T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

5. SINIF ELEKTRİK ÜNİTESİNİN ÖĞRETİMİNDE ÖĞRENCİLERİN BİLİM OYUNCAKLARI TASARLAMA PERFORMANSLARININ VE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

SENEM TEMUR

DANIŞMAN
DOÇ. DR. ELİF İNCE

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ PROGRAMI

İSTANBUL-2019

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

5. SINIF ELEKTRİK ÜNİTESİNİN ÖĞRETİMİNDE ÖĞRENCİLERİN BİLİM OYUNCAKLARI TASARLAMA PERFORMANSLARININ VE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

SENEM TEMUR

DANIŞMAN
DOÇ. DR. ELİF İNCE

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

İSTANBUL-2019

3101150010 Öğrenci numaralı Senem TEMUR tarafından hazırlanan bu çalışma 14/10/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Fen Bilgisi Eğitimi programında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Doç. Dr. Elif İNCE
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi

Prof. Dr. Zeynep GÜREL
Marmara Üniversitesi
Atatürk Eğitim Fakültesi

Dr.Öğr.Üyesi Çiğdem ÇINGIL BARIŞ
İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa
Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın hazırlanmasında desteğini, değerli görüş ve önerileri ile beraber güleryüzünü, samimiyetini, kıymetli zamanını ve her türlü desteğini esirgemeyen, hoşgörüsü, sabrı ile yeri geldiği zaman bir abla, yeri geldiğinde de bir Hoca olan değerli danışman hocam Doç. Dr. Elif İNCE'ye,

Uygulama yapabilmem için derslerini benden esirgemeyen meslektaşlarıma, uygulama yapabilmem için gerekli rahat ortamı sağlayan okul müdürüme, veri toplama amacıyla uygulamamı gerçekleştirdiğim, veri toplama sürecime yardımcı olan sevgili öğrencilerime,

Bu zor süreçte yanımda olan ve başarılı olmamı gönülden isteyen arkadaşlarım Hilal CAĞAP ve Yavuz ACAR'a, canım ikiz kardeşim Sinem TEMUR'a, benim için çok değerli olan Sevgili Abim, Annem ve Babama,

En içten duygularımla teşekkürlerimi sunuyorum.

SENEM TEMUR

ÖZET

5. SINIF ELEKTRİK ÜNİTESİNİN ÖĞRETİMİNDE ÖĞRENCİLERİN BİLİM OYUNCAKLARI TASARLAMA PERFORMANSLARININ VE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hızla ilerlediği günümüz koşullarında, öğrencilerin toplumda etkin bireyler olabilmeleri için yaratıcılık, yenilikçilik, problem çözebilme gibi becerilere sahip olmaları gerekmektedir. Problem çözme becerisi, günlük yaşamda karşılaşılan sorunlara karşı çözüm oluşturabilme ve teknoloji ile bütünleşerek bilime katkı sağlamanın önünü açar. Fen Bilimleri dersi öğretim programlarının amaçlarından biri de öğrencilerin sorgulama ve problem çözme becerilerinin gelişmesini sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada Fen Bilimleri dersinin öğretiminde mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarımı sürecinin öğrencilerdeki problem çözme becerilerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın örneklemini Kastamonu ili Seydiler ilçesinde bulunan bir imamhatip ortaokulunun 5. sınıfına devam eden 26 erkek öğrenci oluşturmuştur. Bu öğrencilerden 13 öğrenci deney grubunu, 13 öğrenci kontrol grubunu oluşturmaktadır. Deney grubundaki 13 öğrenci işbirlikli gruplara ayrılmış ve toplam 4 grup oluşturulmuştur.

Tez çalışması kapsamında, elektrik konusuna yönelik 4 farklı etkinlik içeren öğrenci ve öğretmen etklinlik kitapçıkları, hazırlanan etkinliklerin değerlendirilmesini sağlamak için mühendislik tasarım basamaklarını içeren dereceli puanlama anahtarı (rubrik), öğrencilerin fen bilimleri dersi ve bilim oyuncakları tasarlama sürecine ilişkin tutumlarını belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış bir görüşme formu araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Deney grubunda yer alan 13 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Uygulamaya başlamadan önce deney grubundaki öğrencilere etkinlikler hakkında bilgi verilmiştir. Uygulama deney ve kontrol gruplarında haftada 4 saat olmak üzere toplam 4 hafta, 16 saat sürmüştür.

Araştırmada nicel ve nitel veri analizlerinin bir arada yapıldığı karma yöntem kullanılmıştır. Nicel verilerin toplanmasında kullanılmak üzere Fen Bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerini ölçmek için ulusal ve uluslararası alan yazında mevcut ölçme araçları incelenmiş ve çalışma kapsamında kullanılan veri toplama aracı olarak "Problem Çözme Envanteri" kullanılmıştır. Problem Çözme Envanteri deney ve kontrol grubundaki öğrencilere uygulama öncesinde ve sonunda ön-test ve son-test olarak uygulanmış olup veriler SPSS paket programıyla, Mann Whitney U ve Wilcoxon İşaretli Sıralar analizi ile çözümlenmiştir. Nitel veriler; deney grubu için, "Görüşme Formu" ve "Mühendislik Tasarım Basamakları Kullanılarak Geliştirilen Bilim Oyuncaklarını Değerlendirme Rubriği" kullanılarak toplanmıştır. Deney grubundaki öğrenciler tarafından geliştirilen bilim oyuncakları öğrenci etkinlik kitapçıkları doğrultusunda araştırmacı tarafından geliştirilen dereceli puanlama anahtarı yardımı ile puanlandırılmıştır. Öğrenciler mühendislik tasarım basamaklarına

göre oluşturdukları bilim oyuncakları ve etkinlik kitapçıkları için en düşük 0, en yüksek 56 puan almışlardır.

Araştırma sonucunda deney ve kontrol gruplarının problem çözme becerileri ön-testlerine bakıldığında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Deney ve kontrol grupları problem çözme becerileri son-test analizlerinde deney grubuna lehine anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Bu bağlamda mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarlama etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerinin gelişmesinde olumlu yönde etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca deney grubundaki öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler içerik analizi ile analiz edilmiş olup, analiz sonucunda mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarlama etkinliklerinin öğrencilerde fen bilimleri dersine karşı olumlu tutum geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Problem çözme becerisi, bilim oyuncakları tasarlama, mühendislik tasarım basamakları, karma yöntem.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF STUDENTS' SCIENCE TOYS DESIGN AND PROBLEM SOLVING SKILLS AT WHILE TEACHING ELECTRICITY UNIT IN THE 5th GRADE SCIENCE COURSE

Recent conditions that scientific and technological developments are progressing rapidly, students need to have creativity, innovation and problem solving skills in order to be effective people in society. Problem solving skills contribute science via creating solutions against problems encountered in daily life and becoming integrated with technology. One of the aims of the science curriculum is to improve students' questioning and problem solving skills. In this study, it was aimed to investigate the effects of science toys designing according to engineering design steps on students'problem solving skills. The sample of the study consisted of 26 male students attending 5th grade of a religious secondary school in Seydiler district of Kastamonu province. 13 students are in experimental group and 13 students are in control group. 13 students in the experimental group are divided into groups and a total of 4 groups were formed.

Students' and teachers' activity booklets, based on engineering design steps, containing 4 different activities, graded scoring key (rubric) including engineering design steps to enable evaluation of the activities, students' attitudes towards science lesson and science toy design process A semi-structured interview form is prepared by the researcher. Semi-structured interviews were conducted with 13 students in the experimental group. Before implementing, the students in the experimental group are informed about the activities. In the experimental and control groups, the application lasts for 4 weeks, 16 hours, 4 hours per week.

Mixed method is used in the study in which quantitative and qualitative data analyzes are performed together. In order to measure the problem solving skills of 5th grade sts the existing measurement tools in national and international field are analyzed and the data collection tool "Problem Solving Inventory" is used with the aim of using to collect quantitavive data. The Problem Solving Inventory is performed to the students in the experimental and control groups as pre-test and post-test before and at the end of the implementation. The data is analyzed via the programme SPSS, Mann Whitney U and Wilcoxon. Qualitative data; For the experimental group, "Interview Form" and Rub Rubric of Evaluation of Science Toys Developed Using Engineering Design Steps are collected and all of the measurement tools are developed by the researcher. Science toys developed by the students in the experimental group are graded with the help of the rubric developed by the researcher in line with the student activity booklets. Students scored 0, 56 and 56 for the science toys and activity booklets they created according to the engineering design steps.

As a result of the research, when the pre-tests of the problem solving skills of the experimental and control groups are examined, no significant difference is found. In the post-test analysis of the problem solving skills of the experimental and control groups, a significant difference is found in favor of the experimental group. In this context, it is concluded that science toys development activities have a positive effect on the development of students' problem solving skills according to engineering design steps. In addition, semi-structured interviews with the students in the experimental group are analyzed by content analysis, and as a result of the analysis, it is concluded that the activities of designing science toys according to the engineering design steps develop positive attitude on students towards the science course on.

Key words: Problem solving skills, designing science toys, engineering design steps, mixed method, science.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **IV**
ÖZET ..... **V**
ABSTRACT ..... **VII**
İÇİNDEKİLER ..... **IX**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **XI**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **XII**
GRAFİKLER LİSTESİ ..... **XIV**
BÖLÜM I: GİRİŞ **1**
1.1. PROBLEM DURUMU 1
1.2. PROBLEMLER VE ALT PROBLEMLER 5
1.3. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ 6
1.4. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR) 9
1.5. SINIRLILIKLAR 9
BÖLÜM II : KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR **10**
2.1. BİLİM OYUNCAKLARI TANIMI VE ÖNEMİ 10
2.1.1. Bilim Oyuncakları 10
2.1.2. Bilim Oyuncaklarının Tarihsel Gelişimi 12
2.1.3. Bilim Oyuncakları Önemi 19
2.1.4. Fen Bilimleri Öğretiminde Bilim Oyuncakları Tasarımı ve Uygulamaları 21
2.2. MÜHENDİSLİK TASARIM BASAMAKLARI VE ÖNEMİ 49
2.2.1. Mühendislik Nedir? 49
2.2.2. Mühendislik Tasarım Süreci 51
2.2.3. Fen Bilimleri Öğretiminde Mühendislik Tasarım Süreci 54
2.2.4. Mühendislik Tasarımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar 59
2.3. PROBLEM ÇÖZME 60
2.3.1. Problemin Tanımı 60
2.3.2. Problem Çözmenin Tanımı ve Önemi 62
2.3.3. Problem Çözme Süreci ve Aşamaları 64
2.3.4. Problem Çözme Becerisi 67
2.3.5. Problem Çözme Yaklaşımları 70
2.3.6. Fen Bilimleri Öğretiminde Problem Çözme ile İlgili Yapılan Çalışmalar 75
BÖLÜM III: YÖNTEM **80**
3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ 80
3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI 82
3.2.1. Problem Çözme Envanteri 83
3.2.2. Değerlendirme Rubriği 83
3.2.3. Görüşme Formu 89
3.3. EVREN VE ÖRNEKLEM/ÇALIŞMA GRUBU 89
3.3.1. Kontrol Grubunun Oluşturulması ve Uygulama 90
3.3.2. Deney Grubunun Oluşturulması ve Uygulama 92
3.4. VERİLERİN ANALIZI VE ÇÖZÜMLENMESİ 100
3.4.1. Nicel Verilerin Analizi 100

3.4.2. Nitel Verilerin Analizi 102
BÖLÜM IV: BULGULAR VE YORUM 104
4.1. NİCEL VERİLERİN ANALİZİNDEN ELDE EDİLEN BULGULAR 104
4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 105
4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 111
4.2. NİTEL VERİLERİN ANALİZİNDEN ELDE EDİLEN BULGULAR 113
4.2.1. Birinci Alt Problemlere İlişkin Bulgular 114
4.2.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular 129
BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER 135
5.1. TARTIŞMA VE SONUÇ 135
5.2. ÖNERILER 144
KAYNAKLAR 146
EKLER 169

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2-1 : Problem Çözme Unsurları……66
Tablo 2-2 : Problem Çözme Stratejileri……..65
Tablo 3-1 : Araştırmanın Deseni ……80
Tablo 3-2 : Kappa İstatistiğinin Yorumlanmasına Kullanılacak Değer Aralıkları…..86
Tablo 3-3: Mühendislik Tasarım Basamakları Kullanılarak Geliştirilen Bilim Oyuncakları Değerlendirme Rubriğinin Alt Boyutlara Göre Puanlayıcılar Arası Uyuma İlişkin Ağırlıklı Kappa Katsayısı Sonuçları……87
Tablo 3-4: Deney Grubundaki Öğrencilerin Uygulama Sırasında Oluşturdukları Grupların Adları ve Öğrenci Kodları……..92
Tablo 3-5: Kontrol-Deney Grupları Problem Çözme Becerileri Ön test puanları Shapiro-Wilk Testi Sonuçları……101
Tablo 3-6: Kontrol-Deney Grupları Problem Çözme Becerileri Ön Test Puanları Box's M Testi Sonuçları……101
Tablo 4-1: Deney Grubu ve Kontrol Grubu 5. Sınıf Öğrencilerinin Dağılımına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları……..105
Tablo 4-2: Kontrol Ve Deney Gruplarındaki Öğrenciler Arasındaki Problem Çözme Becerileri ve Alt Boyutları Ön Test Puanları Ortalamaları Mann Whitney U Testi Sonuçları……...106
Tablo 4-3: Kontrol ve deney grupları arasındaki problem çözme son test puanlarının karşılaştırması Mann Whitney U testi sonuçları……107
Tablo 4-4: Kontrol Grubu Ön-Son Test Problem Çözme Puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları……...109
Tablo 4-5: Deney Grubundaki Öğrencilerin Problem Çözme Becerileri ve Alt Boyutları Ön Test-Son Test Puanları Ortalamaları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları……...111

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1-1: Fen Bilimleri Öğretim Programı Alana Özgü Beceriler……2
Şekil 2-1: Kıvrılan Balık…….22
Şekil 2-2: Aşk Termometresi……..…23
Şekil 2-3: Newton Beşiği ve Manyetik Beşik……..…23
Şekil 2-4: Telli Telefon……...24
Şekil 2-5: Faraday'ın Dengeleyici Kadın Oyuncağı……24
Şekil 2-6: Atlı Denge Oyuncağı……..25
Şekil 2-7: Putt-Putt Teknenin Şematik Çizimi……26
Şekil 2-8 : Merkeze Doğru Çekim Kuvveti Olan ve Yörüngede Dönen Top ile Bebek Davul……...…26
Şekil 2-9 : Kartezyen Dalgıç……..27
Şekil 2-10: Denge Adamı (Balancing man)…….28
Şekil 2-11: Manyetik Fok ve Top……28
Şekil 2-12: Dairesel Hareketi Gösteren Bir Uçak……29
Şekil 2-13: Kararsız Gözlerle Bakan Bakuş……30
Şekil 2-14: Çocukların Seçtiği Tasarım……..31
Şekil 2-15: Ağaçları ve Döşemesi Olan Bir Kelebek Evi……31
Şekil 2-16: Yanına Alüminyum Folyo Yaklaştırılmış Plazma Küresi ve Gözle Görülmeyen Kıvılcım……..32
Şekil 2-17: Kontrol Koluna Bağlanmış Uçak……..32
Şekil 2-18: Sarı Bomba Yerleştirilmiş Uçan Uçak……..33
Şekil 2-19: Tahta Bloklarla Oluşturulan düşen baca şeklinde Oyuncak Modeli……33
Şekil 2-20: Newton Beşiği ve İki Topun Üst Üste Gelmesi…….34
Şekil 2-21: Uçurtma……35
Şekil 2-22: Manyetik Yazı Tahtası……..35
Şekil 2-23: Tahta Bloklarla Oluşturulmuş Bir Oyuncak Modeli……35
Şekil 2-24: Basitleştirilmiş Serbest Gövde Diyagramı……36
Şekil 2-25: Metal Bilezik……36
Şekil 2-26: Merkezcil Kuvvet prensibi uygulaması ile Oluşturulmuş Oyuncaklar….37
Şekil 2-27: Dengeleme Oyuncağı……...38
Şekil 2-28: Plazma Küresi……...38
Şekil 2-29: Ahşap Topaç…….38
Şekil 2-30: Levitron……..……..39
Şekil 2-31: Newton Beşiği……..39
Şekil 2-32: Kartezyen Dalgıç……..40
Şekil 2-33: Galileo'nun Termometresi……40
Şekil 2-34: Lav Lambası……41
Şekil 2-35: İki İçki Kuşu…….41
Şekil 2-36: Basınç ve Termodinamik Konuları İçin Kullanılan Oyuncaklar…….…..42
Şekil 2-37: Enerji Dönüşümünü Gösteren Oyuncaklar……...42
Şekil 2-38: Boş Prizma ve Newton'un Halka Aparatı……43
Şekil 2-39: Plastik Borular- Şarkı Söyleme Çubukları- Ses Tüpü- Müzik Kutusu.…43
Şekil 2-40: İki Boyutta Hareket Konulu Oyuncaklar……..…43
Şekil 2-41: Dönen Platform, Jiroskop, Power Ball, IR Kontrollü UFO Flyer, Perpentual Top……44
Şekil 2-42: Manyetik Alan Desen Penceresi, Pusulalar, Levitron……...44
Şekil 2-43: Plastik Helikopter Oyuncak……..45
Şekil 2-44: Shaolin Heykelleri ve Rekabet……46

Şekil 2-45: Çeşitli Oyuncaklar ve Stroboskop……46
Şekil 2-46: Yerçekimi Karşıtı-Yerçekimi Merkezi ve Optik İllüzyon-Hareketli avuç içi……46
Şekil 2-47: Kodlamalı oyuncak……...47
Şekil 2-48: Yürüyen oyuncak……..48
Şekil 2-49: Zıplayan kanguru……..48
Şekil 2-50: Ürün Geliştirme Döngüsü……52
Şekil 2-51: Mühendislik tasarım süreci modeli……...53
Şekil 2-52: NASA'nın Küçük Gruplar İçin Önerdiği Mühendislik Tasarım Süreci Döngüsü……..55
Şekil 2-53: İlköğretim Öğrencileri İçin Mühendislik Tasarım Süreci……56
Şekil 2-54: Massachusetts Mühendislik Tasarım Süreci……57
Şekil 2-55: Tez Çalışması Kapsamında Takip Edilen Mühendislik Tasarım Basamakları……58
Şekil 3-1: Karma Yöntem Desenleri……...81
Şekil 3-2: 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Elektrik Devre Elemanları Ünitesi Kazanımları……90
Şekil 3-3: Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Tasarladıkları Ürünler……..…91
Şekil 3-4: Öğrencilerin Çalışma Masalarındaki Konumları ve Etkinlik Kitapçıklarına Ait Görseller……93
Şekil 3-5: Öğrencilerin Kullanacakları Malzemelerin Bulunduğu Köşe ve Öğrenciler Oluşturacakları Ürünün Malzemesini Seçerken……..94
Şekil 3-6: Öğrencilerin Kurduğu Elektrik Devrelerine Ait Görseller……..94
Şekil 3-7: Birinci Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Yarış Arabaları…….95
Şekil 3-8: Öğrenci Gruplarının Tasarladıkları Yarış Arabalarının Birbirleriyle Yarışması……96
Şekil 3-9: İkinci Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Hırsız Alarmları…….97
Şekil 3-10: Üçüncü Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Kapı Zilleri……....98
Şekil 3-11: Dördüncü Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Tekneler……....99

GRAFİKLER LİSTESİ

Grafik 4-1: Birinci Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar……...115
Grafik 4-2: İkinci Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar……...116
Grafik 4-3: Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar……...116
Grafik 4-4: Dördüncü Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar……...117
Grafik 4-5: Bütün Grupların Etkinliklerden Aldıkları Toplam Puanlar……118
Grafik 4-6: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Uygulamalarında Oluşturduğunuz Birbirinden Farklı Ürünleri, Uygulamanın Öncelikle Hangi Basamağını Dikkate Alarak Ürettiniz? Neden?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……119
Grafik 4-7: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Aşamasında Bir Sorunla Karşılaştığınızda Öncelikle Ne Yaptınız? Açıklayınız." Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……120
Grafik 4-8: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Eğer Başarısız Olduysanız Başarısız Olduğunuzda Ne Yaptınız?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……122
Grafik 4-9: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Başarılı Olduysanız Başarılı Olma Nedenleriniz Neler Olabilir? Açıklayınız." Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……..…123
Grafik 4-10: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Eğer Başarısız Olduysanız Sizce Nerede Neden Başarısız Olmuş Olabilirsiniz? Açıklayınız." Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……...124
Grafik 4-11: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Basamaklarının Hangisi Geliştirdiğiniz Ürünün Özelliklerini En Çok Etkilemiş Olabilir? Neden?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım…..……125
Grafik 4-12: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Basamaklarının En Çok Hangi Aşamasını Sevdiniz? Neden?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……126
Grafik 4-13: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında En Çok Hangi Basamakta Zorlandınız?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım…….……128
Grafik 4-14: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Size Ne Anlam İfade Etmektedir?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……...129
Grafik 4-15: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlanarak İşlenen Fen Bilimleri Dersi Hakkında Ne Düşünüyorsunuz?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım…….……130
Grafik 4-16: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulaması İle Fen Bilimleri Dersine Ve Konuya Bakış Açınız Nasıl Değişti?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım……131
Grafik 4-17: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Grup İçi Tartışmalarınız Hakkında Neler Düşünüyorsunuz?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım…….……132
Grafik 4-18: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamasının Gelecekte Yeniden Yapılması Durumunda, Çalışma İçin Neler Önerirsiniz?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım…..……133

Grafik 4-19: Öğrencilerin “Bu Etkinlikleri Uyguladıktan Sonra Rahatlıkla Bir Elektrik Devresi Oluşturabileceğinizi Düşünüyor musunuz? Neden?” Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım...……...134

BÖLÜM I: GİRİŞ

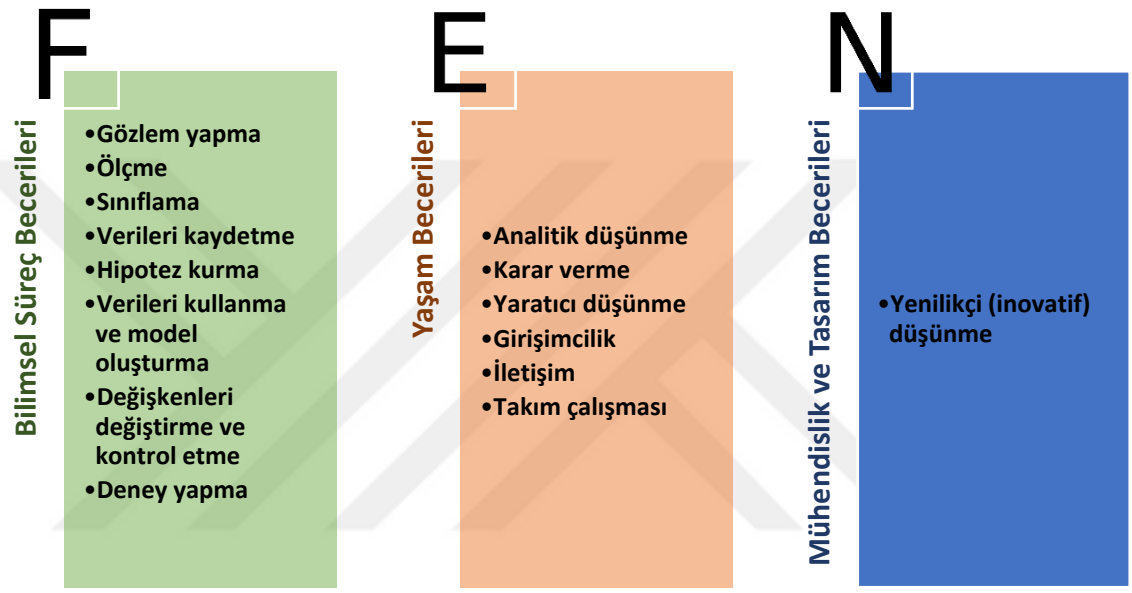
Bu bölümde, araştırmanın araştırmanın problem durumu, problem cümlesi ve alt problemleri, amacı, önemi, sayıltıları (varsayımları) ve sınırlılıkları açıklanmaktadır.

1.1. PROBLEM DURUMU

Günümüzde bilimsel bilginin anlaşılması, bilimsel araştırmada kullanılabilecek yeteneklerin gelişimi ve bilimsel araştırmanın doğasının anlaşılması bilimin sadece kavramsal öğrenilmesinden öte bir yaklaşım gerektirmektedir. Fen eğitiminin temel amacı; araştırma, sorgulama, etkili kararlar verebilme, problem çözebilme, işbirliği içinde çalışabilme, etkili iletişim kurabilme becerilerine sahip, sürdürülebilir kalkınma bilinci ile yaşam boyu öğrenen, fen bilimleriyle ile ilgili bilgi, olumlu tutum, beceri, algı ve değerleri kazanmış, fen bilimlerinin teknoloji-toplum-çevre ile ilişkisine yönelik bir anlayışa ve psikomotor beceriye sahip olan fen okur-yazarı bireyler yetiştirmektir (MEB, 2018). Fen bilimleri dersinin öğrenciler tarafından anlaşılabilir olması, bahsedilen amaçların kazandırılabilmesi açısından oldukça önemlidir.

Fen Bilimleri Öğretim Programları, gelişmiş ülkelerin fen eğitim öğretim programları incelenerek, uluslararası fen eğitimi alanyazın incelenerek ve Türkiye'nin sosyo-kültürel özellikleri dikkate alınarak farklı bölgelerdeki koşullar göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır. Ülkemizde Fen Bilimleri dersinde yol gösteren ve yenilenen en son öğretim program 2018 yılında hazırlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı'dır. 2017 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Taslak Öğretim Programının vizyonu, fen bilimleri dersinin disiplinler arası bir bakış açısıyla araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımı temel alarak fen okur yazarı bireyler yetiştimektir. Fen Bilimleri Öğretim programı, "Fen-Mühendislik-Teknoloji-Toplum-Çevre (FMTTÇ)" çerçevesinde ve bu çerçeve ile ilişkili bir şekilde oluşturulan "Bilgi, Beceri ve Duyuş" boyutlarından oluşmaktadır. Mühendislik kavramından ise ilk kez 2017 yılı Fen Bilimleri Taslak Öğretim Programı'nda bahsedildiği görülmektedir. Mühendislik kavramı öğretim programının "Bilgi" basamağında "Fen ve Mühendislik

Uygulamaları" şeklinde "Beceri" basamağında "Mühendislik ve Tasarım Becerileri" şeklinde ve "FMTTÇ" basamağında ise "Fen, Mühendislik ve Teknoloji İlişkisi" şeklinde karşımıza çıkmaktadır. 2018 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Öğretim Programı da taslak program çerçevesinde şekillenmiştir. Şekil 1-1'de bakıldığında "Fen Bilimleri Öğretim Programı Alana Özgü Beceriler" olarak "Bilimsel Süreç Becerileri" ve "Yaşam Becerileri" nin yanında üçüncü bir temel beceri olarak "Mühendislik ve Tasarım Becerileri" nin eklendiği de görülmektedir.



Şekil 1-1: Fen Bilimleri Öğretim Programı Alana Özgü Beceriler (MEB, 2018)

Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları'na ait altıncı sınıf Fen Bilimleri Ders Kitabı (2018) incelendiğinde ünitelerin başında "Uygulamalı Bilim" başlığı ile Bilimsel Araştırma Süreci ve Mühendislik Tasarım Döngüsü basamakları açıklanmıştır. Mühendislik Tasarım Döngüsü Basamaklar; (1) problemi belirlemek, (2) hayal etmek, (3) planlamak, (4) tasarlamak, (5) test etmek ve geliştirmek şeklinde verilmiştir. Fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamalarını içeren etkinlikler "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde yer almaktadır. Ders kitabında yer verilen proje tasarlama ile ilgili konu ve etkinlikler; "Güneş Sistemi ve Tutulmalar" ünitesinde yer alan "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde su roketi etkinliği, "Vücudumuzdaki Sistemler" ünitesinde yer alan "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde stetoskop tasarlama etkinliği, "Kuvvet ve Hareket" ünitesinde yer alan "Birlikte Tasarlayalım" bölümünde proje konusu gemi

tasarlama etkinliği, “Madde ve Isı” ünitesinde yer alan “Birlikte Tasarlayalım” bölümünde proje konusu binalarda ısı yalıtımını sağlayacak bir proje tasarlama etkinliği, “Ses ve Özellikleri” ünitesinde yer alan “Birlikte Tasarlayalım” bölümünde müzik aleti tasarlama etkinliği, “Vücudumuzdaki Sistemler ve Sistemlerin Sağlığı” ünitesinde yer alan “Birlikte Tasarlayalım” bölümünde engellilerin hayatını kolaylaştıracak bir proje tasarlama etkinliği, “Elektriğin İletimi” ünitesinde yer alan “Birlikte Tasarlayalım” bölümünde meyve ve sebze pili tasarlama etkinliği şeklindedir (Demirçalı ve Alkan, 2018).

Günümüz koşullarında gelişen ve yenilenen teknolojinin sayesinde bilgiye ulaşmak kolay bir hal almıştır. Bu bağlamda bireylerden artık sadece bilmeleri değil bunun yanında sürekli öğrenme, eleştirel düşünme, sorgulama, yenilikler getirme ve yeniliklere ayak uydurabilme, iş birlikli çalışabilme ve problem çözme becerilerine sahip olma gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları beklenmektedir (Olkun ve Toluk, 2003; aktaran: Atalay, Anagün ve Kumtepe, 2016).

Günümüzde bireylerden gündemi takip edip bilim ve teknolojiden haberdar olmaları, hızlı bir şekilde üretilen bilgi yığınları arasından bilgileri seçerek analiz etmeleri, değerlendirmeleri, günlük hayatlarına sentez edebilmeleri ve ürüne dönüştürmeleri, bunun yanında üst düzey beceri ve yeterliliklere de sahip olmaları beklenmektedir. Bireylerin sahip olması gereken bu özellikler 21. yüzyıl becerileri olarak isimlendirilmektedir (Anagün, Atalay, Kılıç ve Yaşar, 2016).

Yeni Nesil Bilim Standartları mühendislik tasarımını, anaokulundan itibaren on ikinci sınıf düzeyine kadar her sınıf düzeyinde bir taraftan bilim disiplinlerini öğretirken bir taraftan da mühendislik tasarımını bilimsel araştırmayla aynı düzeye getirmek için fen eğitimi ile birleştirilmesini önermektedir (NGSS Lead States, 2013).

Fen ve mühendislik uygulamalarının iç içe olmasından dolayı öğrenciler her iki alan için de bir çok beceri geliştirebilirler (West, Sickel ve Cribbs, 2015). Fen ve mühendislik, mühendislik tasarımı ve teknoloji uygulamalarına ait temel fikirleri vurgulayarak mühendislik ile ilgili tasarımları her düzeydeki fen bilimleri dersi ile birleştirmektedir (NGSS Lead States, 2013). NGSS’de okul öncesi eğitimden 5. sınıf düzeyine kadar “Mühendislik Tasarımı” başlığı altında, ortaokul ve lise dzüeyinde eğitimde ise “Mühendislik, Teknoloji ve Fen Bilimleri Uygulamaları” başlığı altında STEM eğitimine yönelik etkinliklere rastlanmaktadır.

NGSS'ye ait mühendislik tasarımının aslında üç bileşenden oluşan bir süreç şeklinde olduğu aşağıdaki gibi açıklanmaktadır:

1. Mühendislik problemlerin tanımlamasını ve sınıflandırılmasını, açık ve net bir problemin, başarı kriterlerinin ve sınırlamaların veya kriterlerin belirlenmesini içermektedir.

2. Mühendislik problemler için çözüm üretmek, problerim kriteleri ve sınırlandırmaları ışığında olası çözüm yollarının üretilmesini ve eleştirel bir şekilde değerlendirilmesini içermektedir.

3. Tasarım ait çözümünün optimizasyonu, az çok önemli olduğu belirlenen özellikler doğrultusunda önerilen çözümlerin sistematik bir şekilde test edilmesini ve düzeltilmesini içermektedir (NGSS, 2013).

Fen bilimleri dersi öğrenciler tarafından soyut bazı bilgiler ve matematiksel ifadeler içermesi sebebi ile anlaşılması gereken zor bir bilim dalıdır. Bununla birlikte çevremizde gördüğümüz, yaşadığımız ve deneyimlediğimiz her olayın içinde fen prensipleri yer almaktadır. Fen'in bireylerin çevresi ve yaşamıyla bu derece ilişkili olmasına karşın bu ders öğrenciler tarafından zor ve karışık görülmektedir (Sharma, 2004). Son yıllarda bu dersin diğer dersler ile karşılaştırıldığında ise öğrencilerin en az ilgi duyduğu dersler içinde yer almaktadır (Sharma, 2004; Yaman, Dervişoğlu ve Soran, 2004). Bunun en önemli nedeni olarak, fene ait konuların fazla soyut ve matematiksel işlemler içermesidir (Hoffmann, Haeussler ve Lehrke, 1998; Whitelegg ve Parry, 1999). Bu bağlamda fen konularının somutlaştırılarak aktarılması ve öğrenim sürecine katılması büyük önem arz etmektedir. Somutlaştırmada kullanılabilecek önemli araçlardan biri de bilim oyuncaklarıdır.

Uygulamalı bilimde çocukların yaparak, yaşayarak, dokunarak, kesip yapıştırarak, bir şeyleri birbirinden ayırıp bir araya getirerek öğrenmeleri temel amaçtır. Bilim oyuncakları ve uygulamalı bilim etkinlikleri, çocukların müfredatla ilişki kurmasını ve kavramsal anlamalarını destekler. Bu durum, çocukların öğrenme şeklini değiştirebilir (Gupta, 2017).

Tez çalışması kapsamında 5. Sınıf Fen Bilimleri dersi kapsamında yer alan Elektrik ünitesinin öğretimine yönelik Fen bilimleri 5. sınıf öğrencileri tarafından mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncaklarının öğrencilerin problem çözme becerilerine etkileri ve bu öğrencilerin bilim oyuncağı geliştirme uygulamasına yönelik düşünceleri ile öğrenme sürecindeki performanslarının değişimi araştırılmaktadır.

1.2. PROBLEMLER VE ALT PROBLEMLER

Gerçekleştirilen tez çalışmasının nicel araştırma yöntemleri ile araştırılan birinci problem cümlesi; "Mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisi var mıdır?" olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda ele alınacak alt problemler aşağıda belirtilmiştir;

1. Deney ve kontrol gruplarının problem çözme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
2. Mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının gerçekleştiği deney grubunda, Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin ön test-son test sonuçlarına göre problem çözme becerileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Gerçekleştirilen tez çalışmasının nitel araştırma yöntemleri ile araştırılan ikinci problem cümlesi; "Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım basanaklarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasına yönelik düşünceleri ve bu süreçteki performansları nasıl bir değişim göstermektedir?" şeklinde tanımlanmıştır. Bu kapsamda ele alınacak alt problemler aşağıda belirtilmiştir:

1. Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarlama sürecindeki performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

2. Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarlama sürecine yönelik düşünceleri nasıl bir değişim göstermektedir?

1.3. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Bilimsel ve teknolojik gelişmelerin hızla ilerlediği günümüzde, öğrencilerin toplumda etkin bireyler olabilmeleri için yaratıcı, yenilikçi, eleştirel düşünebilen, problem çözme ve karar verme becerileri gelişmiş, fen ve teknoloji okuryazarı bireyler olmaları önem kazanmıştır (Ceylan, 2014). Ancak, sadece temel kavramların öğretildiği bir fen eğitimiyle bunları gerçekleştirmek mümkün olmamaktadır (Rose, 2007). Bu bağlamda eğitim öğretim kurumlarında yeni yaklaşımlar ve uygulamaların hayata geçirilmesi zorunlu hale gelmiştir (MEB, 2009). Ülkemizde 2013 yılı fen bilimleri dersi öğretim programı incelendiğinde (MEB, 2013) STEM eğitiminden doğrudan bahsedilmediği fakat öğrencilerin proje tasarlaması, öğrencilere bilimsel süreç ve yaşam becerileri kazandırılması gibi kavramlara yer verildiği görülmektedir. 2017 yılında fen bilimleri öğretim programı taslağında fen ve mühendislik uygulamaları doğrudan programda yer almaktadır. Bu taslak programda fen okuryazarı bireyler yetiştirme hedefiyle birlikte fen ile diğer disiplinlerin harmanlanarak bir ürün oluşturma sürecinin yerleştirildiği görülmektedir. 2018 yılında yayınlanan fen bilimleri öğretim programında da bahsedildiği gibi günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözmede fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak amacıyla "Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları" adıyla eklenen ünite sonu etkinliklerinde öğrencilerden ünitelerde ele alınan konulara ilişkin günlük hayattan bir ihtiyaç veya problemi tanımlamaları, çözüm yollarını karşılaştırmaları, plan yapıp çözmeleri ve ürün geliştirmeleri beklenmektedir (MEB, 2018). 2018 yılında güncellenen öğretim programı taslak programdan farklı olarak, fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları olarak ele alınan alan, bir ünite olmaktan çıkarılıp dördüncü sınıftan sekizinci sınıfa kadar her ünitenin sonuna eklenerek, ünite kazanımları doğrultusunda yapılandırılmıştır. Yapılan bu değişiklikler öğrencilerin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinleri arasındaki etkileşimi sağlayarak, öğrencilerin günlük yaşamda karşılarına çıkabilecek problemlere ya da ihtiyaçlara çözümler üreten,

bu süreçte elde ettikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürünler tasarlayan ve tasarladıkları ürünleri değerlendirip pazarlayabilen bireyler olarak yetişmelerini, bu süreçte kendilerini geliştirebilmelerini kapsamaktadır (MEB, 2018). Son zamanlarda yapılan fen eğitimi araştırma bulguları bu durumu desteklemekte ve öğrencilerin fen konularında gelişmeleri için mühendisliğe yönelik yaklaşımların kullanılması gerekmekte olduğunu vurgulamaktadır (Baran, Bilici ve Mesutoğlu, 2015; Fairweather, 2008; Kuenzi, 2008).

Mühendislik, bilimsel ve matematiksel teori ve günlük sosyal ihtiyaçların karşılanması amacı ile bilimin ilkelerini ve matematiğin temellerini bütünleştirir (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). Bu nedenle mühendisler bir problemin çözümü için fen ile ilgili yeterli düzeyde bilgiye sahip olmalıdırlar (Brown vd., 2011; Sanders, 2009). Öğrenciler, mühendislik tasarım temelli fen eğitiminde bir durumu analiz etme, problem durumunu belirleme, bilgiyi toplama, yaratıcı fikirler ortaya koyma, sorunlara çözümler önerme, önerilen çözümleri modelleme ve test etme, değerlendirme yaparak çözümü tekrar gözden geçirme gibi etkinliklere bizzat katılırlar (Meyrick, 2011; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Etkinliklerin geliştirilmesi sürecinde, ortaya çıkarılan ürünlerin öğrenciler için dikkat çekici nitelikte olması, kolay uygulanabilir ve öğrencilerin istekle etkinliklere katılması bağlamında geliştirilen ürünlerin bilim oyuncakları ile harmanlanması öğrenciler için teşvik edici nitelikte olup oldukça önemlidir.

Oyuncaklar tarih öncesi dönemlerden beri varlığını sürdürmüş ve bugünlere kadar gelişerek gelmiş, aslında kendi zamanlarının sosyal, ruhsal, ahlaki yaşam tarzı hakkında bilgiler veren, oyuna göre değişen niteliklere sahip olan şeydir (Yalçınkaya, 2004). 19. yy. başlarından itibaren "bilim", kitaplarda anlatılan saf bilgi yerine felsefi açıdan incelenmeye başlanmış, özellikle "neden, nasıl, niçin" sorularına dayandırılmıştır. Bilim oyuncakları, bireylerin dış dünyayı en iyi şekilde kavramalarına ve yorumlamalarına yardımcı olan bir öğrenme aracıdır. Öğrenciler bilim oyuncakları ile öğrenirken ve oyuncağın hareketlerini gözlemleyerek, bu hareketler ve bilimsel dayanakları arasında bağlantı kurabilmektedir. Fen eğitiminde kullanılan bilim oyuncakları; merak, eğlenme, açık görüşlülük, yönelme, ilişki kurma,

tekrar etme ve uygulama gibi kazanımları içerir; etkili düşünme ve hızlı karar verme ve yaratıcılık becerileri ile yeteneklerin kazanılmasına olanak sağlar. Bu bağlamda 20. yy ortalarından itibaren bilim oyuncaklarının eğitim amaçlı üretilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır (Aref, Hutzler ve Weaire, 2007).

Oyuncakların eğitim alanına girmesi ve öğrenim sürecine katılması aktarılan konuların somutlaştırılmasına da katkı sağlamaktadır. Öğrenciler bilim oyuncakları ile öğrenirken ve oyuncağın hareketlerini gözlemleyerek, bu hareketler ve bilimsel dayanakları arasında bağlantı kurabilmektedir (Klag, 1996; Berk, 1999). Bilim oyuncakları ile eğitim, ülkemiz dışında oldukça popüler bir araç olup ülkemizde uygulamaları sınırlı sayıdadır. Literatür incelendiğinde 300'den fazla bilim oyuncağının fen eğitimde kullanıldığı görülmektedir (Aref vd., 2007; Featonby, 2005; Guilbert,1999; Taylor; 2001; Soodak, 2002; Van Hook, 2005; de Sousa ve Pina, 1997; Kires, 2007; Karwasz, Służewski ve Kamińska, 2015). Gerçekleştirilen birçok çalışmada öğrenme ile bilim oyuncakları arasındaki pozitif ilişki vurgulanmaktadır.

Tez çalışmasında, Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencileri tarafından mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncaklarının öğrencilerin problem çözme becerilerine etkileri ve öğrencilerin bilim oyuncağı geliştirme uygulamasına yönelik düşünceleri ile öğrenme sürecindeki performanslarının değişimlerinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmada öğrencilerin kendileri tarafından bilim oyuncaklarının tasarlanması ve geliştirilmesi böylece problem çözme becerilerinin arttırılması beklenmektedir. Ülkemizde fen bilimleri eğitiminde henüz sıklıkla kullanılmayan bilim oyuncaklarının tasarlanması ve eğitimde kullanılması, ülkemizin vizyonuna yeni açılımlar sağlaması öngörülmektedir.

1.4. SAYILTILAR (VARSAYIMLAR)

Çalışma kapsamında;

1. Grupların uygulama süresince araştırma sonucunu etkileyecek bir etkileşimde bulunmadığı,
2. Araştırma süresince istenmeyen değişkenlerin etkisinin gruplara denk olarak yansıdığı,
3. Öğrencilerin veri toplama araçlarını içtenlikle yanıtladıkları,
4. Araştırmanın örnekleminin araştırmanın evrenini temsil eder nitelikte olduğu varsayılmıştır.

1.5. SINIRLILIKLAR

Bu tez çalışması;

- Fen Bilimleri 5. Sınıf elektrik ünitesi ile
- 2016-2017 ve 2017-2018 eğitim-öğretim yıllarında Kastamonu ilinde Milli Eğitim Bakanlığı'na bağlı bir ortaokulda bir adet 6. sınıf ve 2'şer adet 5. sınıf ile
- Bir eğitim-öğretim dönemi boyunca 4 haftalık ders saatinde gerçekleşen uygulamalar ile
- Problem Çözme Envanteri (PÇE), yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen veriler ve mühendislik tasarım basamaklarına göre hazırlanan öğrenci etkinlik kitapçıklarından elde edilen veriler ile sınırlıdır.

BÖLÜM II : KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. BİLİM OYUNCAKLARI TANIMI VE ÖNEMİ

2.1.1. Bilim Oyuncakları

Oyun, insan oğlunun doğumundan itibaren aslında gelişimi için temel olan ancak genellikle gözden kaçırılan bir kavramdır. Türk Dil Kurumu (2017) tanımına göre "oyun; yetenek ve zekâ geliştirici, belirli kuralları olan, iyi vakit geçirmeye yarayan eğlence" şeklindedir. Oyuncak ise bir oyun aracıdır. Özhan (2005) oyuncağı, çeşitli maddelerden yetişkinlerin ya da çocukların kendilerinin yaptığı, tek başına veya grup halinde oynanabilen, çocuğun hayal dünyasını geliştiren, eğlendiren, eğiten ve paylaşımcı olmasını sağlayan nesneler olarak tanımlamaktadır. Groiler (2004) oyuncağı "çocukların hayal gücünü arttıran, düşünmelerini teşvik eden, fiziksel becerilerinin geliştirilmesinde kullanılan aletler" olarak tanımlamaktadır (İnce, Acar ve Temur, 2015). Oyuncaklar yaratıcılık kullanılarak tasarlanabilen teknolojik nesnelerdir (Demir ve Şahin, 2014). Çocukluktan itibaren oyun ve oyuncaklarla tanışır, eğlence ya da hobi olarak "oyun" yoluyla gündelik yaşamla ilgili birçok şeyi farkına varmadan öğreniriz. Bu tür öğrenme, doğal dünyanın nasıl çalıştığı yani temel bilimin keşfedilmesinde oldukça önemlidir (Turner, 1987).

Bruner (1966), çocukların farklı materyaller, durumlar ve olaylar aracılığıyla çevreleriyle etkileşim kurduklarında en iyi öğrendiklerini vurgulamıştır. Oyuncaklar, belirli bir dil ile sınırlı değildir ve bu nedenle her yaş ve kültürde kullanıma uygundur (Yau ve Wong 2004). Oyun ayrıca yeniliği teşvik eder ve öğrencilerin hayal gücünü daha hızlı bir yaratıcılık haline getirir (Parker-Rees, 1997).

İyi öğrenme için gerekli beceri ve yeteneklere karşılık gelen oyun bileşenleri; merak duygusu, zevk, açık fikirlilik, kasıtlılık, katılım, tekrarlama, pratiklik ve rahatlık şeklindedir. Oyun, etkili düşünme ve hızlı karar verme yetenekleri için önemli olan beceri ve tutum geliştirmeye yardımcı olur. Oyun, öğrenciler arasında yaratıcılık, esneklik ve motivasyonu artırır. Bu beceriler, bilimsel ve yaşamla ilgili sorunlara

çözüm sağlamada çok gereklidir (Güémez, Fiolhais, ve Fiolhais 2009; Featonby, 2005; McGartland, 1998; Parker-Rees, 1997).

Oyuncaklar çocukların günlük yaşamlarında bilimi anlamaları ve somutlaştırmaları için kullanılabilir (Amir ve Subramaniam, 2005). Bu bağlamda eğitimde de yapılandırılmış şekilde kullanılan oyuncaklar basit bir formda olup, doğal ilişkileri kendiliğinden içeren ekipmanlardır. Bu bağlamda sadece çocuklar için değil, gençler, aileler ve yetişkinler için de bilişsel bir oyun aracı olarak kabul edilmektedirler.

Eğitimde kullanılan oyuncakların özellikleri aşağıdaki gibidir:

- Oyuncaklar bedeni, zihni ve ruhu canlandırır.
- Oyuncaklar mantık ve sezgisel kullanımını entegre edebilir.
- Oyuncaklar, 'bilim felsefesi' derneklerini gösteren göze çarpan nokta olan gerçek dünya olguları için analojiler olarak kullanılmak üzere basit ama zarif olabilir.
- Oyuncaklar değişkenlerin manipülasyonunu teşvik eder.
- Oyuncaklar günlük teknoloji uygulamalarını anlamalarını teşvik eder.
- Öğrencileri düşüncelerini organize etmek, dünyayı yorumlamak, sorunları anlamak ve çözmek ve iyi bir öğrenimin devam edebileceği kanalı sağlamak için öğrencileri teşvik eder. (Klag, 1996).

Bilim oyuncakları, öğrencilerin deneyimlerini şekillendirmek, hayal güçlerini, bilişsel süreçlerini, sosyal becerilerini ve yaratıcılıklarını geliştirmek açısından büyük öneme sahiptir (Yılmaz, 2016). Fen bilimleri eğitiminde de yaygın olarak kullanılan bilim oyuncakları fen kavramlarını anlamaya ve anlamlandırmaya yardımcı olur ve erken çocukluk döneminde fen kavramlarını günlük yaşamla ilişkilendirmeyi kolaylaştırır (Amir ve Subramaniam, 2005).

2.1.2. Bilim Oyuncaklarının Tarihsel Gelişimi

Oyuncakların eğitimde kullanımı yeni ortaya çıkmış bir buluş değildir. Oyuncakların amacı neredeyse her zaman eğiticilik olmuştur.

Antik Roma'da küçük çocukların oynadığı ok ve yaylar, gelecekte olabilecek savaşlar ve savaşçılık ile ilgili ustalıklarını geliştirmek amacıyla kullanmıştır (Goldstein, 1994). Köy yaşam kültüründe yetişen çocuklarda da aile kurduklarında kullanacakları çiftçilik araçları, av silahları gibi araçlar ve kız çocukları için minyatür pişirme kapları ya da tahta kütük bebekler olarak toplumda gelecekteki yetişkin rollerine hazırlanmak amacıyla da oyuncaklar kullanılmıştır. Günümüzde bebekler hala kız çocukları için uygun görülse de, erkek çocukları için ok ve yay gibi oyuncaklar savaşa ya da şiddete elverişli oyuncaklar olarak çocuklar için uygun görülmemektedir (Goldstein, 1994).

Brian Sutton-Smith (1986) oyuncakları bir kültür olarak değerlendirmiş ve oyuna ve oyuncaklara yönelik tutumların tarihsel bir açıklamasını yapmıştır. On yedinci yüzyıla kadar oyuncaklar "herhangi bir küçük mal, büyük bir değeri olmayan şey" kelimeleriyle eş anlamlı olarak ifade edilmiştir.

İngiliz filozof John Locke, oyuncakların ve oyunların çocukların eğitiminde kullanılabileceğini dile getirerek insanların oyuncaklara karşı farklı bir tutum geliştirmesinde büyük etki yaratmıştır. Bilim oyuncaklarının ilk temellerini atan İngiliz filozof John Locke, 1693 yılında yayınlanan 'Eğitim Konusunda Bazı Düşünceler" isimli kitabında, oyuncakların eğitimle olan ilişkisini açıkça belirten ilk kişi olmuştur. Bu kitapta, oyuncakların kullanımı ile çocukların harfleri öğrenirken eğlenebilecekleri, alfabeyi oynayarak öğrenmeleri için ahşap malzemeden alfabe blokları (ahşap harfler) geliştirilmesi gerektiği belirtilmektedir. 'Locke Blokları' olarak tanımlanan bu bloklar, bilinen ilk bilim oyuncaklarıdır (Hewitt, 2001).

Eğitici oyuncakların en büyük pazarı 1700'lerin sonlarında gerçekleşmiş olup marketlerde coğrafya, tarih, astronomi, düzgün konuşma ve imla ile ilgili eğitici oyuncaklar ve oyun kartları satılmaya başlanmıştır. Öğrenmeyi daha cazip hale getirmek için üreticiler, ürettikleri oyuncakları "geliştirilmiş oyuncak" ve "eğlence ve öğretimin bir kombinasyonu" olarak tanıtmışlardır. Eğitici kart oyunlarının yanı sıra John Spilsbury tarafından 1760'ların başlarında Londra'da bir matbaa tarafından üretilen eğitici yapbozlar ortaya çıkarılmıştır (Vandivert ve Vandivert, 1974). Daha sonra bu yapbozlar her yaştan çocuklara uygun olarak şekilde tasarlanmış ve çocuklara ahlak eğitimi vermek için de kullanılmıştır.

1766 yılında, İngiliz harita yapımcısı ve oymacı John Spilsbury, coğrafya öğrenimini kolaylaştırmak için parçalara ayrılmış haritayı icat etmiştir. Bu haritaların ilk örneği, Avrupa'nın krallıklarının çizilmiş olduğu bir kâğıt harita olup maun ağacı parçası üzerine elle yapıştırılmış ve kesilmiş şekildedir. Böylelikle, günümüzde yapboz bulmacaları (jigsaw puzzles) olarak bilinen bilim oyuncaklarının ilk örneği ortaya konulmuştur (Downs, 2004).

Bilinen en eski kimya seti, Alman kimyager Johann Friedrich August Göttling tarafından 1791 yılında tanıtılmıştır (Hodder, 2009). Bu tanıtım ile kimya setinin çocuklar yerine kimyagerler, doktorlar, mineraloglar, metalürjistler, bilimsel sanatçılar, üreticiler, çiftçiler ve doğal felsefe kültivatörleri tarafından kullanılması gerekliliği belirtilmiştir. Setin içeriğinde cam araç-gereçler, reaktifler ve üfleme boruları bulunmaktadır (Göttling, 1791).

İngiliz yazar Maria Edgeworth ve babası Richard Lovell Edgeworth; 1798 yılında eğitici oyuncakların satılacağı akılcı bir oyuncak dükkânı tarif edilmiştir. Bu oyuncak dükkânında, genç işçilerin kullanımına uygun şekilde dizayn edilmiş ahşap, vida, çivi, tutkal, zımpara kâğıdı gibi her türlü marangozluk malzemesi bulunmasının gerektiği ifade edilmiştir. Bununla birlikte, bu dükkândaki mobilya modellerinin, parçalara ayrılmış ve üzerlerine isimleri yazılmış oyuncaklar olarak üretilmesi gerektiği belirtilmiştir olup, çocukların ilgisi çekilerek teknik terimleri eğlenerek

öğrenmeleri ve mekanik alanda yapılacak icatların hızlanması amaçlanmaktadır. Buna ek olarak, kimyasal oyuncakların kullanımının mekanik oyuncaklardan daha zor olması nedeniyle uygun talimatlarla güvenli şekilde bir oyuncak dükkânında bulunması, kimyanın prensiplerinin daha kolay anlaşılmasını sağlayacağı belirtilmiştir. (Edgeworth ve Edgeworth, 1798).

Okul öncesi eğitimin öncülerinden Alman eğitimci Friedrich W. A. Froebel, 1835 ve 1836 yıllarında, "hediyeler" olarak adlandırdığı çocukların keşfetmelerini ve yaratıcılık yönlerinin artmasını sağlayan ahşap malzemelerden yapılmış geometrik katı cisimleri barındıran projesini oluşturmaya başlamıştır. Froebel hediyeleri olarak isimlendirilen bu nesneler açık uçlu etkinliklerde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Her bir hediye, çocukların çevrelerini daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktadır. Froebel; "meslekler" olarak adlandırdığı bu hediyelerin kullanılarak kil modelleme, kâğıt katlama, kesme, dokuma, çizim, boyama ve dikiş gibi faaliyetler sayesinde çocukların kendi yetenekleri doğrultusunda farklı beceriler geliştirmesinin sağlanacağını ileri sürmüştür (Elkind, 2015).

İngiliz iş adamı ve politikacı Frank Hornby, 1901 yılında Meccano isimli oyuncak setinin patentini almıştır. Bu set, mekanik mühendisliğinin temel ilkelerini mekanik oyuncakla öğretmek için tasarlanmıştır. Sanayileşmenin neden olduğu toplumsal değişimler nedeniyle, bu setle gençleri farklı mesleklere yönlendirilmek amaçlanmıştır Setin içeriğinde delikli metal şeritler, plakalar, kirişler, tekerlekler, kasnaklar, dişliler, mekanizma ve hareket için mil bilezikleri, aksları ve parçaları bağlamak için somunlar, cıvatalar ve ayar vidaları bulunmaktadır (Marriott, 2012).

İtalyan doktor ve eğitimci Maria Montessori, 1906 yılında "Çocuk Evi" adını verdiği, 3-6 yaş arasında olan çocukların eğitim gördüğü bir okul açmıştır. Bu okuldaki öğrenciler Montessori yöntemi ile eğitim almış olup bu yöntemde belirli hedeflere uygun şekilde geliştirilen oyuncaklar kullanılmıştır (Montessori, 1912). Montessori, ellerin insan gelişiminde önemli bir yeri olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin elleriyle kullanabileceği materyallerle tasarlanmış, günlük hayatla ilişkili ve öğrenci merkezli

etkinliklerle eğitim almalarının motivasyonlarını arttıracağını ileri sürmüştür (Lillard, 2013). Buna ek olarak, öğrenmek için tasarlanmış özgün materyallerden (duyusal materyaller, farklı dokular ve geometrik şekillerden oluşan renkli ahşap nesneler) yararlanmanın çocukları bir yetişkin olarak hayata hazırlamanın en önemli adımı olduğunu belirtmiştir (Schilling, 2011).

Amerikan atlet ve iş adamı Alfred Carlton Gilbert' in, 1913 yılında "Kurucu Set" isimli oyuncağı dünyada ilk kez düzenlenen bir ulusal reklam kampanyası ile tanıtmıştır. Bu setin içeriğinde, çocukların kendi minyatür binalarını tasarlamaları için gereken ahşap malzemeler bulunmaktadır. Bu set, çocukların yaratıcılığını geliştirmelerini sağlayan ve yapılandırmacı içgüdülerini teşvik eden eğitici bir oyuncaktır (Cole, Browning, Cole ve Schroeder, 2003).

I. Dünya Savaşı (1914-1918) süresince Fransa, İngiltere ve Almanya'da üretilen eğitici oyuncaklar; erkek çocuklara yönelik, savaş kültürünü öğretici ve vatanseverliği aşılayıcı şekilde tasarlanmıştır. Çoğunlukla masa oyunu olarak üretilen bu oyuncaklar, çocukların günlük yaşamları ile ilişkili olmayıp savaşta yaşanmış olaylara dayanmaktadır. Belirli bir düşmana yönelik olarak tasarlanmış bu oyuncaklar, yanlış hamle yapmanın olası sonuçlarını göstererek çocukları savaş ortamlarına hazırlamayı amaçlamıştır (Müller, 2008).

Illinoisli taş ustası Charles H. Pajeau, 1914 yılında "Tinkertoys" isimli oyuncak setini tanıtmıştır. Sette yer alan ahşap tekerleklerin her birinin çevresinde sekiz delik, ortalarında bir delik yer almaktadır. Bu tekerlekler sette bulunan ahşap çubuklar ve bağlantı parçaları ile birbirlerine bağlanabilmektedir. Bu set; pisagor teoremi, bilimsel bir model oluşturma, ilkel bilgisayar yapma, yapı dizaynı ve momentum gibi konularda çocukların daha anlamlı öğrenmelerine yardımcı olmaktadır (Walker, 2008).

Amerikan mimar John Lloyd Wright, 1918 yılında "Lincoln Çubukları" adını verdiği oyuncak setini tanıtmıştır. Bu sette, küçük kaleler ve binalar inşa etmeye

yarayan ahşaptan yapılma minyatür kirişler yer almaktadır. Setin içeriğinde Abraham Lincoln'ün Kentucky'deki çocukluk evini ve Amerika tarihindeki ünlü yapıların nasıl inşa edeceğine dair talimatlar yer almaktadır. Çocukların el-göz koordinasyonunu ve konsantrasyonlarını arttırmayı hedefleyen bu set, 1953 yılında ilk kez televizyonda reklamı yapılan eğitici oyuncak olma özelliğini taşımaktadır (Cole vd., 2003).

Danimarkalı marangoz ve oyuncak üreticisi Ole Kirk Christiansen, 1932 yılında yapmaya başladığı ahşap oyuncaklar ile LEGO oyuncak setlerinin ilk adımını atmıştır. 1934 yılında duyurulan LEGO ismi Danimarka dilinde 'iyi oyna' ve Latincede 'ben bir araya getiririm' anlamına gelen 'leg godt' söz öbeğinin kısaltılmasından oluşturulmuştur. 1935 yılında LEGO firması "Kirk'ün Kum Oyunu" isimli ilk ahşap oyuncaklarını piyasaya sürmüştür. LEGO firması çocukların yaşam boyu yaratıcı olmalarını ve hayal güçlerini kullanmalarını sağlayıcı, uygulamalı ve akıl yürütmeyi teşvik eden eğlenceli aktivitelerde kullanılmak üzere oyuncak tasarlamaktadır. Buna ek olarak LEGO oyuncakları, çocukların cinsiyet eşitliğini destekleyen ilk oyuncaktır (Herman, 2012).

Belçikalı ilkokul öğretmeni E. Georges Cuisenaire, 1952 yılında yayınladığı "Renkli Rakamlar" isimli kitabında, tamsayı çubukları olarak isimlendirdiği çubukları tanıtmıştır. İngiliz matematikçi Caleb Gattegno tarafından "Cuisenaire çubukları" olarak isimlendirilen ve tanıtılan bu setler, 10 farklı boyut ve renkten oluşan 74 ahşap çubuktan oluşmaktadır. Bu çubuklar, dört işlem, geometri, grafik gibi temel matematik kavramlarını görselleştirmeye ve daha iyi anlamaya yardımcı olmaktadır (Bruns, 1963; Powell, 2007).

1950'li yıllardan itibaren elektronik özellikli eğitici oyuncaklar piyasaya sürülmüştür. Amerikan matematikçi ve sigorta uzmanı Edmund C. Berkeley, 1955 yılında "GENIAC (Genius Automatic Computer: otomatik akıllı bilgisayar)" isimli bilgisayar setini geliştirmiştir. Gençlere yönelik tasarlanan bu setin içeriğine döner tekerlekler, ampuller ve piller bulunmaktadır. Gençlerin, bu set ile kendi elektrik

devrelerini oluşturarak basit oyunlar oynamaları, kendi kilitlerini oluşturmaları ve bilgisayar sisteminin mantığını öğrenmeleri amaçlanmıştır (Mason, 2016).

İlerleyen yıllarda; Sovyetler Birliği'nin 1957 yılında uzaya fırlattığı Sputnik yapay uydusu, Amerika ve Sovyetler Birliği arasında uzay krizi yaratmıştır. Dünyanın ilk yapay uydusu olan Sputnik'in uzaya fırlatılması ile Amerika'nın matematik ve fen eğitimini daha hızlı ve tempolu hale getirmek için oyunu müfredattan çıkarması, bu alanlardaki öğrenimin kalitesinin düşmesine neden olmuştur. Bu durumu değiştirmek için bilim oyuncakları kavramı 1960'lı yılların sonundan itibaren Amerika'da tekrar yerleşmeye başlamıştır (Almqvist, 1994; Glickman, 1981).

Georg Franz Greger, 1966 yılında "Lectron Sistemi" isimli setini tanıtmıştır. Bu set, çocuklara yönelik olarak tasarlanan ilk eğitici modüler elektronik set olma özelliğini taşımaktadır. Bu setle çocuklara temel elektronik devrelerinin teorilerinin ve uygulamalarının yaptırılması amaçlanmıştır (Peters, 2012). Setin içeriğinde dirençler, kondansatörler, piller, fotoseller, transistorler, metre, buton gibi araç-gereçler yer almaktadır (Carson, 2006).

1976 yılında, Birleşmiş Milletler Genel Kurulu tarafından 1979 yılı Uluslararası Çocuk Yılı olarak ilan edilmiştir. Uluslararası Çocuk Yılı'na katkıda bulunmak amacıyla 1978 yılında UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) ve Bernard van Leer Vakfı, Paris'te çocuk oyuncakları ve oyunları sergisi düzenlemiştir. Bu sergi oyuncaklara yönelik olarak düzenlenen ilk uluslararası sergi olma özelliğini taşımaktadır (Lowe, 1988).

Orr (1976) gerçekleştirdiği çalışmasında, bir okuma projesine katılan birinci sınıf çocuklarının oyuncağa okumayı öğretmek için kendi oyuncak ayılarını okula getirmeleri istemiş ve oyuncak ayıların sahiplerinin kesinlikle kendi okumalarını geliştirdiğini belirtmiştir. Bu başarılı sonucun kaynağı çocukların aynı anda hem öğrenci hem de öğretmen olmalarıyla okuma problemlerini her iki açıdan sözelleştirebilmelerini kolaylaştırması olmuştur.

1998 yılında LEGO firması tarafından LEGO Mindstorms Robotik Eğitim Setleri üretilmiştir (Mindell vd., 2000). Bu setler, çocukların robotlarla öğrenmelerine yardımcı olan ve kolayca ulaşılabilen ilk eğitici oyuncaklardır (Yacob, 2017). Setlerin içeriğinde, LEGO robotları oluşturmaya yarayan programlanabilir tuğlalar, motorlar, dişliler, sensörler ve teknik elemanlar bulunmaktadır. Bu setler, robot tasarlama ve kontrol etmenin temellerini öğretmek amacıyla okullarda kullanılmaktadır (Leber-Cook ve Cook, 2017).

1999 yılında Leapfrog şirketi tarafından geliştirilen LeapPad isimli tablet bilgisayar, çocukların okumayı eğlenerek öğrenmelerini sağlayan ilk eğitici oyuncaktır. Elektrografik sensörler yardımı ile çalışan ve konuşan kitap olarak da bilinen bu eğitici oyuncak, çocukların teknolojiyi öğrenmelerinin yerine teknoloji yardımıyla okumayı öğrenmelerine olanak sağlamaktadır (Yacob, 2017).

2012 yılında Raspberry Pi Vakfı, Raspberry Pi isimli mini bilgisayarı piyasaya tanıtmıştır. Kredi kartı büyüklüğündeki bu mini bilgisayar, çocukların temel bilgisayar bilimini öğrenmelerini sağlayan eğitici bir oyuncaktır. İçeriğinde 1 adet USB portu, 3.5 mm stereo ses çıkışı, kompozit video ve HDMI portu bulunmaktadır. Bu oyuncak özellikle, düşük gelirli okullarda öğrenim gören öğrencilerin programlama ve kodlama becerilerini geliştirmek için tasarlanmıştır (Upton ve Halfacree, 2016).

2016 yılında Prima Toys şirketi tarafından "Cubetto" isimli eğitici oyuncağın satışı başlamıştır. Cubetto oyun seti ile çocukların ilk programlarını bir metin yerine ahşap bloklardan oluşan kodlama diliyle oluşturmaları sağlanmaktadır. Montessori yöntemine ve Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (Massachusetts Institute of Technology, MIT) kullanılan programlama dili LOGO' ya dayanan bu sette, ekran bulunmamaktadır ve okuma-yazma bilen ya da bilmeyen tüm çocukların kodlamayı kolayca öğrenmeleri için tasarlanmıştır. Setin içeriğinde, Cubetto ahşap robot, ara yüz tahtası, 16 adet kod bloğu, harita ve hikâye kitabı bulunmaktadır. 2016 yılının başında Kickstarter bağış platformundan 1,6 milyon dolar bağış toplayan bu set, tarihteki en çok bağış alan eğitim-teknoloji projesi olmuştur (Morby, 2016).

Yirminci yüzyılın oyuncak üreticileri eğitici oyuncağın yeniden doğuşunu destekleyerek eğitici oyuncakların sadece çocukların öğrenimini (ya da genellikle belirli becerileri) geliştirmeyeceğini, aynı zamanda zekâlarını da arttıracağını açıklamışlardır. Bu açıklamadan sonra hem okul öncesi eğitiminde hem de ebeveynler tarafından oyuncaklarda teşvik unsuru yaratmış ve sonrasında oyuncaklar eğitici oyuncaklar ve eğitici olmayan oyuncaklar olarak etiketlenmeye başlanmıştır. Eğitici oyuncaklara olan talep artmış ve günümüzün üreticileri, oyuncakların eğitici olarak etiketlenmesinin oldukça anlamsız olduğunu ve bunun yerine çocuğa bir şey öğrenmeye ve çocuğun özsaygısını güçlendirmeye teşvik edebilecek oyuncaklar olarak tanıtmaya başladığını fark etmişlerdir (Goldstein, 1994). Bu bağlamda herhangi bir oyuncak çocuk tarafından öğrenmek istediği şeyi kolaylaştırdığı sürece bir öğrenme aracı olarak kullanılabilir. Yani oyuncağın eğitici olup olmaması, çocuğun oyuncağa yüklediği anlam ya da oyuncağı kullanımı ile ilgilidir. Bu bir oyuncak ayı ya da uzay robotu, Barbie bebek ya da mutant ninja kaplumbağası olabilir. Bu nesnenin bir oyuncak mı yoksa eğitimsel bir nesne mi olduğu çocuğa ait bir karardır (Vandenberg, 1987).

2.1.3. Bilim Oyuncakları Önemi

Bilim oyuncakları, bireylerin dış dünyayı en iyi şekilde kavramalarına, anlamalarına ve yorumlamalarına yardımcı olan bir öğrenme aracıdır. Öğrenciler, oyuncağı gözlemleyerek, oyuncak ve bilimsel dayanakları arasında bağlantı kurabilmektedir. Fen eğitiminde kullanılan bilim oyuncakları; merak, eğlenme, açık görüşlülük, yönelme, ilişki kurma, tekrar etme ve uygulama gibi kazanımları içermekte ve etkili düşünme, eleştirel düşünme, hızlı karar verme ve yaratıcılık becerilerinin gelişmesi gibi birçok yeteneğin ilerlemesine olanak sağlamaktadır.

Eğitici bağlamda bir oyuncak; öğrenme, biliş, uyarma, keşif, ustalık, performans ve başarıyı bir arada sunar (Goldstein, 1994). Bilim oyuncaklarının öğretimde kullanılması öğrencilerdeki belirtilen bu özelliklerin gelişmesine katkı sağlayacaktır.

- Oyuncakların fen bilimleri öğretimde kullanılma nedenleri genel olarak aşağıdaki gibi belirtilmektedir:
- Oyuncaklar derslerde kullanılan öğretim yöntemlerine zenginlik ve farklılık katar ve öğrencilerde heyecan oluşturur.
- Oyuncaklar gündelik yaşam ile alakalı soyut ilkeleri somut hale getirirler, gerçeklere bağlantı kurulmasını kolaylaştırır.
- Oyuncaklar öğrencilerin kendi aralarındaki ve çevreyle olan sosyal etkileşimlerini teşvik edici özelliktedirler.
- Oyuncaklar mantık ve sezgilerin kullanımını sentezleyebilirler.
- Gerçek dünya fenomeni için analoji olarak kullanılabilirler ve basit oldukları kadar zariftirler.
- Oyuncaklar değişkenlerin denenmesi açısından uygulama olanağı sağlayarak deneme-yanılma ortamına zemin oluşturur.
- Oyuncaklar zamanın teknoloji uygulamalarını açıklamaya ve kolaylaştırmaya yöneltir.
- Öğrencilerin düşüncelerini organize etmeye yardımcıdır.
- Öğrencilerin dünyayı yorumlama, anlama, problem çözme becerilerini geliştirmenin yanında kalıcı öğrenmenin devamını sağlayan araçlardır.
- İlginç oyuncaklarla basit teoriler ve çalışma ilkeleri, gösteri ve şov yaparak vb. yöntemlerle eğlenceli şekilde açıklanabilir.
- İlgi çekici oldukları için öğrencilerin derse katılımını arttırır ve konsantrasyonlarının sürekliliğini sağlar.
- Konuya odaklanmayı sağladıkları için sınıf yönetimini kolaylaştırır.
- Başarı seviyesi düşük öğrencilerin hem ilgisini çekerek hem de somutlaştırma sayesinde bilimsel kavramları öğrenmelerini kolaylaştırırlar.
- Öğrencilerin hayal gücünü arttırarak buluşsal süreçleri hızlandırır.
- Ders başarısı yüksek öğrencilerin meraklarını arttırır, fikir üretmelerini ve fikirlerini birleştirmelerini sağlayarak öğrencileri buluş yapmaya sevk eder.
- Öğrencilerin öğrenme becerilerini güçlendirir.
- Öğrencilerin tasarım yapmalarını ve yaratıcılıklarını geliştirir (Ming ve Johnson, 2004).

2.1.4. Fen Bilimleri Öğretiminde Bilim Oyuncakları Tasarımı ve Uygulamaları

Uygulamalı bilimde çocukların yaparak, yaşayarak, dokunarak, kesip yapıştırarak, bir şeyleri birbirinden ayırıp bir araya getirerek öğrenmeleri temel amaçtır. Bilim oyuncakları ve uygulamalı bilim etkinlikleri, çocukların müfredatla ilişki kurmasını ve kavramsal anlamalarını destekler. Bu durum, çocukların öğrenme şeklini değiştirebilir (Gupta, 2015).

Bilim oyuncakları varlığını uzun zamandır sürdürmektedir. Örneğin Çin; geleneksel oyuncaklarının tasarımı, yüzyıllar boyunca sürdürmüştür. Bu oyuncaklar; eğitime odaklı oyuncaklar; kültür öğrenmeye odaklı oyuncaklar, yetenek geliştirmeye odaklı oyuncaklar olarak sınıflandırılmaktadır (Baorong ve Jiaxi, 2009). Bu oyuncaklardan Nine Interlinks, mantıksal düşünmeyi geliştiren, aynı zamanda insanların çalışmalarına daha fazla odaklanmasına yardımcı olan, elin yanı sıra beyin egzersizi sağlayan bir oyuncak iken, Huarong Trail, Üç Krallık Dönemi'ndeki savaşları içeren bir hikâye taslağı şeklindedir. Tangram ise basitçe yapılandırılmış ve manipüle edilmesi kolay görünür bir oyuncak olmasına karşın birçok nesneyi oluşturmak için kullanılabilmektedir.

Bilim oyuncakları bireylerin farklı özelliklerini geliştirmek üzere geliştirilmekte ve tasarlanmaktadır. Abrams ve Kaufmann (1990)'a göre bulmacalar bireylerin el becerilerini, el ve göz hareketlerini, vizyonu, mekânsal/zaman (uzamsal) farkındalığını, hayal gücünü ve yaratıcılığını geliştirmek açısından çok iyidir. Bloklar, eleştirel ve yaratıcı düşünmeyi geliştirmek için kullanılabilir. Isenberg ve Jalongo (1997), basit kart ve tahta oyunlarını, yaratıcı ve ıraksak düşünme materyalleri olarak sınıflandırmıştır.

Galileos, Newton, Dalton, Darwins ve geleceğin Einstein'larını yetiştirmek istiyorsak, bilimde yaratıcılık gereklidir. Oyuncaklar, fen ve matematik kavramlarının bir arada kullanımında etkili ve ilgi çekici bir yol olarak yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Oyuncaklar, maliyetleri düşük olması ile beraber, her yaştan bireyin

dikkatini çeken ve günlük hayatın bilimsel örneklerini gösteren özelliklere sahiptirler. Özellikle eğitim alanında oyuncak kullanan öğretmenler, oyuncak kullanımı ile öğrencilerin yaratıcılıklarının, problem çözmelerinin geliştiğini belirtmektedirler (Amir ve Subramaniam, 2005).

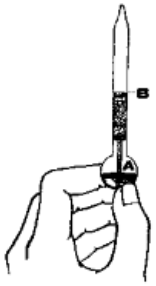
Öğrenci deneyleri ve öğretmen gösterileri için birçok materyaller alışveriş mağazalarında da bulunabilir. Örneğin "kıvrılan balık" isimli oyuncak, bir balık şeklinde ince bir plastik film parçasını içerir. Avucun içine alındığı zaman kıvrılır ve hareket eder. Bu hareketin sebebi; balığın alt yüzeyine temas eden elin ısısıyla plastiğin düşük iletkenlik özelliği sayesinde üst kısmının soğuk kalarak yüzeyinde bir eğrilik oluşmasıdır (Ruchlis, 1964).



Şekil 2-1: Kıvrılan Balık (Ruchlis, 1964)

Isı ilkelerini içeren bir başka oyuncak da "aşk termometresi" olarak bilinmektedir. Bu oyuncak, içine renkli bir sıvı ile kısmen doldurulmuş bir cam ampul ve tüpten oluşur ve tıpkı bir termometreyi andırır. Oyuncak genellikle Japonya'da termometreyi tutan kişinin sevgi potansiyelinin yoğunluğunu ölçmek amacı ile kullanımaktadır. Oyuncak, tüpü destekleyen kabaca baskılı bir kart üzerine monte edilmiştir. Ampul elde tutulduğunda, kabarcıkların tüpte yükseldiği görülür ve yukarıdaki boşluk yok olur. Sıvı sütununun yükselmesi "sevgiyi" temsil eder. Aslında gözlenen kabarcıklar, el ile sağlanan ısıyla düşük kaynama noktalı bir sıvının, metilen klorürün kaynatılmasının sonucudur. Normal atmosfer basıncında bu sıvı vücut sıcaklığının biraz üstünde bir sıcaklıkta kaynasa da hava kabarcığındaki basınç oldukça düşüktür, böylece kaynama sıcaklığı vücut sıcaklığının altında

gerçekleşebilir. Bu durum azaltılmış hava ile kaynama noktasının azaltılması prensibinin uygulamasını gösterir. Böylece, farklı cilt sıcaklığı nedeniyle farklı insanlarla kabarcıklanma eyleminde belirgin farklılıklar görülür. Ayrıca, ampulün tutulduğu şekil de, bu durumu etkileyebilmektedir (Ruchlis, 1964).



Şekil 2-2: Aşk Termometresi (Ruchlis, 1964)

Herkesin tanıştığı ilk uygulamalı oyuncak, 1970'lerin başından beri İngiltere'de popüler olan Newton topu ya da diğer bir ismi ile Newton beşiği' dir. Enerji ve momentum kavramları ve uygulamaları bu oyuncakla kolaylıkla öğretilebilmektedir. Newton toplarının diğer bir versiyonu ise manyetik halidir ve ismi "Magnaswing" dir. Bu oyuncak sessizdir ve her çarpışmada daha az enerji kaybı olduğu için daha uzun süre hareket devam devam eder (Featonby, 2005).



Şekil 2-3: Newton Beşiği ve Manyetik Beşik (Featonby, 2005)

Bir diğer oyuncak ise telli telefondur. Bir ipten ve karton bardaklar kullanılarak yapılan telefon; bu oyuncak, sesin iplik veya ip gibi katı maddeler içinden geçtiğini

göstermek için kullanılabilir. Bu daha sonra sesin hava ve su gibi sıvılar üzerinden geçtiği fikrine de yol açabilir. Tartışma sesin vakumlu ortamda iletilmediğinin anlaşılmasını sağlayabilir (Lowe, 1988).



Şekil 2-4: Telli Telefon (Lowe, 1988)

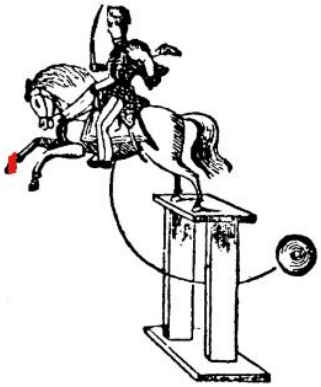
Fen bilimleri konularından "ağırlık merkezi" ile ilgili birçok oyuncak geliştirilmiştir. Faraday'ın dengeleyici kadın oyuncağı buna bir örnektir. Bu oyuncakta denge halindeki kadın ne kadar itilirse itilsin asla devrilmeden yine dik durabilmektedir (Turner, 1992).



Şekil 2-5: Faraday'ın Dengeleyici Kadın Oyuncağı (Turner, 1992)

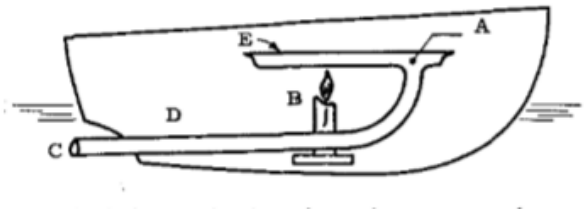
Diğer bir denge oyuncağı, 1860 yılında yayınlanan David A. Wells'in bir kitabında tarif edilmiştir (Wells, 1860). Ağırlık merkezinin ve dengenin kararlılığının bir bölümünde, Wells ağırlık merkezine dayalı bu sistemi şu sözlerle anlatmaktadır:

“Ağırlık merkezinin çok düşük bir pozisyonda yerleştirilmesiyle ortaya çıkan bir bedenin kararlılığı üzerindeki etkisi, çocuklar için eğlenceli bir oyuncakta gösterilmektedir. Atlı, binicisiyle arka ayakları üzerinde sıkı bir şekilde desteklenir, çünkü bükülmüş tele bağlı bir topun yardımıyla, ağırlık merkezi destek noktasının altına getirilir."



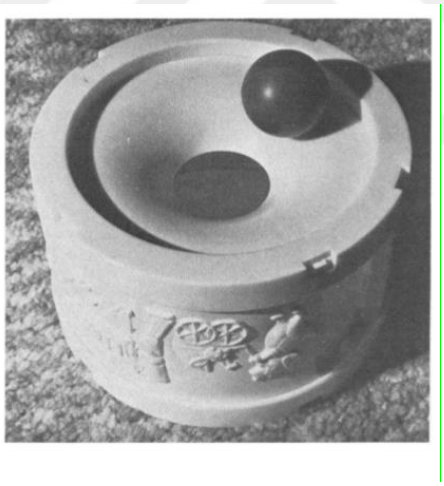
Şekil 2-6: Atlı Denge Oyuncağı (Turner, 1992)

Finnie ve Curl (1963), gerçekleştirdikleri çalışmada suyun ısıtılmasıyla oluşan buhar basıncını kullanarak hareket eden bir oyuncak bir tekneden bahsetmektedirler. Oyuncak teknelerde yaygın olarak kullanılan bir itme yöntemi ve teknenin suyunun boruya bağlandığı ince bir diyaframla kaplanan sığ bir bölmeden oluşur. Haznenin su ile doldurulması ve daha sonra ısıtılması, teknenin diyaframın ve su sütununun kendiliğinden indüklenen titreşimine yol açarak, teknenin ortaya çıkan ileri hareketi ile sonuçlanır. Aynı zamanda tekne ileri doğru hareket ederek karakteristik putt-putt sesleri çıkarmaktadır. Bu çalışmada; kendinden kaynaklı titreşim ve itme mekanizmasını açıklanarak, bu oyuncağın bazı fiziksel prensipleri gösterdiğini ve daha fazla araştırma için fırsatlar sunduğunu belirtilmektedir.



Şekil 2-7: Putt-Putt Teknenin Şematik Çizimi (Finnie ve Curl, 1963)

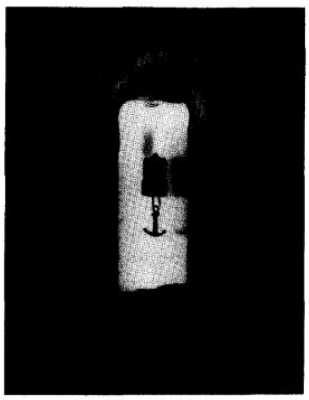
Koch (1976), çalışmasında, “Delikli bebek davulu” oyuncağından bahsetmektedir. Bu oyuncakta, tamburun bir tarafında 14 cm çaplı düz bir yüzey vardır, ancak diğer tarafı merkeze doğru eğimlidir. Çapı 4 cm olan üç plastik top, davul ile birlikte gelip ve eliptik yörüngeleri göstermek için iyi çalışmaktadır. Plastik tamburun yan tarafındaki bir açıklıktan düşen toplar alınabilmektedir. Bebek Davul, merkeze doğru bir ters kare çekim yasası olan kuvvet yasası altında "yörüngede" topla birlikte düşer.



Şekil 2-8: Merkeze Doğru Çekim Kuvveti Olan ve Yörüngede Dönen Top ile Bebek Davul (Koch, 1976)

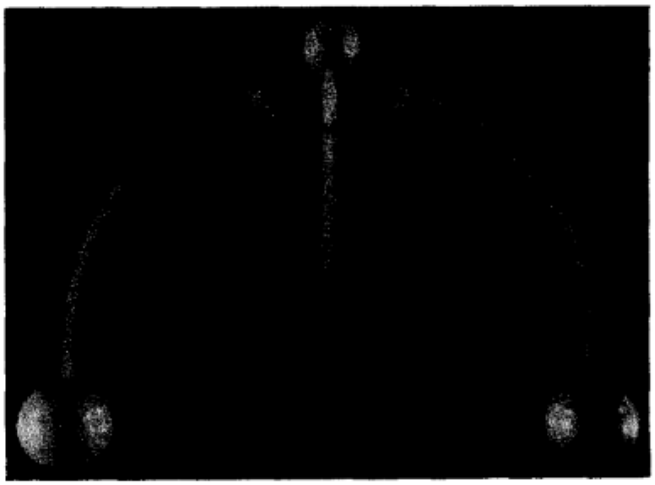
Turner (1983), “kartezyen dalgıç” adı verilen bir bilim oyuncağından bahsetmektedir. Kartezyen dalgıç uzun yıllar boyunca, sıvıların özelliklerini göstermek için kullanılan bir oyuncak olmuştur (Turner, 1983). 1884 tarihli Doğal Felsefe metninde Privat Deschanel (1884), Kartezyen dalgıcı durumundan eski fizik deneylerinde anlatıldığıdan bahsetmektedir. Carhart ve Chute (1912), bunu Descartes (1596-1650) tarafından Arşimet prensibini göstermek için kullanılan "hidrostatik bir

oyuncak" olarak ifade eder. Şişedeki hava balonunun sıkışmasına neden olan şişenin kenarlarındaki basınç uygulaması, dalgıcın batmasına neden olmakla kalmaz, aynı zamanda dalgıca bağlı olan çapanın açılmasına da neden olur. Bu durum, dalgıcın şişenin dibindeki batık nesnelere ulaşmasına izin verir. Çapanın varlığı sadece bu kartezyen dalgıcın eğlendirici doğasını arttırmaz, aynı zamanda öğrencileri çalıştırmak için kullanılan kol mekanizmasının doğasıyla ilgili olarak daha fazla tartışma sağlar.



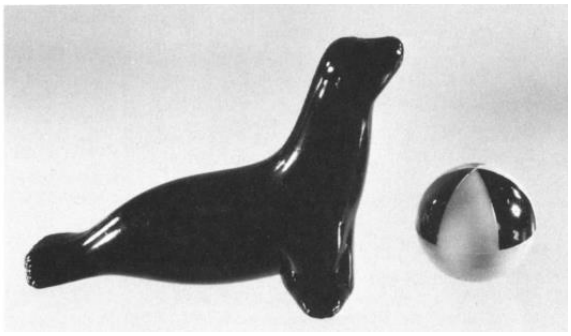
Şekil 2-9: Kartezyen Dalgıç (Turner, 1983)

Turner (1985), bir denge oyuncağı olan “Balancing man” isimli oyuncağı çalışmasında anlatmıştır. Aynı prensiple çalışan denge oyuncağı olan, bir at ve binici sistemi D. A. Wells (1860) tarafından yazılan “Natural Philosophy” metninde bundan yaklaşık 159 yıl öncesinde belirtilmektedir. Çeşitli türlerdeki insan figürlerinin dengelenmesi, fizik metinlerinde örnek olarak uzun süredir kullanılmaktadır (Ganot, 1896 ve Bueche, 1981). Oyuncak genel olarak sistemin ağırlık merkezinin konumunu ve bunun kararlı dengeye nasıl yol açtığını tartışırken, zaman zaman denge pozisyonu ile ilgili salınımları göstermektedir. Bu salınımların daha yakından incelenmesi, öğrencilere katı cisimlerin hareketi hakkında ek bilgiler sağlayabilmektedir. Bu oyuncak en çok kararlı dengeyi göstermek için kullanılır. Bu tip oyuncaklarda, ağırlık merkezi salınım noktasının altında olacak şekilde tasarlanır ve onu herhangi bir yöne çevirmek bu ağırlık merkezini yükseltir. Bu durum, eski haline dönen torka ve dolayısıyla kararlı dengeye yol açar. Denge adam oyuncağının ağırlık merkezinin yeri oyuncağın dikey ekseni boyunca uzanmalıdır (Turner, 1985).



Şekil 2-10: Denge Adamı (Balancing man) (Turner, 1985)

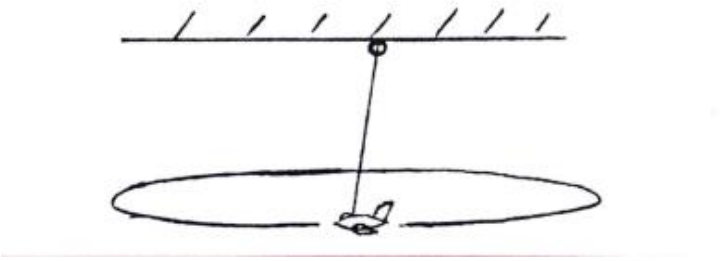
Turner (1987), manyetik kuvvet ile çalışan bir fok ve topunu içeren bir oyuncaktan bahsetmektedir. Fokun içine yerleştirilmiş iki adet mıknatıs ve topun içine yerleştirilmiş bir mıknatıs sayesinde fok, topa doğru yaklaştırıldığı zaman dönmeye başlamakta ve fok daha çok yakınlaştırılınca topun dönme hızının arttığından söz edilmektedir. Bu oyuncak manyetik kuvvetleri ve torku göstermek için kullanılabilecek bir oyuncaktır (Turner, 1987).



Şekil 2-11: Manyetik Fok ve Top (Turner, 1987)

Butcher (1987), oğlunun oyuncak mağazasından aldığı ve tavanında asılı duran, pille çalışan akülü bir uçağın uçuş prensibini fizik bilgisi kullanarak açıklamaktadır. Uçağın düzgün bir daire içinde uçtuğunu gözlemleyen Butcher, bu olayın merkezcil kuvvetin bir ifadesi olan mv^2/ r formülünün geçerliliğini göstermek için bir deney aracı olarak kullanılabileceğini belirtmektedir. Oyuncak dükkanından

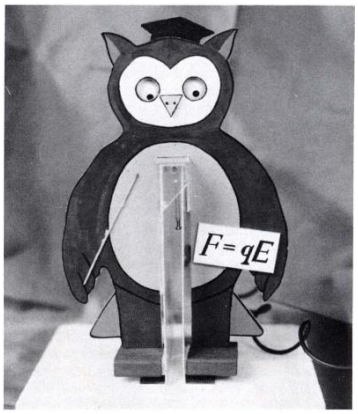
aldığı uçaklar ile öğrencileriyle beraber etkinlik yapan Butcher, öğrencilerinin bu aktivite ile laboratuvardan çok daha fazla keyif aldıklarını, öğrencilerinin oyuncaklara olan ilgisinin laboratuvar aletlerine göre çok daha fazla olduğunu belirtmiştir (Butcher, 1987).



Şekil 2-12: Dairesel Hareketi Gösteren Bir Uçak (Butcher, 1987)

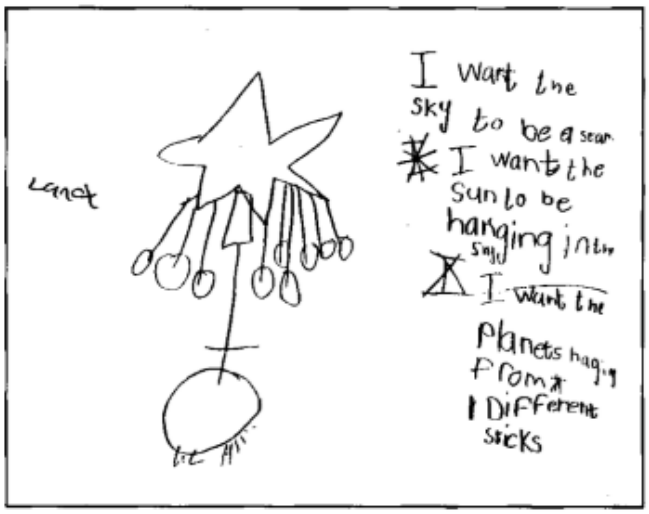
Louvière (1989), ağzı açık şekilde duran fakat şişmiş bir balonun, öğrencilerin bilimsel akıl yürütmelerini ve güdülenmelerini sağlamak amacı kullanmıştır. Balonun ağzının açık olması aynı zamanda şişkin durması durumunun mümkün olup olamayacağı önce öğrencilere sorulmuş, öğrencilerin fikir yürütmeleri sağlanmıştır. Sonrasında bir balonun üzerine şekil çizilip iç-dış şeklinde çevrilmiştir. Bir beherde su kaynatılıp hızlıca kenara alınarak, balon beherin ağzına geçirilmiş ve su balonun içinde yoğunlaşmaya başlamıştır. Beher soğuduğunda, su buharının basıncı hızla düşmüş ve balon dış hava tarafından behere itilmiştir. Balonun beherin içine girerek bir süre sonra şiştiği gözlenmiştir. Bu durumda iken balonunun ağzı açıktır ve üzerindeki yazı net bir şekilde okunmuştur (Louvière, 1989).

Saitoh (1989), "kararsız gözlere sahip baykuş" isimli oyuncağın dayandığı prensipleri açıklamaktadır. Oyuncak sürtünme etkisi ile elektriğin uygulaması olan bir oyuncaktır. Oyuncakta; baykuşun iki levha arasında elektrik alan oluşturularak göz kısımlarına koyulan strafor köpüklerin hareket etmesi sağlanır. Bu oyuncak, elektrik alandaki yüklü bir nesne üzerindeki kuvvetleri ve elektrostatik indüksiyonu göstermektedir (Saitoh, 1989).



Şekil 2-13: Kararsız Gözlerle Bakan Baykuş (Saitoh, 1989)

Kuper (1995), Oyuncak kullanarak 3 aşamalı bir uygulama gerçekleştirmiştir. Uygulamasının ilk basamağında öğrencilere geliştirdiği Güneş Sistemi maketi ile gezegenlerin göreceli boyutları ve konumlarını, nasıl hareket ettiklerini, yıldızlardan nasıl ayrıldıklarını, güneşle ilişkilerini, uydularını ve halkalarını açıklamıştır. Uygulamasının ikinci basamağında, sınıfa tekerlekleri olan, hareket eden ve zıplayan bir kuş oyuncağı getirmiş, öğrencilerinden bu oyuncağın hareketini, çalışmasının dayandığı ilkeyi, tasarımını çizmelerini isteyip sonrasında öğrencilerinden kendi oyuncaklarını tasarlamalarını istemiştir. Uygulamanın üçüncü basamağında ise, öğrencilerini çevredeki bir kelebek evine götürmüş ve onlardan kelebeklerin şekillerine, renk ve desenlerine, kelebekleri çeken bitkilerin yapısı ve özelliklerine odaklanmalarını istemiştir. Öğrenciler gözlem yaparken bir yandan da çizim yaparak ortaya güzel bir çalışma çıkarmışlardır. Sonrasında okula gelip gözlemledikleri gibi kelebek modeli oluşturmuşlardır. Bu uygulamalar ile hem öğrencilerin merakla soru sormaları ve öğrenmeleri hem de öğretmenlerin dersten daha çok haz almaları sağlanmıştır (Kuper, 1995).

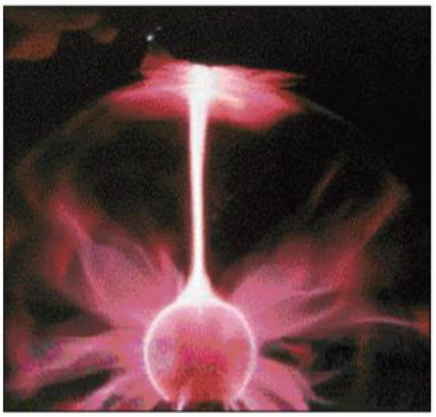


Şekil 2-14: Çocukların Seçtiği Tasarım (Kuper, 1995)



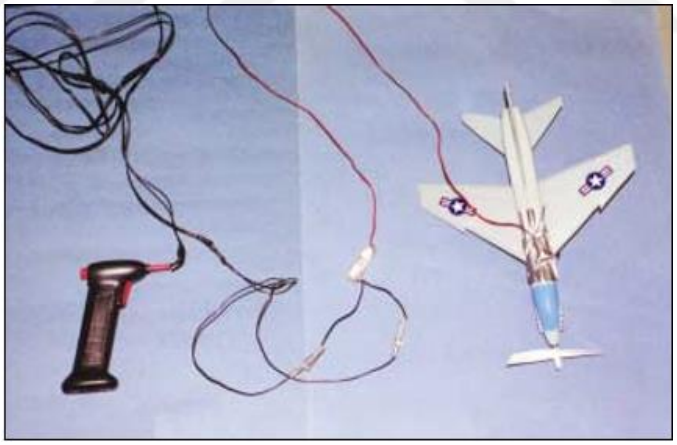
Şekil 2-15: Ağaçları ve Döşemesi Olan Bir Kelebek Evi (Kuper, 1995)

Guilbert (1999), çalışmasında bir plazma küresini öğrenme ortamına getirerek öğrencilerin bu kürenin nasıl çalıştığı ve hangi fizik prensiplerine dayandığı hakkında tartışmalarını sağlamıştır. Plazma küresinin yakınına alüminyum folyo, florasan lamba getirerek etkileşimleri gözlemlemiş ve nedenlerini tartışmışlardır. Ayrıca plazma küresini dünyanın manyetik alanı ile ilişkilendirerek öğrencilerin fikir üretmelerine de fırsat sağlamıştır (Guilbert, 1999).

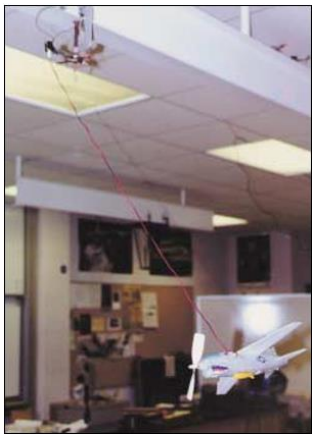


Şekil 2-16: Yanına Alüminyum Folyo Yaklaştırılmış Plazma Küresi ve Gözle Görülmeyen Kıvılcım (Guilbert, 1999)

Wetherhold (2001), sınıfta hareket deneyleri için bomba atabilen oyuncak bir uçak yapımından bahsetmektedir. Bu oyuncak uçak, bir daire içinde uçmakta ve kontrol kumandası ile hareketi yönlendirilip üzerinde bulunan düğme sayesinde uçaktaki motoru açarak bombayı düşürebilmektedir.

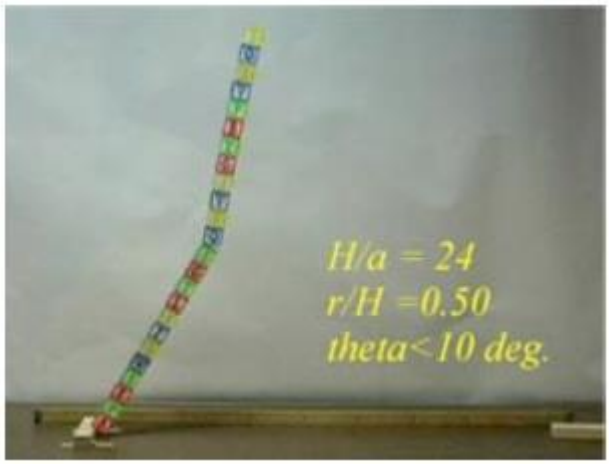


Şekil 2-17: Kontrol Koluna Bağlanmış Uçak (Wetherhold, 2001)



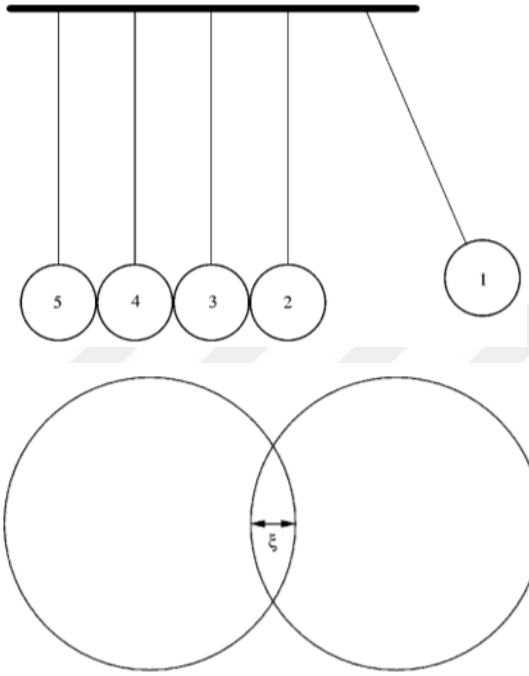
Şekil 2-18: Sarı Bomba Yerleştirilmiş Uçan Uçak (Wetherhold, 2001)

Varieschi ve Kamilya (2003), düşen baca şeklinde bir oyuncak modelinden bahsetmektedirler. Bu oyuncak ile yüksek yapıların yere düştükleri zaman ortasında havada kırılma ile ilgilenen "düşen baca" teorisi araştırılmaktadır. Bu kopmaların ya tipik olarak taban yakınında gelişen ya da esas olarak iç bükme momentinin neden olduğu yapının eğilmesiyle meydana gelebilecek kesme kuvvetinden kaynaklandığı gösterilmektedir. Küçük ölçekli oyuncak modeller, düşen baca dinamiklerini yeniden üretmek için kullanılır. Bu modellerin düşüşü sırasında çekilen fotoğrafları inceleyerek, teorinin yeterliliği test edilmekte ve uygulaması kolay ve kavramsal olarak zor olan bu deney türü, lisans öğrencileri için bir rotasyon mekaniği laboratuvarlarında kullanılabilecek bir malzeme olarak önerilmektedir.



Şekil 2-19: Tahta Bloklarla Oluşturulan düşen baca şeklinde Oyuncak Modeli (Varieschi ve Kamilya, 2003)

Hutzler, Delaney, Weaire ve MacLeod (2004), çalışmalarında Newton beşiğinin bir simülasyonunu sunarak ders kitaplarında bahsedilen, bir topun hareketiyle bazı topların hareketsiz kalması ve bazı topların hareket kazanması şeklindeki bilgileri daha detaylı olarak açıklamışlardır (Hutzler vd., 2004).



Şekil 2-20: Newton Beşiği ve İki Topun Üst Üste Gelmesi (Hutzler vd., 2004)

Amerikan Kimya Topluluğu, 2005 yılında oyuncakların yapıldığı malzemelerin tarihsel gelişimi ve kimyasal yapısından bahsetmiştir. Bununla birlikte maddenin yapısı, hava ve suyun kimyasal yapılarına değinilmiş ve basit malzemeleri kullanılarak tasarlanabilecek oyuncakların tasarım aşamaları, gerekli malzemeler ve çalışma prensiplerinden bahsedilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin çevre ile bağlantı kurmaları, oyuncaklar kullanılarak yapılan etkinliklerle öğrenmenin somutlaşması ve öğrencilerin seviyelerine uygun oyuncaklar tasarlamalarına katkı sağlanmıştır (American Chemical Society, 2005).

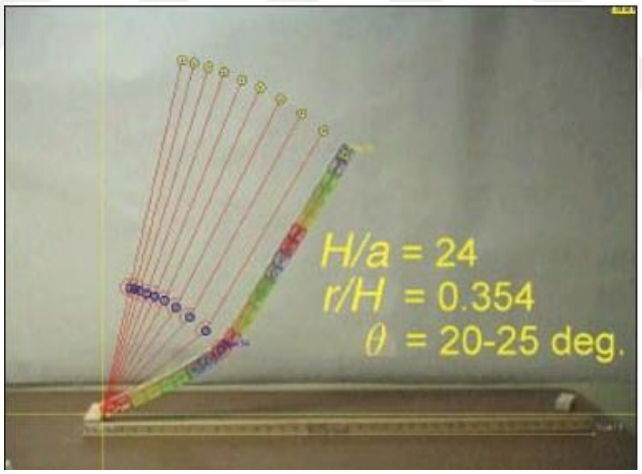




Şekil 2-21: Uçurtma (American Chemical Society, 2005)

Şekil 2-22: Manyetik Yazı Tahtası (American Chemical Society, 2005)

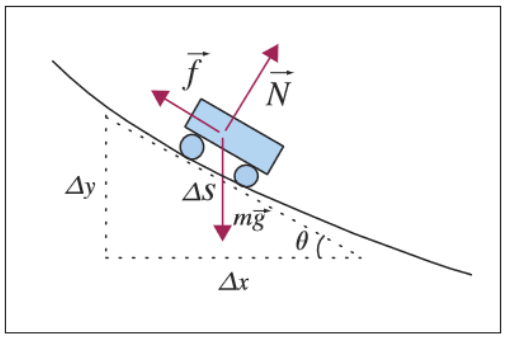
Varieschi ve Jully (2005), oyuncak bloklarla oluşturulan kuleler yıkılırken ortadan bükülme ya da kırılma hareketi gözlemleyerek, dönme dinamiklerinin bazı garip etkilerinin incelenebileceğinden söz etmişler ve oyuncak blokların çeşitli şekillerde kullanılmasıyla farklı sınıf düzeylerindeki sınıf veya laboratuvar etkinlikleri oluşturulabileceğini bildirmişlerdir (Varieschi ve Jully, 2005).



Şekil 2-23: Tahta Bloklarla Oluşturulmuş Bir Oyuncak Modeli (Varieschi ve Jully, 2005).

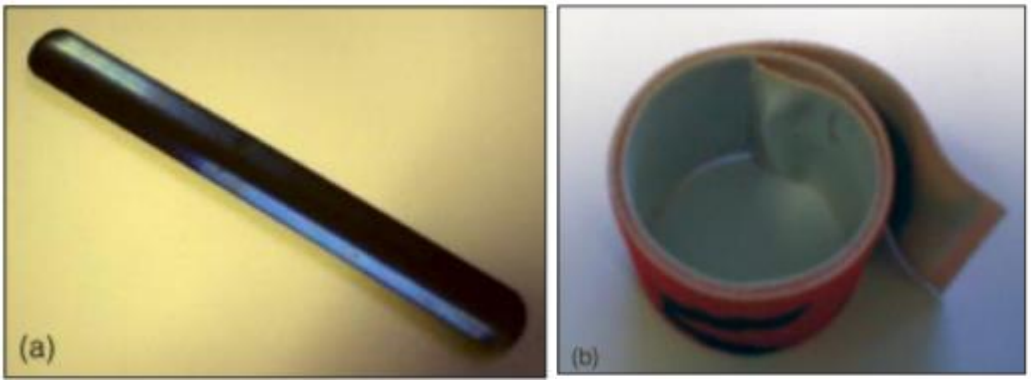
Ramsdell ve Wick (2005), bir oyuncak arabanın sürtünme katsayısının basit bir düzenek kullanarak hesaplanabileceğini belirtmişlerdir. Bu düzenekte çeşitli şekillerde kurulabilen ray düzenekleri ve oyuncak araba bulunmaktadır. Bu oyuncak kullanımı ile öğrenciler 2 boyutlu bir düzlemde birden fazla tepeyi ve vadiyi içeren rastgele şekilli bir yolda seyahat eden arabanın dönüş noktaları için tahminde bulunabilirler. Öğrenciler her bir durumda uzunluğun simetrik olarak arttırıldığı benzer şekilli raylar

üzerinde hareket eden belirli bir oyuncak araba için dönme noktalarını gözlemleyip kaydedebilir ve hesap yapabilirler (Ramsdell ve Wick, 2005).



Şekil 2-24: Basitleştirilmiş Serbest Gövde Diyagramı (Ramsdell ve Wick, 2005)

Van Hook (2005), çalışmasında sınıfa içinde metal olan bükülebilir bir bilezik getirmiştir. Bileziği düz halde tutarken depoladığı potansiyel enerjisi ile bileziği bir yere sert şekilde çarpınca ya da şeklini bozmak için dokunulduğunda daire şeklini almaktadır. Sınıfta bileziğin bu davranışının öğrenciler tarafından uygulanarak tartışılmasını sağlamıştır.



Şekil 2-25: Metal Bilezik (Van Hook, 2005)

Amir (2006), çalışmasında 17 si erkek, 6 sı bayan olmak üzere 15-16 yaşlarındaki 23 lise öğrencisiyle merkezcil kuvvet prensibine dayanan oyuncak tasarımı uygulaması gerçekleştirmiş ve bu çalışmada öğrencilerin yaratıcılıklarını incelemiştir. Uygulama 3 hafta sürmüş ve öncesinde öğrencilere tasarlanacak oyuncak hakkında çalışma modeli ve gösterimler yapılmıştır. Öğrenciler merkezcil kuvvet

prensiplerini çeşitli materyaller kullanarak, dönebilen oyuncaklar tasarlamışlardır. Ayrıca öğrencilerin oluşturdukları prototiplerin ticari etkileri de olmuş ve bu sürece girişimciliği de empoze etmişlerdir (Amir, 2006).



Şekil 2-26: Merkezcil Kuvvet prensibi uygulaması ile Oluşturulmuş Oyuncaklar (Amir, 2006)

Güemez, Fiolhais ve Fiolhais (2009), çalışmalarında fen bilimleri ve fizik derslerinde kullanılan birçok oyuncağa yer vermişler ve oyuncakların insanlarda merak uyandırarak sorular sorulmasına neden olduğunu ve bu durum sayesinde öğrenmenin kolaylaştığını belirtmişlerdir. Denge oyuncağı yukarıda da bahsedildiği gibi nesnenin ağırlık merkezi noktasına göre hareketin gerçekleştiği bir oyuncaktır. Plazma lambasının çlışma prensibi ise sadece modern fizik temelinde anlaşılabilir. Topun merkezinde bir Tesla bobini tarafından çok yüksek bir voltaj üretilir. Gözlenen ışık, atomlar elektronları yakalayıp, kendi toprak durumlarına geri döndüğünde yayılmaktadır (Güemez vd., 2009).





Şekil 2-27: Dengeleme Oyuncağı (Güemez vd., 2009)

Şekil 2-28: Plazma Küresi (Güemez vd., 2009)

Dönen toplar (topaçlar) en eski oyuncaklar arasındadır ve çok çeşitleri vardır. En basit haliyle çalışma prensibi eğirme ucu içerir. Bu uç, durana ve düşene kadar güzel bir şekilde döner. Temel olarak dikey dönme ekseninin kararlılığı, açısal momentum ve enerji korunumu kanunları ile açıklanır (Güemez vd., 2009).



Şekil 2-29: Ahşap Topaç (Güemez vd., 2009)

Levitron olarak da adlandırılan oyuncak, küçük bir üst topaç ve içinde gizli güçlü mıknatıslar bulunan büyük bir tabandan oluşur. Küçük topacı döndürerek ve tabanın birkaç santimetre yakınına dikkatlice yerleştirerek (ki bu da elektrik alanın oluşmasını gerçekleştirir), uzun bir süre boyunca havada kalacaktır. Hava sürtünmesi, topacın açısal hızını azaltır, böylece bir süre sonra üst kısım aşağı düşer (Güemez vd., 2009).



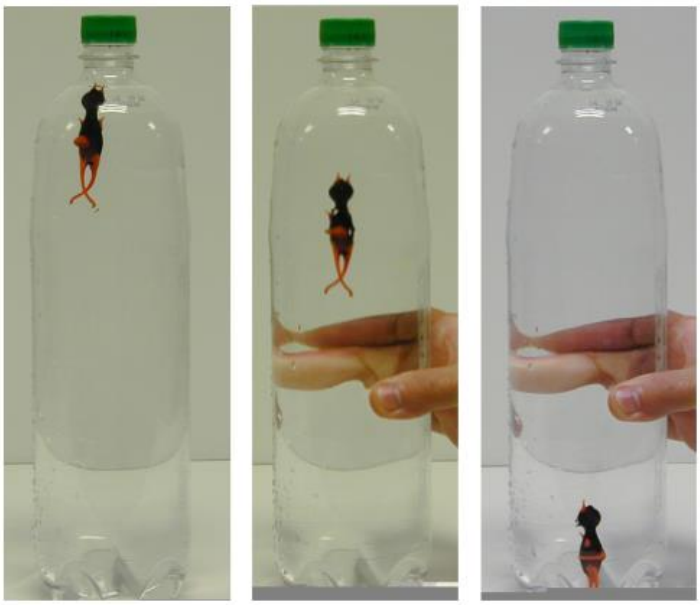
Şekil 2-30: Levitron (Güemez vd., 2009)

Diğer bir oyuncak ise, bir sarkacın enerji değişimi temel alarak oluşturulan bir oyuncak, ünlü Newton'un beşiğidir. Toplar, doğrusal momentum ve mekanik enerjinin korunum yasalarını izleyerek çarpışır ve sonunda durur. Yükselen topların sayısının çarpan topların sayısına eşit olduğu iyi bilinir (Güemez vd., 2009).



Şekil 2-31: Newton Beşiği (Güemez vd., 2009)

Güemez vd., (2009) çalışmalarında, yüzdürme temelli oyuncaklardan kartezyen dalgıcın hareketini de açıklamıştır. Bu oyuncak, içinde bir hava boşluğuna sahiptir. Basınç arttığında (genellikle dalgıç içeren plastik şişeyi sıkarak), boşluk boyutu azalır ve dalgıcı yukarı iten kuvvet azaldığı için dalgıç batar.



Şekil 2-32: Kartezyen Dalgıç (Güemez vd., 2009)

Galileo'nun termometresi dalgıçların renkli bir sıvı içeren kapalı küreler olduğu ve sıcaklığın kontrol parametresi olarak basıncı değiştirdiği diğer bir kartezyen dalgıç oyuncağı türüdür (Nickas, 1989). Dış sıcaklık, en düşük fırınlama küresi ile gösterilir. Daha yüksek bir sıcaklıkta, bu kürenin batması ve bir sonraki küre, yeni oda sıcaklığını gösteren en düşük akma pozisyonunu işgal eder. Galileo'nun termometresi sıvı yoğunluğunun sıcaklıkla değişmesi prensibine dayanır (Güemez vd., 2009).



Şekil 2-33: Galileo'nun Termometresi (Güemez vd., 2009)

Görsel olarak çekici bir cihaz olan lav lambası başka bir örnektir. Lambanın altındaki mum başlangıçta yukarıdaki alkolden daha büyük bir yoğunluğa sahiptir. Balmumu ısıttığı zaman, genişler, yoğunluğunu azaltır. Yükselir, zirveye ulaşır, soğur ve sonra iner. Bu tür bir konveksiyon akımı ayrıntılı olarak açıklamak zor olabilir, ancak prensipte basittir (Güemez vd., 2009).



Şekil 2-34: Lav Lambası (Güemez vd., 2009)

İçme kuşu termal motorun başka bir örneğidir. Kimyasal bir potansiyel farkını kimyasal reaksiyona girmeden mekanik çalışmaya dönüştürür. Hava doygun değilse, kuşun kafasında bir miktar su buharlaşır. Bu buharlaşma sırasında kafa sıcaklığı düşer. Kuşun vücudundaki gazın buhar basıncının da düşmesi ile gaz, sıvıyı yükseltir. İç sıvı yükseldikçe, kütle merkezi hareket eder ve kuş sonunda düşer. Bu aşamada sıvı aşağı iner ve işlem kendini tekrar eder (Güemez vd., 2009).



Şekil 2-35: İki İçki Kuşu (Güemez vd., 2009)

Korhonen (2010), bazı oyuncaklar ile sınıf etkinliklerine iyi örnekler vermektedir. Basınç konusu ve termodinamik yasalarını açıklamak için kullanılabilecek oyuncaklar Şekil 2-36'da verilmektedir (Korhonen, 2010).



Şekil 2-36: Basınç ve Termodinamik Konuları İçin Kullanılan Oyuncaklar (Korhonen, 2010)

Enerji dönüşümlerini gösteren oyuncaklar ise Şekil 2-37'de gösterilmektedir. İlk oyuncak bir "Radyometre", ikincisi "Çelik kürelerin çarpışması", üçüncüsü "Manyetik hızlandırıcı" ve son oyuncak ise "Euler'ın diskleri"dir (Korhonen, 2010).



Şekil 2-37: Enerji Dönüşümünü Gösteren Oyuncaklar (Korhonen, 2010)

Şekil 2-38'de beyaz ışığın dağılımını ve renklerin oluşumunu açıklamak için kullanılan içi boş prizma ve Newton'un Halka Aparatı gösterilmektedir. Ses ile ilgili bazı oyuncaklar (boomwhackers-plastik borular, şarkı söyleme çubukları, ses tüpü ve müzik kutusu mekanizması) Şekil 2-39'da iki boyutlu hareket konularını açıklamak için kullanılabilecek bazı oyuncaklar (balistik araba, rampalı araba kiti ve hava ile çalışan mermi) Şekil 2-40'ta gösterilmektedir (Korhonen, 2010).



Şekil 2-38: Boş Prizma ve Newton'un Halka Aparatı (Korhonen, 2010)



Şekil 2-39: Plastik Borular- Şarkı Söyleme Çubukları- Ses Tüpü- Müzik Kutusu (Korhonen, 2010)



Şekil 2-40: İki Boyutta Hareket Konulu Oyuncaklar (Korhonen, 2010)

Şekil 2-41'de verilen açısal momentum konusunu açıklamak için kullanılabilecek oyuncaklar olan "Dönen Platform", "Jiroskop", "Power Ball", "IR Kontrollü UFO Flyer" ve "Perpentual Top" oyuncakları öğrencilerin açısal momentumu hissetmeleri ve anlamaları için kullanılabilecek oyuncaklardan bazılarıdır (Korhonen, 2010).



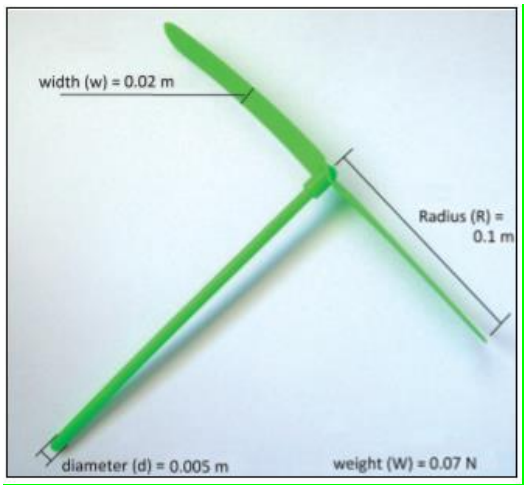
Şekil 2-41: Dönen Platform, Jiroskop, Power Ball, IR Kontrollü UFO Flyer, Perpentual Top (Korhonen, 2010)

Manyetizma konusunu açıklamak için; "Manyetik Alan Desen Penceresi" oyuncağı, manyetik alanlardaki manyetik alan çizgilerini, çizgilerin yönlerini ve manyetik kuvvetlerin çok iyi bir resmini verir. "Pusulalar", bobindeki veya mıknatıs etrafındaki manyetik alanları keşfetmek için çok faydalı bir tanıtım aracıdır. Bir mıknatısın manyetik alanı, başka bir mıknatısa kuvvet uygular ve "Levitron", açısal momentum boyunca kuvvetleri göstermek için çok görsel ve havalı bir araçtır. Levitron'un mıknatısı ayrıca manyetik alanını gözlemlemek için de kullanılabilir (Korhonen, 2010).



Şekil 2-42: Manyetik Alan Desen Penceresi, Pusulalar, Levitron (Korhonen, 2010)

Havalanma-yükselmeyi göstermek için plastik bir helikopter oyuncak (Wacky Whirler olarak adlandırılır) kullanılabilir. Öğrenciler oyuncağın temel ölçümlerini yapabilir, mantıklı varsayımlar kullanabilirler. Şekil 2-43'te gösterildiği gibi, oyuncak, oyuncağı çalıştırmak için kullanılan bir pervane ve bir saptan oluşur. Kullanıcı, elleri arasında, pervane yukarıda kalacak şekilde sapı alır ve oyuncağı hareket ettirmek için sağ elini sabit tutarak sol elin üzerinden hızlı bir şekilde hareket ettirir / kaydırır. Bu hareket, oyuncağın yeterli bir yüksekliğe doğru kalkması için saat yönünün tersi yönünde hızla dönmesine neden olur (Shakerin, 2013).



Şekil 2-43: Plastik Helikopter Oyuncak (Shakerin, 2013)

Lim (2013), yayınladığı makalesinde yaratıcılık ve yaratıcı öğretimde oyuncakların kullanımını vurgulamaktadır. Bilim oyuncakları ile ilgili üç tane aktivite geliştirilmiştir. İlk aktivitede öğrencilere heykelcikler verilerek bu heykelciklerde bulunan küçük deliklerden heykellerin işetilmesi istenmiştir. Oyunun amacı; heykellerin önce su ile doldurulması sonrasında idrar yaptırır gibi suyun dışarıya basınçlı bir şekilde çıkarılmasıdır. Öğrenciler sıcak su kullanarak heykel içindeki basıncı önce düşürüp sonra soğuk suya daldırarak heykelin içine su almasını sağlamışlardır. Yaptıkları çeşitli uygulamalar ve değişikliklerle oyunun amacına en iyi şekilde ulaşmak hedeflenmiştir. İkinci aktivitede ise öğrencilerden evlerinde bulunan oyuncaklarını getirmeleri istenmiş ve bu oyuncakların çalışma prensipleri açıklanmıştır. Basınç, vakum, atmosferik basınç ve sifon sistemleriyle ilgili açıklama yapılmış ve öğrencilerden bu prensipleri kendi oyuncaklarında açıklamaları istenmiştir. Üçüncü aktivitede ise öğrenciler kendi oyuncaklarını tasarlamış ve sunumlarını yapmışlardır.



Şekil 2-44: Shaolin Heykelleri ve Rekabet (Lim, 2013)



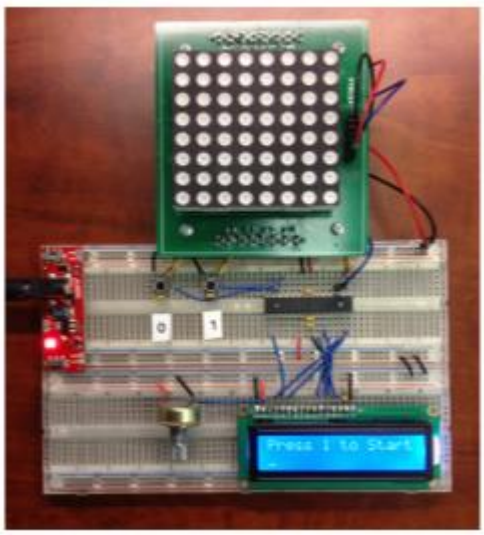
Şekil 2-45: Çeşitli Oyuncaklar ve Stroboskop (Lim, 2013)



Şekil 2-46: Yerçekimi Karşıtı-Yerçekimi Merkezi ve Optik İllüzyon-Hareketli avuç içi (Lim, 2013)

Feaster, Farha, Zhai ve Hallstrom (2014) yaptıkları çalışmada 340 ortaokul öğrencisi ile programlama ile ilgili bilgisayar bağlantılı bir oyuncak tasarlamışlardır. 170 öğrenci pilot uygulamada, 170 öğrenci ise gerçek uygulamada yer almıştır.

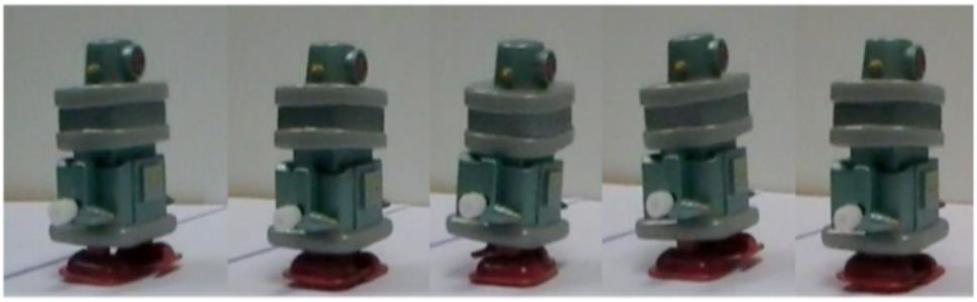
Çalışma sonucunda öğrencilerin bilgisayar bağlamlı kariyer tutumları ve ilgisinin artış gösterip göstermeyeceği araştırılmıştır. Öğrencileri gruplara ayırmış ve iki günlük bir eğitimden sonra öğrencilere oyuncaklar tanıtılarak birkaç basit işlem yapmaları ve doğrulamaları istenmiştir. Öğrenciler oyuncağı kullanma becerisi gösterdikten sonra ise çeşitli problem durumlarının olduğu bir çalışma sayfası hazırlanmış ve her grubun tamamlaması için çalışma sayfasından problem seçilmiştir. Verilen problemi ilk tamamlayan grup şeker ile ödüllendirilmiştir. Çalışmanın ileriki aşamalarında öğrencilere oyuncakların kablolu bir ortam ile etkileşim kurdukları ve bu ağ için oluşturulan protokoller açıklanmıştır. Sonrasında öğrenciler masa ve sandalyeler kullanılarak labirent oluşturulmuş, kalan diğer öğrenciden de gözü kapalı olan öğrencinin yapabileceği üç görev belirlemesi (sola dön, sağa dön, adım at gibi) ve yönlendirmesi istenmiştir. Son aşamada ise öğrencilerden kodlama kullanılarak sensörler yardımıyla bir robotun yönlendirilmesini sağlamaları beklenmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin bilgisayar eğilimli kariyer alanlarına yönelim tutumlarının arttığı belirtilmiştir.



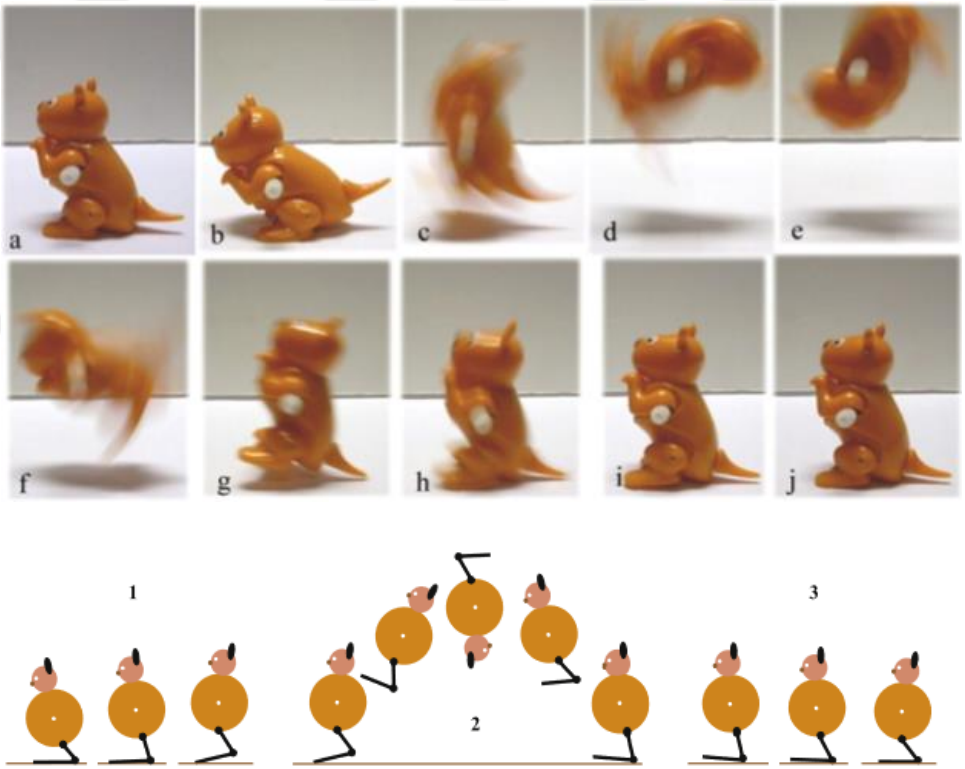
Şekil 2-47: Kodlamalı oyuncak (Feaster vd.,2014)

Güémez ve Fiolhais (2014); zıplayan kanguru oyuncağı ve yürüyen robot tasarımı ile üniversite seviyesinde mekanik, termodinamik, ağırlık merkezi, newton kanunlarını açıklamış ve öğrencilerin motivasyonlarının arttığını belirtmiştir.

Üniversite düzeyi dâhil kullanılan bu oyuncaklar, fen dersi kavram ve konularının öğrenilmesinde başarı sağlamıştır.



Şekil 2-48: Yürüyen Oyuncak (Güémez ve Fiolhais, 2014)



Şekil 2-49: Zıplayan Kanguru (Güémez ve Fiolhais, 2014)

Karwasz, Służewski ve Kamińska, (2015); elektromanyetizma, elektrik, mekanik, modern fizik konularını içeren bilim oyuncakları ile eğitimi ortaokul ve lise öğrencileri ile gerçekleştirilmiş olup, bilim oyuncak kullanımının üstbilişi olumlu etkilediğini bildirilmişlerdir.

Gedik (2018)'de yayınladığı yüksek lisans tezinde ortaokul fen bilimleri dersinde enerji konusunun öğretiminde bilim oyuncakları kullanımının etkisini araştırmıştır. Çalışma iki ayrı ortaokuldaki 46 tane 7. Sınıf öğrencileri ile yürütülmüş, tahmin-gözlem-açıklama yöntemine dayalı 3 etkinlik hazırlanmış ve bu etkinlikler ile oyuncak tasarımı gerçekleştirilmiştir. Bilim oyuncakları geliştirilerek ders işlemenin öğrenciler üzerinde kavramsal anlama düzeylerine, derse yönelik olumlu tutum geliştirmelerine, temel bilimsel ilkeleri daha kolay öğrenmelerine olumlu etkisi olduğu saptanmıştır.

Khanna (2019), Hindistan'da okul eğitiminde oyuncak tasarım süreçlerini araştırmıştır. Eğitim atölyelerinde tasarım süreçleri aracılığıyla müfredat tasarım süreçlerini bütünleştirmeyi amaçladığı çalışmasında, katılımcılar çocuk gelişimi ve psikoloji öğretmenleri ile eğitim terapistleri olmuştur. Kurduğu eğitim atölyeleriyle oyuncak ve oyun tasarım süreçlerini tanıtarak eğitimcileri güçlendirmek, yaratıcı çalışmalar geliştirmelerini sağlamayı amaçlamıştır.

2.2. MÜHENDİSLİK TASARIM BASAMAKLARI VE ÖNEMİ

2.2.1. Mühendislik Nedir?

Mühendislik; çalışma, deneyim ve uygulama ile edinilen fen ve matematik bilgilerinin, doğal kaynakların gücü ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle beraber insanların yararına sunulmasını sağlayan bilim alanı olarak tanımlanmıştır (ABET, 2007). Marulcu (2010) mühendisliği, tasarım sürecinin yanında toplumun karşılaştığı problemleri etkili bir şekilde çözme süreci olarak belirtmektedir.

Wulf (1998)'a göre mühendislik, "insanların ihtiyaç ve isteklerini yerine getirmek için, yaratıcılık, matematik ve fenden yararlanarak çeşitli sınırlılıkları olan problemlere ulaşılabilir çözümler üreten karmaşık bir girişim" dir. NAEP [National Assesment of Educational Progress, 2014, s.1-6] tarafından 2014 yılında hazırlanan fen ve mühendislik okuryazarlığı ile ilgili olarak mühendislik, "insan yapımı dünyanın

tasarlanması süreci" olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu süreç genel olarak insanların ihtiyaç ve isteklerinin tanımlanması ile başlamaktadır. Mühendislik süreci, test etme ve yeniden gözden geçirmeyi içine alacak şekilde genel olarak tekrarlıdır (NAEP, 2014). Mühendislik, tarih boyunca en geniş anlamda insanların problem çözümü üretmesi olarak ifade edilmiş olmasına rağmen bugünkü anlamda matematiksel analiz ve bilimsel kavrayış gibi akademik disiplinlere dayanan bir meslektir (Petroski,1996).

Baran ve Kahraman (2004), mühendislik eğitiminin temel amacını bugünkü ve gelecekte oluşabilecek ihtiyaçlara yönelik çözüm üretebilecek bireyler yetiştirmek olarak tanımlamaktadır. Ayrıca öğrencilerin sistematik düşünme ve problem çözme yetenekleri, mühendislik bilgisi edinmeleri ile gelişebilir (Lou, Shih, Diez ve Tseng, 2011).

Mühendislik tanımlardan da anlaşılacağı gibi, mühendislik; fen, teknoloji ve matematik alanlarını birleştirici özelliktedir. (NAE ve NRC, 2009; NRC, 2012). Felix'in (2010) de bahsettiği gibi mühendislik, "fen ve matematik içerik bilgisi ve teknoloji okuryazarlığını geliştirmek için birleştirici niteliktedir".

NRC (2012) anaokulundan on ikinci sınıfa kadar öğrencilerin fen ve mühendisliği öğrenmesi için öğretim programı uygulamasında temel olarak 8 uygulama adımı belirlemişlerdir:

- Soru sormak (fen için) ve problemi belirlemek (mühendislik için).
- Model geliştirmek ve kullanmak
- Araştırma planlamak ve yürütmek
- Bilgiyi analiz etmek ve yorumlamak
- Matematiksel ve sayısal düşünmeyi kullanmak
- Açıklama yapmak ve tasarım çözümleri (mühendislik için)
- Kanıttan tez çıkarmak
- Bilgiyi elde etmek, değerlendirmek ve iletişim (NRC, 2012, s.42)

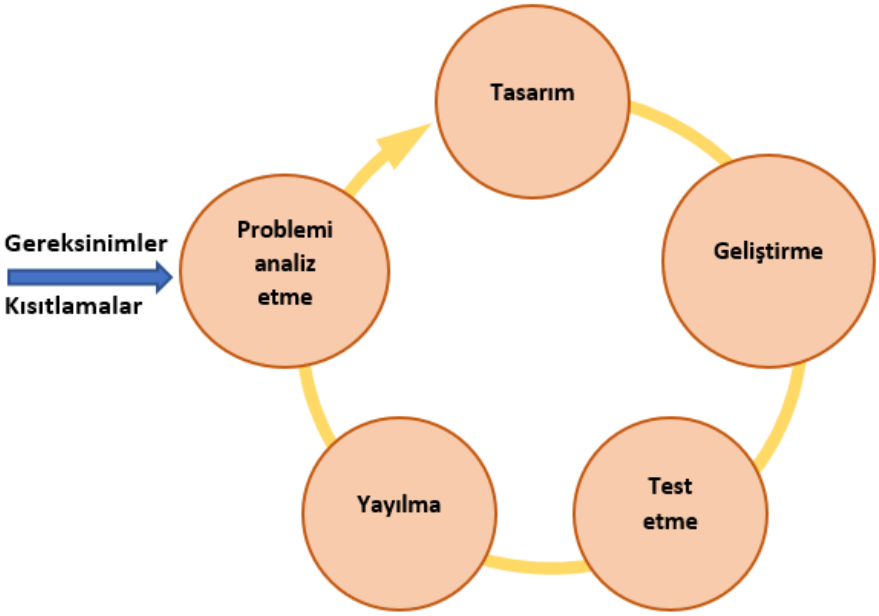
Söz konusu uygulama adımlarından da anlaşılacağı üzere fen eğitimi için hazırlanan çerçevede mühendislik ile kurulan ilişki matematik ve teknolojiyi de içinde bulundurmaktadır.

2.2.2. Mühendislik Tasarım Süreci

Mühendislik tasarım süreci, bir mühendisin bir ürün oluşturmasında yardımcı olması için bir plan ya da planın bir formülasyonudur. Tayal (2013), mühendislik tasarımını, istenen ihtiyaçları karşılamak için bir bileşen veya bir süreç olarak tanımlamaktadır. Mühendislik tasarımında, problemlerdeki fen ve matematik kavramlarını teknoloji kullanarak belirli sistemler doğrultusuna çözümler üretilmesi yer alır. Süreç belirli aşamalar içerirken aslında problem çözme ve yaratıcılık içermektedir. Toplumsal ve gerçekçi sorunlara yer verdiği için mühendislik tasarımı, öğrencilerin matematik, fen bilimleri ve teknoloji ile ilgili derin anlayış geliştirmelerine aynı zamanda öğrencinin ilgi ve motivasyonunu arttırmada etkili olmaktadır (Morgan, Moon ve Barroso, 2013).

Mühendisler problemleri çözmek ve ihtiyaçları belirlemek amacıyla ürün oluşturmak için kullandıkları tasarım sürecinde problemi tanımlama, problemi araştırarak probleme ilişkin kriterler belirleme, probleme yönelik olası çözüm yollarını belirleme, olası çözümler arasından karar verilen çözüm için prototip (model) inşa etme, prototipin test edilmesi, değerlendirilmesi ve tekrar tasarlanması adımlarının birbiri arasında tekrar edilmesi şeklinde bir yol izlemektedirler (NAE ve NRC, 2009; NAEP, 2014; NRC, 2012; Wendell, 2008).

Genel olarak bir ürünün geliştirilme sürecini tanıtmayı konu alan bir diğer çalışmada Valvano ve Yerraballi (2014) ise Şekil 2-50'de gösterilen süreç önerilmiştir. Bu süreçte bir ürünün geliştirilmesi için; *problemi analiz etme, tasarım, geliştirme, test ve yayılma döngüsü* takip edilmiştir.

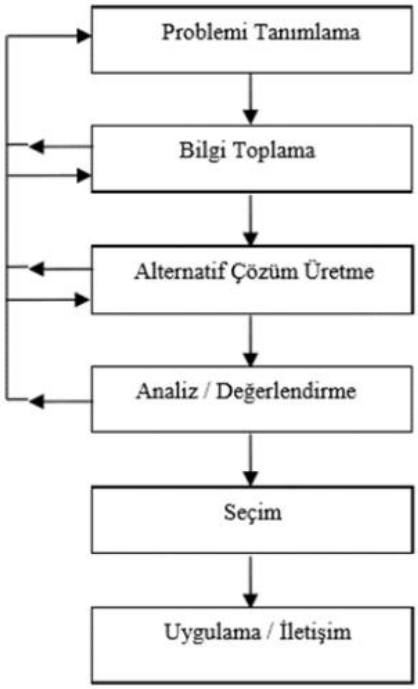


Şekil 2-50: Ürün Geliştirme Döngüsü (Valvano ve Yerraballi, 2014)

Zandin (2001) ise endüstri mühendislerinin sıklıkla karşılaştığı tasarım ve operasyonel problemleri çözmek için kullandıkları mühendislik tasarım modelini yedi ardışık adımda göstermiştir. Bu adımlar:

- Oryantasyon,
- Problem tanımı,
- Veri toplama,
- Model formülasyonu,
- Çözüm,
- Model doğrulama ve çıktı analizi
- Uygulama ve izleme olarak belirtilmiştir.

Mosborg ve diğerleri (2005) ise tasarım sürecinin ve tasarım sürecine ilişkin kavramların incelendiği çalışmada mühendisliğe giriş ders kitaplarından sentezlenen bir mühendislik tasarım süreci modeli oluşturmuş ve bu model Şekil 2-51'de gösterilmiştir.



Şekil 2-51: Mühendislik tasarım süreci modeli (Mosborg vd., 2005)

2.2.3. Fen Bilimleri Öğretiminde Mühendislik Tasarım Süreci

Fen eğitiminin temel bir amacı, tüm öğrencilerin öğrenmelerini geliştiren müfredatlar üretmektir. Tasarımla öğrenme (Design-based learning) öğrencileri tasarım yapmanın zorluklarına sürükleyerek öğrencilerde derin ve uzun süreli bir bilim anlayışının şekillenmesini, düşünmeyi, neden-sonuç ilişkisini kurmayı ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi sağlamaktadır. Bu bağlamda tasarım ile öğrenme; grupların karşı karşıya kaldıkları probleme çözüm bulmaya çalıştığı ve her grubun tasarım zorluğunu farklı açılardan ele almasına, kendi belirlediği değişkenleri araştırmasına ve farklı ürünler ortaya çıkarmasına olanak tanındığı bir süreçtir. Bu süreçte tasarım çalışmalarını tamamlayan grupların bir araya gelmesi ve araştırdıkları değişkeni ve elde ettikleri bulguları paylaşması, bu değişkeni göz ardı eden gruplar için bir farkındalık ve bu değişkeni araştıran farklı gruplar için ise bulguların karşılaştırılması anlamına gelmektedir. Bu durum, tasarıma dahil edilmesi gereken temel tasarım özelliklerinin neler olduğunu tüm sınıfın görmesini sağlamaktadır.

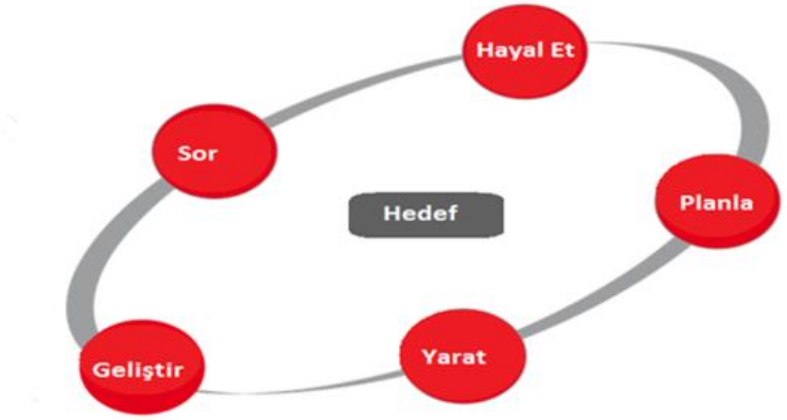
Mühendislik tasarım süreci, öğrencilerin ürün oluştururken ürettikleri çözüm yollarının işlevselliği hakkında öğrenciyi bilgilendirecek deneyler oluşturmak ve yürütmek için fen ve matematik araştırmalarını kullanmalarını sağlar. Mühendislik tasarımı yaklaşımı öğrencilerin kendi deneyimlerini geliştirmelerine ve tasarım analizi ile bilimsel araştırma yoluyla yeni fen ve matematik bilgisi oluşturmalarına katkıda bulunur. Brown (1989)'a göre, mühendislik tasarımı ve teknoloji, öğrencilerin bilimsel bilgilerini geliştirme ve yeni bilgiler öğrenmelerine fırsat sağlayarak bilime olan ilgiyi arttırır.

Fen derslerinde mühendislik tasarım etkinlikleri öğrencilerin bilime yönelik anlayış geliştirmeleri ve feni günlük yaşam ile ilişkilendirme noktasında önemli bir role sahiptir (Leonard, 2004). Araştırmalar on ikinci sınıf düzeyine kadar matematik ve fen derslerine mühendislik entegrasyonunun öğrencilerin fen ve matematik içeriğini öğrenmelerine faydalı olduğunu ortaya koymaktadır (Cantrell, Pekcan, Itani ve Velasquez-Bryant, 2006; Marulcu, 2010; Schnittka ve Bell, 2011; NRC, 2012).

Schunn (2009) çocukların mühendislik beceri ve kavramlarını ancak sistematik uygulamalar yoluyla kazanabileceğini, bu yüzden çocukların en başından itibaren tasarım problemleri ile meşgul olmaları gerektiğini belirtmiş ve mühendislik tasarımının somut modeller ile desteklenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilerin verilen problem için birden fazla kez tasarım döngüsünü tecrübe etmelerinin, mühendislik kavramlarını ve becerilerini kazanma ve tasarımın yinelenen bir süreç olduğunu fark etme açısından önemli olduğunu vurgulamıştır. Öte yandan öğrencilerin temel tasarım görevlerine başlamadan önce konu ile ilgili okumalar yaparak ve tasarım yapacakları konuda önceden var olan tasarımları inceleyerek büyük tasarıma geçmeden önce mini tasarım çalışmaları ve mini araştırmalar yapmaları ve konu hakkındaki bilimsel ve matematiksel bağlamları öğrenmesi önerilmektedir (Apedoe, Reynolds, Ellefson, ve Schunn, 2008; Bozkurt Altan, Yamak, ve Buluş Kırıkkaya, 2016).

Öğrencileri mühendislik tasarımı görevleriyle yüzleştirmek, öğrencileri mühendislik fikrine çekmek için kullanılmaktadır. Ayrıca bu görevler ve problemler ile öğrenciler, bilim ve tasarım arasındaki bağlantıyı deneyimlerler. Mühendislik tasarım görevleri, ilgili problemi çözebilmek için öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini kullanmalarını gerektirmektedir (Hill-Cunningham, Mott, ve Hunt, 2018).

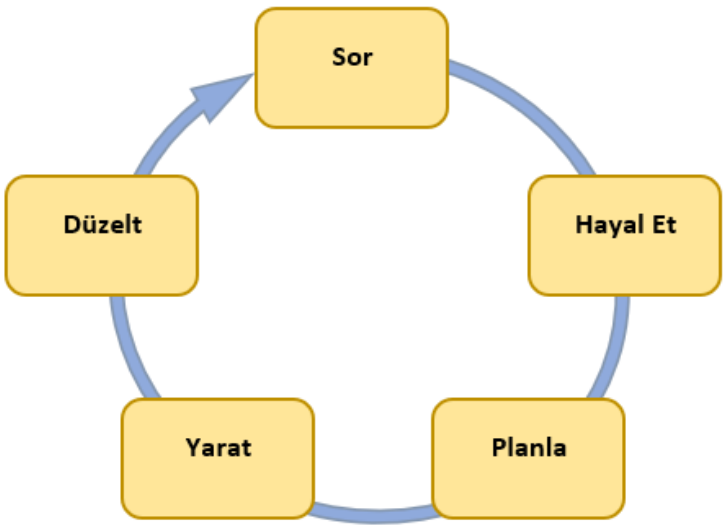
Şekil 2-52'de NASA'nın okul öncesinden itibaren takip edilen STEM eğitim yaklaşımı için küçük yaş gruplarında önerdiği mühendislik tasarım basamakları verilmiştir.



Şekil 2-52: NASA'nın Küçük Gruplar İçin Önerdiği Mühendislik Tasarım Süreci Döngüsü (NASA, 2018)

Şekil 2-52'de belirtilen sürecin ilk basamağında problem ve bu probleme yönelik ihtiyaçlar ile kriterler belirlenir. Hayal et basamağında, probleme yönelik çözüm önerileri sunularak en iyi çözümün hangisi olacağı belirlenir. Planla basamağında, seçilen çözüm yolu doğrultusunda bir model oluşturulur ve gerekli malzemeler belirlenir. Yarat basamağında, plan doğrultusunda oluşturulan modele yönelik kullanılan malzemelerle ürün tasarlanır ve ürünün amaca hizmet edebilirliği test edilir. Geliştir basamağında ise tasarımın eksik ya da zayıf yönleri tespit edilerek bu eksikler giderilir ve tasarım yeniden test edilir.

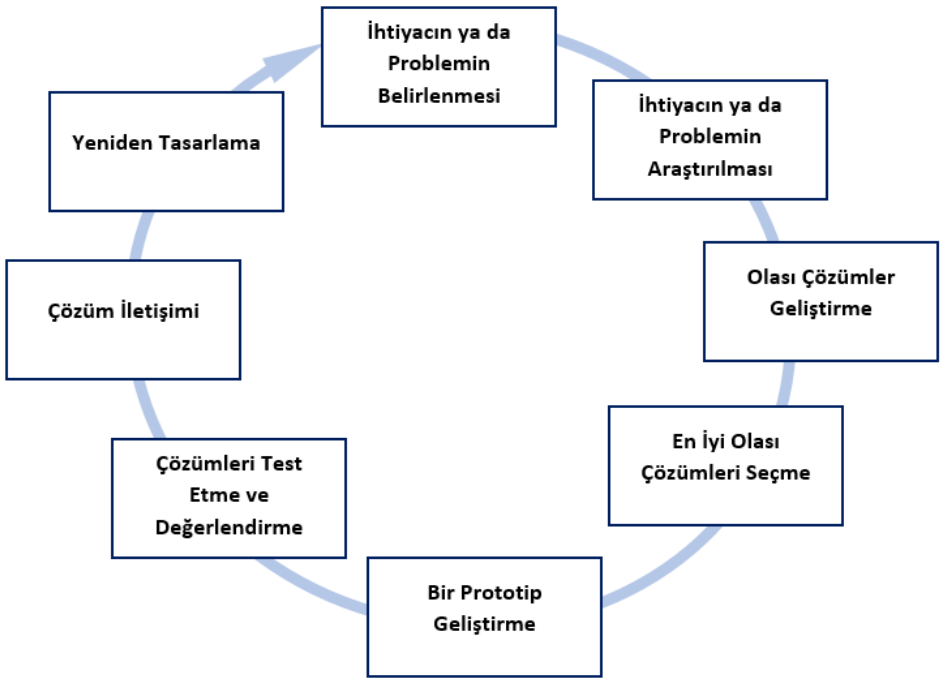
Şekil 2-53'te Boston Bilim Müzesi (Engineering is Elementary (EiE), 2018) tarafından geliştirilen, mühendislik tasarım görevlerinin sınıfta uygulanması için kullanılan bir mühendislik tasarım süreci gösterilmiştir. Bu modelin 'Sor' basamağında problemin ne olduğu hakkında düşünülür, probleme yaklaşım tarzları incelenir ve kısıtlamalar belirlenir. 'Hayal et' basamağında probleme farklı yollardan yaklaşılır, en iyi çözümü bulmak için uğraşılır. Beyin fırtınası yaparak fikirler ortaya atılır ve en iyi çözüm seçilir. 'Planla' basamağında öğrencilerden modellerini oluşturmaları ve diyagram çizmeleri beklenir. 'Yarat' basamağında öğrenciler yaptıkları plan doğrultusunda oluşturdukları modelleri test ederler. 'Düzelt' basamağında ise modelde ne iyi çalışıyor, modelin aksayan bir tarafı var mı, model daha iyi hale getirilebilir mi sorularına cevap aranır. Bunun sonucunda gerekli düzeltmeler yapılır ve model yeniden test edilir.



Şekil 2-53: İlköğretim Öğrencileri İçin Mühendislik Tasarım Süreci (https://www.eie.org/overview/engineering-design-process)

Li, Huang, Jiang ve Chang (2016) tarafından ise Massachusetts K-12 müfredatı çerçevesinde temel aldığı mühendislik tasarım süreci Şekil 2-54'te gösterilmektedir. Bu sürecin basamakları ise aşağıdaki gibidir:

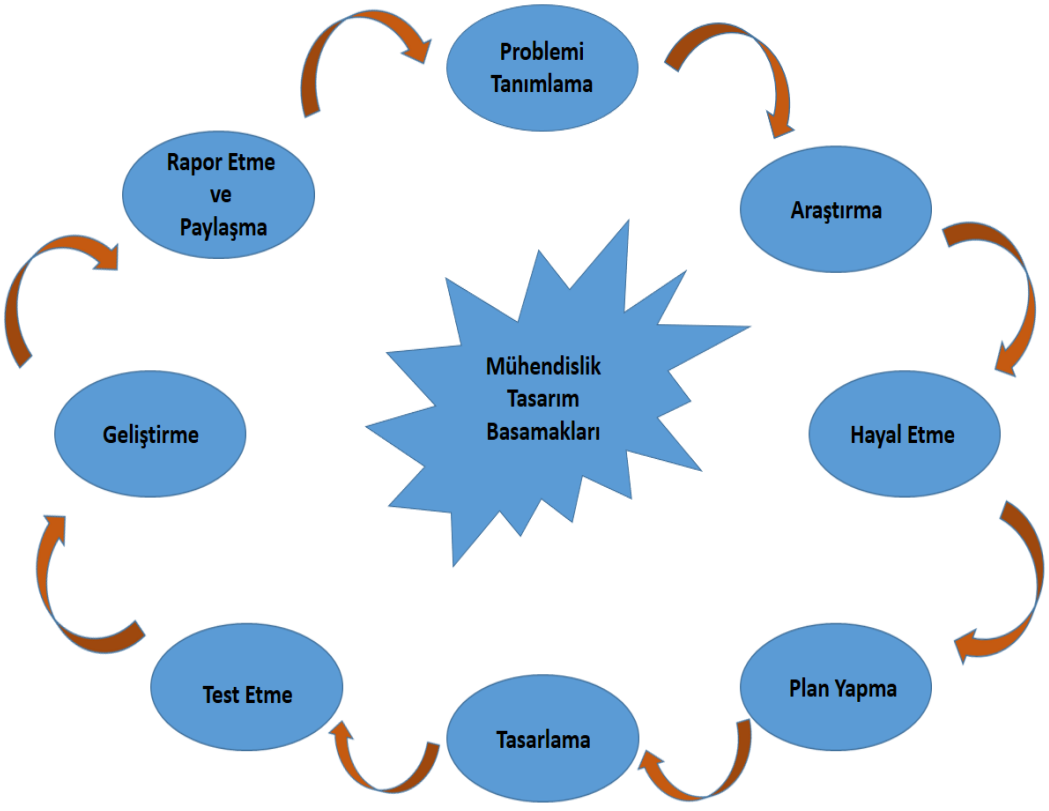
- İhtiyacın ya da problemin belirlenmesi,
- İhtiyacın ya da problemin araştırılması,
- Olası çözüm(ler) geliştirme,
- En iyi çözüm(ler) seçme,
- Bir prototip geliştirme,
- Çözüm(ler) test etme ve değerlendirme,
- Çözüm İletişimi
- Yeniden tasarlama olarak sekiz adımdan oluştuğu belirtilmiştir.



Şekil 2-54: Massachusetts Mühendislik Tasarım Süreci (Massachusetts Eğitim Birimi, 2006; akt. Li vd., 2016)

Yukarıda verilen mühendislik tasarım basamakları dikkate alınarak bu tez çalışmasında uygulanmak üzere araştırmacı tarafından uyarlanan mühendislik tasarım basamakları, etkinlik kitapçıklarında (EK. 1) yer alarak aşağıda verilmiştir.

- Problemi Tanımlama
- Araştırma
- Hayal Etme
- Plan Yapma
- Tasarlama
- Test Etme
- Geliştirme
- Rapor Etme ve Paylaşma



Şekil 2-55: Tez Çalışması Kapsamında Takip Edilen Mühendislik Tasarım Basamakları

2.2.4. Mühendislik Tasarımı ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Fen bilimleri dersleri kapsamında orta okul düzeyi öğrencileri ile gerçekleştirilen Mühendislik tasarım uygulamaları sınırlı sayıdadır. Mühendislik tasarımı uygulamaları genellikte STEM çalışmalarına entegre edilmiş olup, ulaşılabilen alanyazın çalışmaları bu bölümde sunulmuştur.

Silk, Schunn, ve Cary (2007), yayınladıkları çalışmalarında yüksek ihtiyaçlara sahip kentsel sınıflarda bulunan sekizinci sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersini ve fen kavramları hakkındaki muhakeme yeteneklerini kolaylaştırmak amacıyla mühendislik tasarımının etkilerini incelemişlerdir. Öğrencilerin günlük yaşamlarındaki ihtiyaçlarını karşılamak için bir tasarım süreci geçirmelerine yardımcı olarak bu sayede öğrencilerin bilimsel olarak mantıklı olabilecekleri bir ortam oluşturmayı amaçlamışlardır. Araştırma sonuçlarında, mühendislik tasarımının öğrencilerin fen kavramlarını öğrenmelerini kolaylaştırdığı ve bilimi sorgulama becerilerini olumlu etkilediği belirtilmiştir.

Ercan (2014), 7. Sınıf öğrencileri ile gerçekleştirdiği tasarım temelli fen eğitiminin, öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesine yönelik akademik başarılarına, karar verme becerilerine, mühendislik disiplinine yönelik görüş ve yeterliklerine etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin kuvvet ve hareket konusuna yönelik akademik başarılarının, karar verme becerilerinin ve mühendisliğe yönelik bilgi düzeylerinin gelişimine katkı sağladığı sonucu saptanmıştır.

Gökbayrak ve Kalışan (2017), ortaokul öğrencileri ile yaptıkları çalışmada, FETEMM uygulamaları hakkında ortaokul öğrencilerinin görüşlerini incelemeyi hedeflemişlerdir. Veriler görüşme formları ile elde edilmiş ve verilerin analiz edilmesi sonucu öğrenciler, FETEMM etkinliklerinin birçok açıdan fayda sağladığını, derslerin FETEMM etkinlikleriyle işlenmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Şen (2018)'de yayınladığı doktora tezinde mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde üstün zekalı ve yetenekli yedi 7. sınıf öğrencisi

kullandıkları STEM becerilerini belirlemeyi amaçlamıştır. Ayrıca öğrencilerin STEM hakkındaki görüşlerini alarak onların STEM hakkındaki tutumlarını ortaya çıkarmayı hedeflemiştir. Araştırma sonucunda, mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik STEM etkinliklerinde yer alan üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik, inovasyon, yaratıcılık, iletişim ve işbirliği, yaşam ve kariyer becerilerini kullanabilme yeteneklerin artış gösterdiği ortaya çıkmıştır. Katılımcıların STEM eğitimi öncesi ve sonrasında STEM ve STEM eğitimine yönelik görüşlerinde ise STEM eğitiminin STEM disiplinlerini tanımlamada, ilgi ve motivasyon sağlamada etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. STEM etkinlikleri süresince uygulama ortamının ve etkinlik içeriklerinin STEM becerilerinin ortaya konulmasında etkili olduğu belirlenmiştir.

Uzel (2019) yayınladığı yüksek lisans tezinde 6. Sınıf öğrencileriyle mühendislik tasarım temelli etkinlikler gerçekleştirerek bu etkinliklerin öğrencilerin problem çözme ve tasarım becerilerine etkisini araştırmıştır. Madde ve ısı ünitesi seçilerek yapılmış bu çalışma toplam beş hafta sürmüştür. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin mühendislik tasarım temelli fen etkinliklerinin problem çözme ve tasarım becerilerinin artmasına katkı sağladığı belirtilmiştir.

2.3. PROBLEM ÇÖZME

2.3.1. Problemin Tanımı

Problem, "öne çıkan engel" anlamına gelen Proballo sözcüğünden türetilmiş Latince bir kavramdır. Türkçede problem kelimesinin karşılığı "sor" kökünden türetilen "sorun" kelimesidir. Sorun; araştırılıp öğrenilmesi, düşünülüp çözümlenmesi, bir sonuca bağlanması gereken durum, mesele, problem olarak nitelendirilmiştir (Kalaycı, 2001). Van De Walle (1980) problemi, sonucu bilinmeyen, belirsiz bir durum ya da bireyin ortadan kaldırmak istediği bir güçlük olarak tanımlamıştır. Polya ise zorluğun olmadığı bir yerde problemin de olamayacağını belirterek problemin bireye zorluk yaratmasının gerekliliğine dikkat çekmiştir (Akt: Smith, 1988).

Problem, insan için anlık olarak yanıt bulunamayan, araştırılıp incelendiğinde cevabı bulunabilen bir sorudur. Bu sorunun cevabı bulunduğunda hissedilen zorluk da ortadan kalkacaktır (Adair, 2000; Kalaycı, 2000; Akgün; 2001, Altun, 2002; Türnüklü ve Yeşildere, 2005). Problem, bireylerin karşı karşıya kaldıkları ve sonuçlarını önceden kestiremedikleri zorluklardır (Yavuz, Arslan ve Gülten, 2010). Chen (2008), problemlerin günlük yaşamda, iş çerçevesinde ve insanlarla sosyal etkileşimde karşılaşılan mücadeleler, büyük veya küçük zorluklar olduklarını şeklinde etmiştir. Dewey'e göre problem, insan zihnini bulandıran, onu zorlayan, meydan okuyan ve inancı belirsiz kılan her şeydir (Baykul, 2002; Ata, 1998; Gelbal, 1991). Senemoğlu (1998) ise problemin tanımını "organizmada bilişsel dengesizlik yaratarak organizmayı bilişsel olarak harekete geçiren durum" olarak açıklamıştır. Fisher (1987) problemi; "PROBLEM = HEDEF + ENGEL" şeklinde ifade etmektedir. Bu bağlamda problem, hedef ile engelin birlikte karşımıza çıkması durumudur.

Ergün (2010)'e göre problem; karşılaşan kişi için bir zorluk, çözme ihtiyacı oluşan bir güçlük ve çözüme hazırlığı olunmayan bir durum olarak tanımlamıştır. Topal (2011) problemi, normal bir süreçte verilmesi gereken tepkinin bireyin karşılaştığı zorluklar sebebiyle veremediği günlük yaşamla ilgili durumlar olarak tanımlamaktadır. Karasar (2005) problemi bireye fiziksel ya da düşünsel olarak rahatsızlık veren kararsızlık ve birden çok çözüm yolu görülen her durum olarak ifade etmektedir. Tanımlar incelendiğinde problem, bireyin içinde barındırdığı belirsizliklerden dolayı zihninde karmaşaya neden olan, çözümü konusunda bir fikri olmamasından dolayı bireyin çözme ihityacı duyduğu, düşünmeyi ve akıl yürütmeyi gerektiren zorlayıcı durumlar olarak nitelendirilebilir (Uysal, 2007).

Öğülmüş (2006)'e göre bir durumun problem olarak nitelendirilebilmesi için aşağıdaki beş özelliği içermesi gerekmektedir:

- Var olan durumla olması gereken durumun arasında farklılığın olmasıdır.
- Bireyin bu farkı farketmesidir.
- Algılanan farkın bireyde rahatsızlığa yol açmasıdır.
- Kişinin hissettiği rahatsızlığı ortadan kaldırmak için girişimlerde bulunmasıdır.

- Kişinin hissettiği rahatsızlığı yok etmesi için yaptığı girişimlerinin engellenmesidir.

Karasar (2005) ise bir durumun problem olarak nitelendirilebilmesi için aşağıdaki üç kriteri öne sürmüştür:

- Problem karşılaşan kişi için bir zorluk, kişinin karşısına çıkan bir engeldir.
- Kişi problemi çözmeye gereksinim duyar ve bir hedef belirler.
- Kişi bu problemle daha önce karşı karşıya kalmadığı için çözümle ilgili bir hazırlığı bulunmaz. Bu durum bireyin amacına ulaşması için içsel bir huzursuzluk yaratır.

2.3.2. Problem Çözmenin Tanımı ve Önemi

1960'lı yılların başlarında problem çözme, mekanik (düşünmeden gerçekleştirilen), sistematik (belirli kurllar doğrultusunda) ve belli beceriler takımı (matematiksel işlemlerin veya bulmacaların çözümünde olduğu gibi) olarak düşünülmüştür. Fakat zaman içerisinde problem çözme, "görsellik, çağrışım, soyutlanma, kavrama, beceri, akıl yürütme, analiz, sentez, genelleme" gibi üst düzey bilişsel beceri ve aktiviteleri içeren karmaşık bir zihin faaliyeti olarak algılanmaya başlanmıştır. Günümüzde problem çözme; tekil bir beceri değil, bilişsel, davranışsal ve tutumsal becerilerin karmaşık bir takımı olarak kabul edilmektedir (Garofalo ve Lester, 1985; Kirkley, 2003). Problem çözme belirli bir amaca ulaşmak için karşılaşılan zorlukları ortadan kaldırma sürecidir. Aynı zamanda bireyin içinde bulunduğu şartlara uyarak engelleri azaltması ve iç dengeye kavuşması için gerekli etkinliklerin tümünü kapsayan bir süreçtir (Gelbal, 1991).

Heppner ve Petersen (1982)'a göre problem çözme, problemlerle başa çıkma kavramı ile eş anlamlıdır. D'Zurilla ve Goldfried (1971) problem çözmeyi, problemli bir durumla başa çıkabilmek için etkili tepki seçeneklerini oluşturma ve bu seçeneklerin en etkili olanını, olacağı düşünüleni seçebilmeyi içeren bilişsel, davranışsal bir süreç olarak tanımlamıştır.

Problem çözme, Natzel (2006)' e göre bilgiyi yapılandırmanın doğal süreci olarak ifade edilirken, Güler (2006) ise bu ifadeyi desteklercesine, bilgiyi kullanıp buna özgünlük, yaratıcılık ya da hayal gücünü ekleyerek çözüme ulaşma şeklinde olarak nitelendirmiştir. Çinko (2004) bu süreçte, karşılaşılan engelleri azaltmak veya şartlara uymak için zaman, gayret, enerji ve alıştırma gerektiğini ve problemleri çözmeye yönelmenin cesaret, istek ve özgüven duygusu ile başladığını belirtmiştir.

Problem çözme, bireyin amaç, ihtiyaç, değer, inanç, beceri, alışkanlık ve tutumları ile ilgilidir. Problem çözme, bir amaca erişmekte karşılaşılan güçlükleri yenme sürecidir, bu da bilgiyi kullanarak ve buna orijinallik, yaratıcılık ya da hayal gücünü ekleyerek çözüme ulaşma süreci olarak açıklanabilir. Bireyin problem çözmeye yönelmesi, cesareti, isteği ve kendine güven duygusu problem çözmede etkilidir (Saygılı, 2000).

Sonmaz (2002) problem çözme unsurlarını bilişsel, duyuşsal ve sosyal olmak üzere 3 kategoiye ayırmış ve Tablo 2-1'de gösterildiği gibi tablolaştırmıştır.

Tablo 2-1: Problem Çözme Unsurları (Sonmaz, 2002)

Bilişsel unsurlar	Duygusal unsurlar	Sosyal unsurlar
Kişinin özgün çözüm yolları geliştirmesi	Hedefe ulaşmayı engelleme	Bireysel olarak sorunla başa çıkma
Temel düşünce süreçlerinin kullanılması	Çatışma ortaya çıkarma	Başkalarının çözüm yollarından örnek alma
Güçlüğün tanımlanması	Çözüme kadar sabır	Dış kaynakların neler olduğunu araştırma
Güçlüğü oluşturan / çözümü engelleyebilecek gerçeklerin ortaya konulması	iç kaynakları araştırma	Yeni yeteneklerin ortaya çıkması
İlgisiz bilgileri durumdan çıkarmak	Engelleri azaltarak gerginliği azaltma	İnsanlığın gelişimi için gerekli
Uygun çözüm yolunun hangisi olduğuna karar vermek	İç dengeye kavuşma	
Uygun yanıtlar geliştirme	Yeni yollar deneyebilmek icin risk alabilmek	
Sürekli geliştirilmesi gereken yetenek	İrade gereksinimi	
Yeni yollar denemek		
Geçmiş deneyimlerden çıkarımlarda bulunmak		

Öğrenilmesi ve geliştirilmesi gereken kapsamlı bir süreç olan problem çözme, bireyin bilinen veya tanımlanmış bir güçlüğü görmesi, güçlük hakkındaki gerçekleri

değerlendirmesi, gereken bilgileri toplaması, alternatif çözüm yolları önermesi ve bu çözüm yollarının uygunluğunu test edebilmesi, ilgisi olmayan bilgileri yok etmesi ve çözüm yollarının en uygununu seçmesi gibi birçok temel düşünce sürecini gerektirmektedir (Bakioğlu ve Hesapçıoğlu, 1997).

2.3.3. Problem Çözme Süreci ve Aşamaları

Problem çözme süreci, iki temel faktörden oluşur. Bunlardan birincisi, sorun çözmeye ihtiyaç duyulmasıdır. İkincisi ise, çözüm seçeneklerinden birine karar verilmesidir (Çetinkale, 2006). Problemlerle başa çıkmada en önemli faktör problemin farkına varmaktır (İskender, Yaman ve Albayrak, 2004). Eğer problem doğru tanımlanmaz ise başka bir noktaya dikkat çekilebilir. Bu da enerji ve zaman kaybına yol açar (Bilgin, 2010).

Problem çözme, sadece birey bazı düzeylerde tepki vermesi gerektiğini algıladığı zaman başlayabilir. Ayrıca bireyin bir amacı olmalıdır. Böylece elde etmek istediği amaca ulaşma yollarını bulmak için çaba harcar. Yani, problem çözme bir hedefe yönelme durumunda araya giren zorlukların çözümünü bulma sürecidir (Akay, 2006). Problem çözme, kişinin problemi fark etmesinden çözüme ulaşıncaya kadar geçirdiği bir süreç (Güçlü, 2003) olduğundan, bu süreç bazen birkaç dakika gibi kısa sürede tamamlanabildiği gibi bazı durumlarda ise günler, haftalar hatta aylar sürebilir (Bilgin, 2010).

Problem çözme süreci birbirinden kopuk basamaklardan değil, birbirini izleyen ve sürekliliği olan aşamalardan oluşan bir süreçtir (Bilgin, 2010). İlk aşamada problemin yani rahatsız edici durumun farkına varılır. Sonraki aşamada problem tanımlanır ve problem ile ilgili durum ortaya konur. Problemin kaynakları belirlenir. Üçüncü aşamada ise problemin çözümü için alternatif seçenekler üretilir. Problem çözmenin son aşamasında alternatif çözüm seçeneklerinden bir veya birkaçı kullanılarak problem durumu ortadan kaldırılmaya çalışılır (Gelbal, 1991).

D'Zurilla ve Goldfried (1971) problem çözme sürecinin 5 aşamada gerçekleştiğini belirtmektedirler. Bunlar;

- Probleme yönelme,
- Problemin tanımlanması ve formüllerle ifade edilmesi,
- Alternatif çözümler üretme,
- Karar verebilme,
- Çözümleri uygulama ve doğrulama

Bingham' a göre problem çözme basamakları 8 aşamada tanımlanmıştır. Bunlar;

- Problemin farkında olma ve onunla uğraşma isteği,
- Problemi açıklamaya ve ilgili olduğu alanı tanımaya ve problemler grubunu kavramaya çalışmak,
- Problemle ilgili bilgileri ve verileri toplamak,
- Problemin çözümü için en uygun olan bilgileri seçmek ve düzenlemek,
- Toplanan bütün bilgi ve verileri düzenli bir şekle dönüştürmek,
- Toplanan bilgiler ışığında olası çözüm yollarını belirlemek,
- Çözüm yollarını değerlendirerek en uygun olanı seçmek,
- Seçilen çözüm yolunu uygulamak,
- Kullanılan çözüm yolunu değerlendirmek (Bingham, 1998).

Problem çözme stratejileri, Bransford ve Stein (1993)'e göre ilk harfleri kullanılarak "IDEAL" olarak formülize edilen beş kısımdan oluşmaktadır. Bunlar Tablo 2-2'de gösterilmektedir.

Tablo 2-2: Problem Çözme Stratejileri (Bransford ve Stein, 1993)

I	**Problemin tanımlanması ve yaratma (Identify Problem)**
D	**Amaçların belirlenmesi ve problemle karşılaşma (Define Goals)**
E	**Uygun olan stratejiyi araştırma (Explore possible strategies)**
A	**Çözümü tahmin et ve uygula (Anticipate outcomes and act.)**
L	**Geri dön ve değerlendirme (Look back and evaluate)**

Dewey (1991) “Nasıl Düşünürüz?” adlı eserinde problem çözme aşamalarını duyulan zorluk, problemin tespit edilmesi ve ifade edilmesi, olası çözüm getiren hipotezlerin öne sürülmesi, uygun kanıtların toplanması, hipotezleri toplama ve uygun soruları cevaplama olarak açıklamaktadır.

Glover, Ronning ve Birning (1990); problem çözerken birinci aşamada bireyin bir problemle karşılaştığını; ikinci aşamada problemle birinci ve ikinci derecede ilgili olan bilgileri topladığını; üçüncü aşamada anlamlar geliştirilip, ilkeler ve sayıltılar oluşturularak problemin yapısallaştırdığını; dördüncü aşamada problemi yeniden tanımladığını; beşinci aşamada problemin çözümü için stratejik yollar üretilip, işlemler belirlenip, problemin çözümü için ölçüt geliştirdiğini; altıncı aşamada işlemleri karşılaştırıp en uygun olanını seçtiğini; yedinci aşamada yapılan işlemleri bir bütünlük içinde tekrar gözden geçirdiğini, çözüm yolunu denediğini; sekizinci aşamada ise başarısızlık varsa geri döndüğünü belirtmektedir.

Fidan (1996) ise problem çözmeyi kolaylaştırmak için yaptığı önerilerde problem çözme aşamalarını açıklamaktadır. Problem çözümüne başlamada, zaman harcanması gerektiğini, “ne” yin çözülmek istendiğinin karar verilmesi gerektiğini, problemlerle ilgili bilgilerin açık bir şekilde zihinde yerleştirilmesinin önemli olduğunu ve eleştiriye açık olmak gerektiğini belirtmiştir. Değişik fikirler üretmede ise alışılmışın dışına çıkılması gerektiği, belli noktalara takınılmaması gerektiği, bütün çözüm yollarının düşünülmesi üzerinde odaklanmaktadır. Fikirlerin değerlendirilmesi aşamasında ise yeni fikirlerin gerçek durumla karşılaştırılması gerektiğinin, kör bir noktaya gelinse bile vazgeçmemek gerektiğini, probleme farklı bakış açılardan bakılması gerektiğini ifade etmektedir.

Senemoğlu'na (2007) göre problem çözme aşamaları problemin anlaşılması, gerekli bilgilerin toplanması, problemin kaynağına inme, çözüm yollarını geliştirme, en iyi çözüm yollarının seçimi ve problemi çözümlemektir. Problem çözme aşamalarındaki bu farklılaşmalar farklı problem çözme yaklaşımlarının ortaya konulmasına neden olmuştur. Johnson (1961) ise problem çözme sürecini üç madde altında gruplamıştır; hazırlık, üretim, yargı. Hazırlık aşamasında, kişi var olan sorunu belirler ve çözüm üretmeye hazırlanır. Üretim aşamasında, birey muhtemel çözümleri

sıralar, düzenler ve bir çözüm üretir. Yargı aşamasında ise birey, üretilen çözümün doğru ya da yanlışlığına karar verir.

Morgan (1988)'a göre ise problem çözmenin dört basamağı vardır:

- Hazırlık: Kişi gerekli bilgiyi toplar ve problemin gerçekten nasıl olduğunu ortaya koyar.
- Kuluçka: Öncesinde çözümü engelleyen fikirler kaybolur.
- Aydınlanma ya da kavrayış: Kişinin zihninde ani ve yeni bir fikir doğar.
- Değerlendirme ve düzeltme: Kişi fikrini sınar; çözüm işe yaramaz ise tekrar başlangıç noktasına dönülür.

De La Bedoyere (1995); problemleri çözmek için DAADİ modelini geliştirmiştir:

- Dinleme: Yönetici sorunu olan kişiye empati geliştirmek için onu dinler.
- Araştırma: Yönetici ile sorunu olan kişi sorunu araştırırlar. Bu araştırmada sorunun asıl kaynağını anlamaya ve sorunu çözmek için neyin farklı olması gerektiğini saptamaya çalışırlar.
- Amaç saptama: Sorunun çözülmesi için gereken değişikliği sağlayacak somut ve ölçülebilir amaçlara karar verirler.
- Destekleme: Sorunu olan kişinin karar verilen amaçlara ulaşabilmesi için ihtiyacı olan destekler sağlanır.
- İzleme: sürecin nasıl geliştiği izlenir. Amaçlara ulaşılıp ulaşılmadığının ve sorunun çözülüp çözülmediğinin anlaşıldığı son aşamadır.

2.3.4. Problem Çözme Becerisi

Toplumların gelişen ve değişen yapısı, teknolojideki ilerlemeler, siyasi, sosyal ve ekonomik krizler vb. özel koşullardan sürekli etkilenmekte olup günümüz insanı, sürekli artan problemli durumlarla karşı karşıya kalmakta ve daha fazla sayıda ve daha farklı türde problem çözmeye odaklanmaktadır. Farklılaşarak artan problemleri tek bir yol ile çözmek mümkün değildir. Birey farklı problemleri çözmek için farklı çözüm yolları aramalı, keşfetmeli ve çeşitli beceriler geliştirmelidir. Bilen (2002), problem çözme becerisini, kişiyi çözüme götürecek kuralların edinilip kullanıma hazır

kılınabilecek ölçüde birleştirerek bir problemin çözümünde kullanılabilme düzeyidir şeklinde tanımlamaktadır.

Problem çözme yeteneği her ne kadar doğuştan gelen bir yetenek olsa da sonradan eğitim ve deneyimlerin etkisiyle gelişir ve beceri haline dönüşür (Çağlayan, 2007). Eğitimle geliştirilip kazandırılabilen bu beceri, nitelik olarak farklı kişi, zaman, olay ve ortamlara adapte edilebilmelidir. Önemli olan bu becerinin kişi tarafından özümsenip içselleştirilerek bilişsel, duyuşsal ve davranışsal alanlarda yeni durumlara aktarılması ve kullanılabilmesidir (Yıldız, 2003). Buradan hareketle bireylerdeki problem çözme becerisinin geliştirilmesi, eğitim açsından oldukça önemli olup, öğretim programlarının temel faktörünü oluşturmuştur (Aksan, 2006). Eğitim-Öğretim kapsamında da öğrenciler tarafından yeni bir sorunun çözülme süreci yeni fikirler üretmeyi, stratejiler geliştirmeyi de içine alan zevkli bir uğraştır. Aynı zamanda problem çözme uğraşısı, insan yaradılışına ilişkin çocukluğumuzun ilk uyum davranışlarını geliştirmek için temel bir başlangıçtır (Düzakın, 2004).

Problem çözme, çocuğun bir şahıs olarak gelişmesini hızlandırır; yeteneklerinin, kendine saygı ve kendine güven duygularının gelişmesini çabuklaştırır. Bu sebeple çocuk, kendi yararı bakımından, problem çözme faaliyetlerine tam anlamıyla katılmak için bütün çabasını sarfetmesi konusunda teşvik edilmelidir; çünkü ona hiç kimse ne karşılaştığı güçlüklerin nasıl yenileceğini söyleyebilir, ne de problem çözümünden neler kazanabileceğini anlatabilir (Bingham, 1971).

Problem çözme becerisi bir kişinin bilgisini ve yeteneğini ortaya koyan ölçütlerden biridir (İskender, Yaman ve Albayrak, 2004). Problem çözme becerisi bireyin birey olma ve çevresiyle baş etme sürecinde en belirleyici faktörlerden biridir. Birey, gündelik hayatında karşı karşıya kaldığı zorluklarla, çevresiyle ve sorunlarıyla kendi gücüyle, kendi problem çözme gücü çerçevesinde baş etmelidir (Tavlı, 2009). Bireylerin problem çözme becerisindeki yetersizlik, yaşamını olumsuz yönde etkilemekte ve birçok psikolojik sorunu da beraberinde getirmektedir (Danışık Demirci, 2005). İnsanlar yaşamları boyunca karşılaştıkları problemleri çözebildikleri derecede mutlu, sağlıklı, huzurlu olabilirler.

İnsan yaşamında problemsizlik mümkün değildir. Yaşanılan problemlerin çok çeşitli ve farklı olması, problemlerle başa çıkmada bireyin birçok yönden yeterli olmasını zorunlu kılar (Arıol, 2009). Rousim (2000)' a göre herkesin işinin bir parçası olarak problem çözebilmesi gerekse de pek azı bu konuda eğitimlidir. "Problem çözme belli bir zaman ve bedensel ve zihinsel güç gerektirir. Her şeyden önce problem çözme bireylerde eğitsel etkinliklerle oluşabilecek bir beceridir. Eğitim sisteminin gerek yapı gerekse işleyişi ile bireylerin problem çözme becerilerini geliştirici bir özellik taşıması gerekir" (Izgar, Gürel, Kesici ve Negiş, 2004). Bu anlamda, öğrencinin problem çözme becerisini kullanması bilgiyi yapılandırmasını kolaylaştırmakta ve anlamlı öğrenmesini sağlamaktadır.

Kişinin çeşitli sorgulamalar, deneyler ve zihinsel işlemler yaparak bir sorunu çözmesi ya da bir takım soyutlama ve genellemeler yaparak ilkelere veya yasalara ulaşması eğitimde problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinliklerdir. Problem çözme, belli bir zaman ve zihinsel güç gerektirir. Bu bağlamda, eğitim sisteminin de problem çözme becerilerini geliştirici bir özellik taşıması gerekir (Izgar, Gürel, Kesici ve Negiş, 2004). Eğitimin en önemli amaçlarından biri problem çözebilen, gerçek hayatta karşılaştığı problemlerle mücadele edebilen bireyler yetiştirmektir. Bunun için öğrenciler problemi belirleyebilmeli ve kendilerinde olan problem çözme becerilerini kullanabilmelidir (Köken, 2003). Problem çözme becerileri gelişmiş olan öğrenciler; bilgilerini yeni durumlara uygulayabilir, günlük hayatta karşılaştıkları problemleri daha kolay çözebilir ve birden fazla çözüm yolu kullanarak kendi öğrenme stillerine uygun yöntemleri keşfedebilirler (Çömlekoğlu, 2001).

Keenan (1997)'e göre problem çözme sürecinde başarılı olan öğrencilerin özellikleri şöyle sıralanmıştır:

- Problemlerle baş etmeyi öğretir.
- Çıkabilecek problemlerin önceden sezilmesini sağlar.
- Problem ortaya çıktığı anda, yaratıcı fikirler oluşturulmasını sağlar.
- Çözüm bulmada başarılı olur.
- Karar verirken bireyin kendine güven duymasını sağlar.

- Tartışma aşamasında oyalanmadan, harekete geçilmesini kolaylaştırır (Akt. Sezgin, 2011).

Koberg (1981)' e göre ise, problem çözme becerisine sahip olan kişilerin özellikleri aşağıda sıralanmıştır:

- Yenilikçi ve yeni oluşumlara açıktırlar,
- Tercih ve kararlarını ifade eder,
- Sorumluluk duygusuna sahiptir,
- Düşüncelerinde esnektir, gelenekçi değildir,
- Cesaretli ve maceracıdır,
- Alternatif fikirler üretir,
- Zeki ve dikkatlidir,
- Kendine güvenir ve kendine yeterlidir,
- İlgi alanları geniştir,
- Objektiftir,
- Mantıklıdır, prosedür ve yöntemlere bağlıdır,
- Rahat ve duygusaldır,
- Aktif ve enerjiktir,
- Yaratıcıdır,
- Verimlidir,
- Olaylara eleştirel bir bakışla yaklaşır (Akt. Terzi, 2003).

2.3.5. Problem Çözme Yaklaşımları

Kişilerin problem çözme yaklaşımları genellikle geçmiş yaşantılarına ve deneyimlerine bağlı olsa da, alanyazın araştırmacıları problem çözme sürecini ve işlemlerini farklı modellerle açıklamışlardır.

John Dewey (1933) nasıl düşünürüz adlı eserinde problem çözmenin adımlarını açıklamıştır. Bu adımlar;

- Problemle karşılaşmak (Confront problem),
- Problemi tanımlamak-teşhis etmek (Diagnose or define problem),

- Çözüm üretme (Inventory Several Solutions),
- Çözüm sonuçlarını tahmin etme (Conjecture consequences of solutions),
- Sonuçları kontrol etme (Test consequences) şeklindedir (Akt. Carson, 2006).

1945 yılında yazdığı "Nasıl Çözmeli?" isimli kitabı yazan Polya, problem çözme hareketinin öncüsü olmuştur. Kitabında heuristiklerden, sezgisellerin problemlerin çözümünde plan olarak kullanımından bahseden Polya, heuristik- sezgisel- kavramını, problem çözücünün problemin çözümünü bulmak için çeşitli yaklaşımlarla deneme süreci olarak açıklamıştır.

- *Problemin Anlaşılması:* Problem çözmenin ilk basamağında öncelikle iki soruya yanıt aranmaktadır; problemin çözümü için gerekli olan veriler nelerdir ve bilinmeyen nedir- bizden ne bulmamız istenmiştir. Eğer öğrenci bu sorulara tam olarak yanıt verebiliyorsa öğrencinin problemi anladığı kabul edilir. Öğrencinin problemde ilişkili ve ilişkisiz (gerekli-gereksiz) bilgileri ayırt edebilmesi, gerekli vurgulamayı yaparak okuması, probleme ilişkin şekil-diyagram çizebilmesi ve problemi alt problemlere- kısımlara ayırabilmesi de öğrencinin problemi anladığının göstergeleri olarak kabul edilmektedir (Altun, 2008). Bu basamağın doğru bir şekilde geçilmesi için öğrenciyi problemi tam olarak anlayana kadar tekrar tekrar okuması için teşvik edin. Öğrenci problemi biriyle tartışması ya da problemi kendi kelimeleriyle yeniden yazması problemin anlaşılırlığını artıracaktır. Öğrencinin "Problem benden ne istiyor", "hangi bilgiler problemin çözümüyle ilişkili", "çözmek için hangi bilgileri kullanmam gerekiyor" gibi içsel soruları, içsel düşünmesini harekete geçirecektir. Anlamını bilmediği kelimelerin altını çizmesi ve anlamlarını öğrenmek için çaba harcaması problemin anlaşılması için oldukça önemlidir. Problemde ne istendiğini, neyin bulunması gerektiğine karar vermeli, gereksiz bilgileri göz ardı etmesi gerekmektedir. Bu basamakta öğretmen, öğrencisine çizim yapması yönünde cesaretlendirmelidir.

- *Çözüm için Plan Hazırlama:* Bu basamakta öğrenci problemde verilenler ile problemde istenen arasındaki ilişkiyi nasıl kurabileceğini araştırmaktadır. Daha önce edindiği deneyimlerden yola çıkarak çözüme ulaşmaya çalışır. Bu süreçte strateji repertuarından; şekil, tablo, grafik ve denklemlerden yararlanır

(Polya, 1962; Bennett ve Nelson, 2004). Problemin çözüm yolu olarak ifade edilen problem çözme stratejileri belirli başlıklar altında sınıflanmıştır. Bu stratejiler; canlandırma, sistematik liste yapma, şekil-diyagram çizme, ilişki arama, geriye giderek çalışma, tahmin etme, kontrol etme, eşitlik-denklem yazma, aynı tür problemlerin çözümünden yararlanma, tablo yapma, eleme ve muhakeme etme şeklindedir (Altun, 2008). Çözüm sürecinde olan öğrencinin olası-gerçekçi tahmin ve çıkarsama yapmasını öğretmen teşvik edilmelidir. Öğrenci- problem çözücü, denediği stratejileri not almalı, çözüme ulaşamadığı durumlarda aynı stratejiyi tekrar kullanma hatasına düşmekten kaçınmalıdır.

- *Planın Uygulanması:* Problem anlaşılıp, çözüme uygun strateji belirlendikten sonra uygulama aşamasında öğrenci kullanacağı yolu dikkatle takip etmeli, hatadan sakınmak için tetikte olmalıdır. Problemin çözümü için hesaplamaların yapılması bu basamakta gerçekleşir. Öğrenci, problemi çözerken kullandığı düşünceleri not almalıdır. Problem çözümüne yaklaşımı sistematik olmalıdır. Eğer çözümde başarılı olamazsa problemi tekrar okumalı ve stratejiyi tekrar uygulamalıdır. Yine sonuç alamazsa problem çözme stratejilerini tekrar düşünmelidir. Öğrenciye sözel açıklama için fırsat tanınmalı ve cevaba nasıl ulaştığı anlattırılmalıdır.

- *Çözümün Tartışılması:* Problemin çözülmesi problem çözme sürecinin sona erdiği anlamına gelmez. Problem çözüldükten sonra sonucun kontrol edilmesi gerekir. Kontrol işlemi ters işlem yoluyla yapılabilir. Sonuç doğru değilse problem ilk basamaktan başlamak üzere tekrar ele alınır. Öğrenci cevabının anlamlı olup olmadığı ve sorulan soruya yanıtlayıp yanıtlamadığını düşünmelidir. Çözüm yolunu, düşünme şeklini, tahminlerini ve yaklaşımını ona daha sonra karşılaşacağı problemlerde yardımcı olması için yazmalıdır. Öğrenci "ya… olsaydı" sorusuyla çözdüğü problemi başka problemlerle ilişkili hale getirmelidir. Bu durum mantıksal düşünme sürecini çok daha etkin kullanmasına ve daha derin bir anlayışa kavuşmasına yol açacaktır. Problemin daha basit bir çözümü olup olmadığını öğrenci bu basamakta inceleyebilir.

Mayer'e (1985) göre matematiksel problem çözmenin iki önemli evresi bulunmaktadır; bunlar problemin tanımlanması ve problemin çözümüdür. Problemin tanımlanmasının iki alt boyutu bulunmaktadır; problemin çevirisi ve problemin bütünleşmesidir. Problemin çevirisi, problemde ne söylendiği anlamak için dil becerilerini kapsar. Problemin bütünleşmesi ise yapısal bir temsil oluşturmak için, problemin parçaları arasındaki ilişkilerin matematiksel yorumlanabilme yeteneğidir. Problemin çözümü için Mayer (1985), çözümü planlama ve çözme basamaklarını kullanmıştır. Çözümü planlama basamağında problemin çözümü için kullanılacak işlemler ve işlemlerin sırasına karar verilirken, çözme basamağında problemi çözmek için planlanan hesaplamalar yapılır.

Montague, Applegate ve Marquard (1993, 2000), Mayer'in modeli üzerinde çalışıp, modeli düzenleyerek, yedi bilişsel işlem ile kendi problem çözme süreçlerini ortaya koymuşlardır. "Solve it!" adını koydukları bir süreçte, Mayer'in modelinde yer alan problemin çevirisi bölümü yerine öğrencinin problemin anlaması için okuması ve kendi cümleleriyle yeniden yazması basamakları yer almaktadır. Problemin bütünleşmesi işlemine alternatif olarak öğrencinin şemalar çizerek görselleştirmesi işlemi bulunmaktadır. Öğrencinin problemi çözmek için plan yapması yani varsayımda bulunmasının ardından, problemin çözümü için mantıklı bir cevap tahmin etmesi gelmektedir. Son basamakta, çözme de, öğrenci hesaplar ve her şeyin yolunda olup olmadığını kontrol eder.

Schoenfeld (1985), Polya'nın adımlarını geliştirerek okuma, anlama-analiz etme, keşfetme, planlama-uygulama ve doğrulama basamaklarından oluşan bir yapı oluşturmuştur. Problem çözme için belirlenen basamakları birbirinden ayırmak mümkün olmadığı gibi öğrencilerin problem çözerken belirlenen basamakları sırasıyla kullanması da kesin değildir (Aydurmuş, 2013).

Garofalo ve Lester (1985) öğrencilerin büyük ölçüde problem çözme sürecinin farkında olmadıklarını ve Polya'nın (1945) modelinin biliş-bilişüstü davranışları kapsamadığı belirtmişlerdir. Problem çözme için biliş-bilişüstü çerçeve oluşturmuşlardır. Bu çerçevenin Polya, Schoenfeld, Sternberg ve Luria tarafından yapılan çalışmaların bir karışımı olduğunu belirtmişlerdir.

Bransford ve Stein (1984) belirledikleri 5 basamak (IDEAL); "I" Identify the problem (Problemi belirleme), "D" Define and represent the problem (Problemi tanımlama ve ifade etme), "E" Explore possible strategies (Olası stratejileri araştırma), "A" Act on strategies (Stratejileri uygulama), "L" Look bak and evaluate the effect of your activities (Yapılan etkinliklerin etkisini değerlendirme) şeklindedir. Modelin ilk basamağı problemin varlığını belirlemedir. Problem belirlendikten sonra problemin çözümü ile ilgili bilgilerin belirlenmesi, ilgisiz verilerin ayıklanmasını içeren problemi tanımlama ve ifade etme basamağı gelmektedir. Öğrenci problemi dilbilimsel olarak anlamalı, problemi parçalara ayırabilmelidir. Öğrenci problemi yüzeysel olarak ele almaktan kaçınmalı, problemi anlayabileceği bir şemaya çevirmelidir. Problemi çözmeye çalışan öğrenci üçüncü basamak olarak çeşitli algoritmalar ve problem çözme stratejileri (heuristikler) kullanarak olası çözüm yollarını, olası stratejileri araştırır. Stratejiyi seçme nedenleri ortaya konduğu durumlar, problem çözümünün başarılı olma olasılığını arttırır. Problemin ifade edilmesi ve çözüm yolunun belirlenmesinin ardından seçilen stratejinin uygulanma basamağı gelir. Seçilen strateji ile çözüme ulaşılırsa çözümün değerlendirilmesine geçilir; çözüme ulaşılamayan durumlarda ise ikinci ve üçüncü basamaklara geri dönülür, problemin anlaşılması ve strateji seçiminde yapılan hata tespit edilir, yeniden uygun bir strateji seçilir ve uygulanır. Son olarak çözümü değerlendirme basamağında sonuçların değerlendirilmesi yer alır. Çözümü destekleyen ve çözümle çelişen veriler ve bulgular kontrol edilir.

Polya (1945), Schoenfeld (1985) ve Garofalo ve Lester (1985)'in çalışmalarını takiben Verschaffel vd., (1999) diğer modellere benzeyen ancak beş aşamalı yetkin problem çözme modelini geliştirmişlerdir. Bu modelde özellikle ilk iki aşamada kullanışlı olan sekiz heuristik strateji bulunmaktadır. Beş aşama sırasıyla, problemin zihinsel temsilini oluşturma, problemi nasıl çözeceğine karar verme, gerekli hesaplamaları yapma, sonuçları yorumlama ve bir cevap oluşturma, sonucu değerlendirmedir. Verschaffel vd., (1999)' nin heuristik stratejileri (şekil çizme, liste, şema veya tablo yapma, gerekli bilgiyi gereksiz bilgiden ayırma, gerçek yaşam bilgilerini kullanma), problemin zihinsel temsilini oluşturmada kullanılır. İkinci aşamada problemin nasıl çözüleceğine karar vermede, öğrenci bir akış şeması çizebilir, tahmin ve kontrol stratejisini kullanabilir, bir örüntü arayabilir veya problemin içindeki sayısal değerleri basitleştirebilir.

2.3.6. Fen Bilimleri Öğretiminde Problem Çözme ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Gold, Crombie, Brender ve Mate (1984)'in kız ve erkek çocuklar da problem çözme becerileri ile uyumları arasındaki ilişkiyi belirlemek bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmaya göre anneleri tarafından daha az uyumlu olarak görülen çocukların, uyumlu olarak belirtilen çocuklardan problem çözme ile ilgili tüm ölçülerde iyi performans gösterdikleri ve aynı zamanda kız çocukların erkek çocuklardan oldukça yüksek puanlar aldıkları saptanmıştır.

Şahin (1999), 11–14 yaş grubundaki 1249 öğrencinin psiko-sosyal temelli problem çözme becerisini çeşitli değişkenler açısından karşılaştırmalı olarak incelemiştir. Araştırmanın sonucu, zekâ puanı yükseldikçe psiko-sosyal temelli problem çözme becerilerinin arttığını ve şehir alt kültüründen gelen öğrencilerin psiko-sosyal problem çözme becerilerinin köy ve kasaba alt kültüründen gelen öğrencilere oranla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Psiko-sosyal temelli problem çözme becerisi üzerinde cinsiyetin belirleyici bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Sonmaz (2002), İstanbul ili Kadıköy ilçesi sınırlarındaki özel ve resmi tüm ilköğretim okullarının 8. Sınıftaki toplam 364 öğrencisinin (198 kız, 166 erkek) problem çözme becerileri ile yaratıcılık ve zekâ düzeyleri arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırma sonucuna göre, öğrencilerin zekâ düzeyleri ile problem çözme becerileri arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, yaratıcılık ile problem çözme becerileri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Ayrıca, yaratıcılık ve zekânın cinsiyete göre farklılık göstermediği bulgulanmıştır.

Öztürk (2007), yaptığı çalışmada yaratıcı düşünmeye dayalı fen öğretiminin ilköğretim fen bilgisi 7. Sınıf öğrencilerinin yaratıcı düşünme düzeyleri ve problem çözme becerilerine etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda deneysel işlem sonrası, problem çözme becerileri arasında deney grubu lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Yaratıcı düşünmeye dayalı fen öğretiminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin, problem çözme becerileri ön test ve son test puanları arasında deney grubunun son test puanları lehine anlamlı bir farklılık saptanmıştır.

Taşdemir (2008), yaptığı çalışmada matematiksel düşünme becerilerinin ilköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersindeki akademik başarıları, problem çözme becerileri ve tutumları üzerine etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda çalışma grubunda bulunan öğrencilerin, PÇBBÖ son test ortalamaları, deney grubundaki öğrencilerin yükseldiği, bulunmuştur. PÇBBÖ son test ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Bozan (2008), çalışmasında ilköğretim 7. sınıf fen ve teknoloji dersinde yer alan basınç konusuna yönelik olarak tasarlanan ve uygulanan problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin başarısına, fene, problem çözmeye ve üstbiliş beceriler geliştirmeye karşı tutumlarına olan etkisini belirlemeyi amaçlamıştır. Çalışmada, ön test-son test yarı deneysel araştırma dizaynı kullanılmıştır. Araştırma, 2006-2007 eğitim-öğretim yılında, dört deney grubu ve beş kontrol grubu ile yürütülmüştür. 116 deney ve 153 kontrol grubunda olmak üzere toplam 269 öğrenci çalışmaya katılmıştır. Deney grubundaki öğrencilere problem çözme çalışmalarında hazırlanan problem çözme etkinlikleri destekli öğretim yapılmıştır. Araştırma sonuçları deney grubunda gerçekleştirilen problem çözme etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir. Basınç başarı ve tutum anketlerinin son test puanlarında, deney ve kontrol grupları arasında, deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmuştur. Ayrıca problem çözme becerileri kazanç puanlarındaki artış, deney grubunda daha fazladır.

Ilgın (2010), çalışmasında ilköğretim ikinci sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerinin metinlerle geliştirilmesini araştırmıştır. Araştırmada, metinlere dayalı etkinlikler uygulanarak, problem çözme becerisinin kazandırılmasının, öğrencilerin problem çözme düzeylerine etkisi saptanmaya çalışılmıştır. Araştırma, Denizli iline bağlı bir ilköğretim okulunun 2 ikinci sınıflarında yürütülmüştür. Ön test – son test Kontrol Gruplu Deneme Modeli'ne göre rastgele atama sonucunda, araştırma grubu 2-A sınıfı deney ve 2-B sınıfı kontrol grubu olarak belirlenmiştir. Dokuz hafta boyunca haftada dört saat, kontrol grubunda Türkçe dersinde kılavuz öğretmen kitabı izlenirken, deney grubunda metinler problem çözme etkinlikleriyle yürütülmüştür. Araştırmada veri toplama aracı olarak "Problem Çözme Testi" ve "Problem Çözme

Etkinlikleri" kullanılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre deney grubu problem çözmenin "Problemi tanımak ve onunla uğraşma ihtiyacı duyma, toplanmış veriler ışığında çeşitli muhtemel çözüm yollarını tespit etme, kararlaştırılan çözüm yolunu uygulama, çözüm şekillerini değerlendirme, kullanılan problem çözme yöntemini değerlendirme aşamalarında gelişim göstermiştir.

Özer (2010), ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin öğrenme şekilleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkiyi incelemiş ve çalışma sonucunda öğrencilerin öğrenme stillerine göre problem çözme becerileri incelendiğinde, "değiştirme" öğrenme stiline sahip öğrencilerin aceleci-kaçıngan, değerlendiren-düşünen, kendine güvenli-düşünen, planlı-düşünen, planlı değerlendiren ve planlı-kendine güvenli problem çözme becerileri arasında pozitif yönde, düşük düzeyde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Öğrencilerin problem çözme becerilerinin öğrenme stiline göre yordanmasına ilişkin analiz sonuçlarına bakıldığında öğrencilerin öğrenme stilinin, "aceleci", "kaçıngan", "değerlendiren", "kendine güvenli" ve "planlı" problem çözme becerilerinin anlamlı bir yordayıcısı olmadığı görülmüş ve buna karşın, analiz sonuçlarına göre öğrencilerin öğrenme stilinin, "düşünen" problem çözme becerilerinin çok düşük düzeyde anlamlı bir yordayıcısı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Batı (2010), çalışmasında bilimsel süreç becerilerine dayalı ilköğretim fen eğitiminin, öğrencilerin bilimsel problem çözme becerilerine etkisini araştırmıştır. İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi 6. sınıf yaşamımızdaki elektrik ünitesi kapsamında bilimsel süreç becerilerini içeren bir program hazırlanmış ve uygulanmıştır. Deney ve kontrol grupları, Ankara ilindeki bir ortaokulun 6. sınıf öğrencileri arasından rastgele olarak seçilmiştir. Araştırma kapsamında, deney grubunda 25 ve kontrol grubunda 23 öğrenci olmak üzere toplam 48 öğrenci ile çalışılmıştır. Öğrencilerin bilimsel problem çözme becerilerinin belirlenmesi amacıyla, Bilimsel Problem Çözme Testi geliştirilmiş; deney ve kontrol gruplarına ön test ve son test olarak uygulanmıştır. Araştırma sonunda, bilimsel süreç becerilerine dayalı yürütülen fen eğitiminin, öğrencilerin bilimsel problem çözme becerilerini arttırdığı, ilk elden öğrenme sağladığı için öğrencilerin ilgi ve meraklarını desteklediği, öğrencilerin soru sorma ve düşünme becerilerini geliştirerek eğitimin kalitesini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

İnel, Balım ve Evrekli (2009), çalışmalarında kavram karikatürü destekli probleme dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin problem çözme becerilerine yönelik algılarına, fen ve teknoloji dersine karşı tutumlarına ve öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda kavram karikatürü destekli dersin işlendiği grupta yer alan öğrencilerin, Fen ve Teknoloji öğretim programında yer alan etkinliklerle dersin işlendiği grupta yer alan öğrencilere göre problem çözme becerileri algılarında pozitif yönde anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin fen ve teknoloji dersine karşı tutumlarında ve kavramsal anlamalarında da deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna varılmıştır.

Kardaş (2013) çalışmasında fen eğitiminde argümantasyon odaklı öğretim yönteminin öğrencilerin karar verme, problem çözme ve argümantasyon becerilerinin gelişimine etkisini araştırmaktadır. Araştırma nicel araştırma yöntemlerinden deneysel desene dayalı olarak nitel ve nicel veri toplama araçlarının kullanıldığı karma yöntem biçiminde gerçekleştirilmiştir. Araştırma 2011-2012 öğretim yılında beşinci sınıfa devam eden öğrencilerle yürütülmüştür. Araştırma sonucu, argümantasyon odaklı öğretimin yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin karar verme becerilerinin geliştiğini göstermiştir. Argümantasyon odaklı öğretim yönteminin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerinin düzeyi ile kontrol grubu öğrencileri arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir.

Chen, Dooren ve Lieven (2013) çalışmalarında, öğrencilerin problem kurma ve problem çözme yetenekleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada öğrencilere problem kurma testi, problem çözme testi, problem kurma anketi, problem çözme anketi ve standart bir başarı testi uygulanmıştır. Uygulama 69 Çinli 5. Sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda öğrenciler arasında, problem kurma ve problem çözme yetenekleri ve inançları arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin matematiksel yeteneklerinin, problem kurma ve çözme becerilerini olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Katrancı (2014), çalışmasında işbirliğine dayalı öğrenme ortamlarında uygulanacak olan problem oluşturma çalışmalarının öğrencilerin matematiksel anlama ve problem çözme başarılarına etkisinin olup olmadığını belirlemeyi amaçlamıştır. Sakarya ili merkez ortaokullarından Mehmet Zorlu Ortaokulu'nun 7. sınıflarında öğrenim görmekte olan 68 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada bir deney ve bir kontrol grubu yer almıştır. Deney grubunda işbirliğine dayalı öğrenme ortamlarında problem oluşturma çalışmaları yöntemiyle, kontrol grubunda işbirliğine dayalı öğrenme ortamlarında var olan normal sürecin devamı şeklinde işlenmiştir. Uygulama 6 hafta sürmüş, araştırma sonucunda; işbirliğine dayalı öğrenme ortamlarında yapılan problem oluşturma çalışmaları ile öğrencilerin matematiksel anlamalarında ve problem çözme başarılarında pozitif bir artışın olduğu saptanmıştır.

BÖLÜM III: YÖNTEM

3.1. ARAŞTIRMANIN MODELİ

Araştırmada karma araştırma yaklaşımını kullanılmıştır. Karma araştırma yaklaşımı, araştırmacının tek bir araştırmada nitel ve nicel yöntemleri kullanarak veri toplayıp analiz ettiği, bulguları bütünleştirdiği ve her iki kaynaktan elde ettiği bulguları kullanarak çıkarımlar yaptığı bir araştırma sürecidir (Creswell ve Tashakkori, 2007). Bilim oyuncakları geliştirme uygulamasının Fen Bilimleri 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisini incelemek için nicel araştırma yaklaşımları içinde yer alan öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Ön test, son test kontrol ve deney gruplu modelde yansız atama ile oluşturulmuş iki gruptan biri deney diğeri kontrol grubu olarak kullanılmaktadır (Karasar, 2007).

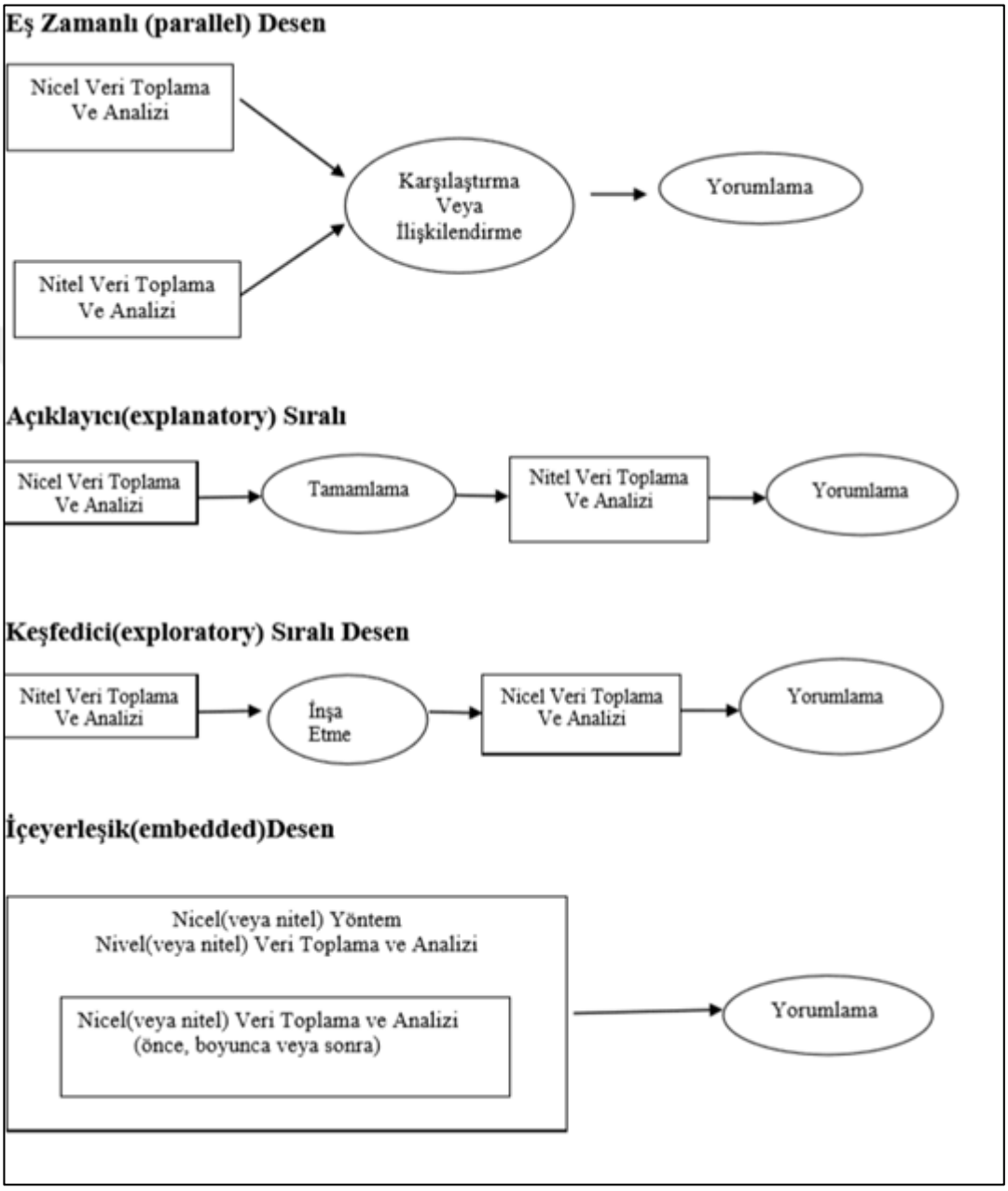
Tablo 3-1: Araştırmanın Deseni

Grup	Ön Test	Öğretim Yöntemi	Son Test
Deney	PÇE	Mühendislik Tasarım Aşamalarına Göre Bilim Oyuncakları Tasarımı Uygulaması **Nitel Veriler**	PÇE
Kontrol	PÇE	Fen Bilimleri Müfredatı (MEB, 2018)	PÇE

Nitel veri toplama teknikleri ile veri elde etmek için, araştırmada yarı yapılandırılmış görüşme tekniği kullanılmıştır. Nitel araştırmalar, ürünlerden ya da çıktılardan daha çok süreç ile ilgilenmektedir. Dolayısıyla nitel araştırmalarda anlamlar önem taşımaktadır (Merriam, 1988). Bu desene dayalı olarak deney grubunda bilim oyuncakları geliştirilmesi uygulaması yapılmış olup, kontrol grubunu oluşturan öğrenciler ile geleneksel yöntemle öğretim gerçekleştirilmiştir.

Karma yöntem yaklaşımında nitel ve nicel yöntemler farklı biçimde bir araya gelebilmektedir. Bazı araştırma desenlerinde nicel yöntemler ön plana çıkarken diğerlerinde nitel yöntemler ağırlığını hissettirmektedir. Bazen ise her iki yöntem eşit

olarak kullanılabilmektedir. Bu çerçevede Creswell & Plano-Clark (2007) bu desenleri dört grupta toplamaktadır; eş zamanlı (parallel) desen, içeyerleşik (embedded) desen, açıklayıcı (explanatory) sıralı desen ve keşfedici (exploratory) sıralı desen.



Şekil 3-1: Karma Yöntem Desenleri (Creswell ve Plano-Clark, 2007)

Bu araştırmada, mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulaması uygulamalarının öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi ve süreç içerisindeki performanslarını belirlemek amacıyla öğrencilerden nicel olarak elde edilen veriler ile yarı yapılandırılmış görüşme formlarıyla nitel olarak elde edilen veriler birbirini desteklemek için kullanılmıştır. Nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma yöntemler, araştırmacının araştırma sürecinde kendisinden veya araştırmanın doğasından kaynaklanabilecek yanlılıkları en aza indirgemesine büyük katkılar sağlamakta ve yapılan araştırmanın niteliğini artırmaktadır. Çünkü veri kaynaklarını çeşitlendirme, elde edilecek sonuçların daha geçerli olmasına olanak sağlamaktadır (Creswell ve Clark, 2007). Araştırmada yakınsayan paralel desen (eş zamanlı desen) kullanılmıştır. Creswell ve Plano Clark (2014), Morse (1991) araştırmalarda yakınsayan paralel desen kullanılmasının amacı, aynı konu üzerinde farklı, fakat birbirini tamamlayıcı veriler elde etmeyi sağlamaktır. Creswell ve Plano Clark (2014) yakınsayan paralel desende nicel ve nitel aşamalarda araştırma veri toplama süreci aynı anda eş zamanlı olarak gerçekleşir. Eş zamanlı karma yöntem; araştırmacının nicel ve nitel olmak üzere her iki yöntemle aynı anda veri toplamasına ve elde ettiği bilgiyi genel sonuçların yorumlanmasına dayanmaktadır (Creswell, 2003). Nitel ve nicel veriler aynı zaman periyodunda fakat birbirinden bağımsız bir şekilde toplanmıştır. Elde edilen veriler birlikte analiz edilmiş ve araştırma sorularının cevaplandırılmasında birlikte kullanılmıştır. Veri analizinde nicel ve nitel aşamalar ayrı ayrı incelenerek, sonucunda genel yargılara varılarak sonuçlar birleştirilmiştir.

3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI

Nicel verilerin toplanmasında kullanılmak üzere Fen Bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerini ölçmek için ulusal ve uluslararası alan yazında mevcut ölçme araçları incelenmiş ve çalışma kapsamında kullanılan veri toplama aracı "Problem Çözme Envanteri (PÇE)" olarak belirlenmiştir.

Nitel veriler; deney grubu için araştırmacı tarafından geliştirilen "Mühendislik Tasarım Basamakları Kullanılarak Geliştirilen Bilim Oyuncaklarını Değerlendirme Rubriği" ve "Görüşme Formu" kullanılarak toplanmıştır.

3.2.1. Problem Çözme Envanteri

Tez kapsamında, Fen Bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin bilim oyuncağı geliştirme uygulaması sürecinde geliştirdikleri bilim oyuncaklarının problem çözme becerilerine etkisini belirleme amacıyla orijinali Heppner ve Peterson (1982) tarafından problem çözmenin aşamaları paralelinde geliştirilen, Şahin, Şahin ve Heppner (1993) tarafından Türkçe'ye uyarlanması gerçekleştirilen Problem Çözme Envanteri (PÇE) kullanılmıştır (EK 4). Prof. Dr. Şahin ile e-posta yoluyla iletişime geçilerek, testi kullanım için gerekli izin alınmıştır (EK 5). PÇE 35 maddeden oluşmaktadır. Maddelerin dokuzu "Aceleci Yaklaşım", beşi "Düşünen yaklaşım" dördü "Kaçıngan Yaklaşım", üçü "Değerlendirici Yaklaşım", altısı "Kendine Güvenli Yaklaşım" ve dördü "Planlı Yaklaşım" süreçleri ile ilgilidir. 35 maddeden oluşan likert tipi bir ölçek olan PÇE'nin puanlama sistemi en düşük 1 en yüksek 6 olacak şekildedir. PÇE' nin güvenirlik analizi toplam 224 üniversite öğrencisinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Ölçeğe ait cronbach alfa güvenirlik katsayısı 0.88 olarak bulunmuştur. Tek ve çift sayılı maddelerin ayrılmasıyla kullanılan yarıya bölme tekniği ile elde edilen güvenirlilik kat sayısı ise, r=0.81 şeklinde hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu ise ölçeğin tümü için cronbach alfa tutarlılık kat sayısı 0.90 iken alt ölçeklerden elde edilen katsayılar ise 0.72 ile 0.81 arasında hesaplanmıştır (Şahin, 1993).

3.2.2. Değerlendirme Rubriği

Nitel verilerin toplandığı bilim oyuncakları geliştirme etkinliklerinin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere geliştirilen rubrik puanları ise nitel verilerin analizinin bir diğer kısmını oluşturmaktadır.

3.2.2.1. Rubriğin Oluşturulması

Rubrik, performansa dayalı bir durum belirlemenin kritik bölümünü oluşturan dereceli puanlama anahtarları öğrencilerin yazılı kompozisyonlarını, sözel sunularını ya da bilimsel projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir tür puanlama ölçeğidir

(Popham, 1997). Popham'a göre rubrik, her bir çalışma için ölçüt belirleyen, listeler oluşturan ve çalışmada nelerin yapılacağını belirten puanlama aracıdır. Popham (1997)'a göre dereceli puanlama anahtarı üç bölümden oluşmaktadır:

1. Değerlendirme ölçütleri: Cevapların kabul edilebilir ya da kabul edilemezliğini belirlemek için kullanılır.
2. Ölçüt tanımlamaları: Öğrencilerin değerlendirilecek olan yanıtlarındaki niteliksel farklılıkları tanımlama yoludur. Öğrencinin bir ölçütten neden en yüksek puan ya da en düşün puanı aldığın gösterir.
3. Puanlama stratejisi: Puanlamalar bütünsel (holistic) ya da analitik olabilir. Bu puan türünün hangisinin kullanılacağını ise değerlendirmenin amacı belirler (Popham, 1997).

Araştırmanın nitel veri analizine ait birinci alt problemi olan "Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarımlama sürecindeki performansları nasıl bir değişim göstermektedir?" sorusunu yanıtlamak için süreç odaklı değerlendirme sunan ve alternatif değerlendirme araçlarından biri olan dereceli puanlama anahtarı (rubrik) geliştirilmiştir. Moskal ve Leydens (2000)'in belirttiği gibi; ölçülmek istenen performansı oluşturan özelliklerin alt faktörlere ayrılarak farklı performans düzeyleri için tanımlar yapılacağından kullanılan rubrik türü analitik rubrik olarak belirlenmiştir.

Mühendislik tasarım basamakları kullanılarak oluşturulan bilim oyuncakları etkinliklerinin değerlendirilmesi için geliştirilen rubriğin oluşturma işlemi öncelikle Andrade (1997)'nin belirttiği rubrik oluşturma basamakları dikkate alınarak yapılmıştır. Bu süreç aşağıdaki gibi gerçekleştirilmiştir.

1. Bilim oyuncakları ve mühendislik tasarımına yönelik alan yazının incelenmesi
2.Mühendislik tasarım basamaklarına göre ölçütlerin, tanımların ve puanlama düzeyinin belirlenmesi
3. Taslak rubriğin hazırlanması
4. Taslak rubriğin kullanımı
5. Öğrencilerden gelen dönütlerin alınması
6. Taslak rubriğin tekrar gözden geçirilerek gerekli düzenlemelerin yapılması
7. Geçerlik ve güvenirlik çalışmalarının yapılması

8. Rubriğe son halinin verilmesi

Rubriğin oluşturulma sürecinde ilk olarak bilim oyuncakları tasarımının mühendislik tasarım basamaklarına göre bileşenleri incelenmiş ve mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncaklarının oluşturulma sürecindeki aşamalar ortaya konmuştur. İncelemelerin ardından rubrikle ilgili ölçütlerin mühendislik tasarım basamakları (tanımlama, araştırma, hayal etme, planlama, tasarlama, test etme, geliştirme, rapor etme ve paylaşma) olması gerektiğine karar verilmiştir. Rubriğin tanımlama, araştırma, hayal etme, test etme ve geliştirme basamakları için bir ölçüt, plan yapma basamağı için dört ölçüt, tasarlama basamağı için üç ölçüt, rapor etme ve paylaşma basamağı için ise iki ölçüt olacak şekilde toplam 14 maddelik dereceli puanlama anahtarı hazırlanmıştır. Her ölçüt için 5 dereceyi ifade eden nitelikler belirlenmiş ve puanlama 0-4 arasında olacak şekilde oluşturulmuştur. Her bir ölçüt için birbirinden farklı 5 başarı derecesi düşünülmüştür ve bu dereceler en düşükten en yüksek dereceye doğru sırasıyla "Yetersiz", "Oldukça Eksik", "Bazı eksikler var", "Ufak eksikler var" ve "Yeterli" ifadeleri ile nitelendirilmiştir. Rubrik geliştirilirken Moskal (2003)'ın belirttiği gibi ölçütlerin belirlenen hedeflerle uyumlu olmasına, puanlama düzeyinin anlaşılır olmasına ve ölçütlerin ifadesinin puanlama düzeyine göre iyi tanımlanmış ve açık olmasına dikkat edilmiştir. Rubrik taslağı ilk olarak 2016-2017 eğitim-öğretim yılında, bir devlet okulundaki 16 kişilik 6. sınıf öğrencileri üzerinde, fen bilimleri dersi elektrik ünitesinin öğretiminde uygulanmıştır. Rubrik 1 akademisyen ve 3 asistanın görüşüne sunulmuştur. Dönütler ile ilgili olarak gerekli düzeltmeler yapılıp rubiğe son şekli verilmiştir.

3.2.2.2. Geliştirilen Analitik Rubriğin Geçerlik ve Güvenirlik Çalışmaları

Dereceli Puanlama Rubriğinin Güvenirliği

Güvenirlik, ölçme sonuçlarının oluşabilecek tesadüfi hatalardan arınıklığıdır (Baykul, 2000). Tesadüfi hata, ölçme işlemine hangi kaynaklardan, ne ölçüde karıştığı belli olmayan hata türü şeklinde tanımlanmaktadır. Bu hataya ölçmeyi yapanın dikkatsiz oluşu, ölçüm yapılan ortam, ölçme aracı ve diğer faktörler neden olabilmektedir (Atılgan, Kan ve Doğan, 2007).

Geliştirilen rubrik için güvenirlik, "değerlendirmeye alınan bir öğrencinin performansının farklı değerlendirici kişilerden her değerlendirilişte aynı puanları alması" şeklinde tanımlanmaktadır (Tuncel, 2011: 222). Rubriklerdeki güvenirliğin sağlanması puanlayıcılar arasında uyum olmasına bağlıdır (Moskal ve Leydens, 2000).

Çalışmada gerçekleştilen taslak uygulamada 16 öğrenci 4 gruba ayrılmış ve mühendislik tasarım basamaklarına göre 4 farklı etkinlik ile bilim oyuncakları geliştirmişlerdir. Geliştirilen bu oyuncaklar öğrencilerin kendilerine verilen etkinlik kitapçıkları doğrultusunda oluşturulmuştur. Dereceli puanlama anahtarları öğrencilerin etkinlik süresince doldurdukları etkinlik kitapçıklarına göre 3 alan uzmanı tarafından puanlanmıştır. Dereceli puanlama anahtarının güvenirliliğini test etmek amacıyla veriler SPSS paket programına aktarılmış ve kappa katsayına bakılmıştır. Aynı performans ile ilgili farklı puanlayıcılar arasındaki korelasyonlarının yüksek çıkması, ölçme aracının puanlayıcı güvenirliği açısından daha güvenli olduğu şeklinde yorumlanabilir. Cohen (1960), puanlayıcılar arası güvenirlik belirlemede sıklıkla kullanılan Kappa istatistiğini önermiştir. Bu bağlamda araştırmada dereceli puanlama anahtarının güvenirliğini tespit etmek için farklı öğrencilerin etkinlik kitapçıkları dört farklı puanlayıcı tarafından bağımsız olarak puanlanmıştır. Puanlama sonuçlarına göre Ağrılıklı Kappa analizleri yapılmış ve geliştirilen rubriğe ait güvenirlik sonuçları saptanmıştır (Şencan, 2005). Tablo 3-2'de Landis ve Koch (1977) tarafından belirtilen, kappa istatistiğinin yorumlanmasında kullanılan uyum düzeyleri verilmiştir.

Tablo 3-2: Kappa İstatistiğinin Yorumlanmasına Kullanılacak Değer Aralıkları

Değer aralıkları	Uyumun gücü
<0,00	Zayıf
0,00-0,20	Önemsiz
0,21-0,40	Düşük
0,41-0,60	Orta
0,61-0,80	Önemli
0,81-1,00	Çok Yüksek

Şencan (2005) ise kappa katsayısı kullanılarak elde edilen verileri "Zayıf uyuşma =< ,20; Kabul edilebilir uyuşma= ,20-40; Orta Derecede uyuşma= ,40-,60; İyi uyuşma=,60-,80; Çok iyi uyuşma= ,80-1,00" şeklinde yorumlanmaktadır.

Tablo 3-3: Mühendislik Tasarım Basamakları Kullanılarak Geliştirilen Bilim Oyuncakları Değerlendirme Rubriğinin Alt Boyutlara Göre Puanlayıcılar Arası Uyuma İlişkin Ağırlıklı Kappa Katsayısı Sonuçları

Mühendislik Tasarım Basamakları	**Ölçütler**	**Ağırlıklı Kappa Değeri**	**Öğrenci Grup Sayısı**
Tanımlama (Problemi Belirleme)	Problem Cümlesinin İfadesi	,892***	4
Araştırma	Çözüme Yönelik Araştırılan Ürünün Özellik Sayısı	,743***	4
Hayal Etme	Çözüme Yönelik Hayal Edilen Ürünün Uygunluğu	,822***	4
Plan Yapma	Plan Basamaklarının Listelenmesi	,619***	4
	Planın Diyagram ile Belirtilmesi	,657***	4
	Planın Resim ile Görselleştirilmesi	,728***	4
	Tasarlanacak Ürünün Benzerlerinden Olan Farklılığı	,892***	4
Tasarlama	Seçilen Malzemelerin Uygunluğu	,728***	4
	Seçilen Malzemeleri Etkili Kullanma	,652***	4
	Tasarım Zamanının Etkili Kullanılması	,667***	4
Test Etme	Verilerin Kaydının Doğruluğu	,892***	4
Geliştirme	Yapılması Belirtilen Değişikliklerin Uygunluğu	,743***	4
Rapor Etme ve Paylaşma	Çözümün güçlü yönlerinin ve sebeplerinin belirtilmesi	,667***	4
	Çözümün zayıf yönlerinin ve sebeplerinin belirtilmesi	,735***	4

Tablo 3-3'te puanlayıcılar arası uyuma ilişkin Ağırlıklı Kappa Katsayısı hesaplanarak elde edilen sonuçlar verilmiştir. Buna göre dört puanlayıcı arasından ağırlıklı kappa katsayısı Tanımlama basamağının Problem Cümlesinin İfadesi alt boyutunda, 892; Araştırma basamağının Çözüme Yönelik Araştırılan Ürünün Özellik Sayısı alt boyutunda, 743; Hayal Etme basamağının Çözüme Yönelik Hayal Edilen Ürünün Uygunluğu alt boyutunda, 822; Plan yapma basamağının Plan Basamaklarının Listelenmesi alt boyutunda, 619; Planın Diyagram ile Belirtilmesi alt boyutunda, 657; Planın Resim ile Görselleştirilmesi alt boyutunda, 728; Tasarlanacak Ürünün

Benzerlerinden Olan Farklılığı alt boyutunda, 892; Tasarlama basamağının Seçilen Malzemelerin Uygunluğu alt boyutunda, 728; Seçilen Malzemeleri Etkili Kullanma alt boyutunda, 652; Tasarım Zamanının Etkili Kullanılması alt boyutunda, 667; Geliştirme basamağının Yapılması Belirtilen Değişikliklerin Uygunluğu alt boyutunda, 743; Rapor etme ve Paylaşma basamağının Çözümün güçlü yönlerinin ve sebeplerinin belirtilmesi alt boyutunda, 667; Çözümün zayıf yönlerinin ve sebeplerinin belirtilmesi alt boyutunda, 735'tir. Elde edilen bu bulgular Şencan (2005) tarafından belirtildiği gibi, kappa katsayısından elde edilen verilerin iyi uyuşma ve çok iyi uyuşma gösterdiğini desteklemektedir.

Mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen bilim oyuncakları değerlendirme rubriğinin Cronbach alfa iç tutarlık değeri .96 olarak belirlenmiştir. Bu bağlamda 14 maddelik mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen bilim oyuncaklar değerlendirme rubriğinin performans ölçümlerinde doğru ve güvenilir bir ölçüm yaptığı söylenebilir.

Dereceli Puanlama Rubriğinin Geçerliliği

Moskal ve Leydens (2000) dereceli puanlama anahtarının "içerik, yapı ve ölçüt" yönüyle incelenmesi gerektiğini ifade etmiştir. İçerik, değerlendirme ölçütlerinin konu dışındaki herhangi bir içeriği tanımlayıp tanımlamadığıyla; ölçütlerin tasarlanan içeriğin tüm yönleriyle tanımlayıp tanımlamadığıyla; rubrikle değerlendirilmesi yapılacak etkinliğin tanımlanmamış bir içerik alanının olup olmadığıyla ilgilidir. Yapı, hedeflenen yapının önemli tüm yönlerinin puanlama ölçütleriyle değerlendirilip değerlendirilmediğiyle ve ortaya çıkan tüm değerlendirme ölçütlerinin belirlenen yapıyla ilişkili olup olmadığıdır. Ölçüt, puanlama ölçütlerinin, ilgili performansın veya gelecekteki başarının ögelerini nasıl yansıttığı; puanlama ölçütlerine yansıtılmayan ilişkili performansın herhangi bir yönünün olup olmadığı gibi durumlar ile ilgidir. Bu araştırmada geliştirilen dereceli puanlama anahtarı için geçerlik çalışmaları "içerik, yapı ve ölçüt" yönleri ele alınarak gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda, dereceli puanlama anahtarının geçerliğini belirlemek için formun hazırlanmasında 3 farklı ölçme değerlendirme uzmanlarının görüşleri dikkate alınmıştır.

Mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen bilim oyuncakları değerlendirme rubriği geçerli ve güvenir bir ölçme aracı olup son hali EK 2' de sunulmuştur.

3.2.3. Görüşme Formu

Çalışmada kullanılan görüşme formu yarı yapılandırılmış görüşme formu olup araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Hazırlanan görüşme formu iki bölümden oluşmaktadır.

İlk bölümde öğrencilerin bilim oyuncakları tasarlama sürecindeki problem çözme becerilerine yönelik sorgulayıcı 8 soru sorulmuştur. Bu bağlamda özellikle PÇE' nin alt faktörlerinde değişim gözlenmesi durumunda değişimin neden/lerinin detaylı açıklanabilmesi amaçlanmıştır.

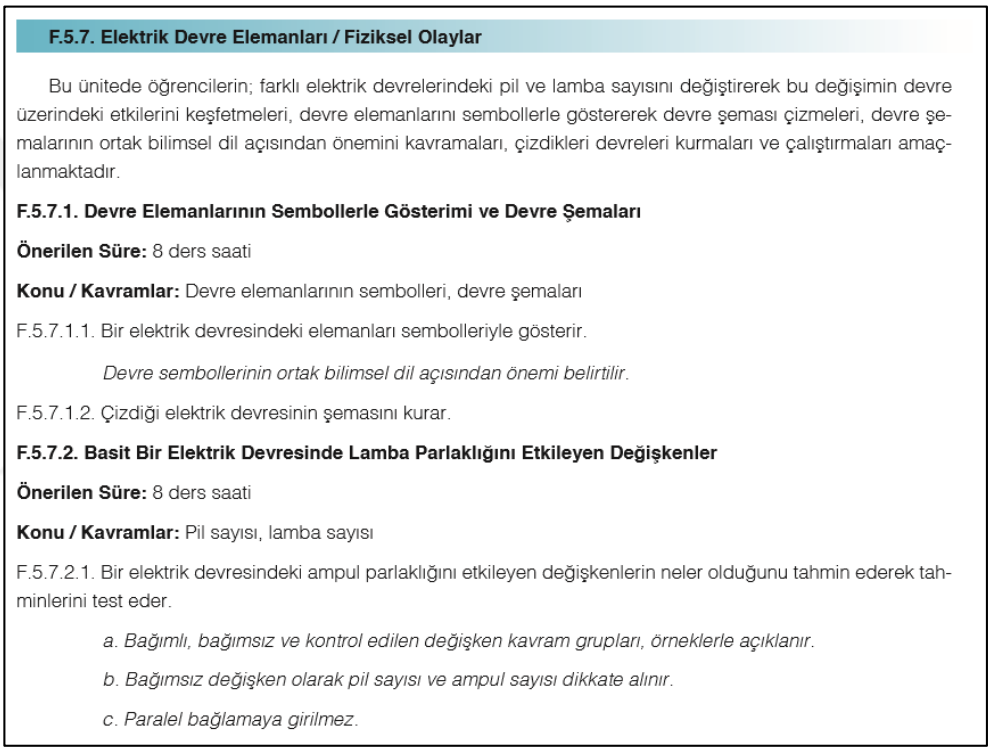
İkinci bölümde ise mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları oluşturma sürecindeki düşüncelerine ve öğrenme sürecindeki performanslarının değişimine yönelik 9 soru sorulmuştur. Her iki bölümde de sonda sorular sorularak öğrencilerin düşüncelerini ifade edebilmesi kolaylaştırılmıştır. Görüşme formu ve içerdiği sorular ekte verilmiştir (EK 7).

3.3. EVREN VE ÖRNEKLEM/ÇALIŞMA GRUBU

Tez çalışması, 2017-2018 eğitim-öğretim yılında Kastamonu ilinde bulunan bir imamhatip ortaokulunda farklı iki şubede bulunan ve 5. sınıfta öğrenim gören 26 erkek öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubundaki öğrencilerin tamamı erkek öğrencilerden oluşmaktadır. Uygulama öncesinde öğrenci velilerinin yapılan çalışmalardan haberdar olmaları ve çalışmalarda gönüllülük esasına dayalı bir ortam oluşturmak için öğrencilere "Veli İzin Belgesi" (EK 3) dağıtılmış ve velilerinden onay alınmıştır.

3.3.1. Kontrol Grubunun Oluşturulması ve Uygulama

Kontrol grubu için yansız atama ile çalışmanın gerçekleştirildiği okulda bulunan iki tane 5. sınıf şubesinden biri seçilerek uygulama gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda dersler 2018 yılında yayınlanan fen bilimleri öğretim programında yer alan MEB kazanımları doğrultusunda "Elektrik Devre Elemanları" ünitesi Fen Bilimleri ders kitabı doğrultusunda işlenmiştir. Uygulama haftada 4 saat olmak üzere 4 hafta boyunca, toplam 16 saat sürmüştür.



F.5.7. Elektrik Devre Elemanları / Fiziksel Olaylar

Bu ünitede öğrencilerin; farklı elektrik devrelerindeki pil ve lamba sayısını değiştirerek bu değişimin devre üzerindeki etkilerini keşfetmeleri, devre elemanlarını sembollerle göstererek devre şeması çizmeleri, devre şemalarının ortak bilimsel dil açısından önemini kavramaları, çizdikleri devreleri kurmaları ve çalıştırmaları amaçlanmaktadır.

F.5.7.1. Devre Elemanlarının Sembollerle Gösterimi ve Devre Şemaları

Önerilen Süre: 8 ders saati

Konu / Kavramlar: Devre elemanlarının sembolleri, devre şemaları

F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembolleriyle gösterir.

Devre sembollerinin ortak bilimsel dil açısından önemi belirtilir.

F.5.7.1.2. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.

F.5.7.2. Basit Bir Elektrik Devresinde Lamba Parlaklığını Etkileyen Değişkenler

Önerilen Süre: 8 ders saati

Konu / Kavramlar: Pil sayısı, lamba sayısı

F.5.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin ederek tahminlerini test eder.

a. Bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişken kavram grupları, örneklerle açıklanır.

b. Bağımsız değişken olarak pil sayısı ve ampul sayısı dikkate alınır.

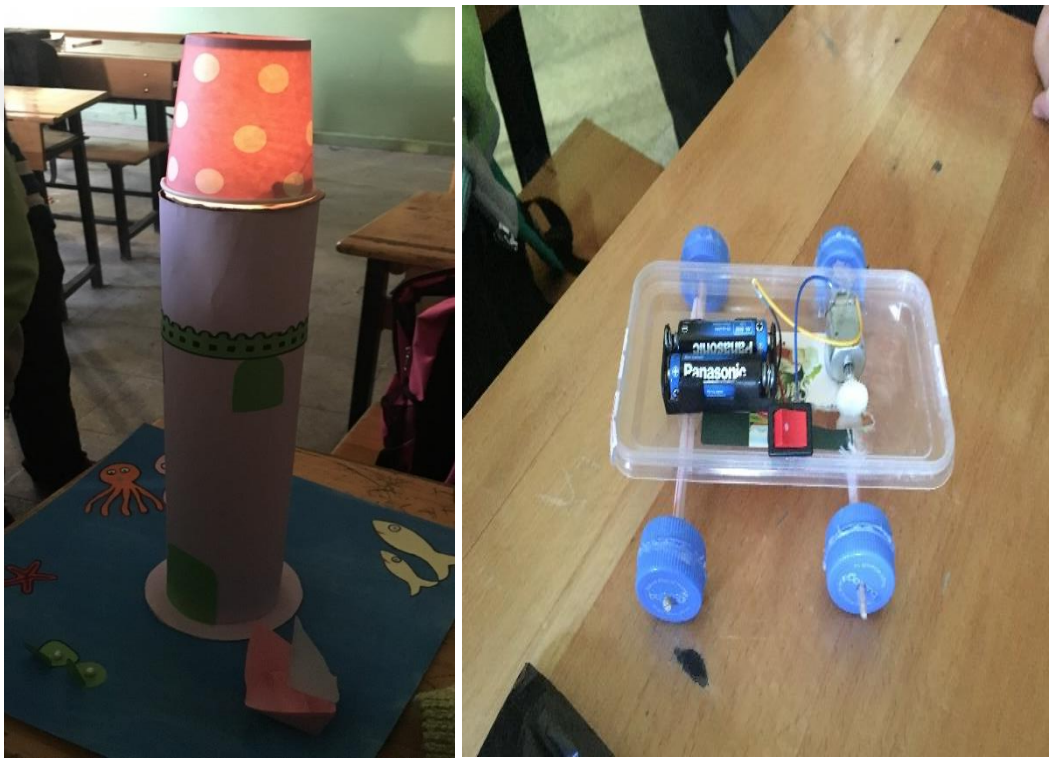
c. Paralel bağlamaya girilmez.

Şekil 3-2: 5. Sınıf Fen Bilimleri Dersi Elektrik Devre Elemanları Ünitesi Kazanımları (MEB, 2018, s.29)

Öğretmen faktörünün bağımlı değişkenler üzerindeki etkisini ortadan kaldırmak amacıyla kontrol ve deney gruplarındaki uygulamalar araşırmacı tarafından yürütülmüştür. Ders işlenmeye başlanmadan önce Problem Çözme Envanteri ön-test olarak kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır. Akabinde, 4 haftalık süre ile Fen Bilimleri ders kitabında yer alan etkinlikler gerçekleştirilmiş, değerlendirme soruları ve alıştırmalar çözülmüştür. Ünite bitiminde tekrar Problem Çözme Envanteri son-test olarak kontrol grubu öğrencilerine uygulanmıştır.

Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri 5. Sınıf kitabı incelendiğinde “Elektrik Devre Elemanları” ünitesinde Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları ile ilgili etkinlikler de olduğu görülmektedir.

Ders kitabında yer alan ilk etkinlikte öğrencilerin kurdukları devreleri tasarladıkları bir oyuncağın içerisine yerleştirmeleri istenmiştir. Bunun sonucunda sınıfta bulunan öğrencilerin büyük bir kısmı bu uygulamayı anlamayarak etkinliği tamamlayamamışlardır. Bazı öğrencilerin geliştirdikleri ürünler ise aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 3-3: Kontrol Grubundaki Öğrencilerin Tasarladıkları Ürünler

Fen Bilimleri 5. sınıf “Elektrik Devre Elemanları” ünitesinde yer alan diğer etkinlikte ise öğrencilere bir problem durumu verilerek bu problemi keşfetmeleri ve çözüm yolları üretmeleri istenmiş fakat bu kısımda öğrenciler tarafından ürün oluşturulmamıştır.

3.3.2. Deney Grubunun Oluşturulması ve Uygulama

Deney grubundaki öğrenciler ile "Elektrik Devre Elemanları" ünitesi Mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulaması etkinlikleri ile işlenmiştir. Haftada 4 saat olan Fen Bilimleri dersinde, 4 hafta boyunca toplam 16 ders saati boyunca etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Dersler laboratuvar ortamında işlenmiştir. Uygulama yapılmadan önce ön hazırlık için öğrencilere bir ders saati boyunca uygulama hakkında bilgiler verilmiş, bu bilgiler doğrultusunda yapılacak olan faaliyet açıklanmıştır.

Çalışma grupları oluşturulurken öğrencilerin grup içinde heterojen, gruplar arasında ise homojen dağılımlarını sağlamak amacıyla akademik başarısı yüksek, orta ve düşük düzeydeki öğrencilerin isimleri gruplandırılarak kağıtlara yazılmış ve ayrı ayrı kura çekme yöntemi ile gruplar belirlenmiştir. Toplam 4 grup oluşturulup 3 grupta 3'er kişi 1 grupta ise 4 kişi olması sağlanmıştır. Her grupta akademik başarısı yüksek, orta ve düşük olan öğrencilerden bulunması sağlanmıştır. Oluşturulan gruplarda bulunan öğrencilerden gruplarına isim bulmaları istenmiştir. Gruplar fikir alış-verişi yaptıktan sonra grup isimlerini belirlemişlerdir. Gruplar Elektrik Uzmanları, Tahin Pekmez, Dr. Elektrik ve Tavşangiller olarak adlandırılmışlardır. Tablo 3-4'te öğrencilerin bulundukları gruplar ve öğrenci kodları verilmiştir.

Tablo 3-4: Deney Grubundaki Öğrencilerin Uygulama Sırasında Oluşturdukları Grupların Adları ve Öğrenci Kodları

Grubun Adı	Öğrenci Adının Kodu	Katılımcı Sayısı (n)
Elektrik Uzmanları	$Ö_1, Ö_3, Ö_{13}$	3
Tahin Pekmez	$Ö_2, Ö_6, Ö_9$	3
Dr. Elektrik	$Ö_5, Ö_7, Ö_{12}$	3
Tavşangiller	$Ö_4, Ö_8, Ö_{10}, Ö_{11}$	4

Öğrenciler gruplarına göre çalışma masalarına yerleştirilmiştir. Uygulama öncesi Problem Çözme Envanteri (PÇE) deney grubu öğrencilerine ön-test olarak uygulanmıştır. Öğrencilere her gruba birer adet olmak üzere araştırmacı tarafından mühendislik tasarım basamaklarına uygun olarak geliştirilen etkinlik kitapçıkları (EK 1) dağıtılmıştır. Öğrenciler kitapçıklarında belirtilen adımlara göre hem etkinlik kitapçıklarını doldurmuşlar hem de tasarlayacakları ürünü oluşturmuşlardır. Öğrenciler mühendislik tasarım temelli etkinlikleri uygulama süreci boyunca öğrenme ortamlarını oldukça benimsemiştir. Öğrencilerin derslerde grupça geliştirdikleri ürünler ve etkinlik kitapçıklarındaki uygulamaları her ders bitiminde toplanarak bir sonraki derste devam etmek üzere korunmuştur. Şekil 3-4'te öğrencilerin grup çalışma ortamları ve geliştirilen etkinlik kitapçıkları gösterilmektedir.



Şekil 3-4: Öğrencilerin Çalışma Masalarındaki Konumları ve Etkinlik Kitapçıklarına Ait Görseller

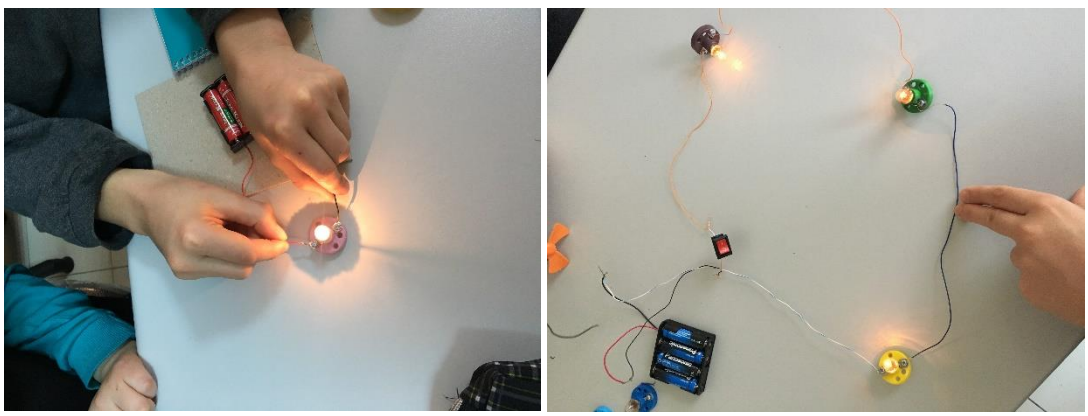
Mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulaması ortamı olarak fen laboratuvarı kullanılmıştır. Her grubun ayrı ayrı çalışacağı dört adet bölüm belirlenmiştir. Öğrencilerin günlük yaşamlarında karşılarına çıkmış ya da çıkabilecek problemlere karşı oluşturacakları çözüm önerileri ve çözüm için

geliştirecekleri tasarımlarda kullanacakları araç-gereçler laboratuvarın bir köşesine koyulmuştur. Şekil 3-5'te malzemelerin konulduğu köşe yer almaktadır.



Şekil 3-5: Öğrencilerin Kullanacakları Malzemelerin Bulunduğu Köşe ve Öğrenciler Oluşturacakları Ürünün Malzemesini Seçerken

Uygulama öncesinde ön hazırlık için öğrencilere uygulamanın ilk haftasının ilk dersinde bir ders saati boyunca uygulama hakkında bilgiler verilmiş, bu bilgiler doğrultusunda yapılacak olan faaliyet açıklanmıştır. Uygulamanın ilk haftasının ikinci dersinde öğrenci kitapçığında yer alan "Düşünelim, Tartışalım" bölümü uygulanmış ders ile ilgili dikkat çekme ve kavramlara ait ön bilgilerin yoklanması gerçekleştirilmiştir. Üçüncü ve dördüncü derslerinde ise "Devre Kuralım" etkinliği ile öğrencilerin değişkenlere göre (ampul sayısı, pil sayısı vb.) devreler kurarak bu değişkenlerin hangi devredeki hangi özellikleri etkilediğini deneyerek öğrenmeleri sağlanmıştır. Şekil 3-6'da öğrenci gruplarının oluşturduğu elektirk devresi fotoğrafları yer almaktadır.



Şekil 3-6: Öğrencilerin Kurduğu Elektrik Devrelerine Ait Görseller

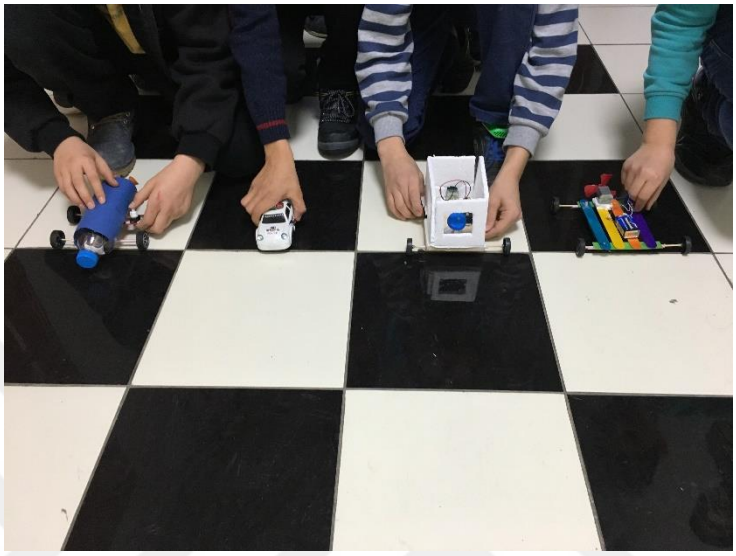
Uygulamanın sonraki haftasında bilim oyuncakları tasarlama etkinliklerine geçilmiş olup, öğrencilerden sırasıyla yarış arabası, hırsız alarmı, kapı zili ve tekne tasarlamaları beklenmiştir. Her bir bilim oyuncağı tasarlama etkinliğinin uygulanması 3 ders saati olarak düzenlenmiştir. Her bir etkinlikte öğrencilere problem durumu senaryo şeklinde sunulmuş ve sırasıyla problem cümlesini oluşturmaları, problem ile ilgili araştırma yapmaları, çözüm yolları oluşturarak çözüme yönelik uygun malzemeler seçmeleri, çözüme yönelik plan yapmaları, planları doğrultusuda ürün tasarlayıp oluşturmaları, ürünleri test etmeleri, geliştirmeleri ve en son bu süreci rapor edip paylaşmaları beklenmiştir.

İlk etkinlikte öğrencilerden, verilen problem durumunu içeren senaryoya göre problem durumunu keşfetmeleri ve bu probleme yönelik çözüm olarak yarış arabası tasarlamaları beklenmiştir. Öğrenci gruplarının yukarıda açıklanan mühendislik tasarım basamakları uygulamaları sonunda ürettikleri yarış arabası modelleri Şekil 3-7'de verilmiştir.



Şekil 3-7: Birinci Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Yarış Arabaları

İlk etkinlik sonucu grupların oluşturduğu yarış arabalarının birbirlerine göre üstünlüklerini belirlemek amacıyla gruplar arasında yarış yapılmış olup kazanan grubun tasarladığı yarış arabasının diğerlerinden neden daha hızlı olabildiği tartışılmıştır. Şekil 3-8'de öğrenci gruplarının tasarladığı yarış arabalarının birbirleriyle yarışma sırasında çekilmiş fotoğrafı verilmiştir.



Şekil 3-8: Öğrenci Gruplarının Tasarladıkları Yarış Arabalarının Birbirleriyle Yarışması

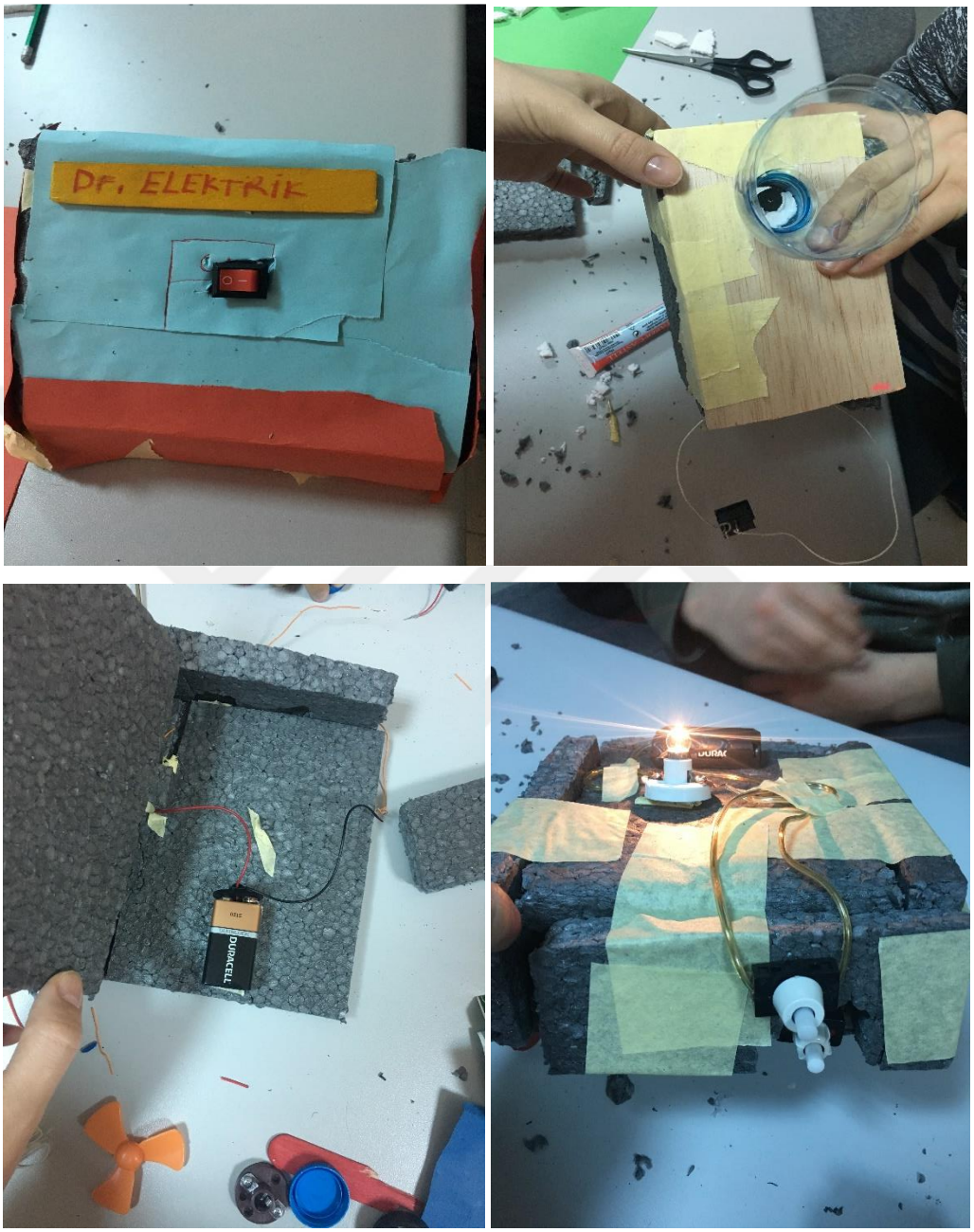
İkinci etkinlikte öğrencilerden, verilen problem durumunu içeren senaryoya göre problem durumunu keşfetmeleri ve bu probleme yönelik çözüm olarak hırsız alarmı tasarlamaları beklenmiştir. Öğrenci gruplarının yukarıda açıklanan mühendislik tasarım basamakları uygulamaları sonunda ürettikleri hırsız alarmı modelleri Şekil 3-9'da şekilde verilmiştir.



Şekil 3-9: İkinci Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Hırsız Alarmları

Üçüncü etkinlikte öğrencilerden, verilen problem durumunu içeren senaryoya göre problem durumunu keşfetmeleri ve bu probleme yönelik çözüm olarak kapı zili tasarlamaları beklenmiştir. Verilen senaryoda bir öğrencinin eve geldiğinde annesinin duyma problemi yaşadığı için kapı zilini duymakta zorlandığı ve bu sebeple çoğu kez kapıda kaldığından bahsedilmektedir. Öğrencilerden bu probleme yönelik çözüm yolları bulmaları beklenmiştir. Öğrenci gruplarının yukarıda açıklanan mühendislik

tasarım basamakları uygulamaları sonunda ürettikleri kapı zili modelleri Şekil 3-10'da verilmiştir.



Şekil 3-10: Üçüncü Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Kapı Zilleri

Dördüncü etkinlikte öğrencilerden, verilen problem durumunu içeren senaryoya göre problem durumunu keşfetmeleri ve bu probleme yönelik çözüm olarak tekne tasarlamaları beklenmiştir. Verilen senaryoda bir mühendisin ıssız bir adaya

kaçırılarak adada bulunan laboratuvarda yalnız başına kaldığından ve buradan kurtulmak zorunda olduğundan bahsedilmektedir. Öğrencilerden bu probleme yönelik çözüm yolları bulmaları beklenmiştir. Öğrenci gruplarının yukarıda açıklanan mühendislik tasarım basamakları uygulamaları sonunda ürettikleri tekne modelleri Şekil 3-11'de verilmiştir.



Şekil 3-11: Dördüncü Etkinlikte Öğrenci Gruplarının Oluşturduğu Tekneler

Mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının bitiminde Problem Çözme Envanteri (PÇE) deney grubu öğrencilerine son-test olarak uygulanmıştır.

3.4. VERİLERİN ANALİZİ VE ÇÖZÜMLENMESİ

Araştırma karma yöntem kullanılarak gerçekleştirildiği için, çalışma kapsamında hem nitel hem de nicel verilerin elde edilmiştir. Bu doğrultuda elde edilen verilen araştırma problemlerine bağlı olarak olarak analiz edilmiştir. Nicel veriler, aynı katılımcılardan uygulama öncesi ve sonrasında ölçüm yapılarak toplanan nicel verilerin analizinde bağımsız grup t-testi ve çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. Nitel verilerin analizi için kullanılan yöntem içerik analizi yöntemidir. Veriler araştırmacılar tarafından geliştirilen "Mühendislik Tasarım Basamakları Kullanılarak Geliştirilen Bilim Oyuncaklarını Değerlendirme Rubriği" (EK 2) ve yine araştırmacı tarafından geliştirilen yarı yapılandırılmış "Görüşme Formu" (EK 7) ile değerlendirilmiştir. Verilerin analiz süreçleri aşağıda açıklandığı şekilde gerçekleştirilmiştir.

3.4.1. Nicel Verilerin Analizi

3.4.1.1. Problem Çözme Envanteri ile ilgili Nicel Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında deney grubu ve kontrol grubuna uygulanan PÇE'den elde edilen veriler MS Excel ve SPSS paket programı yardımıyla, amaca bağlı olarak farklı türden analizler kullanılarak değerlendirilmiştir. PÇE'den elde edilen verilerin analizinde standart sapma, yüzde ve frekans analizlerini içeren betimleyici istatistikler, Mann Whitney U ve Wilcoxon İşaretli Sıralar testlerini içeren parametrik olmayan analizler kullanılmıştır.

Veri analizi yapılırken problem çözme becerileri alt faktörlerinden "Aceleci Yaklaşım" ve "Kaçıngan Yaklaşım" alt faktörlerine ait maddelerin ters maddeler olduğu testi geliştiren uzman kişi tarafından kullanım izni alındığı sırada belirtilmiş (EK B) ve veri analizleri ters maddelere uygun olacak şekilde SPSS programında puanları ters olarak girilmiştir. Burada "Aceleci Yaklaşım" ve "Kaçıngan Yaklaşım" alt faktörlerindeki puanların yüksek olması o maddelerdeki azalmayı ifade etmektedir.

Araştırmanın alt problemlerinin yorumlanmasında kullanılacak olan analizin belirlenmesinde bağımlı değişkenin her iki grupta da normal dağıldığı varsayımı

dikkate alınmıştır. Bununla birlikte puanların normallik gösterip göstermediğine dair bazı ön analizler yapılmıştır. Buna göre;

Deney ve kontrol gruplarının PÇE ön test puanlarının dağılımının normalliğini belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testine başvurulmuştur. Deney ve kontrol gruplarının PÇE ön test puanlarının normallik testi sonuçları Tablo 3-5'teki gibidir.

Tablo 3-5: Kontrol-Deney Grupları Problem Çözme Becerileri Ön test puanları Shapiro-Wilk Testi Sonuçları

Alt Boyut	Grup	S-W	sd	p
Aceleci Yaklaşım	Kontrol	,854	13	,032*
	Deney	,903		,145
Düşünen Yaklaşım	Kontrol	,883	13	,078
	Deney	,863		,042*
Kaçıngan Yaklaşım	Kontrol	,958	13	,726
	Deney	,882		,076
Değerlendirici Yaklaşım	Kontrol	,857	13	,035*
	Deney	,855		,034*
Kendine Güvenli Yaklaşım	Kontrol	,903	13	,149
	Deney	,918		,234
Planlı Yaklaşım	Kontrol	,908	13	,171
	Deney	,973		,924
Toplam	Kontrol	,913	13	,201
	Deney	,923		,277

p<.05

Tablo 3-5 incelendiğinde kontrol ve deney grupları Problem Çözme Envanteri (PÇE) ön test toplam puanı normal dağılım sergilediği, alt boyutlarının normal dağılım sergilemediği görülmektedir.

Tablo 3-6: Kontrol-Deney Grupları Problem Çözme Becerileri Ön Test Puanları Box's M Testi Sonuçları

Box's M	F	p
1,842	1,770	,184

Kontrol- deney grupları ön test toplam puanlarının normal dağılım sergilediği gözlemlendiğinden homojenliğini belirlemek için Box's M testi uygulanmıştır. Analiz sonuçlarına ait sonuçlar Tablo 3-6'da özetlenmiştir. p>.05 olduğunda varyans-kovaryans eşitliğinden söz edilir. Sonuçlar incelendiğinde homojenliğin varsayımının da sağlandığı gözlenmektedir.

Tablo 3-5 ve Tablo 3-6 incelendiğinde verilerin normal dağılım gösterdiği görülmektedir. Bu durumda veri analizi sürecinde parametrik analizlerin kullanılması

gerekmekte fakat oluşturulan grupların örneklem boyutları 30 kişiden az olduğu için parametrik olmayan testlerin kullanımı daha uygun görülmüştür. Aynı gruptaki öğrencilerin ön test-son test sonuçlarının karşılaştırılmasında Wilcoxon Testi, farklı deney gruplarının son test sonuçlarının karşılaştırılması için Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır.

3.4.2. Nitel Verilerin Analizi

3.4.2.1. Mühendislik Tasarım Basamakları Kullanılarak Geliştirilen Bilim Oyuncakları Değerlendirme Rubriği ile İlgili Nitel Verilerin Analizi

Araştırmada öğrencilerin bilim oyuncağı geliştirme uygulamasında mühendislik tasarım basamakları kullanımda, öğrenme sürecindeki performanslarını ve problem çözme becerilerini etkileyen faktörler ile bilim oyuncağı geliştirme sürecine yönelik düşünceleri ayrıntılı olarak ele alınmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda, deney grubundaki öğrencilerin doldurdukları etkinlik kitapçıklarının mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen bilim oyuncakları değerlendirme rubriğine göre analizi gerçekleştirilmiştir.

Rubriğin tanımlama, araştırma, hayal etme, test etme ve geliştirme basamakları için bir ölçüt, plan yapma basamağı için dört ölçüt, tasarlama basamağı için üç ölçüt, rapor etme ve paylaşma basamağı için ise iki ölçüt olacak şekilde toplam 14 maddelik dereceli puanlama anahtarı hazırlanmıştır. Her ölçüt için 5 dereceyi ifade eden nitelikler belirlenmiş ve puanlama 0-4 arasında olacak şekilde oluşturulmuştur. Her bir ölçüt için birbirinden farklı 5 başarı derecesi düşünülmüştür ve bu dereceler en düşükten en yüksek dereceye doğru sırasıyla “Yetersiz”, “Oldukça Eksik”, “Bazı eksikler var”, “Ufak eksikler var” ve “Yeterli” ifadeleri ile nitelendirilmiştir. Öğrencilerin rubrikten alacağı en düşük puan “0” en yüksek puan ise “56 olarak belirlenmiştir. Rubrik geliştirilirken Moskal (2003)’ın belirttiği gibi ölçütlerin belirlenen hedeflerle uyumlu olmasına, puanlama düzeyinin anlaşılır olmasına ve ölçütlerin ifadesinin puanlama düzeyine göre iyi tanımlanmış ve açık olmasına dikkat edilmiştir. Rubrik analizi için gerçekleştirilen çalışmada 13 öğrenci 4 gruba ayrılmıştır ve kendilerine verilen etkinlik kitapçıkları doğrultusunda bilim oyuncakları oluşturmuştur. Dereceli puanlama anahtarları öğrencilerin etkinlik süresince doldurdukları etkinlik kitapçıklarına göre dört farklı puanlayıcı tarafından puanlanmış,

puanların ortalaması alınıp SPSS programına aktarılmıştır. Puanlama sonuçlarına göre Ağrılıklı Kappa analizleri yapılmış ve Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı saptanmıştır.

3.4.2.2. Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu Ile Ilgili Nitel Verilerin Analizi

Öğrencilerle gerçekleştirilen görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmış ve görüşme bitiminden hemen sonra kayıtlar bilgisayar ortamına aktarılarak deşifre edilmiştir. Elde edilen Word dökümanlarının çıktısı alınarak katılımcıların teyidi için ilgili katılımcılara tekrar okutulmuştur. Katılımcıların tümü görüşmeye ekleyecekleri ya da düzeltecekleri bir husus olmadığını belirtmişlerdir. Çalışmaya katılan katılımcılara katkılarından dolayı teşekkür edilerek araştırma sonuçları hakkında bilgilendirilebilecekleri belirtilmiştir. Katılımcıların yaşları küçük olduğu için velilerinden onay alınarak verilerin analizi gerçekleştirilmiştir.

Uygulama sonunda deney grubundaki öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmeler sonucu elde edilen verilerin analizi için içerik analizi tekniği kullanılmıştır. İçerik analizinin amacı, elde edilen verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Bundan dolayı görüşme sorularına verilen cevapların içinde birbirine benzeyen veriler belirlenen kavramlar ya da temalar çerçevesinde bir araya getirilerek ve okuyucunun anlayabileceği şekilde düzenlenerek yorumlanır (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Görüşmelerden elde edilen verilerin analizinde 2 farklı uzman ve nitel analiz konusunda uzman olan 3 farklı eş kodlayıcıdan yardım alınmıştır. Araştırmacının ve iki eş kodlayıcının ayrı ayrı yaptıkları analizler bir araya getirilerek karşılaştırılmış, üç eş kodlayıcı bir araya gelerek çalışma tekrar edilmiş ve belirlenen kodlar ve örüntüler tartışılarak hangi başlıklar altında ele alınması gerektiğine karar verilmiştir. Kodlayıcılar verilerin kodlanmasında büyük oranda uzlaşmışlardır. Sonuç olarak üzerinde uzlaşılan analiz sonuçları kullanılmış ve üzerinde uzlaşılamayan analiz sonuçlarının uzlaşılamama nedenleri belirlenerek kullanılmamasına karar verilmiştir.

BÖLÜM IV: BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın bu bölümünde çalışmanın alt problemleriyle ilgili elde edilen nicel ve nitel bulgular yorumlanarak ele alınmıştır. Bu amaçla, araştırmanın nicel boyutuyla ilgili olarak, Problem Çözme Envanteri deney ve kontrol gruplarından ön ve son test puanlarına göre elde edilen veriler analiz edilmiştir. Elde edilen veri analizleri doğrultusunda bilim oyuncakları geliştirme uygulamasının 5. sınıf öğrencilerinde problem çözme becerilerine etkisinin olup olmadığı belirlenmiştir. Bilim oyuncakları geliştirme uygulamasının analizi için geliştirilen rubrik puanları da nicel bulgulara ek olarak incelenmiştir. Deney grubuna uygulanan bilim oyuncakları geliştirme etkinliklerini değerlendirme amaçlı geliştirilen rubrik ile öğrencilerin mühendislik tasarım basamaklarından aldıkları puanlar ve öğrenmelerindeki gelişim süreci incelenmiştir. Araştırmanın nitel boyutu ile ilgili olarak uygulama sonunda yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler analiz edilmiştir. Bu veriler doğrultusunda deney grubundaki öğrencilerin bilim oyuncakları geliştirme uygulamasında mühendislik tasarım basamakları kullanımının öğrenme sürecindeki performanslarına etkisi, mühendislik tasarım basamaklarının öğrencilerin problem çözme becerisine etkisi ve öğrencilerin mühendislik tasarım basamakları kullanımı ile geliştirdikleri bilim oyuncaklarının öğrenme sürecine yönelik düşüncelerine ait bulgular ayrıntılı olarak sunulmuştur. Bu doğrultuda bulgular nicel alt problemler ve nitel alt problemler başlıklarıyla kategorilere ayrılarak açıklanmıştır.

4.1. NİCEL VERİLERİN ANALİZİNDEN ELDE EDİLEN BULGULAR

Gerçekleştirilen tez çalışmasının nicel araştırma yöntemleri ile araştırılan birinci problem cümlesi; “Mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisi var mıdır?” olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda ele alınacak alt problemler aşağıda belirtilmiştir;

1. Deney ve kontrol gruplarının problem çözme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

2. Mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının gerçekleştiği deney grubunda, Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin ön test-son test sonuçlarına göre problem çözme becerileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?

Verilen alt problemlere paralel olarak, araştırmanın nicel boyutunda ilk olarak deney ve kontrol gruplarına uygulama öncesinde ve sonrasında uygulanan problem çözme becerileri envanteri ile nicel veriler elde edilmiştir. Bu verilerin analizi için SPSS.18 paket programından faydalanılmıştır. İkinci olarak ise deney grubuna uygulanan bilim oyuncakları geliştirme etkinlikleri değerlendirme amaçlı geliştirilen rubrikten elde edilen puanların analizine yer verilmiştir.

Nicel verilerin analizine geçmeden önce araştırmanın betimsel istatistik sonuçlarına yer verilmiştir. Araştırmanın deney grubu ve kontrol grubunda yer alan öğrenci sayıları Tablo 4-1'de verilmiştir.

Tablo 4-1: Deney Grubu ve Kontrol Grubu 5. Sınıf Öğrencilerinin Dağılımına İlişkin Betimsel İstatistik Sonuçları

Grup	N	%
Deney	13	50
Kontrol	13	50
Toplam	26	100

Tablo 4-1'de bilim oyuncakları geliştirme uygulamasının "Yaşamımızdaki Elektrik" ünitesinde uygulanarak işlendiği deney grubunda toplam 13 öğrenci, aynı konunun ders kitabına bağlı kalarak geleneksel yöntem ile işlendiği kontrol grubunda yine 13 öğrencinin yer aldığı gösterilmektedir. Çalışma öğrencilerin tamamının erkek olduğu bir okulda gerçekleştirildiği için katılımcıların hepsinin cinsiyeti erkek olup cinsiyete göre dağılım ve yüzde frekansını ve istatistik sonuçlarını içeren tabloya ihtiyaç duyulmamıştır.

4.1.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt probleminde "Deney ve kontrol gruplarının problem çözme becerileri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?" sorusuna

yönelik cevap aranmıştır. Bu soruyu yanıtlamak amacıyla deney ve kontrol gruplarında yer alan öğrencilerin problem çözme becerileri puanları ortalamaları uygulama öncesinde yapılan Problem Çözme Envanteri (PÇE) ile belirlenmiştir.

Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerileri ve alt boyutları ön test puanları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek amacıyla Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Bu alt probleme ilişkin verilerin analizi Tablo 4-2'de sunulmuştur.

Tablo 4-2: Kontrol Ve Deney Gruplarındaki Öğrenciler Arasındaki Problem Çözme Becerileri ve Alt Boyutları Ön Test Puanları Ortalamaları Mann Whitney U Testi Sonuçları

Alt Boyut	Grup	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p
Aceleci Yaklaşım	Kontrol	13	13,58	176,50	83,500	,959
	Deney	13	13,42	174,50		
Düşünen Yaklaşım	Kontrol	13	13,69	178,00	82,000	,897
	Deney	13	13,31	173		
Kaçıngan Yaklaşım	Kontrol	13	14,35	186,50	73,500	,571
	Deney	13	12,65	164,50		
Değerlendirici Yaklaşım	Kontrol	13	13,35	173,50	82,500	,918
	Deney	13	13,65	177,50		
Kendine Güvenli Yaklaşım	Kontrol	13	14,69	191	69,000	,423
	Deney	13	12,31	160		
Planlı Yaklaşım	Kontrol	13	15,04	195,50	64,500	,301
	Deney	13	11,96	155,50		
Toplam	Kontrol	13	14,50	188,50	71,500	,511
	Deney	13	12,50	162,50		

p<.05

Tablo 4-2'da sunulan Mann Whitney U testi sonuçları incelendiğinde deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin problem çözme becerileri ön test toplam puanları ve alt boyutlarının puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir [p>.05].

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Düşünen yaklaşım alt faktörü ön test puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kaçıngan yaklaşım alt faktörü ön test puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Değerlendirici yaklaşım alt faktörü ön test puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Deney grubunda ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kendine güvenli yaklaşım alt faktörü ön test puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Deney grubunda ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Planlı yaklaşım alt faktörü ön test puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Deney grubunda ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) ön test toplam puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla uygulanan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farka tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Sonuçlar doğrultusunda deney ve kontrol grubunun birbirlerine denk gruplar olduğu görülmektedir.

Deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerileri ve alt boyutları son test puanları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek amacıyla Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Bu alt probleme ilişkin verilerin analizi Tablo 4-3'te sunulmuştur.

Tablo 4-3: Kontrol ve deney grupları arasındaki problem çözme son test puanlarının karşılaştırması Mann Whitney U testi sonuçları

Alt Boyut	Grup	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	U	p
Aceleci yaklaşım	Kontrol	13	7,35	95,50	4,500	,000*
	Deney	13	19,65	255,50		
Düşünen yaklaşım	Kontrol	13	8,15	106,00	15,000	,000*
	Deney	13	18,85	245,00		
Kaçıngan yaklaşım	Kontrol	13	8,08	105,00	14,000	,000*
	Deney	13	18,92	246,00		
Değerlendirici yaklaşım	Kontrol	13	7,50	97,50	6,500	,000*
	Deney	13	19,50	253,50		
Kendine güvenli yaklaşım	Kontrol	13	7,31	95,00	4,000	,000*
	Deney	13	19,69	256,00		
Planlı yaklaşım	Kontrol	13	8,35	108,00	17,500	,001*
	Deney	13	18,65	242,50		
Toplam	Kontrol	13	7,46	97,00	6,000	,000*
	Deney	13	19,54	254,00		

p<.05

Tablo 4-3'te sunulan Mann Whitney U testi sonuçları incelendiğinde problem çözme becerisinin son test deney ve kontrol gruplarında alt boyutlar ve toplam paunları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir (p<.05).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Düşünen yaklaşım alt faktörü sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan deney grubu lehinde anlamlı bir farka rastlanmıştır (p<0.05).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kaçıngan yaklaşım alt faktörü sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan deney grubu lehinde anlamlı bir farka rastlanmıştır (p<0.05).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Değerlendirici yaklaşım alt faktörü sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları

arasında istatistiksel açıdan deney grubu lehinde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($p<0.05$).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kendine güvenli yaklaşım alt faktörü sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan deney grubu lehinde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($p<0.05$).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri Planlı yaklaşım alt faktörü sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan deney grubu lehinde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($p<0.05$).

Deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) sontest toplam puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Mann Whitney U testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan deney grunu lehinde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($p<0.05$).

Bu sonuçlar, mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları etkinliklerinin deney grubundaki öğrencilerin problem çözme becerilerini olumlu ölçüde geliştirdiğini göstermektedir.

Kontrol grubu öğrencilerinin problem çözme becerileri ve alt boyutları ön test-son test puanları ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını tespit etmek amacıyla Wilcoxon testi uygulanmıştır. Bu teste yönelik veri analizi Tablo 4-4'te sunulmuştur.

Tablo 4-4: Kontrol Grubu Ön-Son Test Problem Çözme Puanları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Alt Boyut	Ön test- Son test	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Aceleci Yaklaşım	Negatif sıra	6	6,92	41,50	-,761	,447
	Pozitif sıra	5	4,90	24,50		
	Eşit	2				
Düşünen Yaklaşım	Negatif sıra	5	4,00	20,00	-1,035	,301
	Pozitif sıra	2	4,00	8,00		
	Eşit	6				

Kaçıngan Yaklaşım	Negatif sıra	9	5,61	50,50	-1,566	,117
	Pozitif sıra	2	7,75	15,50		
	Eşit	2				
Değerlendirici Yaklaşım	Negatif sıra	7	5,57	39,00	-,544	,586
	Pozitif sıra	4	6,75	27,00		
	Eşit	2				
Kendine Güvenli Yaklaşım	Negatif sıra	7	6,00	42,00	-2,318	,020*
	Pozitif sıra	2	1,50	3,00		
	Eşit	4				
Planlı Yaklaşım	Negatif sıra	4	5,13	20,50	-,715	,474
	Pozitif sıra	6	5,75	34,50		
	Eşit	3				
Toplam	Negatif sıra	8	7,25	58,00	-1,494	,135
	Pozitif sıra	4	5,00	20,00		
	Eşit	1				

$p < .05$

Tablo 4-4'te görüldüğü gibi, kontrol gurubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) aceleci yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan farka rastlanmamıştır (z=-,761, p>0.05).

Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Düşünen yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan farka rastlanmamıştır (z=-1,035, p>0.05).

Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kaçıngan yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan farka rastlanmamıştır (z=-1,566, p>0.05).

Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Değerlendirici yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan farka rastlanmamıştır (z=-,544, p>0.05).

Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kendine güvenli yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan negatif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-2,318$, $p<0.05$).

Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Planlı yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan farka rastlanmamıştır ($z=-,715$, $p>0.05$).

Kontrol grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) öntest-sontest toplam puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan farka rastlanmamıştır ($z=-1,494$, $p>0.05$).

Bu sonuçlar geleneksel öğretim yaklaşımına göre işlenen fen bilimleri dersi kontrol grubunda yer alan öğrencilerin problem çözme becerilerinin değişmediğini göstermektedir.

4.1.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi "Mühendislik tasarım aşamalarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının gerçekleştiği deney grubunda, Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin ön test-son test sonuçlarına göre problem çözme becerileri arasında anlamlı bir fark var mıdır?" şeklindedir.

Deney grubunda bulunan öğrencilerinin problem çözme becerileri ve alt boyutları ön test ve son test puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olup olmadığını belirlemek için öğrencilere Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanmıştır. Analize ilişkin bulgular Tablo 4-5'te sunulmuştur.

Tablo 4-5: Deney Grubundaki Öğrencilerin Problem Çözme Becerileri ve Alt Boyutları Ön Test-Son Test Puanları Ortalamaları Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

Alt Boyut	Ön test- Son test	n	Sıra Ort.	Sıra Top.	z	p
Aceleci Yaklaşım	Negative sıra	1	1,50	1,50	-2,953	,003*
	Pozitif sıra	11	6,95	76,50		
	Eşit	1				
Düşünen Yaklaşım	Negative sıra	0	,00	,00	-3,193	,001*
	Pozitif sıra	13	7,00	91,00		
	Eşit	0				
Kaçıngan Yaklaşım	Negative sıra	0	,00	,00	-3,188	,001*
	Pozitif sıra	13	7,00	91,00		
	Eşit	0				
Değerlendirici Yaklaşım	Negative sıra	0	,00	,00	-2,946	,003*
	Pozitif sıra	11	6,00	66,00		
	Eşit	2				
Kendine Güvenli Yaklaşım	Negative sıra	0	,00	,00	-3,183	,001*
	Pozitif sıra	13	7,00	91,00		
	Eşit	0				
Planlı Yaklaşım	Negative sıra	0	,00	,00	-3,187	,001*
	Pozitif sıra	13	7,00	91,00		
	Eşit	0				
Toplam	Negative sıra	0	,00	,00	-3,180	,001*
	Pozitif sıra	13	7,00	91,00		
	Eşit	0				

$p < .05$

Tablo 4-5'te görüldüğü gibi, deney gurubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) aceleci yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkı belirlemek amacıyla uygulanan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında pozitif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-2.953$, $p<0.05$).

Deney grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Düşünen yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkı ortaya çıkarmak için uygulanan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında pozitif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-3,193$, $p<0.05$).

Deney grubunda bulunan öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kaçıngan yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesine yönelik yapılan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında istatistiksel açıdan pozitif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-3,188$, $p<0.05$).

Deney grubundakin öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Değerlendirici yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkı

belirlemek için Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında pozitif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-2,946$, $p<0.05$).

Deney grubundaki öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Kendine güvenli yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkı ortaya çıkarmak için uygulanan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında pozitif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-3,183$, $p<0.05$).

Deney grubundaki öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) Planlı yaklaşım alt faktörü öntest-sontest puan ortalamaları arasındaki farkı ortaya çıkarmak için uygulanan Wilcoxon Testi sonucunda sıralama ortalamaları arasında pozitif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-3,187$, $p<0.05$).

Deney grubundaki öğrencilerin Problem Çözme Envanteri (PÇE) öntest-son test toplam puan ortalamaları arasındaki farkın belirlenmesi için yapılan Wilcoxon Testi sonucunda öğrencilerin sıralama ortalamaları arasında pozitif yönde anlamlı bir farka rastlanmıştır ($z=-3,180$, $p<0.05$).

Bu sonuçlar mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları uygulamasının deney grubu öğrencilerinin problem çözme becerilerini olumlu yönde geliştirdiğini göstermektedir.

4.2. NİTEL VERİLERİN ANALİZİNDEN ELDE EDİLEN BULGULAR

Tez çalışmasının nitel araştırma yöntemleri ile araştırılan ikinci problem cümlesi; “Fen bilimleri 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarımı uygulamasına yönelik düşünceleri ve bu süreçteki performansları nasıl bir değişim göstermektedir?” şeklinde tanımlanmıştır. Bu kapsamda ele alınacak alt problemler aşağıda belirtilmiştir:

1. Fen bilimleri 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarlama sürecindeki performansları nasıl bir değişim göstermektedir?

2. Fen bilimleri 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarlama sürecine yönelik düşünceleri nasıl bir değişim göstermektedir?

4.2.1. Birinci Alt Problemlere İlişkin Bulgular

Araştırmanın nitel verilerine ait birinci alt problemi "Fen bilimleri 5. sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarlama sürecindeki performansları nasıl bir değişim göstermektedir?" şeklindedir. Bu alt problemi yanıtlamak amacıyla deney grubundaki öğrencilere bilim oyuncakları geliştirme etkinlikleri için mühendislik tasarım basamakları esas alınarak hazırlanan ve çalışma süreci boyunca öğrencilerin kendileri tarafından doldurulan kitapçıkların analizi yapılmıştır. Etkinlik kitapçıklarının değerlendirilmesi, "Mühendislik Tasarım Basamakları Kullanılarak Geliştirilen Bilim Oyuncaklarını Değerlendirme Rubriği" ile gerçekleştirilmiştir.

Öğrencilerin uyguladığı etkinliklerin tamamının ortak özelliği fen bilimleri 5. sınıf elektrik ünitesini temel alarak üretecekleri türden ürünler olmasıdır. Oluşturulan bütün oyuncakların temelinde elektrik devrelerinin kullanımı esas alınmıştır. Elektrik devreleri dışında oyuncaklarında kullanacakları malzemeler ve oyuncak tasarımları, geliştirilen oyuncağa özgü olmuş ve tasarımlar problem durumlarına göre geliştirilmiştir.

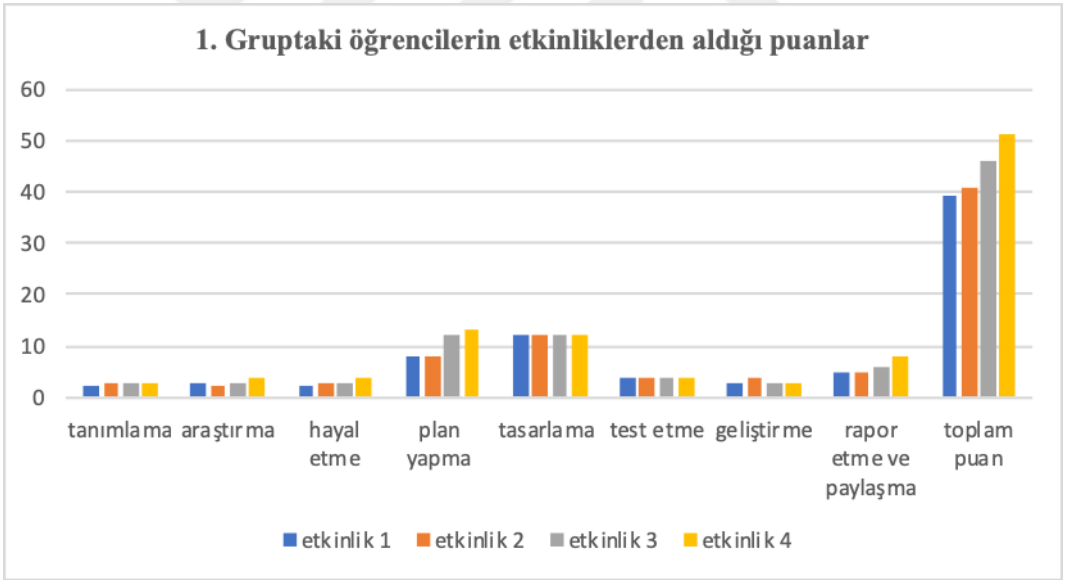
1. Etkinlikte öğrenciler problem durumlarına göre kendi seçtikleri malzemelerle bir yarış arabası tasarlamışlar ve tasarlama aşamasında bir yarış arabasının sahip olması gereken özellikleri göz önünde bulundurarak ürünlerini oluşturmuşlardır.

2. Etkinlikte öğrenciler problem durumlarına göre kendi seçtikleri malzemelerle bir hırsız alarmı tasarlamışlar ve tasarlama aşamasında bir hırsız alarmının sahip olması gereken özellikleri göz önünde bulundurarak ürünlerini oluşturmuşlardır.

3. Etkinlikte öğrenciler problem durumlarına göre kendi seçtikleri malzemelerle bir kapı zili tasarlamışlar ve tasarlama aşamasında bir kapı zilinin sahip olması gereken özellikleri göz önünde bulundurarak ürünlerini oluşturmuşlardır.

4. Etkinlikte öğrenciler problem durumlarına göre kendi seçtikleri malzemelerle bir tekne tasarlamışlar ve tasarlama aşamasında bir teknenin sahip olması gereken özellikleri göz önünde bulundurarak ürünlerini oluşturmuşlardır.

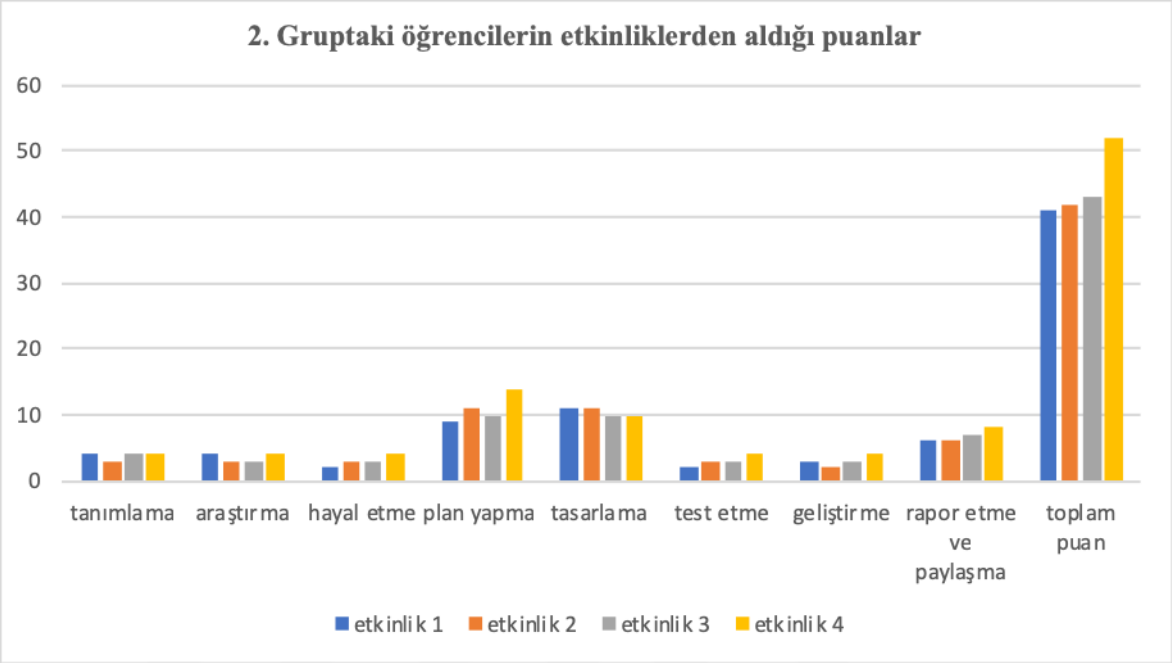
İlk etkinlikte, deney grubundaki öğrenciler kendilerine verilen bilim oyuncakları mühendislik tasarım uygulamalarına göre düzenlenmiş olan kitapçıklardaki talimatlar doğrultusunda yarış arabası tasarlamışlardır. İkinci etkinlikte öğrenciler aynı şekilde bir hırsız alarmı, üçüncü etkinlikte bir kapı zili ve dördüncü etkinlikte bir tekne tasarlamışlardır. Dağıtılan kitapçıklardaki bilim oyuncakları mühendislik tasarım basamakları; problemi tanımlama, araştırma, hayal etme, plan yapma, tasarlama, test etme, geliştirme, rapor etme ve paylaşma şeklindedir. Öğrencilerin bu basamaklardan aldıkları puanlar ve toplam puanları Grafik 4-1'de gösterilmiştir.



Grafik 4-1: Birinci Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar

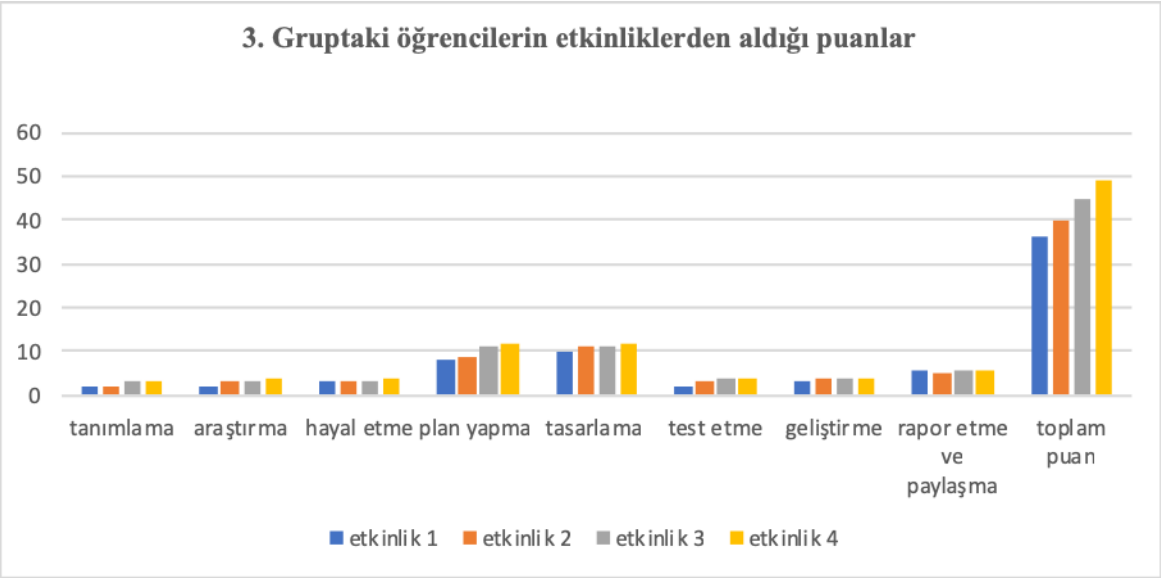
1. Gruptaki öğrencilerin etkinliklerden aldıkları puanlara bakılırsa, öğrencilerin etkinlikler ilerledikçe aldıkları puanların da arttığı görülmektedir. Öğrenciler bir sonraki etkinliğe geçtikçe mühendislik tasarım basamaklarını daha iyi gerçekleştirebilmiş ve bu durum aldıkları puanlara yansımıştır.

2. gruptaki öğrencilerin etkinliklerden aldıkları puanlar incelendiğinde etkinlikler ilerledikçe aldıkları puanlarında bir artış görülmektedir. Öğrenciler bir sonraki etkinliğe geçtikçe mühendislik tasarım basamaklarını daha iyi gerçekleştirmiş ve bu durum aldıkları puanlara da yansımıştır (Grafik 4-2).



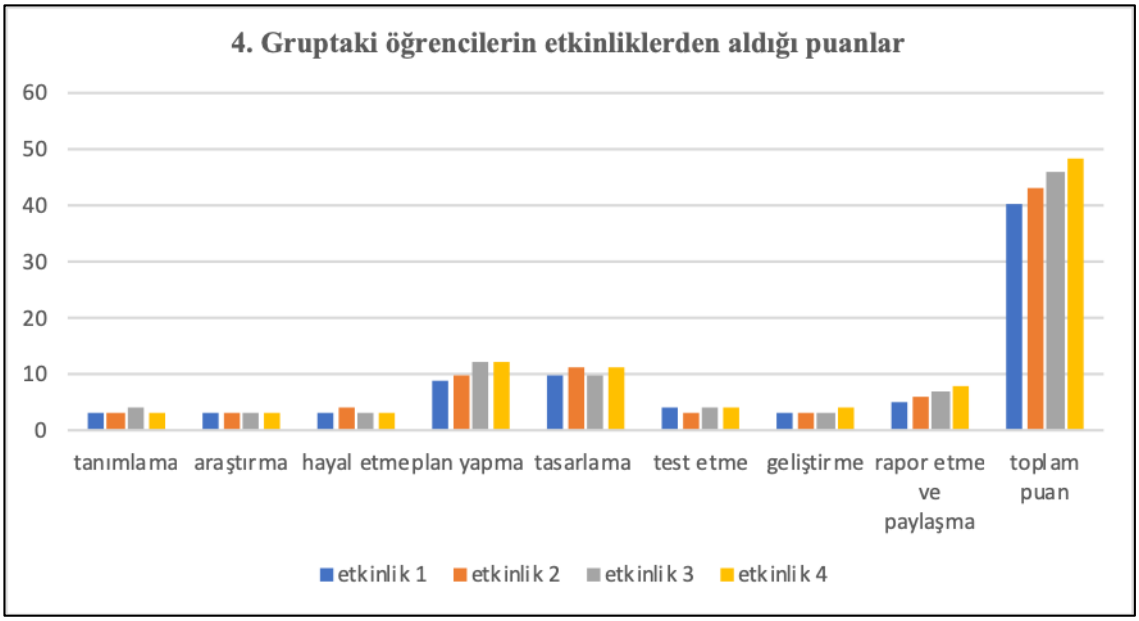
Grafik 4-2: İkinci Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar

3. gruptaki öğrencilerin etkinliklerden aldıkları puanlar incelendiğinde etkinlikler ilerledikçe aldıkları puanlarında bir artış görülmektedir. Öğrenciler bir sonraki etkinliğe geçtikçe mühendislik tasarım basamaklarını daha iyi gerçekleştirmiş ve bu durum aldıkları puanlara da yansımıştır (Grafik 4-3).



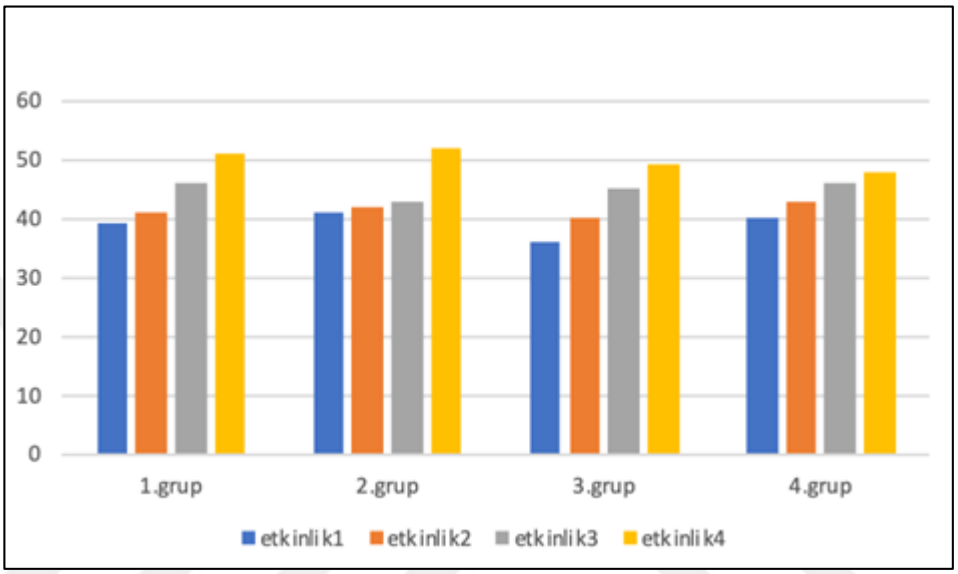
Grafik 4-3: Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar

Grafik 4-4'teki dördüncü gruptaki öğrencilerin etkinliklerden aldıkları puanlar incelendiğinde etkinlikler ilerledikçe aldıkları puanlarında bir artış görülmektedir. Öğrenciler bir sonraki etkinliğe geçtikçe mühendislik tasarım basamaklarını daha iyi gerçekleştirmiş ve bu durum aldıkları puanlara da yansımıştır (Grafik 4-4).



Grafik 4-4: Dördüncü Grup Öğrencilerinin Bilim Oyuncakları Tasarım Aşamalarına Göre Etkinliklerden Aldıkları Puanlar

Grafik 4-5'te bütün grupların bilim oyuncakları mühendislik tasarım basamaklarından aldıkları toplam puanlar verilmiştir. Buna göre bütün grupların etkinliklerden aldıkları puanlar incelendiğinde etkinlikler ilerledikçe puanlarında artış olduğu görülmektedir. Uygulanan etkinliklerin öğrencilerde mühendislik tasarım basamaklarını (problemi tanımlama, araştırma, hayal etme, plan yapma, tasarlama, test etme, geliştirme, rapor etme ve paylaşma) geliştirdiği söylenebilir (Grafik 4-5).



Grafik 4-5: Bütün Grupların Etkinliklerden Aldıkları Toplam Puanlar

Belirtilen nitel bulguları derinlemesine açıklayabilmek amacıyla öğrencilere, mühendislik tasarım basamakları ve problem çözme becerilerine yönelik sorular yarı yapılandırılmış görüşme formu ile yöneltilmiştir. Bu amaçla öğrencilerle uygulama sonrası yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler neticesinde yöneltilen sorular ve öğrencilerin verdikleri cevaplar aşağıdaki şekillerde açıklanmıştır.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları uygulamalarında oluşturduğunuz birbirinden farklı ürünleri, uygulamanın öncelikle hangi basamağını dikkate alarak ürettiniz? Neden?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-6'da şematize edilmiştir.



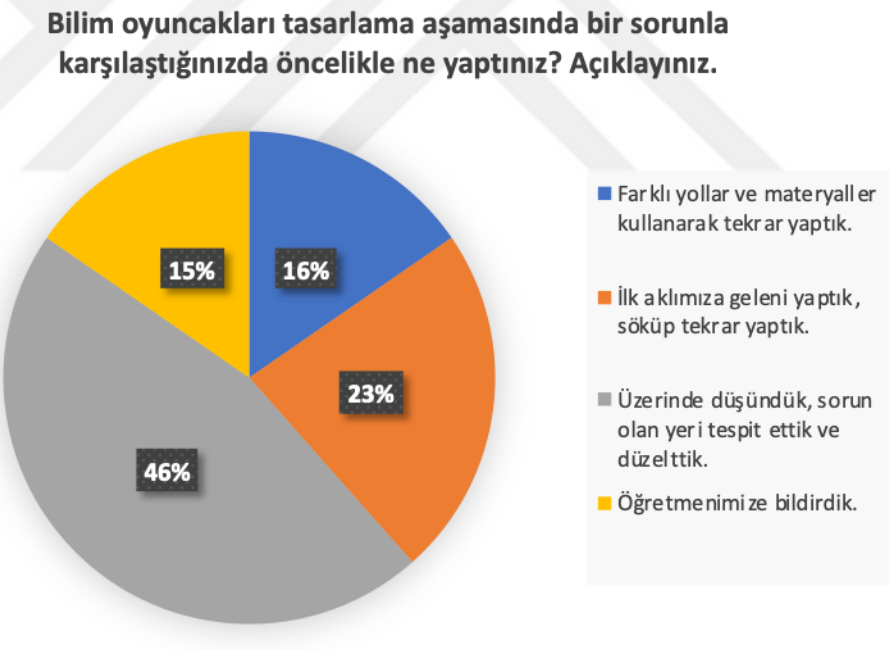
Grafik 4-6: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Uygulamalarında Oluşturduğunuz Birbirinden Farklı Ürünleri, Uygulamanın Öncelikle Hangi Basamağını Dikkate Alarak Ürettiniz? Neden?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö3 bu soruya "*İlk başta hikâyeyi okuduk, sonra aklımızda kalanları düşündük. Kitapçıkta hayal ettiğinizi çizin diyordu, biz de orada hayal ettiğimizi çiziyorduk, malzemeleri de çiziyorduk. Orada mesela devre yaparken veya hırsız alarmı yaparken kitapçıktaki komutlara baktık. Biraz aramızda tartıştık. Öncelikle problemi tanımlama kısmını dikkate aldık. Hikayeyi okuduğumuzda aklımıza fikirler geliyordu ve bu şekilde oluşturacağımız ürünün özelliklerini belirliyorduk.*" şeklinde, Ö4;*"Kapı zili, araba, hırsız alarmı, tekne yaptık. Öncelikle problemi tanımlama basamağı. Çünkü problemi tanımlarsak zaten hepsi gelir. Ne yapacağımızı bilmiş oluruz"* şeklinde, Ö9;*"aslında hepsini önemsedik. Öncelikle problemi tanımlama basamağı. Problemin ne olduğunu anlayıp ondan sonra ürünü yaptık"* şeklinde, Ö11;"*Önce tasarlama. Çünkü önce belirledik hangi malzemeleri kullanalım diye, sonra ürünü oluşturduk."*,Ö6; *"Planlama basamağı. Çünkü plan yapmadan önce direk o ürünü yaparsak düşünmeden yaptığımız için eksik bir şeyler olabilir."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplarda görüldüğü gibi öğrenciler bilim oyuncakları tasarlarken en çok problemi tanımlama basamağını dikkate aldıklarını ifade etmişlerdir. Öğrenciler problemi tanımlama basamağında karşılaştıkları problem

durumunu ifade etmekte ve sonrasında bu duruma en uygun tasarımı gerçekleştirmektedirler. Bu sonuç ayrıca etkinlikler ilerledikçe öğrencilerin problemleri daha iyi tanımladıkları nicel bulgulardaki mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen bilim oyuncakları değerlendirme rubriğinden aldıkları puanlar ile de desteklenmektedir. Öğrenciler etkinlikler ilerledikçe problemi tanımlama basamağından daha yüksek puan almış ve bu durum etkinliklerden aldıkları toplam puanların dolayısıyla öğrencilerin öğrenme sürecindeki performanslarının arttığını da göstermektedir.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama aşamasında bir sorunla karşılaştığınızda öncelikle ne yaptınız? Açıklayınız."* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-7'de şematize edilmiştir.



Grafik 4-7: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Aşamasında Bir Sorunla Karşılaştığınızda Öncelikle Ne Yaptınız? Açıklayınız." Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö5 bu soruya *"Biraz üzüldük ama arkadaşlarımızla birbirimize moral verdik bir dahakine yaparız dedik. Önceden bize verdiğiniz şeyleri yaparken düşünmeden yaptığımız için başarısız olduk."* Şeklinde, Ö12; *"düşünüp farklı çözüm yolları üretmeye çalıştık, tekrar denedik, farklı malzemeler kullanarak her seferinde tekrar*

denedik." şeklinde, Ö9; *"düzeltmeye çalıştık. Olmazsa öğretmenimize söyledik beraber düzelttik."* Şeklinde, Ö6; *"İlk aklımıza geleni uyguladık, söktük en baştan bir daha yaptık, belki kabloları tam bağlayamamış olabiliriz diye."* şeklinde, Ö4;*"Yeni bir yol denedik. Neden işe yaramadığını düşündük. Yanlışı bulduk ve düzelttik."* şeklinde, Ö9;*"Neden yapamadığımızı, nerede yanlış yaptığımızı düşünürüz, yeni bir yolla yapmaya çalışırız."* cevap vermişlerdir.

Öğrencilere bilim oyuncakları tasarlama aşamasında bir sorunla karşılaştıklarında öncelikle ne yaptıkları sorulduğunda öğrencilerin büyük bir kısmının sorun üzerinde düşünüp sorunu tespit ettikten sonra düzeltme işlemine geçtiği görülmektedir. Nicel bulgularda yer verilen problem çözme becerileri ve alt faktörleri deney grubu ön test-son test sonuçlarına bakıldığında, öğrencilerin düşünen yaklaşım, değerlendirici yaklaşım, planlı yaklaşım alt faktörlerinde anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda öğrencilerin verdiği "sorun üzerinde düşünerek hareket etme" ortak ve çoğunluktaki cevap olarak problem çözme becerilerinde belirtilen alt faktörlerindeki puanların artışını desteklemektedir. Ayrıca öğrencilerin verdikleri "ilk aklımıza geleni yaptık, söküp baştan yaptık" cevabı ise öğrencilerdeki problem çözme becerileri alt faktörlerinden aceleci yaklaşım alt faktörünün uygulama boyunca devam ettiğini bunun yanında kendine güvenli yaklaşım alt faktörünün de devam ettiğini göstermektedir. Öğrencilerin bu soruya verdikleri "öğretmenimize bildirdik" yanıtı ise öğrencilerde problem çözme becerileri alt faktörlerinden kaçıngan yaklaşım alt faktörünün uygulama sırasında da devam ettiğini göstermektedir.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama uygulamalarında eğer başarısız olduysanız başarısız olduğunuzda ne yaptınız?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-8'de şematize edilmiştir.

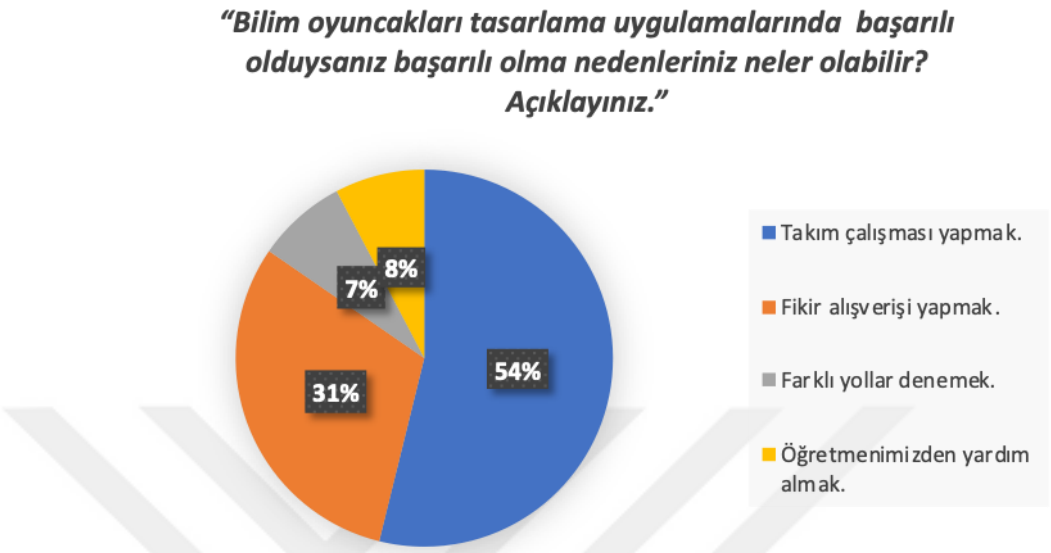


Grafik 4-8: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Eğer Başarısız Olduysanız Başarısız Olduğunuzda Ne Yaptınız?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö9 bu soruya *"Başarısız olduğumuzda tekrar tekrar denedik yapmaya çalıştık."* şeklinde, Ö3;*"Biraz kızdık çalışmıyor diye. Aklımıza gelenleri, daha önce gördüklerimizi denedik."* şeklinde, Ö2 bu soruya *"sorun üzerinde düşündük, nasıl halledebileceğimizi düşündük, üzülmedik, pes etmedik, çalıştık, denedik."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilere sorulan bu soruya öğrencilerin verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun tekrar denedik cevabını verdiği görülmektedir. Bunun yanında öğrencilerin yine büyük bir kısmı sorunların sebeplerini düşündüğünü belirtmişlerdir. Azınlık olan bir kısım öğrenci ise öğretmene sorduklarını, yine azınlık olan birkaç öğrenci ise sinirlenerek pes ettiklerini belirtmişlerdir. Araştırmanın nicel bulgularında öğrencilere uygulanan Problem Çözme Envanteri (PÇE) ve alt faktörlerinin analizi incelendiğinde öğrencilerin çoğunluğunun verdiği tekrar denedik cevabı kendine güvenli yaklaşım puanlarındaki artışı desteklemektedir. Yine öğrencilerin verdiği sorunların üzerinde düşündük cevabı ise problem çözme becerileri alt faktörlerinden düşünen yaklaşım, değerlendirici yaklaşım ve planlı yaklaşım alt faktörlerindeki puanların artışını desteklemektedir. Öğrencilerin azınlık kısmının verdiği öğretmenimize sorduk, pes ettik cevapları ise problem çözme becerileri alt faktörlerinden kaçıngan yaklaşım ve aceleci yaklaşım faktörlerinin uygulama boyunca devam ettiğini fakat bu cevapları veren öğrenci sayılarının az olması sebebiyle nicel bulgularda son testlerde bu alt faktörlerdeki puan artışına sebep olmadığı söylenebilir.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama uygulamalarında başarılı olduysanız başarılı olma nedenleriniz neler olabilir? Açıklayınız."* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-9'da şematize edilmiştir.



Grafik 4-9: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Başarılı Olduysanız Başarılı Olma Nedenleriniz Neler Olabilir? Açıklayınız." Sorusunaverdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö5 bu soruya; *"Çok düşündük beyin fırtınası yaptık. Arkadaşlarımızla epey tartıştık sonra karar verdik. Arkadaşlarımın ve benim daha önceden o ürünleri tasarlamamız bilgi sahibi olmamız."* şeklinde, Ö7;*"Farklı yönden denememiz, yapamayınca öğretmenimize sormamız, ekip çalışması yapmamız, birbirimize kızmadan fikir alışverişi yapmamız"* şeklinde, Ö9;*"takımla iş birliği yapıp beraber çalışmak, asla pes etmemek, kendi bilgimizi kullanarak oyuncağımızı yapmak."* şeklinde, Ö10; *"çok çalışmamız, ekip çalışması yapmamız, aklımıza gelen mantıklı çözümler ve derste öğretmenimizi dinlememiz"* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin büyük çoğunluğunun başarılı olma nedeni olarak takım çalışması ve fikir alışverişi yapmaları olarak açıkladıkları görülmektedir. Nicel bulgulardaki deney grubu öğrencilerinin problem çözme becerileri ve alt faktörlerinden aldıkları ön test- son test puanları incelendiğinde düşünen yaklaşım, değerlendirici yaklaşım ve planlı yaklaşım faktörlerindeki puanların artışı ile öğrencilerin verdikleri cevaplar desteklenmektedir. Öğrencilerin azınlık kısmının verdiği öğretmenimize sorduk cevabı ise problem çözme

becerileri alt faktörlerinden kaçıngan yaklaşım faktörünün uygulama boyunca bazı öğrencilerde varlığını sürdürdüğünü fakat bu cevabı veren öğrenci sayısının az olması nedeniyle kaçıngan yaklaşım alt faktörü son test puanlarında puan durumunu etkilemediği görülmektedir.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama uygulamalarında eğer başarısız olduysanız sizce nerede neden başarısız olmuş olabilirsiniz? Açıklayınız."* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-10'da şematize edilmiştir.



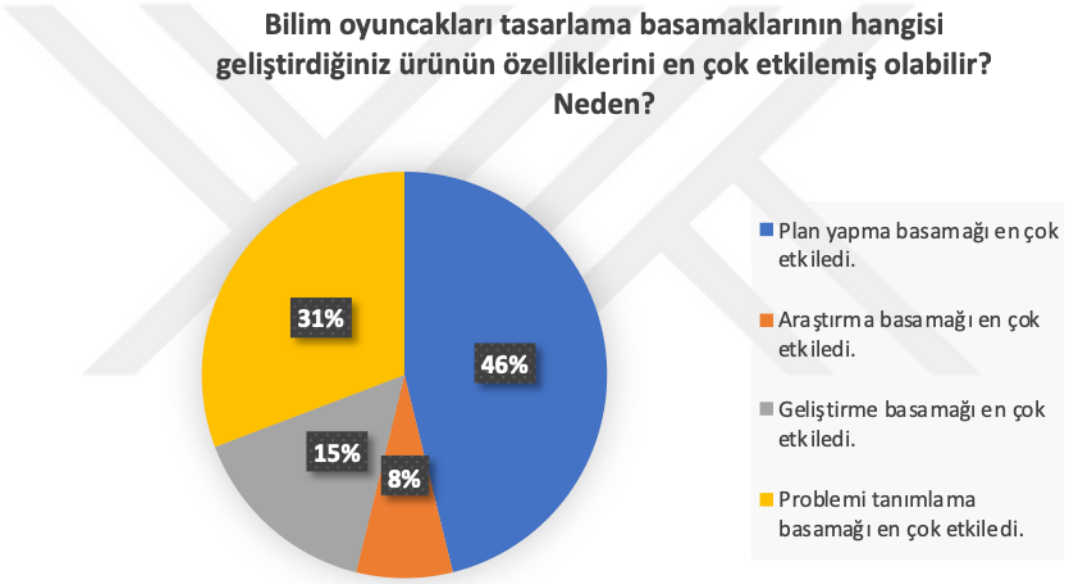
Grafik 4-10: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Eğer Başarısız Olduysanız Sizce Nerede Neden Başarısız Olmuş Olabilirsiniz? Açıklayınız." Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö6 bu soruya *"Elimdeki olanakları hesaplamadan çözüm bulmaya çalışmış olabilirim."* şeklinde, Ö1; "*Tek başımıza düşünmüş olabiliriz. Elimdeki olanakları hesaplamadan çözüm bulmaya çalıştık galiba."* şeklinde, Ö10; "*Belki de öğretmenimizi dinlemedik, sormadık, ya da elimizdeki olanakları hesaba katmadık, ya da vazgeçtik."* şeklinde, Ö5; *"Bir malzemeyi eksik ya da yanlış kullanmış olabiliriz. Kabloyu yanlış bağlamış olabiliriz ve elektrik akımı gitmemiş olabilir. Plan yapmadığımız için sonucu ön göremedik bence."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilerin bu soruya verdikleri cevaplar incelendiğinde öğrencilerin büyük bir kısmının ellerindeki olanakları hesaplamadan çözüm bulmaya çalıştıkları yanıtını

verdikleri göze çarpmaktadır. Yine öğrencilerin büyük çoğunluğu plan yapmadıkları için sonuçları ön göremediğini belirterek başarısız olma nedenlerinin sebebini açıklamışlardır. Araştırmanın nicel bulgularında yer verilen problem çözme becerileri ve alt faktörlerinin deney grubundaki ön test- son test analizlerine bakıldığında öğrencilerin verdikleri bu cevapları destekleyen aceleci yaklaşım alt faktörünün uygulama boyunca devam ettiği görülmektedir.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama basamaklarının hangisi geliştirdiğiniz ürünün özelliklerini en çok etkilemiş olabilir? Neden?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-11'de şematize edilmiştir.



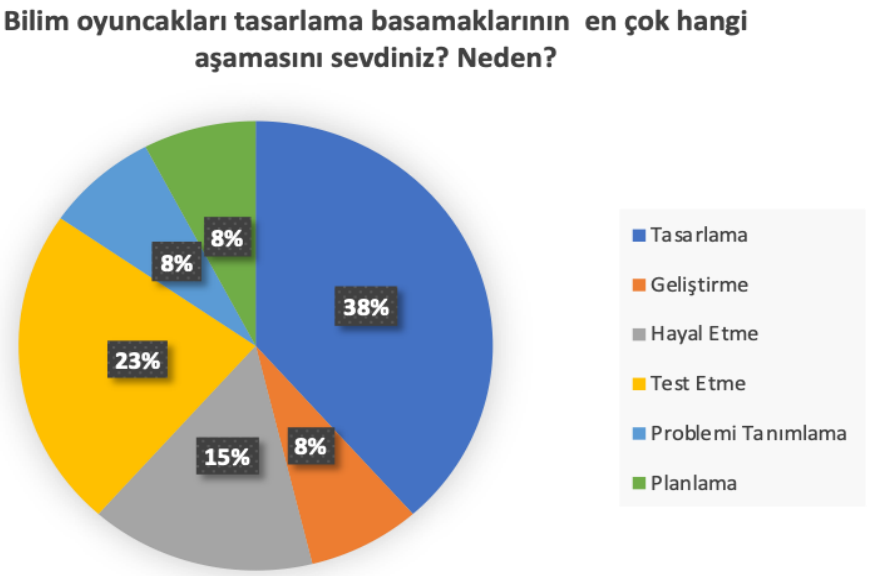
Grafik 4-11: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Basamaklarının Hangisi Geliştirdiğiniz Ürünün Özelliklerini En Çok Etkilemiş Olabilir? Neden?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö3 bu soruya *"Tekneyi yaparken hayal etme kısmında çizimde oraya ben çizmiştim. Tekneyi tasarlarken oraya baktık ve tamam dedik. Tekneye uygulamaya çalıştık o tekne de iyi oldu. Problemi tanımlama bölümü vardı okuyunca oluşturacağımız ürünün özelliklerini düşünebiliyorduk. Kullanacağınız malzemeleri yazın kısmında yazıyorduk. Dediğimiz şeyleri çizimledik ve fikir paylaştık sonra yapmaya başladık. En çok problemi tanımlama işimize yaradı. Hayal etmede fikir üretiyorduk. En çok sanırım problemi tanımlama basamağı etkiledi."* şeklinde, Ö5; "*En çok planlama basamağı. Çünkü bir şey yapmadan önce onu nasıl yapacağımızı*

düşünüp yaptık sonra tasarladık." şeklinde, Ö10; "*En çok geliştirme. Biz çünkü en çok gemide yaptık. Onu çok iyi geliştirmiştik, özelliklerini değiştirmiştik."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilerin verdikleri cevaplara bakıldığında bilim oyuncakları tasarlama basamaklarından en çok plan yapma ve problemi tanımlama basamaklarının geliştirilen ürünler üzerinde etkisinin olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin büyük bir kısmı plan yapmanın önemine değinmiş ve iyi bir plan yaparak geliştirdikleri ürünlerin daha iyi olduğunu belirtmişlerdir. Öğrenci 3'ün bahsettiği tekne etkinliği dördüncü etkinlik olarak yer almaktadır. Nicel bulgularda yer alan mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen bilim oyuncakları değerlendirme rubriğinden alınan puanlara bakıldığında da öğrencilerin etkinlikler ilerledikçe plan yapma basamağından aldıkları puanların artış gösterdiği görülmektedir. Yani etkinlikler ilerledikçe öğrenciler etkinlikler ile ilgili daha iyi planlama yapmışlar ve bu durumun da geliştirilen ürünlerin niteliğine dolayısıyla öğrencilerin performanslarına da yansıdığı görülmektedir.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama basamaklarının en çok hangi aşamasını sevdiniz? Neden?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-12'de şematize edilmiştir.

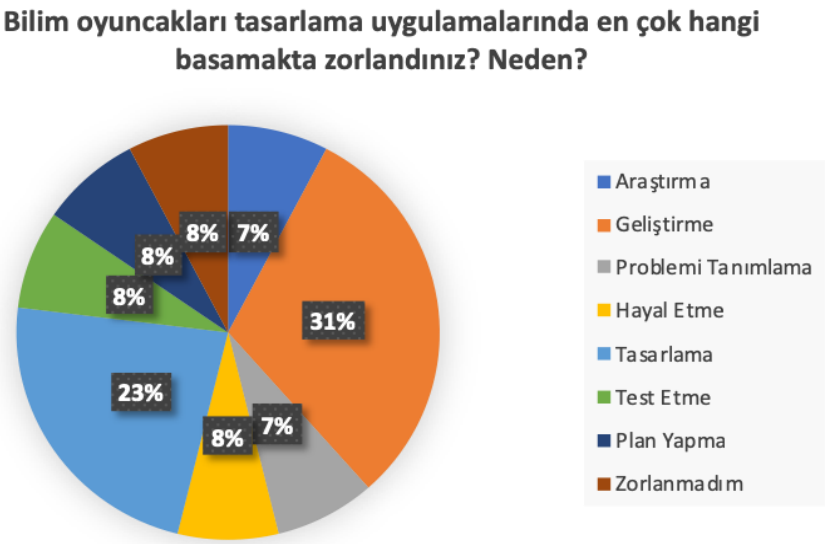


Grafik 4-12: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Basamaklarının En Çok Hangi Aşamasını Sevdiniz? Neden?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö2 bu soruya *"hayal etme, planlama, geliştirme. En çok geliştirmeyi sevdim daha eğlenceli. Arabayı daha çok hızlandırdık pillerin voltunu arttırdık. Diğer gruplarla yarıştırdık ve kazandık"* şeklinde, Ö3; *"tasarlama ve geliştirme. Tasarlıyoruz malzeme kullanıyoruz, takım çalışması yapıp iş birliği yapıyoruz. Geliştirme de yine malzemelerle ilgili deney yapma gibi bir şey olduğu için sevdim."* şeklinde, Ö4; *"hayal etme. Hayal gücümüz biraz fazla olduğundan çok şeyler bulduk. Konuştuk aramızda. Ne yapacağımızı düşünüp tasarlıyoruz."* şeklinde, Ö6; *"test etme. Üründe başarılı olduk mu olmadık mı onu test ederken keyif aldım."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilerin bilim oyuncakları tasarlama basamaklarının en çok hangisini sevdiklerine yönelik sorulan soruya verdikleri cevaplara bakıldığında, öğrencilerin büyük çoğunluğunun tasarlama ve test etme cevaplarını verdikleri görülmektedir. Tasarlama basamağında öğrenciler bilim oyuncaklarını oluşturmakta, test etme aşamasında ise yaptıkları ürünlerin yeterince iyi bir şekilde çalışıp çalışmadığını test etmekte aynı zamanda diğer grupların yaptıkları tasarımlarla da karşılaştırma imkanı bulmaktadırlar. Öğrencilerin verdikleri yanıtlara göre tasarlama basamağı en sevilen basamak olmuştur. Nicel bulgularda yer alan mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen bilim oyuncakları değerlendirme rubriğinden alınan puanlar incelendiğinde etkinlikler ilerledikçe öğrencilerin tasarlama basamağından aldıklar puanlar artış göstermiş yani zamanla yapılan tasarımların niteliği artmıştır. Bu durum da hem geliştirilen oyuncakların kalitesinin arttığını dolayısıyla öğrencilerin süreçteki performanslarının zamanla artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama uygulamalarında en çok hangi basamakta zorlandınız?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-13'te şematize edilmiştir.



Grafik 4-13: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında En Çok Hangi Basamakta Zorlandınız?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

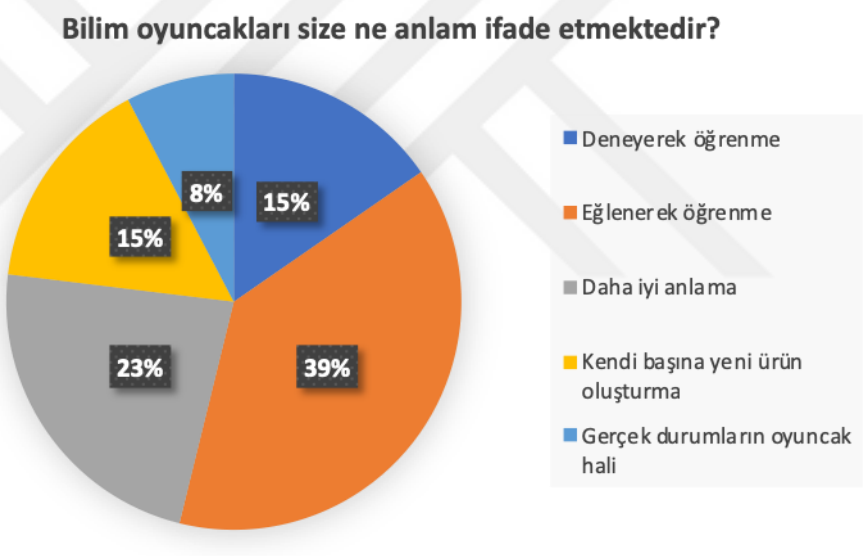
Ö7 bu soruya *"geliştirme. Önce yaptığımız şey çalışıyorsa geliştirdiğimizde bozuluyordu. O yüzden biz de başarısız oluyorduk. Ampul yanarken ilk başta çalışıyordu, 3 ampul yaptığımızda 1 tanesi yanmamıştı."* şeklinde, Ö9;*"en çok... Zorlanmadık, en çok tasarlama bölümünde yaparken olmadığında zorlandık. Çok da zorlandığım kısım olmadı."* şeklinde, Ö3; *"Galiba plan yapmada zorlandık. Biz direk fikir üretiyorduk planlı düşünmüyorduk. Aklımıza geleni çiziyorduk. Planlama kısmında plan tam değil de direk malzemeyi ekliyorduk. Tam plan olmuyordu."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilere bilim oyuncakları geliştirme basamaklarında en çok zorlandıkları basamağın hangisi olduğu sorulduğunda öğrencilerin verdikleri cevaplar çeşitlilik göstermiştir. Öğrencilerin cevaplarına göre kendilerine zor gelen basamaklar farklılık göstermiş olup çoğunluk geliştirme basamağında zorlandığını ifade etmiştir. Nicel bulgularda yer alan etkinlik kitapçıkları değerlendirme rubriklerinden alınan puanlar incelendiğinde öğrencilerin mühendislik tasarım basamaklarından aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe artış gösterdiğini ve bu durumun toplam puanlara yansıyarak öğrencilerin zorlansalar bile zorlanarak yaptıkları basamaklarda da kendilerini geliştirdiklerini göstermektedir. Öğrencilerin aldıkları puanlardaki artış paralel olarak süreç boyunca gösterdikleri performansların da geliştiğini ortaya koymaktadır.

4.2.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın nitel verilerin analizini içeren ikinci alt problemi "Fen bilimleri 5. Sınıf öğrencilerinin mühendislik tasarım basamaklarına göre bilim oyuncakları tasarlama sürecine yönelik düşünceleri nasıl bir değişim göstermektedir?" şeklindedir. Bu problemi yanıtlamak amacıyla öğrencilerle uygulama sonrası yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler neticesinde yöneltilen bazı sorular ve öğrencilerin verdikleri cevaplar aşağıdaki şekillerde açıklanmıştır.

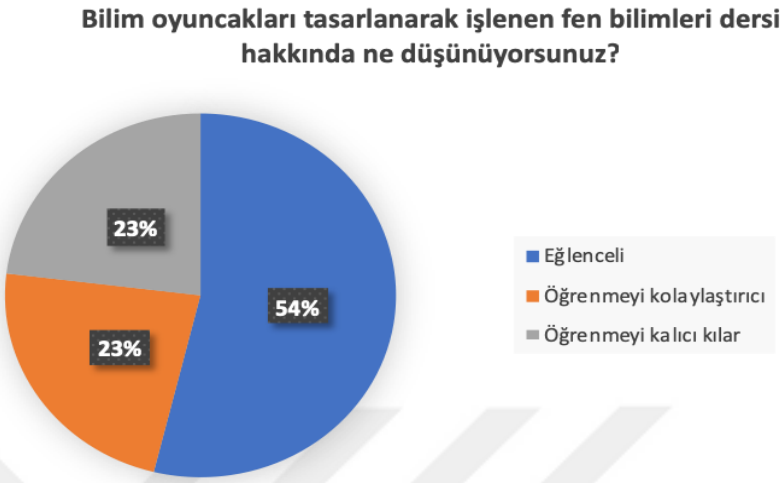
Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları size ne anlam ifade etmektedir?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği yanıtlardan en çok alınan cevaplar Grafik 4-14'te şematize edilmiştir.



Grafik 4-14: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Size Ne Anlam Ifade Etmektedir?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö1 bu soruya *"deneyerek öğrenme, bilimle ilgili oyuncaklar"* şeklinde, Ö4; *"Fen bilimleri dersini daha iyi anlamak, eğlenmek ve eğlenerek öğrenmek"* şeklinde, Ö6; "*Bilimle ilgili oyuncaklar, gerçekte kullandığımız nesnelerin oyuncak hali"*, Ö7 ise *"kendi kendimize tasarlayabildiğimiz, yeni şeyler keşfedebildiğimiz, eğlendiğimiz, konuyu daha iyi kavramamızı sağlayan nesneler"* şeklinde cevaplamışlardır.

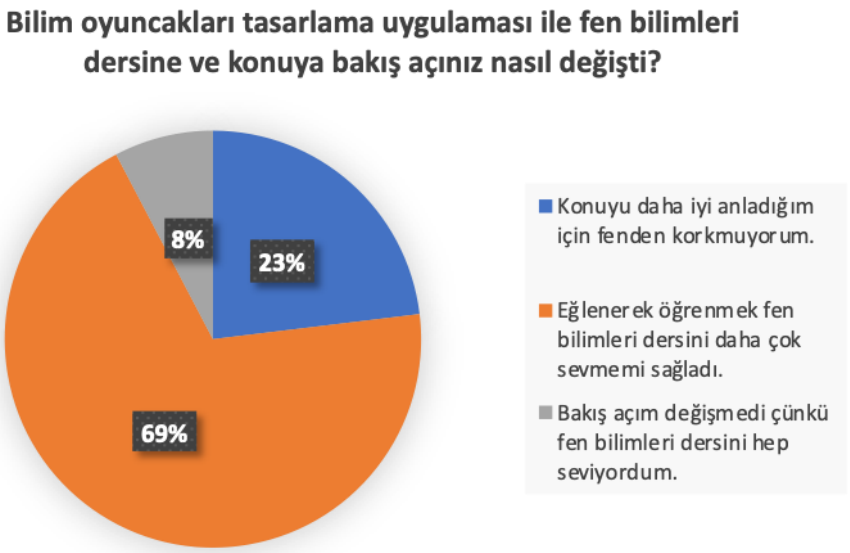
Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlanarak işlenen fen bilimleri dersi hakkında ne düşünüyorsunuz?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-15'te şematize edilmiştir.



Grafik 4-15: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlanarak İşlenen Fen Bilimleri Dersi Hakkında Ne Düşünüyorsunuz?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö7 bu soruya *"iyi, eğlenceli, güzel, bize kendi hayal ettiklerimizi uygulamayı öğretti. Hep olumlu yönden etkiledi. Vakit kaybı değildi."* şeklinde, Ö9;*"güzeldi, eğlenceliydi. Öğrenmeyi kolaylaştırdı, kalıcı hale getirdi. Vakit kaybı değildi."* şeklinde, Ö10; *"yani, eğlenceli çok eğlenceli. Hem öğrenmeye daha iyi yarıyor hem de dersi dinlerken hem sıkılabiliyorduk. Vakit kaybı değil, aksine daha iyi öğrenme şekli. Keşke daha uzun sürseydi."* şeklinde cevap vermişlerdir.

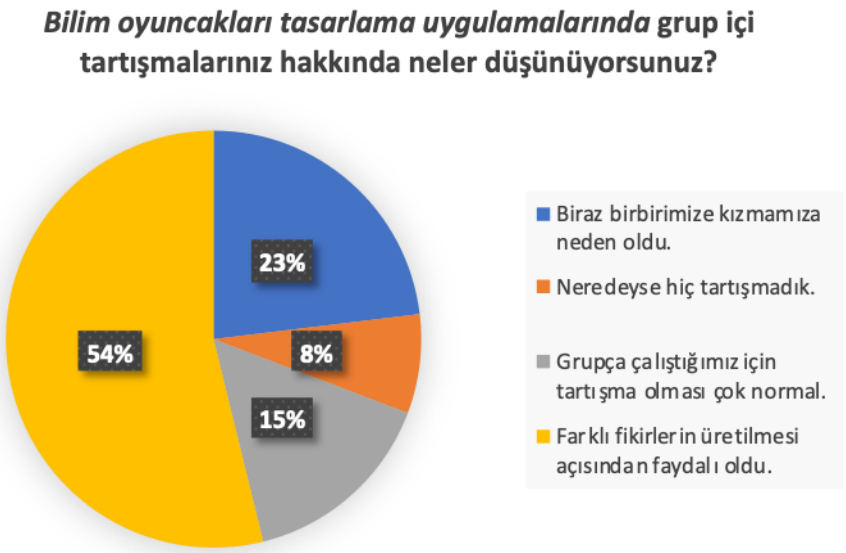
Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama uygulaması ile fen bilimleri dersine ve konuya bakış açınız nasıl değişti?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-16'da şematize edilmiştir.



Grafik 4-16: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulaması Ile Fen Bilimleri Dersine Ve Konuya Bakış Açınız Nasıl Değişti?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö10 bu soruya *"Yani, fen dersi dinlerken bazen sıkılıyorduk, yazarken falan bıkabiliyorduk ama oyuncakları yaparken eğleniyoruz, takım çalışması yapıyoruz. Dersi daha iyi öğreniyorum. Konuyu unuttuğum yerler olsa da öğretmenimiz hatırlatıyor zaten. Unutmamayı sağlıyor. Konuyu daha iyi öğrendiğim için korkmuyorum"* şeklinde, Ö12;*"oyuncak tasarlama yapılan dersimiz daha eğlenceli yapıldı, olduğundan daha eğlenceli oldu, hem sıkılmadan konuyu geçmiş olduk. Deney yapınca yani bu şekilde kendimiz ürünler tasarlayınca unutmuyorsun, kolay geliyor, sınavda direk aklına geliyor nasıl yapmıştık diye."* şeklinde, Ö1 bu soruyu *"değişmedi. Çünkü iyiydi aram."* şeklinde cevap vermiştir.

Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama uygulamalarında grup içi tartışmalarınız hakkında neler düşünüyorsunuz?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-17'de şematize edilmiştir.



Grafik 4-17: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamalarında Grup İçi Tartışmalarınız Hakkında Neler Düşünüyorsunuz?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö1 bu soruya *"işimizi daha hızlı bitirebileceğimiz konusunda, grup halinde çalışmak farklı fikirlerin üretilmesi bakımından faydalı oldu."* şeklinde, Ö3; *"grup içi çok tartışmadık. Nerdeyse hiç tartışmadık. Mesela ben pil takıyordum, diğer arkadaşım ampulleri yerleştiriyordu, diğeri de kabloları bağlıyordu."* şeklinde, Ö12; *"bazen birbirimize kızdığımız oldu, çünkü mesela silikonla yanlış bir yere yapıştırınca çıkartması zor oluyor. Bazen fikir anlaşamıyoruz. Mesela ben diyorum bu materyal başkası diyor başka materyal."* şeklinde, Ö8; *"grupça çalıştığımız için normal olduğunu düşünüyorum."* şeklinde cevap vermişlerdir.

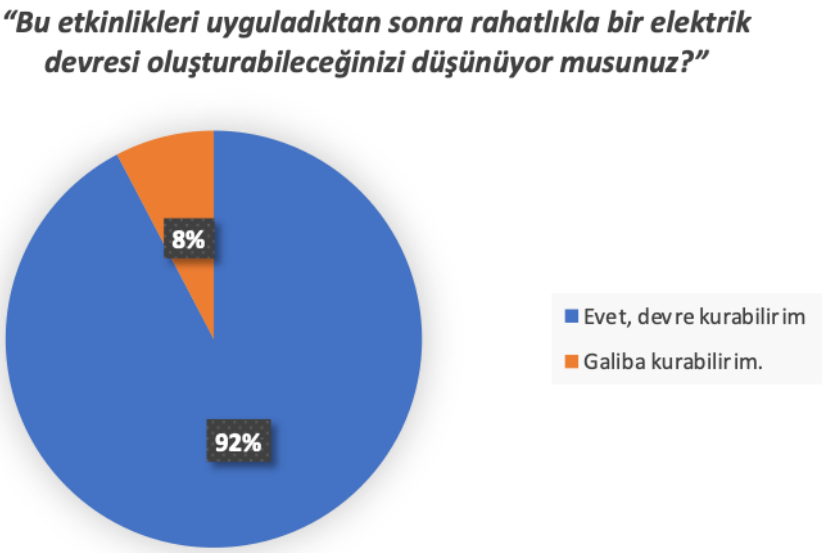
Öğrencilere, *"Bilim oyuncakları tasarlama uygulamasının gelecekte yeniden yapılması durumunda, çalışma için neler önerirsiniz?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-18'de şematize edilmiştir.



Grafik 4-18: Öğrencilerin "Bilim Oyuncakları Tasarlama Uygulamasının Gelecekte Yeniden Yapılması Durumunda, Çalışma İçin Neler Önerirsiniz?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö13 bu soruya *"daha zor ürün yapılabilirdi, helikopter gibi. Malzemeler çeşitli olabilirdi. Uzaktan kumandalı sinyalle çalışan şeyler, daha zorlu şeyler olabilirdi."* şeklinde, Ö11 bu *soruya "ürünlerin daha değişik bir şekilde yapılmasını, mesela araba yaparken normal tekerlek yerine başka bir şey yapabiliriz. Malzemeler daha çeşitli olabilir."* şeklinde, Ö9 bu soruyu *"daha farklı bilim oyuncakları tasarlanabilir, daha farklı şeyler tasarlanabilir, farklı malzemeler kullanılabilir."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilere, *"Bu etkinlikleri uyguladıktan sonra rahatlıkla bir elektrik devresi oluşturabileceğinizi düşünüyor musunuz? Neden?"* sorusu sorulmuş ve öğrencilerin verdiği cevaplar Grafik 4-19'da şematize edilmiştir.



Grafik 4-19: Öğrencilerin "Bu Etkinlikleri Uyguladıktan Sonra Rahatlıkla Bir Elektrik Devresi Oluşturabileceğinizi Düşünüyor Musunuz? Neden?" Sorusuna Verdikleri Cevaplara Göre Dağılım

Ö1 bu soruya *"evet. Mesela bir devreye 3 ampulün nasıl bağlanacağını öğrendik. Bu oyuncaklar sayesinde artık devre kurabiliyoruz. Ampulün olduğu ve buzzerın olduğu devreler kurabilirim. Devreye motoru da dahil edebilirim."* şeklinde, Ö4; *"evet. Yaptığımız için deneyimli olduğumuzu düşünüyorum. Duruma göre değişir. Her türlü devreyi fazla sanmıyorum ama derste yaptıklarımız gibi tekne gibi, elektrikli ev modeli gibi, genellikle motor buzzer gibi şeyler kullandık, çok karışık olarak da devre kuramayabilirim."* şeklinde, Ö7; *"Evet. Öğretmenimiz yol gösterdi bize, biz de nasıl tasarlandığını öğrendiğimizde rahatlıkla yaptık kendi başımıza. Fazla ampullü, fazla pilli ampuller kullanarak kurabilirim. Motor kullanabilirim. Geminin içine yaptığım devre ile gemiyi daha hızlandırabilirim."* şeklinde cevap vermişlerdir.

Öğrencilerin süreç ile ilgili olarak sorulan sorulara verdikleri cevaplar incelendiğinde genel olarak bilim oyuncaklarının eğlenerek, yaparak yaşayarak, kalıcı bir öğrenme sağladığını belirtmişlerdir. Bilim oyuncakları geliştirme uygulamalarının öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarını sağladığı, fen dersine karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkıda bulunduğu ve kendilerine olan güvenlerini arttırdığı araştırma bulgularında görülmektedir.

BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştımanın amacı; 5. sınıf fen bilimleri elektrik ünitesinde mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları uygulamalarının, öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi ve süreç içerisindeki performanslarının incelenmesidir. Bununla birlikte gerçekleştirilen uygulamalar süresince öğrencilerin mühendislik tasarım temelli geliştirilen bilim oyuncakları ile işlenen fen bilimleri dersine yönelik tutum ve görüşlerinin incelenmesi araştırmanın amaçlarındandır. Araştırmada veri toplama araçlarından elde edilen bulgular "BÖLÜM IV: BULGULAR VE YORUM" kısmında ayrıntılı olarak verilmiştir. Bu bölümde ise araştırma bulgularına dayalı olarak ulaşılan sonuçlar, araştırma soruları doğrultusunda alan yazın incelenerek çalışma hakkındaki benzerlik ve farklılıklar belirtilmiştir.

Mühendislik tasarım temelli bilim oyuncakları uygulamaları ile işlenen fen bilimleri dersinin gerçekleştirildiği deney grubundaki öğrencilerin Problem Çözme Becerileri Envanteri'nden (PÇBE) aldıkları ön test puanları ile Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2018 yılında yayınladığı öğretim programında uygun gördüğü müfredat programı uygulanarak gerçekleştirilen fen bilimleri dersinin işlendiği kontrol grubundaki öğrencilerin PÇBE ön test puanları karşılaştırıldığında her iki grubun aldığı ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Bu durum her iki grubun da çalışma için denk seviyede olduğunu göstermektedir.

Mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları uygulamaları ile işlenen fen bilimleri dersinin gerçekleştirildiği deney grubundaki öğrencilerin Problem Çözme Becerileri Envanteri'nden (PÇBE) aldıkları son test puanları ile Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2018 yılı öğretim programında uygun gördüğü müfredat programı uygulanarak gerçekleştirilen fen bilimleri dersinin işlendiği kontrol grubundaki öğrencileri PÇBE son test puanları karşılaştırıldığında her iki grubun aldığı son test puanları arasında istatistiksel olarak deney grubu lehine anlamlı bir farkın olduğu bulunmuştur. Bu durum mühendislik tasarım basamaklarına göre

gerçekleştirilen bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının öğrencilerin problem çözme becerilerini olumlu yönde etkilediğini destekler niteliktedir.

Problem çözme becerilerine ilişkin ilgili literatür incelendiğinde, Özsoy (2005) yaptığı çalışmada ilköğretim 5. sınıfta problem çözme becerisi ile matematik dersi başarısı arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Araştırmada 107 öğrenci yer almıştır. Araştırmaya göre matematik başarısı ile problem çözme becerisi arasında anlamlı ve pozitif yönde bir ilişki saptanmıştır. İnel (2012) çalışmasında, kavram karikatürü destekli probleme dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin problem çözme becerilerine yönelik algılarına, fen ve teknoloji dersine karşı tutumlarına ve öğrencilerin kavramsal anlamalarına etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda kavram karikatürü destekli dersin işlendiği grupta yer alan öğrencilerin, Fen ve Teknoloji öğretim programında yer alan etkinliklerle dersin işlendiği grupta yer alan öğrencilere göre problem çözme becerileri algılarında pozitif yönde anlamlı bir farklılık olduğu saptanmıştır. Öğrencilerin fen ve teknoloji dersine karşı tutumlarında ve kavramsal anlamalarında da deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna varılmıştır. Karakılıç (2018), çalışmasında kitap okumanın öğrencilerin matematik başarıları ve problem çözme becerisi üzerine etkisini araştırmıştır. Giresun ilinde bulunan iki ortaokuldaki 7. sınıflarda öğrenim gören toplam 74 öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler, okudukları kitap sayıları belirlenerek kitap okuma düzeylerine göre gruplara ayrılmış ve matematik dersindeki akademik başarıları ve matematiksel problem çözme becerileri incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda kitap okumanın öğrencilerin matematik dersindeki başarıları ve problem çözme becerileri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Özcan (2016), çalışmasında ortaokul 5, 6, 7 ve 8. Sınıf öğrencilerinin okuduğunu anlama becerilerinin, matematik dersinde problem çözme başarısına etkisini araştırmıştır. Malatya ilinin Darende ilçesi, Yeniköy Ortaokulu'nda bulunan, 5. 6. 7. ve 8. sınıf öğrencilerinden 44 öğrenci ile gerçekleştirilen çalışmada öğrencilerin, okuduğunu anlama başarı testi son test ortalamalarının ön test ortalamalarından yüksek çıktığı ve testin anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Okuduğunu anlama başarı testinin ön testi ile problem çözme testlerinin ön testleri arasındaki korelasyon katsayıları incelendiğinde 5, 6, 7 ve 8. Sınıf düzeylerinde yükseğe yakın anlamlı bir ilişki olduğu ortaya çıkmıştır. Genç (2007), ilköğretim 8. sınıfta okuyan 74 öğrencinin katıldığı araştırmasında, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirerek, kendilerine güvenlerini sağlamada işbirlikli

öğrenme yönteminin etkisini incelemiştir. Veri toplama araçları olarak Fen Bilgisi Başarı Testi, Problem Çözme Becerileri Envanteri, Fen Bilgisi Tutum Ölçeği ve Bilişüstü Beceriler Anketinin kullanıldığı araştırma 4 ay devam etmiştir. Araştırmanın sonucunda, deney grubunun problem çözme becerisinin arttığı, kontrol grubunda ise bir değişimin olmadığı bulunmuştur. Fakat, iki grupta da tutum ve bilişüstü beceriler açısından değişimin olmadığı belirtilmiştir. Bu durumun, uygulamanın kısa süreli olmasından kaynaklandığı açıklanmıştır. Saygılı (2010), doktora tezinde fen ve teknoloji dersinde öğretim teknolojilerinin kullanımının ilköğretim 5. sınıf öğrencilerinin problem çözme becerilerine, fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına ve ders başarısına etkisini araştırmıştır. Uygulama 5. sınıf fen ve teknoloji "Dünya, Güneş ve Ay" konusu için hazırlanan yazılım ile gerçekleştirilmiştir. Ön-test, Son-test kontrol gruplu" modele uygun yarı deneysel bir çalışma olan bu araştırma 2009-2010 eğitim-öğretim yılında 56 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmada veri toplama aracı olarak Serin, Bulut Serin & Saygılı (2010) tarafından geliştirilen "Çocuklar İçin Problem Çözme Envanteri", "Öğrenme ve Ders Çalışma Strateji Envanteri", "Fen ve Teknoloji Tutum Ölçeği" ve "Akademik Başarı Testi" kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda uygulanan programın öğrencilerin; problem çözme becerilerini, öğrenme ve ders çalışma stratejilerini, bilimsel süreç becerilerini, erişi ve tutumlarını anlamlı düzeyde arttırmada etkili olmadığı görülmüştür. Yurdakul (2004), yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını temel alan deneysel bir çalışma yapmıştır. Yurdakul araştırma kapsamında yapılandırmacı yaklaşım ve geleneksel öğretim yöntemini problem çözme, bilişsel farkındalık, derse ilişkin tutum üzerine etkilerini karşılaştırmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 35' i deney ve 34' ü kontrol grubunda yer alan toplam 69 öğrenci oluşturmuştur. Araştırma 10 haftalık bir süre boyunca uygulanmıştır. Araştırma bulguları yapılandırmacı yaklaşımın problem çözme becerileri, biliş ötesi farkındalık ve derse yönelik tutum geliştirmede geleneksel yönteme göre daha etkili olduğunu göstermiştir.

Alan yazındaki çalışmalarda farklı bağımsız değişkenlerin ilköğretim düzeyindeki öğrencilerde problem çözme becerilerine etkisi araştırılmış ve sonuçları sunulmuştur. Bu durumda çalışmada gerçekleştirilen mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları uygulamasının öğrencilerin problem çözme becerilerine olumlu etki ettiği sonuçlarının literatür ile uyum sağladığı ayrıca

farklı bir bağımsız değişken ile gerçekleştirilen bu çalışmanın literatüre katkı sağladığı düşünülmektedir. Yine çalışma sonucunda ulaşılan bir diğer sonuç, kontrol grubunda gerçekleştirilen, 2017-2018 Fen Bilimleri öğretim programında yer alan etkinliklerle geleneksel yöntemle işlenen derslerin öğrencilerin problem çözme becerilerine katkı sağlamadığı yönündedir. Araştırmada ulaşılan bu sonuç da literatür ile uyum sağlamaktadır.

Mühendislik tasarım basamakları kullanılarak geliştirilen etkinliklerin yer aldığı alan yazındaki çalışmalarda da farklı düzeylerde öğrenim gören öğrenciler ile gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerilerine katkı sağladığı sonucu ortaya çıkmıştır (Üzel, 2019; Ceylan, 2014). Bu durumda, çalışmada gerçekleştrilen mühendislik tasarım temelli bilim oyuncakları uygulamasının öğrencilerin problem çözme becerisine olumlu etki ettiği sonuçları, ilgili literatür ile uyum göstermektedir. Öğrencilerin problem çözme becerilerinin dolayısıyla günlük yaşamda karşılaştıkları problemleri çözmeye yönelik becerilerinin gelişebilmesi için mühendislik basamaklarına göre geliştirilen uygulamaların fen bilimleri öğretim müfredatında daha fazla yer alması gerekliliği düşünülmektedir. Bu araştırma kapsamında geliştirilen mühendislik tasarım temelli bilim oyuncakları uygulaması günlük yaşam problemlerini içermekte ve bu problemlere karşı üretilebilecek çözüm yollarını geliştirmektedir.

Mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları uygulamasının gerçekleştirildiği deney grubundaki öğrencilerin PÇBE ön test ve son test puanlarının istatistiksel analizi sonucunda son test lehine anlamlı bir artış gösterdiği görülmüştür. Bu durum mühendislik tasarım temelli bilim oyuncakları uygulamasının öğrencilerin problem çözme becerilerine olumlu yönde etki ettiğini desteklemektedir.

Alan yazın incelendiğinde mühendislik basamaklarına dayalı etkinliklerin uygulandığı çalışmalara rastlanmaktadır (Silk, E. M., Schunn, C. D., ve Cary, M. S., 2009; Mesutoğlu, 2017; Altaş, 2018; Özsoy, 2018; Şen, 2018; Uzel, 2019; Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., ve Krysinski, D., 2008). Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N., (2016) çalışmalarında mühendislik tasarım temelli fen eğitimi odaklı örnek etkinlik atölyesine katılan ve gönüllü olarak görüş bildiren

öğretmenlerden elde ettikleri verilerin analizi sonucunda mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilere yaratıcı, eleştirel, problem çözme, grupla çalışma gibi becerileri kazandıracağı yönünde olumlu görüşler belirttikleri sonucuna ulaşmışlardır.

Bu çalışma ise mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları tasarımı uygulaması olması yönüyle literatür için özgün bir çalışma niteliği taşımaktadır. Ayrıca bu çalışma mühendislik tasarım basamaklarına dayalı geliştirilen bilim oyuncakları tasarlama uygulaması ile öğrencilerin problem çözme becerileri ve alt faktörlerinin de olumlu yönde geliştiğini göstermektedir.

Mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları tasarımı uygulamasının gerçekleştirildiği deney grubundaki öğrencilerle yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre öğrencilerin etkinlikler boyunca eğlenerek öğrendikleri ve dersten keyif aldıkları sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrenciler bilim oyuncaklarının onlarda eğlenerek öğrenme, daha iyi anlama, kendi başına yeni ürünler oluşturma, deneyerek öğrenme ve gerçek durumların oyuncak hali gibi anlamlara geldiğini ifade ederek kalıcı bir öğrenme sağladığını belirtmişlerdir. Mühendislik tasarım temelli bilim oyuncakları geliştirme uygulaması öğrencilerin fen bilimleri dersine karşı olumlu tutum geliştirmelerine katkıda bulunmuştur. Bu sonuç literatürde yer alan diğer çalışmalarla uygunluk göstermektedir (Uzel, 2019; Şen, 2018; Ayar, 2015; Elam, M., Donham, B., & Soloman, S. R., 2012)

Uzel (2019) çalışmasında 6. sınıf öğrencileri ile mühendislik tasarım basamaklarına göre etkinlikler geliştirmiş ve bu etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerileri, tasarım becerilerinin değişimleri, mühendislik imajlarının değişimi ve mühendislik tasarım temelli etkinliklere yönelik görüşlerini incelemiştir. Çalışmada gerçekleştirilen mühendislik tasarım temelli etkinlikler öğrencilerin mühendislik tasarım sürecindeki görüşlerini olumlu etkilemiştir. Şen (2018), çalışmasında mühendislik tasarım odaklı STEM etkinliklerinde üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı becerileri ve mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini araştırmıştır. Öğrencilerin gerçekleştirilen çalışma sonrası mühendislik tasarım temelli STEM etkinliklerine karşı olumlu tutum geliştirdikleri, mühendislik mesleğini daha iyi tanımladıkları sonucuna ulaşmıştır. Altaş (2018)

çalışmasında STEM eğitiminin sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda gerçekleştirilen etkinliklerin sınfı öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine karşı olumlu tutum oluşturduklarına ulaşılmıştır.

Çalışmada gerçekleştirilen mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları kapsamında oyuncak geliştirme ve tasarlama ile ilgili literatür de yapılan çalışmayı destekler niteliktedir. Kara (2015)'te yayınladığı çalışmasında okul öncesi çağındaki çocuklar ile oyuncak tasarım çalışması gerçekleştirmiştir. Çalışma sonucunda çocukların oyuncaklara karşı olumlu tutum geliştirdikleri ve yapılan etkinliklerden zevk aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Çiğdem (2017), çalışmasında zihinsel engelli çocuklara hayat bilgisi kavramlarının öğretiminde oyuncak kullanımı gerçekleştirmiş ve çocukların hem öğrenme konusunda hem de motivasyonlarının artmasında olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Gedik (2018), çalışmasında 7. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde enerji konusunun öğretiminde bilim oyuncakları tasarlama etkinlikleri gerçekleştirmiş ve öğrencilerin derse yönelik olumlu tutum geliştirdikleri sonucuna ulaşmıştır.

Mühendislik tasarım basamaklarına dayalı geliştirilen bilim oyuncakları uygulamalarının gerçekleştirildiği deney grubundaki öğrencilerin bilim oyuncakları tasarlama sürecindeki performansların değişimi öğrenci etkinlik kitapçıkları, oluşturulan ürünler ve mühendislik tasarım basamaklarına göre hazırlanan değerlendirme rubriği analiz edilmiş, gerçekleştirilen dört etkinlik süresince öğrencilerin elde ettikleri puanların bütün gruplar bazında zamanla artış gösterdiği tespit edilmiştir.

Mühendislik tasarım basamaklarına dayalı geliştirilen bilim oyuncakları uygulamasında, mühendislik tasarım basamaklarından problem cümlesinin tanımlanması, problem ile ilgili araştırma yapma, çözüme yönelik hayal etme, plan yapma, tasarlama, test etme, geliştirme, rapor etme ve paylaşma basamaklarına ilişkin bulgular ayrıntılı bir şekilde "Bulgular ve Yorum" bölümünde verilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde mühendislik tasarım temelli bilim oyuncakları uygulamalarının 5. sınıf öğrencilerinin tasarım performanslarının süreç boyunca arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Problemi tanımlama basamağında; öğrencilerin oluşturduğu grupların tamamının problemi tanımlayabildiği saptanmıştır. Gruplar oluşturulan rubrik analizi problemi tanımlama basamağı için 4 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda problemi tanımlama basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin puanlarının ortalamalarına bakıldığında problemi tanımlama basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde alan yazın incelendiğinde gerçekleştirilen çalışmaların mühendislik tasarım temelli etkinliklerin bireylerde problemin belirlenmesi ve problemin belirlenmesine yönelik becerilerin geliştirildiği sonucuna ulaşılmıştır (Bozkurt, 2014; Ercan, 2014; Gedik, 2018). Bu doğrultuda elde edilen sonuçların literatür ile uyum gösterdiği söylenebilir. Yapılan araştırmalarda problem bağlamında sınırlılıklar konusunda sorunların yaşandığı tespit edilmiş ve öğrencilere problem durumu yaratma gereği duyulmuştur. Bu çalışma ortaokul 5. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirildiği için öğrencilere problem durumu verilen senaryolar ile sunulmuş ve çözüm bulmaları beklenmiştir. Burada problem seçiminin önemli olduğu tespit edilmiş bu nedenle ortaokul öğrenciler ile yürütülen bu çalışma için problem ile ilgili kriter ve sınırlılıkların araştırma tarafından belirlenmesi uygun görülmüştür.

Araştırma basamağında; öğrencilerin oluşturduğu grupların tamamının araştırma basamağından aldığı puanlar incelendiğinde grupların tamamının 4 puan üzerinden ortalama 3,12 puan aldıkları ve bu durumun da araştırma basamağının uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda araştırma basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin puanlarının ortalamalarına bakıldığında araştırma basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir.

Hayal etme basamağında; öğrencilerden probleme yönelik uygun çözümler oluşturmaları beklenmiştir. Öğrencilerin oluşturduğu grupların hayal etme basamağından aldığı puanlar incelendiğinde, grupların tamamının aldıkları puanların

4 puan üzerinden değerlendirildiği, grupların ortalama 3,14 puan aldığı ve bu durumun hayal etme basamağını uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda hayal etme basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin puanlarının ortalamalarına bakıldığında hayal etme basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir. Yapılan araştırmaya benzer şekilde ilgili alan yazında gerçekleştirilen araştırmalarda da öğrenim düzeyleri farklı öğrenciler, öğretmen adayları ve öğretmenler ile gerçekleştirilen etkinliklerin bireylerin olası çözümler geliştirmelerine yönelik yeterliklere sahip olduğu ve bu yeterliklerini geliştirdikleri sonucuna ulaşılmıştır (Bozkurt, 2014; Doppelt ve Barak, 2002; Hacıoğlu, 2017). Bozkurt (2014), öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği çalışmasında mühendislik temelli fen eğitiminin bireylerin en iyi çözüm yollarını seçmelerine yönelik yeterliklerini geliştirdiği sonucuna varmıştır.

Plan yapma basamağında; öğrencilerin oluşturduğu grupların plan yapma basamağından aldığı puanlar incelendiğinde grupların tamamının aldıkları puanlar plan yapma basamağının uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Gruplar oluşturulan rubrik analizi plan yapma basamağı için 16 puan üzerinden değerlendirilmiş, öğrencilerin aldıkları ortalama puanlar X=10,5 olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda plan yapma basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin puanlarının ortalamalarına bakıldığında plan yapma basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir.

Tasarlama basamağında; öğrencilerin oluşturduğu grupların tasarlama basamağından aldığı puanlar incelendiğinde grupların tamamının aldıkları puanlar tasarlama basamağının uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Gruplar oluşturulan rubrik analizi tasarlama basamağı için 16 puan üzerinden değerlendirilmiştir, öğrencilerin aldıkları ortalama puanlar X=11,0 olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda tasarlama basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin

puanlarının ortalamalarına bakıldığında tasarlama basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir.

Test etme basamağında; öğrencilerin oluşturduğu grupların test etme basamağından aldığı puanlar incelendiğinde grupların tamamının aldıkları puanlar test etme basamağının uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Gruplar oluşturulan rubrik analizi test etme basamağı için 4 puan üzerinden değerlendirilmiştir, öğrencilerin aldıkları ortalama puanlar X=3,5 olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda test etme basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin puanlarının ortalamalarına bakıldığında test etme basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir.

Geliştirme basamağında; öğrencilerin oluşturduğu grupların geliştirme basamağından aldığı puanlar incelendiğinde grupların tamamının aldıkları puanlar geliştirme basamağının uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Gruplar oluşturulan rubrik analizi geliştirme basamağı için 4 puan üzerinden değerlendirilmiş, öğrencilerin aldıkları ortalama puanlar X=3,31 olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda geliştirme basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin puanlarının ortalamalarına bakıldığında geliştirme basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir.

Rapor etme ve paylaşma basamağında; öğrencilerin oluşturduğu grupların rapor etme ve paylaşma basamağından aldığı puanlar incelendiğinde grupların tamamının aldıkları puanlar rapor etme ve paylaşma basamağının uygun bir şekilde gerçekleştirildiğini göstermiştir. Gruplar oluşturulan rubrik analizi rapor etme ve paylaşma basamağı için 8 puan üzerinden değerlendirilmiş, öğrencilerin aldıkları ortalama puanlar X=6,25 olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen etkinlikler sonucunda rapor etme ve paylaşma basamağında öğrencilerin aldıkları puanların etkinlikler

ilerledikçe arttığı saptanmıştır. Öğrencilerin puanlarının ortalamalarına bakıldığında rapor etme ve paylaşma basamağı için birinci etkinlikten aldıkları puanların gruplar bazında ortalamasının etkinlikler ilerledikçe arttığı tespit edilmiştir.

5.2. ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda geliştirilen öneriler ile ilgili açıklamalara yer verilmektedir. Araştırmanın sınırlılıkları, kullanılan yöntem ve teknikler göz önüne alınarak, bu alanda çalışmalar yürüten araştırmacılara, uygulayıcı veya öğretmenlere uygulamalarına katkı sağlamak amacıyla bazı öneriler şu şekilde sunulabilir:

- Mühendislik tasarım basamaklarına göre geliştirilen bilim oyuncakları uygulamaları öğrencilerin kendilerinin keşfetttikleri problemlere çözüm bulmalarını sağlayacak şekilde basit malzemelerle yapılandırılabilir.
- Bu araştırmada mühendislik tasarım basamaklarına dayalı bilim oyuncakları uygulamaları öğrencilerin problem çözme becerileri ve performansları bağlamında araştırılmış olup bu uygulamanın öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri, 21. yy becerileri kapsamında yer alan diğer becerilerin yönelik gelişimine etkisi incelenebilir.
- Bu araştırma süresince gerçekleştirilen mühendislik tasarım basamaklarına dayalı bilim oyuncakları uygulamaları Kastamonu ili ve deney grubunda yer alan 13 erkek öğrenci ile sınırlıdır. Bu etkinlikler daha geniş örneklem seçilerek ve kız öğrenciler de dahil edilerek gerçekleştirilebilir.
- Bu çalışmada öğrencilerin mühendislik tasarım basamaklarına dayalı bilim oyuncakları uygulamalarına yönelik görüşleri yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilmiştir. Öğrencilerin görüşlerinin incelendiği nicel veri toplama araçları kullanılarak araştırmalar gerçekleştirilebilir.
- Araştırma kapsamı 5. sınıf Fen Bilimleri dersi Elektrik ünitesi ile sınırlıdır. Mühendislik tasarım basamaklarına dayalı bilim oyuncakları uygulamaları farklı derslerde, farklı sınıf seviye konu kazanımlarında da gerçekleştirilebilir.
- Araştırmanın sınırlılıklarını azaltmak adına okulların maddi ve çevresel imkânları iyileştirilebilir.

- Eğitim-öğretim ortamları öğrencilerin mühendisliğe ilişkin algı, ilgi, tutum ve yeteneklerini geliştirecek şekilde tasarlanabilir.

KAYNAKLAR

A. Ganot, *Elements de Physique*, translated by E. Atkinson, *Elementary Treatise on Physics* (Wood, New York, 1896), 14th ed., p. 59.

A. Privat Deschanel, *Elementary Treatise on Natural Philosophy* (Appleton, New York, 1884), Part I, pp. 101-102.

ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology) (2007-2008). *Engineering accreditation criteria*. Baltimore, MD: Author.

Abrams, B. ve Kaufmann, N. (1990). Toys for early childhood development: Selection guidelines for infants, toddlers and preschoolers. New York: The Center for Applied Research in Education.

Adair, J. (2000). *Karar verme ve problem çözme*. (Çev. N. Kalaycı), M. T. Atay (Editör), Ankara: Gazi Kitapevi.

Akay, H. (2006). *Problem kurma yaklaşımı ile yapılan Matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarısı, problem çözme becerisi ve yaratıcılıkları üzerindeki etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Akgün, Ş. (2001). *Fen Bilgisi Öğretimi*. (7. Baskı) Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M.S., Öner, T. vd. (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu.* (Sertifika No: 15434). İstanbul, İstanbul Aydın Üniversitesi.

Aksan, N. (2006). *Üniversite Öğrencilerinin Epistemolojik İnançları İle Problem Çözme Becerileri Arasındaki İlişki.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Almqvist, B. (1994). Educational toys, creative toys. In J. H. Goldstein (Ed.), *Toys, play and child development* (pp. 43-66). New York: Cambridge University Press.

Altaş, S. (2018). *STEM Eğitimi Yaklaşımının Sınıf Öğretmeni Adaylarının Mühendislik Tasarım Süreçlerine, Mühendislik ve Teknoloji Algılarına Etkisinin*

İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muş Alparslan Üniversitesi, Muş, Türkiye.

Altun, M. (2002). *Eğitim fakülteleri ve ilköğretim için matematik öğretimi* (10. baskı) Erkam Matbaacılık.

Altun, M. (2008). *Eğitim fakülteleri ve Sınıf Öğretmenleri İçin Matematik Öğretimi.* Bursa: Alfa Akademi.

American Chemical Society. (2005). *The Joy Of Toys.* [online]. (20 Haziran 2018), https://www.acs.org/content/dam/acsorg/education/outreach/2005-joy-oftoys.pdf.

Amir, N. (2006). "Making Physics Toys Fosters Creativity". *Physics Education,* 45(1):18-20.

Amir, N. ve Subramaniam, R. (2005). Fostering creativity in science through ınvention of toys in design & technology laboratories. *The CRPP International Conference on Education Singapore:* The National Institute of Education.

Anagün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z. ve Yaşar, S. (2016). Öğretmen Adaylarına Yönelik 21. Yüzyıl Becerileri Yeterlilik Algıları Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi,* 40, 160-175.

Andrade, H. G. (1997). Understanding Rubrics. Educational Leadership, 54(4), 14-17

Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., ve Schunn, C. D. (2008). *Bringing Engineering Design into High School Science Classrooms*: The Heating/Cooling Unit. *Journal of Science Education Technology,* 17(5) 454-465.

Aref, H., Hutzler, S., Weaire, D. (2007). "*Toying with Physics*". Euro physics News, 38(3), 25-26.

Arıol, Ş. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının bütüncül (holistik) ve analitik düşünme stillerinin matematiksel problem çözme becerilerine etkisi.* Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ata, B. (1998). *Tarih öğretimine bilimsel problem çözme yönteminin uygulanmasına yönelik bir model.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Atalay, N., Anagün, Ş.S., Kumtepe, E.G. (2016). Fen Öğretiminde Teknoloji Entegrasyonunun 21. Yüzyıl Becerileri Boyutunda Değerlendirilmesi: Yavaş Geçişli Animasyon Uygulaması. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5(2)*, 405-424.

Atılgan, H., Kan, A. ve Doğan, N. (2007). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (2. Basım). Ankara: Anı.

Ayar, M. C. (2015). First-hand experience with engineering design and career interest in engineering: An informal STEM education case study. *Educational Sciences: Theory and Practice, 15*(6), 1655-1675.

Aydurmuş, L. (2013). *8. Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Sürecinde Kullandığı Üstbiliş Becerilerinin İncelenmesi,* Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı, Trabzon.

Bakioğlu, A. ve Hesapçıoğlu, M. (1997). Düşünmeyi öğretmekte öğretmen ve okul yöneticisinin rolü: Düşünmek. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 9*.

Baorong, Z., Jiaxi, J. (2009). "Innovative Design of Traditional Educational toys Based on Experience Design", IEEE 10th International Conference on Computer-Aided Industrial Design & Conceptual Design.

Baran, E., Cambazoğlu-Bilici, S., Mesutoğlu, C., (2015). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği*. Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi, 5 (2), 60-69.

Baran, T. ve Kahraman, S. (2004). Mühendislik Eğitiminde Probleme Dayalı Öğrenme Modelleri. *I. Ulusal Mühendislik Kongresi*, 20-21 Mayıs 2004, Eski Foça, İzmir.

Batı, K. (2010). *Bilimsel Süreç Becerilerine Dayalı İlköğretim Fen Eğitiminin, Bilimsel Problem Çözme Becerilerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, Ankara.

Baykul, Y. (2000). *Eğitim ve psikolojide ölçme: Klasik Test Teorisi ve uygulaması.* Ankara: ÖSYM.

Baykul, Y. (2002). *İlköğretimde matematik öğretimi: 6.-8. Sınıflar için.* Ankara: Pegem A Yayıncılık.

Bennett, A. B. ve Nelson, L.T. (2004). *Mathematics for Elementary Teachers: A Conceptual Approach,* (6. Baskı). New York: McGraw Hill.

Berk, E.G. (1999). "Hands-on Science: Using Manipulatives in the Classroom". Principal, 68(4), 52.

Bilen, M. (2002). *Plandan uygulamaya öğretim*. (6. Baskı). Ankara: Anı Yayınları.

Bilgin, A. (2010). *Üniversite öğrencilerinin çeşitli değişkenlere ve denetim odağına göre problem çözme beceri algıları.* Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Bingham, A. (1971). *Çocuklarda problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi* (F, Oğuzkan, Çev.). İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.

Bingham, A. (1998) *Çocuklarda problem çözme yeteneklerinin geliştirilmesi* (F. Oğuzkan, Çev.) İstanbul, Milli Eğitim Basımevi.

Bozan, M. (2008). *Problem Çözme Etkinliklerinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Basınç Konusu ile İlgili Başarı, Tutum ve Üstbiliş Becerilerinin Gelişimine Etkisi.* Yayımlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanlar Eğitimi Anabilim Dalı, Balıkesir.

Bozkurt Altan, E., Yamak, H., ve Buluş Kırıkkaya, E. (2016). FeTeMM Eğitim Yaklaşımının Öğretmen Eğitiminde Uygulanmasına Yönelik Bir Öneri: Tasarım Temelli Fen Eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 216-232.

Bransford, J. D. ve Stein, B. S. (1993). *The ideal problem solver* (2nd ed.). New York: Freeman.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., ve Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics, 112*(1), 3–11.

Brown R. T. (1989). Creativity: What Are We to Measure? In J. A. Glover, R. R. Ronning and C. R. Reynolds (Eds.), Handbook of Creativity (pp. 3-32), Plenum, New York.

Bruner, J.S. (1966). Toward a theory of instruction. New York: Norton.

Butcher, F. (1987). "Circular motion studies with a toy airplane," *Phys. Teach.* 25, 572–573.

Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A. ve Velasquez-Bryant, N. (2006). *The effects of engineering modules on student learning in middle school science classrooms. Journal of Engineering Education*, 85(4), 301-309.

Carson, E. (2006). *Lecton.* http://www.decodesystems.com/lectron.html adresinden edinilmiştir.

Ceylan, S. (2014). *Ortaokul Fen Bilimleri Dersindeki Asitler ve Bazlar Konusunda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Yaklaşımı ile Öğretim Tasarımı Hazırlanmasına Yönelik Bir Çalışma.* Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

Chen, L. Dooren, V. Lieven, V. (2013). The Relationship between Students Problem Posing and Problem Solving Abilities and Beliefs: A Small- Scale Study with Chinese Elementary School Children. *Journal of Frontiers of Education.* V8 n1 p 147-161 2013.

Chen, N. C. (2008). An educational approach to problem-based learning. *The Kaohsiung Journal of Medical Sciences, 24*(3), 23-30.

Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. Educational and Psychological Measurement, 20(1), 37-46.

Cole, D. J., Browning, E., Cole, E. B., ve Schroeder, F. E. (2003). *Encyclopedia of modern everyday inventions*. Connecticut, USA: Greenwood Publishing Group.

Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, Quantitative And Mixed Methods Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, Inc.

Creswell, J. W. ve Plano-Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Creswell, J. W., Tashakkori, A. (2007). *Developing Publishable Mixed Methods Manuscripts.* Journal of Mixed Methods Research, 1, 100-111.

Creswell, J.,W., ve Plano Clark, V. (2014). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Çağlayan, H. S. (2007). *Beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin öğrenme stilleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi.* Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara: Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çetinkale, E. (2006). *11.sınıf öğrencilerinin denetim odakları, problem çözme becerileri ve algılanan ana-baba tutumları arasındaki ilişkinin cinsiyet ve akademik alan değişkenleri açısından incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Çinko, N. (2004). *İlköğretim kurumlarında görev yapmakta olan yöneticilerin kaynaştırma eğitimine ilişkin tutumları ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Çömlekoğlu, G. (2001). *Öğretmen adaylarının problem çözme becerilerine hesap makinesinin etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

D'Zurilla T. J. ve Goldfried M. R. (1971). Problem solving and behavior modification. *Journal of Abnormal Psychology, 78*(1), 107-126.

Danışık Demirci, N. (2005). *Ergenlerin Sürekli Öfke-Öfke İfade Tarzları İle Problem Çözme Becerileri Arasındaki İlişki.* Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bolu.

David. A. Wells, (1860). *Natural Philosophy* (Ivison, Phinney, New York,), 15th ed., p. 51.

De La Bedoyere, Q. (1995). *Sorun Çözme Teknikleri.* (D. Şahiner, Çev.). İstanbul: Rota yayınları.

De Sousa, C. A., Pina, E.P. (1997). "Aspects of Mechanics and Thermodynamics in Introductory Physics: An İllustration in The Context of Friction and Rolling". *European Journal of Physics*, 18(5), 334.

Demir, S., ve Sahin, E. (2014). *Assessment of prospective science teachers' metacognition and creativity perceptions and scientific toys in terms of scientific creativity*. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 152, 686-691.

Demirçalı, S. ve Alkan, B. (2018). *Ortaokul ve İmam Hatip Ortaokulu Fen Bilimleri 6. Sınıf Ders Kitabı.* Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Dewey, J. (1991). *How we think.* New York, Buffalo: Prometheus Books.

Doppelt, Y. ve Barak, M. (2002). Pupils identify key aspects and outcomes of atechnological learning environment. *Journal of Technology Studies, 28,* 1, 12-18.

Downs, R. M. (2004). From globes to GIS: The paradoxical role of tools in school geography. In, S. D. Brunn, S. L. Cutter, & I. W. Harrington Jr. (Eds.), *Geography and technology* (pp. 177-200). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Düzakın, S. (2004). *Lise Öğrencilerinin Problem Çözme Becerilerinin Bazı Değişkenler Açısından İncelenmesi.* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Psikolojik Danışma Ve Rehberlik Bilim Dalı, Ankara.

Edgeworth, M., ve Edgeworth, R. L. (1798). *Practical education*. London: J. Johnson.

Elam, M., Donham, B., ve Soloman, S. R. (2012). An engineering summer camp for underrepresented students from rural school districts. *Journal of STEM Education: Innovations and Research, 13*(2).

Elkind, D. (2015). *Giants in the nursery: A biographical history of developmentally appropriate practice*. St. Paul, Minnesota: Redleaf Press.

Engineering is Elementary (EiE), (2018) The Museum of Science, Boston, Engineering design process. https://www.eie.org/overview/engineering-design-process adresinden 09/02/2018 tarihinde erişilmiştir.

Ercan, S. (2014). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi. (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Ergün, H. (2010). Problem tasarımının fizik eğitiminde kavramsal öğrenmeye ve problem çözmeye etkisi. Yayınlanmış doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü: İstanbul.

F. J. Bueche, (1981). *Understanding the World of Physics* (McGraw-Hill, New York), pp. 164-165.

Fairweather, J. (2008). *Linking evidence and promising practices in science, technology, engineering and mathematics (STEM) undergraduate education.* Washington: The National Academies Press.

Feaster, Y., Farha, A., Zhai, J. ve Hallstrom, O.J. (2014). "*Serious Toys: Three Years of Teaching Computer Science Concepts in K-12 Classrooms*", ITICSE'14, June 21 - 25, Uppsala, Sweden.

Featonby, D. (2005). Toys and physics. *Phys Educ*, 40(6),537–543.

Featonby, D. (2010). Magic physics? *Phys Educ*, 45(1), 24–31

Felix, A. L. (2010). *Design-based science for STEM Student recruitment and teacher professional development.* Mid-Atlantic ASEE Conference, Villanova University.

Fidan, N. (1996). *Okulda öğrenme ve öğretme*. Ankara: Alkım Yayınevi.

Finnie, I. ve Curl R.L. (1963). Physics in a toy boat Am. J. Phys. 31 289

Fisher, R. (1987). *Problem Solving in Primary Schools*. Oxford: Blackwell.

Genç, M. (2007). *İşbirlikli öğrenmenin problem çözmeye ve başarıya etkisi.* Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Garofalo, J., ve Lester, F. K. (1985). Metacognition, Cognitive Monitoring, and Mathematical Performance. *Journal for Research in Mathematics Education, 16*(3), 163-176.

Gedik, M. (2018). *Bilim oyuncaklarının öğretimde kullanılmasının ortaokul öğrencilerinin enerji konusunda kavramsal anlamalarına ve tutumlarına etkisinin incelenmesi,* Yüksek Lisans Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir, Türkiye.

Gelbal, S. (1991). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları.

Glickman, C. (1981). Play and the school curriculum: The historical context. Journal of Research and Development in Education, 14(3), 1-10.

Glover, J., Ronning, R. ve Buning, R. (1990). *Cognitive psychology for teachers.* New York: Macmillian Publishing Company.

Gold, D., Crombie, G., Brender, W. ve Mate, P. (1984). Sex differences in children's performance in problem-solving situations involving an adult model. *Child Development*. 55.

Goldstein, J. H. (1994). Toys, Play, and Child Development, Cambridge University Press, New York.

Gökbayrak, S., ve Karışan, D. (2017). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin FeTeMM Temelli Etkinlikler Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi. Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi, 3, 1, 25-40.

Göttling, J. F. A. (1791). *Description of a portable chest of chemistry,* London: Greenaway.

Groiler, (2004). "Encyclopaedia Americana". Danbury, Conn: Scholastic Library Publishing, United States.

Guilbert, N.R. (1999). "Deconstructing a Plasma Globe". *The Physics Teacher, 37*(1), 11-13.

Gupta, A. (2015). *Toys from Trash*. [online].(10 Ağustos 2017), http://arvindguptatoys.com/toys.html.

Güçlü, N. (2003). *Lise Müdürlerinin Problem Çözme Becerileri.* Milli eğitim dergisi. (160), 272-300.

Güémez, J, Fiolhais, C. ve Fiolhais, M. (2009). Toys in physics lectures and demonstrations - a brief review. Phys Educ, 44(1), 53–64

Güémez, J. ve Fiolhais, M. (2014). "*The Physics of Articulated Toys- A Jumping and Rotating Kangaroo"*. European Journal of Physics, 35, 1-12.

Güler, A. (2006). *İlköğretim okullarında görev yapan öğretmenlerin duygusal zeka düzeyleri ile problem çözme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

H. S. Carhart ve H. N. (1912). Chute, *First Principles of Physics* (Allyn and Bacon, New York), pp. 43-44.

Hacıoğlu, Y., Yamak, H. ve Kavak, N. (2016). Mühendislik tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili öğretmen görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5,* 3, 807-830.

Heppner, P. P. ve Peterson, C. H. (1982). "The Development and Implications of a Personal-Problem Solving Inventory", Journal of Counseling Psychology, 29, 66-75.

Herman, S. (2012). *Building a history: The LEGO group.* South Yorkshire, UK: Pen and Sword Books.

Hewitt, K. (2001). Blocks as a tool for learning: A historical and contemporary perspective. *Young Children, 54*(1), 6-14.

Hill-Cunningham, P. R., Mott, M. S. ve Hunt, A.B. (2018). Facilitating an Elementary Engineering Design Process Module. *School Science and Mathematics,* 100(1-2), 53-60. https://doi.org/10.1111/ssm.12259

Hodder, P. (2009). Reviving the chemistry set. *Chemistry Education in New Zealand,*17-19.

Hoffmann, L., Häußler, P. ve Lehrke, M. (1998). "Die IPN". Interessenstudie Physik. IPN.

Hutzler, S., Delaney, G., Weaire, D. ve MacLeod, F. (2004). Rocking Newton's cradle. *American Journal of Physics, 72* (12), 1508-1516.

Ilgın, H. (2010). *İlköğretim İkinci Sınıf Öğrencilerinin Problem Çözme Becerilerinin Metinlerle Geliştirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Burdur, Türkiye.

Isenberg, J.P. ve Jalongo, M.R. (1997). Creative expression and play in early childhood (2nd ed.). Upper Saddle River, NJ: Merill/Prentice Hall. Maker

Izgar, H., Gürsel, M., Kesici, Ş., ve Negiş, A. (2004). Önder davranışlarının problem çözme becerisine etkisi. *XIII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kurultayı*. Malatya: İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi.

İnce, E., Acar, Y. ve Temur, S. (2015). Physics Toys Effectiveness of Undergraduates' Understanding Physics Principles. *European J of Physics Education, 6* (4), s. 30-51.

İnel, D. (2012). *Kavram karikatürleri destekli probleme dayalı öğrenme yönteminin öğrencilerin problem çözme becerileri algılarına, fen öğrenmeye yönelik motivasyonlarına ve kavramsal anlama düzeylerine etkileri.* Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı, İzmir.

İnel, D., Balım A. ve Evrekli E. (2009). Fen öğretiminde kavram karikatürü kullanımına ilişkin öğrenci görüşleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 3*(1), 1-16.

İskender, M., Yaman, E., ve Albayrak, G. (2004). *İlköğretim okullarında etkin yöneticiler için bir gösterge: Problem çözme becerisi.* M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, (20), 73-84

Johnson, D. M. (1961). *Psychology: A problem-solving approach.* New York: Harper & Brothers.

Kalaycı, N. (2001). *Sosyal Bilgilerde Problem Çözme ve Uygulama*. Ankara: Gazi Kitapevi.

Kara, N. (2015). Design, development and use of a smart toy for preschool children: a design and development research (Doctoral dissertation, Middle East Technical University).

Karakılıç, S. (2018). *Kitap okumanın öğrencilerin matematik başarısı ve problem çözme becerisi üzerine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Karasar, N. (2005). *Bilimsel araştırma yöntemi*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kardaş, N. (2013). *Fen Eğitiminde Argümantasyon Odaklı Öğretimin Öğrencilerin Karar Verme ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi.* Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Eskişehir. 87s.

Karwasz, G.P., Służewski, K. ve Kamińska, A. (2015). Constructivistic Paths in Teaching Physics: From Interactive Experiments to Step-By-Step Textbooks, Problems of Education in the 21st Century, 65, 6.

Katrancı, Y. (2014), *İşbirliğine dayalı öğretim ortamlarında problem oluşturma çabalarının matematiksel anlamaya ve problem çözme başarısına etkisi*, Yayımlanmamış doktora tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Keenan, Kate. (1997) *Sorun Çözme*, (V. Atayman, Çev.) İstanbul; Remzi Kitabevi.

Khanna, S. (2019). Timeless Toys Tales: A Design Process in Education, 8th International Toy Research Association World Conference, International Toy Research Association (ITRA), Jul 2018, Paris, France.

Kırkley, J. (2003). *Principles for teaching problem solving*. Plato Learning Inc.

Kireš, M. 2007. "Archimedes' Principle in Action". Physics Education, 40(5), 484.

Klag P., 1996. Celebrating the Art and Science ofTeaching with Toys. Toywise©, Southern Utah University, Utah, United States.

Koch, D.P. (1976). More Toy Store Physics, *The Physics Teacher, 14*, 91-95.

Korhonen, M. (2010). *Capstone project physics toys*. Retrieved August 8, 2013, from http://www.fulbright.fi/sites/default/files/Liitetiedostot/Stipendiohjelmat/Suomalaisille/dfa t-korhonenmikko-capstone.pdf

Köken, N. (2003). Sosyal Bilgiler Öğretiminde Problem Çözme Becerilerinin Çoktan Seçmeli Testlerle Ölçülmesi. Gazi Üniversitesi. *Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, Cilt 4, Sayı 2, s. 55-68.

Kuenzi, J. J. (2008). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action (CRS report for Congress)*. Retrieved from https://fas.org/sgp/crs/misc/RL33434.pdf

Kuper, M. (1995). Scientific toys: Linking Art, Science and Technology in primary school. *International Journal of Art & Design Education*, *14*(2), 165-176.

Landis, J, R., ve Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, 33, 159-174.

Leber-Cook, A., ve Cook, R. T. (2017). Glossary. In R. T. Cook, & S. Bacharach (eds.), *Lego and Philosophy: Constructing Reality Brick by Brick* (pp. 220-230). Hoboken, NJ, Wiley.

Leonard, M. J. (2004). *Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom.* National Association for Research in Science Teaching, Vancouver, B.C.

Li, Y., Huang, Z., Jiang, M., ve Chang, T.-W. (2016). The Effect on Pupils' Science Performance and Problem-Solving Ability through Lego: An Engineering Designbased Modeling Approach. *Educational Technology & Society*, 19(3), 143–156.

Lillard, A. S. (2013). Playful learning and Montessori education. *American Journal of Play*, *5*(2), 157-186.

Lim, B. K. (2013). "Toying with Science". Procedia Social and Behavioral Sciences, 90,72-77.

Lou, S. J., Shih, R. C., Diez, C. R., ve Tseng, K. H. (2011). The impact of problem-based learning strategies on STEM knowledge integration and attitudes: an exploratory study among female taiwanese senior high school students. *International Journal of Technology and Design Education,* 21(2), 195-215.

Loucks-Horsley, S., Matsumoto, C. (1999). "*Research on Professional Development for Teachers of Mathematics and Science: The State of the Scene"*. School Sciene and Mathematics, 97(5), 258-271.

Louviere, J. P. (1989). "The inscrutable, open-ended toy balloon," *Phys. Teach. 27,* 195.

Lowe, N. K. (Ed.). (1988). *Games and toys in the teaching of science and technology* (Document Series 29). Paris, France: UNESCO Science and Technology

Education. Retrieved from http://unesdoc.unesco.org/images/0008/000805/080586e.pdf

Marriott, R. (2012). Meccano. London, UK: Bloomsbury Publishing.

Marulcu, I. (2010). *Investigating the İmpact of a Lego-Based, Engineering-Oriented Curriculum Compared to an Inquiry-Based Curriculum on Fifth Graders' Content Learning of Simple Machines.* Doctoral Dissertation, Lynch School of Education, Boston College.

Mason, Z. (2016). *Historic computer simulation* (Report No: IQP MBJ 1604). *https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-042716-122534/unrestricted/IQP_MBJ_1604.pdf* adresinden edinilmiştir.

Mayer, R. (1985). Mathematical Ability, R. Sternberg (Editör), *Human Abilities: An Information Processing Approach*, New York: Freeman, p.127-150.

McGartland, G. (1998). Using toys to foster creativity and innovation at work. *Innov Lead*, *7*(3), 330. Retrieved from http://www.winstonbrill.com/bril001/html/article_index/articles/301-350/article330_body.html.

Merriam, S. B. (1988). *Case study research in educcation: A qualitative approach*. San Francisco: Jossey-Bass.

Mesutoğlu, C. (2017). *Öğretmenler İçin Mühendislik Eğitimi Üzerine Öğrenme İlerlemeleri: Öğretmenlerin Tutumları ve Mühendislik Tasarım Süreci Kavrayışları.* Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Meyrick, K. M. (2011). How STEM education improves student learning. Meridian K12 School Computer Technologies Journal, 14(1), 1-6.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı.* Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2017). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar).* Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3,4,5,6,7 ve 8. Sınıflar).* Ankara: Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.

Mindell, D., Beland, C., Wesley, C., Clarke, D., Park, R., ve Trupiano, M. (2000). *LEGO mindstorms, the structure of an engineering (r)evolution* (Report No: 6.933J). *http://web.mit.edu/6.933/www/Fall2000/LegoMindstorms.pdf* adresinden edinilmiştir.

Ming , Y. C. Ve Johnson, W. V. (2004). Using Toys To Teach Science. *ERAS Conference* (s. 460-473). Singapore: Educational Research Association of Singapore.

Montague, M., Applegate, B. ve Marquard, K. (1993). Cognitive Strategy Instruction and Mathematical Problem- Solving Performance of Students With Learning Disabilities, *Learning Disabilities Research and Practice, 29*, 251-261.

Montague, M., Warger, C., ve Morgan, H. (2000). Solve It! Strategy instruction to improve mathematical problem solving, *Learning Disabilities Research and Practice, 15,* 110-116.

Montessori, M. (1912). *The Montessori method*. New York: Schocken.

Morby, A. (2016). *Cubetto is a wooden robot designed to teach toddlers how to code. https://www.dezeen.com/2016/03/09/cubetto-primo-toys-preschool-children-coding-programming-wooden-robot/* adresinden edinilmiştir.

Morgan, C. T. (1988). *Psikolojiye Giriş.* (H. Arıcı ve diğ., Çev.). Ankara: Meteksan.

Morgan, J. R., Moon, A. M., ve Barroso, L. R. (2013). Engineering better projects. *In STEM project-based learning* (pp. 29-39). SensePublishers, Rotterdam.

Morse J. M. (1991). Approaches to Qualitative- Quantitative Methodological Triangulation. *Nurs Research,* (40), 120–123.

Mosborg, S., Adams, R., Kim, R., Atman, C. J., Turns, J., ve Car, M. (2005). Conceptions of the engineering design process: An expert study of advanced practicing professionals. *Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition (s. 27).* American Society for Engineering Education.

Moskal, B.M. ve Leydens, J. A. (2000). Scoring Rubric Development: Validity and Reliability. *Practical Assessment, Reseach & Evaluation. 7*(10). 71-81.

Müller, S. (2008). Toys, games and juvenile literature in Germany and Britain during the First World War. A comparison. In H. Jones, J. O'Brien, & C. Schmidt-Supprian (eds.), *Untold war: New perspectives in First World War studies* (pp. 231-258). Boston, MA: Brill.

National Academies [NAEP] (2014). *Technology and engineering literacy framework for the 2014 national assessment of educational progress-pre-publication edition. WestEd:* National Assessment Governing Board.

National Aeronautics and Space Administration [NASA], (2018). NASA STEM Engagement. Engineering Desing Process. URL adres: https://www.nasa.gov/audience/foreducators/best/edp.html Erişim tarihi: 03.11.2018.

National Research Council [NRC] ve National Academy of Engineering [NAE]. (2009). Engineering in K-12 Education: Understanding the status and improving the prospects. (L. Katehi, G. Pearson, & M. Feder, Eds.). Washington DC: National Academies Press.

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

Natzel, M. (2006). *Problem Solving in the Pre-Primary Montessori Classroom & The Peace Rose Method.* www.rosevillemontessori.com web adresinden 10.07.2017 tarihinde alınmıştır.

NGSS Lead States. (2013). Next generation science standards: For states, by states. Washington, DC: National Academies Press. doi: 10.17226/18290

Nickas G. D. (1989). A thermometer based on Archimedes'principle *Am. J. Phys*.**57** 845

Orr, R., Jr. (1976). T is for teddybear: Teddy can read. *Language Arts, 53*, 883-885.

Öğülmüş, S. (2006). *Kişilerarası sorun çözme becerileri ve eğitimi*. Ankara: Nobel Yayınları.

Özcan, Y. (2016). *Ortaokul öğrencilerinin okuduğunu anlama becerisi ile matematik dersinde problem çözme başarısı arasındaki ilişki*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Özhan, M. (2005). "Çocuk Folkloru". *Kebikeç (19),* 225-243.

Özsoy, G. (2005). Problem çözme becerisi ile matematik başarısı arasındaki ilişki. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(3), 179-190.

Özsoy, T. (2018). *Mühendislik bölümü öğretim üyelerinin mühendislik tasarım süreci ve bu sürecin ortaokul öğrencilerine öğretilmesi ile ilgili inançları.* Yüksek lisans tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.

Öztürk, E. (2007). *İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin yaratıcı yazma becerilerinin değerlendirilmesi,* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü: Ankara.

Parker-Rees, R. (1997). International Conference on Design and Technology Educational Research and Curriculum Development, Loughborough University of Technology., pp 20–25, Retrieved from https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/bitstream/2134/1458/3/parkerrees97.pdf.

Peters, M. (2012). *LECTRON.info - The ultimate LECTRON information resource and online museum.* http://lectron.info/index.html adresinden edilimiştir.

Petroski, H. (1996). Invention by design: How engineers get from thought to thing. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Polya, G. (1945). *How to Solve It*, NJ: Princeton University Pres, Princeton.

Polya, G. (1962). Mathematical Discovery. Wiley, New York.

Popham, J. W. (1997). What's wrong and what's right with rubric. Educational Leadership. 55, (2), 12

Powell, A. B. (2007). Caleb Gattegno (1911–1988): A famous mathematics educator from Africa. *Revista Brasileira de História da Matemática Especial no 1—Festschrift Ubiratan D'Ambrosio*, 199-209.

Ramsdell, M. W. ve Wick, D. P. (2005). "Predicting Turning Points For Toy Cars". Phys. Teach. 43, 442-444

Roisum, D. R. (2000). *Creative Problem Solving.* www.roisum.com web adresinden 01.07.2011 tarihinde edinilmiştir.

Rose, M. A. (2007). Perceptions of technological literacy among science, technology, engineering, and mathematics leaders. *Journal of Technology Education , 19* (1), 35-52.

Ruchlis, H., (1964). Using Toys to Teach Principles of Science, Science Materials Center, Inc., 220 E 23rd St., New York, New York.

Saitoh, A., (1989). "Toy moved by frictional electricity". The Physics Teacher 27, 402.

Sanders, M. (2009). *STEM, STEM education, STEMmania.* The Technology Teacher, 68(4), 20-26.

Saygılı, G. (2010). *Öğretim teknolojilerinin fen ve teknoloji dersinde kullanımının ilköğretim öğrencilerinin problem çözme becerilerine öğrenme ve ders çalışma stratejilerine üst düzey düşünme becerilerine fen ve teknoloji dersine yönelik tutumlarına ve ders başarısına etkisinin incelenmesi*. Doktora Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Saygılı, H. (2000). *Problem Çözme Becerisi İle Sosyal ve Kişisel Uyum Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı.

Schilling, K. (2011). Montessori approach to teaching/learning and use of didactic materials. In *Education Graduate Symposium* (pp. 1-16). Manitoba, Canada: University of Manitoba.

Schnittka, C. ve Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education,* 33(13), 1861-1887.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Orlando, FL: Academic Press.

Schunn, C. D. (2009). How Kids Learn Engineering: The Cognitive Science Perspective. The Bridge on K-12 Engineering Education, *National Academy of Engineering*, 35(3).

Senemoğlu, N. (1998). *Gelişim, Öğrenme ve Öğretim*. Ankara: Özsen Matbaası.

Senemoğlu, N. (2007). *Gelişim Öğrenme ve Öğretme.* Ankara: Gazi Yayıncılık.

Sezgin, E. (2011). *Problem çözme becerisi ölçeğinin geliştirilmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Shakerin, S., (2013). "Helicopter Toy and Lift Estimation". The Physics Teacher 51, 310.

Sharma, B. K. (2004). "Can We Make Physics Popular". In Proceeding of Second Annual Conference and National Conference on "How to Make Physics Popular?", Jaipur, India, 11-13.

Silk, E. M., Schunn, C. D., ve Strand Cary, M. (2007). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Proceedings of the National Association for Research in Science Teaching*, New Orleans, LA, United States.

Smith, K. A. (1988). The nature and development of engineering expertise. *European Journal of Engineering Education, 13*(3), 317-330.

Sonmaz, S. (2002). *Problem Çözme Becerisi İle Yaratıcılık ve Zekâ Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bilim Dalı.

Sonmaz, S. (2002). *Problem Çözme Becerisi İle Yaratıcılık ve Zekâ Arasındaki İlişkinin İncelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bilim Dalı.

Soodak, H. (2002). "A Geometric Theory of Rapidly Spinning Tops, Tippe Tops, and Footballs". American Journal of Physics, 70(8), 815-828.

Sutton-Smith, B. (1986). Toys as culture. New York: Gardner Press.

Şahin, N., Şahin, N. H., ve Heppner, P. P. (1993) "The psychometric properties of the Problem Solving Inventory". *Cognitive Therapy and Research, 17*, 4, 379-396.

Şahin, Z. (1999). *Çocukların Psiko-Sosyal Temelli Problem Çözme Becerisinin Çesitli Değişkenler Açısından Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi.* Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Şen, C. (2018). *Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı Ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler*. Doktora Tezi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Hacettepe Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Şencan, H. (2005). Sosyal ve Davranışsal Ölçmelerde Güvenirlik ve Geçerlilik. Ankara: Seçkin Yayınları.

Şirinterlikçi, A., Zane, L. ve Şirinterlikçi, A.L. (2009). "Active Learning Through Toy Design and Development". Journal of Technology Studies, 35(2): 14-22.

Taşdemir, A. (2008). *Matematiksel Düşünme Becerilerinin İlköğretim Öğrencilerinin Fen ve Teknoloji Dersindeki Akademik Başarıları, Problem Çözme Becerileri ve Tutumları Üzerine Etkileri.* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi.

Tavlı, O. (2009). *Lise öğretmenlerinin problem çözme becerileri ile tükenmişlikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Tayal, S.P. (2013). Engineering Design Process. *International Journal of Computer Science and Communication Engineering*, 1-5.

Taylor, M. (2001). "Curiosity: The Levitron". Physics Education, 34, 257-258.

TDK, Güncel Türkçe Sözlük, 18.02.2017 tarihinde http://www.tdk.gov.tr/ sayfasından erişilmiştir.

Terzi, S. (2003). Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Kişiler Arası Problem Çözme Beceri Algıları. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi, 1*, s. 221-223.

Topal, H. (2011). "Eğitim Fakültesi Öğrencilerinin Kişilerarası Problem Çözme Becerileri ve Yönelimleri ile Fonksiyonel Olmayan Tutumları Arasındaki İlişkinin İncelenmesi", Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış), Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.

Tuncel, G. (2011). Sosyal Bilgiler Dersinde Rubriklerin Etkili Kullanımı. Marmara Coğrafya Dergisi, 23,213-233

Turner, R. C. (1983). “Toys in Physics Teaching: Cartesian Diver,” American Journal of Physics, Vol. 51, No. 5, pp. 475-476.

Turner, R. C. (1985). “Toys in Physics Teaching: Balancing Man,” American Journal of Physics, Vol. 55, No. 1, pp. 84-85.

Turner, R. C. (1987). “A physics toy: Magnetic seal and ball.” The Physics Teacher 25, 568.

Türnüklü, E. B. ve Yeşildere, S. (2005). Türkiye’den Bir Profil: 11-13 Yaş Gurubu Matematik Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilim ve Becerileri. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi, 38* (2), 167-185.

Upton, E., & Halfacree, G. (2016). *Raspberry Pi user guide*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons.

Uysal, O. (2007). *İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Matematik Dersine Yönelik Problem Çözme Becerileri, Kaygıları ve Tutumları Arasındaki İlişkilerin Değerlendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi, DEÜ.

Uzel, L. (2019). *6. Sınıf Madde ve Isı Ünitesinde Gerçekleştirilen Mühendislik Tasarım Temelli Uygulamaların Öğrencilerin Problem Çözme ve Tasarım Becerilerine Etkisinin Değerlendirilmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Aksaray Üniversitesi, Aksaray, Türkiye.

Valvano , J., ve Yerraballi, R. (2014). Chapter 7: Design and Development Process. *Embedded Systems - Shape The World.*

Van Hook, S. J. (2005). “Teaching Potential Energy Functions and Stability with Slap Bracelets”. *The Physics Teacher, 42*(7), 425-427.

Vandenberg, B. (1987). *Toys and intentions*. Paper presented at the meeting of the International Council on Children's Play, Suhl, Germany.

Vandivert, W., ve Vandivert, R. (1974). Past teaching aids in jigsaw puzzles. Smithsonian, 5(5).

Varieschi, G. ve Jully, I. (2005). “Toy blocks and rotational physics,” Phys. Teach. 43, 360.

Varieschi, G. ve Kamiya, K. (2003). Toy models for the falling chimney, *Am. J. Phys. 71*, 1025.

Verschaffel, L., De Corte, E., Lasure, S., Vaerenbergh, G. V., Bogaerts, H., ve Ratinckx, E., (1999), Learning to Solve Mathematical Application Problems: A Design Experiment With Fifth Graders. *Mathematical Thinking and Learning, 1*(3), 195-229.

Volk, K., Yip. W.M., Lo, T.K. (2003). *"Hong Kong Pupils' Attitudes Toward Technology: The Impact of Design and Technology Programs".* Journal of Technology Education, 15(1):4863.

Walker, J. (2008). *The curious collector: A lively little tour of 101 favorite collectibles.* New York, USA: Sterling Publishing Company.

Walle, V. D. (1980). *J. A. Elementary School Mathematics (Teaching Developmentally)*. New York, London: Longman.

Wendell, K. B. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.

West, A.B., Sickel, A. J. ve Cribbs, J. D. (2015). The Science of Solubility: Using Reverse Engineering to Brew a Perfect Cup of Coffee [Çözünürlük Bilimi: Mükemmel Bir Kahve Demlemek İçin Tersine Mühendislik Kullanma]. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas, 52*(3), 65-73.

Wetherhold, J. (2001). "A toy airplane for projectile-motion experiments," *Phys. Teach*. Vol. 39, 116.

Whitelegg, E., Parry, M. (1999). "Real-Life Contexts for Learning Physics: Meanings, Issues and Practice". Physics Education, 34, 69–72.

Wulf, W. (1998). The image of engineering. Issues in Science and Technology. 7 Haziran 2012 tarihinde http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.issues.org/15.2/ wulf.htm&strip=1 sayfasından erişilmiştir.

Yacob, F. (2017). *From wooden blocks to wooden robots: A history of educational toys*. *https://www.primotoys.com/blog/2017/01/educational-toys-history/ adresinden edinilmiştir.*

Yalçınkaya, T. (2004). "Okul Öncesi Eğitimde Eğitici Oyun ve Oyuncak Yapımı". Esin Yayınevi.

Yamak, H., Bulut, N. ve Dündar, S. (2014). 5. Sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *34*(2).

Yau, C.M. ve Wong, V.P. (2004). Using Toys To Teach Science, *Proceedings of the Educational Research.*

Yavuz, G., Arslan, Ç. ve Gulten, D. C. (2010). The perceived problem solving skills of primary mathematics and primary social sciences prospective teachers. *Procedia Social and Behavioral Sciences,* 2, 1630–1635.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B. ve Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering, 2*(2), 28-40.

Yıldız, C. (2003). *Anadil öğretiminde çağdaş yaklaşımlar ve Türkçe öğretimi*. Ankara: Pegem Yayıncılık.

Yılmaz, R. M. (2016). Educational magic toys developed with augmented reality technology for early childhood education. *Computers in Human Behavior*, *54*, 235-238.

Yurdakul, B. (2004). *Yapılandırıcı öğrenme yaklaşımının öğrenenlerin problem çözme becerilerine, bilişötesi farkındalık ve derse yönelik tutum düzeylerine etkisi ile öğrenme sürecine katkıları*, Yayımlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Zandin, K. B. (2001). Principles and applications of operations research. *Maynard's Industrial Engineering Handbook, Fifth Edition.* McGraw-Hill Professional.