramlarını daha anlamlı ve kalıcı öğrenmeleri hedeflenmektedir (Ercan ve Şahin, 2015; Gülhan ve Şahin, 2016; Wendell, 2008). Yine benzer şekilde öğretmen adaylarıyla yapılan araştırmada öğretmen adayları tasarım temelli fen etkinliklerinin en güçlü yanlarından biri olarak, kalıcı öğrenmeyi sağlaması şeklinde değerlendirmişlerdir (Altan vd., 2016).

5.1.5 Deney grubundaki öğrencilerin tasarım becerilerinin değişimine ilişkin sonuçlar ve tartışma

Daha önceki bölümlerde belirtildiği üzere, Mühendislik tasarım döngüsünün basamakları Problemin Belirlenmesi, Problemin Araştırılması, Olası Çözümler Geliştirme, En İyi Çözümü Seçme, Prototipi Yapılandırma, Çözümleri Test Etme ve Çözümleri Sunma aşamalarından oluşmaktadır.

Araştırmanın bu alt problemine yönelik sonuçlar, belirtilen mühendislik tasarım döngüsü paralelinde geliştirilen NASA, (2015) “Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı”ndan öğrencilerin elde ettikleri puanlar doğrultusunda sunulmuştur.

Problemin ya da ihtiyacın belirlenmesi aşamasında öğrencilere uygulanan “*kuvvetin yönü doğrultusu ve büyüklüğü*” kazanımına yönelik birinci ve ikinci etkinliklerde problemin ya da ihtiyacın kriter ve sınırlıklarını belirlemede öğrencilerin hedeflenen düzeyin altında, “*bileşke kuvvet*” kazanımına yönelik üçüncü ve dördüncü etkinliklerde, “*dengelemiş ve dengelenmemiş kuvvet*” kazanımına yönelik beşinci etkinlikte, “*süratin tanımı ve birimleri*” kazanımına yönelik altıncı etkinlikte ve “yol, zaman ve sürat ilişkisi” kazanımına yönelik yedinci etkinlikte hedeflenen düzeyde olduğu ortaya çıkmıştır. Bu doğrultuda öğrencilerin birinci ve ikinci etkinlikte problemin kriter ve sınırlıklarını belirleyebilme konusunda problem yaşadıkları, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde problemin kriter ve sınırlıklarını belirlemede gelişim gösterdikleri ancak dereceli puanlama anahtarı doğrultusunda hedeflenen düzeyin üzerinde olmadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin süreç ilerledikçe kriter ve sınırlıkları belirleme noktasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin problemin kriter ve sınırlıkları belirlemede olumlu yönde etki ettiğini göstermektedir (Bozkurt, 2015; Dym vd., 2002). Nitekim problemin daha iyi anlaşılması, problemin kriter ve sınırlıklarının belirlenmesiyle yakından ilişkilidir (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011).

Olası çözümler geliştirme aşamasında öğrencilere uygulanan birinci ve ikinci etkinlikte, öğrencilerin problemin çözümüne yönelik fikir ve çizimleri tam olarak yapılandıramadıkları bu bağlamda hedeflenen düzeyin altında olduğu, üçüncü,

dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde problemin çözümüne yönelik akla yatkın bir fikir ürettikleri ve taslak çizimlerini kısmen yapılandırdıkları ancak akla yatkın birden fazla çözüm öneri geliştiremedikleri görülmüş ve bu bağlamda hedeflenen düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda öğrencilerin “*kuvvetin yönü, doğrultusu ve büyüklüğü*” kazanımına yönelik birinci ve ikinci etkinliklerde fikir üretmede ve taslak çizimler oluşturmada problem yaşadıkları, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde problemin çözümüne yönelik birden fazla akla yatkın çözüm önerisi geliştiremedikleri ancak fikir geliştirme ve taslak çizimlerini oluşturmada gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Mühendislik tasarım süreci aşamalarında yaratıcılığın en üst seviyede kullanıldığı aşama olası çözümler geliştirme aşamasıdır (Brunsell, 2012; Mentzer, 2011; Wendell vd., 2010). Öğrencilerin bu aşamada birden fazla çözüm önerisi geliştirememeleri yaratıcılığı kullanma ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Oysa ki günlük yaşamda Mühendislik Tasarım Sürecinde problemlerin birden fazla çözüm yolu vardır (Brunsell, 2012; Silk ve Schunn, 2008). Yapılan araştırmaya benzer şekilde tasarım temelli etkinliklerle yapılandırılan öğrenme ortamlarında öğrenciler yaratıcılıklarının geliştiğini ifade etmişlerdir (Barak vd., 2000; Doppelt ve Barak, 2002), yine benzer şekilde mühendislik programlarına dahil olan öğrencilerin yaratıcılığı gelişmektedir (Kwek, 2011; Ringwood vd., 2005; Robinson, 2016).

En iyi çözümü seçme aşamasında öğrencilere uygulanan “*kuvvetin yönü, doğrultusu ve büyüklüğü*” kazanımına yönelik ikinci etkinlikte olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini yeterince iyi analiz edemedikleri bu bağlamda hedeflenen düzeyin altında olduğu, birinci, üçüncü, dördüncü, beşinci, altıncı ve yedinci etkinliklerde ise olası çözümlerin zayıf ve iyi yönlerini kısmen analiz ettikleri bu bağlamda hedeflenen düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Öğrenciler ikinci etkinlik dışında etkinlikler ilerledikçe olası çözümlerin zayıf ve iyi yönlerini daha iyi analiz ettikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu aşamada kriter ve sınırlıkları karşılama durumuna göre bir çözüm seçilmektedir (Brunsell, 2012; Hynes vd., 2011; NRC, 2012). Yapılan araştırmaya benzer şekilde öğrencilerin Mühendislik Tasarım Temelli etkinlikler yapması olası çözümleri değerlendirerek en iyi çözümü seçebilmelerine olumlu yönde katkı sağlamaktadır (Ercan, 2014). İkinci etkinlikte öğrencilerin diğer etkinliklere göre daha fazla zorlanmalarının sebebi etkinlikte farklı hassaslığa sahip iki ayrı dinamometre tasarlanmasıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin problemin

bağlamına uygun kriter ve sınırlıkları belirlemede zorlandıklarını tespit etmiştir (Bergin vd., 2007). Dinamometre tasarlanması etkinliğinde problemin bağlamının buna sebep olduğu düşünülmektedir. Nitekim Mühendislik Tasarım Temelli bir problem oluşturma sürecinde günlük yaşam bağlamını kurmak önemlidir (Morgan vd., 2013; NAE ve NRC, 2009).

Prototipi yapılandırma ve çözümü test etme ve değerlendirme aşamaları benzer sonuçlar gösterdiği için bu başlık altında birlikte ele alınmıştır. Öğrenciler taslak çizimlerini Algodo yazılımı ile yapılandırarak prototiplerini oluşturmuş ve çözümlerini test etmişlerdir. Öğrencilere uygulanan tüm etkinliklerde prototipin görevin kriterlerini karşıladığı bu bağlamda hedeflenen düzeyde oldukları çözümü test etme aşamasında da verilerin doğru olarak kaydedildiği ve prototipin performansını yansıttığı bu bağlamda hedeflenen düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Prototipi yapılandırma aşamasında birinci etkinlikten beşinci etkinliğe kadar düzenli bir gelişim gösterdikleri ancak “*süratin tanımlanması ve birimleri*” kazanımına yönelik altıncı etkinlikte ve “yol, zaman ve sürat arasındaki ilişki” kazanımına yönelik yedinci etkinlikte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Çözümleri test etme aşamasında da benzer şekilde birinci etkinlikten beşinci etkinliğe kadar düzenli bir gelişim gösterdikleri ancak “*süratin tanımlanması ve birimleri*” kazanımına yönelik altıncı etkinlikte ve “yol, zaman ve sürat arasındaki ilişki” kazanımına yönelik yedinci etkinlikte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan çalışmaya benzer şekilde Kuvvet ve Hareket ünitesinde yedinci sınıflarla yapılan mühendislik tasarım temelli etkinliklerde süreç içinde öğrencilerin prototipi yapılandırma ve çözümleri test etme aşamasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır (Ercan, 2014). Yapılan araştırmada öğrencilerin sabit süratli hareket konusunda gerçekleştirilen altıncı ve yedinci etkinliklerde zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesindeki kavramlar gibi fizik kavramlarını öğrenmekte zorlandıklarını (Demirci, 2003b; Nuhoğlu, 2008), fen konularındaki kavramları öğrencilerin yanlış yapılandıklarını ve yeterince öğrenemediklerini (Eryılmaz ve Tatlı, 2000; Nuhoğlu, 2008; Yağbasan ve Gülçiçek, 2003; Yıldız ve Büyükkasap, 2006) göstermektedir.

Çözümleri sunma aşamasında öğrencilerin tüm etkinliklerde sonuçların raporlaştırılması ve çözümün nasıl gelişim göstereceği konusunda hedeflenen

düzeyde oldukları tespit edilmiştir. Çözümleri sunma aşamasında birinci etkinlikten altıncı etkinliğe kadar düzenli bir gelişim gösterdikleri ancak sabitli süratli hareket konusunda gerçekleştirilen yedinci etkinlikte zorlandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde mühendislik tasarım temelli etkinliklerin uygulama sürecinde öğrencilerin çözümleri sunma aşamasında gelişim gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır (Ercan, 2014).

5.1.6 Mühendislik tasarım temelli algodoo etkinlikleri ile ilgili öğrenci görüşlerine yönelik sonuçlar ve tartışma

Öğrenciler, mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerine yönelik görüşlerini etkinliklerin ardından günlüklerine yazmışlardır. Bu bölümde öğrenci günlüklerinden elde edilen bulgular doğrultusunda ulaşılan sonuçlar yer almaktadır.

Öğrenciler mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinlikleri süresince “*doku ve iz bırakma*” araçları dışında yazılımda bulunan tüm araçları “*kuvvet, dörtgen çizim aracı, daire çizim aracı, raptiye, motor, yay, çizim aracı, bıçak, mil, fırça, lazer, zincir, silgi, döndürme, ölçeklendirme, zemin ve yazı yazma*” kullandıkları tespit edilmiştir. Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin öğrencilerin yazılımdaki araçları kullanma becerilerini artırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilere Algodoo yazılımı araştırmanın ilk aşamasında uygulamalı olarak gösterilmiştir. Tüm araçlar isimleri ile tanıtılmıştır ancak öğrencilerin araç isimlerini aracın yaptığı şeye bağlı olarak yeniden isimlendirdikleri görülmüştür. Günlüklerine de bu şekilde yazdıkları tespit edilmiştir. Bu bağlamda araştırmaya başlamadan önce öğrencilerle daha uzun süre Algodoo kullanımına yönelik uygulama yapılması ve yazılımda kullanılan araç isimlerinin sık sık öğrencilere söylenmesinin, öğrencilerin yazılımda bulunan araçların isimlerini öğrenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin öğrencilerin Kuvvet ve Hareket ünitesindeki temel kavramları “*kuvvet, sürat, bileşke kuvvet, dinamometre, zaman, hareket, ağırlık, birim, dengelenmiş kuvvet, dengelenmemiş kuvvet, alınan yol, sabit sürat, doğrultu*” öğrenmelerine katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinin öğrencilerin kavramsal anlamalarına katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan araştırmaya benzer

şekilde simülasyonlar yoluyla öğrenciler zorlandıkları kavramları zihinlerinde daha kolay yapılandırdıklarını (Demirci, 2003), özellikle ortaokul öğrencilerinin derslerinde simülasyonlar kullanılmasının, anlamlandırmakta zorlandıkları soyut kavramları somutlaştırarak daha iyi anladıklarını belirtmektedir (Dinçer ve Güçlü, 2013; Özer vd., 2015).

Öğrenciler, mühendislik tasarım temelli etkinliklerde Algodoo yazılımını kullanmayı eğlenceli bulduklarını “*gerçek hayatta yapılması zor olan şeyleri daha hızlı ve kolay yaptıkları*”, “*görerek ve yaparak öğrendikleri*”, “*basit şeyleri sıra dışı bir şekilde yaptıkları*”, “*istedikleri gibi tasarım yapabildikleri*”, “Algodoo yazılımını kullanmanın heyecanlı olduğu” şeklinde görüş bildirerek belirtmişlerdir. Bu bulgulardan hareketle Algodoo yazılımının öğrencilere eğlenceli bir öğrenme ortamı sunduğu sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde öğrenciler Algodoo yazılımını kullanarak yaptıkları etkinlikleri eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir (Özer vd., 2015). Yine araştırma sonuçlarına benzer şekilde, öğrenciler güvenlik, zaman ve materyal sorunlarından dolayı yapamadıkları deneyleri simülasyonlar ile yaparak sonuçlarını görebilmekteler (İşman vd., 2002; Moore ve Thomas, 1983).

Öğrenciler mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerini tamamladıktan sonra arkadaşlarına etkileşimli tahtayı kullanarak sunum yapmışlardır. Bu doğrultuda öğrencilere günlüklerinde “*Sunum yapmak ve arkadaşlarımdan sunumunu dinlemek bana katkı sağladı çünkü*” ifadesi verilerek öğrencilerin düşüncelerini belirtmesi istenmiştir. Öğrenciler sunum yaparken özellikle “*Bilgilerini pekiştirerek unutmalarını engellediğini, kendilerini ifade etmede gelişim gösterdiklerini ve diğer arkadaşlarına katkı sağladıklarını*” belirtmişlerdir. Öğrenciler diğer arkadaşlarının sunumlarını dinlediklerinde ise özellikle “*Bilmedikleri şeyleri arkadaşlarından öğrendiklerini, arkadaşlarının fikirlerinden ilham aldıklarını ve öğrenmelerine katkı sağladığını*” belirtmişlerdir. Bu bulgular doğrultusunda sunum yapmanın akran öğrenmesine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç, araştırmanın beşinci alt probleminde olduğu gibi öğrencilerin sunum yapma becerilerinin gelişimi ile benzerlik göstermektedir. Mühendislik tasarım türecinde mühendisler ürettikleri fikirleri birbirleriyle paylaşırlar (Brunsell, 2012; Hynes, vd., 2011; NRC, 2012). Öğrencilerde mühendislik tasarım sürecinde tüm aşamalarda fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşmalıdır (Brunsell, 2012; NRC, 2012). Yine araştırma sonuçlarına benzer

şekilde mühendislik tasarım sürecinde öğrencilerin süreç içinde yaşadıkları problemleri iyileştirmeleri gereken kısımları arkadaşlarıyla paylaşımları ve geri dönüt almaları nihai çözümlerinin daha başarılı olmasını sağlamaktadır (Brunsell, 2012; NRC, 2012).

Öğrencilere mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinliklerinden sonra *‘Bu etkinliği yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız? Neden?’* ifadesi yönlendirilmiş ve öğrenciler bu ifadeye yönelik görüşlerini günlüklerine gerekçeleri ile birlikte yazarak vermişlerdir. Öğrencilerin görüşleri incelendiğinde öğrencilerin büyük bir kısmı (n=17) küçük değişiklikler yapardım çünkü; *‘Dinamometremi daha iyi ölçmesi için daha hassas tasarladım, arabamız yavaş olmuştur hızlandırdım, kutuları daha ağır yaparak üstlerine ağırlığını yazardım’* şeklinde görüş bildirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin bir kısmı (n=4) değişiklik yapmazdım çünkü *‘Tasarımım tamamen doğruydum’* şeklinde görüş belirttikleri tespit edilmiştir. Öğrencilerin bir kısmı (n=4) tasarımı yeniden yapardım çünkü; *‘Tasarımı yeniden yapardım çünkü eklemek istediğim bir sürü şey var, dinamometre tasarımı pek iyi ölçüm yapmıyordu ip kullanarak daha detaylı yapardım’* şeklinde görüş bildirmişlerdir. Öğrencilerin büyük bir kısmının çözümlerine yönelik değişiklik yapmak istediği sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, Hynes vd., (2011) öğrenciler bu aşamada aldıkları dönütler doğrultusunda çözümlerine ilişkin iyileştirmede bulunurlar, NASA (2015) yeniden tasarlama aşamasında öğrenciler test etme aşamasında problemleri belirlemeleri ve çözümlerini düşünmeleri önemlidir böylece yeni çözümler için bazı aşamaların yeniden yapılması gerekebilir. Ayrıca öğrencilerin bu ifadeye yönelik görüşlerine genel olarak bakıldığında prototipin eksik yönlerine odaklanarak görüş belirttikleri *‘Dinamometremizi biraz daha hassas tasarladık, arabamızı daha hızlı yapardık, kutuları daha ağır yapardık’* görülmüştür. Öğrencilerin prototipin eksik yönlerini görmeleri mühendislik tasarım sürecinde istenen ve önemli bir durumdur. Ancak öğrencilerin tasarım döngüsünün diğer basamakları için iyileştirmeye yönelik görüş belirtmedikleri görülmüştür. Bu bağlamda, öğrenciler mühendislik tasarım sürecinde bulunan adımlardan özellikle prototipi yapılandırma aşamasına odaklandıkları sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde, mühendislik tasarım sürecinde ortaokul öğrencileri diğer basamakları dikkate almadan prototipin yapılandırılmasına odaklanmaktadır (MDOE, 2010).

5.2 Öneriler

Algodoo yazılımı ile yapılacak çalışmalarda öğrenciler bilgisayarla çalışmalarını sürdürmektedir. Öğrencilerin çalışmalara daha aktif katılımını sağlamak için her öğrencinin bir bilgisayarla çalışmasının sağlanması önerilmektedir.

Mühendislik tasarım temelli etkinlikler öğrencilerin problem çözme becerilerine katkı sağlamanın yanında fen kavramlarını daha anlamlı öğrenmelerini sağlamaktadır. Bu bağlamda bu tür çalışmalara daha fazla yer verilmesi önem arz etmektedir.

Mühendislik tasarım temelli etkinliklerde malzeme ve zaman konusunda sorun yaşanabilmektedir. Aynı zamanda bazı etkinlikler tehlikeli olduğu için yapılamamaktadır. Bu bağlamda bazı malzemelere ulaşamaması ve tehlikeli olabilecek etkinliklerde simülasyonların kullanılması önerilmektedir.

Algodoo yazılımı ile veya başka teknolojik araçlarla etkinlikler yapılırken öğrencilere uygulamadan önce ve uygulama sırasında, kullanılan uygulamada bulunan araçların adının her defasında söylenmesi önerilmektedir. Kullanılan araçların adı tekrar edilmediğinde öğrenciler bu araçların adlarını yanlış öğrenebilmekteler.

Algodoo yazılımı ile kuvvet ve hareket ünitesinin dışında diğer ünitelerde de mühendislik tasarım temelli çalışmalar yapılabilir.

Mühendislik tasarım temelli etkinliklerin uygulandığı araştırmada öğrenciler problemin belirlenmesi aşamasında gösterdikleri performans problemin bağlamıyla yakından ilişkili olduğu görülmüştür. Mühendislik tasarım etkinliklerinde problemin bağlam ile ilişkisinin güçlü olması önerilmektedir.

Mühendislik tasarım temelli etkinliklerde problemin araştırılması aşamasında öğrenciler problem ile ilgili çeşitli araştırmalar yapmaları gerekmektedir. Problemin araştırılması için gerekli materyaller ile uygun ortam oluşturulması önerilmektedir.

Mühendislik tasarım temelli etkinliklerde prototipin yapılması ve test etme adımları aynı gün içinde planlanarak uygulanması önerilmektedir.

Etkinliklerde yeniden tasarlama aşamasında öğrencilere destek olmak motivasyonları açısından önemlidir. Bu aşamada biraz daha fazla zaman gerektiği göz önünde bulundurularak etkinliklerin planlanması önerilmektedir.

Mühendislik tasarım temelli etkinliklerde öğrencilerin grup çalışması yapmaları önemlidir. Bu bağlamda grup çalışması esaslarının dikkate alınarak çalışmaların planlanması önerilmektedir.



KAYNAKLAR

- Adams, J.L., 1996. Bir mühendisin dünyası, Soydemir, C. (Çev.). TÜBİTAK, Ankara.
- Akdağ, F.T., ve Güneş, T., 2015. Kuvvet ve hareket ünitesinin bilgisayar destekli öğretiminde Algodoo kullanımı. International Journal of Social Sciences and Education Research, 4, 1, 138-149.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Corlu, M. S., Öner, T., ve Özdemir, S., 2015. STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi? [A report on STEM Education in Turkey: A provisional agenda or a necessity?] [White Paper]. İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi. URL adres: https://www.aydin.edu.tr/tr-tr/arastirma/arastirmamerkezleri/ebtam/Documents/STEM_E%C4%9E%C4%B0T%C4%B0M%C4%B0_T%C3%9CRK%C4%B0YE_RAPORU.pdf Erişim tarihi: 12.06/2018
- Alpaslan, N., 2011. Mühendislik tarihi ve felsefesi üzerine bir araştırma. Marmara Sosyal Araştırmalar Dergisi, 1, 1-10.
- Altan, E.B., Yamak, H., ve Kırıkkaya, E.B., 2016. Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FETEMM eğitimi Uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6, 2, 212-232.
- Altaş, S., 2018. STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş Alpaslan Üniversitesi, Muş, Türkiye.
- American Association for the Advancement of Science [AAAS], 1993. Benchmarks for science literacy. New York: Oxford University Press.
- Andaloro, G., Bellomonte, L., Lupo, L., ve Sperandeo-Mýneo, R.M., 1994. Construction and validation of a computer-based diagnostic module on average velocity. Journal of Research in Science Teaching, 31, 1, 53-63.
- Apedoe, X.S., Reynolds, B., Ellefson, M.R., ve Schunn, C.D., 2008. Bringing engineering design into high school science classrooms: the heating/cooling unit. Journal of Science Education and Technology, 17, 5, 454-465.
- Aslan Efe, H., Oral, B., Efe, R., ve Öner Sünkür, M., 2011. Fotosentez ünitesinin bilgisayar simülasyonlarıyla desteklenen işbirlikli öğretim yöntemiyle öğretiminin öğrenci erişimi ve biyoloji dersine yönelik tutuma etkisi. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED), 5, 1, 313-319.

- Atam, O., ve Tekdal, M., 2010. Fen ve teknoloji dersi ısı-sıcaklık konusunda hazırlanan simülasyon tabanlı bir yazılımın ilköğretim 5. sınıf öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi. *Eğitim ve Teknolojileri Araştırma Dergisi*, 1, 2, 1-18.
- Atman, C., Kilgore, D., ve McKenna, A., 2008. Characterizing design learning: a mixed-methods study of engineering designers' use of language. *Journal of Engineering Education*, 97, 3, 309-326.
- Ayas, A., Çepni, S., Johnson, D., ve Turgut, M.F., 1997. Kimya öğretimi. YÖK/Dünya Bankası MEGP Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi Yayınları, Ankara.
- Azar, A., ve Aydın-Şengüleç, Ö., 2011. Computer-assisted and laboratory-assisted teaching methods in physics teaching: the effect on student physics achievement and attitude towards physics [Special Issue]. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 43-50.
- Barak, M., Waks, S., ve Doppelt, Y., 2000. Majoring in Technology Studies at High School and Fostering Learning. *Learning Environment Research*, 3, 2, 135–158.
- Baran, E., Bilici, S.C., Mesutoglu, C., ve Ocak, C., 2016. Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4, 1, 9-19.
- Barnett, M. Connolly, K. G., Jarvin, L., Marulcu, I. Rogers, C., Wendell, K.B., ve Wright, C.G., 2008. Science through LEGO engineering design a people mover: simple machines. URL adres: <http://sites.tufts.edu/stompactivitydatabase/files/2013/06/Simple-Machines-Unit-Design-a-People-Mover.pdf>
Erişim tarihi: 01.07.2018
- Barth, J.L. ve Demirtaş, A., 1997. İlköğretim sosyal bilgiler öğretimi. YÖK/Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi, Öğretmen Eğitimi Dizisi, Ankara.
- Basalla, G., 1996. Teknolojinin evrimi, Soydemir, C. (Çev.). Tübitak, Ankara.
- Bayrak, C., 2008. Effects of computer simulations programs on university students' achievements in physics. *Turkish Online Journal of Distance Education*, 9, 4, 53-62.
- Bergin, D., Khanna, S.K., ve Lynch, J., 2007. Infusing design into the G7–12 curriculum: two example cases. *International Journal of Engineering Education*, 2, (1, 43–49.

Board on Science Education and Board on Testing and Assessment, Division of behavioral and social sciences and education. The National Academic Press, Washington, DC.

Bogdan, R.C., ve Biklen, S.K., 2007. Qualitative research for education, an introduction to theories and methods (5th Edition). USA: Pearson Education Inc.

Bozkurt, E., 2014. Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bozkurt, E., ve Sarıkoç, A., 2008. Fizik eğitiminde sanal laboratuvar, geleneksel laboratuvarın yerini tutabilir mi? Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi, 25, 89-100.

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., ve Rogers, C., 2008. Advancing engineering education in P-12 classrooms. Journal of Engineering Education, 9, 3, 369-387.

Brunsell, E., 2012. The engineering design process. Brunsell, E. (Ed.) Integrating engineering + science in your classroom (3-5). Arlington, Virginia: National Science Teacher Association [NSTA] Press.

Bulduk, S. 2003. Psikolojide deneysel araştırma yöntemleri. İstanbul: Çantay Kitabevi.

Büyüköztürk, Ş. 2011. Deneysel desenler. (3. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Büyüköztürk, Ş. 2018. Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. (24. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. 2013. Bilimsel araştırma yöntemleri. (15. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., ve Velasquez-Bryant, N., 2006. The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. Journal of Engineering Education, 95, 4, 301-309.

Crismond, D., 2001. Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. Journal of Research in Science Teaching, 38, 7, 791-820.

- Çelik, K., 2012. Canlılarda üreme, büyüme ve gelişme ünitesinin araştırmaya dayalı öğrenme yöntemi ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına etkisi (Doctoral dissertation, DEÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü).
- De Jong, T., ve Van Joolingen, W.R., 1998. Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of educational research*, 68, 2, 179-201.
- Demirci, N., 2003. Öğrencilerin kuvvet ve hareket konularında başarıları ve yanlış anlamaları üzerine bir web tabanlı fizik programının etkilerinin incelenmesi, *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*.
- Demircioğlu, H., ve Geban, Ö., 1996. Fen bilgisi öğretiminde bilgisayar destekli öğretim ve geleneksel problem çözme etkinliklerinin ders başarıları bakımından karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 183-185.
- Doppelt, Y., Mehalik, M.M., Schunn, C.D., Silk, E., ve Krysinski, D., 2008. Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19, 2, 22-39.
- Doppelt, Y., ve Barak, M., 2002. Pupils identify key aspects and outcomes of a technological learning environment. *Journal of Technology Studies*, 28, 1, 12-18.
- Duffy, J., McDonald, J., ve Mizell, A., 2005. *Teaching and learning with technology*. United States of America: Pearson.
- Dym, C.L., Wood, W.H., ve Scott, M.J., 2002. Rank ordering engineering designs: pairwise comparison charts and borda counts. *Research in Engineering Design*, 13, 4, 236-242.
- Ercan, S., 2014. Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi.
- Ercan, S., ve Bozkurt, E., 2013. Expectations from engineering applications in science education: decision-making skill. *IOSTE Eurasian Regional Symposium & Brojerage event Horizon 2020, Antalya, TURKEY*.
- Ercan, S., ve Şahin, F., 2015. Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9, 1, 128-164.

- Eryılmaz, A., ve Tatlı, A., 2000. ODTÜ Öğrencilerinin mekanik konusundaki kavram yanlışları, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 18, 18, 93-98.
- Fleer, M., 2000. Working technologically: Investigations into how young children design and make during technology education. International Journal of Technology and Design Education, 10, 1, 43-59.
- Fortus, D., Dershimer, R.C., Krajcik, J.S., Marx, R.W., ve Mamlok-Naaman, R. 2004. Design-based science and student learning. Journal of Research in Science Teaching, 41, 10, 1081-1110.
- Gülhan, F., ve Şahin, F., 2016. Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve mesleklerle ilgili görüşlerine etkisi. Ö. Demirel, & S. Dinçer (Ed.), Eğitim bilimlerinde yenilikler ve nitelik arayışı içinde (s.283-302).Ankara: Pegem Akademi.
- Gürbüz, S. ve Şahin, F. 2015. Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri. Felsefe, yöntem, analiz (2. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Güvercin, Z., 2010. Fizik dersinde simülasyon destekli yazılımın öğrencilerin akademik başarısına, tutumlarına ve kalıcılığa olan etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Hakerem, G., Dobrynina, G. ve Shore, L., 1993. The effect of interactive, three dimensional, high speed simulations on high school science students' conceptions of the molecular structure of water. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, GA. (ERIC Document Reproduction Service No. ED362390).
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., ve Carberry, A., 2011. Infusing engineering design into high school STEM courses. URL adres: https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1165&context=ncte_publications Erişim tarihi: 10.09.2017
- Jaakkola, T., Nurmi, S., ve Veermans, K., 2011. A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. Journal of Research in Science Teaching, 48, 1, 71-93.
- Jaakkola, T., ve Nurmi, S., 2008. Fostering elementary school students' understanding of simple electricity by combining simulation and laboratory activities. Journal of Computer Assisted Learning, 24, 4, 271-283.

- Jimioyiannis, A., ve Komis, V., 2001. Computer simulations in physics teaching and learning a case study on students' understanding of trajectory motion. *Computer & Education*, 36, 2, 183-204.
- Johnson, A.P., 2002. A short guide to action research, Pearson Education Inc., USA.
- Jonassen, D.H., ve Reeves, T.C., 1996. Learning with technology: Using computers as cognitive tools, DH Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (pp. 693-719).
- Karamustafaoğlu, O., Aydın, M., ve Özmen, H., 2005. Bilgisayar destekli fizik etkinliklerinin öğrenci kazanımlarına etkisi: Basit harmonik hareket örneği. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4, 4, 67-81.
- Karasar, N. 2006. Bilimsel araştırma yöntemi. (16. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karışan, D., Yurdakul, Y., 2017. Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik-matematik (STEM) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8 (1), 37-52.
- Katırcı, E., ve Satıcı, A.F., 2010. Interactive physics programında simülasyon ve portfolyo uygulamalarının akademik benlik ve yaratıcılık üzerine etkisi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7, 4, 46-59.
- Kavak, N., Tufan, Y., ve Demirelli, H., 2006. Fen teknoloji okuryazarlığı ve informal fen eğitimi: gazetelerin potansiyel rolü, *G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 26, 3, 17-28.
- Koehler, C., Faraclos, E., Sanchez, S., Latif, S.K., ve Kazerounian, K., 2005. Engineering frameworks for high school setting: Guidelines for technical literacy for high school students. *ASEE Conference & Exposition*.
- Kolodner, J., 2002. Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39, 3, 9-40.
- Kwek, S.H., 2011. Innovation in the classroom: Design thinking for 21st century learning. URL adres: <https://tr.scribd.com/document/90421172/Innovation-in-the-Classroom-Kwek> Erişim tarihi: 02.10.2017
- Leonard, M.J., 2004. Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom. *National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, B.C.

- Marshall, C., ve Rossman, G.B., 2006. Designing qualitative research (4th Edition). USA: Sage Publications.
- Marulcu, İ., 2010. Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders' content learning of simple machines, Unpublished doctoral dissertation, Lynch School of Education, Boston College.
- Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education. (2016). 2016 Massachusetts science and technology/engineering curriculum framework. Massachusetts Department of Elementary and Secondary Education. URL adres: <http://www.doe.mass.edu/frameworks/current.html>. Erişim tarihi: 20.03.2017
- McDermott, L., 1984. Research on conceptual understanding in mechanics. Physics Today, 37, 7, 24-32.
- Mentzer, N., 2011. High school engineering and technology education integration through design challenges. Journal of STEM Teacher Education, 48, 2, 103-136.
- Merriam, S.B., 2013. Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber, Turan, S. (Çev.) Ankara: Nobel.
- Miaoulis, I., 2009. Engineering the K-12 curriculum for technological innovation. URL adres: http://legacy.mos.org/nctl/docs/MOS_NCTL_White_Paper.pdf Erişim tarihi: 12.05.2018
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2013. URL adres: www.meb.gov.tr Erişim tarihi: 02/02/2017
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2015. F@tîh Projesi eğitimde geleceğe açılan kapı URL adres: <http://fatihprojesi.meb.gov.tr/tr/index.php> Erişim tarihi: 14.07.2017
- Mills, G.E., 2003. Action research: A guide for the teacher researcher. Upper Saddle River, Pearson Education, Inc., NJ.
- Mills, G.E., 2007. Action research: A guide for the teacher researcher (3rd Ed.), Pearson Education, United States.
- Morgan, J.R., Moon, A.M., ve Barroso L.R., 2013. Engineering better projects. In Capraro, R.M. Capraro, M.M. ve Morgan, J., (Eds.), STEM Project-Based Learning: An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach, 29–37. Boston: Sense.

National Academy of Engineering [NAE], 2010. Standards for K-12 engineering education?. Washington, DC: National Academies Press.

National Aeronautics and Space Administration, 2015. Let it glide: Engineering Design Challenge Facilitation Guide. URL adres: <https://www.nasa.gov/glenn-edcs-let-it-glide> Erişim tarihi: 10.02.2017

National Assessment Governing Board [NAGB], 2010. Technology and engineering literacy framework for the 2014 national assessment of educational progress (Pre-Publication Edition). San Francisco.

National Research Council (NRC), 2010. A framework for science education: Preliminary public draft. Washington, DC: National Research Council, Committee on Conceptual Framework for New Science Education Standards.

National Research Council [NRC], 2011. Successful K-12 STEM education: identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics. Committee on Highly Successful Science Programs for K-12 Science Education.

National Research Council [NRC], 2012. A Framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas. Washington DC: The National Academic Press.

National Research Council, 1996. National science education standards. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council, 2009. Learning science in informal environments: People, places, and pursuits. URL adres: <https://www.nap.edu/catalog/12190/learning-science-in-informal-environments-people-places-and-pursuits> Erişim tarihi: 03.02.2017

Next Generations Science Standards [NGSS], 2013. The next generation science standards-executive summary. URL adres: http://www.nextgenscience.org/sites/ngss/files/Final%20Release%20NGSS%20Front%20Matter%20-%2006.17.13%20Update_0.pdf Erişim tarihi: 02.04.2017

Nuhoğlu, H., 2008. İlköğretim öğrencilerinin hareket ve kuvvet hakkındaki bilgilerinin değerlendirilmesi, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 9, 6, 123-140.

OECD. 2017. Education at a Glance 2017: OECD Indicators. Paris: OECD Publishing.

Özçep, F., 2007. Bilim ve mühendislik: tarihsel gelişim ve felsefesi. URL adres: <http://www.istanbul.edu.tr/eng/jfm/ozcep/BilimMuhendislik.pdf> 03.07.2017

- Özer, İ.E., Bilici, S.C. ve Karahan, E., 2015. Fen bilimleri dersinde algodoo kullanımına yönelik öğrenci görüşleri, Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6, 1, 28-40.
- Paige, R., Esposito, J.A. ve Garcia, L.Y., 2003. Educational in the United States: A brief overview. Washington, DC: U.S. Department of Education.
- Petroski, H., 1996. Invention by design: How engineers get from thought to thing. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- PWC, ve TÜSİAD. 2017. 2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinimi. <https://www.pwc.com.tr/tr/assets/image/pwc-tusiad-2023-e-dogru-turkiye-de-stem-gereksinimi-raporu.pdf> adresinden alındı.
- Reif, F., ve Larkin, I.H., 1991. Cognition in scientific and everyday domains; comparison and learning implications. Journal of Research in Science Teaching, 28, 9, 733-760.
- Reynolds, A., ve Anderson, R.H., 1991. Selecting and developing media for Instruction. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Ringwood, J.V., Monaghan, K., ve Maloco, J., 2005. Teaching engineering design through Lego ® Mindstorms™. European Journal of Engineering Education 30, 1, 91-104.
- Robinson, N., 2016. A case study exploring the effects of using an integrative STEM curriculum on eighth grade students' performance and engagement in the mathematics classroom. Unpublished Doctoral thesis, Georgia State University, Atlanta.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H. W. ve Hemmo, V. (2007). Science education now: A new pedagogy for the future of Europe. European Commission Directorate General for Research Information and Communication Unit. URL adres: https://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf adresinden alınmıştır. Erişim Tarihi: 06.05.2017
- Russell, J.W., Kozma, R.B., Jones, T., Wykoff, J., Marx, N. ve Davis, J., 1997. Use of simultaneous-synchronized macroscopic, microscopic, and symbolic representations to enhance the teaching and learning of chemical concepts. Journal of Chemical Education, 74, 3, 330-334.
- Rutten, N., van Joolingen, W.R., ve van der Veen, J.T., 2012. The learning effects of computer simulations in science education. Computers & Education, 58, 1, 136-153.

- Sahin, A., 2013. STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14, 1, 5-11.
- Silk, E.M., ve Schunn, C.D., 2008. The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting, *Journal of Science Education and Technology*, 41, 10, 1081-1110.
- Silverman, D., 2001. Interpreting qualitative data: methods for analysing talk, *Text and Interaction*, SAGE Publication, London.
- Sungur Gül, K., ve Marulcu, İ., 2014. Yöntem olarak mühendislik-dizayna ve ders materyali olarak legolara öğretmen ile öğretmen adaylarının bakış açılarının incelenmesi. *Electronic Turkish Studies*, 9, 2, 761-786,
- Tal, T., Krajcik, J.S., ve Blumenfeld, P.C., 2006. An observational methodology for studying group design activity. *Research in Engineering Design*, 2, 4, 722-745.
- Tanel, Z., ve Önder, F., 2010. Elektronik laboratuvarında bilgisayar simülasyonları kullanımının öğrenci başarısına etkisi: Diyot deneyleri örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 101-110.
- Tayal, S.P., 2013. Engineering design process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering IJCSCE Special issue on "Recent Advances in Engineering & Techlogy" NCRAET-2013*, 1-5.
- Tekdal, M., 2002, Etkileşimli fizik simülasyonlarının geliştirilmesi ve etkin kullanılması, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, Ankara.
- Turkmen, H., ve Kandemir, E.M., 2011. Öğretmenlerin bilimsel süreç becerileri öğrenme alanı algıları üzerine bir durum çalışması. *Journal of European Education*, 1, 1, 15-24.
- Ulukök, Ş., Çelik, H., ve Sarı, U., 2013. Basit elektrik devreleriyle ilgili bilgisayar destekli uygulamaların deneysel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Kuramsal Eğitim Bilim Dergisi*, 6, 1, 77-101.
- Uzuner, Y., 2005. Özel eğitimden örneklerle eylem araştırmaları. *Özel Eğitim Dergisi*, 6, 2, 1-12.
- Van Den Heuvel-Panhuizen, M., 1999. Context problems and assessment: ideas from the netherlands. In I. Thompson (Eds.), *Issues in teaching numeracy in primary schools* (pp. 130-142). Buckingham, UK: Open University.
- Wagner, T., 2008. Rigor redefined. *Educational Leadership*, 66, 2, 20-24.

- Wendell, K.B., 2008. The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.
- Wendell, K.B., Connolly, K.G., Wright, C.G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., ve Marulcu, I., 2010. Incorporating engineering design into elementary school science curricula. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY.
- Wulf, W., 1998. The image of engineering. URL adres: <https://issues.org/wulf-2/> Erişim tarihi: 14.07.2017
- Yağbasan, R. ve Gülçiçek, Ç., 2003. Fen öğretiminde kavram yanlışlarının karakteristiklerinin tanımlanması, Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 1,13, 102 – 120.
- Yamak, H., Bulut, N., ve Dünder, S., 2014. 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTEMM etkinliklerinin etkisi. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 34, 2, 249-265
- Yang, E.M., Andre, T., Greenbowe, T.J. ve Tibell, L., 2003. Spatial ability and the impact of visualization/animation on learning electrochemistry. International Journal of Science Education, 25, 3, 329-349.
- Yasak, M. 2017. Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç Konusu Örneği. Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, Türkiye.
- Yeung, Y.Y., 2004. A learner-centered approach for training science teachers through virtual reality and 3D visualization technologies: Practical experience for sharing. Conference Paper for The Fourth International Forum on Education Reform. Bangkok, Thailand.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H., 2011. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (8. Baskı). Ankara: Seçkin.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H., 2013. Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri (9 b.), Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yıldırım, B., ve Altun, Y., 2015. STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2, 2, 28-40.
- Yıldız, A., ve Büyükkasap, E., 2006. Fizik öğrencilerinin kuvvet ve hareket konusundaki kavram yanlışları ve öğretim elemanlarının bu konudaki tahminleri, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 30, 268-277.
- Yin, K.R., 2003. Case study research, Sage Publication, London.

Yin, R.K., 2011. Qualitative research from start to finish, The Guilford, New York.

Zengin, M., 2016. İlkokul, ortaokul ve lise öğrencilerin disiplinlerarası eğitim & öğretiminde robotik sistemlerinin kullanımına yönelik görüşleri, Üstün Yetenekliler Eğitimi ve Araştırmaları Dergisi (UYAD), 4, 2, 48-70



EKLER

EK A Etik Kurul Kararı

EK B Öğrenci Yazılı İzin Formu

EK C Arabamı Tasarlıyorum

EK D Dinamometre Tasarlıyorum

EK E Bana Yardım Eder Misiniz?

EK F Halat Çekme Yarışı

EK G Oyuncak Ayı Kimde?

EK H Kim Daha Süratli?

EK I Hüseyin ve Nejla

EK J Akademik Başarı Testi İzni

EK K Akademik Başarı Testi

EK L Günlük İfadeleri

EK M Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Derece Puanlama Anahtarı

EK A Etik Kurul Kararı

Yürütücülüğünü Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLU BİLİCİ'nin yaptığı **“6. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Gerçekleştirilen Algodoo Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Tasarım Becerilerine ve Kavramsal Anlamalarına Etkisinin İncelenmesi”** başlıklı araştırma ile ilgili 2018/163 protokol numaralı başvuru kurulumuz tarafından incelenmiş, Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurul Yönergesi'nde belirtilen etik ilkelere **uygun olduğuna**, toplantıya katılan üyelerin oy birliği ile karar verilmiştir.

EK B Öğrenci Yazılı İzin Formu

VELİ İZİN BELGESİ

Okulunuzda velisi bulunduğum 6.... sınıfı numaralı'ın Fen Bilimleri dersi kapsamında yapılacak olan "6. Sınıf Kuvvet ve Hareket Ünitesinde Gerçekleştirilen Algodoo Temelli Etkinliklerin Öğrencilerin Tasarım Becerilerine ve Akademik Başarılarına Etkisi" konu başlıklı etkinliklere katılmasına izin veriyorum.

...../...../2016

Veli Adı Soyadı:

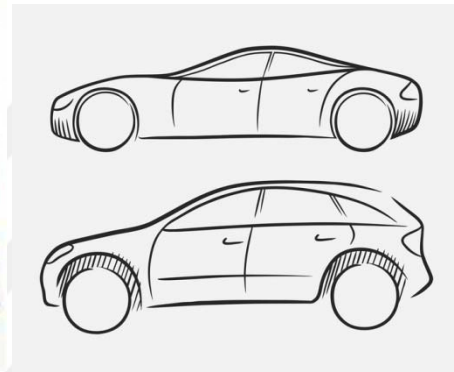
İmza:

Ek: Etkinlik İçerikleri

Tel:

ARABAMI TASARLIYORUM

Ahmet arabalara ilgi duymaktadır. Bunu fark eden ailesi de ona farklı oyuncak arabalar almaktadır. Ahmet oyuncak arabalarıyla neredeyse bir koleksiyon oluşturmuştur. Ahmet artık yeni oyuncak araba istemiyordu çünkü hayalindeki aracı bulamıyordu. Bunun üzerine hayalindeki araca ait taslak çizimler yapmaya başladı. Ahmet arabalarıyla oynamayı çok seviyordu, taslak çizimler ise hareket etmiyordu çünkü onlar sadece çizgilerden ibaretti. Ahmet internette araştırmalar yaparken bazı simülasyon programlarına rastladı ve tasarımlarını bu yazılımlarla yaparak, hareket edebilir hale getirebileceğini düşündü.



Mühendisler tasarım sürecini kullanarak ürün geliştirirler. Sizlerde aşağıda verilen tasarım sürecini kullanarak Ahmet'e hayali için yardımcı olur musunuz?

Problemi Belirleme

- Yukarıdaki örnek olayda problem/ problemler nelerdir?

- Ahmet aracını nasıl hareket ettirebilir?

- Bu ihtiyacı ya da problemi çözmeye başlamadan önce sizin ve ekibinizin hangi genel bilimsel kavramları göz önünde bulundurması gerekiyor?

Olası Çözümleri Geliştirin

Ahmet'in problemini çözmek için Algodoo'da yapacağınız araç tasarımınızı aşağıdaki alana çiziniz. Fikirlerinizi beyan ederken aşağıdaki soruları göz önünde bulundurunuz;

- Problemi çözmek için kullanacağınız araç hangi özellikleri içerir?

- Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

- Aşağıdaki alana Algodoo'da tasarlamayı planladığınızı araç prototipini çiziniz. (Her grup üyesi bireysel olarak çizim yapacaktır)

En İyi Olası Çözüm / Çözümleri Seçin

Aşağıdaki tabloyu kullanarak her kişinin nihai çizimini analiz etmek için ekibinizle birlikte çalışın. Bir takım tartışmasına dayanarak, sorunu çözmek için hangi tasarım unsurlarının kullanılacağını ve ekibin prototipini oluşturmak için hangi özelliklerin dahil edileceğini belirleyin. Karar vereceğiniz çözüm, birden fazla grup üyesinin tasarımından öğeler içerebilir.

Tasarım ve Tasarımcı Adı	Bu tasarımın en güçlü unsurları nelerdir?	Hangi öğelerin geliştirilmesi gerekiyor?

Prototipi Yapılandırma

- Araç tasarımınızı Algodoo ortamında çalışabilir hale getiriniz.

Çözümü Test Etme

- Prototiplediğiniz aracı Algodoo yazılımı ile test ediniz.

Sunum ve Paylaşma

- Tasarımınızın özelliklerini etkileşimli tahta aracılığıyla diğer gruplarla paylaşınız.

Yeniden Tasarlama

- Tasarımınızı yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?

İyi düşünceler ☺

DİNAMAMOTRE TASARLIYORUM

Nusret ile ailesi sonu piknik yapmak için güzel bir hafta sonunda ormanlık bir alana gitmişler. Piknik için ormanlık alan seçmelerinin sebebi Nusret'in sonbahar konulu bir ödevi olmasıymış. Hep beraber temiz havanın tadını çıkarıyor ve top oynuyorlarmış, Nusret, Annesi ve Babası. Babası topu Nusret'e doğru atmış ve Nusret topa öyle bir vurmuş ki top adeta gözden kaybolmuş.

- Topun hareket etmesini sağlayan nedir?
- Topun hareket etmesini sağlayan etki, cisimler üzerinde başka neler yapabilir?

Nusret ailesiyle top oynarken bir anda aklına sonbahar ödevi gelir ve anne bana ödevim için yardım eder misin der. Annesi de tabi ki ne yapacağız diye sorar. Nusret, bunun için evden sırt çantasını getirdiğini ve içini çam kozalaklarıyla doldurması gerektiğini söyler. Bunun üzerine Nusret Annesi ile ormana dalar ve kozalakları toplamaya başlarlar. Nusret kozalakları yerden topladıkça sırt çantasına atar bir, iki, üç.... Derken çantada kozalaklar çoğaldıkça Nusret çantayı taşımakta daha da zorlandığını söyler annesine. Anne, kucağını doldurmuş şekilde gelir ve hadi çantaya koyalım bunları da der. Nusret, içinden umarım hepsini taşıyabilirim diye geçirir ve annesi Nusret'in sırtındaki çantaya kozalakları bırakınca bir anda Nusret çantayla birlikte yere düşer...

Problemi Belirleme

- Yukarıdaki örnek olayda problem/ problemler nelerdir?

- Nusret çantasına kozalakları ekledikçe neden daha fazla zorlandığını söylemiştir?

- Çantanın Nusret'e uyguladığı kuvveti nasıl ölçebiliriz?

Olası Çözümleri Geliştirin

Problemini çözmek için Algodoo’da yapacağınız tasarımınızı aşağıdaki alana çiziniz. Fikirlerinizi beyan ederken aşağıdaki soruları göz önünde bulundurunuz;

- Problemi çözmek için kullanacağınız araç hangi özellikleri içerir?

- Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

- Aşağıdaki alana Algodoo’da tasarlamayı planladığınızı araç prototipini çiziniz. (Her grup üyesi bireysel olarak çizim yapacaktır)

En İyi Olası Çözüm / Çözümleri Seçin

Aşağıdaki tabloyu kullanarak her kişinin nihai çizimini analiz etmek için ekibinizle birlikte çalışın. Bir takım tartışmasına dayanarak, sorunu çözmek için hangi tasarım unsurlarının kullanılacağını ve ekibin prototipini oluşturmak için hangi özelliklerin dahil edileceğini belirleyin. Karar vereceğiniz çözüm, birden fazla grup üyesinin tasarımından öğeler içerebilir.

Tasarım ve Tasarımcı Adı	Bu tasarımın en güçlü unsurları nelerdir?	Hangi öğelerin geliştirilmesi gerekiyor?

Prototipi Yapılandırma

- Tasarımınız için öğretmeninizden onay aldıktan sonra Algodoo yazılımı ile tasarımınızı yapınız. - Araç tasarımınızı Algodoo ortamında çalışabilir hale getiriniz.

- Algodoo ile bir cisme uygulanan kuvvetin nasıl ölçüleceğine dair bir tasarım yaptınız. Yaptığınız bu tasarımla bir kozalağı ve bir çanta dolusu kozalağı aynı tasarımla doğru bir şekilde ölçebilir misiniz? Bu konu hakkında düşünceleriniz nedir?

Evet, çünkü;

Hayır, çünkü;

- Bir kozalağı ve bir çanta dolusu kozalağı yani çok ağır ve çok hafif iki cismi hassas bir şekilde ölçebileceğiniz iki ölçüm aletinin prototipini aşağıda verilen alana çizin.



- Tasarımınız için öğretmeninizden onay aldıktan sonra Algodoo yazılımı ile tasarımınızı yapınız.

Çözümü Test Etme

- Prototiplediğiniz araçları Algodoo yazılımı ile test ediniz.

Sunum ve Paylaşma

- Tasarımınızın özelliklerini etkileşimli tahta aracılığıyla diğer gruplarla paylaşınız.

Yeniden Tasarlama

- Tasarımınızı yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?

İyi düşünceler ☺

EK E Bana Yardım Eder Misiniz?

BANA YARDIM EDER MİSİNİZ?

Güzel bir hafta sonu Ayşe ailesiyle birlikte evdedir. Ayşe'nin babası bahçe işleri ile ilgilenmek için aşağıya inmiştir. Ayşe ise annesiyle evde zaman geçirmektedir. Ayşe odasının düzenini değiştirmek istemektedir. Küçük eşyalarının yerini değiştirmiş ve sıra dolabının yerini değiştirmeye gelmiştir. Fakat bir sorun vardır; dolabı itmesine rağmen dolap hareket etmemektedir. Bu durumda Ayşe ne yapmalıdır?



Problemi Belirleme

- Yukarıdaki örnek olayda problem/ problemler nelerdir?

- Ayşe dolabı nasıl hareket ettirebilir?

Olası Çözümleri Geliştirin

Ayşe'nin problemini çözmek için Algodoo'da yapacağınız tasarımınızı aşağıdaki alana çiziniz. Fikirlerinizi beyan ederken aşağıdaki soruları göz önünde bulundurunuz;

- Problemi çözmek için kullanacağınız araç hangi özellikleri içerir?

- Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

- Aşağıdaki alana Algodoo'da tasarlamayı planladığınız prototipi çiziniz. (Her grup üyesi bireysel olarak çizim yapacaktır)

En İyi Olası Çözüm / Çözümleri Seçin

Aşağıdaki tabloyu kullanarak her kişinin nihai çizimini analiz etmek için ekibinizle birlikte çalışın. Bir takım tartışmasına dayanarak, sorunu çözmek için hangi tasarım unsurlarının kullanılacağını ve ekibin prototipini oluşturmak için hangi özelliklerin dahil edileceğini belirleyin. Karar vereceğiniz çözüm, birden fazla grup üyesinin tasarımından öğeler içerebilir.

Tasarım ve Tasarımcı Adı	Bu tasarımın en güçlü unsurları nelerdir?	Hangi öğelerin geliştirilmesi gerekiyor?

Prototipi Yapılandırma

- Araç tasarımınızı Algodoo ortamında çalışabilir hale getiriniz.
- Tasarımınız için öğretmeninizden onay aldıktan sonra Algodoo yazılımı ile tasarımınızı yapınız. (Algodoo ile tasarımınızı yaparken Ayşe ve annesini çizmenize gerek yoktur, sadece dolaba uyguladıkları kuvvetleri göstermeniz yeterlidir.)
- Ayşe dolabı tek başına itememiştir fakat annesinin yardımıyla dolabı itmeyi başarmıştır. Bu duruma göre çıkardığınız sonuç nedir?
- Akşam olur ve aile bir arada yemek yerken sohbet ederler. Ayşe babasına odasındaki eşyaların yerini değiştirdiğini söyler. Birlikte odaya giderler ve babası çok güzel olmuş ancak kapı tam açılmıyor dolap engelliyor der. Bunun üzerine Ayşe of annem ile birlikte iterek ancak yapabildik nasıl olacak şimdi diye düşünürken, babası bir deneyeyim der ve dolabı tek başına iterek dolabın yerini değiştirir ve işte artık kapıda tam olarak açılıyor der. Ayşe benim babam Süpermen tek başına dolabı itti diye sevinir.
- Ayşe ve annesinin birlikte ittiği dolabı Ayşe'nin babası tek başına itmiştir. Bu durumda Ayşe ve annesinin uyguladığı kuvvetler ile Ayşe'nin babasının uyguladığı kuvvet arasında nasıl bir ilişki vardır. Düşüncenizi kısaca yazınız.
- Algodoo ile geliştirmeyi planladığınız modelin prototipini aşağıda verilen alana çiziniz.

Not: Bir önceki senaryoda kullandığınız dolabın aynısını kullanmanız gerekmektedir.

- Tasarımınız için öğretmeninizden onay aldıktan sonra Algodoo yazılımı ile tasarımınızı yapınız. (Algodoo ile tasarımınızı yaparken Ayşe'nin babasını çizmenize gerek yoktur, sadece dolaba uygulanan kuvveti göstermeniz yeterlidir.)

- Ayşe ve annesinin birlikte ittiği dolabı Ayşe'nin babası tek başına itmiştir. Bu durumda Ayşe ve annesinin uyguladığı kuvvetler ile Ayşe'nin babasının uyguladığı kuvvet arasında nasıl bir ilişki vardır. Düşüncenizi kısaca yazınız.

Çözümü Test Etme

- Prototiplediğiniz aracı Algodoo yazılımı ile test ediniz.

Sunum ve Paylaşma

- Tasarımınızın özelliklerini etkileşimli tahta aracılığıyla diğer gruplarla paylaşınız.

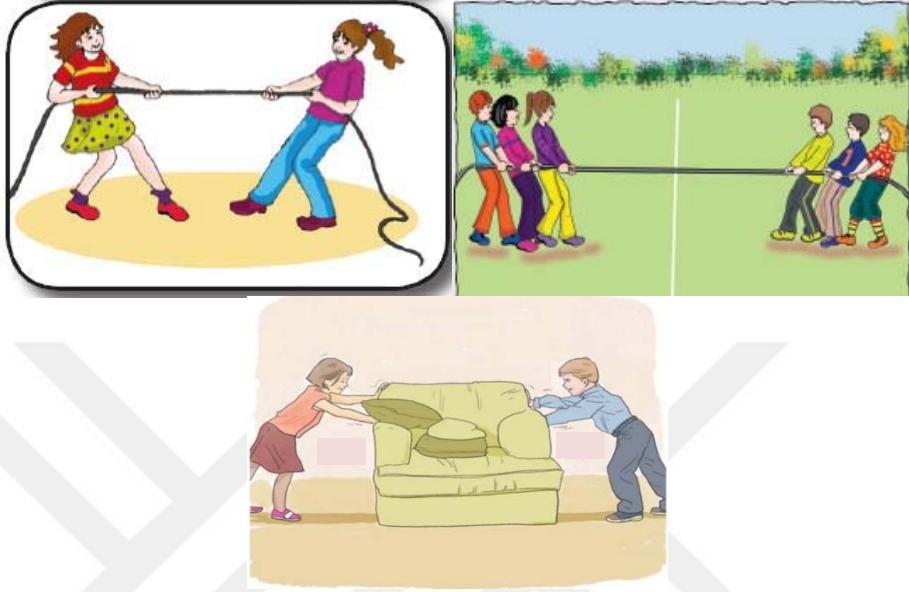
Yeniden Tasarlama

- Tasarımınızı yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?

İyi düşünceler ☺

HALAT ÇEKME YARIŞI

Aşağıdaki varlıkların üzerine etki eden kuvvetleri, resimlerin üzerine çizerek gösteriniz.



- Gördüğümüz üzere bir cismin üzerine birden fazla kuvvet etki edebilir. Bir cisme etki eden birden fazla kuvvetin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen kuvvete bileşke kuvvet dendiğini öğrenmiştiniz.

- Verilen durumları Algodoo ile tasarlamak için nelere ihtiyacınız var?
- Verilen durumları test edebilmek için tasarımınızı aşağıdaki alana çiziniz. Her grup üyesi bireysel olarak çizimini yapmalıdır.

Aşağıdaki tabloyu kullanarak her kişinin nihai çizimini analiz etmek için ekibinizle birlikte çalışın. Bir takım tartışmasına dayanarak, sorunu çözmek için hangi tasarım unsurlarının kullanılacağını ve ekibin prototipini oluşturmak için hangi özelliklerin dahil edileceğini belirleyin. Karar vereceğiniz çözüm, birden fazla grup üyesinin tasarımından öğeler içerebilir.

Tasarım ve Tasarımcı Adı	Bu tasarımın en güçlü unsurları nelerdir?	Hangi öğelerin geliştirilmesi gerekiyor?

Prototipi Yapılandırma

- Tasarımınızı Algodoo ortamında yapılandırınız.

Çözümü Test Etme

- Prototipinizi Algodoo yazılımı ile test ediniz.

Sunum ve Paylaşma

- Tasarımınızın özelliklerini etkileşimli tahta aracılığıyla diğer gruplarla paylaşınız.

Yeniden Tasarlama

- Tasarımınızı yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?

EK G Oyuncak Ayı Kimde?

OYUNCAK AYI KİMDE?

Anaokuluna giden üç minik kız çok güzel oyun oynamaktadırlar. Bir süre sonra hadi oyuncak seçelim ve oynayalım derler ancak hepsi aynı oyuncağı ister. Bunun üzerine bir anlaşmazlık çıkar, oyuncağı minik kızlardan biri kendine doğru çekerken, diğer iki minik kız da birlik olur ve diğer tarafa doğru çekerler.

Problemi Belirleme

- Yukarıdaki örnek olayda problem/ problemler nelerdir?

- Bu durumda oyuncak ayıyı alma yarışında hangi ihtimaller oluşabilir? Aşağıda verilen alana maddeler halinde yazınız.

- Yukarıda yazmış olduğunuz ihtimalleri Algodoo ile tasarlamak için ihtiyacınız olan şeyler nedir?

Olası Çözümleri Geliştirin

- Problemi çözmek için kullanacağınız araç hangi özellikleri içerir?

- Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

Fikirlerinizi beyan ederken aşağıdaki soruları göz önünde bulundurunuz;

- Aşağıdaki alana Algodoo’da tasarlamayı planladığınızı araç prototipini çizin.
(Her grup üyesi bireysel olarak çizim yapacaktır)

En İyi Olası Çözüm / Çözümleri Seçin

Aşağıdaki tabloyu kullanarak her kişinin nihai çizimini analiz etmek için ekibinizle birlikte çalışın. Bir takım tartışmasına dayanarak, sorunu çözmek için hangi tasarım unsurlarının kullanılacağını ve ekibin prototipini oluşturmak için hangi özelliklerin dahil edileceğini belirleyin. Karar vereceğiniz çözüm, birden fazla grup üyesinin tasarımından öğeler içerebilir.

Tasarım ve Tasarımcı Adı	Bu tasarımın en güçlü unsurları nelerdir?	Hangi öğelerin geliştirilmesi gerekiyor?

Prototipi Yapılandırma

- Tasarımınız için öğretmeninizden onay aldıktan sonra Algodoo yazılımı ile tasarımınızı yapınız.
- Tasarımınızı Algodoo ortamında çalışabilir hale getiriniz.

Çözümü Test Etme

- Prototipinizi Algodoo yazılımı ile test ediniz.
- Tahminlerinizi Algodoo yazılımı ile deneyimlediniz. Her tahmininiz ile elde ettiğiniz sonucu karşılaştırarak kısaca yazınız.

Sunum ve Paylaşma

- Tasarımınızın özelliklerini etkileşimli tahta aracılığıyla diğer gruplarla paylaşınız.

Yeniden Tasarlama

- Tasarımınızı yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?

İyi düşünceler ☺

EK H Kim Daha Süratli?

KİM DAHA SÜRATLİ

İzlenecek videonun linki;

<https://www.youtube.com/watch?v=x9M3a88-b7c>

- Videoyu izlediniz, aşağıdaki sorulara cevaplarınızı kısaca yazınız.
- Yarışmacıların yarışa başlarken ve yarışı tamamladıktan hemen sonraki hareketleri nasıldır?
- Yarışmacılar birinci olmak için nasıl hareket etmişlerdir?
- Yarışmacılar aynı anda yarışa başlamalarına rağmen neden aynı anda parkuru tamamlayamamışlardır?

Çılgın Arabalar Yarışıyor

İstanbul'da Formula 1 pistinde hafta sonu yarış severler yine buluşmuştur. Amaçları araçlarını en süratli şekilde kullanarak yarışmayı birinci bitirmektir. Kırmızı ve mavi iki araba başlangıç çizgisinde yan yana gelir ve start verilir. Bitiş çizgisini ilk geçen yarışçı kazanacaktır. Sürücüler elinden geleni yapar kıyasıya bir mücadele verirler ve mavi araç bitiş çizgisini ilk geçen olur. Tebrikler, mavi arabaya gider.

- Yukarıdaki örnek olayda problem nedir?
- Senaryoyu Algodoo yazılımıyla gerçekleştireceksiniz. Bunun için nelere ihtiyacınız var?

- Problemin çözümüne yönelik olası çözümler aşamasında, yarışta kullanmak istediğiniz araçların prototiplerini aşağıda verilen alana çiziniz. Prototipinizi çizmeden önce aşağıdaki soruları dikkate alınız.

- Problemi çözmek için kullanacağınız araç hangi özellikleri içerir?

- Tasarımınızda hangi araç-gereçleri kullanmayı planlıyorsunuz?

- Aşağıdaki tabloyu kullanarak her kişinin nihai çizimini analiz etmek için ekibinizle birlikte çalışın. Bir takım tartışmasına dayanarak, sorunu çözmek için hangi tasarım unsurlarının kullanılacağını ve ekibin prototipini oluşturmak için hangi özelliklerin dahil edileceğini belirleyin. Karar vereceğiniz çözüm, birden fazla grup üyesinin tasarımından öğeler içerebilir.

Tasarım ve Tasarımcı Adı	Bu tasarımın en güçlü unsurları nelerdir?	Hangi öğelerin geliştirilmesi gerekiyor?

- Öğretmeninizden onay aldıktan sonra Algodoo yazılımı ile prototiplerinizi yapılandırınız.
- Yapılandırđığınız prototipi Algodoo yazılımı ile test ediniz. Elde ettiğiniz veriler ile Aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

	Geçen Zaman (s)	Alınan Yol (m)
Mavi Araba		
Kırmızı Araba		

- Sonuca Varalım

- Alınan yol ile gecen zaman arasında nasıl bir ilişki vardır?

- Hangi araç daha süratlidir, buna nasıl karar veririz?

- Eğer araçlarımız farklı mesafeleri alsaydı en süratli olan aracı nasıl belirlerdik?

Sunum ve Paylaşma

- Tasarımınızın özelliklerini etkileşimli tahta aracılığıyla diğer gruplarla paylaşınız.

Yeniden Tasarlama

- Tasarımınızı yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?

Etkinlik: Ahmet ile Umay çok iyi iki arkadaşdır ve Hatay'da yaşamaktadırlar. İkisi de üniversitede okumaktadır ancak farklı üniversiteleri kazanmışlardır. Kurban bayramında yine memleketlerinde bir araya gelmişlerdir. Bayram biter ve okullarına dönerler ikisi de otobüs ile seyahat ederek üniversitelerinin bulunduğu şehirlere geri döner. Ahmet Umay'ı arar ve yolculuk nasıl geçti diye konuşmaya başlarlar. Umay yolculuk 6 saat sürdü, galiba bizim şoför biraz yavaş kullandı ve yolculuk çok yorucuydu der. Ahmet'de gayet iyi bence, benim yolculuğum 10 saat sürdü, bizim şoför ne kadar yavaş kullandı artık sen düşün Umay der. Umay ama senin yolun daha uzun o yüzden diye cevap verir. Ahmet'in yolu 800 km, Umay'ın yolu 450 km olduğuna göre otobüsü hangi şoför daha süratli kullanmıştır.

-Yukarıdaki tabloya benzer bir tablo çizerek süratli olan otobüsü bulmaya çalışınız.

HÜSEYİN ve NEJLA

Kerem ve arkadaşları bir plan yaparlar. Hep beraber bisikletleri ile macera dolu bir yolculuğa çıkmaya karar verirler. Ama nereye gidecekleri konusunda kararsız kalırlar o halde sabah buluştığımızda bir oylama yapalım ve yolculuğa başlayalım derler. Sabah olduğunda arkadaşlarından Hüseyin ve Nejla'nın buluşma noktasında olmadığını fark ettiler. O halde ne yapmalıydılar, düşündüler... Biz yola çıkalım onlar sonra gelsinler dedi bir arkadaşları, Kerem hemen atıldı, nereye gideceğimizi bilmiyorlar ki nasıl gelecekler dedi. Çiğdem o halde belli aralıklarla yola taşlar bırakalım ve buraya geldiklerinde taşları takip ederek bizi bulabilirler dedi. Grup bu çok iyi fikir dedi ve yolculuğa başladılar. Kerem'ler her 10 metrede yola bir taş atarak ilerliyorlardı. Hüseyin ve Nejla buluşma noktasına geldiler ve geç kaldıkları için herkes gitmişti. Şimdi ne yapacaklardı, arkadaşlarının nereye gittiklerini bilmiyorlardı, üzgün üzgün düşünürken taşları fark ettiler ve evet bu bir işaret takip edelim dediler, çok sevinmişlerdi. Taşları takip ederken, Nejla fark ettin mi her iki taş arasını 2 saniyede alıyoruz diye seslendi, Hüseyin.

- Kerem'ler taşları yere koyarken her iki taş arasını hangi araç ile ölçmüşlerdir?
- Hüseyin'ler bisikletleri ile hareket ederken iki taş arasındaki geçen zamanı hangi araç ile ölçmüşlerdir?
- Hüseyin'ler bisikletleri ile yol alırken 6 saniyede kaç taşın yanından geçmişlerdir?
- Hüseyin'ler bisikletleri ile hareket etmektedir. Bu hareketi nasıl tanımlayabilirsiniz?

- Aşağıdaki tabloyu Hüseyin’lerin bisikletinin yaptığı harekete göre doldurunuz.

Alınan yol (m)					
Geçen Zaman (s)	2	4	6	8	10

- Yukarıdaki tabloyu kullanarak Hüseyin’lerin süratini bulunuz.

- Yukarıdaki senaryoyu Algodoo yazılımıyla gerçekleştireceksiniz. Bunun için nelere ihtiyacınız var? Kısaca yazınız.

- Problemin çözümüne yönelik olası çözümleri geliştirerek, aşağıda verilen alana çiziniz.

- Aşağıdaki alana Algodoo’da tasarlamayı planladığınızı araç prototipini çiziniz. (Her grup üyesi bireysel olarak çizim yapacaktır)

--

En İyi Olası Çözüm / Çözümleri Seçin

Aşağıdaki tabloyu kullanarak her kişinin nihai çizimini analiz etmek için ekibinizle birlikte çalışın. Bir takım tartışmasına dayanarak, sorunu çözmek için hangi tasarım unsurlarının kullanılacağını ve ekibin prototipini oluşturmak için hangi özelliklerin dahil edileceğini belirleyin. Karar vereceğiniz çözüm, birden fazla grup üyesinin tasarımından öğeler içerebilir.

Tasarım ve Tasarımcı Adı	Bu tasarımın en güçlü unsurları nelerdir?	Hangi öğelerin geliştirilmesi gerekiyor?

Prototipi Yapılandırma

- Araç tasarımınızı Algodoo ortamında çalışabilir hale getiriniz.

Çözümü Test Etme

- Prototiplediğiniz aracı Algodoo yazılımı ile test ediniz.

- Algodoo ile tasarımınızı yaptıktan sonra bisikletinizin hareket etmesinin sağlayarak Algodoo yazılımı ile aracımıza ait alınan yol-zaman bilgilerini aşağıdaki tabloya kaydedelim.

Alınan yol (m)					
Geçen Zaman (s)					

- Algodoo yazılımını kullanarak bisikletimizin alınan yol-zaman grafiğini oluşturalım.
- Oluşturduğunuz grafiği aşağıda verilen alana çiziniz.

- Yukarıdaki grafiğe göre bisikletimiz;
 - * 1 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
 - * 2 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
 - * 4 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
 - * 6 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
 - * 8 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
 - * 10 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
- * Geçen zaman ile alınan yol arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayalım.
- Algodoo yazılımını kullanarak bisikletimizin sürat-zaman grafiğini oluşturalım. Grafiğimize ait bilgileri aşağıdaki tabloya kaydedelim.

Sürat (m/s)					
Geçen Zaman (s)					

-Algodo yazılımı ile oluşturduğunuz grafiği aşağıda verilen alana çiziniz.

-Yukarıdaki grafiğe göre;

- * Aracımız 1 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
- * Aracımız 2 saniyede kaç metre yol almıştır? ()
- * Aracımız 4. ve 8. saniyeler arasında kaç metre yol almıştır? ()
- * Sürat ile alınan yol arasında nasıl bir ilişki vardır? Açıklayalım.

- Bisikletimizin sürati kaç km/h'tir? Birimleri dönüştürerek bulalım.

Sunum ve Paylaşma

- Tasarımınızın özelliklerini etkileşimli tahta aracılığıyla diğer gruplarla paylaşınız.

Yeniden Tasarlama

- Tasarımınızı yeniden yapsaydınız neleri farklı yapardınız?

EK J Akademik Başarı Testi İzni

Mail adresi: [redacted]@hotmail.com

Cc: [redacted]@cu.edu.tr

Konu: fen ve teknoloji akademik başarı testi

Sayın hocam Aksaray Üniversitesi'nde İlköğretim Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi'nde yüksek lisans öğrencisiyim, aynı zamanda fen bilimleri öğretmeni olarak bir devlet okulunda görev yapmaktayım.

Tez çalışmam kapsamında, 6. Sınıf kuvvet ve hareket ünitesinde gerçekleştirilen Algodoo temelli etkinliklerin öğrencilerin tasarım becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin inceleneceği bir araştırma yapmayı planlamaktayım. Araştırmamda öğrencilerin akademik başarılarını değerlendirmek amacıyla, yüksek lisans tez çalışmam kapsamında geliştirdiğiniz “fen ve teknoloji akademik başarı testini” kullanmama izin verebilerseniz çok memnun olurum.

Saygılarımla

 özden [redacted]@hotmail.com>
Alıcı: bana, ozcanm

SAYIN HOCAM

[redacted].TESTİ KULLANABİLİRSİNİZ.

ÖZDEN DEVECİ

[redacted]

6. SINIF FEN BİLİMLERİ BAŞARI TESTİ

1. Aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

- A) Kuvvet, cismin şeklini değiştirir.
- B) Kuvvet, cismi hareket ettirir.
- C) Kuvvet, cismin kütleini değiştirir.
- D) Kuvvet, hareket halindeki cismi durdurur.

2. Aşağıdakilerden hangisi **dengelenmiş kuvvetlerin** etkisindedir?

- A) Kaydırdan kayan çocuk
- B) Yavaşlayan bisikletli
- C) Sabit hızla giden araba
- D) Hızlanan motosiklet

3. Hareketli bir cisme kuvvet uygulandığında aşağıdakilerden **hangisi gerçekleşmez**?

- A) Cisim sabit hızla hareketine devam eder.
- B) Cisim hızlanır.
- C) Cisim yavaşlar.
- D) Cisim yön değiştirir.

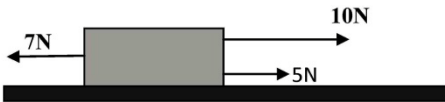
4.

- 1) Bir koşucunu sabit hızla koşması
- 2) Duran bir arabanın harekete geçmesi
- 3) Masanın üzerinde duran kitap

Yukarıdaki durumların hangilerinde dengelenmiş, hangilerinde dengelenmemiş kuvvetler söz konusudur?

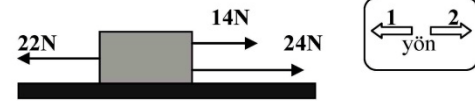
	1	2	3
A)	Dengelenmiş	Dengelenmiş	Dengelenmemiş
B)	Dengelenmemiş	Dengelenmiş	Dengelenmiş
C)	Dengelenmemiş	Dengelenmemiş	Dengelenmemiş
D)	Dengelenmiş	Dengelenmemiş	Dengelenmiş

5. Aşağıdaki şekilde bileşke kuvvet kaç Newton'dur?



- A) 22N
- B) 8N
- C) 12N
- D) 2N

6. Aşağıdaki cisme uygulanan net kuvvet kaç Newton'dur ve cisim hangi yönde hareket eder?



	Şiddeti	Yönü
A)	50N	1
B)	16N	1
C)	26N	2
D)	16N	2

7. Aşağıdaki şekilde A cisminde iki kuvvet etki etmektedir.



Aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?

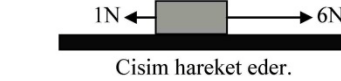
- A) Cisme etki eden bileşke kuvvet 10 N'dur.
- B) Cisim 2N yönünde hareket etmektedir.
- C) Bileşke kuvvetin yönü 12N yönündedir.
- D) Cisim hareket eder.

8. Aşağıda durmakta olan cisimlere etkiyen kuvvetler gösterilmiştir. Bu cisimlerle ilgili verilen bilgilerden hangisi **yanlıştır**.

A)



B)



C)



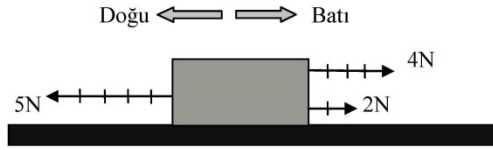
D)



9. Sürati 24 km/h olan bir aracın aldığı yol 96 km'dir. Bu yolu aldığı **süre** aşağıdakilerden hangisinde verilmiştir?

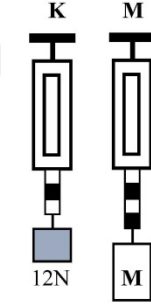
- A) 6 h
- B) 3 h
- C) 2 h
- D) 4 h

10. Şekildeki cisim gösterilen üç kuvvetin etkisindedir. Cisme etki eden net kuvvet ve cismin hareket yönü hangisinde doğru verilmiştir?



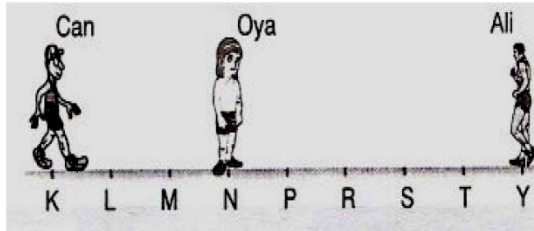
	Net Kuvvet	Hareket Yönü
A)	11N	Batı
B)	1N	Doğu
C)	1N	Batı
D)	6N	Doğu

11. Şekildeki özdeş yaylar asılan birinci cismin ağırlığı 12N göstermektedir. M cisminin ağırlığı nedir?



- A) 12N B) 16N
C) 4N D) 18N

12. Sabit büyüklükteki süratlerle, aynı anda harekete geçen Can, Oya ve Ali aynı anda R noktasına ulaşıyor. Noktalar arasındaki uzaklık eşit olduğunu göre, Can, Oya ve Ali'den en süratlisi ve en yavaşı aşağıdakilerden hangisidir?



	En Süratli	En Yavaş
A.	Can	Oya
B.	Ali	Can
C.	Can	Ali
D.	Oya	Ali

13. Bir araba 60 km /saat'lik süratle 3 saat gittikten sonra 150 km/h'lik süratle 2 saat daha gidiyor. Arabanın aldığı toplam yol kaç km'dir?

- A) 210 km B) 480km C) 300 km D) 450km

14. Aşağıdaki araçlardan hangisinin sürati en büyüktür?

- A) Birinci araç 100 metrelik mesafeyi 10 saniyede alıyor.
B) İkinci araç 100 metrelik mesafeyi 20 saniyede alıyor.
C) Üçüncü araç 120 metrelik mesafeyi 10 saniyede alıyor.
D) Dördüncü araç 120 metrelik mesafeyi 12 saniyede alıyor.

15.

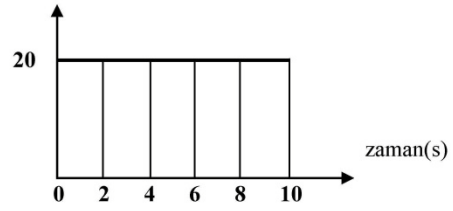
Aldığı yol (m)	0	5	10	15	20
Zaman (s)	0	1	2	3	4

Yukarıdaki grafiğe göre cismin hızı kaç m/sn dir?

- A) 1m/s B) 5m/s C) 7m/s D) 10m/s

16.

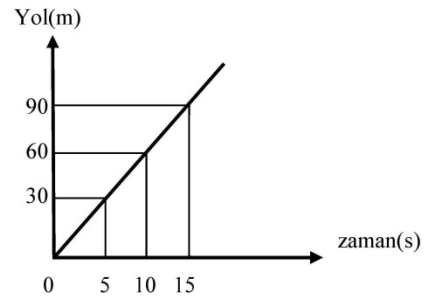
sürat (m/s)



Sürati 20 m/s olan hareketlinin sürat –zaman grafiği şeklindeki gibidir. Hareketlinin 4.saniye ile 10.saniye arasında aldığı yol kaç metredir?

- A) 80 m B) 120 m C) 160 m D) 200 m

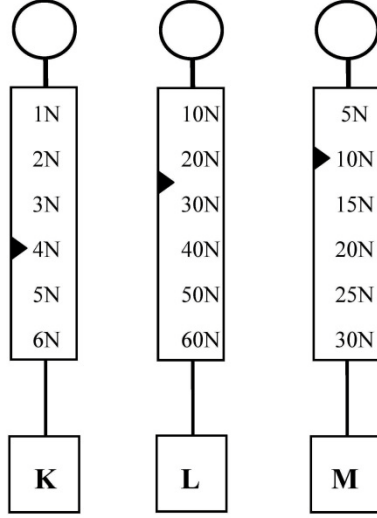
17. Aşağıda yol-zaman grafiği verilen koşucunun sürati kaç m/s'dir



- A) 4m/s B) 6m/s C) 8m/s D) 10m/s

18, 19 ve 20. Soruları aşağıdaki şekle göre cevaplayınız.

Birbirinden farklı K, L ve M cisimleri dinamometrelere asılmıştır.



Optik Okuyucu

Lütfen cevaplarınızı optik forma işaretleyiniz.

1	(A)	(B)	(C)	(D)	11	(A)	(B)	(C)	(D)
2	(A)	(B)	(C)	(D)	12	(A)	(B)	(C)	(D)
3	(A)	(B)	(C)	(D)	13	(A)	(B)	(C)	(D)
4	(A)	(B)	(C)	(D)	14	(A)	(B)	(C)	(D)
5	(A)	(B)	(C)	(D)	15	(A)	(B)	(C)	(D)
6	(A)	(B)	(C)	(D)	16	(A)	(B)	(C)	(D)
7	(A)	(B)	(C)	(D)	17	(A)	(B)	(C)	(D)
8	(A)	(B)	(C)	(D)	18	(A)	(B)	(C)	(D)
9	(A)	(B)	(C)	(D)	19	(A)	(B)	(C)	(D)
10	(A)	(B)	(C)	(D)	20	(A)	(B)	(C)	(D)

18. Dinamometreye asılmış cisimlerin kuvvet değerlerini bulunuz.

	<u>K</u>	<u>L</u>	<u>M</u>
A)	4	35	10
B)	4	25	10
C)	6	30	30
D)	6	60	30

19. Hangi cismin uyguladığı kuvvet en fazladır?

- A) L B) K C) M D) K ve M

20. 200 gramlık bir cismi hangi dinamometre ile daha iyi ölçeriz?

- A) M B) L C) K D) K ve M

EK L Günlük İfadeleri

Bugünkü etkinlikte

-
....tasarladık.
- Çünkü;
- Tasarımımızı yaparken araçlarını
kullandık.
- Çünkü;
- kavramlarını
öğrendiğimi düşünüyorum.
- kavramlarını
öğrenemediğimi düşünüyorum.
- kavramlarını
anlamakta zorlandım.
- arkadaşlarımla grup
etkinliklerinin özellikle
aşamalarına katkı sağladığını düşünüyorum.
- arkadaşlarımla grup
etkinliklerinin özellikle
aşamalarına katkı **sağlamadığını** düşünüyorum.
- Algodoo kullanmak eğlenceliydi.
- Çünkü;
- Algodoo kullanmaktan **hoşlanmadım**.
- Çünkü;
- Algodoo ile tasarımlarımı sunmak faydalıydı.
- Çünkü;
- Sunum yapmak ve arkadaşlarımla sunumunu dinlemek bana katkı sağladı.
- Çünkü;
- Bugün yapmış olduğunuz etkinliği yeniden yapsaydınız neleri farklı
yapardınız? Neden?

EK M Mühendislik Tasarım Sürecini Değerlendirme Derece Puanlama Anahtarı

Aşamalar	1 Hedeflenen düzeyin altında)	2 (Hedeflenen düzeyde)	3 (Hedeflenen düzeyin üzerinde)
İhtiyacı ya da problemin belirlenmesi	İhtiyaç ya da problemi gerekli detay ve açıklık olmadan ifade eder. Kriter ve sınırlılıkların tanımlanmasında başarısızdır.	İhtiyaç ya da problemi açıkça ifade eder. Kriter ve sınırlılıkların çoğunu tanımlar.	İhtiyaç ya da problemi eksiksiz olarak ifade eder. Kriter ve sınırlılıklarının tamamını tanımlar.
İhtiyaç ya da problemin araştırılması	İhtiyaç ya da problem iyi araştırılmamış ve çözümlerin geliştirilmesinde yardımcı olamayacaktır.	İhtiyaç ya da problem yeterince araştırılmış ve çözümlerin geliştirilmesinde yardımcı olabilir.	İhtiyaç ya da problem ayrıntılarıyla araştırılmış ve çözümlerin geliştirilmesinde doğrudan yönlendirebilir.
Olası çözümler geliştirme	Akla yatkın olmayan fikirler ortaya koyar veya herhangi bir fikri yoktur. Tamamlanmamış çizimler üretir. Fikirler ve çizimler bir kavramı göstermemektedir.	Akla yatkın bir fikir ortaya koyar. Tasarım yapılan kavramları kısmen doğru olacak şekilde çizimlerle gösterebilmektedir.	Birden fazla akla yatkın çözüm ortaya koyar. Tasarım yapılan kavramları kısmen doğru bir şekilde çizimlerle gösterebilmektedir.
En iyi çözümü (leri) seçme	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini yeterince analiz edemez. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarına dayalı bir çözüm seçemez.	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini kısmen analiz eder. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarını kısmen değerlendirerek bir çözüm seçer.	Olası çözümlerin güçlü ve zayıf yönlerini ayrıntılarıyla analiz eder. İhtiyaç ya da problemin kriter ve sınırlılıklarını tüm yönleri ile değerlendirerek parlak bir çözüm seçer.
Prototipi yapılandırma	Prototip, görevin kriterlerini sınırlı ölçüde karşılar.	Prototip, görevin kriterlerini karşılar.	Prototip, görevin kriterlerini net ve detaylı bir şekilde karşılar.
Çözüm (leri) test etme ve değerlendirme	Veriler doğru bir şekilde kaydedilmemiş ya da prototipin performansını yansıtmamaktadır.	Veriler doğru olarak kaydedilmiş ve prototipin performansını yansıtmaktadır.	Veriler doğru olarak kaydedilmiş ve prototipin performansını yansıtmaktadır. Veriler yeniden tasarlama sürecinde açık bir biçimde yol göstericidir.
Çözüm(leri) sunma	Test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmamış ve nasıl gelişim göstereceği paylaşılmamıştır.	Ya test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmamış ya da nasıl gelişim göstereceği paylaşılmamıştır.	Test sonuçları doğru bir şekilde raporlaştırılmış ve nasıl gelişim göstereceği paylaşılmıştır.
Yeniden tasarlama	Tasarımı geliştirme, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına dayanmamaktadır.	Tasarımı geliştirme, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına dayanmaktadır.	Tasarımda, prototipin test ve değerlendirme sonuçlarına göre önemli iyileştirmeler yapılmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : İbrahim Evren ÖZER

Adres : Çınar Mah. Orhan sok. Sefa apt. 3/5 Maltepe/İstanbul

E-posta adresi : ozerfen@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ (Kurum ve Yıl)

Lisans : Gazi Üniversitesi, 1999-2003

Yüksek Lisans : Aksaray Üniversitesi, 2015-2019

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLERİ

1- 2005 yılından itibaren MEB'e bağlı çeşitli devlet ortaokullarında çalışmaktadır.

BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

1- ÖZER, İ. E., BİLİCİ, S. C., & KARAHAN, E. (2016). Fen bilimleri dersinde Algodoo kullanımına yönelik öğrenci görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(1).

2- ÖZER, İ. E., BİLİCİ, S. C., & KARAHAN, E. (2018). Fen bilimleri dersinde mühendislik tasarım temelli Algodoo etkinlikleri: Eylem Araştırması. *VIII. Uluslararası Eğitimde Araştırmalar Kongresi*, Manisa, 9-11 Mayıs.