

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME TEMELLİ BİR ENERJİ
DÖNÜŞÜMLERİ MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ VE
UYGULANMASI

Ayşe ÇİFTÇİ

DOKTORA TEZİ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Danışman

Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU

Ağustos, 2020

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME TEMELLİ BİR ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ
MODÜLÜNÜN GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI**

Ayşe ÇİFTÇİ tarafından hazırlanan tez çalışması 07.08.2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Programı **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Mustafa ARSLAN, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Musa ÜCE, Üye
Marmara Üniversitesi

Prof. Dr. Hasan ÜNAL, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hatice MERTOĞLU, Üye
Marmara Üniversitesi

Danışmanım Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU sorumluluğunda tarafımca hazırlanan Tasarım Odaklı Düşünme Temelli Bir Enerji Dönüşümleri Modülünün Geliştirilmesi ve Uygulanması başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Ayşe ÇİFTÇİ

İmza



Bu çalışma, Yıldız Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Proje Koordinatörlüğü'nün SDK-2018-3373 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Tolstoy'un "Çalışmak hayatın en önemli sarayıdır, insanlık mutluluğā ancak bununla ulaşabilecektir" sözünü yaşam felsefem haline getiren çok kıymetli hocam Prof. Dr.

Mustafa Sami Topçu'ya

ve

Fedakâr Aileme

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, beni motive eden, bana bilimi ve araştırmayı sevdiren, planlı olmayı ve disiplinli çalışmayı öğreten, bilime yönelik sorumluluklarına coşkuyla sahip çıkan, daima örnek alacağım danışman hocam Prof. Dr. Mustafa Sami Topçu'ya teşekkürü bir borç bilirim.

Tez izleme komitesinde ve tez jürimde yer alarak araştırmaya görüş ve önerileriyle katkı sağlayan Prof. Dr. Mustafa Arslan'a ve Prof. Dr. Musa Üce'ye; tez jürimde yer alan Prof. Dr. Hasan Ünal'a ve Dr. Öğr. Üyesi Hatice Mertoğlu'na; veri toplama araçlarının ve rubriklerin geçerlik ve güvenirlik çalışmalarında benden desteklerini esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. İbrahim Erdoğan'a, Doç. Dr. Bahadır Namdar'a, Doç. Dr. Bayram Gündüz'e, Dr. Öğr. Üyesi Sami Pektaş'a; desteğini her zaman hissettiğim değerli arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Nejla Atabey'e; tezimi dil ve anlatım açısından inceleyen abim Dr. Öğr. Üyesi Fethullah Çiftçi'ye; fedâkar aileme; sevgi ve desteğiyle her zaman yanımda olan annem Meliha Çiftçi'ye; beni hedeflerimin, hayallerimin peşinden koşmam konusunda ve daha birçok konuda daima destekleyen, onunla görüş alışverişinde bulunmaktan çok zevk aldığım fedakar abim (arkadaşım) Maşallah Çiftçi'ye; benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen abim Hamdullah Çiftçi'ye, ablam Miyeser Ulubay'a ve eniştem (abim) Yakup Ulubay'a; araştırmaya katılan öğretmen ve öğrencilere çok teşekkür ederim.

Ayşe ÇİFTÇİ

İÇİNDEKİLER

SİMGE LİSTESİ	ix
KISALTMA LİSTESİ	x
ŞEKİL LİSTESİ	xi
TABLO LİSTESİ	xii
ÖZET	xiii
ABSTRACT	xv
1. GİRİŞ	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	3
1.3 Orijinal Katkı	4
1.4 Sayıtlar	6
1.5 Sınırlılıklar	6
1.6 Tanımlar	6
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	7
2.1 Tasarım Odaklı Düşünme.....	7
2.1.1 Tasarımın Tanımı.....	7
2.1.2 Tasarım Odaklı Düşünmenin Tarihçesi, Tanımı ve Özellikleri.....	8
2.1.3 Eğitimde Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımı	13
2.1.4 Tasarım Odaklı Düşünen Bireylerin Özellikleri	20
2.1.5 Tasarım Odaklı Düşünme Modelleri.....	21
2.2 Modelleme ve Model Tabanlı Açıklamalar.....	23
2.3 Tasarım Odaklı Düşünme, Model Tabanlı Açıklamalar ve Kavramsal Öğrenme	25
3. YÖNTEM	30
3.1 Araştırma Modeli.....	30
3.2 Katılımcılar	30
3.3 Araştırmacının Rolü	32
3.4 Veri Toplama Araçları	33
3.4.1 Model Tabanlı Açıklamaları Değerlendirme Ölçeği	33

3.4.2	Enerji Dönüşümleri Kavramsal Öğrenme Ölçeği	33
3.4.3	Öğrencilerin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşlerini Değerlendirmek İçin Hazırlanan Açık Uçlu Soru Formu.....	35
3.4.4	Öğrenci Günlükleri.....	36
3.5	Modül Geliştirme Süreci	36
3.6	Uygulama Süreci	39
3.7	Veri Toplama Süreci	42
3.8	Veri Analizi.....	43
3.8.1	Model Tabanlı Açıklamaların Analizi	44
3.8.2	Kavramsal Öğrenmeye Yönelik Verilerin Analizi	46
3.8.3	Öğrencilerin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşlerinin ve Deneyimlerinin Analizi	47
3.9	Geçerlik ve Güvenirlik	48
3.9.1	İnandırıcılık/İnanılabilirlik (Credibility, Internal Validity)	48
3.9.2	Nakledilebilirlik/Aktarılabilirlik/Dış Geçerlik	48
3.9.3	Güvenirlik (Dependability, Reliability).....	49
3.9.4	Doğrulanabilirlik/Nesnellik (Comfirmability, Objectivity)	49
4.	BULGULAR VE SONUÇLAR	50
4.1	Model Tabanlı Açıklamalara İlişkin Bulgular	50
4.2	Kavramsal Öğrenmeye İlişkin Bulgular	56
4.3	Ortaokul Öğrencilerinin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşleri	60
4.4	Ortaokul Öğrencilerinin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Deneyimleri	70
5.	TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	75
5.1	Tasarım Odaklı Düşünme Temelli Enerji Dönüşümleri Modülünün Geliştirilmesi	75
5.2	Model Tabanlı Açıklamalar.....	78
5.3	Kavramsal Öğrenme.....	80
5.4	Ortaokul Öğrencilerinin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşleri ve Deneyimleri	82
5.5	Sonuç.....	86
5.6	Araştırmanın Sınırlılıkları ve Öneriler	87
	KAYNAKÇA	89
	A ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ MODÜLÜ ETKİNLİK PLANLARI	99
	B ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ KAVRAMSAL ÖĞRENME ÖLÇEĞİ	120

C MODEL TABANLI AÇIKLAMALARI DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ	123
D TASARIM DEFTERİ	125
E MODEL TABANLI AÇIKLAMALARI DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ	135
F ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ÖĞRENMEYİ DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ	140
G UYGULAMA SÜRECİNE İLİŞKİN RESİMLER	148
H RESMİ İZİN	153
I ETİK KURUL ONAY BELGESİ	154
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	155

SİMGE LİSTESİ

f	Frekans
%	Yüzde



KISALTMA LİSTESİ

MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
NGSS	Next Generation Science Standards (Gelecek Nesil Bilim Standartları)
NRC	National Research Council (Amerikan Milli Araştırma Konseyi)
TDK	Türk Dil Kurumu



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Türlerine Göre Tasarım Odaklı Düşünme İle İlgili Yapılan Yayınların Zaman Çizelgesi.....	9
Şekil 2.2 Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımının Özellikleri.....	12
Şekil 2.3 Tasarım Odaklı Düşünme, Analitik Düşünme ve Sezgisel Düşünme	14
Şekil 2.4 Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımının Katkıları.....	18
Şekil 2.5 Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımının Uygulanması Sürecinde Karşılaşılan Zorluklar	19
Şekil 2.6 Tasarım Odaklı Düşünme Sürecinin Aşamaları.....	22
Şekil 3.1 Öğrenciler Tarafından Geliştirilen Prototiplerin Çizimleri.....	39
Şekil 3.2 Araştırma ve Uygulama Süreci	43
Şekil 3.3 Ö13 Kodlu Öğrencinin Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri İle İlgili Ön Modeli.....	45
Şekil 3.4 Ö13 Kodlu Öğrencinin Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri İle İlgili Son Modeli.....	45
Şekil 4.1 Model Tabanlı Ön Açıklamalara ve Model Tabanlı Son Açıklamalara İlişkin Ortalama Puanlar	52
Şekil 4.2 Kavramsal Öğrenmeye İlişkin Ortalama Puanlar.....	59
Şekil 4.3 Öğrenci Deneyimlerine İlişkin Ortaya Çıkan Temalar	70

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1 Tasarım Odaklı Düşünmeyi Tanımlamanın Farklı Yolları	9
Tablo 2.2 Tasarım Odaklı Düşünme İle İlgili Beş Temel Söylemin Karşılaştırılması	10
Tablo 2.3 Bilimsel Modelleme İle Meşgul Olmak İçin Sorulabilecek Örnek Yansıtıcı Sorular	24
Tablo 3.1 Öğrencilere ve Öğretmenlere Ait Demografik Bilgiler	32
Tablo 3.2 Belirtke Tablosu	34
Tablo 3.3 Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Etkinlik Şablonu.....	38
Tablo 3.4 Öğretime Yönelik Zaman Çizelgesi ve Uygulanan Etkinlikler	40
Tablo 4.1 Öğelerin Bulunduğu Seviyelere İlişkin Bulgular	50
Tablo 4.2 Bağlantıların Bulunduğu Seviyelere İlişkin Bulgular.....	51
Tablo 4.3 Öğelere İlişkin Bulgular	53
Tablo 4.4 Bağlantılara İlişkin Bulgular	54
Tablo 4.5 Enerji Dönüşümleri İle İlgili Açık Uçlu Sorulara Verilen Cevaplara İlişkin Bulgular	56
Tablo 4.6 Enerji Dönüşümleri İle İlgili Açık Uçlu Sorulara Yönelik Yapılan Açıklamalara İlişkin Bulgular.....	57
Tablo 4.7 1. Tema: Tasarım Odaklı Düşünmenin Katkılarına İlişkin Görüşler	60
Tablo 4.8 2. Tema: Tasarım Odaklı Düşünmenin Uygulanması Sürecinde Karşılaşılan Zorluklara İlişkin Görüşler.....	63
Tablo 4.9 3. Tema: Tasarım Odaklı Düşünmenin Aşamalarının Zorluk Derecesine İlişkin Görüşler	64
Tablo 4.10 4. Tema:Tasarım Odaklı Düşünmenin Uygulanması Sürecinde Destek Almaya İlişkin Görüşler	65
Tablo 4.11 5. Tema: Tasarım Odaklı Düşünmenin Aşamalarının Beğenilme Derecesine İlişkin Görüşler	66
Tablo 4.12 6. Tema: İleride Tasarım Odaklı Düşünme Etkinliklerine Zaman Ayırmaya İlişkin Görüşler	68
Tablo 4.13 7. Tema: Okul Dışında Tasarım Odaklı Düşünme Etkinliklerine Katılmaya İlişkin Görüşler	69
Tablo 4.14 1. Tema: Öğrenme.....	71
Tablo 4.15 2. Tema: Memnuniyet.....	72
Tablo 4.16 3. Tema: Eleştiri.....	73

Tasarım Odaklı Düşünme Temelli Bir Enerji Dönüşümleri Modülünün Geliştirilmesi ve Uygulanması

Ayşe ÇİFTÇİ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU

Mevcut araştırma kapsamında, tasarım odaklı düşünmeyi temel alan “Enerji Dönüşümleri” modülü geliştirmek ve bu modülün 7. sınıf öğrencilerine öğretilmesi sonucunda öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal öğrenmelerinin gelişimini incelemek amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüş ve deneyimlerinin incelenmesi de araştırmanın bir diğer amacıdır. Bu araştırma, dizayn temelli ampirik bir araştırma olarak tasarlanmıştır. Araştırma, 36 ortaokul 7. sınıf öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın veri kaynakları; enerji dönüşümleri kavramsal öğrenme ölçeği ve model tabanlı açıklamaları değerlendirme ölçeğidir. Bununla birlikte açık uçlu soru formu ile öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşleri, günlüklerle ise öğrencilerin deneyimleri incelenmiştir. Tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sonucunda, öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunda yer alan kavramlarla ilgili kullandıkları öğelerin ve kurdukları bağlantıların seviyesinin, özetle model tabanlı açıklamalarının geliştiği belirlenmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin enerji dönüşümleri konusu ile ilgili açık uçlu sorulara yönelik ortalama puanlarının da artış gösterdiği, özetle kavramsal öğrenmelerinin geliştiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin görüşleri doğrultusunda tasarım odaklı düşünmeye yönelik 7 tema ortaya çıkmıştır. Bunlar: Tasarım odaklı düşünmenin katkıları, tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde karşılaşılan zorluklar, tasarım odaklı düşünme aşamalarının zorluk derecesi, tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde destek alma, tasarım odaklı düşünme aşamalarının beğenilme derecesi, ileride tasarım odaklı düşünme etkinliklerine zaman ayırma ve okul dışında tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılma. Günlüklerden elde

edilen verilerin analizi sonucunda ise 3 temaya ulaşılmıştır: Öğrenme, memnuniyet ve eleştiriler. Bu araştırma kapsamında elde edilen bulgular, 'Bulgular ve Sonuçlar' başlığı altında daha ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tasarım odaklı düşünme, enerji dönüşümleri, model tabanlı açıklamalar, kavramsal öğrenme, görüş ve deneyim.



Development and Implementation of A Design Thinking Based Energy Transformations Module

Ayşe ÇİFTÇİ

Department of Mathematics and Science Education

Doctor of Philosophy Thesis

Advisor: Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU

The present study aims to develop “Energy Transformations” module based on design thinking, and to examine the development of model-based explanations and conceptual learning of 7th grade students after they are taught this module. In addition, another purpose of the study is to examine the views and experiences of students towards design thinking. This study was designed as a design-based empirical study. It was carried out with 36 middle school 7th grade students. The data sources of the study are an assessment tool consisting of open-ended questions about energy transformations and model-based explanations produced on this subject. Besides, the students' views on design thinking were examined through open-ended questionnaires and their experiences through diaries. As a result of the implementation of design thinking, it was observed that the components the students used in relation to the concepts of energy transformations and the level of the sequences they established, in brief, their model-based explanations improved. In addition, it was found out that the mean scores of students for open-ended questions related to energy transformations increased and the students' conceptual learning about energy transformations improved. In line with the students' views, 7 themes emerged in relation to design thinking. These are as follows: Contributions of design thinking, difficulties encountered during the implementation of design thinking, difficulty level of design thinking stages, receiving support in the implementation process of design thinking, the degree of appreciation of design thinking stages, devoting time for design thinking activities in the future, and participating in design thinking activities outside school. As a result of the analysis of the data obtained from the diaries, 3 themes were reached: Learning, appreciation and criticism. The findings

obtained within the scope of this study are discussed in more detail under the title "Findings and Results".

Keywords: Design thinking, energy transformations, model-based explanations, conceptual learning, views and experiences.



1.1 Literatür Özeti

Fen eğitiminin en önemli amaçlarından biri öğrencilerin soyut ve karmaşık olan fen konuları ile ilgili kavramsal anlamalarını geliştirmelerini sağlamaktır (Next Generation Science Standards [NGSS] Lead States, 2013; Ocak, Ocak, Gündüz & Doğan, 2007; Sadler, Barab & Scott, 2007). Literatürde disiplinlerarası içeriği olan enerjinin ve enerji ile ilişkili konuların da soyut ve anlaşılması zor kavramlar içerdiği, bu konuların öğrenilmesinin ve öğretilmesinin zor olduğu belirtilmektedir (Heron, Micheline & Stefanel, 2009; Kurnaz, 2011; Ocak vd., 2007; Trumper, 1998). Öğrencilerin kinetik enerji, potansiyel enerji, kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi ve hava direncinin etkileri gibi enerji dönüşümleri hakkındaki konularla ilgili kavram yanlışlarının olduğu ve bu kavramları anlamakta sorun yaşadıkları literatürde de sıkça belirtilmektedir (Bayraktar, 2009; Kruger, Palacion & Summers, 1992; Kurnaz, 2011; Trumper & Gorsky, 1997; Trumper, Raviolo & Shnersch, 2000). Enerji dönüşümleri konusu fen okuryazarlığı için öğrenilmesi gereken temel kavramlar içermekte olup öğrencilerin bu konu hakkındaki bilgilerini ve anlayışlarını geliştirmeleri beklenmektedir (National Research Council [NRC], 1996; NGSS Lead States, 2013; NGSS, 2017). Dolayısıyla öğrencilerin enerji dönüşümleri ile ilgili soyut kavramları anlama konusunda yaşadıkları sorunun aşılması ve bu konu hakkındaki kavramsal anlayışlarının gelişmesi önem arz etmektedir. Bu sorunun aşılabilmesi için yenilikçi eğitim yaklaşımlarına ihtiyaç vardır (Aydın & Balım, 2005; Fry, Dimeo, Wilson, Sadler & Fawns, 2003; Horner, Jeng & Lindell, 2006; Kurnaz, 2011; Trumper, 1990; Trumper, 1991).

Literatürde enerji dönüşümleri konusunun geleneksel yaklaşımlar aracılığıyla öğretilmesinin öğrencilerin bu konudaki kavramsal öğrenmelerini geliştirmede etkisinin az olduğu belirtilmektedir (Nordine, Krajcik & Fortus, 2011). Enerji ve

ilişkili olduğu kavramların öğretimine yönelik çalışmalar incelendiğinde genellikle kavramsal çatışma stratejileri (Trumper, 1997), disiplinlerarası öğretim (Aydın & Balım, 2005), yapılandırmacı yaklaşım (Trumper, 1990; Trumper, 1991), diyagram (Fry vd., 2003), model tabanlı öğrenme (Kurnaz, 2011) gibi yaklaşım, strateji ya da öğretim araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Yapılan literatür taramasında enerji dönüşümleri konusunun tasarım odaklı düşünme yaklaşımıyla öğretildiği herhangi bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Bununla birlikte eğitimde, derslere tasarım odaklı düşünmeyi entegre etmeye yönelik araştırmalar da sınırlıdır (Painter, 2018; Razzouk & Shute, 2012). Oysaki tasarım odaklı düşünme yaklaşımı, öğrencilerin kavramsal anlayışlarının gelişimini sağlamaktadır (Canestraro, 2017; Cook & Bush, 2018; Kolodner vd., 2003; Kwek, 2011; Painter, 2018). Ayrıca tasarım odaklı düşünme, enerji dönüşümleri gibi disiplinlerarası içeriği olan konuları öğretmede ve disiplinlerarası yaklaşımları uygulamada etkilidir (Cook & Bush, 2018; Henriksen, 2017; Sipe, 2019; van de Grift & Kroeze, 2016). Fakat tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasının önünde bazı engeller bulunmaktadır. Tasarım odaklı düşünme yaklaşımını uygulamanın önündeki engellerden bazıları şunlardır: Öğrenme/öğretme araçlarının ve programların eksik olması (Aydemir, 2019; Canestraro, 2017; Philloton & Miller, 2011) ve öğretmen eğitimlerinin yeterli düzeyde olmaması (Carroll, 2014; Kwek, 2011). Bu sebeple, mevcut araştırma kapsamında yukarıda belirtilen sorunları aşmak için yenilikçi bir yaklaşım olan tasarım odaklı düşünme kullanılmıştır. Bu doğrultuda enerji dönüşümleri konusunda tasarım odaklı düşünmeye yönelik bir modül geliştirilmiştir. Sonrasında bir fen bilimleri öğretmenine tasarım odaklı düşünme yaklaşımı ile ilgili eğitim verilmiş ve fen bilimleri öğretmeni geliştirilen modülü ortaokul 7. sınıf öğrencilerine uygulamıştır.

Tasarım odaklı düşünmeye yönelik yapılan uygulama sonrasında, öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin ve model tabanlı açıklamalarının nasıl bir gelişim gösterdiği incelenmiştir. Literatürde öğrencilerin enerji ve ilişkili olduğu kavramlar hakkındaki kavramsal anlayışlarının genellikle başarı testiyle (Aydın & Balım, 2005; Kurnaz, 2011), görüşmelerle (Kurnaz, 2011; Trumper, 1997) ve öğretmenler tarafından verilen notlarla (Trumper, 1997) değerlendirildiği görülmektedir. Ancak öğrencilerin enerji dönüşümleri konusundaki model tabanlı

açıklamalarını inceleyen herhangi bir araştırmaya ulaşamamıştır. Mevcut araştırmada model tabanlı açıklamaların incelenmesinin nedeni, öğrencilerin kavramsal anlayışlarının görünür hale gelmesini ve kavramsal anlamalarını daha kolay ifade etmelerini sağlamalarıdır (Demir, 2017; Zangori & Forbes, 2015; Zangori, Forbes & Schwarz, 2015). Bununla birlikte model geliştirme, Gelecek Nesil Bilim Standartları'nda (NGSS) yer alan yedi bilim ve mühendislik uygulamalarından biridir (NGSS Lead States, 2013). Bundan dolayı öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin gelişimini model tabanlı açıklamalar aracılığıyla incelemek önem arz etmektedir. Bunun yanı sıra mevcut araştırmada öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüş ve deneyimleri de incelenmiştir. Öğrencilerin tasarım odaklı düşünme ile ilgili görüş ve deneyimleri, derslerin daha nitelikli bir şekilde planlanmasına katkı sunması açısından anlamlı ve önemlidir. Yukarıda belirtilen ifadeler doğrultusunda mevcut araştırmada beş araştırma sorusu incelenmiştir:

- 1- *Tasarım odaklı düşünme temelli örnek bir modül nasıl ve hangi süreçlerden geçilerek geliştirilebilir?*
- 2- *Tasarım odaklı düşünmeye yönelik modülün uygulanması sonucunda ortaokul öğrencilerinin enerji dönüşümleri konusu ile ilgili model tabanlı açıklamaları nasıl bir değişim göstermiştir?*
- 3- *Tasarım odaklı düşünmeye yönelik modülün uygulanması sonucunda ortaokul öğrencilerinin enerji dönüşümleri ile ilgili kavramsal öğrenmeleri nasıl bir değişim göstermiştir?*
- 4- *Ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşleri nelerdir?*
- 5- *Ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik deneyimleri nelerdir?*

1.2 Tezin Amacı

Araştırmanın temel amacı, tasarım odaklı düşünme yaklaşımına dayalı örnek bir modül geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda 2018 yılında güncellenen ve uygulanmaya başlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda yer alan "Kuvvet ve Enerji" adlı ünitenin "Enerji Dönüşümleri" konusundaki kazanımlar temel alınarak, tasarım odaklı düşünme yaklaşımına dayalı, fen bilimleri öğretmenlerine rehber

olacak bir modül geliştirilmiştir. 'Enerji Dönüşümleri' modülünün geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde 'Stanford D.school Tasarım Odaklı Düşünme Modeli' nden yararlanılmıştır. Bu amaç dışında mevcut araştırmanın diğer amaçları ise ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal öğrenmelerinin gelişimini incelemek ve öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüş ve deneyimlerini araştırmaktır.

1.3 Orijinal Katkı

Günümüzde bilim ve teknolojiye meydana gelen hızlı değişim ülkelerin eğitim politikalarını da etkilemiştir. Bu doğrultuda problem çözme, analitik düşünme, eleştirel düşünme, sorgulama, karar verme gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olan ve meslek hayatında başarılı bireylerin yetiştirilmesi amaçlanmaktadır. Yaşadığımız yüzyılda, birçok ülke küresel rekabette başarılı olabilmek amacıyla eğitim politikasını da bu doğrultuda revize etmiştir. Ülkemizde de fen bilimleri öğretim programı, 2018 yılında bu felsefeye göre yeniden güncellenmiştir. 21. yüzyıl becerileri olarak da adlandırılan bu becerilerin gelişiminin sağlanması eğitim ortamlarında tasarım odaklı düşünme gibi güncel öğrenme yaklaşımlarına yer verilmesi ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü tasarım odaklı düşünme, öğrencilerin 21. yüzyılda başarılı olmalarına katkıda bulunup, günümüzde ihtiyaç duyulan 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini sağlamaktadır (Carroll, 2014; Noweski, Scheer, Büttner, von Thienen, Erdmann & Meinel, 2012; Rotherham & Willingham, 2009).

Ülkemizde Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2018 yılında yayımlanan 2023 Eğitim Vizyonu belgesinde öğrencilerin üretim yapmasına, tasarlamasına, el becerilerinin geliştirilmesine, etkileşimli çalışmalarına, meslekleri tanımalarına odaklanılmış ve bu doğrultuda bilim, sanat, kültür ve spora yönelik Tasarım-Beceri Atölyelerinin kurulmasına önem verileceği belirtilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda ise, tasarım odaklı düşünme yaklaşımı direkt geçmemekte olup, dolaylı olarak ifade edilmektedir. Programda tasarım odaklı düşünme yaklaşımı; "Mühendislik ve Tasarım Becerileri", "Empati", "İnovasyon Yapabilmek", "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" gibi anahtar kavramlarla belirtilmektedir.

Fen bilimleri öğretim programının vizyon ve amaçlarının yerine getirilmesinde öğretmenlere büyük görevler düşmektedir. Dolayısıyla öğretmenlerin eğitim ortamlarında tasarım odaklı düşünme gibi güncel yaklaşımlara yer vermesi gerekmektedir. Bu sebeple, fen bilimleri öğretmenlerinin belirtilen öğrenme yaklaşımları hakkındaki pedagojik bilgilerinin ne düzeyde olduğu ve kaynaklarının ne derece yeterli olduğu önem arz etmektedir. İlgili literatürde, tasarım odaklı düşünme yaklaşımını uygulamanın önünde bazı engellerin olduğu belirtilmektedir. Örneğin, tasarım odaklı düşünmeyi uygulamak için öğrenme-öğretme araçlarının ve eğitim programlarının eksik olduğu ve geliştirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Aydemir, 2019; Canestraro, 2017; Philloton & Miller, 2011). Dolayısıyla belirtilen bu eksiklikler, tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması hususunda engel teşkil etmektedir. Bu bağlamda, tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasındaki zorlukların üstesinden gelmek için öğretmen eğitime de önem verilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Carroll, 2014; Kwek, 2011).

Özetle, bu araştırmanın yapılmasındaki temel sebepler; tasarım odaklı düşünme yaklaşımı konusunda öğretmenlerin gerekli pedagojik bilgilerinin eksik olması ve bu konuda sınırlı kaynağa sahip olmalarıdır (Aydemir, 2019; Canestraro, 2017; Carroll, 2014; Kwek, 2011; Philloton ve Miller, 2011). Bu araştırmanın yapılma sebeplerinden biri de ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin soyut ve öğrenilmesi zor kavramlar içeren 'Enerji Dönüşümleri' konusunu tasarım odaklı düşünme yaklaşımı aracılığıyla etkili ve kolay bir şekilde öğrenmelerine katkı sağlamaktır. Yukarıda belirtilen gerekçeler dikkate alındığında, tasarım odaklı düşünme yaklaşımının sınıf ortamında uygulanabilmesi için öğretmenlere rehber olacak materyallerin, ünite planlarının, modüllerin geliştirilmesinin önem arz ettiği ifade edilebilir. Belirtilen eksiklikler doğrultusunda mevcut araştırmada 'Enerji Dönüşümleri' konusunda tasarım odaklı düşünme yaklaşımına dayalı bir modül geliştirilmiş, etkinlik planları hazırlanmış ve ortaokul 7. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır. Bu sebeple, araştırmanın geliştirilen modülün öğretmenlere ve araştırmacılara tasarım odaklı düşünme yaklaşımının nasıl uygulanacağı konusunda rehberlik etmesi açısından önem arz ettiği düşünülmektedir. Ayrıca bu araştırmanın öğrenme ortamlarında tasarım odaklı düşünme yaklaşımına yer verme; öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal öğrenmelerinin

gelişimini değerlendirme, bu yaklaşımla ilgili görüşlerini ve deneyimlerini inceleme konusunda yapılacak olan araştırmalara yol göstermesi açısından da önemli olduğu söylenebilir.

1.4 Sayıtlar

Mevcut araştırma kapsamında;

- Öğrencilerin ölçme araçlarına gerçek durumlarını yansıtacak şekilde katılım sağladıkları kabul edilmiştir.
- Fen bilimleri öğretmenin, uygulamaları sahip olduğu bilgi ve tecrübe doğrultusunda yaptığı kabul edilmiştir.

1.5 Sınırlılıklar

Mevcut araştırma;

- 2019-2020 eğitim-öğretim dönemi güz yarıyılı ile sınırlıdır.
- Araştırma kapsamındaki öğrenme ortamı, 'Enerji Dönüşümleri' konusundaki kazanımlarla sınırlıdır.

1.6 Tanımlar

Model Tabanlı Açıklamalar. Öğrencilerin modellemeye bağlı olarak yaptıkları bilimsel açıklamalardır.

Tasarım Odaklı Düşünme. Problemlere empati yoluyla ve insan odaklı bir düşünceyle çözüm üretmeye yönelik bir yaklaşımdır.

2.1 Tasarım Odaklı Düşünme

2.1.1 Tasarımın Tanımı

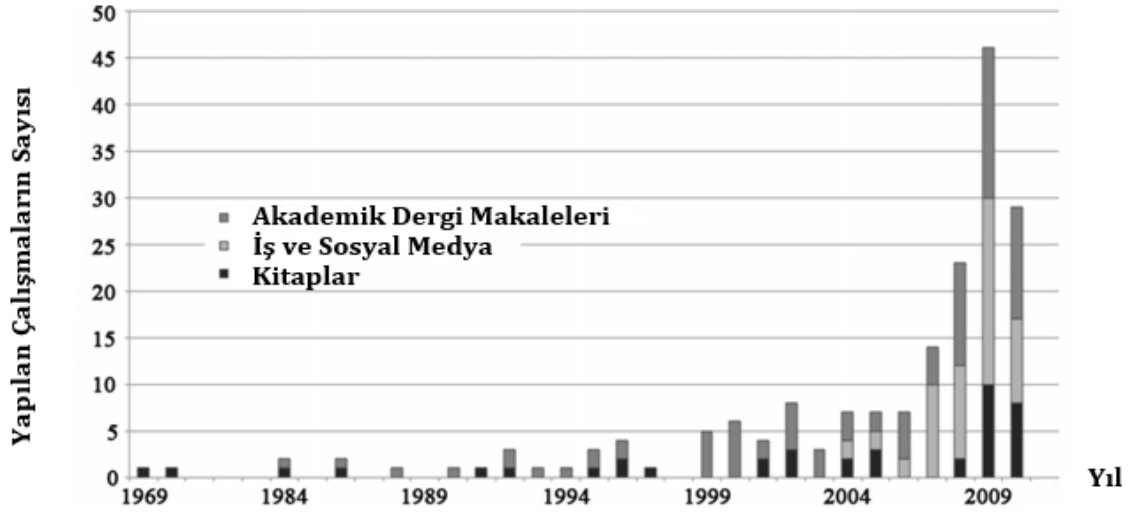
Tasarım kelimesi çoğunlukla mühendislik, mimarlık ve sanat gibi alanlarda kullanılmakla birlikte, tasarım ve tasarım süreci hayatın her alanında karşımıza çıkmaktadır (Özekin, 2006). Tasarım hem bilimdir hem de sanattır (Şahin, 2019). Tasarım kavramı, Türkçe’de *“bir yapının, bir makinenin çeşitli bölümlerini gösteren çizim”* anlamında kullanılan ‘tasar’ ve ‘tasarı’ köklerine dayanmaktadır (Püsküllüoğlu, 2004: 1289). Türk Dil Kurumu Sözlüğüne göre tasarım: *“1. Bir sanat eserinin, yapının veya teknik ürünün ilk taslağı, tasar çizim, dizayn: Kentsel tasarım, çevre tasarımı. 2. Bir araştırma sürecinin çeşitli dönemlerinde izlenecek yol ve işlemleri tasarlayan çerçeve, tasar çizim, dizayn.”* şeklinde açıklanmaktadır (Türk Dil Kurumu [TDK], 2020). Tasarım, mühendislik tasarımı ile elde edilen ürün olarak da ifade edilmektedir (Ericson, Bergström, Larsson & Törlind, 2009).

Yapılan tasarımlar; süreç tasarımı, mekan tasarımı, ürün tasarımı, hizmet, strateji ya da eğitim sistemi tasarımı şeklinde olabilmektedir. Tasarım, teknik problemlerin çözümlerinde başarılı olma ve kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik ürünler geliştirme imkanı verir (Aydemir, 2019). Dolayısıyla tasarımın muhtevasını da kullanıcıların/hedef kitlenin özellikleri ve ihtiyaçları belirler. Kullanıcıların ihtiyaçlarının ve özelliklerinin belirlenmesinde empatiden yararlanılarak gözlem ve görüşme yapılabilir. Bunun yanı sıra tasarımların yapılmasında kullanılan bazı yaklaşımlar bulunmaktadır. Problem çözmeye dayalı, insan merkezli ve empati odaklı olan tasarım odaklı düşünme de bu yaklaşımlardan biridir.

2.1.2 Tasarım Odaklı Düşünmenin Tarihçesi, Tanımı ve Özellikleri

Tasarım odaklı düşünme kavramı, ilk kez Harvard Üniversitesi mimarlık profesörü Peter G. Rowe tarafından 1987 yılında “Design Thinking” başlıklı kitabında tanımlanmıştır (Aflatoony, 2015; Cabello Llamas, 2015). IDEO inovasyon danışmanlık şirketi kurucusu David Kelley ve başkanı Tim Brown da 'Tasarım Odaklı Düşünme' nin mucitleri ve bu yaklaşıma resmiyet kazandıran kişilerin arasında yer almaktadır (Efeoglu, Møller, Sérié & Boer, 2013). Tasarım odaklı düşünmeye yönelik kavramların ve teorilerin kavramsallaştırılmasında Herbert Simon, Nigel Cross, Richard Buchanan, Donald Schön, Tim Brown gibi kuramcılar önemli bir rol oynamışlardır (Aflatoony, 2015; Koh, Chai, Wong & Hong, 2015). Bunun yanı sıra tasarım odaklı düşünme yaklaşımı, Stanford Üniversitesi tarafından popüler hale getirilmiştir (Cabello Llamas, 2015; Yang, 2018). Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının büyük destekleyicileri arasında, IDEO inovasyon şirketi ile yakın işbirliği içinde çalışan SAP ve Apple da bulunmaktadır. Bu kapsamda, SAP'ın kurucu ortağı Hasso Plattner, tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması için biri Stanford'da, diğeri Potsdam'da olmak üzere iki proje kampüsüne yatırım yapmıştır (Efeoglu, Møller, Sérié & Boer, 2013).

Kimbell (2011), tasarım odaklı düşünmenin tarihçesinin karmaşık olduğunu, 1960'lı yıllara dayandığını ve 1960'lı yıllarda araştırmacıların tasarımcıların nasıl tasarladıklarına odaklandıklarını belirtmektedir. Şekil 2.1'de de görüldüğü gibi, tasarım odaklı düşünme ile ilgili çalışmalar Simon'un 1969 yılında tasarımın doğasıyla ilgili yaptığı temel çalışmalardan başlamış ve sonrasında konu ile ilgili çalışmalar artış göstermiştir. Ayrıca konu ile ilgili yapılan çalışmaların sayısının 2009'da yüksek bir noktaya ulaştığı görülmektedir (Johansson-Sköldberg, Woodilla & Çetinkaya, 2013).



Şekil 2.1 Türlerine göre tasarım odaklı düşünme ile ilgili yapılan yayınların zaman çizelgesi (Johansson-Sköldberg vd., 2013)

Kimbell (2011), tasarım odaklı düşünme kavramının tanımlanması hususunda literatürde yapılan katkıları üç kategoride özetlemiştir. Tablo 2.1’de de görüldüğü gibi Kimbell (2011) tasarım odaklı düşünme yaklaşımının gelişimini şu üç kategoride ele almıştır: Bilişsel bir düşünme biçimi olarak tasarım odaklı düşünme, tasarımın genel bir teorisi olarak tasarım odaklı düşünme, kuruluşlara yönelik bir kaynak olarak tasarım odaklı düşünme. Bu doğrultuda literatürde tasarım odaklı düşünmenin hem bir düşünme biçimi hem bir tasarım teorisi hem de kuruluşlara yönelik bir kaynak olarak ele alındığı belirtilebilir.

Tablo 2.1 Tasarım odaklı düşünmeyi tanımlamanın farklı yolları (Kimbell, 2011)

	Bilişsel bir düşünme biçimi olarak tasarım odaklı düşünme	Tasarımın genel bir teorisi olarak tasarım odaklı düşünme	Kuruluşlara yönelik bir kaynak olarak tasarım odaklı düşünme
Anahtar Metinler	Cross 1982; Schön 1983; Rowe [1987] 1998; Lawson 1997; Cross 2006; Dorst 2006	Buchanan 1992	Dunne & Martin 2006; Bauer & Eagan 2008; Brown 2009; Martin 2009
Odak	Bireysel tasarımcılar, özellikle uzmanlar	Alan olarak veya disiplin olarak tasarım	İnovasyona ihtiyaç duyan işletmeler ve diğer kuruluşlar

Tablo 2.1. Tasarım odaklı düşünmeyi tanımlamanın farklı yolları (devamı)

Tasarımın Amacı	Problem çözme	Çözülmesi zor problemlerin üstesinden gelmek	İnovasyon
Anahtar Kavramlar	Bir zeka biçimi olarak tasarım yeteneği; yansıtıcı bir eylem; tutsak edici düşünme (abductive thinking)	Tasarımın kendine özgü bir konusu yoktur.	Görselleştirme, prototip oluşturma, empati, bütünleştirici düşünme, tutsak edici düşünme (abductive thinking)
Tasarım Problemleri nin Doğası	Tasarım problemleri, çözülmesi zor problemler (ill-structured) olup problem ve çözüm birlikte gelişmektedir.	Tasarım problemleri çözülmesi zor/kötü problemlerdir (wicked problems).	Kuruluşlara yönelik sorunlar tasarım problemleridir.
Tasarım uzmanlığı ve faaliyet alanları	Geleneksel tasarım disiplinleri	Tasarımın dört usulü	Sağlık hizmetlerinden temiz suya erişime kadar herhangi bir bağlam (Brown & Wyatt 2010)

Kimbell'in (2011) yanı sıra Johansson-Sköldberg vd. (2013) de tasarım odaklı düşünme ile ilgili temel çalışmaları incelemiş ve bu konudaki beş temel söylemi karşılaştırmışlardır. Tablo 2.2'de beş temel söylem ayrıntılı bir şekilde kıyaslanmıştır.

Tablo 2.2 Tasarım odaklı düşünme ile ilgili beş temel söylemin karşılaştırılması (Johansson-Sköldberg vd., 2013)

Kurucu	Alan	Epistemoloji	Temel Kavram
Simon	Ekonomi ve siyaset bilimi	Rasyonalizm	Yapay bilim (The science of the artificial)

Tablo 2.2. Tasarım odaklı düşünme ile ilgili beş temel söylemin karşılaştırılması
(devamı)

Schön	Felsefe ve müzik	Pragmatizm	Yansıtıcı eylem
Buchanan	Sanat tarihi	Postmodernizm	Çözülmesi zor problemler
Lawson & Cross	Tasarım ve mimari	Pratik bir bakış açısı	Tasarımcı olarak bilme yolları (Designerly ways of knowing)
Krippendorff	Felsefe ve semantik	Yorumlama	Anlam üretme

Tablo 2.2’de de görüldüğü gibi tasarım odaklı düşünme ile ilgili teorik perspektifler, parantez içerisinde belirtilen temel çalışma(lar) ile belirlenen beş alt söylem olarak kategorize edilmektedir (Johansson-Sköldberg vd., 2013):

- 1- Tasarımın eserlerin üretilmesi olarak düşünülmesi (Simon, 1969).
- 2- Yansıtıcı bir uygulama olarak tasarım (Schön, 1983).
- 3- Tasarımı bir problem çözme faaliyeti olarak düşünmek (Buchanan, 1992; Rittel & Webber, 1973).
- 4- Tasarımı akıl yürütmenin/anlamlandırmanın bir yolu olarak düşünmek (Cross, 2006;2011; Lawson, 2006 [1980]).
- 5- Tasarımı anlam üretmek olarak düşünmek (Krippendorff, 2006).

21. yüzyıl öğrenme yaklaşımı olarak görülen tasarım odaklı düşünme, inovasyona ve fikirleri görselleştirme yoluyla problemleri çözmeye yönelik insan merkezli ve yinelemeli/tekrarlı bir süreçtir (Carroll, 2015; Chesson, 2017). Tasarım odaklı düşünme yaklaşımı, fikir üretme ve bu fikre yönelik prototip geliştirme yoluyla buluş ortaya koymaya ilişkin bir aşamalar dizisi olarak tanımlanmaktadır (Melles, Anderson, Barrett & Thompson-Whiteside, 2015). von Thienen, Meinel ve Nicolai’ye (2014) göre ise tasarım odaklı düşünme yaklaşımı, problemleri anlamak ve onlara yenilikçi çözümler üretmeye yönelik bir yöntemdir. Tasarım odaklı düşünme, yapıcı ve yaratıcı (sıra dışı) bir çözüme götüren bir yansıma süreci

olarak da ifade edilmektedir (Mahil, 2016). Bunun yanı sıra tasarım odaklı düşünme yaklaşımı, insanların ihtiyaçlarını keşfetmek ve yenilikçi çözümler üretmek için de kullanılan bir yöntemdir (Şahin, 2019). Belirtilen açıklamalar doğrultusunda tasarım odaklı düşünme yaklaşımında; görselleştirmeye, inovasyona, fikir üretmeye, problem çözmeye, insan merkezli düşünmeye, yansıtıcı eylemlere, kullanıcıların ihtiyaçlarının karşılanmasına ve ürün geliştirmeye odaklanıldığı belirtilebilir. Bununla birlikte literatürde de tasarım odaklı düşünme yaklaşımının Şekil 2.2’de belirtilen özelliklere sahip olduğu ifade edilmektedir (Braha & Reich, 2003; Canestraro, 2017; Chesson, 2017; Henriksen, 2017; IDEO, 2012; Johansson-Sköldberg vd., 2013; Özekin, 2006):



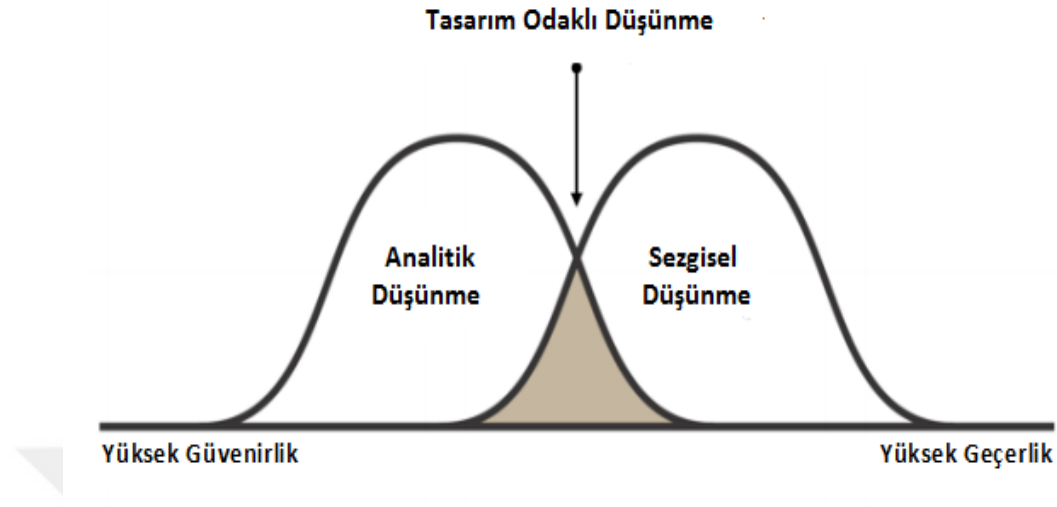
Şekil 2.2 Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının özellikleri

2.1.3 Eğitimde Tasarım Odaklı Düşünme Yaklaşımı

Tasarım odaklı düşünme yaklaşımı sağlık alanında (Chan, 2018; Eines & Vatne, 2018), beden eğitimi ve spor alanında (Armstrong & Johnson, 2019), politikada (Mintrom & Luetjens, 2016), yemek tasarımı (Zampollo & Peacock, 2016), iş dünyasında (Carr, Halliday, King, Liedtka & Lockwood, 2010; Lockwood, 2010), pazarlama alanında (Schiele & Chen, 2018) kullanılmaktadır. Günümüzde eğitimde de tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasının gerekliliğine yönelik çalışmalar (Scheer, Noweski & Meinel, 2012; Vanada, 2014) yapılmaktadır. Günümüz dünyasında okulöncesi dönem de dâhil olmak üzere okullarda, “tasarım odaklı düşünme”, “tasarım”, “tasarım süreci” tasarım temelli öğrenmenin kavramları arasında öğretim programlarında yer almaktadır (Özekin, 2006). Çünkü yaşadığımız yüzyılda meydana gelen paradigma değişimleri ile birlikte, öğrencilerin problem çözme, etkili iletişim, üretken olma, yenilikçi olma, eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerileri ile donatılmasına yönelik bir talep vardır. Bu nedenle, bu tür becerilerin gelişimini kolaylaştırmak için eğitim sistemleri giderek daha fazla talep görmektedir (Scheer vd., 2012). Bu doğrultuda belirtilen becerilerin gelişimini kolaylaştırmak için öğrenme ortamlarında tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasına önem verilmektedir. Çünkü tasarım odaklı düşünme, öğrenme ve öğretme sürecinde de anahtar bir role sahip olup (Norton & Hathaway, 2015) öğretmenlere disiplinlerarası öğretim uygulamaları için rehber bir çerçeve görevi görmektedir (Henriksen, 2017). Ayrıca eğitimde tasarım odaklı düşünmeye yönelik uygulamalar, öğrencilerin 21. yüzyılda başarılı olmasına ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine katkı sağlamaktadır (Anderson, 2012; Cook & Bush, 2018; Retna, 2016; Rotherham & Willingham, 2009).

Tasarım odaklı düşünmenin amacı, bireylerin yaratıcı düşünme (sıra dışı düşünme) becerilerini geliştirerek, inovasyonu teşvik etmektir (Aflatoony, 2015; Mahil, 2016). Johansson-Sköldberg vd. (2013) de, tasarım odaklı düşünmenin yenilikçi ve yaratıcı (sıra dışı) olmanın en iyi yolu olduğunu belirtmişlerdir. Tasarım odaklı düşünmenin uygulanmasındaki amaçlardan biri de öğrencilerin açık fikirli bir mucit olmalarına katkıda bulunmaktır (Mahil, 2016). Bununla

birlikte tasarım odaklı düşünme, Şekil 2.3'te de görüldüğü gibi analitik düşünme ve sezgisel düşünmeyle de meşgul olmayı sağlar (Henriksen, 2017).



Şekil 2.3 Tasarım odaklı düşünme, analitik düşünme ve sezgisel düşünme (Henriksen, 2017)

Tasarım odaklı düşünme yaklaşımı, deneysel öğrenme yoluyla öğrencilerin öğrenme deneyimlerini ve kavramsal anlayışlarını geliştirmektedir (Canestraro, 2017; Cook & Bush, 2018; Kwek, 2011). Tasarım odaklı düşünme yaklaşımı sayesinde yaratıcı düşünme (sıra dışı düşünme) ile fikirler üretilmekte, eleştirel düşünme ile fikirler değerlendirilmekte ve bu yaklaşım yüksek seviyede üretken düşünmeyi ortaya çıkarmaktadır (Özekin, 2006). Tasarım odaklı düşünme, öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini, takım çalışması becerilerini, sosyal gelişimlerini ve akademik performanslarının gelişimini de desteklemektedir (Girgin, 2019). Bunun yanı sıra tasarım odaklı düşünmenin sunduğu çıktılar arasında kullanıcıların ihtiyaçlarını anlamak ve karşılamak, farklı bir düşünce ve yenilik yoluna sahip olmak (Retna, 2016), gerçek dünya deneyimi, iletişim ve işbirliği sağlamak (Crane, 2018), pratik deneyimi geliştirmek, öğrenmeye yönelik motivasyonu artırmak, görsel tasarımı ayarlamayı sağlamak (Yang, 2018), çözüm üretmeyi, üretilen çözümün kalitesini artırmayı sağlamak ve okulda edinilen bilgileri gerçek yaşamla ilişkilendirmek (Mahil, 2016) de yer almaktadır. Ayrıca tasarım odaklı düşünme, süreç temelli öğretim uygulamaları içermekte ve

öğrencilerin yeni karşılaştıkları bilgilerle önceden var olan bilgiler arasında çok sayıda bağlantı kurmalarını sağlamaktadır (Özekin, 2006).

Tasarım odaklı düşünme önemli çıktılar sunmasına rağmen eğitimde yeni bir yaklaşım olduğu için bu yaklaşımın uygulanması ile ilgili yapılan çalışmaların sayısı oldukça azdır (Henriksen, Richardson & Mehta, 2017; Razzouk & Shute, 2012). Tasarım odaklı düşünmenin eğitimde uygulanması ile ilgili çalışmalardan biri Painter (2018) tarafından yapılmış ve öğretmenlerin ortaokul düzeyindeki matematik derslerinde tasarım odaklı düşünmeyi uygulamaya yönelik algıları incelenmiştir. Painter, sonuç olarak öğretmenlerin tasarım odaklı düşünmeyi, öğrencilerin matematik kavramlarını etkili öğrenmelerini sağlayan bir yaklaşım olarak gördüklerini belirlemiştir.

Başka bir çalışmada Özekin (2006), özel bir ilköğretim okulunda uygulanan tasarım odaklı düşünme yaklaşımını değerlendirmiştir. Araştırmanın verileri, üstün yetenekli olduğu tespit edilen ve 2., 3., 4., 5. ve 6. sınıfta öğrenim gören 83 öğrenciye 'yaratıcı yazılı etkinlik, yaratıcı çizim etkinliği ve üç boyutlu tasarım adı altında üç grupta toplanan etkinliklerin' uygulanmasıyla elde edilmiştir. Sonuç olarak, yazılı yaratıcı etkinlik, yazılı çizim etkinliği ve üç boyutlu tasarım arasında pozitif ve yüksek düzeyde korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tasarımcı düşünme becerilerinin yaşa ve cinsiyete göre anlamlı farklılık göstermediği, yetenek düzeylerinde ise anlamlı farklılık gösterdiği belirlenmiştir.

Aflatoony ve Wakkary (2015), bir tasarım odaklı düşünme programı geliştirmiş ve lise öğrencilerine uygulamışlardır. Uygulamalarını 5 öğretmen ve 39 öğrenciyle gerçekleştirmişlerdir. Öğretmenlerle ve öğrencilerle yaptıkları görüşmelerden elde ettikleri bulgular, derslerde tasarım odaklı düşünmeye yer vermenin yararlı olduğunu ve bu yaklaşımın öğrencilerin günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmede daha dikkatli kararlar almalarını sağladığını göstermiştir. Ayrıca bulgular, olayları sözel olarak açıklamak yerine etkileşimli ve görsel tabanlı bir öğretim gerçekleştirmenin öğrencilerin kendilerine verilen görevleri daha hızlı ve etkili bir şekilde yerine getireceğine yardımcı olacağını göstermiştir. Bunun yanı sıra tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin edindikleri bilgileri farklı bağlamlara transfer etmelerini sağladığını tespit etmişlerdir (Aflatoony & Wakkary, 2015).

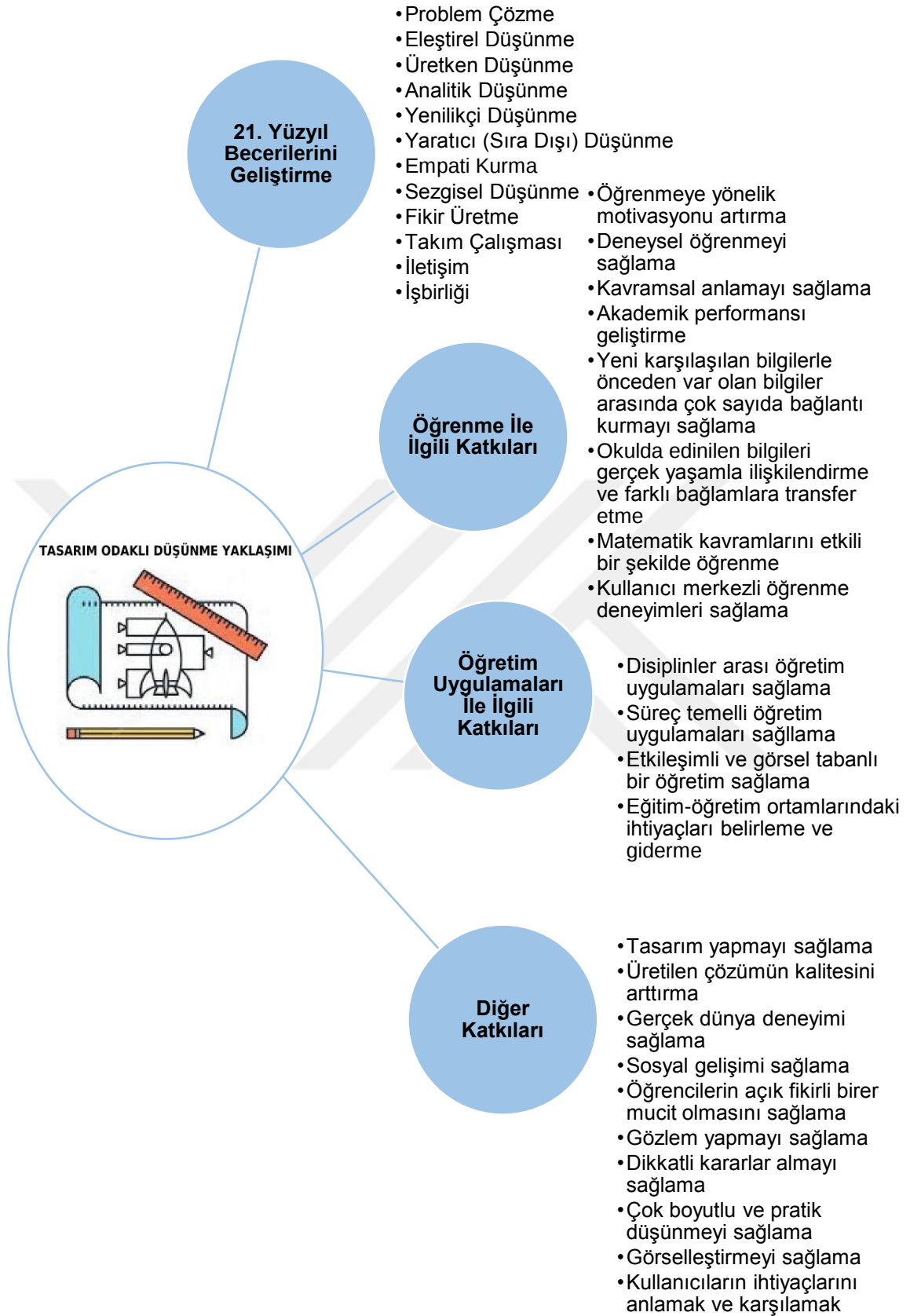
Bir diğerk çalışmada Retna (2016), Singapur okullarında tasarım odaklı düşünme yaklaşımını uygulayan bir öğretmen alılarını, deneyimlerini ve yaşadığı zorlukları inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışmasını kullanmış ve veri toplama aracı olarak görüşme ve katılımlı gözlemden yararlanmıştır. Bulgular, öğretmenlerin alılarına göre tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği becerilerini geliştirmeye yardımcı olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, tasarım odaklı düşünmenin geleneksel öğretimden farklı olduğunu ve yeni bir öğrenme ve öğretme yaklaşımının uygulanmasının zor olduğunu, bu yaklaşıma yönelik kaynakların yetersiz olduğunu ve uygulamada zaman yetersizliği sorununun yaşandığını göstermektedir.

Girgin (2019), öğretmenlerin tasarım odaklı düşünme eğitimi hakkındaki bilişsel yapılarını ve kavramsal değişimlerini belirlemek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Tarama modelinde gerçekleştirdiği çalışmasında ilkokul, ortaokul ve liselerde görev yapan farklı branşlardaki 32 (16 erkek, 16 kadın) öğretmen ile çalışmıştır. Bu doğrultuda öğretmenlere tasarım odaklı düşünme yaklaşımına yönelik eğitim vermiştir. Araştırmanın veri kaynağı olarak kelime ilişkilendirme testi, eğitimden önce ve eğitimden sonra olmak üzere toplamda iki kere kullanılmıştır. Sonuç olarak, son testte verilen cevaplarda anahtar kavrama ilişkin üretilen kelime sayısı artış göstermiş, kavramsal değişim açısından olumlu bir değişim meydana gelmiş ve kavram yanlışlarının sayısı azalmıştır.

Girgin (2020); ilkokul, ortaokul ve liselerde görev yapan 15 farklı branştan 32 öğretmenle tasarım odaklı düşünme yaklaşımına yönelik etkinlikler gerçekleştirmiş ve onların bu yaklaşımla ilgili görüşlerini incelemiştir. Çalışmasını durum çalışması şeklinde tasarlamış ve verileri yarı yapılandırılmış görüşme aracılığıyla toplamıştır. Sonuç olarak öğretmenler derslerde tasarım odaklı düşünme yaklaşımını nasıl uygulayacaklarını, bu yaklaşımın aşamalarını ve tasarım yapmanın mantığını öğrendiklerini; empati kurma, fikir üretme aşamalarında ve zaman planlaması konusunda zorlandıklarını belirtmişlerdir.

Aydemir'in (2019) yaptığı çalışmanın temel amacı ise, sosyal bilgiler alanında tasarım odaklı düşünme yaklaşımını uygulamak ve bu yaklaşımın sosyal bilgiler

dersinde uygulanması sürecindeki ihtiyaçları/sorunları belirlemek, bu sorunlara ve ihtiyaçlara mler sunmaktır. Karma yöntem olarak tasarlanan çalışmada sosyal bilgiler ğretmen adayları, sosyal bilgiler öğretmenleri, ğretim yeleri ve ortaokul öğrencileri ile çalışılmıştır. Sonuçlar, üç temel zorluğun yaşandığını göstermektedir: Materyal ve etkinlik eksikliğı ve içerikte öğrencilerin bilmediğı çok fazla kelimenin yer alması. Çalışmada belirlenen bu eksikliklere yönelik m nerileri geliştirilmiştir. Bu doğrultuda etkinlikler geliştirilip uygulanmıştır. Bununla birlikte yapılan uygulamalar sonrasında tasarım odaklı düşünmenin pratik tasarımlar yapmaya ve eğitim-ğretim ortamlarındaki ihtiyaçları belirlemeye olanak tanıdığı, problemleri belirlemede etkili bir yaklaşım olduğı ve empati, gözlem, pratik düşünme, çok boyutlu düşünme becerilerini geliştirmeye katkı sağladığı belirlenmiştir. Yukarıda açıklanan çalışmalar doğrultusunda tasarım odaklı düşünme yaklaşımının sunduğı katkılar şekil 2.4'te özetlenmiştir.



Şekil 2.4 Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının katkıları

Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının yukarıda belirtildiği gibi birçok katkısı olmakla birlikte bazı zorlukları da bulunmaktadır. Valentim, Silva ve Conte'ye (2017) göre tasarım odaklı düşünmenin uygulanmasında zorluk yaşanan hususlar şunlardır: Kullanıcıların ihtiyaçlarını anlamada zorluk yaşama, empati kurmada zorluk yaşama, takım olarak tartışmada ve fikir birliğine varmada zorluk yaşama. Retna (2016) tasarım odaklı düşünmenin geleneksel öğretimden farklı ve yeni bir yaklaşım olduğu için uygulanmasının zor olduğunu, bu yaklaşım ile ilgili kaynakların, materyallerin yetersiz olduğunu, takım çalışmasının zor olduğunu, sınıf mevcudunun fazla olması durumunda bu yaklaşımı uygulamanın zor olduğunu ve uygulamada zaman yetersizliği sorununun yaşandığını belirtmiştir. Girgin'in (2020) yaptığı çalışmada ise öğretmenler, empati kurma ve fikir üretmenin zor olduğunu ve zaman planlaması yapma konusunda zorlandıklarını belirtmişlerdir. Literatürdeki bu araştırmalar doğrultusunda tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması sürecinde karşılaşılan zorluklar Şekil 2.5'te özetlenmiştir.



Şekil 2.5 Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması sürecinde karşılaşılan zorluklar

Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının eğitimde uygulanması sürecinde bazı faktörlere dikkat edilmesi gerekmektedir. Bu faktörler şu şekilde ifade edilebilir:

Grupların oluşturulması, grupların çalışacağı mekânın hazırlanması, yapılacak çalışmalar için gerekli olan materyallerin hazırlanması (Ferhatoğlu, 2015). Bu bağlamda oluşturulacak gruplardaki öğrenci sayısının 2-5 arasında olmasına, gruplarda farklı özelliklerdeki öğrencilerin olmasına, gruptaki öğrencilerin rollerinin belirlenmesine, grup üyelerinin toplanacakları yerin belli olmasına, önceden yaptıkları çalışmaların ulaşılır olmasına ve ihtiyaç duyulan materyallerin (renkli post-itler, kalemler, çizimi yapacakları kağıtlar, prototip yapımı için gerekli materyaller) hazır olmasına önem verilmelidir (Ferhatoğlu, 2015).

2.1.4 Tasarım Odaklı Düşünen Bireylerin Özellikleri

Tasarım odaklı düşünen bireylerin özelliklerinin belirlenmesi, bu bireylerin problemleri çözme sürecinde nasıl düşündüklerini, problemlere nasıl bir yaklaşım sergilediklerini ve tasarım odaklı düşünmenin doğasını anlamaya yardımcı olur (Razzouk & Shute, 2012). Brown'a (2008) göre tasarım odaklı düşünen bireylerde empati, bütünleştirici düşünme, iyimserlik, deneysellik ve işbirliği özellikleri bulunmaktadır. Löwgren ve Stolterman'a (2004) göre tasarım odaklı düşünen bireyler; muhakeme yapabilmeli, neyin önemli olduğunu belirleyebilmeli, gerçek ihtiyaçları ayırt edebilmeli ve keşfetme sürecinde verimli yönleri tespit edebilmelidir.

Owen'e (2007) göre tasarım odaklı düşünen bireyler; yaratıcılık (sıra dışı düşünme), insan merkezli odak, çevre odaklı kaygı, görselleştirebilme yeteneği, iyimserlik, uyarlanabilirlik için önyargı, çok işlevliliğe yönelik yatkınlık, sistemik vizyon, kapsamlı genel kültür bilgisi, takım çalışmasına ilgili olma gibi özelliklere sahiptir. Cassim (2013) ise tasarımcıların özelliklerini şu şekilde belirtmiştir:

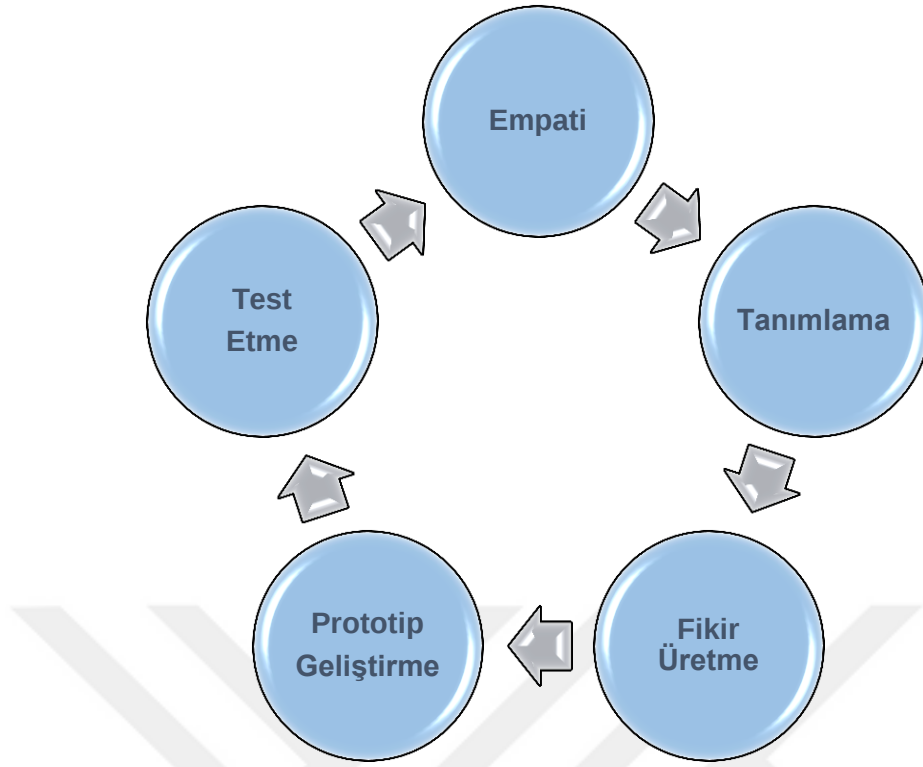
- ✓ Tasarımcılar, sorun odaklı olmaktan ziyade çözüm odaklıdır.
- ✓ Tasarımcılar, problemlerini eldeki probleme özgü bir şekilde çerçeveler.
- ✓ Tasarımcılar, senteze odaklanırlar.
- ✓ Tasarımcılar, iyi tanımlanmamış sorunların üstesinden gelir ve bunları çözer.
- ✓ Tasarımcılar; sözel olmayan görsel dili araç olarak kullanır.
- ✓ Tasarımcılar, ileriye dönük düşünme yöntemi kullanır.

- ✓ Tasarımcılar, sürekli değerlendirme ve yansıtma yapar.
- ✓ Tasarımcılar, soruna yönelik geniş bir sistem yaklaşımı benimser.
- ✓ Tasarımcılar, insan merkezli bir yaklaşım benimser.
- ✓ Tasarımcılar, bütünleştirici ve işbirlikçi bir ekip temelli yaklaşım benimser.

2.1.5 Tasarım Odaklı Düşünme Modelleri

Eğitimde tasarım odaklı düşünmenin uygulanmasında, bu yaklaşıma uygun olarak geliştirilen modellerden yararlanılabilir. Literatürde tasarım odaklı düşünmeye yönelik birçok model geliştirilmiştir. Örneğin IDEO tarafından 3I Modeli (Inspiration, Ideation, Implementation) ve HDC Modeli (Hear, Create, Delivering) geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra Stanford d.school modeli de tasarım odaklı düşünmeye yönelik geliştirilen en önemli modellerden biridir. Mevcut araştırmada da etkinliklerin geliştirilmesinde ve uygulanmasında Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modeli (Şekil 2.6) kullanılmıştır.

Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modeli, empatiye vurgu yapan sistematik bir yaklaşım olup 5 aşamadan oluşmaktadır: Empati, tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme ve test etme (Canestraro, 2017). Bu model, Şekil 2.6'da da görüldüğü gibi son ürünü geliştirmek ve iyileştirmek için farklı aşamalar arasında sürekli bir yinleme/tekrarlama işlemi sağlar. Öğrencilerin kavramsal anlayışlarının ve model tabanlı açıklamalarının gelişimi için de lineer süreçler yerine yinelenen/tekrarlı süreçlerin olması gerekmektedir (Nordine, Krajcik & Fortus, 2011; Zangori, 2015). Bundan dolayı mevcut araştırmada yinelenmeli bir model olan Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modeli kullanılmıştır.



Şekil 2.6 Tasarım odaklı düşünme sürecinin aşamaları (Stanford d.school'dan adapte edilmiştir.)

Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modelindeki aşamaların açıklamaları ise şu şekildedir (Aflatoony, 2015):

Empati (Empathize): Empati kurma, tasarım için sunulan zorluklar bağlamında insanları, düşüncelerini, fiziksel ve duygusal ihtiyaçlarını anlamak için yapılan çalışmaları kapsamaktadır.

Tanımlama (Define): Problemi tanımlama sürecinde, anlamlı ve eyleme dönüştürülebilir bir problem cümlesi oluşturulur.

Fikir Üretme (Ideate): Bu aşamada problemi çözmek için beyin fırtınası yoluyla fikirler üretilir. Bu süreçte fikir üretmeye odaklanıldığı için yenilikçi çözümlerin üretilmesine katkı sağlanır.

Prototip Geliştirme (Prototype): Prototip, nihâi çözüme ulaşma sürecinde gerekli soruları cevaplamak için tasarlanır.

Test Etme (Test): Test etme aşamasında, geliştirilen prototipler hakkında kullanıcılardan geri bildirim alınır. Bu aşama, ürünün geliştirilmesine ve iyileştirilmesine olanak sağlar.

2.2 Modelleme ve Model Tabanlı Açıklamalar

Bilimsel okuryazarlığı geliştirmek amacıyla, öğrencilerin temel kavramlarla ilgili kavramsal anlayışlarının gelişimi için bilimsel uygulamalarla meşgul olmaları gerekmektedir (NRC, 2012). Öğrencilerin temel kavramlarla ilgili kavramsal anlayışlarını geliştiren temel bilimsel uygulamalardan biri de modellemedir (Zangori, 2015). Modeller, doğal sistemlere ilişkin gösterimler olup her yaştan öğrenciyi doğal dünyayı öğrenmede desteklemektedir (Forbes, Vo, Zangori & Schwarz, 2015). Bilimsel modelleme zor bir uygulama olmasına rağmen Gelecek Nesil Bilim Standartları'nda (NGSS Lead States, 2013) da modellemenin en erken yaşlarda başlaması gerektiği belirtilmektedir. Modeller, farklı amaçlarla kullanılabilir. Modellerin hangi amaçlarla kullanılabileceği aşağıda maddeler halinde belirtilmiştir (Zangori, 2015):

- Bir model, doğadaki karmaşık olayları/olguları basitleştirir. Böylece onları daha kolay anlayabilir ve inceleyebiliriz.
- Bilim insanları, doğal olayları açıklamak ve tahmin yapmak için modeller oluşturur, kullanır, değerlendirir ve gözden geçirirler.
- İnsanlar; resimler, kelimeler, matematiksel denklemler ve bilgisayar programlarıyla modeller oluşturabilir.
- Sınıfta öğrenme ve öğretme süreçlerinde, kavram öğretiminde modeller kullanılabilir. Örneğin tohumun büyümesinin anlaşılmasına yardımcı olmak için sınıfta modeller kullanılabilir.
- Modeller, fikir paylaşmak ve bu fikirleri daha iyi hale getirmek için kullanılabilir. Başka insanlardan yeni veya farklı fikirler alınabilir ve insanlar bize oluşturduğumuz modeller hakkında sorular sorduklarında kendi fikirlerimiz üzerinde düşünme fırsatımız olur.

Özellikle küçük yaşlardaki öğrenciler modellerini oluştururken öğretmenin desteğine ihtiyaç duymaktadır. Forbes, Vo, Zangori ve Schwarz'a (2015) göre öğretmenler, öğrencilerinin model geliştirmelerini kolaylaştırmak için yansıtıcı

sorulardan yararlanmalıdırlar. Yansıtıcı sorulara Tablo 2.3'te örnek verilmiştir (Forbes vd., 2015):

Tablo 2.3 Bilimsel modelleme ile meşgul olmak için sorulabilecek örnek yansıtıcı sorular

Modelleme Uygulaması	Öğrencilerin Yansıtıcı Soruları	Öğretmenlerin Öğrencileri Teşvik Etmek İçin Kullanabileceği Yansıtıcı Sorular
Modeli Kullanma	Modelim bu olgunun nasıl meydana geldiğini gösteriyor mu?	Modeliniz hangi yollarla bunun meydana geldiğini gösteriyor mu? Gerekçenizi açıklayınız.
Modeli Değerlendirme/Gözden Geçirme	- Modelim kimler içindir? - Modelim fikirlerimi bir başkasına karşı savunmama, kendimi haklı çıkarmama nasıl yardımcı olur?	[Öğrenci] modeline katılıyor musunuz? Neden?
Modeli Geliştirme	- Modelim etrafımda gördüklerimle nasıl bir ilişki içindedir? - Modelim gözlemlerimi içeriyor mu?	- Süreç her zaman bu şekilde çalışıyor mu? - Modelinizle araştırmanızdaki gözlemlerinizi arasında nasıl bir bağlantı bulunmaktadır? - Modeliniz konu ile ilgili bir olguya nasıl uygulanabilir?

Öğrencilerin modellemeye bağlı olarak yaptıkları bilimsel açıklamalar ise model tabanlı açıklamalar olarak isimlendirilmekte olup bu açıklamalarda öğrenciler, neden-sonuç ilişkisine yer verirler (Zangori, 2015). Bilimsel olgularla ilgili model tabanlı açıklamalar yapmak, bilimsel öğrenme ortamlarının “özü” dür (Harrison & Treagust, 2000; Zangori, 2015). Model tabanlı açıklamalar, öğeler (components) ve bu öğeler arasındaki bağlantılar (sequences) gibi bazı epistemik özelliklere sahiptir (Bkz. Ek E) (Zangori & Forbes, 2016). Bu yaklaşımda, öğrenciler öncelikle ön bilgileri doğrultusunda bir soruya veya probleme cevap olarak modeller ve

model tabanlı açıklamalar *geliştirirler (develop)*. Öğeler ve bağlantılar, öğrencilerin konu hakkındaki model tabanlı açıklamalarını *kullanmalarını (use)* sağlar. Öğrenciler, konu ile ilgili yeni anlayışlar geliştirdikçe ilk modellerini değerlendirir (evaluate) ve revize eder (revise) (Peel, Zangori, Friedrichsen, Hayes & Sadler, 2019). Bu durum öğrencilere modellerinin ve model tabanlı açıklamalarının değişebileceğini anlamalarını sağlar (Zangori, 2015). Geliştirme (develop), kullanma (use), değerlendirme (evaluate) ve revize etme (revise) aşamalarından oluşan ve tekrarlı olan modelleme döngüsü öğrencilerin kavramsal gelişimini sağlamaktadır (Peel vd., 2019; Zangori, Peel, Kinslow, Friedrichsen & Sadler, 2017).

Literatürde model tabanlı açıklamalar, hem anlam verme stratejisi (sense-making strategy) hem de değerlendirme stratejisi olarak kullanılmıştır (Örneğin, Peel vd., 2019; Zangori vd., 2017). Mevcut araştırmada ise model tabanlı açıklamalar, sadece bir değerlendirme stratejisi olarak kullanılmıştır (Bkz. Peel vd., 2019). Bu araştırmada öğrencilerin, enerji dönüşümleri kapsamında yer alan kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi ve hava direncinin etkileri ile ilgili model tabanlı açıklamaları değerlendirilmiştir. Bu konularla ilgili öğeler, bağlantılar ve ilgili rubrikler Ek E’de verilmiştir.

2.3 Tasarım Odaklı Düşünme, Model Tabanlı Açıklamalar ve Kavramsal Öğrenme

Okullar, öğrencilere 21. yy taleplerini karşılayacak beceriler kazandırmanın ve öğrenmeyi geliştirmenin yeni yollarını aramaktadırlar (Retna, 2016). Tasarım odaklı düşünme yaklaşımı da 21. yüzyıl için gerekli becerileri öğrenmeyi ve öğretmeyi geliştiren bir yaklaşım olarak eğitimde önem kazanmıştır (Anderson, 2012; Cook & Bush, 2018; Retna, 2016). Bunun yanı sıra tasarım odaklı düşünme, öğrencilerin deneyimsel öğrenimini ve kavramsal öğrenmelerini geliştirmeye ve disiplinlerarası içeriğin öğrenilmesine de katkı sağlamaktadır (Canestraro, 2017; Cook & Bush, 2018; Kwek, 2011). Mevcut araştırmada da disiplinlerarası bir içeriğe sahip olan enerji dönüşümleri konusu (Heron vd., 2009; Kurnaz, 2011) ele alınmıştır.

Enerji ve ilişkili olduğu konular, ortaokul fen konuları arasında en önemli ve en zor konular arasında yer almaktadır (Stylianidou, 2002). Çünkü enerji konusu soyut bir içeriğe sahip olup farklı disiplinlerde enerji kaynakları, enerjinin depolanması gibi muhtelif konuların kapsamında ele alınmaktadır (Kurnaz, 2011). Dolayısıyla bu durum enerji konusunun öğretilmesini zorlaştırmaktadır. Literatürde de öğrencilerin bu konuyu öğrenmede problem yaşadıkları sıkça vurgulanmaktadır. Örneğin Sağlam-Arslan (2010) çalışmasında; lise, lisans ve lisansüstü gibi farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin (n=243) enerji konusu ile ilgili kavramsal anlamalarını kıyaslamıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak, iki bölümden oluşan başarı testi kullanılmıştır. Bu kapsamda testin ilk bölümünde "Enerji nedir? Açıklayınız" sorusu sorulmuş; ikinci bölümde ise, öğrencilerden "sürtünmesiz bir ortamda dikey olarak yukarıya doğru atılan m kütleli ve başlangıç hızı V_0 olan bir cismin en üst noktaya ulaşmasına kadar olan süreçteki, potansiyel enerji-yükseklik, kinetik enerji-yükseklik, toplam enerji-yükseklik, kinetik enerji-hız, potansiyel enerji-hız ve toplam enerji-hız" grafiklerini çizmelerine odaklanılmıştır. Sonuç olarak farklı öğrenim düzeylerindeki öğrencilerin enerji konusu ile ilgili benzer anlayışlara ve alternatif düşüncelere sahip oldukları ortaya çıkmıştır. Ayrıca grafiklerin çiziminde de benzerlikler olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra sonuçlar, öğrencilerin enerji-hız grafiklerini çizme konusundaki başarı seviyelerinin, enerji-yükseklik grafiklerini çizmeye göre önemli ölçüde düşük olduğunu göstermektedir. Bu sonuç öğrencilerin "kinetik enerji-hız, potansiyel enerji-hız ve toplam enerji-hız" ile ilgili ilişkilendirmeleri yapmada zorlandıklarını ortaya koymaktadır.

Bir başka çalışmada Yürümezoğlu, Ayaz ve Çökelez (2009), ortaokul öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramsal anlamalarını ve bu anlayışların zaman içerisinde nasıl değişim gösterdiğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda, ortaokul 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerine (n=120) dört açık uçlu sorudan oluşan bir ölçme aracı uygulamışlardır. Sonuçlar, ortaokul öğrencilerinin enerji, enerjinin kaynağı, enerjinin formu ve enerjinin transferi ile ilgili kavramları yapılandırma konusunda eksiklikler olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca öğrencilerin enerji dönüşümleri sürecinde gözlemlenen/algılanan bir özellik varsa dönüşümü

kavrayabildiği, dönüşüm doğrudan algılanamayan/gözlemlenemeyen bir boyutta ise kavramakta zorluk yaşadıkları sonucuna ulaşmıştır.

Trumper (1996), fizik öğretmen adaylarının enerji konusundaki kavramsal anlamalarını araştırmıştır. Sonuçlar, öğretmen adaylarının enerji konusunda bazı alternatif kavramlara sahip olduklarını göstermektedir. Öğretmen adayları enerji kavramının soyut değil, somut olduğunu düşünmektedirler. Bununla birlikte öğretmen adaylarının çoğunlukla enerji kavramı ile kuvvet kavramını karıştırdığı sonucuna ulaşmıştır.

Madanoğlu (2015) yaptığı çalışmada, 9. sınıf öğrencilerinin (n=171) iş ve enerji konusuna ilişkin kavram yanlışlarını belirlemek ve bu konudaki kavramsal gelişimlerini incelemeyi amaçlamıştır. Veri toplama aracı olarak, 20 sorudan oluşan bir kavramsal anlama testi ön test ve son test olarak kullanılmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin konuyla ilgili bazı kavramlarda gelişim gösterirken bazı kavramlarda gelişmediğini ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra öğrencilerin enerji dönüşümleri konusu ile ilgili birçok kavram yanlışlarının olduğunu belirlemiştir. Bu kavram yanlışları şu şekildedir:

- 1- Yükseklik eşit olunca iki cismin kinetik enerjileri de birbirine eşit olur.
- 2- Cisim hafif olunca kinetik enerjisi de daha fazla olur.
- 3- Kinetik enerji, cismi hareket ettirmek için kullanılan enerjidir.
- 4- Kinetik enerji, cisme kuvvet uygulanmadan cismi hareket ettirmektir.
- 5- Kinetik enerji, cismin dururken sahip olduğu enerjidir.
- 6- Potansiyel enerji, duran cisimlerin sahip olduğu enerjidir.
- 7- Yüksekliği ve hareketi olan cisim, potansiyel enerjiye sahiptir.
- 8- Sabit duran cismin enerjisi yoktur.
- 9- Yüksekliği az olan cismin mekanik enerjisi daha azdır.
- 10- Potansiyel enerjide yükseklik değil, kütleler önemlidir.
- 11- Aynı kütleyle sahip farklı iki cisimden yüksekliği az olanın potansiyel enerjisi daha fazladır (Madanoğlu, 2015, s. 67).

Enerji dönüşümleri konusu öğrencilerin öğrenmekte zorlandığı soyut kavramları içerdiği (Kurnaz, 2011; Ocak vd., 2007; Trumper, 1998) için bu konunun öğretiminde yenilikçi eğitim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Aydın & Balım,

2005; Fry vd., 2003; Horner vd., 2006; Kurnaz, 2011; Trumper, 1990; Trumper, 1991). Yukarıda belirtilen gerekçeler doğrultusunda mevcut araştırmada, öğrencilerin enerji dönüşümleri konusu ile ilgili kavramsal öğrenmelerini geliştirmek amacıyla tasarım odaklı düşünme yaklaşımı kullanılmıştır.

Bu araştırmada, öğrencilerin enerji dönüşümleri ile ilgili kavramsal öğrenmelerinin yanı sıra model tabanlı açıklamaları da değerlendirilmiştir. Çünkü model tabanlı açıklamalar, öğrencilerin kavramsal anlayışlarının fiziksel ifadeleri ve tarihsel kayıtlardır (Coll & Lajium, 2011; Gilbert vd., 2000; Glennan, 2002; Halloun, 2007; Nersessian, 2002; Zangori vd., 2017). Bir diğer ifadeyle öğrenciler, bilimsel model geliştirdiklerinde kavramsal anlayışları görünür hale gelir (Zangori, 2015; Zangori & Forbes, 2015). Görsellik, tasarım odaklı düşünmenin de temel öğesidir (Tschimmel, 2012). Ayrıca tasarım odaklı düşünmede yer alan taslak çizim (sketching) ve prototip geliştirme (prototyping) aşamaları da (Sipe, 2019), öğrencilerin model geliştirme becerilerine katkıda bulunmaktadır (Nickerson, 1994; Vial, 2013). Çünkü tasarım odaklı düşünmede de modellemeye önem verilmekte olup modelleme, tasarım odaklı düşünmenin dili olarak görülmektedir (Andreasen, 1994; Baynes & Norman, 2012; Cross, 2006).

Tasarım odaklı düşünme, modellemede ve model tabanlı açıklamalarda olduğu gibi yinelemeli bir süreç içerdiği için (Razzouk & Shute, 2012; Tellioglu, 2016) mevcut araştırmada, öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal öğrenmelerinin gelişmesi beklenmektedir (Nordine, Krajcik & Fortus, 2011). Literatürde de Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok Naaman (2004), Stanford tasarım odaklı düşünme modeliyle benzer aşamaları takip eden üç farklı tasarım odaklı fen ünitesini dokuzuncu sınıf öğrencilerine uygulamışlardır. Ön testler ve son testler, posterler ve modeller öğrencilerin fen içerik bilgilerinin geliştiğini göstermiştir (Fortus vd., 2004). Carroll, Goldman, Britos, Koh, Royalty ve Hornstein'in (2010) çalışmasında coğrafya dersinde ortaokul öğrencilerine tasarım odaklı düşünme yaklaşımı uygulanmış ve öğrencilerin konu ile ilgili içerik bilgilerinin az geliştiği tespit edilmiştir. Kolodner vd. (2003) tarafından yapılan çalışmada 'Learning by Design-Tasarım Yoluyla Öğrenme' yaklaşımıyla gerçekleştirilen uygulamalar sonucunda, öğrencilerin 'Kuvvet ve Hareket'

hakkındaki fen içerik bilgilerinin geliştiği belirlenmiştir. Dolayısıyla tasarım odaklı düşünme yaklaşımının öğrencilerin kavramsal anlamalarını, kavramsal öğrenmelerini geliştirdiği belirtilebilir.



3.1 Araştırma Modeli

Mevcut araştırma, dizayn temelli ampirik bir araştırma (design-based empirical research) (Brown, 1992; Zangori, 2015; Zangori & Forbes, 2016) olarak tasarlanmıştır. Bu yöntemde, eğitim programlarının (curriculum) tasarımına (Isidro, 2019); öğrenmeyi, öğretim stratejileri ve araçlarının tasarımı ve uygulaması yoluyla incelemeye önem verilmektedir (Design Based Research Collective, 2003). Bu metodolojide tasarım, öğrenme ortamında elde edilen deneyimler doğrultusunda değerlendirilir ve geliştirilir (Zangori & Forbes, 2016). Bu doğrultuda mevcut araştırma kapsamında, tasarım odaklı düşünmeye yönelik ‘Enerji Dönüşümleri Modülü’ geliştirilmiş, ortaokul 7. sınıf öğrencilerine uygulanmış ve modül elde edilen deneyimlere dayanarak değerlendirilip geliştirilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal öğrenmelerinin zaman içerisindeki değişimi de değerlendirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşleri ve deneyimleri de incelenmiştir.

3.2 Katılımcılar

Araştırmada amaçsal örnekleme yöntemlerinden kriter örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu örnekleme yönteminde, önceden belirlenmiş bir dizi ölçüte önem verilmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu doğrultuda araştırmanın çalışma grubunu daha önce tasarım odaklı düşünme eğitimi almamış olan, henüz enerji dönüşümleri konusunu öğrenmemiş olan ve 7. sınıfta öğrenim gören öğrenciler oluşturmaktadır. Türkiye’de sarmal bir eğitim programı takip edilmekte olup 7. sınıf düzeyindeki öğrencilere daha alt sınıf kademelerinde enerji dönüşümleri ile ilgili temel bilgiler verilmiştir. Dolayısıyla mevcut araştırma kapsamında 7. sınıf düzeyindeki öğrencilerle enerji dönüşümleri konusuna yönelik etkinliklerin

gerçekleştirilmesi uygundur. Çalışma grubunda, 2018-2019 eğitim-öğretim yılının güz döneminde Muş ili merkezindeki bir devlet ortaokulunda yedinci sınıfta öğrenim gören 36 öğrenci bulunmaktadır. Öğrencilerin 13'ü kız, 23'ü erkektir.

Araştırma kapsamında model tabanlı açıklamalar ve kavramsal öğrenme için 28 öğrencinin verileri, tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüş ve deneyimler için ise 34 öğrencinin verileri dikkate alınmıştır. Çünkü 36 öğrenciden 2'si veri toplama sürecine katılma konusunda gönüllü olmamıştır. Bunun yanı sıra ön uygulamada, 'Model Tabanlı Açıklamaları Değerlendirme Ölçeği'ni ve 'Kavramsal Öğrenme Ölçeği'ni 2 öğrenci, son uygulamada ise 4 öğrenci cevaplamamıştır. Çünkü bu öğrenciler veri toplama araçlarının uygulandığı gün derse katılım sağlamamıştır.

Etkinlikleri gerçekleştiren fen bilimleri öğretmeni 33 yaşında olup, cinsiyeti erkektir. Öğretmen, 2009 yılında Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünden mezun olmuştur. Öğretmen, Muş İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından 2015 yılında verilen 'Fatih Projesi Etkileşimli Tahta Tanıtım' seminerine, 2016 yılında verilen 'Fatih Projesi Eğitimde Teknoloji Kullanımı' kursuna ve Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 2017 yılında düzenlediği 'Fatih Projesi Etkileşimli Sınıf Yönetimi' gibi kurs ve seminerlere katılmıştır. Bununla birlikte öğretmen, uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfın rehber (danışman) öğretmeni olup 7 yıllık öğretmenlik tecrübesine ve öğrenciler hakkında detaylı bilgiye sahiptir. Dolayısıyla öğretmenin, sınıfı nasıl yöneteceği konusunda da gerekli tecrübesi bulunmaktadır.

Öğretmen, tasarım odaklı düşünme ile ilgili eğitim alma ve eğitim verme konusunda gönüllüdür. Öğretmen daha önce tasarım odaklı düşünme yaklaşımı hakkında herhangi bir eğitim almamış olup ilk defa mevcut araştırma kapsamında bu yaklaşımla ilgili eğitim almıştır. Bu kapsamda öğretmene 4 hafta boyunca haftada iki gün, günde 3 saat tasarım odaklı düşünmenin tanımına, özelliklerine, Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modeline yönelik eğitim verilmiş ve öğretmenle birlikte tasarım odaklı düşünmeye yönelik örnek etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere ve öğretmene ait demografik bilgiler Tablo 3.1'de ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 3.1 Öğrencilere ve öğretmenlere ait demografik bilgiler

Sınıf Mevcudu	Öğrencilerin Cinsiyeti		Öğrencilerin Yaş Aralığı	Öğretmenin Cinsiyeti	Öğretmenin Yaşı	Öğretmenin Kıdemi
	Kız	Erkek				
36	13	23	11-14	Erkek	33	7 yıl

3.3 Araştırmacının Rolü

Eğitimde tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasına son yıllarda başlandığı için bu yaklaşımla ilgili araştırmaların ve öğretim materyallerinin yeterli sayıda olmadığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle araştırmacı, öğrenme ortamlarında tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasının yaygınlaşabilmesi için bu konuda örnek bir modül geliştirme ve araştırma yapma gereği duymuştur. Öğrenciler soyut konu ve kavramları öğrenmede zorluk yaşadığı için araştırmacı modülün, fen bilimleri dersindeki 'Enerji Dönüşümleri' konusunda geliştirilmesine karar vermiştir.

Yapılan çalışmada araştırmacı, uygulamayı gerçekleştiren fen bilimleri öğretmenine tasarım odaklı düşünme yaklaşımına dayalı eğitim verilmesi sürecinde aktif bir şekilde yer almıştır. Bu kapsamda araştırmacı 4 hafta boyunca haftada iki gün, günde 3 saat öğretmenle bir araya gelmiştir. Araştırmacı öğretmene tasarım odaklı düşünmenin tanımına, özelliklerine, Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modeline yönelik eğitim vermiş ve öğretmenle birlikte tasarım odaklı düşünmeye yönelik örnek etkinlikler gerçekleştirmiştir. Araştırmacı, mevcut araştırma kapsamında uygulanan etkinliklerle ilgili olarak öğretmene ayrıntılı bilgi vermiş ve bu etkinlikleri öğretmenle yapmıştır. Sonrasında da öğretmenle etkinliklerin uygulanması sürecinde de sürekli olarak görüş alışverişinde bulunmuştur. Bunun yanı sıra araştırmacı, verileri toplamış ve analiz etmiştir. Araştırmacı, çalışmanın geçerlik ve güvenilirliğini sağlamaya yönelik çalışmalar da yapmıştır. Bu konuda 'Geçerlik ve Güvenirlik' başlığı altında ayrıntılı bilgi verilmiştir.

3.4 Veri Toplama Araçları

Araştırmanın veri kaynakları; model tabanlı açıklamaları değerlendirme ölçeği, enerji dönüşümleri kavramsal öğrenme ölçeği, öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşlerini değerlendirmek için kullanılan açık uçlu soru formu ve öğrenci günlükleridir. Veri toplama araçları ile ilgili detaylı bilgi aşağıda verilmiştir.

3.4.1 Model Tabanlı Açıklamaları Değerlendirme Ölçeği

Araştırmanın veri toplama kaynaklarından biri, model tabanlı açıklamaları değerlendirme ölçeğidir. Bu doğrultuda bütün öğrencilerin 'kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri', 'sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi' ve 'hava direncinin etkileri' hakkındaki model tabanlı ön ve son açıklamaları toplanmıştır. Öğrencilerin model tabanlı açıklamalar yapmalarını sağlamak için sunulan senaryolar ve sorulan sorular Ek C'de verilmiştir. Senaryolar, Aktaş'ın (2017) ve Idin ve Aydogdu'nun (2016) yaptıkları çalışmalardan alınmış ve revize edilmiştir. Bununla birlikte senaryolara yönelik sorular hazırlanmıştır. Bu sorular hazırlandıktan sonra modelleme ile ilgili çalışmalar yapan bir öğretim üyesinden, fizik alanında uzman olan bir öğretim üyesinden, fen bilgisi eğitimi alanında çalışmalar yapan üç öğretim üyesinden, ölçme ve değerlendirme alanında uzman olan bir öğretim üyesinden, Türk Dili ve Edebiyatı alanında uzman olan bir öğretim üyesinden ve iki fen bilimleri öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Bunun yanı sıra sunulan senaryo ve sorulan soruların pilot uygulaması bu konuyu öğrenen ve 8. sınıfta öğrenim gören 41 öğrenciyle gerçekleştirilmiştir. Uzmanların sundukları öneri ve eleştiriler ve öğrencilerin pilot uygulamada verdikleri cevaplar doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapıp senaryolara ve bunlara yönelik sorulara son hali verilmiştir.

3.4.2 Enerji Dönüşümleri Kavramsal Öğrenme Ölçeği

Mevcut araştırma kapsamında, ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan enerji dönüşümleri konusu ile ilgili açık uçlu sorulardan oluşan bir kavramsal öğrenme ölçeği geliştirilmiştir. Bunun için öncelikle Türkiye Milli Eğitim Bakanlığı 2018-2019 eğitim-öğretim yılı Fen Bilimleri Dersi Öğretim

Programı incelenmiştir. Sonrasında 7. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda enerji dönüşümleri konusunda yer alan kazanımları ölçmeye yönelik açık uçlu sorular hazırlanmıştır. Soruların hazırlanmasında Fidan'ın (2018) yaptığı çalışma kapsamında 'Kuvvet ve Enerji' ile ilgili olarak geliştirdiği başarı testinden, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından hazırlanan kazanım kavrama testlerinden (MEB, 2019) ve 'Tennessee Comprehensive Assessment Program Achievement Test' ten (Tennessee State Department of Education, 2009) yararlanılmıştır. Ölçme aracı enerji dönüşümleri konusu ile ilgili bütün kazanımları içermektedir. Kapsam geçerliğini sağlamak amacıyla ise Tablo 3.2'de yer alan belirtke tablosu hazırlanmıştır.

Tablo 3.2 Belirtke tablosu

	KONULAR KAZANIM	SORU					
		Kinetik Enerji	Potansiyel Enerji	Enerji Dönüşümleri	Sürtünme Kuvveti	Hava Direnci	Su Direnci
1	Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.	1, 6	2, 6				
2	Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.			6			
3	Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.				7		
4	Hava veya su direncinin yaşamdaki etkisini fark eder.					3, 5	4,5

Sorular hazırlandıktan sonra fizik alanında uzman bir ğretim üyesinden, fen eğitimi alanında uzman  ğretim üyesinden, lme ve değerlendirme alanında uzman bir ğretim yesinden, Türk Dili ve Edebiyatı alanında uzman olan bir ğretim üyesinden ve üç fen bilimleri öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Hazırlanan soruların pilot uygulaması, 8. sınıfta öğrenim gören 41 öğrenciyle yapılmıştır. 41 öğrencinin sundukları görüşler ve pilot uygulamadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmış ve sorulara son hali verilmiştir. Sonuç olarak, 7. sınıf düzeyinde ‘Enerji Dönüşümleri’ konusunda açık uçlu 7 sorudan oluşan geçerli ve güvenilir bir ölçek geliştirilmiştir. Ölçekte enerji dönüşümleri konusuna ilişkin olarak kinetik enerji, potansiyel enerji, kinetik ve potansiyel enerjinin birbirine dönüşümü, sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisi, hava veya su direncinin yaşamdaki etkisi hakkında sorular yer almaktadır. Geliştirilen bu lme aracı, modül kapsamındaki etkinlikler gerçekleştirilmeden önce ve etkinlikler gerçekleştirildikten sonra öğrencilere uygulanmıştır. Bu lme aracı Ek B’de verilmiştir.

3.4.3 Öğrencilerin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşlerini Değerlendirmek İçin Hazırlanan Açık Uçlu Soru Formu

Öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşlerini değerlendirebilmek amacıyla açık uçlu soru formunda 8 soru sorulmuştur. Sorular hazırlanırken öncelikle tasarım odaklı düşünme ile ilgili literatür taranmıştır. Daha sonra konu ile ilgili sorular yazılmış, tasarım odaklı düşünme konusunda uzman olan bir ğretim üyesinden ve Türk Dili ve Edebiyatı alanında uzman olan bir ğretim üyesinden görüş alınmıştır. Eleştiriler ve öneriler doğrultusunda sorulara son hali verilmiştir. Sorulan sorular şu şekildedir:

- 1- Tasarım odaklı düşünme yaklaşımını beğendiniz mi? Neden?
- 2- Tasarım odaklı düşünmenin size nasıl katkıları/yararları oldu? Açıklayınız.
- 3- Tasarım odaklı düşünmenin olumsuz yönleri var mıydı? Varsa nelerdir?
- 4- Tasarım odaklı düşünmenin en çok hangi aşamasında zorlandınız? Neden?
- 5- Zorlandığınız kısımlarda neler yaptınız? Açıklayınız.
- 6- Tasarım odaklı düşünmenin en çok hangi aşamasını beğendiniz? Neden?

- 7- İleride tasarım odaklı düşünmeye zaman ayırmak ister misiniz?
- 8- Okul dışında da tasarım odaklı düşünmeye yönelik uygulamalara katılmak ister misiniz?

3.4.4 Öğrenci Günlükleri

Öğrenciler, her hafta dersin son 10 dakikasında deneyimlerini günlüklerine yazmışlardır. Öğrenciler, deneyimlerini günlüklerine şu kriterler/sorular doğrultusunda yazmışlardır:

- 1- Etkinliklerin uygulanması sürecinde neler yaptınız, neler fark ettiniz?
- 2- Yaptığınız etkinliklerle ilgili neler hissettiniz?
- 3- Neler öğrendiniz?
- 4- Önerileriniz ve eleştirileriniz nelerdir?

3.5 Modül Geliştirme Süreci

Mevcut araştırmada çalışılacak fen konusunun seçilmesi amacıyla, Türkiye Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından geliştirilen ve 2018’de güncellenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’ndaki kazanımlar incelenmiştir (MEB, 2018b). Kazanımlar incelendikten sonra 7. sınıf düzeyindeki enerji dönüşümleri konusu seçilmiştir. Bu konunun seçilmesinin nedenleri; konunun hem soyut ve öğretilmesi zor kavramlar içermesi (Heron vd., 2009; Kurnaz, 2011; Ocak vd., 2007; Trumper, 1998) hem de tasarım odaklı düşünmenin aşamalarını uygulamaya ve tasarım yapmaya uygun bir içeriğe sahip olmasıdır. Bu araştırma kapsamında, 4 hafta uygulanabilecek bir enerji dönüşümleri modülü geliştirilmiştir. Enerji dönüşümleri, ‘Kuvvet ve Enerji’ ünitesinin bir alt bölümü olup kinetik enerji, potansiyel enerji, kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi ve hava veya su direncinin yaşamdaki etkisi gibi konu ve kavramları içermektedir. Dolayısıyla mevcut araştırma kapsamında enerji dönüşümleri modülü, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı’nda yer alan kazanımlar doğrultusunda geliştirilmiştir. Öğretim programında enerji dönüşümleri ile ilgili olan kazanımlar aşağıda belirtilmiştir.

Enerji dönüşümleri ile ilgili olarak öğrenciler;

- 1- Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.
- 2- Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.
- 3- Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.
- 4- Hava veya su direncinin yaşamdaki etkisini fark eder.
- 5- Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar (MEB, 2018b).

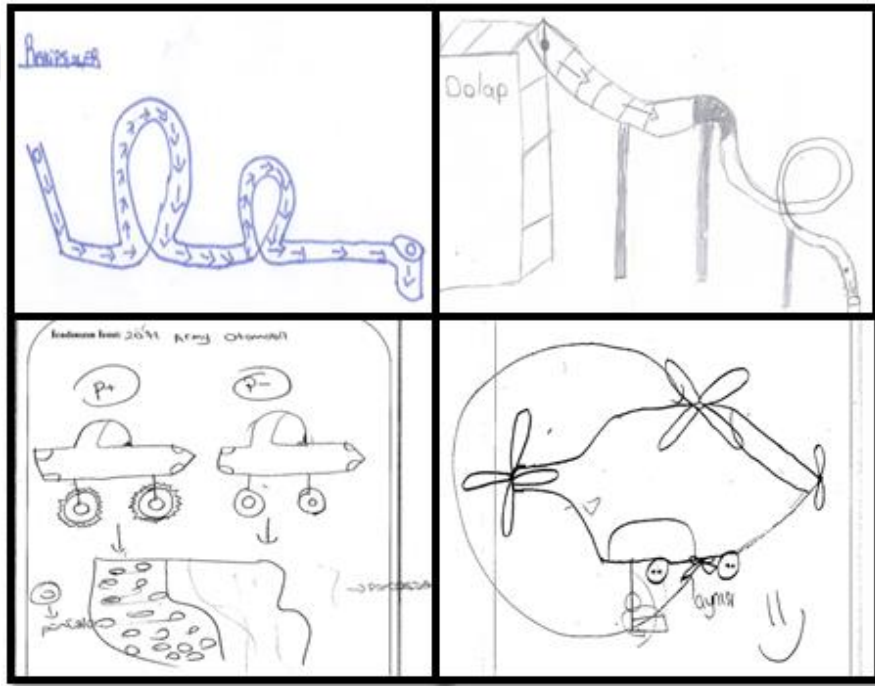
Yukarıda belirtilen kazanımlar doğrultusunda hazırlanan modülde, tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinliklere yer verilmiştir. Bu doğrultuda enerji dönüşümleri modülünün geliştirilmesi ve uygulanması sürecinde, dizayn temelli ampirik araştırma kapsamında McKenney ve Reeves (2013) tarafından oluşturulan araştırma döngüsünden yararlanılmıştır. Söz konusu araştırma döngüsü, 1) dizayn ve geliştirme, 2) uygulama ve veri toplama, 3) analiz ve sonuçlar olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Bu doğrultuda öncelikle enerji dönüşümleri ve tasarım odaklı düşünme ile ilgili literatür incelenmiştir. Modül içeriğinin oluşturulmasında Stanford 'd.school' tasarım odaklı düşünme modeli kullanılmıştır. Bu kapsamda ortaokul 7. sınıf öğrencileri için enerji dönüşümleri modülü geliştirilmiştir. Modül geliştirildikten sonra, fen eğitimi alanında uzman olan iki öğretim üyesinden, bir fen bilimleri öğretmeninden ve Türk Dili ve Edebiyatı alanında uzman olan bir öğretim üyesinden uzman görüşü alınmış ve uzmanlardan gelen görüş ve öneriler doğrultusunda gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Daha sonra geliştirilen modülün öğretimi, Türkiye'deki bir devlet ortaokulunda gerçekleştirilmiştir. Böylece uygulama ve veri toplama aşaması da tamamlanmıştır. Bir sonraki aşamada ise elde edilen veriler analiz edilmiştir. Verilerin analizi ile elde edilen bulgular sonucunda, modül üzerinde düzeltmeler yapılarak modüle son hali verilmiştir. Araştırma kapsamında uygulanan etkinliklerin geliştirilmesinde Tablo 3.3'teki şablon kullanılmıştır.

Tablo 3.3 Tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinlik şablonu

Etkinlik Adı
Sınıf Seviyesi
Ünite Adı
Konu
Süre
Bilimsel Kavramlar
Güvenlik Önlemleri (eğer gerekli ise)
Amaç ve Kısa Özet
Kazanımlar
Materyal ve Teknik Donanım
Isındırma/Alıştırma Etkinlikleri
Senaryo-Hikâye
Tasarım Odaklı Düşünme Süreci - Empati Kurma - Tanımlama - Fikir Üretme - Prototip Geliştirme - Test Etme
Etkinlikle İlgili Meslekler
Anahtar Sorular
Kaynaklar

3.6 Uygulama Süreci

Uygulama sürecine başlamadan önce 6 kişiden oluşan 6 grup oluşturulmuş ve grup üyelerinin rollerinin belirlenmesi sağlanmıştır. Grup üyeleri; grup sözcüsü, tasarımın çiziminden sorumlu üye, ihtiyaç duyulan malzemeleri temin eden üye şeklinde roller üstlenmiştir. Öğrencilerin uygulamadaki aşamaları daha kolay takip edebilmeleri için her bir etkinliğe yönelik tasarım defteri hazırlanmıştır. Öğrenciler, bu defteri her hafta grupça doldurmuşlardır. Tasarım defteri, tasarım odaklı düşünme modelinde yer alan 5 aşamaya (empati, tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme ve test etme) göre hazırlanmıştır. Bu kapsamda öğrenciler, öncelikle her bir etkinlik için yazılan senaryo/hikayeye göre empati kurmuş ve problemi tanımlamışlardır. Daha sonra problemi çözmek için fikir üretmiş ve bu doğrultuda prototip geliştirmişlerdir (Şekil 3.1). Bundan sonraki aşamada, geliştirdikleri prototipleri test etmişlerdir. Bu aşamalara tekrarlı/yinelemeli bir şekilde devam edilip, prototip üzerinde iyileştirmeler yapılmıştır.



Şekil 3.1 Öğrenciler tarafından geliştirilen prototiplerin çizimleri

Mevcut araştırma kapsamında geliştirilen enerji dönüşümleri modülündeki uygulamalar, veri toplama süreci ile birlikte yaklaşık 5 hafta sürmüştür. Uygulama

sürecine başlamadan önce ve uygulama sürecinin sonunda öğrenciler, enerji dönüşümleri ile ilgili senaryolara ve sorulara (Ek C) yönelik model tabanlı açıklamalar yapmışlar; konu ile ilgili açık uçlu sorulara (Ek B) cevap vermişlerdir. Etkinlikleri uygulama sürecinde öncelikle tasarım odaklı düşünmenin aşamaları günlük hayattan örneklerle ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Sonrasında üç temel etkinlik uygulanmıştır: Lunapark hız trenim, araba tasarlıyorum ve macera severler. Bu üç temel etkinlikten önce ise ısındırma/alıştırma etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Öğretime yönelik zaman çizelgesi ve uygulanan etkinlikler Tablo 3.4'te ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 3.4 Öğretime yönelik zaman çizelgesi ve uygulanan etkinlikler

Dersler	Etkinlikler	Modelleme
1. ve 2. Ders (80 dk.)	-Öğrencilerin model çizimleri ve model tabanlı açıklamalar yapmaları (Model Tabanlı Açıklamaları Değerlendirme Ölçeği) -Öğrencilerin açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracına cevap vermeleri (Enerji Dönüşümleri Kavramsal Öğrenme Ölçeği)	Model Tabanlı Ön Açıklamalar
3. ve 4. Ders (80 dk.)	-Tasarım odaklı düşünmenin ve aşamalarının açıklanması, tanıtılması -Öğrencilerin günlüklerine deneyimlerini yazması	
5. ve 6. Ders (80 dk.)	-Enerji, potansiyel enerji, kinetik enerji ve enerji dönüşümü kavramlarının günlük hayattan örneklerle açıklanması -‘Lunapark Hız Trenim’ etkinliğine yönelik ısındırma/alıştırma etkinliklerinin gerçekleştirilmesi -Öğrencilerin günlüklerine deneyimlerini yazması	
7. ve 8. Ders (80 dk.)	-‘Lunapark Hız Trenim’ etkinliği kapsamında tasarımların yapılması ve test edilmesi -Öğrencilerin günlüklerine deneyimlerini yazması	

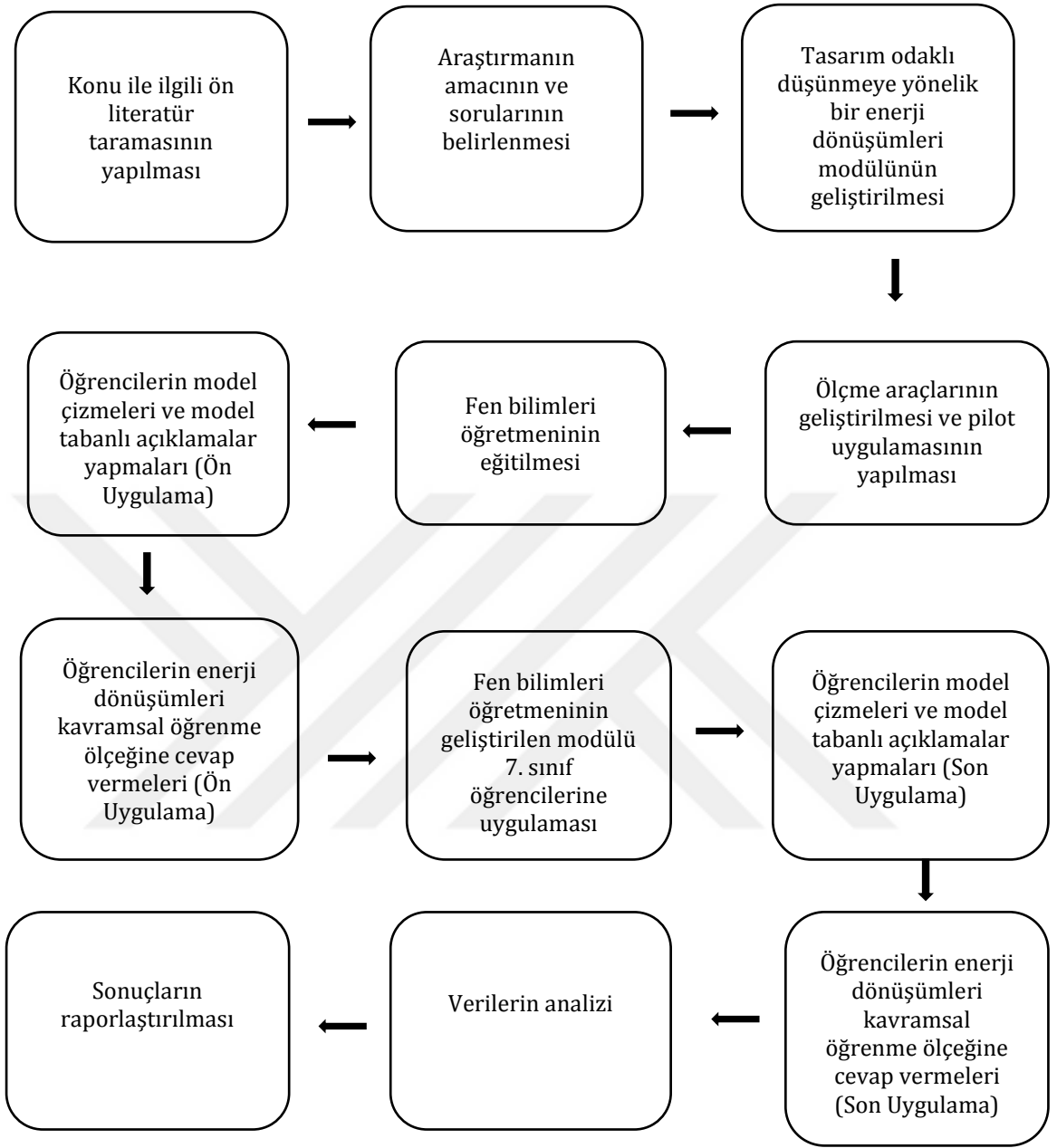
Tablo 3.4 Öğretime yönelik zaman çizelgesi ve uygulanan etkinlikler (devamı)

9. ve 10. Ders (80 dk.)	-Sürtünme kuvveti ve sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisinin günlük hayattan örneklerle açıklanması -‘Araba Tasarlıyorum’ etkinliğine yönelik ısındırma/alıştırma etkinliklerinin gerçekleştirilmesi -Öğrencilerin günlüklerine deneyimlerini yazması	
11. ve 12. Ders (80 dk.)	-‘Araba Tasarlıyorum’ etkinliği kapsamında tasarımların yapılması ve test edilmesi -Öğrencilerin günlüklerine deneyimlerini yazması	
13. ve 14. Ders (80 dk.)	-Hava direnci ve su direnci kavramlarının günlük hayattan örneklerle açıklanması -‘Macera Severler’ etkinliğine yönelik ısındırma/alıştırma etkinliklerinin gerçekleştirilmesi -Öğrencilerin günlüklerine deneyimlerini yazması	
15. ve 16. Ders (80 dk.)	-‘Macera Severler’ etkinliği kapsamında tasarımların yapılması ve test edilmesi -Öğrencilerin günlüklerine deneyimlerini yazması	
17. ve 18. Ders (80 dk.)	-Öğrencilerin model çizimleri ve model tabanlı açıklamalar yapmaları (Model Tabanlı Açıklamaları Değerlendirme Ölçeği) -Öğrencilerin enerji dönüşümleri konusunda açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracına cevap vermeleri (Enerji Dönüşümleri Kavramsal Öğrenme Ölçeği)	Model Tabanlı Son Açıklamalar
19. Ders (40 dk.)	-Öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşlerini değerlendirmeye yönelik açık uçlu soru formunu doldurmaları	

3.7 Veri Toplama Süreci

Veri toplama sürecine başlamadan önce öğrencilere konu ile ilgili detaylı bilgi verilmiş, bu süreçte gönüllülüğe önem verildiği ve veri toplama araçlarına cevap verme konusunda özgür oldukları belirtilmiştir. Öğrenciler, enerji dönüşümleri konusunda tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinlikler gerçekleştirilmeden önce ve etkinlikler gerçekleştirildikten sonra model tabanlı açıklamalar yapmışlardır. Model tabanlı ön açıklamalarını bir, model tabanlı son açıklamalarını da bir ders saatinde (40 dk.) yapmışlardır. Benzer şekilde enerji dönüşümleri konusunda açık uçlu sorulardan oluşan ölçme aracına da uygulamaya başlamadan önce ve uygulama bittikten sonra birer ders saati olmak üzere toplamda 2 ders saatinde cevaplarını yazmışlardır.

Tasarım odaklı düşünme ile ilgili görüşlerini değerlendirmeye yönelik açık uçlu soru formunu, enerji dönüşümleri konusunda geliştirilen modül uygulandıktan sonra öğrencilere dağıtılmıştır. Öğrenciler, bu formu da bir ders saatinde doldurmuşlardır. Bununla birlikte her hafta dersin bitiminde öğrenciler, son 10 dakikada tasarım odaklı düşünme ile ilgili deneyimlerini günlüklerine yazmışlardır.



Şekil 3.2 Araştırma ve uygulama süreci

3.8 Veri Analizi

Bu araştırmada, öğrencilerin ‘kinetik ve potansiyel enerjinin birbirine dönüşümü’, ‘sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi’ ve ‘hava direncinin etkileri’ ile ilgili model tabanlı ön ve son açıklamaları ve enerji dönüşümleri konusunda açık uçlu sorulardan oluşan kavramsal öğrenme ölçeğine verdikleri cevaplar değerlendirilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye

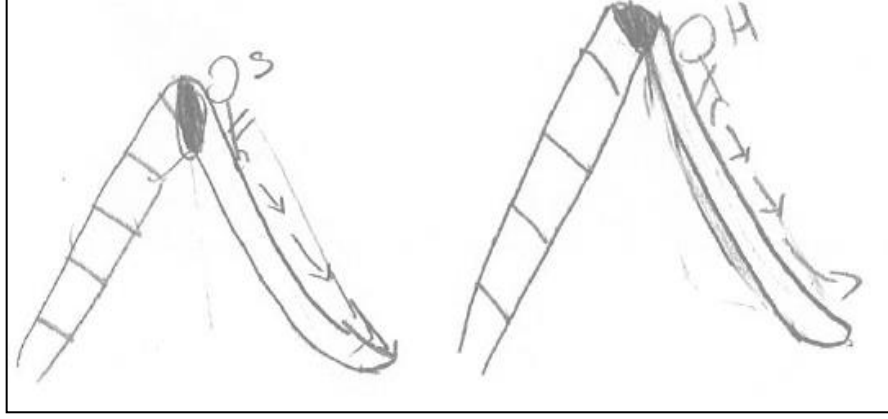
yönelik görüşleri açık uçlu soru formu aracılığıyla, deneyimleri ise günlükler aracılığıyla incelenmiştir. Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen verilerin nasıl analiz edildiği şu başlıklar altında ele alınmıştır:

3.8.1 Model Tabanlı Açıklamaların Analizi

Öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının değerlendirilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından her konu (kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi ve hava direncinin etkileri) için 2 ayrı rubrik (Ek E) oluşturulmuştur. Bu rubriklerden biri konu ile ilgili öğeleri (components) diğeri ise bağlantıları (sequences) değerlendirebilmek amacıyla tasarlanmıştır. Rubriklerin geliştirilmesi sürecinde fizik alanında uzman olan bir öğretim üyesinden, fen bilgisi eğitimi alanında uzman olan 2 öğretim üyesinden ve 2 fen bilimleri öğretmeninden uzman görüşü alınmıştır. Geliştirilen bu rubrikler, Ek E’de verilmiştir.

Öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının %30’u rubriklere (Ek E) göre iki araştırmacı tarafından birbirinden bağımsız bir şekilde değerlendirilmiştir. İki kodlayıcı arasındaki uyum yüzdesi model tabanlı açıklamalar için %95’tir. Ayrıca iki araştırmacı bir araya gelip görüş birliğine varılmayan kısımlarda, fikir alışverişi sonucunda uzlaşmışlardır. Bundan dolayı geriye kalan bütün veriler, araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir. Öğrencilerin model tabanlı açıklamaları öğeler ve bağlantılar doğrultusunda 4 seviyede değerlendirilmiştir. Bunlar; Seviye 0, Seviye1, Seviye 2 ve Seviye 3. Hangi seviyede neye önem verildiği Ek E’de ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bununla birlikte öğrencilerin ortalama puanlarını hesaplayabilmek amacıyla Seviye 0’a 0 puan, Seviye 1’e 1 puan, Seviye 2’ye 2 puan, Seviye 3’e 3 puan verilmiştir. Model tabanlı açıklamalar için alınabilecek en düşük ortalama puan 0 iken, en yüksek ortalama puan 3’tür.

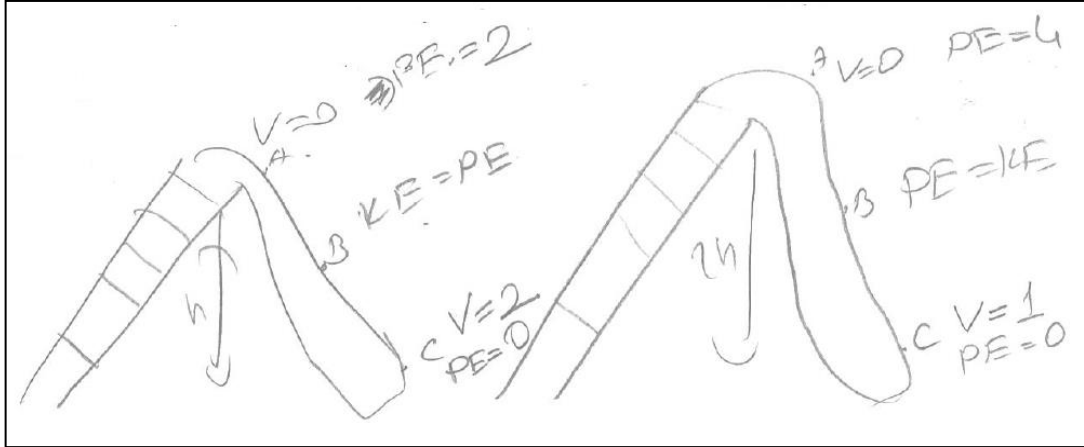
Aşağıda ‘kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri’ ile ilgili modellerin ve model tabanlı açıklamaların nasıl analiz edildiğini göstermek amacıyla Ö13 kodlu öğrencinin konu ile ilgili ön ve son modeli ve model tabanlı açıklamaları örnek olarak verilmiştir.



Şekil 3.3 Ö13 kodlu öğrencinin kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri ile ilgili ön modeli

Ö13 Kodlu Öğrencinin Ön Modeline İlişkin Yaptığı Açıklama: “Serkan, Hakan’dan önce yere ulaşır. Serkan daha az kinetik enerji harcar.”

Ö13 kodlu öğrenci, ön modeline (Şekil 3.3) yönelik yaptığı açıklamada, sadece kinetik enerji ögesine yer vermiş ve herhangi bir bağlantı kurmamıştır. Bu sebeple ögeler rubriğine göre Seviye 1’de, bağlantı rubriğine göre ise Seviye 0’da yer almaktadır.



Şekil 3.4 Ö13 kodlu öğrencinin kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri ile ilgili son modeli

Ö13 Kodlu Öğrencinin Son Modeline İlişkin Yaptığı Açıklama: “A noktasında, ikisinin hızı sıfırdır. Kinetik enerji yok. Çünkü hız yok. B noktasında, ikisinde de potansiyel enerjisi azaldı ve kinetik enerji arttı. Böylece B noktasında, potansiyel ve kinetik enerji birbirine eşit oldu. C noktasında potansiyel enerji daha da azaldı ve sıfır oldu. Kinetik enerji ise daha fazla arttı ve hız da A noktasındakine göre 2 kat arttı.”

Ö13 kodlu öğrencinin son modelinde (Şekil 3.4) ve yaptığı açıklamada kinetik enerji, potansiyel enerji, yükseklik, hız ve enerji dönüşümü öğelerine yer verdiği görülmektedir. Bununla birlikte bu öğrenci potansiyel enerjinin yükseklik ile ilişkisine, kinetik enerjinin hız ile ilişkisine ve potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesine yönelik bağlantılara yer vermiştir. Dolayısıyla bu öğrenci öge ve bağlantı rubriklerine göre Seviye 3'te yer almaktadır.

3.8.2 Kavramsal Öğrenmeye Yönelik Verilerin Analizi

Enerji dönüşümleri ile ilgili 7 açık uçlu sorudan oluşan kavramsal öğrenme ölçeğine verilen cevaplar, TIMSS ve PISA sınavlarında olduğu gibi 'tam doğru cevap', 'kısmen doğru cevap', 'yanlış cevap' ve 'cevap yok/açıklama yok' şeklinde değerlendirilmiştir. Öğrencilerin hem sorulara verdikleri cevaplar hem de cevaplarına ilişkin yaptıkları açıklamalar bu şekilde değerlendirilmiştir. Öğrencilerin aldıkları ortalama puanları hesaplayabilmek için 'tam doğru cevap' için 2 puan, 'kısmen doğru cevap' için 1 puan, 'yanlış cevap ve 'cevap yok/açıklama yok' için 0 puan verilmiştir. Kavramsal öğrenme için alınabilecek en düşük ortalama puan 0 iken, en yüksek ortalama puan 2'dir. Sorular değerlendirilirken mevcut araştırma kapsamında geliştirilen rubrik ve yönergeleri dikkate alınmış olup, bu rubrik Ek F'de verilmiştir.

Öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevapların %30'u rubriklere göre iki araştırmacı tarafından birbirinden bağımsız bir şekilde değerlendirilmiştir. İki kodlayıcı arasındaki uyum yüzdesi açık uçlu sorulara verilen cevaplar için %89'dur. Ayrıca iki araştırmacı bir araya gelip görüş birliğine varılmayan kısımlarda, fikir alışverişi sonucunda uzlaşmışlardır. Bundan dolayı geriye kalan bütün veriler, araştırmacı tarafından değerlendirilmiştir.

Aşağıda öğrencilerin açık uçlu sorulara verdikleri cevapların nasıl analiz edildiğini göstermek için örnek ifadeler belirtilmiştir:

Kavramsal öğrenme ölçeğindeki kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri ile ilgili soru için örnek cevaplar (Ek B'deki Ölçme Aracında Yer Alan 6. Soru):

Ö3 Kodlu Öğrencinin Cevabı: *"K noktasında %0 K.E. ve %100 P.E., L noktasında %25 K.E. ve %75 P.E., M noktasında ise %100 K.E. ve %0 P.E."* **(Tam Doğru Cevap)**

Ö10 Kodlu Öğrencinin Cevabı: *“Potansiyel enerji azaldığında kinetik enerji artar.”*
(Kısmen Doğru Cevap)

Ö17 Kodlu Öğrencinin Cevabı: *“K noktasında kinetik enerji en fazladır.”* **(Yanlış Cevap)**

Kavramsal öğrenme ölçeğindeki su direnci ve hava direnci ile ilgili soru için örnek cevaplar (Ek B’deki Ölçme Aracında Yer Alan 5. Soru):

Ö21 Kodlu Öğrencinin Cevabı: *“Madeni parayı suya atarsak yukarı çıkar, eğer boş şişeye atarsak yerde durur.”* **(Yanlış Cevap)**

Ö15 Kodlu Öğrencinin Cevabı ve Yaptığı Açıklama: *“Su direnci daha etkili olduğu için para daha geç düşer.”* **(Kısmen Doğru Cevap)**

Ö19 Kodlu Öğrencinin Cevabına İlişkin Yaptığı Açıklama: *“Su direnci, hareketi hava direncine göre daha fazla zorlaştırır.”* **(Tam Doğru Cevap)**

3.8.3 Öğrencilerin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşlerinin ve Deneyimlerinin Analizi

Mevcut araştırmada, öğrencilerin açık uçlu soru formunda belirttikleri tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşleri ve günlüklerinde anlattıkları deneyimleri içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu kapsamda öncelikle kodlar oluşturulmuştur. Sonrasında bu kodlar belli kategoriler altında birleştirilmiş ve temalar ortaya çıkartılmıştır (Savin-Baden & Major, 2013; Yıldırım & Şimşek, 2016). Öğrencilerin görüşleri ve günlüklerinde anlattıkları deneyimleri kapsamındaki verilerin %40’ı iki araştırmacı tarafından birbirinden bağımsız bir şekilde analiz edilmiştir. Literatürdeki birçok araştırmada da verilerin belli bir kısmı bir başka araştırmacı tarafından incelenmekte ve bu oranın %40’ın altında olduğu görülmektedir. Örneğin, Felton’ın (2004) çalışmasında da kodlayıcılar arası güvenilirlik için verilerin sadece %30’luk bir kısmı iki araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Forbes, Zangori ve Schwarz’ın (2015) çalışmalarında ise verilerin %10’luk kısmı, Zangori ve Cole’un (2019) çalışmasında 6 öğrencinin (%16) çizimleri iki araştırmacı tarafından incelenmiştir. Kodlayıcılar arası güvenilirlik, Miles ve Huberman’a (1994) ait olan formül ($\text{*Görüş Birliği/Görüş Birliği+ Görüş Ayrılığı*100}$) ile hesaplanmıştır. Bu doğrultuda kodlayıcılar arası güvenilirlik açık

uçlu soru formundan elde edilen veriler için %91, günlüklerden elde edilen veriler için %94 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler, kodlayıcılar arası güvenilirlik için yeterli değerlerdir. Çünkü Miles, Huberman ve Saldaña (2014) da kodlayıcılar arasında %85-%90 arasında bir anlaşmaya varılması gerektiğini önermektedir. Görüş ayrılığının olduğu kısımlarda araştırmacılar tartışmış ve uzlaşmışlardır. Uzlaşma sağlandığı için geriye kalan veriler, araştırmacı tarafından analiz edilmiştir.

3.9 Geçerlik ve Güvenirlik

Mevcut araştırmanın güvenilirliğini ve geçerliğini sağlamak için araştırmacı tarafından nitel araştırmalarda önem verilen inandırıcılık, aktarılabilirlik, güvenilirlik ve doğrulanabilirlik kavramları (Merriam & Tisdell, 2015; Sadler, 2003; Topçu, 2008) dikkate alınmıştır. Bu konu ile ilgili ayrıntılı bilgi aşağıda verilmiştir.

3.9.1 İnandırıcılık/İnanılabilirlik (Credibility, Internal Validity)

İnandırıcılık, araştırma bulgularının ve sonuçlarının doğruluğu ile ilgilidir (Merriam & Tisdell, 2015; Miles & Huberman, 1994). Nitel araştırmalarda inandırıcılık için uzun süreli etkileşim, çeşitleme, katılımcı teyidi ve uzman incelemesinden faydalanılmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2016). Bu bağlamda mevcut araştırmada verilerin toplanması ve analiz edilmesi sürecinde, öğrencilerin 'Enerji Dönüşümleri' konusundaki kavramsal öğrenmelerinin gelişimini değerlendirmek amacıyla hem model tabanlı açıklamalardan hem de kavramsal öğrenme ölçeğinden yararlanılarak çeşitleme (triangulation) yapılmıştır. Ayrıca tasarım odaklı düşünmeye dayalı öğretim sürecinin değerlendirilmesinde, etkinliklerin, veri toplama araçlarının ve rubriklerin geliştirilmesinde ve verilerin yorumlanmasında uzman görüşünden yararlanılmıştır.

3.9.2 Nakledilebilirlik/Aktarılabilirlik/Dış Geçerlik

Nitel araştırmalarda aktarılabilirlik, araştırma sonuçlarının doğrudan benzer ortamlara genellenemeyeceği, ancak bu tür ortamlara sonuçların uygulanabilirliğine ilişkin geçici yargılara ulaşılması ile ilgilidir (Yıldırım & Şimşek, 2016). Böylece benzer ortamlara ve süreçlere ilişkin bir anlayışın oluşmasına katkı sağlanmış olur. Bunu sağlamak için ayrıntılı betimleme ve amaçlı örnekleme

yöntemlerinden yararlanılmaktadır (Erlandson, Harris, Skipper & Allen, 1993). Ayrıntılı betimleme için; öğrencilerin kavramsal öğrenme ölçeğine, model tabanlı açıklamaları değerlendirme ölçeğine ve tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşlerinin değerlendirildiği açık uçlu soru formuna verdikleri cevaplar ve günlüklerinde yazdıkları deneyimlerine ilişkin doğrudan alıntılar yapılmış; katılımcılar, veri toplama süreci ve araçları, veri analizi ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmiştir. Ayrıca aktarılabilirlik için amaçsal örnekleme yöntemlerinden biri olan kriter örneklemeden yararlanılmıştır.

3.9.3 Güvenirlik (Dependability, Reliability)

Nitel araştırmalarda güvenirlik, tutarlılık ile ilgilidir (Guba & Lincoln, 1985). Mevcut araştırmada, güvenirlik için kodlayıcılar arası güvenirlikten yararlanılmıştır. Bu kapsamda enerji dönüşümleri konusu ile ilgili model tabanlı açıklamaların ve açık uçlu sorulara verilen cevapların %30'u, tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşlerin ve günlüklerde anlatılan deneyimlerin ise %40'ı iki araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Uyuşum yüzdeleri ile ilgili bulgular 'Veri Analizi' başlığı altında daha ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

3.9.4 Doğrulanabilirlik/Nesnellik (Comfirmability, Objectivity)

Doğrulanabilirlik, inandırıcılık için kullanılan stratejilerle sağlanabilmektedir (Sadler, 2003). Bunu sağlamak için kavramsal öğrenmenin gelişimini değerlendirmek amacıyla hem model tabanlı açıklamaları değerlendirme ölçeği hem de kavramsal öğrenme ölçeği kullanılarak çeşitleme yapılmış; ölçme araçlarının, rubriklerin ve modülün geliştirilmesi sürecinde uzman görüşlerinden faydalanılmıştır.

Bu bölümde, öğrencilerin model tabanlı ön ve son açıklamalarında bulunan öğelere, bağlantılara ve hangi öge ve bağlantıları ne düzeyde sunduklarına yönelik bulgular verilmiştir. Bununla birlikte, öğrencilerin enerji dönüşümleri ile ilgili kavramsal öğrenme ölçeğine verdikleri cevaplara ilişkin bulgulara da yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin tasarım odaklı düşünme ile ilgili görüşlerine ve deneyimlerine yönelik bulgular da ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Araştırma kapsamında elde edilen bulgular, 4 ayrı başlık altında gösterilmiştir. Bu başlıklar şu şekildedir: Model tabanlı açıklamalara ilişkin bulgular, kavramsal öğrenmeye ilişkin bulgular, ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşleri, ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik deneyimleri.

4.1 Model Tabanlı Açıklamalara İlişkin Bulgular

Mevcut araştırmada, ortaokul öğrencilerinin kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi ve hava direncinin etkileri ile ilgili model tabanlı açıklamalarının zaman içerisinde nasıl bir değişim gösterdiği incelenmiştir. Öğrencilerin kullandıkları öğelerin (components) ve kurdukları bağlantıların (sequences) seviyesi ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Öğrencilerin bu konu ve kavramlarla ilgili ön ve son modellerindeki öğelere ilişkin değişim Tablo 4.1’de verilmiştir. Bunun için *öğelerin* bulunduğu seviyelere yönelik frekans hesaplanmıştır.

Tablo 4.1 Öğelerin bulunduğu seviyelere ilişkin bulgular

Konu/Kavram	Model Tabanlı Açıklamalar	Model (f)			
		Seviye 0	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Kinetik ve Potansiyel	Ön Açıklamalar	11	14	1	2

Enerji Dönüşümleri					
--------------------	--	--	--	--	--

Tablo 4.1 Öğelerin bulunduğu seviyelere ilişkin bulgular (devamı)

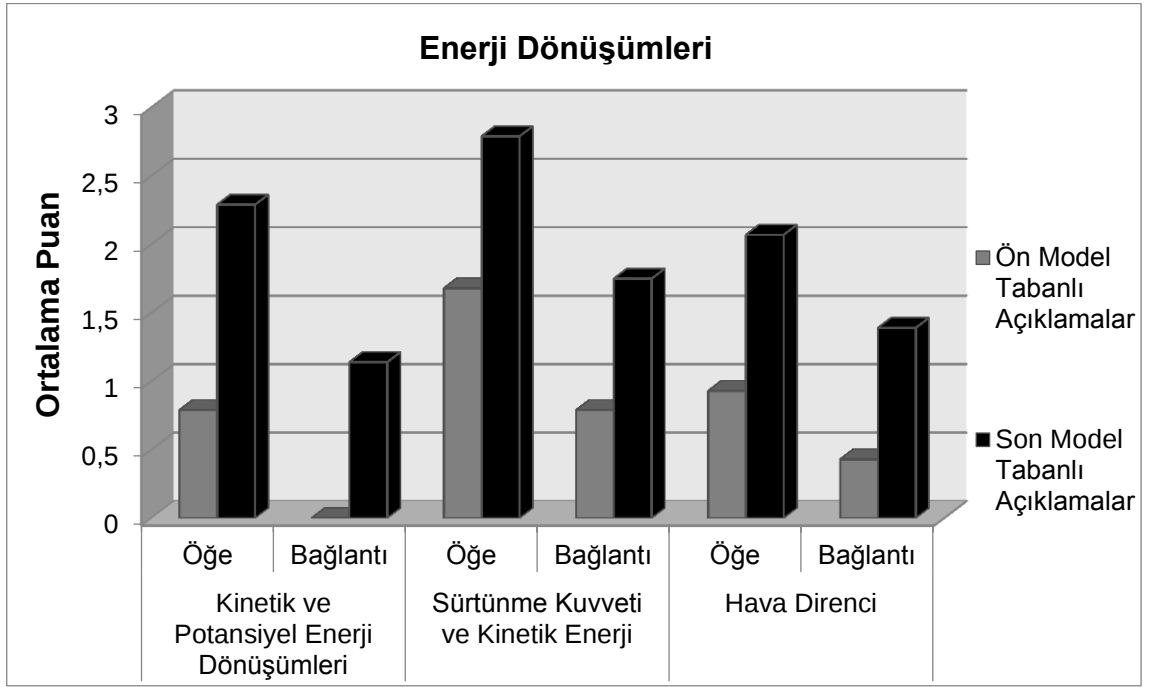
	Son Açıklamalar	1	5	7	15
Sürtünme Kuvveti ve Kinetik Enerji	Ön Açıklamalar	5	6	10	7
	Son Açıklamalar	0	0	6	22
Hava Direnci	Ön Açıklamalar	10	13	2	3
	Son Açıklamalar	1	6	11	10

Tablo incelendiğinde, öğrencilerin modellerinde ‘kinetik enerji ve potansiyel enerji dönüşümleri’, ‘sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisi’ ve ‘hava direnci’ ile ilgili olarak yer verdikleri öğelerin bulunduğu seviyenin geliştiği görülmektedir. Öğrencilerin bu konu ve kavramlarla ilgili kurdukları *bağlantıların* bulunduğu seviyelere ilişkin bulgular ise Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2 Bağlantıların bulunduğu seviyelere ilişkin bulgular

Konu/Kavram	Model Tabanlı Açıklamalar	Model (f)			
		Seviye 0	Seviye 1	Seviye 2	Seviye 3
Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri	Ön Açıklamalar	28	0	0	0
	Son Açıklamalar	7	13	5	3
Sürtünme Kuvveti ve Kinetik Enerji	Ön Açıklamalar	10	14	4	0
	Son Açıklamalar	2	7	15	4
Hava Direnci	Ön Açıklamalar	18	8	2	0
	Son Açıklamalar	4	13	7	4

Tablo 4.2’de görüldüğü üzere, öğrencilerin modellerinde ‘kinetik enerji ve potansiyel enerji dönüşümleri’, ‘sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisi’ ve ‘hava direnci’ ile ilgili öğeler arasında kurdukları bağlantıların bulunduğu seviye gelişmiştir. Öğrencilerin bu konu ve kavramlar hakkındaki ön ve son modellerindeki değişimi daha net bir şekilde değerlendirmek amacıyla öğeler ve bağlantılar için ayrı ayrı ortalama puan da hesaplanmıştır. Sonuçlar, öğrencilerin hem *öğelere* hem de *bağlantılara* yönelik ortalama puanlarının zamanla arttığını göstermektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Model tabanlı ön açıklamalara ve model tabanlı son açıklamalara ilişkin ortalama puanlar

Öğrencilerin ön modelde ‘kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri’ hakkındaki *öğelere* ilişkin ortalama puanları 0.79 iken, son modelde 2.29’dur. *Bağlantılara* yönelik ortalama puan ise ön modelde 0 iken, son modelde 1.14 olmuştur. Öğrencilerin ‘sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi’ hakkındaki *öğelere* ilişkin ön modelde ortalama puanları 1.68 iken, son modelde 2.79’dur. *Bağlantılara* yönelik ortalama puan ise ön modelde 0.79 iken, son modelde 1.75 olmuştur. Öğrencilerin ‘hava direnci’ ile ilgili ön modelde *öğelere* ilişkin ortalama puanları 0.93 iken, son modelde 2.07’dir. *Bağlantılara* yönelik ortalama puan ise ön modelde 0.43 iken, son modelde 1.39 olmuştur.

Ortalama puanların yanı sıra her bir ögenin öğrenciler tarafından model tabanlı ön açıklamalarda ve model tabanlı son açıklamalarda kullanılma sayısına ilişkin bulgular Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3 Öğelere ilişkin bulgular

Konu/Kavram	Öğeler	Model (f)	
		Model Tabanlı Ön Açıklamalar	Model Tabanlı Son Açıklamalar
Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri	Potansiyel Enerji	1	19
	Kinetik Enerji	3	19
	Hız	9	6
	Yükseklik	14	11
	Enerji Dönüşümleri	1	13
	Hiçbir Ögeye Yer Vermeme	7	4
Sürtünme Kuvveti ve Kinetik Enerji	Pürüzlü Yüzey	18	25
	Pürüzsüz Yüzey	17	24
	Sürtünme Kuvveti	4	10
	Hareket	4	12
	Hız	9	11
	Hiçbir Ögeye Yer Vermeme	4	0
Hava Direnci	Hava Direnci	2	14
	Temas Yüzeyi	16	15
	Hareket	3	16

Tablo 4.3 Öğelere ilişkin bulgular (devamı)

	Sürtünme Kuvveti	5	0
	Hız	5	8
	Hiçbir Öğeye Yer Vermeme	6	1

Tablo 4.3'te, bütün konularda model tabanlı son açıklamalarda hiçbir öğeye yer vermeyen öğrenci sayısının azaldığı görülmektedir. Öğrencilerin 'kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri' hakkındaki model tabanlı son açıklamalarında en fazla yer verdikleri öğeler kinetik enerji ve potansiyel enerji iken, en az yer verdikleri öğe hızdır. 'Sürtünme kuvveti ve kinetik enerji' hakkındaki model tabanlı son açıklamalarında en fazla yer verdikleri öğeler pürüzlü yüzey ve pürüzsüz yüzey iken, en az yer verdikleri öğeler sürtünme kuvveti ve hızdır. Bunun yanı sıra 'hava direnci' hakkındaki model tabanlı son açıklamalarında ise en fazla yer verdikleri öğeler temas yüzeyi ve hareket olup en az yer verdikleri öğeler ise sürtünme kuvveti ve hızdır.

Bağlantıların kullanım sıklığına ilişkin frekans değerleri de hesaplanmıştır. Bu kapsamda elde edilen bulgular, Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4 Bağlantılara ilişkin bulgular

Konu/Kavram	Bağlantılar	Model (f)	
		Model Tabanlı Ön Açıklamalar	Model Tabanlı Son Açıklamalar
Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri	Potansiyel Enerji İle Yükseklik İlişkisi	0	10
	Kinetik Enerjinin Hız İle İlişkisi	0	5
	Potansiyel Enerjinin Kinetik Enerjiye Dönüşmesi	0	14

Tablo 4.4 Bağlantılara ilişkin bulgular (devamı)

	Enerji Korunumu Yasasına Göre Potansiyel Enerji ve Kinetik Enerjinin Biri Artarken Diğlerinin Azalacağına Yönelik İlişki	0	3
	Hiçbir Bağlantıya Yer Vermeme	28	7
Sürtünme Kuvveti ve Kinetik Enerji	Sürtünme Kuvveti İle Hareket Arasındaki İlişki	4	14
	Yüzeyin Cinsi İle Sürtünme Kuvveti Arasındaki İlişki	1	4
	Yüzeyin Cinsi İle Yere Ulaşma Süresi Arasındaki İlişki	8	10
	Yüzeyin Cinsi İle Hız Arasındaki İlişki	9	11
	Hiçbir Bağlantıya Yer Vermeme	8	3
Hava Direnci	Hava Direnci İle Hareket Arasındaki İlişki	1	9
	Temas Yüzeyi İle Hareket Arasındaki İlişki	4	5
	Hava Direnci İle Temas Yüzeyi Arasındaki İlişki	1	6
	Hava Direnci İle Yere Ulaşma Süresi Arasındaki İlişki	2	8
	Temas Yüzeyi İle Hız Arasındaki İlişki	1	2
	Temas Yüzeyi İle Yere Ulaşma Süresi Arasındaki İlişki	5	3
	Hiçbir Bağlantıya Yer Vermeme	15	8

Tablo 4.4'te; model tabanlı son açıklamalarda 'kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri', 'sürtünme kuvveti ve kinetik enerji' ve 'hava direnci' ile ilgili konularda hiçbir bağlantı kuramayan öğrenci sayısının azaldığı görülmektedir. 'Kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri' hakkındaki model tabanlı son açıklamalarda en fazla yer verilen bağlantılar 'potansiyel enerji ile yükseklik ilişkisi' ve 'potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesi' iken, en az yer verilen bağlantılar 'kinetik enerjinin hız ile ilişkisi' ve 'enerji korunumu yasasına göre potansiyel enerji ve kinetik enerjinin biri artarken diğerinin azalacağına yönelik ilişki' dir. Öğrenciler 'sürtünme kuvveti ve kinetik enerji' ile ilgili model tabanlı son açıklamalarında en fazla 'sürtünme kuvveti ile hareket arasındaki ilişki' bağlantısına, en az 'yüzeyin cinsi ile sürtünme kuvveti arasındaki ilişki' bağlantısına yer vermişlerdir. Bunun yanı sıra 'hava direnci' ile ilgili model tabanlı son açıklamalarda en fazla 'hava direnci ile hareket arasındaki ilişki' ögesine, en az 'temas yüzeyi ile hız arasındaki ilişki' ve 'temas yüzeyi ile yere ulaşma süresi arasındaki ilişki' ögelerine yer verilmiştir.

4.2 Kavramsal Öğrenmeye İlişkin Bulgular

Öğrencilerin kavramsal öğrenme ölçeğine verdikleri cevaplar ve yaptıkları açıklamalar ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Öğrencilerin ölçme aracında yer alan 7 açık uçlu soru için verdikleri cevaplar ve yaptıkları açıklamalar; 'tam doğru cevap', 'kısmen doğru cevap', 'yanlış cevap' ve 'cevap yok/açıklama yok' şeklinde analiz edilmiştir. Bu kapsamda elde edilen bulgular frekans olarak Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5 Enerji dönüşümleri ile ilgili açık uçlu sorulara verilen cevaplara ilişkin bulgular

Soru No / Konu / Kavram	Kavramsal Öğrenme	Cevap (f)			
		Tam Doğru Cevap	Kısmen Doğru Cevap	Yanlış Cevap	Cevap Yok
1-Kinetik Enerji	Ön Uygulama	5	0	23	0

Tablo 4.5 Enerji dönüşümleri ile ilgili açık uçlu sorulara verilen cevaplara ilişkin bulgular (devamı)

	Son Uygulama	18	0	10	0
2-Potansiyel Enerji	Ön Uygulama	4	0	21	3
	Son Uygulama	23	0	5	0
3-Hava Direnci	Ön Uygulama	5	0	11	12
	Son Uygulama	11	0	10	7
4-Su Direnci	Ön Uygulama	9	0	10	9
	Son Uygulama	15	0	10	3
5-Hava Direnci ve Su Direnci	Ön Uygulama	14	0	10	4
	Son Uygulama	28	0	0	0
6-Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri	Ön Uygulama	0	0	18	10
	Son Uygulama	14	2	12	0
7-Sürtünme Kuvveti ve Kinetik Enerji	Ön Uygulama	7	0	8	13
	Son Uygulama	15	0	7	6

Tabloda görüldüğü üzere, öğrencilerin 7 soru için verdikleri cevaplardaki ‘tam doğru cevap’ sayısı artış göstermiş, ‘yanlış cevap’ ve ‘cevap yok/açıklama yok’ sayısı azalmıştır. Tablo 4.6’da ise öğrencilerin aynı sorularla ilgili yaptıkları açıklamalara ilişkin frekanslar verilmiştir.

Tablo 4.6 Enerji dönüşümleri ile ilgili açık uçlu sorulara yönelik yapılan açıklamalara ilişkin bulgular

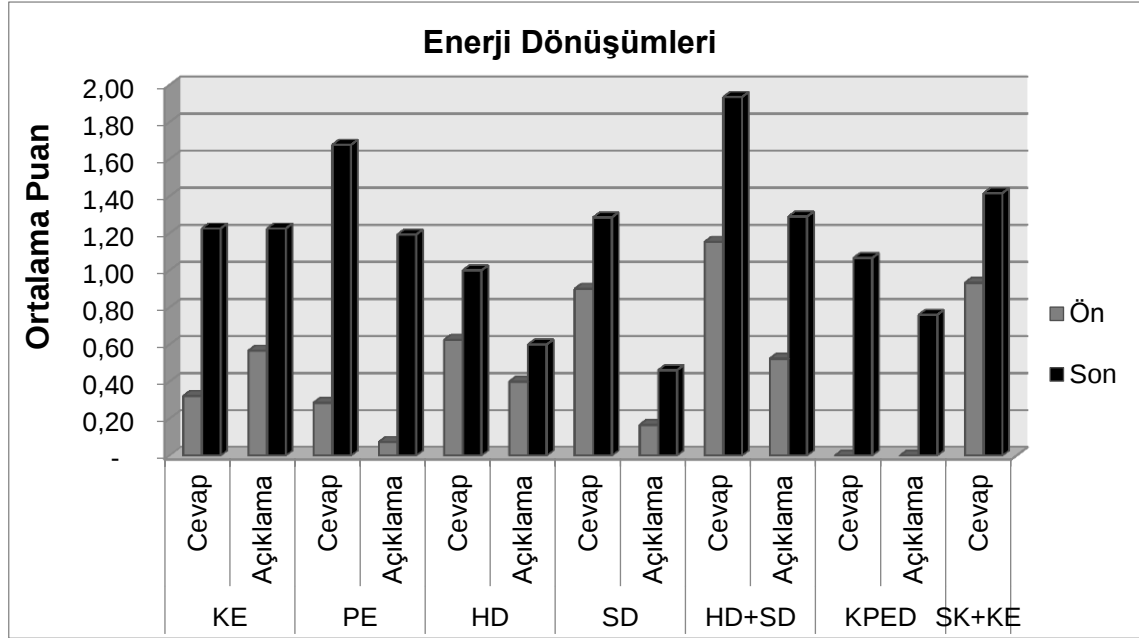
Soru No / Konu / Kavram	Kavramsal Öğrenme	Açıklama (f)
-------------------------	-------------------	--------------

Tablo 4.6 Enerji dönüşümleri ile ilgili açık uçlu sorulara yönelik yapılan açıklamalara ilişkin bulgular (devamı)

		Tam Doğru Cevap	Kısmen Doğru Cevap	Yanlış Cevap	Açıklama Yok
1-Kinetik Enerji	Ön Uygulama	0	17	10	1
	Son Uygulama	10	16	2	0
2-Potansiyel Enerji	Ön Uygulama	0	2	22	4
	Son Uygulama	16	2	10	0
3-Hava Direnci	Ön Uygulama	3	0	12	13
	Son Uygulama	7	1	15	5
4-Su Direnci	Ön Uygulama	1	0	11	16
	Son Uygulama	5	1	18	4
5-Hava Direnci ve Su Direnci	Ön Uygulama	1	8	10	9
	Son Uygulama	11	16	1	0
6-Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri	Ön Uygulama	0	0	11	17
	Son Uygulama	6	5	12	5

Tablo 4.6’da görüldüğü gibi, bütün sorulara ilişkin ‘tam doğru cevap’ sayısı artış göstermiştir. Ancak 3. ve 4. sorulara yönelik doğru cevapların artışı istenen düzeyde olmayıp uygulama sonunda yanlış cevap sayısı da artış göstermiştir. Sürtünme kuvveti ve kinetik enerji ile ilgili olan 7. soruya ilişkin herhangi bir bulgu verilmemiştir. Çünkü 7. soru açıklama gerektirmeyen bir sorudur. Şekil 4.2’de öğrencilerin her bir soruya verdikleri cevaplara ve yaptıkları açıklamalara ilişkin aldıkları ortalama puanların değişimi karşılaştırılmıştır. Şekil 4.2’de de görüldüğü

gibi sorulara ilişkin verilen cevaplara ve yapılan açıklamalara yönelik ortalama puan artış göstermiştir.



Şekil 4.2 Kavramsal öğrenmeye ilişkin ortalama puanlar (KE: Kinetik Enerji, PE: Potansiyel Enerji, HD: Hava Direnci, SD: Su Direnci, HD+SD: Hava Direnci+Su Direnci, KPED: Kinetik ve Potansiyel Enerji Dönüşümleri, SK+KE: Sürtünme Kuvveti+Kinetik Enerji)

Öğrencilerin ön uygulamada 'kinetik enerji' hakkındaki *cevaplara* ilişkin ortalama puanları 0.35 iken, son uygulamada 1.3'tür. *Açıklamalara* yönelik ortalama puan ise ön uygulamada 0.6 iken, son uygulamada 1.3 olmuştur. Öğrencilerin 'potansiyel enerji' hakkındaki *cevaplara* ilişkin ön uygulamada ortalama puanları 0.28 iken, son uygulamada 1.64'tür. *Açıklamalara* yönelik ortalama puan ise ön uygulamada 0.07 iken, son uygulamada 1.3 olmuştur. Öğrencilerin 'hava direnci' ile ilgili ön uygulamada *cevaplara* ilişkin ortalama puanları 0.35 iken, son uygulamada 0.78'dir. *Açıklamalara* yönelik ortalama puan ise ön uygulamada 0.2 iken, son uygulamada 0.6 olmuştur. Öğrencilerin 'su direnci' ile ilgili ön uygulamada *cevaplara* ilişkin ortalama puanları 0.64 iken, son uygulamada 1.07'dir. *Açıklamalara* yönelik ortalama puan ise ön uygulamada 0.07 iken, son uygulamada 0.4 olmuştur. Öğrencilerin 'hava direnci ve su direnci' hakkındaki *cevaplara* ilişkin ön uygulamada ortalama puanları 1 iken, son uygulamada 2'dir. *Açıklamalara*

yönelik ortalama puan ise ön uygulamada 0.35 iken, son uygulamada 1.4 olmuştur. Öğrencilerin 'kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri' hakkındaki *cevaplara* ilişkin ön uygulamada ortalama puanları 0 iken, son uygulamada 1.07'dir. *Açıklamalara* yönelik ortalama puan ise ön uygulamada 0 iken, son uygulamada 0.7 olmuştur. Öğrencilerin 'sürtünme kuvveti ve kinetik enerji' hakkındaki *cevaplara* ilişkin ön uygulamada ortalama puanları 0.5 iken, son uygulamada 1.07'dir. 'Sürtünme kuvveti ve kinetik enerji' ile ilgili olan bu soru, açıklama yapmayı gerektirmediği için açıklamalara ilişkin ortalama puan hesaplanmamıştır.

4.3 Ortaokul Öğrencilerinin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşleri

Öğrenciler, doldurdıkları açık uçlu soru formu aracılığıyla tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşlerini ifade etmişlerdir. Öğrencilerin görüşlerinin analizi sonucunda ulaşılan 7 tema şu şekildedir: Tasarım odaklı düşünmenin katkıları, tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde karşılaşılan zorluklar, tasarım odaklı düşünme aşamalarının zorluk derecesi, tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde destek alma, tasarım odaklı düşünme aşamalarının beğenilme derecesi, ileride tasarım odaklı düşünme etkinliklerine zaman ayırma ve okul dışında tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılma. 31 öğrenci tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinlikleri beğendiğini, 2 öğrenci ise bu etkinlikleri beğenmediğini ifade etmiştir. 1 öğrenci ise bu konuda herhangi bir görüş bildirmemiştir. Öğrencilerin tasarım odaklı düşünmenin katkıları ile ilgili görüşlerine yönelik bulgular aşağıda, Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7 1. tema: tasarım odaklı düşünmenin katkılarına ilişkin görüşler

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler	Frekans
Öğrenmeyi Sağlama ve Kolaylaştırma	Enerji dönüşümleri konusunu öğrenme	Ö3, Ö13, Ö19, Ö22, Ö23	5
	Matematiği öğrenme	Ö7, Ö32	2
	Feni öğrenme	Ö2, Ö28, Ö32	3

Tablo 4.7 1. tema: tasarım odaklı düşünmenin katkılarına ilişkin görüşler
(devamı)

	Öğrenme merakını artırma	Ö18	1
	Yaparak ve yaşayarak öğrenme	Ö17	1
	Eğlenerek öğrenme	Ö6, Ö7, Ö8, Ö13, Ö15, Ö20, Ö23, Ö31	8
	Düşünmeyi ve fikir üretmeyi öğrenme	Ö3, Ö5, Ö6, Ö11, Ö12, Ö16, Ö28	7
	Öğrenmeyi kolaylaştırma	Ö2, Ö8, Ö17, Ö32	4
21. Yüzyıl Becerilerini Geliştirme	Problem çözme	Ö4	1
	Takım çalışması	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö8, Ö20, Ö22, Ö30	7
	İletişim kurma	Ö24	1
	Analitik düşünme	Ö26	1
	Empati kurma	Ö4, Ö13, Ö16, Ö24, Ö26, Ö31	6
	Yardımlaşma	Ö9	1
	Özgüveni geliştirme	Ö14	1
	Tasarım becerisi	Ö4, Ö10, Ö11, Ö13, Ö14, Ö16, Ö21, Ö25, Ö29, Ö30	10
	Sabırlı olma	Ö22	1
Geleceğe ve Mesleğe Hazırlama	Geleceğe hazırlama	Ö9	1
	Bilim insanı olmaya hazırlama	Ö19	1
	Mühendislik mesleğine hazırlama	Ö9, Ö17	2

Tablo 4.7'den de anlaşılabacağı üzere ortaokul öğrencilerinin görüşleri kapsamında tasarım odaklı düşünmenin katkılarına yönelik şu kategoriler ortaya çıkmıştır: Öğrenmeyi sağlama ve kolaylaştırma, 21. yy becerilerini geliştirme, geleceğe ve mesleğe hazırlama. Öğrencilerin açık uçlu soru formuna verdikleri cevaplardan 21. yy becerilerini geliştirme ile ilgili şu notlar elde edilmiştir:

Grup halinde çalışmayı öğrendim. Empati kurmayı öğrendim. Sorunlar karşısında nasıl davranacağımı, onları nasıl çözebileceğimi öğrendim ve tasarım becerim gelişti (Ö4). (Problem Çözme, Takım Çalışması, Empati Kurma)

'Ben istersem her şeyi yapabilirim.' fikrine çok inanmazdım. Ama burada bu etkinliklerle bunun gerçek olabileceğini öğrendim. Artık bu fikirle hayatıma yeni bir bakış açısı geldiğini düşünüyorum. Ayrıca bu etkinliklerle tasarım becerim de gelişti (Ö14). (Tasarım Becerisi, Özgüveni Geliştirme)

Öğrencilerin açık uçlu soru formuna verdikleri cevaplarda, öğrenmeyi sağlama ve kolaylaştırma kategorisi ile ilgili şu ifadeler yer almaktadır:

Takım çalışmasını öğrendim ve öğrenmenin kolay yolunu. Bu etkinlikler sayesinde eğlenerek öğreniyoruz (Ö8). (Takım Çalışması, Eğlenerek Öğrenme, Öğrenmeyi Kolaylaştırma)

Bu etkinlikler bize düşünmeyi ve fikir üretmeyi öğretti. Ayrıca tasarım becerimiz de gelişti (Ö11). (Tasarım Becerisi, Düşünmeyi ve Fikir Üretmeyi Öğrenme)

Evet, bu etkinliklerin katkıları oldu. Çünkü daha meraklı oldum. Bu etkinlikler öğrenmeye meraklandırıyor (Ö18). (Öğrenme Merakını Artırma)

Geleceğe ve mesleğe hazırlama kategorisine ilişkin cevaplarda ise şu notlar elde edilmiştir.

Fen bilimleri dersindeki enerji dönüşümleri konusunu öğrendim. 'İcat insanların geleceğidir' sözünün belki de derslerin öğrenilmesi için de katkısı olabilir. Bir de bilim insanlarının yaptığı araştırmaları küçük de olsa biz de yapıyoruz ve öğreniyoruz. (Ö19). (Enerji Dönüşümleri Konusunu Öğrenme, Bilim İnsanı Olmaya Hazırlama)

Öğrencilerden 2'si tasarım odaklı düşünmeye ilişkin uygulamalarda zorluk yaşayıp yaşamadığına dair kararsız olduğunu, 16'sı ise bu konuda herhangi bir zorluk yaşamadığını ifade etmiştir. Bu iki görüş dışında 6 öğrenci ise sadece zorluk yaşadığını belirtmiş ancak ne tür bir zorluk olduğu hakkında bilgi vermemiştir. Tablo 4.8'da öğrencilerin tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde karşılaştıkları zorluklar ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Tablo 4.8 2. tema: tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde karşılaşılan zorluklara ilişkin görüşler

Kategoriler	Kodlar	Öğrenciler	Frekans
Fiziksel Koşullar	Malzeme çeşidinin az olması	Ö15	1
	Etkinlik alanının dar olması	Ö14	1
Grup İçi Sorumluluk	Rollerin paylaşımında sorun yaşama	Ö9	1
	Grup üyelerinin sorumluluklarını yerine getirmemesi	Ö25	1
Grup İçi İletişim	Grup üyeleriyle iletişim kurmada problem yaşama	Ö1, Ö5, Ö22	3
	Grup içinde herkesin aynı anda konuşması	Ö9	1
	Grup üyeleriyle ortak bir fikirde buluşamama	Ö4, Ö12, Ö30	3

Tablo 4.8'den anlaşılabacağı üzere öğrencilerin tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması sürecinde karşılaştıkları zorluklara yönelik fiziksel koşullar, grup içi sorumluluk ve grup içi iletişim gibi 3 kategori ortaya çıkmıştır. Aşağıdaki örneklerde, öğrencilerden bazılarının grup içi sorumluluk ve grup içi iletişim kategorilerine yönelik cevapları ile ilgili ifadeler yer almaktadır:

Çoğu zaman fikirlerimiz üzerine çok tartıştık. Rollerimizi paylaştırmakta tartıştık. Herkes aynı anda konuştuğu için çoğu zaman birbirimizi anlayamadık (Ö9). (Rollerin Paylaşımında Sorun Yaşama, Grup İçinde Herkesin Aynı Anda Konuşması)

Hepimiz farklı farklı düşüncelere sahip olduğumuz için birbirimizi anlayamadık (Ö30). (Grup Üyeleriyle Ortak Bir Fikirde Buluşamama)

Öğrencilerin tasarım odaklı düşünme uygulamaları sürecinde karşılaştıkları zorluklardan biri de fiziksel koşullardır. Öğrencilerin fiziksel koşullara ilişkin verdikleri cevaplar şu şekildedir:

Daha büyük ve geniş bir alanda daha güzel bir etkinlik yapabilirdik. Ancak bu demek olmuyor ki etkinlikler sıkıcıdır (Ö14). (Etkinlik Alanının Dar Olması)

Çok fazla olumsuz yönü yok aslında. Sadece bazen hayal ettiğim malzemeleri bulamıyordum (Ö15). (Malzeme Çeşidinin Az Olması)

Tasarım odaklı düşünme yaklaşımında öğrencilerin en fazla hangi aşamalarda zorlandıklarına yönelik bulgular ise Tablo 4.9'da verilmiştir.

Tablo 4.9 3. tema: tasarım odaklı düşünmenin aşamalarının zorluk derecesine ilişkin görüşler

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
Empati	Ö3, Ö11, Ö19, Ö25, Ö28	5
Tanımlama	Ö16, Ö24, Ö26, Ö33	4
Fikir Üretme	Ö4, Ö9, Ö17, Ö18, Ö20, Ö22, Ö23	7
Prototip Geliştirme	Ö2, Ö5, Ö6, Ö7, Ö15, Ö21, Ö30, Ö31, Ö32	9
Test Etme	Ö1, Ö8, Ö10, Ö12, Ö14, Ö29	6

Tablo 4.9'da görüldüğü üzere öğrencilerin en fazla prototip geliştirirken (n=9) zorlanmış, akabinde sırasıyla fikir üretirken (n=7), test ederken (n=6), empati kurarken (n=5) ve problemi tanımlarken (n=4) zorlanmışlardır. 3 öğrenci ise bu

konuda herhangi bir görüş bildirmemiştir. Öğrencilerin en çok zorlandıkları aşama olan prototip geliştirme ile ilgili görüşleri şu şekildedir:

Prototip geliştirmede zorlandım. Ürünü nasıl yapacağımızı ve oluşturacağımızı düşünmek bizi zorladı. Çünkü biraz fikir gerekiyor. Olmayınca yapılmıyor (Ö21). (Prototip Geliştirme)

Öğrencilerin fikir üretme ve test etme aşamalarının zorluk derecesine yönelik cevaplarından şu notlar elde edilmiştir:

Fikir üretmede zorlandım. Çünkü gruptaki bazı kişilerin hiçbirimizin fikrini almadan tasarımı yapması, çok üzücü bir şey. Bu yüzden çok kötü oldu. Fikir üretme sorunu en önemli konulardan biriydi. Bu yüzden böyle oldu (Ö20). (Fikir Üretme)

Test etmede çok zorlandım. Bazı eksiklikler ortaya çıktı. Habire onları düzeltip yapmaya çalıştık (Ö14). (Test Etme)

Empati ve problemi tanımlama aşamalarının zorluğu ile ilgili fikir belirten öğrencilerden bazılarının görüşleri aşağıda örnek olarak verilmiştir:

En çok empatide zorlandım. Çünkü kendimizi başkasının yerine koymak çok zor (Ö11). (Empati)

Problemi tanımlamada çok zorlandım (Ö24). (Problemi Tanımlama)

Ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması sürecinde zorlandıkları kısımlarda aldıkları desteklere yönelik bulgular Tablo 4.10'da verilmiştir.

Tablo 4.10 4. tema: tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde destek almaya ilişkin görüşler

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
Grup Arkadaşlarından Destek Alma	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö22, Ö23, Ö26, Ö27, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö33	25
Öğretmenden Destek Alma	Ö9, Ö14, Ö19, Ö21, Ö33	5

Tablo 4.10 4. tema: tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde destek almaya ilişkin görüşler (devamı)

Herhangi Bir Destek Almama	Ö6, Ö13, Ö20, Ö24, Ö25, Ö32	6
----------------------------	-----------------------------	---

Tablo 4.10'daki verilere bakıldığında, öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye dayalı etkinliklerde zorlandıkları bölümlerde grup arkadaşlarından (n=25) ve öğretmenlerinden (n=5) destek aldıkları veya herhangi bir destek almadıkları (n=6) görülmektedir. Aşağıda verilen örneklerde öğrencilerin problem yaşadıkları bölümlerde grup arkadaşlarından ve öğretmenlerinden aldıkları desteklere yönelik görüşleri yer almaktadır:

Zorlandığım kısımlarda arkadaşlarımdan destek aldım. Öğretmenime sordum ve fikir ürettim (Ö19). (Grup Arkadaşlarından Destek Alma, Öğretmenden Destek Alma)

Zorlandığım kısımlarda fikir ürettim ve arkadaşlarımdan destek aldım (Ö26). (Grup Arkadaşlarından Destek Alma)

Tasarım odaklı düşünme etkinliklerinin gerçekleştirilmesi sürecinde karşılaşılan problemlerin çözülmesinde herhangi bir destek almayan öğrenciler de bulunmaktadır. Bu konuda herhangi bir destek almayan öğrencilerin cevaplarından şu notlar elde edilmiştir:

Hiçbir şey yapmadım. Çünkü arkadaşlarım sadece malzeme getirmemi istediler. Benim bir şey yapmama izin vermediler (Ö20). (Herhangi Bir Destek Almama)

Öğrencilerin tasarım odaklı düşünme yaklaşımında en fazla hangi aşamaları beğendiklerine yönelik bulgular Tablo 4.11'de verilmiştir.

Tablo 4.11 5. tema: tasarım odaklı düşünmenin aşamalarının beğenilme derecesine ilişkin görüşler

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
-------------	------------	---------

Tablo 4.11 5. tema: tasarım odaklı düşünmenin aşamalarının beğenilme derecesine ilişkin görüşler (devamı)

Empati	Ö6, Ö12, Ö18	3
Tanımlama	Ö1, Ö8, Ö20	3
Fikir Üretme	Ö2, Ö5, Ö7, Ö10, Ö11, Ö32	6
Prototip Geliştirme	Ö14, Ö17, Ö19, Ö22, Ö23, Ö26, Ö28, Ö29	8
Test Etme	Ö3, Ö4, Ö9, Ö15, Ö16, Ö21, Ö25, Ö27, Ö30, Ö31, Ö33	11

Tablo 4.11'den de anlaşılacağı üzere öğrencilerin en çok beğendikleri aşama test etme (n=11) aşamasıdır. Test etme aşamasından sonra en çok beğendikleri aşamalar sırasıyla prototip geliştirme (n=8) ve fikir üretme (n=6) aşamalarıdır. Empati (n=3) ve tanımlama (n=3) aşamaları ise öğrencilerin eşit düzeyde ve en az beğendikleri aşamalardır. 31 öğrencinin tasarım odaklı düşünmenin aşamalarının beğenilme derecesine dair görüşleri bu yöndeyken 3 öğrenci ise bu konuda herhangi bir görüş bildirmemiştir. Öğrencilerin en çok beğendikleri aşama olan test etme ile ilgili ifadeleri şu şekildedir:

Test etmeyi beğendim. Çünkü yaptığımız tasarımın nasıl olduğunu, nasıl çalıştığını öğrendik ve gördük (Ö4). (Test Etme)

Aşağıda örnek olarak verilen cümlelerde, öğrencilerin test etme aşamasından sonra en çok beğendikleri aşamalar olan fikir üretme ve prototip geliştirme ile ilgili ifadeler yer almaktadır:

Fikir üretmeyi çok beğendim. Çünkü grupça ortak fikirleri bularak fikir üretiyoruz ve çok eğlenceli oluyor (Ö2). (Fikir Üretme)

Prototip geliştirmeyi çok beğendim. Çünkü ürün oluşturma konusunda kendimizi test ediyoruz. Nasıl tasarladığımızı ve kendimizi tanıyoruz (Ö17). (Prototip Geliştirme)

Empati ve problemi tanımlama aşamalarının beğenilme derecesine dair öğrenci görüşlerinden şu notlar elde edilmiştir:

Empatiyi beğendim. Çünkü kendimizi birbirimizin yerine koyarak en iyi tasarımı ortaya çıkarırız (Ö6). (Empati)

Problemi tanımlamayı beğendim. Çünkü problemi iyi anlarsak icat en güzel olur (Ö20). (Problemi Tanımlama)

Öğrencilerin görüş belirttiği konulardan biri de ileride tasarım odaklı düşünme etkinliklerine zaman ayırıp ayırmama ile ilgilidir. Tablo 4.12’de öğrencilerin ileride tasarım odaklı düşünme etkinliklerine zaman ayırıp ayırmama konusuna yönelik görüşlerinden elde edilen bulgular verilmiştir.

Tablo 4.12 6. tema: ileride tasarım odaklı düşünme etkinliklerine zaman ayırmaya ilişkin görüşler

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
Evet	Ö1, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö31, Ö33	28
Hayır	Ö2, Ö30, Ö32	3
Kararsızım	Ö13, Ö29	2

Tablo 4.12’de yer alan bulgulardan da anlaşılacağı üzere öğrencilerin büyük çoğunluğunun (n=28) ileriki zamanlarda da tasarım odaklı düşünme etkinliklerine zaman ayırma konusunda istekli olduğu görülmektedir. 3 öğrenci ise ileride tasarım odaklı düşünme etkinliklerine zaman ayırmak istemediğini belirtmiştir. Ayrıca 2 öğrenci zaman ayırıp ayırmama konusunda kararsız olduğunu ifade etmiştir. Bu konuda görüş beyan eden 33 öğrencinin dışında 1 öğrenci ise herhangi bir görüş bildirmemiştir. Aşağıda yer alan örnekler, öğrencilerden bazılarının tasarım odaklı düşünme etkinliklerine ileride zaman ayırmak istediğine dair görüşlerini içermektedir.

Evet. Çünkü büyüyünce mühendis olmak istiyorum (Ö18). (Evet)

Evet, zaman ayırmak isterim. Çünkü bilim ve icat en güzel şeydir. İnsanların geleceğidir (Ö20). (Evet)

Evet, çünkü etkinlik yapmak böyle eğlenceli olmamıştı hiç (Ö33). (Evet)

Tasarım odaklı düşünme etkinliklerine ileride zaman ayırmak istemeyen öğrenciler de bulunmaktadır:

Hayır, zaman ayırmak istemem (Ö2). (Hayır)

Öğrenciler okul dışında da tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılıp katılmayacaklarına dair görüş beyan etmişlerdir. Okul dışında tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılmaya yönelik bulgular Tablo 4.13'te verilmiştir.

Tablo 4.13 7. tema: okul dışında tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılmaya ilişkin görüşler

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
Evet	Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö19, Ö20, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö28, Ö31, Ö32, Ö33	28
Hayır	Ö13, Ö18	2
Kararsızım	Ö17, Ö29, Ö30	3

Tablo 4.13'teki bulgulardan da anlaşılacağı üzere öğrencilerin büyük çoğunluğu (n=28) okul dışında da tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılma konusunda isteklidir. Bu öğrenciler dışında 3 öğrenci katılıp katılmama konusunda kararsız olduğunu, 2 öğrenci ise katılmaya istekli olmadıklarını belirtmiştir. Bununla birlikte 1 öğrenci ise bu konuda herhangi bir görüş bildirmemiştir. Aşağıda verilen örneklerde bazı öğrencilerin okul dışında tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılmak istediğine ilişkin görüşleri yer almaktadır.

Evet, okul dışında da katılmak isterim. Çünkü bu etkinlikler çok eğlenceli ve düşünmemi sağlıyor (Ö15). (Evet)

Kesinlikle katılmak isterim. Çünkü etkinliklerin eğlenceli olduğunu biliyorum (Ö33). (Evet)

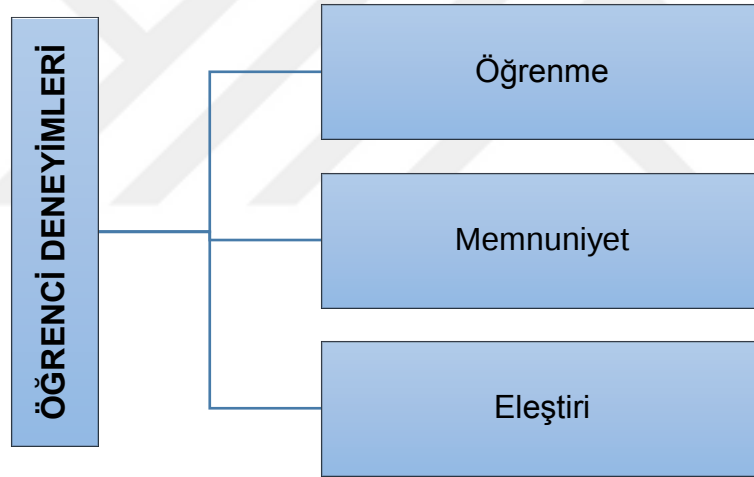
Okul dışında tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılmak istemeyen veya bu konuda kararsız olan öğrenciler de bulunmaktadır:

Kararsızım (Ö29). (Kararsızım)

Hayır, okul dışında katılmak istemem (Ö13). (Hayır)

4.4 Ortaokul Öğrencilerinin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Deneyimleri

Öğrencilerin, tasarım odaklı düşünmeye yönelik deneyimleri günlükler aracılığıyla incelenmiştir. Günlüklerden elde edilen verilerin analizi sonucunda öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik deneyimleri ile ilgili 3 temaya ulaşılmıştır: Öğrenme, memnuniyet ve eleştiri (Şekil 4.3).



Şekil 4.3 Öğrenci deneyimlerine yönelik ortaya çıkan temalar

Şekil 4.3'te de görüldüğü gibi öğrenci günlüklerinin içerik analizi yöntemi ile değerlendirilmesi sonucunda 3 tema ortaya çıkmıştır: Öğrenme, memnuniyet ve eleştiri. Bu temalara ve bu temalar kapsamındaki kategorilere ilişkin bulgular aşağıda ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Tablo 4.14'te öğrenme temasına yönelik bulgular belirtilmiştir.

Tablo 4.14 1. tema: öğrenme

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
Enerji Dönüşümleri Konusunu Öğrenme	Ö2, Ö17, Ö18, Ö24, Ö26, Ö29, Ö31, Ö32	8
Grup Çalışmasını Öğrenme	Ö2, Ö5, Ö14, Ö17, Ö25, Ö26, Ö32	7
Başarının ve Başarısızlığın Nedenlerini Öğrenme	Ö1, Ö2, Ö4, Ö8, Ö10, Ö11, Ö14, Ö16, Ö18, Ö19, Ö20, Ö21, Ö23, Ö24, Ö25, Ö31, Ö33	17
Mücadeleyi Öğrenme	Ö4, Ö13, Ö16, Ö21, Ö23, Ö25	6

Öğrenme temasına yönelik 4 kategori ortaya çıkmıştır: Enerji dönüşümleri konusunu öğrenme (n=8), grup çalışmasını öğrenme (n=7), başarının ve başarısızlığın nedenlerini öğrenme (n=17) ve mücadeleyi öğrenme (n=6). Ö3, Ö6, Ö7, Ö9, Ö12, Ö15, Ö22, Ö27, Ö28, Ö30 ve Ö34 kodlu öğrenciler ise öğrenme temasına ilişkin herhangi bir görüş belirtmemiştir. Öğrenciler günlüklerinde enerji dönüşümleri konusunu öğrendiklerini, daha önce grup çalışmasına alışkın olmadıklarını ve tasarım odaklı düşünme etkinlikleri sayesinde grup çalışmasını öğrendiklerini ifade etmişlerdir:

Bugün, Canavar Kaos adında bir araba yapmaya çalıştık. İlk başta güzel olmadı. Son anlarda tasarlamaya çalıştık. Grupça yaptıktan sonra 'Canavar Kaos'u sunmaya geldi sıra. 4 takımı eledik ama Army Mühendisler grubu daha başarılı oldu ve onlar birinci oldu. Biz ikinci olsak da biz yine de takım çalışmasını öğrendik (Ö17)-Grup Çalışmasını Öğrenme

Sevgili günlük, bu proje (Lunapark Hız Trenim) sayesinde kinetik ve potansiyel enerjiyi arttırıp azaltmayı öğrendim. Bir hız treni döngüsü içinde kinetik ve potansiyel enerji farkını öğrendim. Enerji dönüşümlerini iyice kavradım. Hız trenimiz de güzel oldu. Bir tepeden sonra bir de döngü yaptık (Ö29)-Enerji Dönüşümleri Konusunu Öğrenme

Öğrenciler, yaptıkları tasarımların neden başarılı ya da neden başarısız olduğuna yönelik çıkarımlarda da bulunmuşlardır. Ayrıca öğrenciler günlüklerinde,

yaptıkları tasarım başarısız olunca pes etmediklerini ve tasarımlarını iyileştirmeye çalıştıklarını dolayısıyla mücadele etmeyi öğrendiklerini ifade etmişlerdir. Aşağıda bu konuya ilişkin örnek ifadeler verilmiştir.

Sevgili günlük, bugün takım arkadaşlarımla bir hız treni tasarladık. Çok başarısız olduk ama ümidimizi kesmedik. Süremiz bitmek üzereydi. Son dakikalarımızda denemeler yaptık. Tam süremiz bitecekti ki, grupça son denemeyi yaptık ve başarılı oldu (Ö23)-Mücadeleyi Öğrenme

Öğrencilerin günlüklerinde yer alan ifadeler doğrultusunda elde edilen temalardan biri de memnuniyet temasıdır. Tablo 4.15'te memnuniyet temasına yönelik bulgular verilmiştir.

Tablo 4.15 2. tema: memnuniyet

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
Gruptan Memnun Olma	Ö2, Ö3, Ö8, Ö12, Ö13, Ö14, Ö19, Ö25, Ö27	9
Etkinliklerden Memnun Olma	Ö9, Ö11, Ö14, Ö16, Ö18, Ö33	6
Öğretmenden Memnun Olma	Ö9, Ö14, Ö16, Ö17, Ö21, Ö29, Ö33	7
Eğlenme	Ö1, Ö3, Ö5, Ö6, Ö7, Ö8, Ö9, Ö10, Ö11, Ö12, Ö14, Ö15, Ö16, Ö17, Ö19, Ö23, Ö25, Ö29, Ö31, Ö33	20

Tablo 4.15 incelendiğinde, memnuniyet temasına ilişkin 4 kategorinin elde edildiği görülmektedir. Bu kategoriler şunlardır: Eğlenme (n=20), gruptan memnun olma (n=9), etkinliklerden memnun olma (n=6) ve öğretmenden memnun olma (n=7). Ö4, Ö20, Ö22, Ö24, Ö26, Ö28, Ö30 ve Ö32 kodlu öğrenciler ise memnuniyet teması ile ilgili herhangi bir görüş belirtmemiştir. Tablo 4.15'te öğrencilerin çoğunluğunun tasarım odaklı düşünme etkinliklerinin uygulanması sürecinde eğlendikleri görülmektedir. Bununla birlikte öğrencilerin gruptan, öğretmenden ve etkinliklerden memnun oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Aşağıdaki örneklerde de

öğrencilerin gruptan ve öğretmenden memnun olma ve etkinliklerin gerçekleştirilmesi sürecinde eğlenme ile ilgili görüşleri yer almaktadır.

*Bugün çok zevk aldım ve eğlendim. Takımca iyi bir iş çıkardık. Bir daha yapmak isterdim. Hız treni yapmayı öğrendim, çok şey öğrendim. Arkadaşlarımla çok eğlendim. Takım arkadaşlarıma çok teşekkür ederim. Ders çok güzel geçti (Ö25).
Gruptan Memnun Olma, Eğlenme*

Bugün, helikopter yapmayı öğrendik. Bu etkinliği çok beğendim. Öğretmenimden çok memnunum. Ama grup arkadaşlarımdan bazıları pek yardımcı olmadılar ve at arabası yapmaya çalıştılar (Ö29). Öğretmenden Memnun Olma

Öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik deneyimlerine ilişkin elde edilen bir başka tema ise eleştiri temasıdır. Tablo 4.16’da eleştiri temasına yönelik bulgular ayrıntılı olarak verilmiştir.

Tablo 4.16 3. tema: eleştiri

Kategoriler	Öğrenciler	Frekans
Gruba Yönelik Eleştiriler	Ö1, Ö5, Ö9, Ö10, Ö17, Ö18, Ö20, Ö28, Ö29, Ö30, Ö31, Ö33	12
Malzemelere Yönelik Eleştiriler	Ö1, Ö3, Ö9, Ö14	4
Etkinliklere Ayrılan Süreye Yönelik Eleştiriler	Ö2, Ö17, Ö30	3

Tablo 4.16 incelendiğinde eleştiri temasına yönelik kategorilerin şunlar olduğu görülmektedir: Gruba yönelik eleştiriler (n=12), malzemelere yönelik eleştiriler (n=4) ve etkinliklere ayrılan süreye yönelik eleştiriler (n=3). Ö4, Ö6, Ö7, Ö8, Ö11, Ö12, Ö13, Ö15, Ö16, Ö19, Ö21, Ö22, Ö23, Ö24, Ö25, Ö26, Ö27, Ö32, Ö34 kodlu öğrenciler ise eleştiri teması kapsamında herhangi bir görüş bildirmemiştir. Günlüklerden öğrencilerin gruba ve etkinliklere ayrılan süreye yönelik eleştirileri kapsamında şu notlar elde edilmiştir:

Grup arkadaşlarımdan beni dinlememesinden rahatsız oldum. Beni dinlemedikleri için tasarımları da çok güzel olmamış. Benim dediğim gibi 2 döngü ve 1 tepe yeterliydi bence. Güvenlik bile sağlanmamış (Ö20).-Gruba Yönelik Eleştiriler

Bugün hiçbir şey öğrenmedim. Çünkü takım arkadaşlarımdan hiç kimse birbirini dinlemiyor. Herkes kendi kafasına göre bir şeyler tasarlıyor. Bence takım ile beraber çalışsak daha iyi olur. Ayrıca bence etkinlikte çok kısa süreler veriliyor (Ö17). Etkinliklere Ayrılan Süreye Yönelik Eleştiriler, Gruba Yönelik Eleştiriler.

Etkinliklere ayrılan süreye ve gruba yönelik eleştirilerin yanı sıra öğrenciler malzemelere yönelik eleştiriler de sunmuşlardır. Aşağıda öğrencilerin günlüklerinde malzemeye yönelik eleştiriler kapsamında not ettiği ifadeler yer almaktadır:

Bugün pervane biraz daha kısa olursa helikopterin daha fazla havada kalabileceğini öğrendim. Helikopterde motor olsaydı daha iyi olurdu. Ama motor yok (Ö14). Malzemeye Yönelik Eleştiriler

Bu bölümde mevcut araştırma kapsamında elde edilen bulgular tartışılmış ve ulaşılan sonuçlara, araştırmanın sınırlılıklarına ve konu ile ilgili önerilere yer verilmiştir. Bu bölüm şu başlıklar altında ele alınmıştır: Tasarım odaklı düşünme temelli enerji dönüşümleri modülünün geliştirilmesi, model tabanlı açıklamalar, kavramsal öğrenme, ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşleri ve deneyimleri, sonuç, araştırmanın sınırlılıkları ve öneriler.

5.1 Tasarım Odaklı Düşünme Temelli Enerji Dönüşümleri Modülünün Geliştirilmesi

Günümüzde öğrencilerin yenilikçi olma, eleştirel düşünme, problem çözme, etkili iletişim, üretken olma gibi 21. yüzyıl becerileri ile donatılması beklenmektedir. Öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini destekleyebilmek için uygun öğretim faaliyetlerinin yürütülmesi gerekmektedir. Tasarım odaklı düşünme yaklaşımına dayalı öğretim bunu sağlamada etkili bir yaklaşımdır. Çünkü literatürdeki birçok çalışmada eğitimde tasarım odaklı düşünme temelli öğretimin, öğrencilerin 21. yüzyılda başarılı olmasına ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine katkı sağladığı belirtilmektedir (Anderson, 2012; Cook & Bush, 2018; Retna, 2016; Rotherham & Willingham, 2009). Tasarım odaklı düşünme temelli öğretimin sunduğu çıktılar doğrultusunda öğrenme ortamlarında bu yaklaşıma daha çok yer verilmesi gerektiği söylenebilir. Ancak literatürde tasarım odaklı düşünme yaklaşımının öğrenme ortamlarında nasıl uygulanabileceğini gösteren çalışmaların ve öğretim materyallerinin sayısının yetersiz olduğu görülmektedir (Aydemir, 2019; Canestraro, 2017; Painter, 2018; Philloton & Miller, 2011; Razzouk & Shute, 2012). Bu eksiklik doğrultusunda mevcut araştırmada tasarım odaklı düşünme temelli bir modülün geliştirilmesi hedeflenmiştir.

Tasarım odaklı düşünme temelli modül için, 7. sınıf Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan, 'Kuvvet ve Enerji' ünitesinin bir alt bölümü olan ve 7. sınıfta

öğretilen enerji dönüşümleri konusu tercih edilmiştir. Çünkü literatürde enerji dönüşümleri konusunun soyut ve anlaşılması zor kavramlar içerdiği, öğrenilmesinin ve öğretilmesinin zor olduğu, öğrencilerin bu konu ile ilgili kavram yanlışlarının olduğu ifade edilmektedir (Bayraktar, 2009; Heron vd., 2009; Kruger vd., 1992; Kurnaz, 2011; Ocak vd., 2007; Trumper, 1998; Trumper & Gorsky, 1997; Trumper vd., 2000). Ayrıca konu ile ilgili çalışmalarda enerji dönüşümlerinin geleneksel yaklaşımlar aracılığıyla öğretilmesinin öğrencilerin kavramsal öğrenmelerini geliştirmede etkisinin az olduğu (Nordine vd., 2011) ve bu konunun etkili bir şekilde öğretilmesi için yenilikçi yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu belirtilmektedir (Aydın & Balım, 2005; Fry vd., 2003; Horner vd., 2006; Kurnaz, 2011; Trumper, 1990; Trumper, 1991). Yukarıda belirtilen gerekçeler doğrultusunda soyut kavramlar içeren ve öğrenilmesi zor olan enerji dönüşümleri konusu, Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modeline göre tasarım odaklı düşünme temelli bir modül olarak tasarlanmıştır.

Tasarım odaklı düşünme temelli enerji dönüşümleri modülünün geliştirilmesi ve uygulanmasında empati, tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme ve test etme aşamalarından yararlanılmıştır. Bu aşamaların öğrenciler tarafından kolay bir şekilde takip edilebilmesi için her bir etkinliğe yönelik tasarım defteri hazırlanmıştır. *Empati* aşamasında, yapılacak olan tasarım bağlamında gözlem ve görüşme gibi yöntemlerden yararlanılarak insanların fiziksel ve duygusal ihtiyaçları belirlenmeye çalışılmıştır. *Tanımlama* aşamasında problemin sınırlarının çerçevelenmesine ve problem cümlesinin oluşturulmasına odaklanılmıştır. *Fikir üretme* aşamasında, sunulan problemin çözülebilmesi için grupların beyin fırtınasıyla fikir üretmelerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Bir sonraki aşama olan *prototip geliştirmede*, öğrencilerin çözüm için ürettikleri fikirlerini prototip haline getirmelerine önem verilmiştir. En son aşamada, gruplar prototiplerini daha önce belirlenen değerlendirme kriterleri doğrultusunda *test etmişlerdir*. Bu 5 aşama (empati, tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme, test etme), ürünün geliştirilebilmesi ve iyileştirilebilmesi için döngüsel olarak tekrarlı bir şekilde takip edilmiştir. Açık uçlu soru formundan elde edilen,

Fikir üretmeyi çok beğendim. Çünkü grupça ortak fikirleri bularak fikir üretiyoruz ve çok eğlenceli oluyor (Ö2).

Test etmeyi beğendim. Çünkü yaptığımız tasarımın nasıl olduğunu, nasıl çalıştığını öğrendik ve gördük (Ö4).

Empatiyi beğendim. Çünkü kendimizi birbirimizin yerine koyarak en iyi tasarımı ortaya çıkarırız (Ö6).

Prototip geliştirmeyi çok beğendim. Çünkü ürün oluşturma konusunda kendimizi test ediyoruz. Nasıl tasarladığımızı ve kendimizi tanıyoruz (Ö17).

Problemi tanımlamayı beğendim. Çünkü problemi iyi anlarsak icat en güzel olur (Ö20).

ifadeler öğrencilerin empati, tanımlama, fikir üretme, prototip geliştirme ve test etme aşamalarını beğendiklerini göstermektedir. Bunun yanı sıra araştırmada, tasarım odaklı düşünme temelli modülün uygulanmasının öğrenciler için birçok olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Örneğin; öğrenci günlüklerinde yer alan,

Bugün, Canavar Kaos adında bir araba yapmaya çalıştık. İlk başta güzel olmadı. Son anlarda tasarlamaya çalıştık. Grupça yaptıktan sonra 'Canavar Kaos'u sunmaya geldi sıra. 4 takımı eledik ama Army Mühendisler grubu daha başarılı oldu ve onlar birinci oldu. Biz ikinci olsak da biz yine de takım çalışmasını öğrendik (Ö17).

Sevgili günlük, bu proje (Lunapark Hız Trenim) sayesinde kinetik ve potansiyel enerjiyi arttırıp azaltmayı öğrendim. Bir hız treni döngüsü içinde kinetik ve potansiyel enerji farkını öğrendim. Enerji dönüşümlerini iyice kavradım. Hız trenimiz de güzel oldu. Bir tepeden sonra bir de döngü yaptık (Ö29).

ifadeleri öğrencilerin tasarım odaklı düşünme yaklaşımı sayesinde takım çalışmasını öğrendiklerini ve enerji dönüşümleri konusunu kavradıklarını göstermektedir. İleride yapılacak olan araştırmalarda, farklı fen konularında tasarım odaklı düşünme yaklaşımına dayalı etkinlikler, üniteler, modüller, öğretim araçları ve materyalleri tasarlanabilir.

Tasarım odaklı düşünme temelli modülün başarılı bir şekilde öğretilmesi için öğretmenlerin dikkat etmeleri gereken bazı faktörler bulunmaktadır. Örneğin öğretmenler gruplardaki öğrenci sayısının fazla olmamasına, gruplarda farklı özelliklerdeki öğrencilerin bir araya getirilmesine önem vermelidirler. Bununla birlikte, öğrencilerin gruptaki rollerinin önceden belirlenmesine, grup üyelerinin çalışacakları yerin belli olmasına, ihtiyaç duyulan materyallerin (renkli post-itler, kalemler, çizimi yapacakları kağıtlar, prototip yapımı için gerekli materyaller) etkinlikler gerçekleştirilmeden önce hazır olmasına da dikkat edilmelidir (Ferhatoglu, 2015). Bu yaklaşımın nitelikli bir şekilde uygulanmasını sağlayabilmek için yukarıda belirtilen hususlara dikkat edilmesi gerekmektedir.

5.2 Model Tabanlı Açıklamalar

Bu çalışmanın amaçlarından biri, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin enerji dönüşümleri ile ilgili model tabanlı açıklamalarının, tasarım odaklı düşünmeye yönelik uygulama sonrasında nasıl bir gelişim gösterdiğini incelemektir. Sonuçlar, tasarım odaklı düşünmeye yönelik modülün uygulanması sonucunda öğrencilerin model tabanlı ön açıklamaları ve model tabanlı son açıklamaları karşılaştırıldığında, enerji dönüşümleri kapsamında yer alan kavramlar hakkındaki model tabanlı açıklamalarının zamanla geliştiğini göstermektedir. Literatürde tasarım odaklı düşünme yaklaşımına dayalı öğretimin model tabanlı açıklamaların gelişimine etkisini inceleyen herhangi bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Ancak mevcut araştırmada elde edilen bu sonuç, fen konularının öğretimini model tabanlı öğrenme yaklaşımı ve sosyobilimsel konu temelli öğretim doğrultusunda gerçekleştiren çalışmalarla tutarlılık göstermektedir (Peel vd., 2019; Zangori, 2015; Zangori & Forbes, 2015). Literatürdeki bu araştırmalarda (Peel vd., 2019; Zangori, 2015; Zangori & Forbes, 2015) öğrencilerin model tabanlı açıklamaları, model tabanlı öğrenme ve sosyobilimsel konu temelli öğretim gibi yaklaşımlar aracılığıyla gelişim göstermiştir. Mevcut çalışmada ise ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin model tabanlı açıklamaları, tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması sonucunda gelişmiştir. Dolayısıyla mevcut çalışma tasarım odaklı düşünme yaklaşımı ile ilgili literatürü, tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin enerji dönüşümleri konusundaki model tabanlı açıklamalarını nasıl desteklediğini

göstererek genişletmektedir. Model tabanlı öğretim ve sosyobilimsel konu temelli öğretim öğrencilerin model tabanlı açıklamalarını ve içerik bilgisini geliştirmede başarılı olurken (Peel vd., 2019; Zangori, 2015; Zangori & Forbes, 2015), mevcut araştırma tasarım odaklı düşünmeye yönelik uygulamalara yer vermesi açısından farklılık göstermektedir.

Tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin model tabanlı açıklamalarını geliştirmesinin nedenlerinden biri bu yaklaşımda görselliğe/görsel araçlara önem verilmesi olabilir. Çünkü görsellik, tasarım odaklı düşünmenin temel ögesi olarak değerlendirilmektedir (Tschimmel, 2012). Ayrıca tasarım odaklı düşünmedeki aşamalardan taslak çizim (sketching) ve prototip tasarımı (prototyping) da (Sipe, 2019), öğrencilerin model geliştirme becerilerine katkı sunmuş (Nickerson, 1994; Vial, 2013) olabilir. Mevcut araştırmada da görsellik, taslak çizim ve prototip geliştirme süreci ile sağlanmıştır. Öğrenciler taslak çizimler yaparak ve prototip geliştirme sürecini yaşayarak süreç içerisinde zihinlerinde modeller kurgularlar. Bu durum, öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının gelişiminde etkili ve önemli bir faktör olabilir. Ayrıca literatürde de modelleme, tasarım odaklı düşünmenin dili olarak değerlendirilmektedir (Andreasen, 1994; Baynes & Norman, 2012; Cross, 2006). Tasarım odaklı düşünme kapsamında gerçekleştirdiğimiz etkinliklerde öğrenciler, modeller oluşturdular, modellerini değiştirip geliştirdiler. Bu doğrultuda araştırma kapsamında gerçekleştirilen etkinliklerin öğrencilerin modellerini ve model tabanlı açıklamalarını geliştirmeye katkı sağladığı söylenebilir.

Bu araştırmada, öğrencilerin kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi ve hava direncinin etkileri hakkındaki model tabanlı açıklamalarında hem öğelere (components) hem de bağlantılara (sequences) yönelik ortalama puanları zamanla artış göstermiştir (Şekil 4.1). Ancak bağlantılara yönelik ortalama puan, öğelere yönelik ortalama puana göre daha az artış göstermiştir. Bu sonuç, öğeler arasındaki ilişkileri bulma ve bağlantıları kurmanın sadece öğeleri belirtmeye göre daha zor olması ve daha üst düzey bilişsel beceriler gerektirmesi ile açıklanabilir. Örneğin öğeleri belirtmek

Bloom Taksonomisi'ne göre hatırlama düzeyinde ise, öğeler arasındaki bağlantıları kurmak ya da ilişkileri bulmak analiz düzeyindedir (Krathwohl, 2002).

Araştırmada, öğrencilerin kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi ve hava direncinin etkileri hakkındaki model tabanlı açıklamalarında hem öğelerin (components) hem de bağlantıların (sequences) kullanılma sıklığı da zamanla artış göstermiş ve model tabanlı açıklamalarında hiçbir öğeye ve bağlantıya yer vermeyen öğrenci sayısı azalmıştır (Tablo 4.3 ve Tablo 4.4). Bunun yanı sıra öğrencilerin “potansiyel enerji ile yükseklik ilişkisi” gibi somut bir şekilde anlatılması daha kolay olan bağlantıları kurmada, ‘kinetik enerjinin hız ile ilişkisi’ gibi daha soyut olan bağlantıları kurmaya göre daha başarılı oldukları belirlenmiştir. Benzer şekilde Sağlam-Arslan (2010) da öğrencilerin enerji-hız grafiklerini çizme konusundaki başarı seviyelerinin, enerji-yükseklik grafiklerini çizmeye göre önemli ölçüde düşük olduğunu tespit etmiştir. Bu sonuç öğrencilerin “kinetik enerji-hız, potansiyel enerji-hız ve toplam enerji-hız” ile ilgili ilişkilendirmeleri yapmada zorlandıklarını ortaya koymaktadır. Ayrıca öğrenciler, model tabanlı açıklamalarında hız ögesine yer vermede de zorlanmışlardır. Bu durum hız ögesinin yüksekliğe göre daha soyut olması ile açıklanabilir. İleride yapılacak olan araştırmalarda neden hız ögesine yer vermede ve hız ile ilişkili bağlantılar kurmada öğrencilerin zorlandıkları incelenebilir.

5.3 Kavramsal Öğrenme

Mevcut araştırmada, öğrencilerin enerji dönüşümleri kavramsal öğrenme ölçeğindeki açık uçlu sorulara verdikleri cevaplar ve yaptıkları açıklamalar da değerlendirilmiştir. Öğrencilerin sorulara verdikleri cevaplara ve yaptıkları açıklamalara yönelik ortalama puanları tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sonucunda artış göstermiştir. Sonuç olarak, ortaokul öğrencilerinin enerji dönüşümleri konusundaki kavramsal öğrenmeleri gelişim göstermiştir. Mevcut araştırmayla benzer şekilde literatürde de tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin, fen (Kolodner vd., 2003; Kwek, 2011) ve matematik (Kwek, 2011; Painter, 2018) gibi derslerdeki konularla ilgili kavramsal anlayışlarını geliştirdiği belirtilmektedir. Çünkü tasarım odaklı düşünme, öğrencilere bir problemi çözmek

için fen ve matematik konularındaki bilgilerini kullanma ve kavramsal anlayışlarını geliştirme fırsatı sunar (Cook & Bush, 2018). Ayrıca literatürde de tasarım, feni öğrenmeyi desteklemek için bir araç olarak görülmektedir (Fortus vd., 2004). Tasarım odaklı düşünmeye dayalı etkinliklerde öğrenciler, modellerini oluşturur, değiştirir ve geliştirirler (create, modify, and improve). Dolayısıyla öğrencilerin tasarım modelleri geliştikçe onların fen konularındaki kavramsal anlayışı da gelişir (Fortus vd., 2004).

Öğrenciler, enerji dönüşümleri kavramsal öğrenme ölçeğinde hava direnci ve su direnci ile ilgili sorularda diğer sorulara göre daha çok zorlanmışlardır. Bu iki soru, su direnci ve hava direncinin günlük hayatla ilişkilendirilmesine yöneliktir. Dolayısıyla öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayatla ilişkilendirme konusunda daha çok zorlandıkları söylenebilir. Günlük yaşamla ilişkilendirme kolay görülse de oldukça zor bir süreçtir (Ormancı & Cepni, 2018). Bu durumda öğrencilerin, öğrenme ortamlarında günlük hayattan olaylarla veya problemlerle daha fazla karşılaşmasına önem verilebilir.

Mevcut araştırmada olduğu gibi öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal anlayışlarının aynı anda gelişmesi literatürde de beklenen bir sonuçtur. Çünkü öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının gelişimi kavramsal öğrenmelerinin de geliştiğini göstermektedir (Coll & Lajium, 2011; Gilbert vd., 2000; Glennan, 2002; Halloun, 2007; Nersessian, 2002; Zangori, 2015; Zangori vd., 2017). Tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin kavramsal öğrenmelerinin ve model tabanlı açıklamalarının gelişimini sağlaması, bu yaklaşımın yinelenen süreçlerle uygulanması ile açıklanabilir (Razzouk & Shute, 2012; Tellioğlu, 2016). Çünkü kavramsal öğrenmenin ve model tabanlı açıklamaların gelişimi lineer ve doğrusal bir şekilde değil de yinelenen/tekrarlı (iterative) süreçlerle gerçekleşmektedir (Nordine, Krajcik & Fortus, 2011; Peel vd., 2019; Zangori, 2015; Zangori vd., 2017). Mevcut araştırmada kullanılan Stanford d.school tasarım odaklı düşünme modelinde de, prototipin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi (improve) için empati, tanımlama, fikir üretme, prototip oluşturma ve test etme aşamaları arasında sürekli bir yineleme (iterative) işlemi, tekrarlı bir süreç bulunmaktadır. Bunun yanı sıra öğrencilerin enerji dönüşümleri ile ilgili kavramsal öğrenmelerinin

ve model tabanlı açıklamalarının gelişimi tasarım odaklı düşünmedeki empati aşaması ile de açıklanabilir. Çünkü empati aşaması öğrencilerin derse ve öğrenmeye motive olmalarını, aktif olmalarını ve kendi varsayımlarını sorgulamalarını sağlar (Cook & Bush, 2018; Henriksen, Richardson & Mehta, 2017). Bu durum, öğrencilerin derse karşı daha çok ilgi göstermelerini destekleyebilir. Dolayısıyla öğrencilerin model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal öğrenmelerinin gelişmesi için öğrenme ortamlarında tasarım odaklı düşünmeye yönelik uygulamalara yer verilmesi gerektiği söylenebilir.

5.4 Ortaokul Öğrencilerinin Tasarım Odaklı Düşünmeye Yönelik Görüşleri ve Deneyimleri

Mevcut araştırmada enerji dönüşümleri konusunda tasarım odaklı düşünmeye yönelik bir modül geliştirilmiş olup 7. sınıf öğrencilerine bir fen bilimleri öğretmeni tarafından uygulanarak, öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşleri ve deneyimleri incelenmiştir.

Öğrencilerin tasarım odaklı düşünme yaklaşımı ile ilgili görüşleri açık uçlu soru formu ile alınmıştır. Söz konusu görüşlerin analizi sonucunda, öğrencilerin çoğunluğunun tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinlikleri beğendiği, sadece okulda değil okul dışında da tasarım odaklı düşünme etkinliklerine katılma konusunda istekli olduğu ve ileride böyle etkinliklere zaman ayırmak istediği belirlenmiştir. Öğrencilerin görüşlerinin analizinde dikkat çeken bir diğer nokta da tasarım odaklı düşünmenin öğrenmeyi sağlama ve kolaylaştırma, 21. yüzyıl becerilerini geliştirme, geleceğe ve mesleğe hazırlama gibi katkılarının olmasıdır. Bu konuda yapılan literatür taramasında da mevcut çalışmada ulaşılan sonuçlara benzer şekilde tasarım odaklı düşünmenin öğrenmeyi sağlama ve kolaylaştırma (Aflatoony & Wakkary, 2015; Cook & Bush, 2018; Painter, 2018; Vest, 2006), 21. yüzyıl becerilerini geliştirme (Anderson, 2012; Canestraro, 2017; Carroll, 2014; Cook & Bush, 2018; Retna, 2016; Rotherham & Willingham, 2009), geleceğe ve mesleğe hazırlama (Rotherham & Willingham, 2009) gibi katkılarının olduğu belirtilmektedir. Literatürdeki bu araştırmalar (Aflatoony & Wakkary, 2015; Aflatoony, Wakkary & Neustaedter, 2018; Anderson, 2012; Canestraro, 2017; Carroll, 2014; Cook & Bush, 2018; Painter, 2018; Retna, 2016; Rotherham &

Willingham, 2009; Vest, 2006), mevcut araştırma kapsamında elde edilen bulguları tasarım odaklı düşünmenin sağladığı katkılar açısından desteklese de mevcut araştırma bu literatürü ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüşlerini ve deneyimlerini inceleyerek genişletmektedir. Örneğin daha önce Aflatoony, Wakkary ve Neustaedter (2018) tarafından lise düzeyindeki öğrencilerle tasarım odaklı düşünme hakkında bir çalışma yapılmıştır. Çalışmadaki temel amaç lise düzeyindeki öğrencilerin tasarım odaklı düşünme becerilerinin (problem çözme, işbirliği ve insan merkezli olma) gelişimini incelemek olarak belirlenmiştir. Painter'ın (2018) çalışmasında, öğretmenlerin ortaokul düzeyindeki matematik derslerinde tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasına yönelik algıları incelenmiştir. Konu ile ilgili literatürde yer alan çalışmalar ve mevcut araştırma arasında bazı farklılıklar olmasına rağmen, hem bu çalışmada hem de literatürdeki diğer çalışmalarda (Aflatoony & Wakkary, 2015; Aflatoony vd., 2018; Anderson, 2012; Canestraro, 2017; Carroll, 2014; Cook & Bush, 2018; Painter, 2018; Retna, 2016; Rotherham & Willingham, 2009; Vest, 2006) tasarım odaklı düşünmenin öğrenme ortamlarına dâhil edilmesi gerektiği fikrini destekler mahiyette sonuçlara ulaşılmıştır.

Tasarım odaklı düşünmenin uygulanması sürecinde öğrencilerin karşılaştıkları zorluklar teması kapsamında şu kategorilere ulaşılmıştır: Grup içi iletişim (n=7), fiziksel koşullar (n=2) ve grup içi sorumluluk (n=2). Literatürde yer alan çalışmalarda da mevcut araştırmayla benzer şekilde öğrencilerin grup çalışması sırasında grubun diğer üyeleriyle bazı problemler yaşamaları, tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanmasında en çok karşılaşılan problemlerden biri olarak dikkat çekmektedir (Aflatoony vd., 2018; Retna, 2016). Aynı şekilde Aflatoony vd. (2018) de lise öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinliklerin uygulanması sürecinde grup çalışmasında ve gruptaki rollerin paylaşımında sorun yaşadıklarını belirtmişlerdir. Ülkemizde sınıf ortamında ortaokul öğrencilerinin grup çalışmaları yaparken problem yaşamalarının temel sebeplerinden biri olarak daha çok liselere giriş sınavına hazırlanmaya odaklanmalarından dolayı grup çalışmalarına yeterince önem verilmemesi gösterilebilir. Dolayısıyla ortaokul öğrencilerinin grup çalışmalarında yaşadığı

problemlerin çözülmesi için sınav kaygısından arındırılarak grupla öğretimin çıktılarında da yararlanılabilecek öğrenme ortamları oluşturulabilir.

Öğrenciler, fiziksel koşulları daha çok malzeme çeşidi ve etkinlik alanının dar olması açısından eleştirmişlerdir. Mevcut araştırmada malzeme çeşidinin az olması tasarım sürecinde bazı sınırlılıkların olması gerektiği ile ilgilidir. Yani öğrencilere verilen sınırlı sayıdaki materyallerden seçim yapmaları ve bu doğrultuda tasarım yapmaları beklenmektedir. Uygulamanın gerçekleştirildiği alanın dar olması sorunu ise geniş öğrenme ortamlarının oluşturulması ile çözülebilir.

Mevcut araştırmada, öğrencilerin zorluk yaşadıkları noktalarda grup arkadaşlarından ve öğretmenlerinden destek aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrenciler, öğretmenlerindense daha çok grup arkadaşlarından destek alarak problemlerini çözmüşlerdir. Mevcut çalışmadaki sonuca benzer şekilde, Aflatoony vd. (2018) de tasarım odaklı düşünme yaklaşımının uygulanması sürecinde öğrencilerin karşılaştıkları problemlerin çözülmesi için akran desteğinin ve akran geribildiriminin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu noktadan hareketle, öğrenme ortamlarında grup çalışmalarına daha fazla önem verilmesi gerektiği söylenebilir.

Mevcut araştırmada öğrencilerin en çok zorlandıkları ve en çok beğendikleri aşamaların prototip geliştirme, fikir üretme ve test etme olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin bu aşamalarda zorlanmasının sebebi; prototip geliştirme, fikir üretme ve test etme aşamalarının empati ve tanımlama aşamalarına kıyasla daha üst düzey düşünme becerileri gerektirmesidir. Örneğin empati aşamasında gözlem ve görüşme aracılığıyla bireyin fiziksel ve duygusal ihtiyaçları belirlenmeye çalışılır. Tanımlamada ise problemin sınırları belirlenir. Ancak fikir üretme, prototip geliştirme ve test etme aşamalarında artık problemin belirlenmesinden ziyade o problemin çözülmesine odaklanılır. Çünkü problemleri çözmek, zor bir süreçtir (Byun, Ha & Lee, 2008). Öğrencilerin en çok fikir üretme, prototip geliştirme ve test etme aşamalarını beğenmesi bu aşamalarda fikirlerin ürüne dönüşmesi ve bu ürünün kullanıcıların ihtiyaçları doğrultusunda test edilmesi ile açıklanabilir. Örneğin Ö4 kodlu öğrenci test etme aşaması ile ilgili şunu belirtmiştir: ‘Test etmeyi beğendim. Çünkü yaptığımız tasarımın nasıl olduğunu, nasıl çalıştığını öğrendik ve

gördük.'. Ö17 kodlu öğrencinin ise prototip geliştirme aşaması ile ilgili düşüncesi şu şekildedir: 'Prototip geliştirmeyi çok beğendim. Çünkü ürün oluşturma konusunda kendimizi test ediyoruz. Nasıl tasarladığımızı ve kendimizi tanıyoruz.'

Günlüklerden elde edilen verilerin analizi sonucunda, öğrencilerin deneyimleri 3 temada değerlendirilmiştir: öğrenme, memnuniyet ve eleştiri. Öğrencilerin öğrenme temasına yönelik edindikleri deneyimler kapsamında ise şu kategorilere ulaşılmıştır: Enerji dönüşümleri konusunu öğrenme, grup çalışmasını öğrenme, başarının ve başarısızlığın nedenlerini öğrenme ve mücadeleyi öğrenme. Deneyimler kapsamında elde edilen bu bulgular, öğrencilerin tasarım odaklı düşünmenin katkılarına yönelik görüşlerinden elde edilen bulguları (enerji dönüşümleri konusunu öğrenme, grup çalışmasını öğrenme) destekler niteliktedir. Benzer şekilde literatürde de tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin grup çalışmasını öğrenmelerini (Aflatoony vd., 2018) ve fen konularındaki kavramsal anlamalarının gelişimini (Cook & Bush, 2018; Fortus vd., 2004; Kolodner vd., 2003; Vest, 2006) sağladığı vurgulanmaktadır. Bununla birlikte tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin başarının ve başarısızlığın nedenlerini ve mücadeleyi öğrenmelerine katkı sağladığı belirlenmiştir. Tasarım odaklı düşünme yaklaşımında kullanılan Stanford d.school modelinin yinelemeli ve deneyime dayalı bir süreç olması, öğrencilerin başarının ve başarısızlığın nedenlerini ve mücadeleyi öğrenmelerine katkı sağlamış olabilir. Elde edilen bu sonuçlar doğrultusunda öğrenme ortamlarında tasarım odaklı düşünme yaklaşımına yer verilmesinin birçok katkısının olacağı söylenebilir.

Memnuniyet temasında, öğrencilerin tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinliklerden, bu etkinlikleri uygulayan fen bilimleri öğretmeninden ve grup arkadaşlarından memnun oldukları ve bu süreçte eğlendikleri tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, öğrenme ortamlarında tasarım odaklı düşünme yaklaşımına yer verilmesi gerektiği fikrini desteklemektedir.

Öğrencilerin deneyimleri doğrultusunda elde edilen bir başka tema ise eleştiri temasıdır. Eleştiri teması kapsamında elde edilen kategoriler ise şunlardır: Gruba yönelik eleştiriler, malzemelere yönelik eleştiriler ve etkinliklere ayrılan süreye yönelik eleştiriler. Benzer şekilde literatürde de öğrencilerin tasarım odaklı

düşünme yaklaşımının uygulanması sürecinde grup çalışmasında problem yaşadıkları (Aflatoony vd., 2018; Retna, 2016) ve sınıftaki materyallerin ve fiziksel koşulları sağlamanın zor olduğu (Retna, 2016) belirtilmektedir. Bu doğrultuda öğrencilerin grupla çalışma becerilerinin gelişmesi için işbirlikli öğrenme ortamlarına daha fazla yer verilmesi gerektiği söylenebilir.

Öğrenciler malzemelere yönelik eleştiriler de sunmuştur. Örneğin Ö14 kodlu öğrenci bu durumu şöyle ifade etmiştir: 'Bugün pervane biraz daha kısa olursa helikopterin daha fazla havada kalabileceğini öğrendim. Helikopterde motor olsaydı daha iyi olurdu. Ama motor yok.'. Bu sorunu gidermek amacıyla tasarım odaklı düşünme etkinlikleri için öğrencilerin istedikleri malzemeler temin edilebilir. Bunu sağlamak için de etkinliğin uygulanmasından bir süre önce öğrencilerden kullanmak istedikleri malzemelerin neler olduğuna dair bilgi vermeleri istenebilir. Malzemelerin temin edilebilme durumuna göre okul yönetimi, öğretmen ya da öğrenciler materyalleri sağlayabilir. Etkinliklere ayrılan sürenin az olması sorunu ise Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'ndaki konu ve kazanım sayısının azaltılması ya da programda bol etkinlik içeren konular için uygun süre ayarlamasının yapılması ile aşılabılır.

5.5 Sonuç

Günümüzde fen eğitimcilerinin hangi pedagojik yaklaşımların, öğrencilerin fen kavramlarını daha aktif ve etkili bir şekilde öğrenmelerini sağlayacağını göz önünde bulundurmaları gerekmektedir. Tasarım odaklı düşünme, öğrencilerin zengin öğrenme deneyimleri aracılığıyla fen içeriğini ve uygulamalarını (bilimsel modelleme) anlamlı bir şekilde öğrenmelerini sağlamaktadır (Cook & Bush, 2018). Bu doğrultuda mevcut araştırmada tasarım odaklı düşünme temelli bir modülün geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda, 7. sınıf fen bilimleri dersi müfredatında yer alan enerji dönüşümleri konusu Stanford d.school modeline göre tasarım odaklı düşünme temelli bir modül şeklinde tasarlanmıştır.

Araştırma tasarım odaklı düşünme temelli bir modülün geliştirilmesinin yanı sıra bu modülün öğretiminin sonucunda 7. sınıf öğrencilerinin enerji dönüşümleri konusu ile ilgili model tabanlı açıklamalarının ve kavramsal öğrenmelerinin gelişimi ile ilgili bulgular da sunmaktadır. Sonuç olarak, tasarım odaklı düşünme

uygulamaları sonucunda, öğrencilerin model tabanlı açıklamaları ve kavramsal öğrenmeleri gelişmiştir. Dolayısıyla bu araştırma, tasarım odaklı düşünme ile ilgili literatüre tasarım odaklı düşünmenin öğrencilerin model tabanlı açıklamalarını ve kavramsal öğrenmelerini nasıl değiştirdiğine yönelik bilgi sunma açısından da katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu çalışma araştırmacılara, eğitimcilere ve eğitim politikası yapıcılara tasarım odaklı düşünmenin feni öğrenmeyi nasıl desteklediği hakkında bilgi vermektedir.

Araştırmanın diğer bir amacı, ortaokul öğrencilerinin tasarım odaklı düşünmeye yönelik görüş ve deneyimlerini incelemektir. Sonuçlar, öğrencilerin çoğunluğunun tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinlikleri beğendiğini, tasarım odaklı düşünme temelli uygulamalarda eğlendiklerini, okul dışında da bu etkinliklere katılmak istediklerini ve ileride de bu etkinliklere zaman ayırmak istediklerini ortaya koymuştur. Bununla birlikte öğrenciler, tasarım odaklı düşünmenin enerji dönüşümleri konusunu öğrenme, grup çalışmasını öğrenme ve mücadeleyi öğrenme gibi birçok katkısının olduğunu belirtmişlerdir. Bu katkıların yanı sıra öğrenciler tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinliklerin uygulanması sürecinde takım çalışmasına, fiziksel koşullara ve etkinliklere ayrılan süreye yönelik eleştiriler de sunmuşlardır (Tablo 4.8 ve Tablo 4.16). Tasarım odaklı düşünmenin öğrenme ortamlarında daha nitelikli bir şekilde uygulanabilmesi için öğrencilerin sundukları eleştirilerin de dikkate alınması gerekmektedir.

5.6 Araştırmanın Sınırlılıkları ve Öneriler

Bütün çalışmalarda olduğu gibi, araştırma kapsamında yapılan iddiaların sınırlarını göz önünde bulundurmak önemlidir (Peel vd., 2019). Mevcut araştırma, enerji dönüşümleri konusunda, sadece bir fen bilimleri öğretmeni ve onun 36 ortaokul 7. sınıf öğrencisi ile tasarım odaklı düşünme yaklaşımı aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin ürettikleri modellerle, model tabanlı açıklamalarla ve günlüklerle, açık uçlu sorulara verdikleri cevaplarla sınırlıdır.

İleride yapılacak araştırmalarda farklı sınıf seviyelerindeki farklı soyut konulara tasarım odaklı düşünme yaklaşımı entegre edilerek modüller, üniteler, öğretim materyalleri geliştirilip uygulanabilir. Yeni öğretim materyallerinin geliştirilmesi, tasarım odaklı düşünme temelli öğretimin öğrenme ortamlarında daha fazla

uygulanmasını ve yaygınlaşmasını destekleyecektir. Ayrıca tasarım odaklı düşünme yaklaşımının sadece bilişsel (bilimsel modelleme, konu alanı kavram bilgisi) değil, duyuşsal (empati, motivasyon gibi) değişkenler üzerindeki etkisi de ileride yapılacak çalışmalarda araştırılabilir. İleride yapılacak araştırmalarda tasarım odaklı düşünmeye yönelik etkinlikler gerçekleştirilmeden önce ve etkinlikler gerçekleştirildikten sonra öğrencilerin konu ile ilgili kavram yanlışlarının değişimi de incelenebilir. Bunun yanında bu konuda yapılacak başka araştırmalarda sadece öğrencilerin değil aynı zamanda tasarım odaklı düşünme etkinliklerinin uygulayıcısı konumunda bulunan öğretmenlerin de görüşleri ve deneyimleri incelenebilir.

Bu araştırma kapsamında elde edilen bulguların fen öğretimi programlarını geliştirenlere faydalı olabileceği söylenebilir. Dolayısıyla fen öğretimi programları tasarım odaklı düşünme yaklaşımı doğrultusunda revize edilebilir. Bununla birlikte, enerji dönüşümleri konusu haricindeki diğer soyut fen konularının ve kavramlarının öğretiminde tasarım odaklı düşünme yaklaşımının mevcut öğretim programlarına entegrasi önerilebilir. Mevcut araştırma, fen eğitimcilerine tasarım odaklı düşünmeyi uygulama konusunda örnek olabilir.

Araştırmanın tasarım odaklı düşünme yaklaşımının öğrenme ortamlarında uygulanmasının önündeki bazı engellerin üstesinden gelmeye katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Örneğin tasarım odaklı düşünme temelli öğretim materyallerinin istenilen düzeyde olmaması bu yaklaşımı uygulamanın önündeki engellerden biridir. Mevcut çalışmada tasarım odaklı düşünme temelli modül kapsamında etkinlik planları geliştirilmiş ve bu planlar ekte verilmiştir. Bu sebeple çalışma, öğretmenlere tasarım odaklı düşünme temelli etkinliklerin nasıl planlandığı hakkında ayrıntılı bilgi vermektedir.

Tasarım odaklı düşünme yaklaşımının öğrenme ortamlarında daha etkili bir şekilde uygulanabilmesi için; öğretmenlerin öğrencilerin gruptaki rollerinin önceden belirlenmesine, grup üyelerinin çalışacakları yerin belli olmasına, ihtiyaç duyulan materyallerin hazır olmasına dikkat edilmelidir (Ferhatoğlu, 2015). Bununla birlikte öğretmenlerin tasarım odaklı düşünme yaklaşımı hakkında bilgilendirilmesine yönelik hizmet öncesi ve hizmet içi eğitimler verilebilir.

- Aflatoony, L. (2015). *Development, implementation, and evaluation of an interaction design thinking course in the context of secondary education* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://summit.sfu.ca/item/16524>
- Aflatoony, L. & Wakkary, R. (2015). Thoughtful thinkers: secondary schoolers' learning about design thinking., in R. VandeZande, E. Bohemia & I. Digranes [Eds] *LearnxDesign: Proceedings of the 3rd International Conference for Design Education Researchers*, Chicago. Aalto: Aalto University School of Arts, Design and Architecture, Vol. II, pp. 563-74.
- Aflatoony, L., Wakkary, R., & Neustaedter, C. (2018). Becoming a design thinker: assessing the learning process of students in a secondary level design thinking course. *International Journal of Art & Design Education*, 37(3), 438-453.
- Aktaş, T. (2017). *The effect of argument driven inquiry method in teaching of 'force and energy' unit on the academic achievements of seventh grade students and their argumentation levels* (Master's thesis). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Anderson, N. (2012). Design thinking: Employing an effective multidisciplinary pedagogical framework to foster creativity and innovation in rural and remote education. *Australian and International Journal of Rural Education*, 22(2), 43-52.
- Andreasen, M. M. (1994). Modelling—the language of the designer. *Journal of Engineering Design*, 5(2), 103-115.
- Armstrong, T., & Johnson, I. L. (2019). Redesigning the Assessment Experience with Design Thinking: Using the Creative Process to Break Assessment Barriers: Column Editor: Anthony Parish. *Strategies*, 32(3), 41-48.
- Aydemir, A. (2019). *Sosyal bilgilerde tasarım odaklı düşünme yaklaşımı*. Doktora tezi, Gazi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Aydın, G., & Balım, A. G. (2005). An interdisciplinary application based on constructivist approach: Teaching of energy topics. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 38(2), 145-166.
- Bauer, R. & Eagan, W. (2008). Design thinking: Epistemic plurality in management and organization. *Aesthesis*, 2(3), 64-74.
- Baynes, K., & Norman, E. (2012, September 12-14). Modelling and designerly thinking: Stem to steam. In *Thinking Through Drawing 2012: STEAM International Symposium*, Wimbledon College of Art, London, England.
- Bayraktar, S. (2009). Misconceptions of Turkish pre-service teachers about force and motion. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 273-291.

- Braha, D., & Reich, Y. (2003). Topological structures for modeling engineering design processes. *Research in Engineering Design*, 14 (1), 185–199.
- Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178. doi: 10.1207/s15327809jls0202_s
- Brown, T. (2008). Design thinking. *Harvard Business Review*, June: 84–92.
- Brown, T. (2009). *Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation*. New York: Harper Collins.
- Brown, T. & Wyatt, J. (2010). Design thinking and social innovation. *Stanford Social Innovation Review*, Winter, 30–5.
- Buchanan, R. (1992). Wicked problems in design thinking. *Design Issues*, 8(2), 5–21.
- Byun, T., Ha, S., & Lee, G. (2008, October). Identifying student difficulty in problem solving process via the framework of the House Model (HM). In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1064, No. 1, pp. 87-90). American Institute of Physics.
- Cabello Llamas, A. (2015). *Human-centered innovation processes, the case of design thinking in nascent and large firm*. Programme Doctoral en Management de la Technologie, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne.
- Canestraro, N. (2017). *The impact of design thinking on education: The case of active learning lab* (Master's thesis). Retrieved from <http://dspace.unive.it/handle/10579/11923>
- Carr, S. D., Halliday, A., King, A. C., Liedtka, J., & Lockwood, T. (2010). The influence of design thinking in business: Some preliminary observations. *Design Management Review*, 21(3), 58-63.
- Carroll, M. P. (2014). Shoot for the moon! The mentors and the middle schoolers explore the intersection of design thinking and STEM. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), 3.
- Carroll, M. (2015). Stretch, dream, and do: A 21st century design thinking & STEM journey. *Journal of Research in STEM Education*, 1(1), 59-70.
- Carroll, M., Goldman, S., Britos, L., Koh, J., Royalty, A., & Hornstein, M. (2010). Destination, imagination and the fires within: Design thinking in a middle school classroom. *International Journal of Art & Design Education*, 29(1), 37-53.
- Cassim, F. (2013). Hands on, hearts on, minds on: design thinking within an education context. *International Journal of Art & Design Education*, 32(2), 190-202.
- Chan, K. (2018). A design thinking mindset beyond the public health model. *World Medical & Health Policy*, 10(1), 111-119.
- Chesson, D. (2017). *Design thinker profile: Creating and validating a scale for measuring design thinking capabilities* (Doctoral dissertation). Antioch University, USA. Retrieved from <https://aura.antioch.edu/etds/388/>

- Coll, R. K., & Lajium, D. (2011). Modeling and the future of science learning. In M. S. Khine & I. M. Saleh (Eds.), *Models and modeling cognitive tools for scientific enquiry* (pp. 3 – 21). New York, NY: Springer.
- Cook, K. L., & Bush, S. B. (2018). Design thinking in integrated STEAM learning: Surveying the landscape and exploring exemplars in elementary grades. *School Science and Mathematics*, 118(3-4), 93-103.
- Crane, A. (2018). *Exploring Best Practices for Implementing Design Thinking Processes in K12 Education* (Doctoral dissertation, University of Kansas).
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design Studies*, 3(4), 221–7
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. London: Springer.
- Cross, N. (2011). *Design thinking*. Berg: Oxford.
- Demir, A. (2017). *The effect of modeling activities on the development of fifth grade students' informal reasoning and arguments about landslide subject* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5–8.
- Dorst, K. (2006). Design problems and design paradoxes. *Design Issues*, 22(3), 4–14.
- Dunne, D., & Martin, R. (2006). Design thinking and how it will change management education: An interview and discussion. *Academy of Management Learning & Education*, 5(4), 512–23
- Efeoglu, A., Møller, C., Sérié, M., & Boer, H. (2013). Design thinking: characteristics and promises. In *Proceedings of 14th International CINet Conference on Business Development and Co-creation* (pp. 241-256).
- Eines, T. F., & Vatne, S. (2018). Nurses and nurse assistants' experiences with using a design thinking approach to innovation in a nursing home. *Journal of Nursing Management*, 26(4), 425-431.
- Ericson, Å., Bergström, M., Larsson, A., & Törlind, P. (2009). Design thinking challenges in education. In *International Conference on Engineering Design: 24/08/2009-27/08/2009* (pp. 89-100). Design Research Society.
- Erlandson, D. A., Harris, E. L., Skipper, B. L., & Allen, S. D. (1993). *Doing naturalistic inquiry: A guide to methods*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Felton, M. K. (2004). The development of discourse strategies in adolescent argumentation. *Cognitive development*, 19(1), 35-52.
- Ferhatoğlu, M. (2015). Okul ve sınıflarınızda tasarım odaklı düşünmeyi (design thinking) hayata geçirin! <http://www.egitimdeteknoloji.com/tasarim-odakli-dusunme-designthinking/sayfasından> erişilmiştir.
- Fidan, M. (2018). *The impact of problem-based science teaching assisted with augmented reality applications on academic achievement, retention, attitude and belief of self-efficacy* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

- Forbes, C., Vo, T., Zangori, L., & Schwarz, C. (2015). Scientific models help students understand the water cycle. *Science and Children*, 53(2), 42-49.
- Forbes, C. T., Zangori, L., & Schwarz, C. V. (2015). Empirical validation of integrated learning performances for hydrologic phenomena: 3rd-grade students' model-driven explanation-construction. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(7), 895-921.
- Fortus, D., Dershimer, R. C., Krajcik, J., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Fry, M., Dimeo, L., Wilson, C., Sadler, J., & Fawns, R. (2003). A new approach to teaching "energy and change": Using an abstract picture language to teach thermodynamic thinking in junior science classes. *Australian Science Teachers Journal*, 49 (1), 36-43.
- Gilbert, J., Boulter, C., & Rutherford, M. (2000). Explanations with models in science education. In J. Gilber & C. Boulter (Eds.), *Developing models in science education* (pp. 193 – 208). Norwell, MA: Kluwer.
- Girgin, D. (2019). Öğretmenlerin tasarım odaklı düşünmeye ilişkin bilişsel yapıları ve kavramsal değişimleri. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(2), 459-482.
- Girgin, D. (2020). 21. Yüzyılın öğrenme deneyimi: öğretmenlerin tasarım odaklı düşünme eğitimine ilişkin görüşleri. *Milli Eğitim Dergisi*, 49(226), 53-91.
- Glennan, S. (2002). Rethinking mechanistic explanation. *Philosophy of Science*, 69(S3), S342-S353. doi:10.1086/341857
- Halloun, I. (2007). Mediated modeling in science education. *Science & Education*, 16(7-8), 653-697. doi: 10.1007/s11191-006-9004-3
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2000). A typology of school science models. *International Journal of Science Education*, 22(9), 1011-1026. doi: 10.1080/095006900416884
- Henriksen, D. (2017). Creating STEAM with design thinking: Beyond STEM and arts integration. *The STEAM Journal*, 3(1), 1-11.
- Henriksen, D., Richardson, C., & Mehta, R. (2017). Design thinking: A creative approach to educational problems of practice. *Thinking skills and Creativity*, 26, 140-153.
- Heron, P., Michelini, M., & Stefanel, A. (2009, March 22-24). Teaching and learning the concept of energy at 14 years old. In *Frontiers in Science Education Research Conference*, Famagusta, Cyprus.
- Horner, M. L., Jeng, M., & Lindell, R. (2006, July 26-27). Comparison of teaching methods for energy conservation. In *Physics Education Research Conference, AIP Conf. Proceedings*, Syracuse, NY.
- IDEO (2012). Design thinking for educators. <https://designthinkingforeducators.com/>

- Idin, S., & Aydogdu, C. (2016). Validity and reliability study for the unit achievement test of force and motion. *Journal of Research in Education, Science and Technology*, 1(1), 14-33.
- Isidro, E. (2019). Transactions in doing design-based research for designing curriculum: a self-study. *Reflective Practice*, 20(1), 85-96.
- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management*, 22(2), 121-146.
- Kimbell, L. (2011). Rethinking design thinking: Part I. *Design and Culture*, 3(3), 285-306.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., Wong, B. & Hong, H. (2015). *Design thinking for education: conceptions and applications in teaching and learning*. Singapore: Springer.
- Kolodner, J. L., Camp, P. J., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J., & Ryan, M. (2003). Promoting deep science learning through case-based reasoning: Rituals and practices in learning by design classrooms. In N. M. Steel (Ed.), *Instructional design: International perspectives* (pp. 89 – 114). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41 (4), 212-218.
- Krippendorff, K. (2006). *The semantic turn: A new foundation for design*. Taylor and Francis, Boca Raton, FL.
- Kruger, C., Palacio, D., & Summers, M. (1992). Surveys of English primary school teachers' conceptions of force, energy and materials. *Science Education*, 76(4), 339-351.
- Kurnaz, M. A. (2011). *The effect of learning environments based on model-based learning approach to mental model development about energy subject* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>
- Kwek, S. H. (2011). *Innovation in the classroom: Design thinking for 21st century learning* (Master's thesis). Retrieved from: https://redlab.sites.stanford.edu/sites/g/files/sbiybj7141/f/kwek-innovation_in_the_classroom.pdf
- Lawson, B. (1997). *How designers think: the design process demystified*. 3rd edition. London: Architectural Press.
- Lawson, B. (2006 [1980]). *How designers think: The design process demystified*, 4th edn. Architectural Press: Oxford.
- Lockwood, T. (2010). Design thinking in business: An interview with Gianfranco Zaccai. *Design Management Review*, 21(3), 16-24.
- Löwgren, J., & Stolterman, E. (2004). *Thoughtful interaction design: A design perspective on information technology*. Cambridge, MA: The MIT Press.

- Madanoğlu, N. (2015). *9. sınıf öğrencilerinin iş ve enerji konusundaki kavramsal anlamalarının incelenmesi* (Master's thesis, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Mahil, S. (2016, April). Fostering STEM+ education: Improve design thinking skills. In *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 125-129). IEEE.
- Martin, R. (2009). *The design of business: Why design thinking is the next competitive advantage*. Cambridge MA: Harvard Business Press.
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2013). Systematic review of design-based research progress: Is a little knowledge a dangerous thing?. *Educational Researcher*, 42(2), 97-100.
- Melles, G., Anderson, N., Barrett, T., & Thompson-Whiteside, S. (2015). Problem finding through design thinking in education. In *Inquiry-based learning for multidisciplinary programs: A conceptual and practical resource for educators*. Emerald Group Publishing Limited.
- Merriam, S. B., & Tisdell, E. J. (2015). *Qualitative research: A guide to design and implementation*. San Fransisco: Jossey-Bass Publishers.
- Miles, M.B., & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis*. Thousand Oaks, Ca: Sage Publications.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). London, UK: SAGE.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018a). 2023 Eğitim Vizyonu. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf. 05-06-2020
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018b). *İlköğretim kurumları için fen bilimleri dersi öğretim programı* [Primary education institutions science instruction program]. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2019). MEB Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü. [Online]. <http://odsgm.meb.gov.tr/kurslar/>. [Erişim Tarihi: 10 Nisan 2019].
- Mintrom, M., & Luetjens, J. (2016). Design thinking in policymaking processes: Opportunities and challenges. *Australian Journal of Public Administration*, 75(3), 391-402.
- National Research Council [NRC]. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy of Sciences.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, cross-cutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academic Press.
- Nersessian, N. J. (2002). The cognitive basis of model-based reasoning in science. In P. Carruthers, S. Stich, & M. Siegal (Eds.), *The cognitive basis of science* (pp. 133 – 153). Cambridge, England: Cambridge University Press.

- Next Generation Science Standards [NGSS] Lead States. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Next Generation Science Standards [NGSS]. (2017). *Three dimensional learning*. Retrieved from <https://www.nextgenscience.org/three-dimensions>
- Nickerson, R.S. (1994). The teaching of thinking and problem solving. In R.J. Sternberg(Ed.), *Thinking and problem solving* (pp. 409–449). San Diego, CA: Academic Press.
- Nordine, J., Krajcik, J., & Fortus, D. (2011). Transforming energy instruction in middle school to support integrated understanding and future learning. *Science Education*, 95(4), 670-699.
- Norton, P., & Hathaway, D. (2015). In search of a teacher education curriculum: Appropriating a design lens to solve problems of practice. *Educational Technology*, 55(6), 3-14.
- Noweski, C., Scheer, A., Büttner, N., von Thienen, J., Erdmann, J., & Meinel, C. (2012). Towards a paradigm shift in education practice: Developing twenty-first century skills with design thinking. In *Design thinking research* (pp. 71-94). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Ocak, İ., Ocak, E., Gündüz, M., & Doğan, K. (2007, September 5-7). Fen ve teknoloji dersinde öğretmenlerin kavram öğretimine bakış açılarının değerlendirilmesi [Evaluation of teachers' perspectives on concept teaching in science and technology lesson]. XVI. *Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi*, Tokat, Turkey.
- Ormancı, U., & Cepni, S. (2018). The thematic review of relating with daily life studies in science education. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 12(2), 350-381.
- Owen, C. (2007). Design thinking: Notes on its nature and use. *Design Research Quarterly*, 2(1), 16-27.
- Özekin, M. (2006). İlköğretim 2, 3, 4, 5 ve 6. Sınıf Öğrencilerinin Eğitiminde Tasarımcı Düşünce Eğitim Modelinin Değerlendirilmesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara: Hacettepe Üniversitesi.
- Painter, D. (2018). *Using design thinking in mathematics for middle school students: a multiple case study of teacher perspectives* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://commons.cu-portland.edu/edudissertations/149/>
- Peel, A., Zangori, L., Friedrichsen, P., Hayes, E., & Sadler, T. (2019). Students' model-based explanations about natural selection and antibiotic resistance through socio-scientific issues-based learning. *International Journal of Science Education*, 41(4), 510-532.
- Philloton, E., & Miller, M. (2011). Design, build, transform. Retrieved February 20, 2019, from <http://www.studio-h.org/about>
- Püsküllüoğlu, A. (2004). *Türkçe sözlük*. Arkadaş Yayınevi: Ankara.
- Razzouk, R., & Shute, V. (2012). What is design thinking and why is it important?. *Review of Educational Research*, 82(3), 330-348.

- Retna, K. S. (2016). Thinking about “design thinking”: A study of teacher experiences. *Asia Pacific Journal of Education*, 36(sup1), 5-19.
- Rittel, H. & Webber, M. (1973). Dilemmas in a General Theory of Planning. *Policy Sciences*, 5, 155-69.
- Rotherham, A. J., & Willingham, D. (2009). To work, the 21st century skills movement will require keen attention to curriculum, teacher quality, and assessment. *Educational Leadership*, 9 (1), 15-20.
- Rowe, P. [1987] 1998. *Design thinking*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Sadler, T. D. (2003). Informal reasoning regarding SSI: The influence of morality and content knowledge. Unpublished doctoral dissertation, Florida.
- Sadler, T. D., Barab, S., & Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 37(4), 371-391.
- Sağlam-Arslan, A. (2010). Cross-grade comparison of students’ understanding of energy concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19(3), 303-313.
- Savin-Baden, M., & Major, C. H. (2013). *Qualitative research: The essential guide to theory and practice*. Milton Park, Abingdon, Oxon: Routledge.
- Scheer, A., Noweski, C., & Meinel, C. (2012). Transforming constructivist learning into action: Design thinking in education. *Design and Technology Education: An International Journal*, 17(3), 8-19.
- Schiele, K., & Chen, S. (2018). Design Thinking and Digital Marketing Skills in Marketing Education: A Module on Building Mobile Applications. *Marketing Education Review*, 28(3), 150-154.
- Schön, D.A. (1983). *The reflective practitioner*. New York: Basic Books.
- Simon, H. (1969). *The sciences of the artificial*, 1st edn. MIT Press, Cambridge, MA.
- Sipe, B. S. (2019). Engaging faculty and students with design thinking. *The Department Chair*, 29(4), 22-24.
- Stylianidou, F. (2002). Analysis of science textbook pictures about energy and pupils' readings of them. *International Journal of Science Education*, 24(3), 257-283.
- Şahin, E. (2019). *Tasarım odaklı düşünme yönteminin benlik saygısı ve yaratıcılık ile bilişsel ve duygusal bağlamda ilişkilendirilmesi: Bir etkinlik çalışması* (Master's thesis, TOBB ETÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Tellioglu, H. (2016). The role of design models in design thinking. *IADIS International Journal on Computer Science and Information Systems*, 11(2), 132-145.
- Tennessee State Department of Education. (2009). *Tennessee comprehensive assessment program achievement test ~ grade 6*. Iowa: Pearson.
- Topçu, M. S. (2008). Preservice science teachers’ informal reasoning regarding socioscientific issues and the factors influencing their informal

- reasoning. *Unpublished doctoral dissertation. Middle East Technical University, Ankara.*
- Trumper, R. (1990). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept--part one. *International Journal of Science Education*, 12(4), 343-354.
- Trumper, R. (1991). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept-part two. *International Journal of Science Education*, 13(1), 1-10.
- Trumper, R. (1996). A Survey of Israeli Physics Students' Conceptions of Energy in Pre-service Training for High School Teachers. *Research in Science & Technological Education*, 14(2), 179-192.
- Trumper, R. (1997). Applying conceptual conflict strategies in the learning of the energy concept. *Research in Science & Technological Education*, 15(1), 5-18.
- Trumper, R., & Gorsky, P. (1997). A survey of biology students' conceptions of force in pre-service training for high school teachers. *Research in Science & Technological Education*, 15(2), 133-147.
- Trumper, R. (1998). A longitudinal study of physics' students' conceptions on energy in pre-service training for high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 7(4), 311-318.
- Trumper, R., Raviolo, A., & Shnersch, A. (2000). A cross cultural survey of conceptions of energy among elementary school teachers in training: Empirical results from Israel and Argentina. *Teaching and Teacher Education*, 16, 697-714.
- Tschimmel, K. (2012, June 17-20). Design thinking as an effective toolkit for innovation. In *Proceedings of the XXIII ISPIM Conference: Action for Innovation: Innovating from Experience*, Barcelona, Spain.
- Türk Dil Kurumu (TDK). (2020). Türk Dil Kurumu Sözlüğü. <https://sozluk.gov.tr/>
- Valentim, N. M. C., Silva, W., & Conte, T. (2017, May). The students' perspectives on applying design thinking for the design of mobile applications. In *2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering Education and Training Track (ICSE-SEET)* (pp. 77-86). IEEE.
- Vanada, D. I. (2014). Practically creative: The role of design thinking as an improved paradigm for 21st century art education. *Techne serien-Forskning i Slöjdpedagogik och Slöjdvetsenskap*, 21(2), 21-33.
- van de Grift, T. C., & Kroeze, R. (2016). Design thinking as a tool for interdisciplinary education in health care. *Academic Medicine*, 91(9), 1234-1238.
- Vest, C. M. (2006). *Educating engineers for 2020 and beyond*. In *The bridge linking engineering and society* (pp. 38-44). Washington, DC: National Academy of Engineering.

- Vial, S. (2013), *Design and creation: Outline of a Philosophy of modelling*. Wikicreation, Institut ACTE UMR 8218 (Univ. Paris 1 Sorbonne, CNRS) / LabEx CAP. Retrieved from: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01169095>
- von Thienen, J., Meinel, C., & Nicolai, C. (2014). How design thinking tools help to solve wicked problems. In in Eds L. Leifer, H. Plattner, C. Meinel, *Design thinking research* (pp. 97-102). Springer, Cham.
- Yang, C. M. (2018). Applying design thinking as a method for teaching packaging design. *Journal of Education and Learning*, 7(5), 52-61.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Publishing.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S. ve Çökelez, A. (2009). İlköğretim ikinci kademe öğrencilerinin enerji ve enerji ile ilgili kavramları algılamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3(2), 52-73.
- Zampollo, F., & Peacock, M. (2016). Food design thinking: a branch of Design Thinking specific to Food Design. *The Journal of Creative Behavior*, 50(3), 203-210.
- Zangori, L. (2015). *Exploring 3rd-grade students' model-based explanations about plant growth and development* (Doctoral dissertation). Retrieved from <https://digitalcommons.unl.edu/dissertations/AAI3689070/>
- Zangori, L., & Cole, L. (2019). Assessing the contributions of green building practices to ecological literacy in the elementary classroom: an exploratory study. *Environmental Education Research*, 1-23.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2015). Exploring third-grade student model-based explanations about plant relationships within an ecosystem. *International Journal of Science Education*, 37(18), 2942-2964. doi: 10.1080/09500693.2015.1118772
- Zangori, L., Forbes, C. T., & Schwarz, C. V. (2015). Exploring the effect of embedded scaffolding within curricular tasks on third-grade students' model-based explanations about hydrologic cycling. *Science & Education*, 24(7-8), 957-981.
- Zangori, L., & Forbes, C. T. (2016). Development of an empirically based learning performances framework for third-grade students' model-based explanations about plant processes. *Science Education*, 100(6), 961-982.
- Zangori, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P., & Sadler, T. D. (2017). Student development of model-based reasoning about carbon cycling and climate change in a socio-scientific issues unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 54(10), 1249-1273.

A

ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ MODÜLÜ ETKİNLİK PLANLARI

ETKİNLİK 1
Lunapark Hız Trenim
SINIF SEVİYESİ: 7
ÜNİTE ADI: F.7.3. Kuvvet ve Enerji / Fiziksel Olaylar
KONU: F.7.3.3. Enerji Dönüşümleri
ÖNERİLEN SÜRE: 3 Ders Saati (40dk+40dk+40dk)
BİLİMSEL KAVRAMLAR: Potansiyel enerji, kinetik enerji, enerji dönüşümü
AMAÇ VE KISA ÖZET:
Etkinliğin amacı, öğrencilerin fen bilimleri temel kavramlarından potansiyel enerji, kinetik enerji ve enerji dönüşümü ile ilgili bilgilerini kullanarak, verilen materyallerle en az bir tepe ve en az bir döngü olacak şekilde düşük maliyetli, hızlı, güvenli ve estetik bir lunapark hız treni tasarlamalarıdır. Etkinliği uygulama sürecinde öğrencilerin grup çalışması yapması sağlanır. Her gruptan bir üye, sınıftaki başka bir öğrenciyle röportaj yaparak, onun nasıl bir hız treninde yolculuk yapmak istediğini öğrenir. Röportaj yapılacak öğrenciye hız treninde kendisini nasıl hissetmek (Gergin mi, heyecanlı mı, sakin mi?) istediği sorulur. Çocuklar için gergin olmayan bir yolculuk mu yoksa macera arayanlar için heyecanlı bir yolculuk mu olacağına karar verilir. Öğrencilere verilen malzemelerden (Köpük boru, demir bilye, makas, maskeleme bandı, kürdan, pet bardak ya da herhangi bir kutu), müşteri özelliklerini düşünerek bir lunapark hız treni tasarlamaları ve inşa etmeleri istenir. Seçimleri doğrultusunda gruptan en az bir tepe ve en az bir döngü olacak şekilde düşük maliyetli, hızlı, güvenli ve estetik bir lunapark hız treni tasarlamaları ve inşa etmeleri beklenir.

KAZANIMLAR-ÖĞRENME HEDEFLERİ

Fen Bilimleri:

- Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.
 - Potansiyel enerjinin kütle ve yüksekliğe, kinetik enerjinin kütle ve sürata bağlı olduğu belirtilir.
- Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.

Matematik:

- Uzunluk (cetvel) ölçümlerini yapar.
- Uzunluk ölçme birimlerini tanır.
- Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar.

21. Yy Becerileri/Sosyal Beceriler: Grupta bulunan her birey iletişim kurma yoluyla kendi düşüncelerini, fikirlerini, sorularını ve bu sorulara çözüm önerilerini grubun diğer üyeleriyle paylaşır. Bu sayede grup çalışmasında aktif bir rol üstlenmiş olur. Problemlere farklı bir perspektifle yaklaşır ve disiplinler arası bir bağlantı kurar. İnovasyon yoluyla yeni ürünler ortaya koyar. Grup olarak geliştirdikleri ürünü, sınıf ortamında diğer arkadaşlarına sunar.

MATERYAL VE TEKNİK DONANIM

Lunapark hız treni tasarımı için gerekli malzemeler;

Köpük boru, demir bilye, makas, maskeleme bandı, kürdan, pet bardak ya da herhangi bir kutu, balon, simli eva kartonu, şonil, sticker, cetvel, kronometre

Alıştırma etkinlikleri için gerekli malzemeler;

Farklı büyüklükteki iki oyuncak araba, aynı büyüklükteki iki oyuncak araba, aynı büyüklükteki iki engel (tahta), kum, iki top, bilye

ALİŞTIRMA ETKİNLİKLERİ

1-Farklı büyüklükteki (bir büyük, bir küçük) iki oyuncak arabanın önüne, 20 cm uzağına, aynı büyüklükte iki engel konulduğu ve oyuncak arabalar aynı hızla engellere doğru hareket ettirildiği zaman hangi araba engeli daha uzağına götürür? Neden?

.....

2-Aynı büyüklükteki iki oyuncak arabayı, farklı hızlarla ilerlettiğimiz zaman oyuncak arabaların önündeki engellerin alacağı yollar ile ilgili neler söyleyebilirsiniz? Neden?

.....

3-Yere kum koyunuz. Farklı büyüklükteki iki cismi (top, bilye) aynı yükseklikten aşağı doğru bıraktığınızda kumda hangi cisim daha derin bir çukur oluşturur? Neden?

.....

4-Yere kum koyunuz. Eşit büyüklükteki iki cismi (top) farklı yüksekliklerden aşağı doğru bıraktığınızda kumda hangi cisim daha derin bir çukur oluşturur?

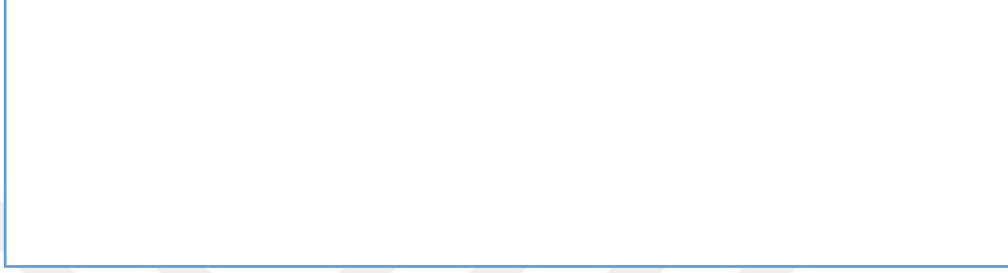
.....

SENARYO-HİKÂYE

Bir beldede 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerden Ayşe, Selma ve Ahmet, yaz tatilinde gezmek amacıyla gittikleri İstanbul, Ankara gibi şehirlerde lunapark hız trenlerine binmişlerdir. Yaz tatili bittikten sonra okullar açıldığında birbirlerine yaz tatilinde gezdikleri yerleri ve bindikleri lunapark hız trenlerini anlatırken yaşadıkları şehirde neden lunapark hız treni olmadığını sorgulamaya başladılar. Ayrıca kendi aralarında tartışarak bindikleri hız trenlerinin yeterince hızlı olmadığına karar verdiler. Sonrasında belediyeden bir hız treninin yapılmasını talep ettiler. Bunun yanında yapılacak olan hız treninin daha önce bindikleri hız trenlerine göre daha hızlı olmasını da istediler. Belediye, çocuklardan müşteri özelliklerini düşünerek bir lunapark hız treni tasarımlarını ve inşa etmelerini

istedi.

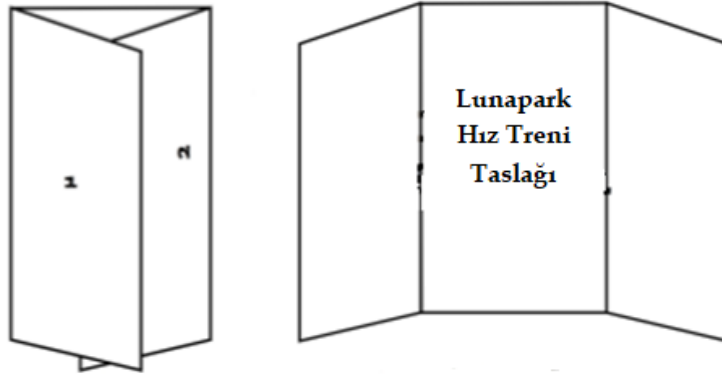
Çocuklara hız treninde kendilerini nasıl hissetmek (Gergin mi, heyecanlı mı, sakin mi?) istedikleri sorulur. Çocuklar için gergin olmayan bir yolculuk mu yoksa macera arayanlar için heyecanlı bir yolculuk mu olacağına karar vermeleri istenir. Çocuklara istedikleri hız trenini yapmak sizin elinizde. Elimizdeki malzemelerle en az bir tepe ve en az bir döngü olacak şekilde, düşük maliyetli, daha hızlı, daha güvenli ve estetik bir lunapark hız treni için nasıl bir tasarım ortaya koyardınız?



- 5'şer ya da 6'şar kişilik gruplar oluşturulur.
- Grup üyelerinin rolleri belirlenir. Roller şu şekildedir: Grup sözcüsü, röportör, tasarımın çiziminden sorumlu üye, broşürün hazırlanmasından sorumlu üye, ihtiyaç duyulan malzemeleri temin eden üye.
- Gruplardan etkinlikten bir hafta önce lunapark hız trenleri ile ilgili araştırma yapmaları istenir.
- Gruplara "Top Ten Roller Coasters in the World" videosu izletilir. (<https://www.youtube.com/watch?v=PmdCLvLRL8A>)
- Gruplar lunapark hız trenleri için öncelikle teknoloji ile modelleme yaparlar. (http://dep.disney.go.com/sodi_app/index.html, https://kizi.com/games/rollercoaster-creator#game_data)
- Öğretmen kinetik enerji, potansiyel enerji ve enerji dönüşümü kavramlarını açıklar.
- <http://d3tt741pwxqwm0.cloudfront.net/WGBH/conv16/conv16-int-rollercoaster/index.html> linkinde potansiyel ve kinetik enerjinin değişimi gözlemlenir.
- Her bir grup, sınıftaki bir öğrenciyi müşteri olarak seçer. Gruplar, müşteri olarak seçtikleri öğrenciyle empati kurarak, onun problemini çözerler. Empati kurmak için müşteri olarak seçtikleri öğrenciyle röportaj yaparlar.

- Gruplar, müşterilerini düşünerek hız trenlerinin hızını ve güvenliğini artırmaya ve müşterilerinin istediği özelliklere yönelik tasarım yapar ve inşa ederler.
- Gruplar, lunapark hız trenlerini en az bir tepe ve en az bir döngü olacak şekilde düşük maliyetle tasarlar ve inşa ederler.
- Gruplar; kinetik enerji, potansiyel enerji, enerji dönüşümü kavramlarını lunapark hız treni üzerinden tartışır.
- Tasarlanan hız trenlerinin hızı hesaplanır.
- Gruplar, tasarımlarında hızı ve güvenliği arttırmaya yönelik iyileştirmeler yaparlar.

Gruplar, kendi hız trenlerinin reklamını yapmak için üç katlı broşür hazırlarlar. Bunun için A4 kâğıdı üçe katlanır. 1. bölümde tasarıma verilen isim, grup ismi ve grup üyelerinin ismine yönelik bilgi verilir, kapak sayfası oluşturulur. 2. bölüme ise tasarlanılan lunapark hız trenine ilişkin ölçümlere, hız treninin uzunluğuna ve hızına yönelik ifadeler eklenir. 3. bölümde, yani orta kısımda tasarımın taslağı çizilir ve lunapark hız treni tasarımlarını tanıtan kısa ve ikna edici bir yazı yazılır.



TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME SÜRECİ

1- Empati Kurma: Gruplar, müşteri olarak seçtikleri bir öğrenciyle röportaj yaparak, onun nasıl bir hız treninde yolculuk yapmak istediğini öğrenirler. Böylece müşterilerinin ihtiyaçlarını öğrenmeye çalışırlar. **(5 dakika)**

(Bu boşluğa seçtiğiniz öğrencinin ismini yazınız.)



..... lunapark hız treninde yolculuk yaparken kendini hissetmek istiyor.



(Bu boşluğa müşteri olarak seçtiğiniz öğrencinin hız treninde kendini nasıl hissetmek istediğini yazınız.)

2- Problemi Tanımlama: Öğrenciler, problemi net bir şekilde ifade ederler. **(5 dakika)**

.....adlı öğrenci bizden şu problemi çözme konusunda ona yardım etmemizi istiyor:.....

Not: Bu kısımda, müşteri olarak seçilen öğrencinin istediği lunapark hız treninin özellikleri vurgulanabilir.

3- Fikir Üretme: Öğrenciler, problemi çözmek için beyin fırtınası yaparak birden fazla fikir üretir. **(10 dakika)**

4- Prototip Oluşturma: Öğrenciler geliştirdikleri fikri köpük boru, demir bilye, maskeleme bandı, kürdan, pet bardak ya da herhangi bir kutu, balon, simli eva kartonu, şönül, sticker gibi malzemeleri kullanarak, prototip haline getirirler. **(20 dakika)**

5- Test Etme: Öğrenciler, oluşturdukları prototip hakkında geribildirim alırlar.

(10 dakika)

Değerlendirme Kriterleri:

1. Güvenlik (Bilyenin düşmeden hedefe ulaşması),
2. Bilye en hızlı gidecek şekilde tasarım yapmak,
3. Tasarımın en az bir tepe ve en az bir döngü içermesi,
4. Estetik bir tasarım yapmak,
5. Müşteri olarak seçilen öğrencinin ihtiyaçlarına uygun olma,
6. Fayda/Maliyet analizi

Materyallerin Fiyatı:

	Miktar	Fiyat	Toplam
Köpük Boru (Boruflex)- 1/2'lik	50 cm	2TL	
Kürdan	1 tane	1TL	
Maskeleme Bandı	5 cm	1TL	
Balon	1 tane	50 Kuruş	
Simli Eva Karton	1 tane	9,5 TL	
Şönül	1 tane	50 Kuruş	
Sticker	1 tane	10 Kuruş	
		TOPLAM	

Not: Gruplar, geliştirdikleri ürünü tanıtmak için broşür hazırlarlar.

Oluşturdukları ürünü açıklarlar. **(20 dakika)**

BU ETKİNLİĞİ BEĞENDİYSENİZ İLGİLİ MESLEKLERİ ARAŞTIRABİLİRSİNİZ:

Makine Mühendisliği:

Makine mühendisleri, günlük hayatımızın bir parçasıdır. Etrafınızda gördüğünüz neredeyse her nesne bir makine mühendisinin elinden geçmiştir. Örneğin; araba,

bisiklet veya okula gittiğinizde bindiğiniz otobüs, oturduğunuz sandalye, kapı kolu ve menteşeler.

Makine Teknisyenliği:

Her gün mekanik aygıtlar kullanıyorsunuz - kapıları açmak, yemeği pişirmek ve soğutmak, temiz su almak, evi ısıtmak, internette sörf yapmak, seyahat etmek ve hatta dişlerinizi fırçalamak için kullanıyorsunuz. Etrafınızda gördüğünüz neredeyse her nesne, mekanik mühendislik teknisyenlerinin ürünün çizimlerini oluşturma becerilerini gerektirir.

ANAHTAR SORULAR

- 1- Lunapark hız treni tasarımında hızı ve güvenliği arttırmak için nelere dikkat edersiniz? Açıklayınız.
- 2- Ürününüz (Lunapark hız treni), tasarım için istenilen özellikleri ne kadar karşılamaktadır? Açıklayınız.
- 3- Ürününüzü geliştirmek, daha iyi hale getirmek için nelere dikkat edersiniz? Açıklayınız.

KAYNAKLAR

Science Buddies Staff. (2017, July 28). *Roller Coaster Marbles: Converting Potential Energy to Kinetic Energy*. Retrieved from https://www.sciencebuddies.org/science-fair-projects/project-ideas/Phys_p037/physics/roller-coaster-marbles-converting-potential-energy-to-kinetic-energy

<https://dschool-old.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/36873/attachments/74b3d/ModeGuideBOOTCAMP2010L.pdf>

<https://www.teachengineering.org/activities/view/ind-1996-frictional-roller-coaster-design-project-calculus>

<https://www.uzaydaturklervar.com/>

STEM Roller Coaster Rally-Force, Motion, Engineering, and Design, Graphing, and Data. <https://www.teacherspayteachers.com/Product/STEM-Force-and-Motion-Unit-Roller-Coasters-1289268>

Görseller için yararlanılan kaynaklar:

<https://medium.com/@hulyakombe/sempati-ve-empati-fc91a6b8d0cc>

<http://files.gantepsosbilepo.webnode.com.tr/200000048-895a88b4f4/PROBLEM%C4%B0N%20TANIMLANMASI.pdf>

<https://tr.depositphotos.com/60337895/stock-illustration-prototyping.html>

<https://dschool->

old.stanford.edu/sandbox/groups/designresources/wiki/36873/attachments/74b3d/MoDeGuideBOOTCAMP2010L.pdf

ETKİNLİK 2
Araba Tasarlıyorum
SINIF SEVİYESİ: 7
ÜNİTE ADI: F.7.3. Kuvvet ve Enerji / Fiziksel Olaylar
KONU: F.7.3.3. Enerji Dönüşümleri
ÖNERİLEN SÜRE: 3 Ders Saati (40dk+40dk+40dk)
BİLİMSEL KAVRAMLAR: Sürtünme kuvveti, kinetik enerji
AMAÇ VE KISA ÖZET:
Etkinliğin amacı, öğrencilerin fen bilimleri temel kavramlarından kinetik enerji ve sürtünme kuvveti ile ilgili bilgilerini kullanarak, verilen materyallerle hızlı olan ve uzun mesafe yol alan bir araba tasarımlarıdır. Öğrencilere verilen malzemelerden (Pet şişe, pipet, teneke kola şişesi, kâğıt havlu kartonu, pet şişe kapakları, CD, kürdan, çöp şiş, makas, silikon tabancası, rampa yapımı için gerekli malzemeler (tahta takoz, siyah mukavva, taş, beton), renkli el işi kâğıtları, karton, dondurma çubuğu) müşteri özelliklerini düşünerek hızlı olan ve uzun mesafe yol alan bir araba tasarımları ve inşa etmeleri istenir. Rampa, öğretmen tarafından hazırlanır.
KAZANIMLAR-ÖĞRENME HEDEFLERİ

Fen Bilimleri:

- Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.
- a. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisinin örneklendirilmesinde sürtünmeli yüzeyler, hava direnci ve su direnci dikkate alınır.
- b. Sürtünen yüzeylerin ısındığı, basit bir deneyle gösterilerek kinetik enerji kaybının ısı enerjisine dönüştüğü vurgulanır.

Matematik:

- Uzunluk (cetvel) ölçümlerini yapar.
- Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar.

21. Yy Becerileri/Sosyal Beceriler: Grupta bulunan her birey iletişim kurma yoluyla kendi düşüncelerini, fikirlerini, sorularını ve bu sorulara çözüm önerilerini grubun diğer üyeleriyle paylaşır. Bu sayede grup çalışmasında aktif bir rol üstlenmiş olur. Problemlere farklı bir perspektifle yaklaşır ve disiplinler arası bir bağlantı kurar. İnovasyon yoluyla yeni ürünler ortaya koyar. Grup olarak geliştirdikleri ürünü, sınıf ortamında diğer arkadaşlarına sunar.

MATERYAL VE TEKNİK DONANIM

Araba ve rampa tasarımı için gerekli malzemeler;

Pet şişe, pipet, teneke kola şişesi, kâğıt havlu kartonu, pet şişe kapakları, CD, kürdan, çöp şiş, makas, silikon tabancası, rampa yapımı için gerekli malzemeler (tahta takoz, siyah mukavva, taş, beton), renkli el işi kâğıtları, karton, dondurma çubuğu, cetvel, kronometre.

Alıştırma etkinlikleri için gerekli malzemeler;

Aynı boyuttaki 3 oyuncak araba, buz parçaları, cetvel

ALİŞTIRMA ETKİNLİKLERİ

1- Aynı özelliklerdeki üç oyuncak arabayı, belirlediğiniz bir başlangıç noktasından aynı kuvvetle iterek, farklı yüzeylerde (tahta, cam, mermer) aldıkları yolu cetvelle ölçüp karşılaştırınız. Hangisi daha uzun yol alır? Neden?

.....

.....

2- Bir öğrencinin buz parçasını sadece elinde tutması, başka bir öğrencinin buz parçasını elleriyle sürekli ovuşturması sağlanır. Bir buz parçası da masaya bırakılır. Bu durumda hangi buz parçası daha hızlı erir? Neden?

.....

.....

3- Göktaşının, Dünya atmosferine girdiğinde yanmasının nedeni nedir? Açıklayınız.



.....

.....

SENARYO-HİKÂYE

Zeynep ve arkadaşları güneşli bir pazar gününde kendi arabalarıyla gezintiye çıkmışlardı. Zeynep, sürücü koltuğunda oturmanın ona yüklemiş olduğu sorumluluğun farkında olarak trafik kurallarına mümkün mertebe uyarak trafikte ilerlerken hiç beklemedikleri bir anda bir traktör yola çıktı ve bütün yolu kapattı. Zeynep, bütün çabalarına rağmen aracını kurtaramayarak traktöre çarptı. Çarpmanın etkisiyle traktör römorkuyla beraber yola devrildi ve yol tamamen trafiğe kapandı. Zeynep, arkadaşları ve traktör sürücüsü kazada ağır yaralandı.

Kazayı gören vatandaşlar hemen ambulans çağırdı. Kaza yerine çıkan tüm yolların betonlu ve taşlı olması yaralıları için gelen ambulansın kaza yerine ulaşmasını geciktirdi. Bunun sonucunda yaralılara acil yapılması gereken müdahale yapılamadığı için kazazedelerin tedavisi gecikti.

Siz olsaydınız bu türden olaylarda kazazedelere anında müdahale edilmesi için betonlu ve taşlı yollarda daha uzağa ve daha hızlı gidebilen nasıl bir araç tasarladınız?

- 5'er ya da 6'şar kişilik gruplar oluşturulur.
- Grup üyelerinin rolleri belirlenir. Roller şu şekildedir: Grup sözcüsü, tasarımın çiziminden sorumlu üye, ihtiyaç duyulan malzemeleri temin eden üye.
- Öğretmen, sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini günlük hayattan örneklerle açıklar.
- Öğrencilere, kazalarda trafiğin yola kapanması durumunu anlatmak için "Car accident causes traffic jam on Shaikh Zayed Road" ve "Accident causes 18 hours traffic jam from Konza to Mtito Andei" videoları izletilir (<https://youtu.be/jEJz Qtdwz0>, <https://youtu.be/G1BV3qf Aao>). Böylece öğrencilerin kazazedelerle empati kurmaları ve kazazedelerin ihtiyaçlarını anlamaları sağlanır.
- Kazazedelere anında müdahale edilmesi için gruplar arabalarını betonlu ve taşlı yollarda daha uzağa ve daha hızlı gidebilecek şekilde tasarlar ve inşa ederler.
- Gruplar; sürtünme kuvveti ve kinetik enerji kavramlarını, sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisini yaptıkları araba tasarımları ve kullanılan taşlı, betonlu yollar üzerinden tartışır.
- Tasarlanan arabaların hızı ve aldıkları mesafeler ölçülür.

- Gruplar, tasarımlarında hızı ve alınan mesafeyi arttırmaya yönelik iyileştirmeler yaparlar.
- Gruplar, kendi arabalarını pazarlamak için icatlarını tanıtan bir yazı, broşür, ya da video hazırlayabilirler. Bu süreçte gruplar şunlara dikkat etmelidirler:
 - ✓ Müşterilerine ve müşterilerin ihtiyaçlarına,
 - ✓ Kendi arabalarını diğer arabalardan farklı kılan özelliklere,
 - ✓ Arabalarının fiyatına vs.
- Bununla birlikte gruplar arabalarını tanıtırken tasarladıkları arabaların hızına ve aldığı mesafeye, tasarıma verilen isme, grubun ve grup üyelerinin isimlerine de yer vermelidirler.

TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME SÜRECİ

1- Empati Kurma: Öğrencilere “Car accident causes traffic jam on Shaikh Zayed Road” ve “Accident causes 18 hours traffic jam from Konza to Mito Andei” videoları izletilir (<https://youtu.be/jEJz Qtdwz0>, <https://youtu.be/G1BV3qf Aao>). Böylece öğrencilerin kazazedelerle empati kurmaları ve kazazedelerin ihtiyaçlarını anlamaları sağlanır. **(5 dakika)**

2- Problemi Tanımlama: Öğrenciler, problemi net bir şekilde ifade ederler. **(5 dakika)**

Zeynep, arkadaşları ve traktör sürücüsünün şu problemini çözmek için onlara yardım etmemiz gerekiyor:.....

Not: Bu kısımda, kazazedeleri kurtarmak için tasarlanacak aracın özellikleri vurgulanabilir.

3- Fikir Üretme: Öğrenciler, problemi çözmek için beyin fırtınası yaparak birden fazla fikir üretir. **(10 dakika)**

4- Prototip Oluşturma: Öğrenciler geliştirdikleri fikri; pet şişe, pipet, teneke kola şişesi, kağıt havlu kartonu, pet şişe kapakları gibi malzemeleri kullanarak prototip haline getirirler. (20 dakika) 5- Test Etme: Öğrenciler, oluşturdukları prototip hakkında geribildirim alırlar. (10 dakika) Değerlendirme Kriterleri: 1. Araba en hızlı gidecek şekilde tasarım yapmak, 2. Araba uzun mesafe yol alacak şekilde tasarım yapmak. Not: Öğrenciler, icatlarını tanıtan bir yazı ya da broşür hazırlayarak oluşturdukları ürünü sınıfta açıklarlar. (20 dakika)
BU ETKİNLİĞİ BEĞENDİYSENİZ İLGİLİ MESLEKLERİ ARAşTIRABİLİRSİNİZ:
Otomotiv Mühendisliğı: Otomotiv Mühendisliğı; Makine Mühendisliğı, Elektrik Mühendisliğı, Elektronik Mühendisliğı, Yazılım Mühendisliğı ve Güvenlik Mühendisliğı dallarının tasarımı ve üretimde ortak olarak çalışmasıyla yapılır. Otomotiv mühendisi; kamyon, otobüs, motosiklet, otomobil gibi motorlu kara taşıtlarını planlayan ve üretimini denetleyen kişidir.
ANAHTAR SORULAR

1- Araba tasarımında hızı ve alınan mesafeyi arttırmak için nelere dikkat edersiniz? Açıklayınız. 2- Ürününüz, tasarım için istenilen özellikleri ne kadar karşılamaktadır? Açıklayınız. 3- Ürününüzü geliştirmek, daha iyi bir hale getirmek için nelere dikkat ederdiniz? Açıklayınız.
KAYNAKLAR https://www.google.com/amp/s/muhendislikler.net/otomotiv-muhendisi-nedir-ne-is-yapar-nerelerde-calisir/amp/ Görseller için yararlanılan kaynaklar; http://www.sabidem.org/detay.aspx?dt=haber-detay&id=299

ETKİNLİK 3
Macera Severler
SINIF SEVİYESİ: 7
ÜNİTE ADI: F.7.3. Kuvvet ve Enerji / Fiziksel Olaylar
KONU: F.7.3.3. Enerji Dönüşümleri
ÖNERİLEN SÜRE: 3 Ders Saati (40dk+40dk+40dk)
BİLİMSEL KAVRAMLAR: Hava Direnci, Su Direnci, Sürtünme Kuvveti
AMAÇ VE KISA ÖZET:
Etkinliğin amacı, öğrencilerin fen bilimleri temel kavramlarından hava direnci, su direnci ve sürtünme kuvveti ile ilgili bilgilerini kullanarak verilen materyallerle hızlı, havada uzun süre kalabilen ve dayanıklı olan bir araç (helikopter) tasarlamalarıdır. Öğrencilerin https://www.youtube.com/watch?v=u-N_5f0vYoo linkindeki videoda dağın zirvesinden uçuşuma yuvarlanıp yaralanan dağcı ile empati kurmaları ve

probleme çözüm üretmeleri sağlanır. Bu videodaki haberde yaralanan dağcı, 6 saatte kurtarılmıştır. Öğrencilere, ağır yaralanan bir dağcının sağlık kurumuna daha hızlı bir şekilde ulaştırılması için nasıl bir araç tasarlanabileceği sorulur. Öğrencilerden, verilen malzemelerden (Pet şişe, pipet, helikopter pervanesi, boş kibrit kutusu, pet şişe kapakları, çöp şiş, kürdan, düğme, A4 kâğıdı, karton, dondurma çubuğu, paket lastiği, mandal, kâğıt havlu kartonu) müşteri ihtiyaçlarını düşünerek daha hızlı gidebilen, havada uzun süre kalabilen ve dayanıklı olan bir araç tasarımları ve inşa etmeleri istenir.

KAZANIMLAR-ÖĞRENME HEDEFLERİ

Fen Bilimleri:

- Hava veya su direncinin yaşamdaki etkisini fark eder.
 - Hava veya su direncinin farklı taşıtların tasarımındaki etkisine değinilir.
- Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.

Matematik:

- Uzunluk (cetvel) ölçümlerini yapar.
- Tam sayılarla çarpma ve bölme işlemlerini yapar.

21. Yy Becerileri/Sosyal Beceriler: Grupta bulunan her birey iletişim kurma yoluyla kendi düşüncelerini, fikirlerini, sorularını ve bu sorulara çözüm önerilerini grubun diğer üyeleriyle paylaşır. Bu sayede grup çalışmasında aktif bir rol üstlenmiş olur. Problemlere farklı bir perspektifle yaklaşır ve disiplinler arası bir bağlantı kurar. İnovasyon yoluyla yeni ürünler ortaya koyar. Grup olarak geliştirdikleri ürünü, sınıf ortamında diğer arkadaşlarına sunar.

MATERYAL VE TEKNİK DONANIM

Helikopter tasarımı için gerekli malzemeler;

Pet şişe, pipet, plastik helikopter pervanesi, boş kibrit kutusu, silikon tabancası, makas, pet şişe kapakları, çöp şiş, kürdan, düğme, A4 kâğıdı, karton, dondurma

(dil) çubuğu, paket lastiği, mandal, kâğıt havlu kartonu, cetvel, kronometre

ALİŞTIRMA ETKİNLİKLERİ

1-Bowling topu ve tüyün aynı yükseklikten bırakıldığını düşünelim.

a) Havanın olduğu bir ortamda tüy mü, bowling topu mu daha hızlı düşer? Neden?

b) Havasız bir ortamda tüy mü, bowling topu mu daha hızlı düşer? Neden?



Öğrencilerin konuyla ilgili tahminleri alındıktan sonra <https://www.youtube.com/watch?v=B09g9CFebY4> linkindeki video izletilerek havanın olduğu ve havanın olmadığı ortamlarda tüyün mü yoksa bowling topunun mu daha hızlı düştüğünü gözlemlmeleri sağlanır.

2-Aşağıdaki resimde yer alan iki farklı gemi tasarımından hangisi suda daha kolay, hangisi daha zor ilerler? Neden?



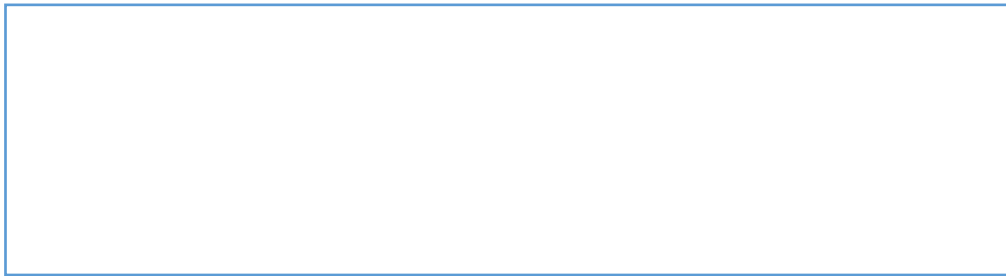
Öğrencilerin konuyla ilgili tahminleri alındıktan sonra

<https://www.youtube.com/watch?v=GazDJf9mXGE> linkindeki videoda yer alan bu etkinlik izletilerek öğrencilerin gözlem yapmaları sağlanır.

SENARYO-HİKÂYE

Azize, Bedriye, Ragıp ve Müfreze macera tutkunu 4 genç. Sürekli yeni maceralar arayan bu 4 genç, hiç kimsenin tırmanmaya cesaret edemediği, çok yüksek ve tehlikeli bir dağa tırmanmaya karar verdiler. Başlarda kendinden emin bir şekilde ilerleyen bu grup, belli bir yüksekliğe geldikten sonra attıkları her adımda küçük kaya parçalarının kopmaya başladığını ve zeminin kaygan bir yapıya sahip olduğunu fark ettiler. Bu aşamada ilerlemenin doğru olmadığını savunan Azize, Ragıp ve Müfreze'nin aksine Bedriye zirveye çıkmalarında bir sakınca olmayacağını savundu. 3 genç bulundukları yerde sabit durdu. Bedriye ise bütün ısrarlara rağmen ilerlemeye devam etti. Bedriye, bir müddet sonra kaygan zeminin etkisiyle bulunduğu yerden birkaç metrelik bir yükseklikten küçük bir kaya parçasının üzerine düşüverdi ve yaralandı. Bu düşüşe tanıklık eden 3 genç, bütün seslenmelerine rağmen Bedriye'den herhangi bir tepki alamadı. 3 genç Bedriye'nin bilincinin yerinde olmadığını düşündü.

Sizce böyle bir durumda Bedriye'nin bir sağlık kurumuna en sağlıklı ve en hızlı şekilde ulaştırılması için nasıl bir araç tasarlanmalıdır?



- 5'er ya da 6'şar kişilik gruplar oluşturulur.
- Grup üyelerinin rolleri belirlenir. Roller şu şekildedir: Grup sözcüsü, tasarımın çiziminden sorumlu üye, ihtiyaç duyulan malzemeleri temin eden üye.
- Öğretmen, hava direnci ve su direnci kavramlarını günlük hayattan

örneklerle açıklar.

- Öğrencilere öncelikle mevcut etkinlikteki senaryo okunur. Sonrasında https://www.youtube.com/watch?v=u-N_5f0vYoo linkindeki videoda dağın zirvesinden uçuruma yuvarlanıp yaralanan dağcının 6 saatte kurtarıldığı haber izletilir. Böylece öğrencilerin yaralanan dağcı ile empati kurmaları ve yaralanan dağcının ihtiyaçlarını anlamaları sağlanır.
- Yaralanan dağcıya anında müdahale edilmesi için gruplar hızlı gidebilen, havada uzun süre kalabilen ve dayanıklı olan bir araç tasarlar ve inşa ederler.
- Gruplar; hava direnci ve sürtünme kuvveti kavramlarını yaptıkları tasarımlar üzerinden tartışır.
- Tasarlanan araçların hızı ve havada kalma süresi ölçülür. Dayanıklı olup olmadığına yolu bozulmadan tamamlayıp tamamlamadığına göre karar verilir.
- Gruplar, tasarımlarında hızı, havada kalma süresini ve dayanıklılığı artırmaya yönelik iyileştirmeler yaparlar.
- Gruplar, kendi tasarımlarını tanıtan bir yazı, broşür, ya da video hazırlayabilirler. Bu süreçte gruplar şunlara dikkat etmelidirler:
 - ✓ Müşterilerine ve müşterilerin ihtiyaçlarına,
 - ✓ Kendi araçlarını diğer araçlardan farklı kılan özelliklere,
- Bununla birlikte gruplar, tasarımlarını tanıtırken tasarladıkları aracın hızına, havada kalma süresine ve dayanıklılığına, tasarıma verilen isme, grubun ve grup üyelerinin isimlerine de yer vermelidirler.

TASARIM ODAKLI DÜŞÜNME SÜRECİ

1. **Empati Kurma:** https://www.youtube.com/watch?v=u-N_5f0vYoo linkindeki video izletilerek grupların, dağın zirvesinden uçuruma yuvarlanıp yaralanan dağcı ile empati kurmaları sağlanır. **(5 dakika)**
2. **Problemi Tanımlama:** Öğrenciler, problemi net bir şekilde ifade ederler. **(5 dakika)**

Yaralanan dağcının şu problemini çözme konusunda ona yardım etmemiz gerekiyor:.....

.....

Not: Bu kısımda, yaralanan dağcıyı kurtarabilmek için tasarlanması gereken aracın özellikleri vurgulanabilir.

3. Fikir Üretme: Öğrencilere izletilen videodaki haberde, yaralanan dağcı 6 saatte kurtarılmıştır. Öğrencilere ağır yaralanan bir dağcının sağlık kurumuna daha hızlı bir şekilde ulaştırılması için nasıl bir araç tasarlanabileceği sorulur. Öğrencilerden hızlı, havada uzun süre kalabilen ve dayanıklı olan bir araç (helikopter) tasarımları istenir. Öğrenciler, problemi çözmek için beyin fırtınası yaparak birden fazla fikir üretir. **(10 dakika)**

4. Prototip Oluşturma: Öğrenciler geliştirdikleri fikri pet şişe, pipet, helikopter pervanesi, boş kibrit kutusu gibi malzemeleri kullanarak, prototip haline getirirler. **(20 dakika)**

5. Test Etme: Öğrenciler, oluşturdukları prototip hakkında geribildirim alırlar. **(10 dakika)**

Değerlendirme Kriterleri:

1. Araç hızlı gidecek şekilde tasarım yapmak,
2. Araç havada uzun süre kalacak şekilde tasarım yapmak,
3. Araç dayanıklı olacak şekilde tasarım yapmak.

Not: Gruplar, geliştirdikleri ürünü tanıtmak için broşür, video ya da kısa ve ikna edici bir yazı hazırlarlar. Oluşturdukları ürünü açıklarlar. **(20 dakika)**

BU ETKİNLİĞİ BEĞENDİYSENİZ İLGİLİ MESLEKLERİ ARAŞTIRABİLİRSİNİZ:**Uçak Mühendisliği:**

Uçak mühendisliği, hava içinde hareket eden, uçak, helikopter, roket gibi araçlarla; askeri ve sivil uçakların bakım ve onarımıyla, insansız hava araçlarını içeren geniş bir kapsama alanına sahip olan mühendislik dalıdır.

ANAHTAR SORULAR

- Helikopter ve uçak tasarımında nelere dikkat edilmesi gerekmektedir?
- Hava ve su direncini azaltmak için neler yapılabilir?

KAYNAKLAR

<http://boardinginfo.com/ucak-muhendisligi-hakkinda-bilmeniz-gereken-her-sey/>

Görseller için yararlanılan kaynaklar

<https://www.youtube.com/watch?v=GazDJf9mXGE>

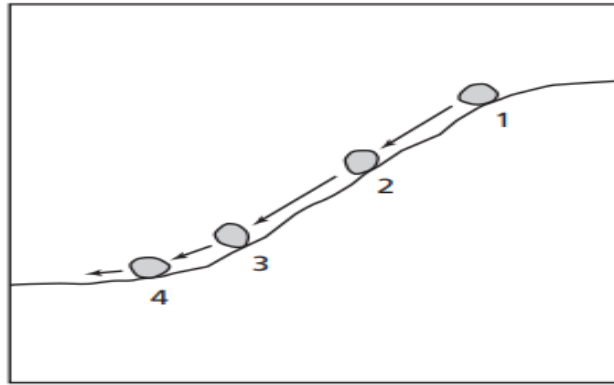
<https://www.youtube.com/watch?v=t00UH6rNQ3E>

B

ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ KAVRAMSAL ÖĞRENME ÖLÇEĞİ

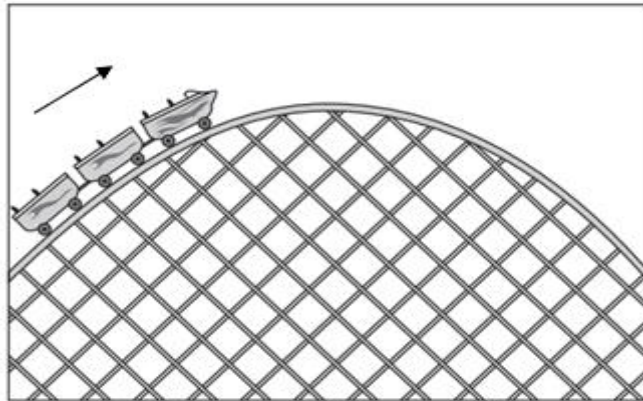
Enerji Dönüşümleri Kavramsal Öğrenme Ölçeği

- 1- Aşağıdaki şekil bir kayanın yokuş aşağı yuvarlandığı konumları göstermektedir.



Hangi konum en yüksek kinetik enerjiye sahip kayayı gösterir? Neden?

- 2- Bir tepenin zirvesine hareket eden bir lunapark hız treni şeması aşağıda gösterilmiştir.

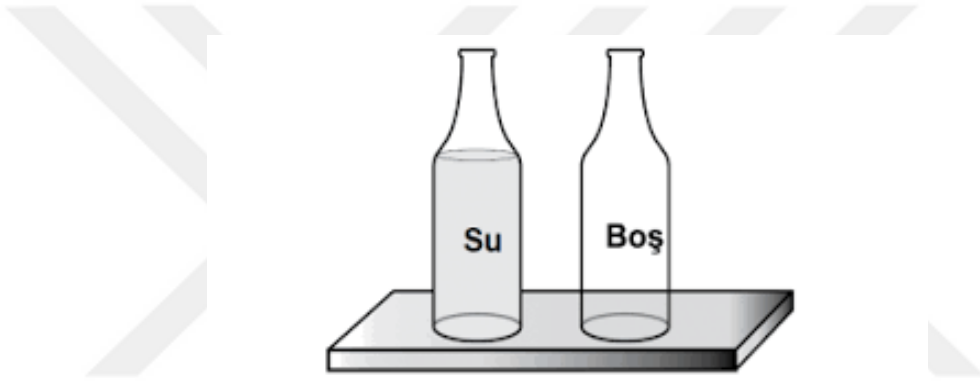


Tepenin zirvesinde hangi enerji türü daha fazla olacaktır? Neden?

3- Hava direncinin olmaması günlük hayatta nelerin ortaya çıkmasına sebep olur? Neden?

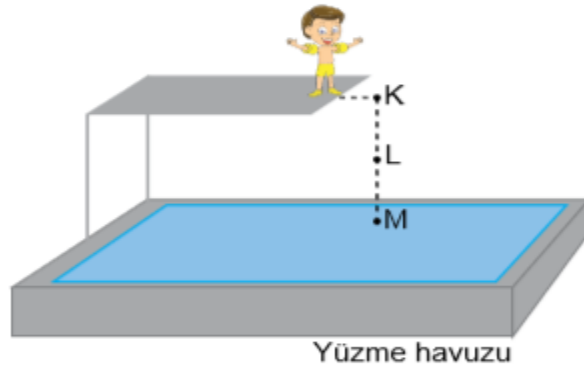
4- “Su içerisinde hareket eden cismin hareketini zorlaştıran kuvvete su direnci denir”. Su direncini azaltmak için neler yapılabileceğine dair günlük hayatta karşılaştığınız örnekler nelerdir? Verdiğiniz örnekte, su direncinin neden azaldığını açıklayınız.

5- Şekildeki özdeş, su dolu ve boş şişelere aynı anda, aynı yükseklikten özdeş iki madeni para bırakılıyor.



Madeni paraların şişenin dibine ulaşma süreleri hakkında neler söylenebilir? Neden?

6- İlk hızı sıfır olan yüzücü, şekildeki yüzme havuzuna atlarken K, L ve M noktalarından geçmektedir.



K, L ve M noktalarındaki enerji dönüşümlerini açıklayınız.

7- Kinetik enerjinin sürtünme kuvveti etkisi ile ısı enerjisine dntğne yönelik olarak günlük hayattan bir örnek veriniz.



C

MODEL TABANLI AÇIKLAMALARI DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Model Tabanlı Açıklamaları Değerlendirme Ölçeği

1- HADİ KAYALIM

Serkan ve Hakan ikizdir. Serkan ve Hakan'ın boyları ve kiloları birbirine eşittir. Anneleri ile parka giderler. Serkan koşarak parktaki ilk kaydırağı kapınca Hakan da diğer kaydırağın başına geçer. İkizlerin kaydırakları aynı genişlik ve uzunluktadır. Yalnız Hakan'ın kaydırağı daha yüksektir. Serkan ve Hakan aynı anda kaymaya başlarlar fakat farklı zamanlarda yere ulaşırlar.

- a) Bu durumda Serkan ve Hakan'ın kaydırağın tepe noktasından yere ulaşmaya kadar geçirdikleri enerji dönüşümlerini model çizerek gösteriniz ve açıklayınız. (Sürtünmeler ihmal edilecek.)

Modelini Çiz:

Modelini Açıkla:

.....

.....

.....

.....

- b) Serkan'ın ve Hakan'ın kaydırları kaydırakların aynı uzunluk ve genişlikte olduklarının yanı sıra aynı yükseklikte olduklarını düşünelim. Ayrıca Serkan'ın kaydığı kaydırağın yüzeyinin daha pürüzlü, Hakan'ın kaydığı kaydırağın daha pürüzsüz olduğunu düşünürsek, hangisi daha kısa sürede yere ulaşır? Sebebin/sebeplerini resim çizerek gösteriniz ve açıklayınız.

Modelini Çiz:

Modelini Açıkla:

.....

.....

.....

.....

- 2- Boyları ve kiloları birbirine eşit olan paraşütçüler Cemil ve Kemal yerden 12.000 metre yükseklikte bulunan uçaktan aynı anda bir serbest atlayış gerçekleştiriyorlar. Kemal'in paraşütünün açılma miktarı Cemil'in paraşütünün açılma miktarına göre daha azdır. Paraşütlerini açtıktan sonra Cemil'in yere Kemal'den sonra iniş yaptığı gözleniyor. Bu durumun nedenini/nedenlerini resim çizerek gösteriniz ve açıklayınız.

Modelini Çiz:

Modelini Açıkla:

.....

.....

.....

.....

D

TASARIM DEFTERİ



Lunapark Hız Trenim

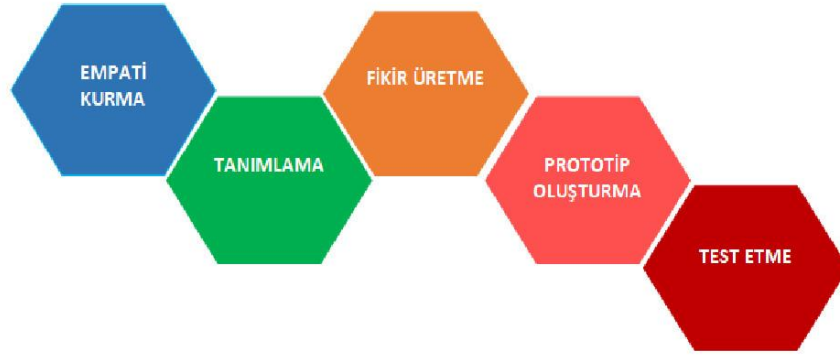
Tasarımınızın Adı:

Tasarımı Yapan Grup:

Grup Üyelerinin Adı-Soyadı:

Tasarım Odaklı Düşünme Süreci

Sevgili arkadaşlar, icatların geliştirilmesinde tasarım sürecinden yararlanıldığını biliyor muydunuz? Tasarım odaklı düşünme süreci size bir probleme yönelik ürün icat etmeniz konusunda yardımcı olacaktır. Siz de bu süreçte tıpkı bir mühendis gibi çalışıp icatlar geliştireceksiniz. Tasarım odaklı düşünme sürecinin belli aşamaları bulunmaktadır. Bu aşamaları birlikte inceleyelim.



Aşağıda yer alan kavramları kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Empati Kurma:

Problemi Tanımlama:

Fikir Üretme:

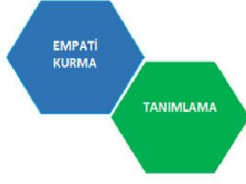
Prototip Oluşturma:

Test Etme:

Sevgili Arkadaşlar,

Bir beldede 7. sınıfta öğrenim gören öğrencilerden Ayşe, Selma ve Ahmet, yaz tatilinde gezmek amacıyla gittikleri İstanbul, Ankara gibi şehirlerde lunapark hız trenlerine binmişlerdir. Yaz tatili bittikten sonra okullar açıldığında birbirlerine yaz tatilinde gezdikleri yerleri ve bindikleri lunapark hız trenlerini anlatırken yaşadıkları şehirde neden lunapark hız treni olmadığını sorgulamaya başladılar. Ayrıca kendi aralarında tartışarak bindikleri hız trenlerinin yeterince hızlı olmadığına karar verdiler. Sonrasında belediyeden bir hız treninin yapılmasını talep ettiler. Bunun yanında yapılacak olan hız treninin daha önce bindikleri hız trenlerine göre daha hızlı olmasını da istediler. Belediye, çocuklardan müşteri özelliklerini düşünerek bir lunapark hız treni tasarımlarını ve inşa etmelerini istedi.

Çocuklara hız treninde kendilerini nasıl hissetmek (Gergin mi, heyecanlı mı, sakin mi?) istedikleri sorulur. Çocuklar için gergin olmayan bir yolculuk mu yoksa macera arayanlar için heyecanlı bir yolculuk mu olacağına karar vermeleri istenir. Çocuklara istedikleri hız trenini yapmak sizin elinizde. Elimizdeki malzemelerle en az bir tepe ve en az bir döngü olacak şekilde, düşük maliyetli, daha hızlı, daha güvenli ve estetik bir lunapark hız treni için nasıl bir tasarım ortaya koyardınız? Lunapark hız treni tasarlarken müşteri olarak seçtiğiniz kişinin ihtiyaçlarına cevap vermeyi unutmayınız.



EMPATİ KURMA VE PROBLEMİ TANIMLAMA



Gruplar, müşteri olarak seçtikleri bir öğrenciyle röportaj yaparak, onun nasıl bir hız treninde yolculuk yapmak istediğini öğrenirler. Böylece müşterilerinin ihtiyaçlarını öğrenmeye çalışırlar.

(Bu boşluğa seçtiğiniz öğrencinin ismini yazınız.)



..... lunapark hız treninde yolculuk yaparken kendini..... hissetmek istiyor.



(Bu boşluğa müşteri olarak seçtiğiniz öğrencinin hız treninde kendini nasıl hissetmek istediğini yazınız.)

.....adlı öğrenci bizden şu problemi çözme konusunda ona yardım etmemizi
istiyor:.....
.....

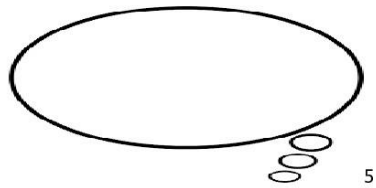
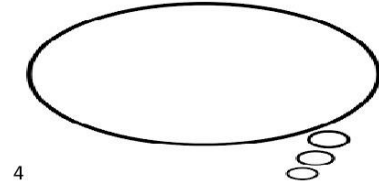
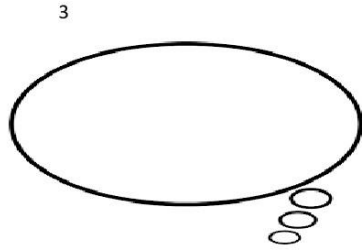
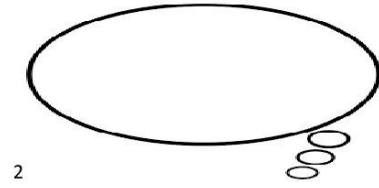
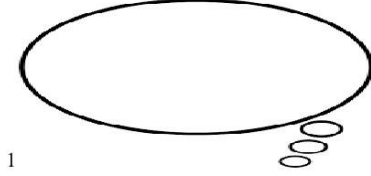
Not: Bu kısımda, müşteri olarak seçilen öğrencinin istediği lunapark hız treninin özellikleri vurgulanabilir.

FİKİR ÜRETME

FİKİR ÜRETME

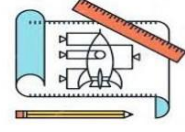


Beyin fırtınası yoluyla problemin çözümüne yönelik üretilen bütün fikirler:





PROTOTİP OLUŞTURMA



İcadınızın İsmi:

(Bu alana prototipin görünümünü çiziniz ve açıklayınız.)

TEST ETME



TEST ETME

DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ:

Öğrenciler, oluşturdukları prototip hakkında geribildirim alırlar.

Değerlendirme Kriterleri:

1. Güvenlik (Bilyenin düşmeden hedefe ulaşması),
2. Bilye en hızlı gidecek şekilde tasarım yapmak,
3. Tasarımın en az bir tepe ve en az bir döngü içermesi,
4. Estetik bir tasarım yapma,
5. Fayda/Maliyet analizi
6. Müşteri olarak seçilen öğrencinin ihtiyaçlarına uygun olma.

Materyallerin Fiyatı:

	Miktar	Fiyat	Toplam
Köpük Boru	50 cm	2TL	
Kürdan	1 tane	1TL	
Maskелеme Bandı	5 cm	1TL	
Balon	... tane	...TL	
Simli Eva Karton	... tane	...TL	
Şönil	... tane	...TL	
Sticker	... tane	...TL	
		TOPLAM	

Not: Siz de aşağıdaki tabloyu kullandığınız malzemelere göre doldurunuz ve toplam ne kadar harcama yaptığınızı hesaplayınız.

	Miktar	Fiyat	Toplam
Köpük Boru	... cm	...TL	
Kürdan	... tane	...TL	
Maskелеme Bandı	... cm	...TL	
Balon	... tane	...TL	
Simli Eva Karton	... tane	...TL	
Şönil	... tane	...TL	
Sticker	... tane	...TL	
		TOPLAM	

BU ETKİNLİĞİ BEĞENDİYSENİZ İLGİLİ MESLEKLERİ ARAŞTIRABİLİRSİNİZ:

Makine Mühendisliği:

Makine mühendisleri, günlük hayatımızın bir parçasıdır. Etrafınızda gördüğünüz neredeyse her nesne bir makine mühendisinin elinden geçmiştir. Örneğin; araba, bisiklet veya okula gittiğinizde bindiğiniz otobüs, oturduğunuz sandalye, kapı kolu ve menteşeler.

Makine Teknisyenliği:

Her gün mekanik aygıtlar kullanıyorsunuz - kapıları açmak, yemeği pişirmek ve soğutmak, temiz su almak, evi ısıtmak, internette sörf yapmak, seyahat etmek ve hatta dişlerinizi fırçalamak için kullanıyorsunuz. Etrafınızda gördüğünüz neredeyse her nesne, mekanik mühendislik teknisyenlerinin ürünün çizimlerini oluşturma becerilerini gerektirir.

Not: Şimdi de bir sonraki sayfada yer alan soruları cevaplandırınız.

BU ETKİNLİĞİ BEĞENDİYSENİZ İLGİLİ MESLEKLERİ ARAŞTIRABİLİRSİNİZ:

Makine Mühendisliği:

Makine mühendisleri, günlük hayatımızın bir parçasıdır. Etrafınızda gördüğünüz neredeyse her nesne bir makine mühendisinin elinden geçmiştir. Örneğin; araba, bisiklet veya okula gittiğinizde bindiğiniz otobüs, oturduğunuz sandalye, kapı kolu ve menteşeler.

Makine Teknisyenliği:

Her gün mekanik aygıtlar kullanıyorsunuz - kapıları açmak, yemeği pişirmek ve soğutmak, temiz su almak, evi ısıtmak, internette sörf yapmak, seyahat etmek ve hatta dişlerinizi fırçalamak için kullanıyorsunuz. Etrafınızda gördüğünüz neredeyse her nesne, mekanik mühendislik teknisyenlerinin ürünün çizimlerini oluşturma becerilerini gerektirir.

Not: Şimdi de bir sonraki sayfada yer alan soruları cevaplandırınız.

ANAHTAR SORULAR:

1- Lunapark hız treni tasarımında hızı ve güvenliğı arttırmak için nelere dikkat edersiniz? Açıklayınız.

2- Ürününüz (Lunapark hız treni), tasarım için istenilen özellikleri ne kadar karşılamaktadır? Açıklayınız.

3- Ürününüzü geliştirmek, daha iyi bir hale getirmek için nelere dikkat ederdiniz? Açıklayınız.

E

MODEL TABANLI AÇIKLAMALARI DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ

Model Tabanlı Açıklamaları Değerlendirmek İçin Geliştirilen Rubrikler

1- Öğrencilerin kinetik ve potansiyel enerji dönüşümleri hakkındaki model tabanlı açıklamalarını değerlendirmeye yönelik rubrik (a şıkında sorulan soru için)

Seviye	Açıklama
Öğeler (Components)	Potansiyel Enerji, Kinetik Enerji/Hareket Enerjisi, Hız, Yükseklik, Enerji Dönüşümleri
Seviye 3	En az 3 öğenin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 2	2 öğenin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 1	Öğelerden sadece birinin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 0	Enerji dönüşümleri ile ilgili hiçbir öğenin yazılmaması ve/veya çizilmemesi
Bağlantı (Sequences between components)	
Seviye 3	Seviye 1’de yer alan en az 3 bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 2	Seviye 1’de yer alan 2 bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme

Seviye 1	Aşağıda belirtilen bağlantılardan sadece birine yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Potansiyel enerjinin yükseklik ile ilişkisine yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Kinetik enerjinin hız ile ilişkisine yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşmesine yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Enerji korunumu yasasına göre potansiyel enerji ve kinetik enerjinin biri artarken, diğerinin azalacağına yönelik ilişki kurulan çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 0	-Herhangi bir bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer vermeme -Ya da yanlış bir bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme

2- Öğrencilerin sürtünme kuvvetinin kinetik enerjiye etkisi hakkındaki model tabanlı açıklamalarını değerlendirmeye yönelik geliştirilen rubrik (b şıkında sorulan soru için)

Seviye	Açıklama
Öğeler (Components)	Pürüzlü Yüzey, Pürüzsüz Yüzey, Sürtünme Kuvveti, Hareket, Hız
Seviye 3	En az 3 öğenin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 2	2 öğenin yazılması ve/veya çizilmesi

Seviye 1	Öğelerden sadece birinin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 0	Kaydırağın tepe noktasından yere ulaşmaya kadar geçen süre ile ilgili hiçbir ögenin yazılmaması ve/veya çizilmemesi
Bağlantı (Sequences between components)	
Seviye 3	Seviye 1’de yer alan en az 3 bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 2	Seviye 1’de yer alan 2 bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 1	Aşağıda belirtilen bağlantılardan sadece birine yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Sürtünme kuvveti ile hareket arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Yüzeyin cinsi ile sürtünme kuvveti arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Yüzeyin cinsi ile yere ulaşma süresi arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Yüzeyin cinsi ile hız arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 0	-Herhangi bir bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer vermeme -Ya da yanlış bir bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme

3- Öğrencilerin hava direnci hakkındaki model tabanlı açıklamalarını değerlendirmeye yönelik rubrik (2. soru için)

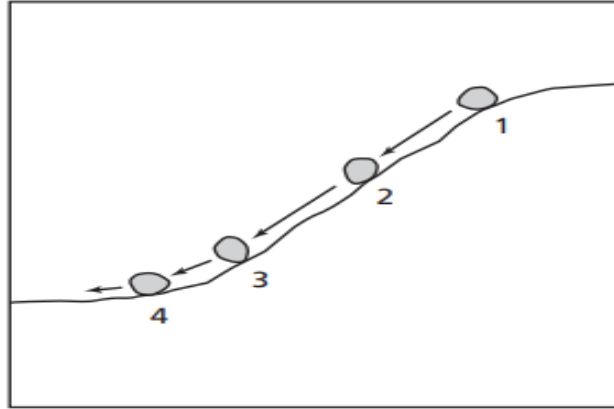
Seviye	Açıklama
Öğeler (Components)	Hava Direnci, Temas Yüzeyi, Hareket, Sürtünme Kuvveti, Hız
Seviye 3	En az 3 öğenin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 2	2 öğenin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 1	Öğelerden sadece birinin yazılması ve/veya çizilmesi
Seviye 0	Hava direnci ile ilgili hiçbir öğenin yazılmaması ve/veya çizilmemesi
Bağlantı (Sequences between components)	
Seviye 3	Seviye 1’de yer alan en az 3 bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 2	Seviye 1’de yer alan 2 bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 1	Aşağıda belirtilen bağlantılardan sadece birine yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Hava direnci ile hareket arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Temas yüzeyi ile hareket arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Hava direnci ile temas yüzeyi arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme

	verme - Hava direnci ile yere ulaşma süresi arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Temas yüzeyi ile hız arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme - Temas yüzeyi ile yere ulaşma süresi arasındaki ilişkiye yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme
Seviye 0	-Herhangi bir bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer vermeme -Ya da yanlış bir bağlantıya yönelik çizim ve/veya açıklamalara yer verme

ENERJİ DÖNÜŞÜMLERİ İLE İLGİLİ KAVRAMSAL ÖĞRENMEYİ DEĞERLENDİRME RUBRİĞİ

Enerji Dönüşümleri İle İlgili Açık Uçlu Soruları Değerlendirmeye Yönelik Rubrik ve Yönergeler

- 1- Aşağıdaki şekil bir kayanın yokuş aşağı yuvarlandığı konumları göstermektedir.



Hangi konum en yüksek kinetik enerjiye sahip kayayı gösterir?
Neden?

Cevap için:

- a) **Doğru Cevap:** 4. konumun en yüksek kinetik enerjiye sahip konumu gösterdiğini ifade etme
- b) **Yanlış Cevap:** 1., 2. veya 3. konumun en yüksek kinetik enerjiye sahip konumu gösterdiğini ifade etme
- c) **Cevap Yok/Boş:** Herhangi bir cevabın verilmemesi, boş bırakılması

Açıklama ("Neden?" sorusu için):

a) Yanlış Cevap:

- Ağırlığa ve yüksekliğe/konuma değinme
- Potansiyel enerji ve kinetik enerjinin birbirine zıt olduğunu ifade etme

b) Kısmen Doğru Cevap:

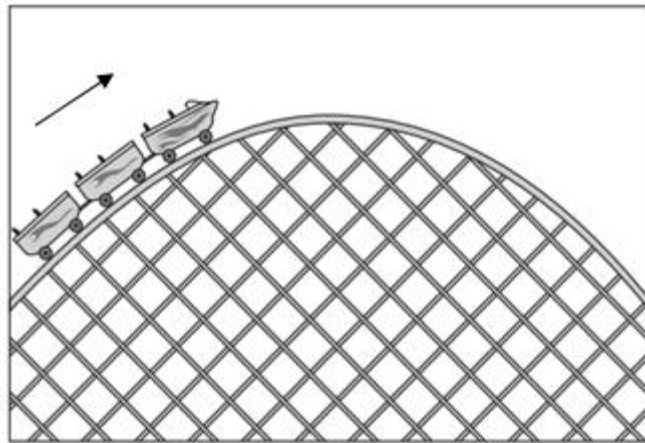
- Hıza değinilen ve yanlış ifade de içeren açıklamalar
- Hıza değinilen ancak hızın arttığı konumu yanlış ifade eden açıklamalar
- Kinetik enerjiye değinilen ancak kinetik enerjinin arttığı noktaları yanlış ifade eden açıklamalar
- Sadece hıza değinilen ve kinetik enerji ile hız arasında ilişki kurulmayan açıklamalar (Örneğın, “Hızlı olduğu için” ifadesi)

c) Tam Doğru Cevap:

- Kinetik enerjinin kayanın hızına bağılı olduğunu ve 4. konumda hızın en fazla olduğunu ifade eden açıklamalar
- Potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüştüğünü ifade eden açıklamalar

d) Açıklama Yok: Herhangi bir açıklamanın yapılmaması, boş bırakılması

2- Bir tepenin zirvesine hareket eden bir lunapark hız treni şeması aşağıda gösterilmiştir.



Tepenin zirvesinde hangi enerji türü daha fazla olacaktır? Neden?

Cevap için:

- a) **Doğru Cevap:** Tepenin zirvesinde potansiyel enerjinin daha fazla olacağını ifade etme
- b) **Yanlış Cevap:** “Potansiyel enerji” dışındaki enerji türlerinin ifade edilmesi
- c) **Cevap Yok/Boş:** Herhangi bir cevabın verilmemesi, boş bırakılması

Açıklama (“Neden?” sorusu için):

a) Yanlış Cevap:

- Ağırlığa değinme
- Hıza değinme
- Potansiyel enerjinin durağan, sabit bir enerji olduğunu ya da hareketsizlik içeren bir enerji türü olduğunu ifade etme

b) Kısmen Doğru Cevap:

- Yüksekliğe değinilen ve yanlış ifade de içeren açıklamalar
- Kinetik enerjinin azalıp potansiyel enerjinin artacağını ifade edilmesi
- Sadece yüksekliğe değinilen açıklamalar

c) Tam Doğru Cevap:

- 1- Potansiyel enerjinin yüksekliğe bağlı olduğunu ifade etme
- 2- Yükseklik arttıkça potansiyel enerjinin de artacağını ifade etme
- 3- Zirvenin yüksek olduğunu ifade etme

Doğru Cevaplar:

- Sadece 1’e değinme
- Sadece 2’ye değinme
- 1 ve 3’e değinme
- 2 ve 3’e değinme
- 1, 2 ve 3’e değinme

d) Açıklama Yok: Herhangi bir açıklamanın yapılmaması, boş bırakılması

- 3- Hava direncinin olmaması günlük hayatta nelerin ortaya çıkmasına sebep olur? Neden?

Cevap için:

a) Doğru Cevap: Hava direncinin hareketi zorlaştıracığına, hızı azaltacağına dair bir örnek verilmesi

b) Yanlış Cevap:

- Hava direncinin hızı azaltacağına ya da hareketi zorlaştıracığına yönelik ilişkiye değinilmeyen örnekler
- Konu ile ilgili olmayan örnekler

c) Cevap Yok/Boş: Herhangi bir cevabın verilmemesi, boş bırakılması

Açıklama (“Neden?” sorusu için):

a) Yanlış Cevap:

- Paraşütün hava direnci ile dolması
- Hava direncinin insanı kaldırması
- Hava direncine sürtünme olacağını ifade etme

b) Kısmen Doğru Cevap:

- Hava direncinin hem yere düşme hızını azaltacağını ifade eden hem de potansiyel enerji ile bağlantı kurulan açıklamalar

c) Tam Doğru Cevap:

- Hava direncinin yere düşme hızını azalttığına vurgu yapan ifadeler
- Hava direncinin olmamasının ya da azalmasının, uçan bir nesnenin hızını arttıracığına vurgu yapan ifadeler
- Hava direncinin hareketi zorlaştıracığına vurgu yapan ifadeler

d) Açıklama Yok: Herhangi bir açıklamanın yapılmaması, boş bırakılması

4- “Su içerisinde hareket eden cismin hareketini zorlaştıran kuvvete su direnci denir”. Su direncini azaltmak için neler yapılabileceğine dair günlük hayatta karşılaştığınız örnekler nelerdir? Verdiğiniz örnekte, su direncinin neden azaldığını açıklayınız.

Cevap için:

a) Doğru Cevap:

- Su direnci ile temas yüzeyi arasındaki ilişkiye değinilen örnekler
- Su direnci ile hız arasındaki ilişkiye değinilen örnekler

b) Yanlış Cevap:

- Su direnci ile temas yüzeyi arasındaki ilişkiye değinilmeyen örnekler
- Su direnci ile hız arasındaki ilişkiye değinilmeyen örnekler
- Konu ile ilgili olmayan örnekler

c) Cevap Yok/Boş: Herhangi bir cevabın verilmemesi, boş bırakılması

Açıklama ("Neden?" sorusu için):

a) Yanlış Cevap:

- Bilimsel olmayan açıklamalar
- Konuyla ilgili olmayan açıklamalar

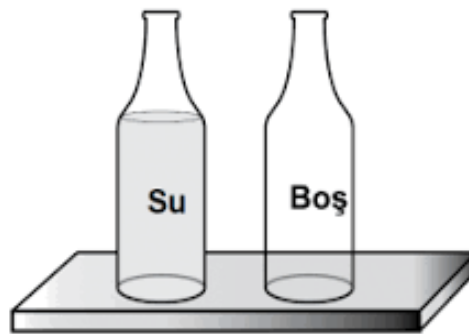
b) Kısmen Doğru Cevap: Hem su direnci ile temas yüzeyi arasındaki ilişkiye vurgu yapan hem de yanlış ifadeler içeren açıklamalar

c) Tam Doğru Cevap:

- Temas yüzeyi azaldıkça su direnci de azalır.
- Hız arttıkça su direnci artar.

d) Açıklama Yok: Herhangi bir açıklamanın yapılmaması, boş bırakılması

- 5- Şekildeki özdeş, su dolu ve boş şişelere aynı anda, aynı yükseklikten özdeş iki madeni para bırakılıyor.



Madeni paraların şişenin dibine ulaşma süreleri hakkında neler söylenebilir? Neden?

Cevap için:

a) Doğru Cevap:

- Madeni para boş şişede daha hızlı düşer.
- Madeni para su dolu şişede daha yavaş düşer.
- Madeni paranın su dolu şişenin dibine ulaşma süresi daha uzundur.

b) Yanlış Cevap:

- Bilimsel olmayan ifadeler
- Konuyla ilgili olmayan ifadeler

c) Cevap Yok/Boş: Herhangi bir cevabın verilmemesi, boş bırakılması

Açıklama (“Neden?” sorusu için):

a) Yanlış Cevap:

- Bilimsel olmayan ifadeler
- Konuyla ilgili olmayan ifadeler

b) Kısmen Doğru Cevap:

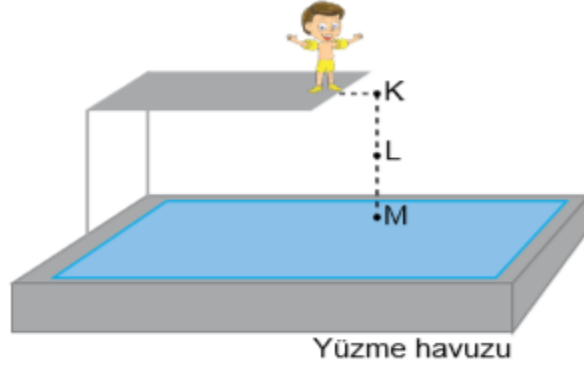
- Sadece su direncinin hareketi zorlaştırdığına vurgu yapmak
- Sadece hava direncinin hareketi zorlaştırdığına vurgu yapmak
- Sadece karşılaştırma yapmak (Örneğin “Su direnci hava direncinden daha fazla olduğu için” ifadesi)
- Su ve hava direncinin karşılaştırılabileceğini ifade eden açıklamalar

c) Tam Doğru Cevap:

- Su direnci hava direncinden daha fazladır. Su direnci hareketi zorlaştırır.
- Hem karşılaştırma yapmak hem de hareketi zorlaştırmaya vurgu yapmak.

d) Açıklama Yok: Herhangi bir açıklamanın yapılmaması, boş bırakılması

- 6- İlk hızı sıfır olan yüzücü, şekildeki yüzme havuzuna atlarken K, L ve M noktalarından geçmektedir.



K, L ve M noktalarındaki enerji dönüşümlerini açıklayınız.

Cevap için:

a) Yanlış Cevap:

- Bilimsel olmayan ifadeler
- Konuyla ilgili olmayan ifadeler

b) Kısmen Doğru Cevap:

- Hızın aşağı doğru arttığını ifade etme,
- K noktasından M noktasına doğru kinetik enerjinin arttığını ifade etme,
- K noktasından M noktasına doğru potansiyel enerjinin azaldığını ifade etme,
- Bir kısmı doğru, bir kısmı yanlış olan ifadeler

c) Tam Doğru Cevap:

- Her noktadaki kinetik enerjiyi ve potansiyel enerjiyi açıklama
- Bütün noktalar arasındaki enerji dönüşümlerini açıklama

d) Cevap Yok: Herhangi bir açıklamanın yapılmaması, boş bırakılması

Açıklama ("Neden?" sorusu için):

a) Yanlış Cevap:

- Bilimsel olmayan ifadeler
- Konuyla ilgili olmayan ifadeler

b) Kısmen Doğru Cevap:

- Sadece potansiyel enerjinin yüksekliğe bağlı olduğunu ifade etme
- Sadece kinetik enerjinin hıza bağlı olduğunu ifade etme

- Sadece enerji dönüşümünden bahsetme
- Yükseklik ve hıza ilişkin doğru açıklamaların yapıldığı ifadeler

c) Tam Doğru Cevap:

1. Sadece potansiyel enerjinin yüksekliğe bağlı olduğunu ifade etme
2. Sadece kinetik enerjinin hıza bağlı olduğunu ifade etme
3. Sadece enerji dönüşümünden bahsetme
4. Yükseklik ve hıza ilişkin doğru açıklamaların yapıldığı ifadeler

Doğru Cevaplar:

- 1 ve 2'ye değinme
- 1, 2 , 3 ve 4'e değinme

d) Açıklama Yok: Herhangi bir açıklamanın yapılmaması, boş bırakılması

7- Kinetik enerjinin sürtünme kuvveti etkisi ile ısı enerjisine dönüştüğüne yönelik olarak günlük hayattan bir örnek veriniz.

Cevap için:

- a) Doğru Cevap:** Kinetik enerjinin sürtünme kuvveti etkisi ile ısı enerjisine dönüştüğüne yönelik bir örnek verme
- b) Yanlış Cevap:** Kinetik enerjinin sürtünme kuvveti etkisi ile ısı enerjisine dönüştüğüne yönelik olmayan örnekler
- c) Cevap Yok/Boş:** Herhangi bir cevabın verilmemesi, boş bırakılması

G

UYGULAMA SÜRECİNE İLİŞKİN RESİMLER

LUNAPARK HIZ TRENİM ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN RESİMLER



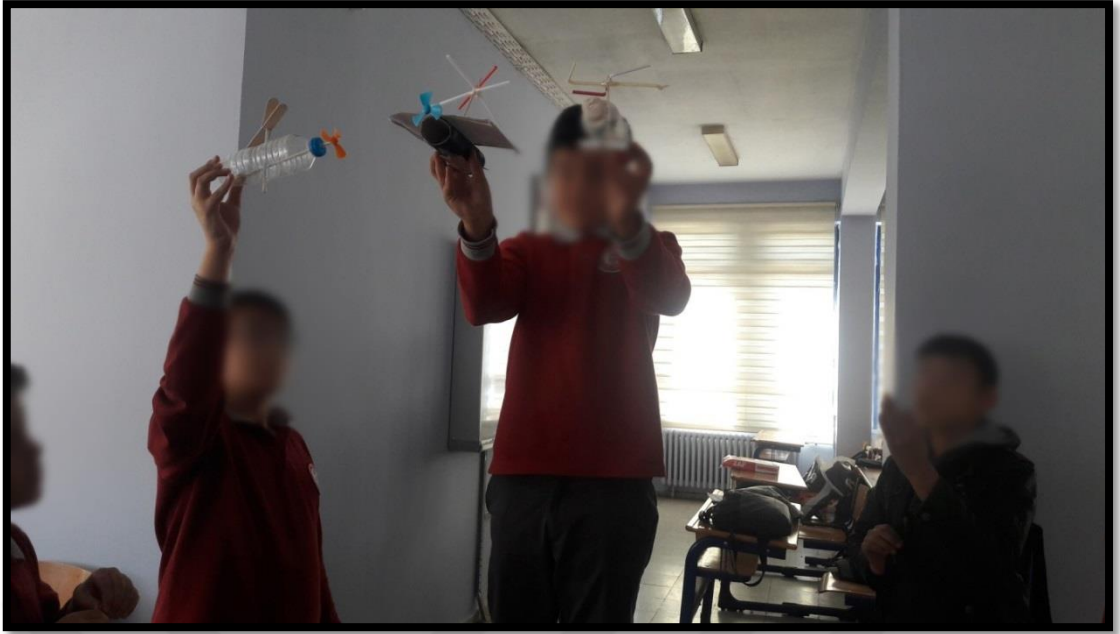


ARABA TASARLIYORUM ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN RESİMLER



MACERASEVERLER ETKİNLİĞİNE İLİŞKİN RESİMLER





H

RESMİ İZİN



T.C.
MUŞ VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 63326527-605.01-E.21924194
Konu : Araştırma İzni
Ayşe ÇİFTÇİ

06.11.2019

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE
(Öğrenci İşleri Daire Başkanlığı)

İlgi :Yıldız Teknik Üniversitesinin 22.10.2019 tarih E.1910220534 sayılı yazınız.

Yıldız Teknik Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi Doktora Öğrencisi Ayşe ÇİFTÇİ' nin Müdürlüğümüze bağlı okullarda gerçekleştirmek istediği "STEM Eğitimi ve Tasarım Odaklı Düşünme; Ortaokul Öğrencilerinin Enerji Dönüşümleri Konusundaki Model Tabanlı Açıklamaları ve Kavram Öğrenmeleri" Anket ve Araştırma izni komisyonumuzca' da değerlendirilerek derslerin aksatılmadan ve gönüllülük esasına göre araştırmanın okullarımızda yapılması uygun görülmüştür.

Bilgilerinize arz ederim.

Enver KIVANÇ
Milli Eğitim Müdür V.

Ek:Valilik Olur yazısı

I

ETİK KURUL ONAY BELGESİ

Evrak Tarih ve Sayısı :07.08.2019 - E.1908070242 Yazının Ekidir



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Akademik Etik Kurul

Toplantı Tarihi: 18.07.2019

Toplantı No:2019/08

AKADEMİK ETİK KURUL TOPLANTI KARARI

Yürütücülüğünü Üniversitemiz Eğitim Fakültesi Öğretim Üyelerinden Prof. Dr. Mustafa Sami TOPÇU'nun yapacak olduğu "STEM Eğitimi ve Tasarım Odaklı Düşünme: Ortaokul Öğrencilerinin Enerji Dönüşümleri Konusundaki Model Tabanlı Açıklamaları ve Kavram Öğrenmeleri" adlı çalışması için hazırladığı araştırma ve bu araştırmada kullanılmak üzere hazırlanan veri toplama araç ve yöntemlerine konu olan bilgilerde etige aykırı herhangi bir bulguya rastlanmamıştır.

AKADEMİK ETİK KURUL ÜYELERİ


Prof. Dr. Abdurrezzak E. BOZDOĞAN
Başkan


Prof. Dr. Nihan ÇETİN DEMİREL
Başkan Yardımcısı


Prof. Dr. Erhan ALTAN
Üye


Prof. Dr. Adem BAKKALOĞLU
Üye


Prof. Dr. Kenan AYDIN
Üye

Yıldız Kampüsü 34349 Yıldız /İstanbul Tel: ((0212) 260 21 99 Faks: (0212) 258 51 40 , Tlx:26837 İYU
E-posta: apry@yildiz.edu.tr Web: <http://www.yildiz.edu.tr>

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanununa göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
<http://www.ebys.yildiz.edu.tr/Dogrulama/Index?EvrakNo=E.1908070242&ErisimKodu=13742eb8>

TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

İletişim Bilgisi: a.ciftci@alparslan.edu.tr

Konferans Bildirileri

1. Çiftçi, A., & Topçu, M.S. (2019). Developing A Measurement Instrument Including Open Ended Questions for Energy Transformations: Validity and Reliability Study. International Euroasia Congress on Scientific Researches and Recent Trends-V, Bakü, Azerbaijan, December 16-19, pp. 270-274. (Tam Metni Basıldı)

Makaleler

1. Çiftçi, A., & Topçu, M.S. (2020). Design Thinking: Opinions and Experiences of Middle School Students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 10(3), 961-1000. <http://dx.doi.org/10.14527/pegegog.2020.030>

Projeler

1. STEM Eğitimi ve Tasarım Odaklı Düşünme: Ortaokul Öğrencilerinin Enerji Dönüşümleri Konusundaki Model Tabanlı Açıklamaları ve Kavram Öğrenmeleri, BAP Doktora Tez Projesi-Yıldız Teknik Üniversitesi (Araştırmacı). **Proje No:** SDK-2018-3373, **Başlama Tarihi:** 10-07-2018, **Bitiş Tarihi:** 10-07-2020, **Proje Bütçesi:** 19,999.08 TL. Yürütücü: Prof. Dr. Mustafa Sami Topçu. Araştırmacı: Arş. Gör. Ayşe ÇİFTÇİ