

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
SINIF EĞİTİMİ BİLİM DALI

İLKOKUL DÜZEYİNDE BÜTÜNLEŞİK STEM / STEAM
ETKİNLİKLERİNİN UYGULANMASI: SINIF
ÖĞRETMENLERİYLE BİR EYLEM ARAŞTIRMASI

Hasan UŞTU
DOKTORA TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ

Konya-2019

T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
SINIF EĞİTİMİ BİLİM DALI

İLKOKUL DÜZEYİNDE BÜTÜNLEŞİK STEM / STEAM
ETKİNLİKLERİNİN UYGULANMASI: SINIF
ÖĞRETMENLERİYLE BİR EYLEM ARAŞTIRMASI

Hasan UŞTU
DOKTORA TEZİ

Danışman
Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ

Konya-2019



T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

BİLİMSEL ETİK SAYFASI

Adı Soyadı: Hasan UŞTU

Öğrencinin

Numarası: 158302033202

Ana Bilim / Bilim Dalı: İlköğretim / Sınıf Eğitimi (Dr)

Programı: Tezli Yüksek Lisans Doktora

Tezin Adı: İlkokul Düzeyinde Bütünleşik STEM / STEAM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması

Bu tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadarki bütün süreçlerde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını bildiririm.


19/08/2019
Hasan UŞTU



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü



DOKTORA TEZİ KABUL FORMU

Öğrencinin	Adı Soyadı	Hasan UŞTU
	Numarası	158302033202
	Ana Bilim Dalı	İlköğretim
	Bilim Dalı	Sınıf Eğitimi
	Programı	Doktora
	Tez Danışmanı	Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ
	Tezin Adı	İlkokul Düzeyinde Bütünleşik STEM / STEAM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması

Yukarıda adı geçen öğrenci tarafından hazırlanan “İlkokul Düzeyinde Bütünleşik STEM / STEAM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması” başlıklı bu çalışma 21.../08.../2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak, jürimiz tarafından doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

	Ünvanı Adı Soyadı	İmza
Danışman	Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Sabahattin ÇİFTÇİ	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Songül TÜMKAYA	
Jüri Üyesi	Prof. Dr. Ali ERSOY	
Jüri Üyesi	Doç. Dr. Muhittin ÇALIŞKAN	

ÖNSÖZ

İlkokullarda bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili gerçekleştirilen bu araştırmanın bütünleşik STEM eğitimi, ilkokul düzeyi ve sınıf öğretmenliği alanyazınına katkıda bulunmasını temenni ediyorum.

Araştırma sürecinde benimle birlikte araştırmayı gerçekleştiren katılımcı sınıf öğretmenlerine ve değerli öğrencileri ve velilerine teşekkür ederim.

Araştırmanın uygulama sürecinde desteğini esirgemeyen okul müdürüm, Sayın İsmail KARATAŞ'a ve mesai arkadaşlarım, Sayın Mahmut TEMEL, Hanife GÖK, S. Ceylin GÜNEŞ ve Ali BOYRAZ'a teşekkür ederim.

Çalışmanın başından sonuna sürekli desteğini esirgemeyen ve eylem araştırmanın gerçekleştirilmesinde büyük payı olan geçerlik komitesi üyesi Sayın Dr. Tomoki SAITO'ya teşekkür ederim. Diğer taraftan danışmanım olması en büyük şans olarak gördüğüm, araştırma süreci boyunca her zaman desteğini esirgemeyen, süreçte sabırla ve anlayışa bilgi deneyimini benimle paylaşan tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ'a teşekkür ederim.

Tez izleme komitesinde yapıcı önerileriyle her zaman araştırmama destek olan Tez İzleme Komitesi üyeleri Sayın Doç. Dr. Muhittin ÇALIŞKAN ve Prof. Dr. Sabahattin ÇİFTÇİ'ye teşekkür ederim. Ayrıca araştırma yöntem bilimi ve süreç konusunda değerli görüşlerini sunan Sayın Doç. Dr. Hasan GÜRGÜR ve Prof. Dr. Ahmet DOĞANAY hocalarıma çok teşekkür ederim.

Son olarak özel olarak bir teşekkürü de tezime zaman ayırmamı sağlayıp en az benim kadar emeği olan sevgili eşim Şemsinur UŞTU'ya sunmak istiyorum.

Bu çalışmayı aileme ithaf ediyorum.



T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Öğrencinin

Adı Soyadı: Hasan U TU

Numarası: 158302033202

Ana Bilim / Bilim Dalı: İlköğretim / Sınıf Eğitimi (Dr)

Programı:

Tezli Yüksek Lisans Doktora

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe MENTEN TA

Tezin Adı: İlkokul Düzeyinde Bütünleştirilmiş STEM / STEAM Etkinliklerinin Uygulanması:
Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması

ÖZET

Bütünleştirilmiş STEM / STEAM eğitimi Türkiye’de özellikle ilköğretim kademesi için yeni bir alandır. Sınıf öğretmenleri STEM eğitimiyle ilgili yeterince deneyimleri olmadığından sınıflarında bütünleştirilmiş STEM / STEAM etkinliklerini uygulamak istediklerinde birçok problemle karşılaşmakta ve kalabilmektedirler. Bu nedenle bu araştırmanın amacı ilköğretim dördüncü sınıf düzeyinde katılımcı sınıf öğretmenleriyle birlikte bütünleştirilmiş STEM / STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesidir. Araştırma, katılımcı araştırmacı ve beş katılımcı öğretmenin döngüsel bir süreç boyunca gerçekleştirdikleri bütünleştirilmiş STEM / STEAM etkinliklerini planlama, uygulama ve mesleki gelişim faaliyetlerini içermektedir.

Araştırma nitel araştırma geleneğinde yer alan eylem araştırması desenlerinden *katılımcı eylem araştırması* türünde yürütülmüştür. Katılımcı eylem araştırması, katılımcı araştırmacı olarak araştırmacı ve beş ilköğretim dördüncü sınıf öğretmeni olmak üzere toplam altı öğretmen tarafından gerçekleştirilmiştir. Katılımcı öğretmenlerin tümü sınıf öğretmenidir. Ayrıca iki adet de araştırmacı öğretmen de katılımcı öğretmenlerin uygulamalarını gözlemlemek ve araştırmak üzere süreçte konumlanmışlardır. Araştırma Osmaniye Merkez ilçesinde görev yapan sınıf öğretmenlerinin kendi sınıflarında fen bilimleri dersinde 2017-2018 eğitim-öğretim yılı ikinci döneminde gerçekleştirilmiştir.

Katılımcı eylem araştırması sürecinde genel olarak tüm katılımcı öğretmenlerin etkinliklerin planlanması ve uygulamasında teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşıyorlarsa fakat fen, matematik ve sanat boyutlarında herhangi bir problem yaşamadıkları tespit edilmiştir. Bu nedenle süreçte etkinliklerin teknoloji ve mühendislik boyutlarına odaklanılarak bu boyutlara yönelik müdahaleler ve mesleki gelişim faaliyetleri gerçekleştirilmiştir ve ilköğretim müdahaleleri belirlenmiştir. Ayrıca ilköğretimde STEM disiplinlerine beşinci bir disiplin olarak sanat (A) boyutunun da bütünleştirilmesi (STEAM) gerektiği ve sanat boyutunun diğer STEM disiplinleriyle bütünleştirilmesinin etkinliği ve bazı katkılarının olduğu ortaya çıkmıştır. Süreçte sanat boyutu odaklanılan diğer bir boyut olmuştur. Ayrıca süreçte etkinliklerin planlanmasında ve uygulanmasında belirli bir akışın olduğu tespit edilmiştir. Öğretmenlerin bütünleştirilmiş STEM/STEAM etkinliklerin planlanmasında TA>SM>EA ve uygulanmasında E>TA>SM>EA kullandıkları modelleri, ilköğretim düzeyinde faydalı ve ilköğretim yöntemleri olarak eylem araştırması sürecindeki gerçekleştirdikleri uygulamalar sonucunda elde edilmiştir. Bununla birlikte öğretmenlerin sınıf öğretmeni olmaları sebebiyle etkinlikleri öğrencilerinin seviyesine uyarlamada kendilerine özgü stratejilerin olduğu deneyimlenmiştir.

Ö retmenler katılımcı eylem ara tırması sürecindeki deneyimlerini ifade etmeleri sonucunda ise ilkokul kademesinde bütünle ik STEM / STEAM etkinliklerinin planlanıp uygulanmasıyla ilgili ne tür zorluklar tecrübe ettikleri ve ne tür ihtiyaçlara gereksinim duydukları belirlenmiştir. Ayrıca ö retmenler katılımcı eylem ara tırmasının bir yürütücüsü olarak, sürecin kendi bütünle ik STEM / STEAM e itimiyle ilgili mesleki gelişimlerine ilişkin katkısını da ifade etmişlerdir. Ara tırma sürecinde ö retmenlerin gerçekleştirdikleri ilkokul düzeyine uyarlanmış ve bütünle ik STEAM etkinliği planı elde edilmiş ve diğer sınıf ö retmenlerinin de yararlanabilmesi amacıyla ekte sunulmuştur. Ara tırma sonucunda ilkokul kademesinde teoriyle uygulama sürecinin birleştirileceği daha birçok çalışmanın yapılması gerekliliğini doğurmuştur. Bu bulgular ışığında ara tırmacılara ve uygulayıcılara yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İkokul, Sınıf Ö retmeni, STEM / STEAM E itimi, Katılımcı Eylem Ara tırması, Mesleki Gelişim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Engeller, İhtiyaçlar, Stratejiler



T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü

Adı Soyadı: Hasan U TU

Numarası: 158302033202

Ana Bilim / Bilim Dalı: İlköğretim / Sınıf Eğitimi (Dr)

Programı:

Tezli Yüksek Lisans

Doktora

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ayşe MENTİ TA

Tezin İngilizce Adı: Preparing and Implementing Successful STEM / STEAM Activities in Primary Schools: A Participatory Action Research with Primary School Teachers

ABSTRACT

STEM education is particularly a new area at primary level in Turkey. Therefore, primary school teachers encounter numerous difficulties in adapting the new STEM integration reforms into their classrooms because of a lack of knowledge and experience.

The aim of this participatory action research is preparing and implementing successful STEM activities in primary schools with primary school teachers. The study contains participant teachers' planning, implementing STEM / STEAM activities and professional development sections through the cyclical action process. And to explore teachers' perceptions and classroom practices in order to set up the baseline for STEM integration.

The study was carried out 2017-2018 educational year in second term in Osmaniye province. The participants of the action research are the inside researcher and three female, two male fourth grade primary school teachers. The study carried out collaboratively and democratically in teachers fourth grade classrooms.

According to the findings all participant teachers have experienced difficulty in technology and engineering disciplines of the STEM activities while preparing and implementing STEM / STEAM activities in their classrooms. Moreover, findings suggest that integrating art (A) to other STEM disciplines (STEAM) in primary level is a necessity for implementing STEM activities successfully. On the other hand, integrating art has some positive and negative effects.

In the participatory action research process participant teachers have experienced that TA>SM>EA and E>TA>SM>EA methods are helpful models for preparing, implementing and adapting activities to classroom level. Also, being a primary school teacher participant teachers have unique strategies for adapting activities for their students. Teachers, as experiencing participatory action research in their classrooms, expressed barriers, requirements and professional development needs for implementing STEM /STEAM activities in primary level. The integrated STEAM activity plans which were prepared by participant teachers in the process are presented at the appendix section of the study for other primary school teachers who want to implement them in their classrooms.

Findings from the study provide critical data for making informed decision about the direction for STEM integration in primary level. As a result of the research there are the need for more studies for primary level which combines theory and practice.

Keywords: K-5, Primary School Teachers, STEM / STEAM Education, Participatory Action Research, Pd, Technology, Engineering Elementary, Art, Barriers, Needs

İÇİNDEKİLER

Bilimsel Etik Sayfası.....	i
Tez Kabul Formu.....	ii
Önsöz.....	iii
Özet.....	iv
Abstract.....	vi
İçindekiler.....	viii
Tablolar Listesi.....	xv
Şekiller ve Grafikler Listesi.....	xvii
BÖLÜM I: GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Konusu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı	10
1.3. Araştırmanın Önemi	12
1.4. Tanımlar	13
1.5. Kısaltmalar	14
BÖLÜM II: KURAMSAL ÇERÇEVE	15
2.1. STEM Eğitime Genel Bir Bakış.....	15
2.1.1. Türkiye’de STEM Eğitimi	17
2.1.2. İlkokullarda STEM Eğitimi.....	19
2.2. Disiplinler Arası Öğretim ve STEM Eğitiminin Entegrasyonuna İlişkin Yaklaşımlar	22
2.2.1. Drake’in Yaklaşımı	26
2.2.1.1. Multidisipliner ya da Tematik Entegrasyon	26
2.2.1.2. İnterdisipliner Entegrasyon.....	27
2.2.1.3. Transdisipliner Entegrasyon	28
2.2.2. Fogarty’nin Yaklaşımı	30
2.3. Mühendislik ve Teknoloji Eğitime Bir Bakış.....	33
2.3.1. Mühendisliğin Entegrasyonu	34
2.3.2. İlkokullarda Mühendislik	36
2.3.3. Teknolojinin Entegrasyonu	37
2.4. STEM Eğitiminden STEAM Eğitime Sanat Boyutunun Entegrasyonu.....	40

2.5. Teknoloji, Mühendislik, Fen, Matematik ve Sanat İlişkisi	42
2.6. Yetişkin Eğitimi Teorisi	45
2.7. Öğretmen Uygulamalarını Değiştirmek ve Geliştirmek Amacıyla Mesleki Gelişimi Faaliyetleri	47
2.8. Proje Tabanlı Öğrenme.....	48
BÖLÜM III: İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	50
3.1. Bütünleşik STEM Eğitimiyle İlgili Gerçekleştirilen Eylem Araştırmaları	50
3.2. Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Fen ve Matematik (STEAM) Disiplinlerinin Bütünleştirilmesiyle İlgili Yapılan Çalışmalar	53
3.2.1. Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesiyle İlgili Yapılan Çalışmalar	53
3.2.2. Teknoloji ve Mühendisliğin Bütünleştirilmesiyle İlgili Yapılan Çalışmalar	55
3.2.3. İlkokul Düzeyinde Yapılan Çalışmalar	60
3.3. Türkiye’de STEM Eğitimiyle İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar	62
BÖLÜM IV: YÖNTEM	67
4.1. Eğitimsel Uygulamaları Değiştirmede ve İyileştirmede Bir Yöntem Olarak Eylem Araştırması	69
4.1.1. Katılımcı Eylem Araştırması.....	71
4.2. İlkokul Düzeyinde Gerçekleştirilen Katılımcı Eylem Araştırması Süreci	73
4.2.1. Döngü Bir: Odaklanacak Alanın Belirlenmesi	75
4.2.2. Döngü İki: Döngünün Tekrarlanması	77
4.2.3. Döngü Üç: Katılımcı Öğretmenlerin Kendi Bütünleşik STEAM Etkinlik Planlarını Hazırlaması ve Sınıflarında Uygulaması....	78
4.2.4. Döngü Dört: Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Bütünleşik STEAM Etkinliklerini Tekrar Uygulaması	79
4.3. Araştırma Ortamı.....	81
4.3.1. Cevdetiye İlkokulu	83
4.3.2. Mehmet Akif İlkokulu.....	84
4.3.4. Şehit Yasemin Tekin İlkokulu	85
4.3.5. Mithapaşa İlkokulu.....	86
4.3.6. Fatih İlkokulu	87

4.3.7. Münire Hanım İlkokulu.....	88
4.4. Katılımcı Öğretmenlerin Sosyo-Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler.....	89
4.5. Değerlendirici Öğretmenler ve Rolü	89
4.6. Geçerlik Komitesi ve Tez İzleme Komitesi	91
4.7. Araştırmacı ve Rolü.....	93
4.8. Veri Toplama Yöntem ve Teknikleri	95
4.7.1. Yarı-yapılandırılmış Görüşme ve Odak Grup Görüşmesi	98
4.7.2. Katılımcı Gözleme Sınıf Uygulamalarının İzlenmesi- Tanımlayıcı ve Yansıtıcı Saha Notları.....	99
4.7.3. Araştırmacı Günlüğü	100
4.7.4. Öğrenci Grupları Ürün Dosyası ve Öz Değerlendirme Formu, Öğrenci Grupları Ürünleri	100
4.7.5. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliği Öğrenci Grupları Değerlendirme Formu.....	101
4.7.6. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliği Ders Planları	102
4.7.7. Kamera, Ses Kaydı ve Resimler.....	102
4.8. Verilerin Analizi ve Yorumlanması	103
4.8.1. STEM / STEAM Etkinliği Öğrenci Grupları Değerlendirme Formu Verilerin Değerlendirilmesi	105
4.9. Eylem Araştırmasının Sağlamlığı.....	108
4.9.1. Araştırmanın Sağlamlık Ölçütleri	109
4.9.1.1. Döngünün Tekrarlanması	110
4.9.1.2. Uzun Süreli Katılım ve Düzenli Saha Gözlemi.....	111
4.9.1.3. Katılımcı Araştırmacı ve Katılımcı Öğretmenlerin Deneyimi.....	112
4.9.1.4. Üye Denetimi.....	112
4.9.1.5. Veri Çeşitlemesi.....	113
4.9.2. İnanılabilirlik.....	114
4.9.3. Tutarlılık.....	115
4.9.4. Aktarılabirlik.....	115
4.10. Katılımcı Eylem Araştırmasında Etik	116
BÖLÜM V: BULGULAR	119

5.1. Katılımcı Araştırmacının Uygulamalarına İlişkin Bulgular	120
5.1.1. Uygulama Öncesi Katılımcı Araştırmacının Bütünleşik STEM Etkinliği Ders Planı Hazırlama Sürecine İlişkin Bulgular.....	121
5.1.1.1. Bütünleşik STEM Etkinliği Ders Planı Hazırlama Sürecine İlişkin Bulgular	121
5.1.2. Pilot Uygulamanın Yapılması	127
5.1.3. KA'nın Beş Katılımcı Öğretmenin Sınıflarında Fen Bilimleri Dersinde Zamanın Keşfi Etkinliğini Uygulamasına İlişkin Bulgular	128
5.1.3.1. Etkinliğin Teknoloji Boyutuna İlişkin Bulgular	135
5.1.3.2. Etkinliğin Mühendislik Boyutuna İlişkin Bulgular ...	137
5.1.3.3. Etkinliğin Fen ve Matematik Boyutuna İlişkin Bulgular	139
5.1.3.4. İlkokullarda Bütünleşik STEM Etkinliklerinin Uygulanmasında Beşinci Bir Disiplin Olarak Sanat Boyutu	140
5.1.4. Katılımcı Öğretmenlerin KA'nın Zamanın Keşfi Etkinliğine İlişkin Görüşlerine İlişkin Bulgular	143
5.1.4.1. Katılımcı Öğretmenler, Öğretmenin Kendi Sınıfında Uygulama Yapmasının Avantajlı Olduğunu İfade Ediyor	144
5.1.4.2. Gruplara Ürünlerini Tekrar Yapma Fırsatını Verilmesi	145
5.1.4.3. Etkinlikte Rekabetin Kullanılması.....	146
5.1.5. Uygulama Sonrasında Odaklanılacak Alanın Belirlenmesi... 146	
5.1.5.1. Değerlendirici ve Katılımcı Öğretmenler Bir Sonraki Uygulamada KA'nın Teknoloji ve Mühendislik Boyutuna Odaklanmasını Öneriyor.....	146
5.1.6. Mesleki Gelişim Faaliyetleri ve Müdahalelerin Planlanması	149
5.2. KA'nın Zamanın Keşfi Etkinliğini Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Tekrar Uygulamasına İlişkin Bulgular.....	152
5.2.1. Etkinliğin Teknoloji Boyutuna İlişkin Bulgular	155

5.2.1.1. Teknoloji Boyutuna İlişkin Müdahaleler.....	157
5.2.2. Etkinliğin Mühendislik Boyutuna İlişkin Bulgular.....	160
5.2.2.1. Mühendislik Boyutuna İlişkin Müdahaleler	162
5.2.3. Etkinliğin Sanat Boyutuna İlişkin Bulgular	167
5.2.3.1. Uygulama Sürecinde Sanat Boyutunun Etkinliğin Akışındaki Sırasına İlişkin Bulgular.....	170
5.2.3.2. Sanat Boyutunun Mühendislik Boyutuyla İlişkisine İlişkin Bulgular	171
5.2.4. Uygulama Sonrasında Odaklanılacak Alanın Belirlenmesi ...	172
5.3. Katılımcı Öğretmenlerin Uygulamalarına İlişkin Bulgular.....	173
5.3.1. Uygun Aydınlatma: Tezcan Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular	177
5.3.1.1. Yansıtma Toplantısı.....	180
5.3.1.2. Müdahaleler	181
5.3.2. Güneş Fırını: Saime Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular	183
5.3.2.1. Yansıtma Toplantısı.....	186
5.3.2.2. Müdahaleler	188
5.3.3. Pervaneler Yarışıyor: Şaziye Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular	191
5.3.3.1. Yansıtma Toplantısı.....	193
5.3.3.2. Müdahaleler	195
5.3.4. Süper Güçlü Kâğıt Roketler: Mustafa Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular	196
5.3.4.1. Yansıtma Toplantısı.....	200
5.3.4.1. Müdahaleler	202
5.3.5. Avizemizi Tasarlıyoruz: Fatma Öğretmenin Uygulamasına İlişkin Bulgular	204
5.3.5.1. Yansıtma Toplantısı.....	207
5.4. Araştırma Süreci Boyunca Elde Edilen Bulgular.....	209
5.4.1. İlkokullarda Mühendislik Boyutu ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Müdahaleler	209

5.4.1.1. Süreçte Mühendislik Boyutuna İlişkin Gerçekleştirilen Müdahaleler	210
5.4.2. Teknoloji Boyutu ve Süreçte Teknoloji Boyutuyla İlgili Gerçekleştirilen Müdahaleler.....	217
5.4.2.1. Teknoloji Boyutuna İlişkin Gerçekleştirilen Müdahaleler	219
5.4.3. STEM'den STEAM'e: Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesi ve Sanat Boyutunun İlkokullarda Bütünleşik STEAM Etkinliklerinin Uygulanmasına Katkısına İlişkin Bulgular	222
5.4.3.1. Sanat Boyutun İlkokullarda Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Beşinci Bir Disiplin Olarak Yer Almasının Gerekçesine İlişkin Bulgular	222
5.4.3.2. Beşinci Bir Disiplin Olarak Sanat Boyutunun Bütünleşik STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasının Etkisine İlişkin Bulgular	224
5.4.4. İlkokullarda Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin Planlanması ve Uygulanmasında Bir Yöntem Önerisi: Planlamada TA>SM>EA ve Uygulamada E>TA>SM>EA Yöntemi	227
5.4.4.1. Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesinde: TA>SM>MA Metodu.....	228
5.4.4.2. TA>SM>EA ve E>TA>SM>EA Yöntemlerinin İlkokul Kademesinde Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin Uygulama ve Planlama Sürecine Katkısına İlişkin Bulgular	238
5.4.5. İlkokullarda Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin Uygulanmasında Tecrübe Edilen Güçlüklere İlişkin Bulgular	243
5.4.6. Katılımcı Öğretmenlerin Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerini İlkokul Dördüncü Sınıf Seviyesine Uyarlama Stratejilerine İlişkin Bulgular	251

5.4.7. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasında Öğretmenlerin İhtiyaçlarına İlişkin Bulgular	257
5.4.8. Bütünleşik STEAM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanması Süreci Deneyiminin Katılımcı Öğretmenlere Katkısına İlişkin Bulgular	264
BÖLÜM VI: TARTIŞMA VE SONUÇ	270
6.1. Teknoloji ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Tartışma ve Sonuç	270
6.2. Sanat Boyutu ve Süreçteki Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç	278
6.3. Etkinliğin Planlanmasında TA>SM>EA ve Uygulanmasına E>TA>SM>EA Yöntemi ve Etkinliğe Katkısına İlişkin Tartışma ve Sonuç	283
6.4. Öğretmenlerin Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerini Sınıf Seviyesine Uyarlama Stratejilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç	286
6.5. Öğretmenlerin Tecrübe Ettikleri Güçlüklere İlişkin Tartışma ve Sonuç.....	288
6.6. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasında Öğretmenlerin İhtiyaçlarına Yönelik Bulgulara İlişkin Tartışma ve Sonuç...	292
6.7. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasını İçeren Katılımcı Eylem Araştırması Sürecinin Katılımcı Öğretmenlere Katkısına İlişkin Bulgulara Yönelik Tartışma ve Sonuç	298
BÖLÜM VII: ÖNERİLER.....	301
7.1. Uygulamalara Yönelik Öneriler	301
7.2. İleri Eylem Araştırmalarına Yönelik Öneriler.....	301
KAYNAKÇA.....	304
EKLER	332
ÖZGEÇMİŞ	402

TABLolar LİSTESİ

Tablo 2.1. Multidisipliner, İnterdisipliner ve Transdisipliner Entegrasyon.....	29
Tablo 4.1. Araştırmanın Gerçekleştirildiği Okul, Öğretmen, Öğrenci Grupları ve Sayıları.....	82
Tablo 4.2. Katılımcı Öğretmenlerin Sosyo-Demografik Özellikleri.....	89
Tablo 4.3. Etkinliklerde Uygulayıcı ve Değerlendirici Öğretmenler.....	90
Tablo 4.4. Katılımcı Eylem Araştırması Sürecinde Kullanılan Veri Toplama Yöntem ve Teknikleri.....	96
Tablo 4.5. Etkinlikte Grupları Değerlendirme Standartları.....	106
Tablo 5.1. Bulgular Bölümüne İlişkin Kısaltmalar Listesi.....	120
Tablo 5.2. Bütünleşik STEM Ders Planı İçerik Tablosu.....	124
Tablo 5.3. Katılımcı Araştırmacının Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Etkinliği İlk Uygulama Tarihleri.....	128
Tablo 5.4. Katılımcı Araştırmacının İlk Uygulaması Sonrasında Öğrenci Gruplarının Teknoloji, Fen, Matematik ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Puanları.....	133
Tablo 5.5. Bütünleşik STEM Etkinliği Boyutlarının Kayıt Dökümlerindeki Frekans Dağılımı Tablosu.....	135
Tablo 5.6. Mesleki Gelişim Sürecinde KA'ya Önerilen Makale ve Kitaplar.....	150
Tablo 5.7. Katılımcı Araştırmacının Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Zamanın Keşfi Etkinliğini Tekrar Uygulama Tarihleri.....	152
Tablo 5.8. Grupların İkinci Tur Uygulama Sonrasındaki İlgili Boyutlara İlişkin Puanları.....	153
Tablo 5.9. Katılımcı Araştırmacının Uygulama Sürecinde Etkinlikte Kullanılan Teknoloji ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Müdahaleler.....	167
Tablo 5.10. Katılımcı Öğretmenlerin Etkinliklerini Sınıflarında Uygulama Tarihleri.....	174
Tablo 5.11. Katılımcı Öğretmenlerin Uygulamalarına İlişkin Öğrenci Gruplarının Değerlendirme Puanları.....	175
Tablo 5.12. Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesi ve İlgili Boyutların Uygulama Esnasındaki Akış Sırasına İlişkin Bulgular	232

ŞEKİLLER VE GRAFİKLER LİSTESİ

Sekiller

Şekil 2.1. Güneş Sistemi Temasına İlişkin Multidisipliner ya da Tematik Yaklaşım.....	27
Şekil 4.1. Katılımcı Eylem Araştırması Süreci.....	74
Şekil 4.2. Katılımcı Araştırmacının Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında İlk Uygulamalarına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi.....	76
Şekil 4.3. Katılımcı Araştırmacının Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarda Tekrar Uygulama Yapmasına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi.....	78
Şekil 4.4. Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında İlk Uygulamalarına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi.....	79
Şekil 4.5. Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Tekrar Uygulama Yapmalarına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi.....	80
Şekil 4.6. Cevdetiye İlkokulu 4A Sınıfı.....	84
Şekil 4.7. Mehmet Akif İlkokul 4B sınıfı.....	85
Şekil 4.8. Şehit Yasemin Tekin İlkokulu 4A Sınıfı.....	86
Şekil 4.9. Mithatpaşa İlkokulu 4K Sınıfı.....	87
Şekil 4.10. Fatih İlkokulu 4B Sınıfı.....	88
Şekil 5.1. Odaklanılan Alanlara Yönelik Müdahaleler ve Kaynağı.....	150
Şekil 5.2. Mühendislik Boyutuna İlişkin Süreçte Gerçekleştirilen Müdahaleler....	211
Şekil 5.3. Süreçte Teknoloji Boyutuna İlişkin Gerçekleştirilen Müdahaleler	219
Şekil 5.4. Sanat Boyutunun Etkinlikte Beşinci Bir Disiplin Olarak Yer Almasına İlişkin Bulgular.....	225
Şekil 5.5. Bir Bütünleşik STEAM Etkinliğinde Boyutların Uygulama Esnasında Akışının İlişkin Şematik Gösterimi.....	235
Şekil 5.6. Uygulayıcı Öğretmenlerin Etkinlik Planlarını Hazırlamada Kullandıkları Yöntemler.....	236
Şekil 5.7. Etkinlik Planlarının Hazırlanmasına İlişkin Genel Yöntemin Şematik Gösterimi.....	238

Şekil 5.8. TA>SM>EA ve E>TA>SM>EA Yöntemlerinin Öğretmenlerin Planlama ve Uygulama Sürecine Katkısına İlişkin Diyagram.....	239
Şekil 5.9. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerin Uygulanmasında Tecrübe Edilen Güçlükler.....	244
Şekil 5.10. Öğretmenlerin Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerini Öğrenci Seviyesine Uyarlama Stratejileri.....	252
Şekil 5.11. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasında Öğretmenlerin İhtiyaçları.....	258
Şekil 5.12. Bütünleşik STEM/STEAM Eğitimiyle İlgili Eylem Araştırması Sürecinin Öğretmenlere Katkısı.....	265

Grafikler

Grafik 5.1. Katılımcı Araştırmacının İlk Uygulaması Sonrasında Öğrenci Gruplarının İlgili Boyutlara Aldıkları Puanların Dağılımı.....	134
Grafik 5.2. Grupların İkinci Tur Uygulama Sonrasındaki İlgili Boyutlara İlişkin Puanların Dağılımı.....	154
Grafik 5.3. Katılımcı Araştırmacının Birinci ve İkinci Tur Uygulamalarına İlişkin Puanların Karşılaştırılması.....	155
Grafik 5.4. Katılımcı Öğretmenlerin Birinci ve İkinci Uygulamalarına İlişkin Grupların İlgili Boyutlardaki Puanlarındaki Değişim.....	176
Grafik 5.5. Tezcan Öğretmenin Uygulamalarında İlgili Boyutlara İlişkin Grupların Puanlarının Frekans Dağılımı.....	178
Grafik 5.6. Saime Öğretmenin Uygulamalarında İlgili Boyutlara İlişkin Grupların Puanlarının Frekans Dağılımı.....	184
Grafik 5.7. Şaziye Öğretmenin Uygulamalarında İlgili Boyutlara İlişkin Grupların Puanlarının Frekans Dağılımı.....	192
Grafik 5.8. Mustafa Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Grupların İlgili Boyutlara İlişkin Puanların Frekans Dağılımı.....	197
Grafik 5.9. Fatma Öğretmenin Uygulamasına İlişkin Grupların İlgili Boyutlara İlişkin Puanların Frekans Dağılımı.....	205

GİRİŞ

1.1. Araştırmanın Konusu

Tarih boyunca egemen ülkeler dünyaya hâkim olmak ya da hâkimiyetlerini sürdürmek amacıyla çeşitli yöntemler ve teoriler geliştirerek bunları uygulamaya koymaya çalışmışlardır. Bu teorilerde belirli kıta ya da bölgelere sonra denizlere ve sonra da gökyüzüne hâkim olanın dünyaya hâkim olacağına, 1950’li yıllardan sonra da uzayı keşfedip uzayda öncü olan ülkelerin dünyaya hâkim olacağına inanılmıştır. 1957 yılında Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği (SSCB) tarafından yapay bir uydunun ilk defa fırlatılmasıyla Amerika Birleşik Devletleri (ABD) küresel liderliğini kaybetme endişesiyle tedirgin olmuş ve uzay çalışmalarına hız vermiştir. Günümüzdeki teori ise bilim ve teknolojiye hâkim, ekonomik yönden güçlü ülkelerin dünyada küresel lider olacağı kabul edilmektedir. Özellikle 90’lı yıllardan sonra Çin bunun yanında Japonya, Hindistan ve Güney Kore, Singapur gibi ülkelerin bilim ve teknolojide kayda değer gelişmeler yaşamaları, ekonomik anlamda da çok büyük atılımlar gerçekleştirmelerine sebep olmuştur. Bu durum Amerika’nın tekrar küresel liderliğini kaybetme endişesi duymasına sebep olmuştur. Bu sebeple eğitim sistemini de kapsayan bir dizi önlemler alma yoluna gitmiştir. Çünkü iş dönüp dolaşıp yine eğitim sistemlerine gelmektedir.

Çağımız 21. yüzyılda emek tabanlı işgücünden ziyade ülkelerin küresel ölçekte rekabet edebilmesi için merak eden, sorgulayan, araştıran, analitik düşünebilen, problem çözme becerisine sahip, öğrendiklerini gerçek yaşama aktarabilen yaratıcı, inovasyon yapabilen ve üretken bireylere sahip olmasına bağlıdır. P21 olarak ifade edilen bu beceriler; öğrenme ve yenilikçilik, dijital okuryazarlık, kariyer ve yaşam olmak üzere üç temel boyutta ifade edilmektedir. 21. yüzyılda ülkelerin ihtiyacı olan insan gücünün yetiştirilmesi amacıyla son yıllarda eğitim programlarına yapılan değişikliklerle okul öncesinden yükseköğretime kadar çok geniş bir yaş ve eğitim seviyesindeki bireylere bu P21 becerileri kazandırılmaya çalışılmaktadır. Bu becerilerin kazandırılmasında disiplinler arası öğretim ön plana çıkarak özellikle; fen, teknoloji, mühendislik

ve matematik disiplinleri birbirleriyle bütünleştirilerek öğretilmeye çalışılmaktadır. Aslında bir disiplinin başka bir disiplin ya da disiplinlerle bütünleştirilerek öğretilmesi olayı yeni bir olgu değildir. Alanyazında disiplinler arası öğretimle ve özellikle disiplinleri birbirleriyle bütünleştirmeye ilgili çalışmalar Drake ve Burns'ün (2004) aktardığına göre 1935'li yıllara kadar uzanmaktadır. Örneğin, Türkiye'de geçmiş yıllarda fen bilimleri disipliniyle özellikle teknoloji disiplini bütünleştirilmeye çalışılmış ve dersin adı “Fen ve Teknoloji” olarak isimlendirilmiştir. Fakat şimdiye kadar STEM eğitiminin tüm disiplinlerinin ya da STEM eğitimiyle ilişkili diğer disiplinlerin birbirleriyle bütünleştirilmeye çalışılması ilk kez STEM eğitiminin ortaya çıkmasıyla başlayan, yeni bir olgudur.

Pedagojik anlamda eğitimsel uygulamaları iyileştirmek amacıyla daha önce ortaya atılmış her yöntem, teknik veya kuramın kendi bağlamında geçerli nedenleri ve halen kullanılması gereken yönleri vardır. Örneğin bir öğretmen dersinde sunuş yoluyla öğrenme stratejisini kullanarak dersin hedeflediği bilgi ve becerileri yine kolayca öğrencilerine kazandırabilir. Fakat 21 yüzyılın gerektirdiği becerilerin bireylere kazandırılması, bu beceri ve yetkinliklere sahip bireylerin yetişebilmesi ve bireylerin üretkenliklerini ortaya koyabilmesi için; öğrencilerin sorgulayan, düşünen ve yaratıcı olmalarını teşvik edici yeni ve farklı pedagojik yaklaşımlara ihtiyaç vardır (Akgündüz, Aydeniz, Çakmakçı, Çorlu, Öner ve Özdemir, 2015). Günümüz eğitim anlayışı öğrencinin bilgi düzeyinin değerlendirilmesinden ziyade, bilginin birey için anlamlı ve yaşantısal hâle getirilmesi esasına dayanmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2017). Türkiye bağlamında düşündüğümüzde; mevcut öğretim programlarının amacı, okullarda, okulun bize çizdiği sınırlar doğrultusunda öğrencilere kazandırmaya çalıştırılan bilgi yoğunluğu, sınav sistemi ve üniversitede bir bölüm kazanma çabası gerçekte eğitim sistemimizin asıl amacı mıdır? Öğrencilerin sadece birbirinden ayrı olarak matematik, fen bilgisi ve diğer disiplinlerdeki bilgileri alıp test çözmeye meyilli bireyler olarak yetiştirilmesi durumunda ortaya çıkan sonuç maalesef öğrendiklerini kullanamayan, gerçek yaşam problemlerini çözemeyen bireylerdir. Bu tür bireylerin yetiştirilmesi ve Türkiye'nin geleceği

için mevcut programların bu şekilde uygulanmaya devam ettirilmesinin sürdürülebilir bir uygulama olamayacağı ve Türkiye'nin 21. yüzyıldaki ihtiyacını karşılayamayacağı düşünüldüğünden, mevcut öğretim programlarında da değişime gidilmesi zorunluluğunu doğurmuştur. Bu nedenle MEB 2016 yılından itibaren öğretim programlarında değişim yaparak programları güncellemiştir. Yapılan güncellemelerin en önemlilerinden bir de fen eğitimine mühendislik ve teknolojinin entegre edilerek fen eğitiminin mühendislik ve teknoloji eğitimiyle bütünleştirilmesi, başka bir deyişle STEM eğitiminin de öğretim programlarına eklenmesidir. Çünkü STEM eğitimiyle fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki bilgi ve becerileri bir araya getirilerek (Bybee, 2010; Guzey, Harwell, Moore, 2014; Smith ve Karr-Kidwell, 2000; Yamak, Bulu ve Dünder, 2014) 21. yüzyılın gereksinimlerinin bireylere kazandırabileceği ifade edilmektedir.

STEM fen (science), teknoloji (technology), mühendislik (engineering) ve matematik (math) disiplinlerinin isimlerinin İngilizce kısaltmasının birleşiminden oluşan bir kavramdır. STEM eğitimi, her disiplinin kendine özgü özelliklerini ihmal etmeden alana ait bilgi, beceri ve inançların 21. yüzyıla ait bağlamlar içerisinde, disiplinler arası bir yaklaşımla bütünleştirilerek öğretilmesini ifade etmektedir. Okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm öğretim kademeleri kapsamaktadır (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Ayrıca bu dört boyutun yanında sanat ve dil gibi ilgili diğer disiplinleri de içerebilmektedir. Çünkü alanyazında STEM eğitiminin felsefesine uygun olarak yaratıcı ve yenilikçi fikirlerin ortaya çıkmasını teşvik etmek amacıyla sanat ve tasarım boyutunun (STEAM) ve ayrıca ilgili başka disiplinlerin, diğer dört disiplinle bütünleştirilmesi gerektiği savunulmaktadır (Cole, 2014).

STEM eğitiminin içerdiği alanların geniş olması sebebiyle ortak bir tanımlama yapılmamış aksine birçok farklı tanımlama yapılmıştır. Yapılan tanımlamalardan bazıları şu şekildedir: Akgündüz (2016) fen ve matematik gibi temel bilimlerin, mühendislik ve teknolojinin sağladığı uygulama olanaklarıyla bütünleştirilerek öğretilmesini içeren okul öncesinden yükseköğretime kadar

tüm kademeleri kapsayan bir eğitim yaklaşımı; Meng, İdris ve Eu (2014) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri arasında köprüler kuran bir çalışma alanı olarak tanımlamaktadır. Morrison (2006) da fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerine özgü bilgi ve becerilerinin entegrasyonuna dayalı bir bütün halinde yeni bir metadisiplin oluşturulması olarak tanımlamıştır. Türkiye’de STEM eğitimi dünyadaki bakış açısından farklı olarak yeni bir eğitim paradigması olarak tanımlandığı görülmektedir. STEM eğitimi farklı alanların oluşturduğu disiplinler arası bir yaklaşımı kapsasa da esas vurguladığı noktanın teknoloji ve mühendislik olduğunu söylemek mümkündür (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Kısacası STEM eğitiminin yegâne amacı özellikle teknoloji ve mühendislikle birlikte disiplinler arası öğretimi sağlayarak öğrencilere 21. yüzyılın gerektirdiği yetkinlik ve becerileri kazandırmaktır.

STEM eğitimi her bir disipline ait ayrı ayrı öğretim programları yerine disiplinler arası köprüler kurmayı başka bir ifadeyle; fen bilimleri, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin bütünleştiren öğretim programları vadetmektedir. Bu şekildeki programların öğrencileri 21. yüzyılın gerektirdiği yetkinlik ve becerilerine sahip, gerçek hayat problemlerine çözüm üreten bireyler olarak yetişebileceği düşünülmektedir. Ayrıca öğretmenlere STEM okur-yazarlığı kapsamında sunulan konu alanlarına ait becerileri kazandırmak ve genel olarak bireylerde STEM okur-yazarlığı şeklinde bir beceri alanı geliştirmek de hedeflenmiştir (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Bununla birlikte STEM eğitimi teoride kalan bilgilerin uygulamaya ve ürüne dönüştürülmesine imkân sağlamayı da amaçlamaktadır (MEB, 2016, 2018).

Günümüzde bilgiyi aktaran değil bilgiyi kullanan bireyler ön plana çıkmakta bu nedenle programlarda bilgi temelli içeriğin yanında tutum ve beceri temelli içeriğe daha fazla yer verilmektedir. Ayrıca fen öğretimini kapsayan alanların temel eğitim, ortaokul ve ortaöğretimde birbirinden ayrı olarak öğretilmesinin sakıncalarını bertaraf etmektir. Öğrencilerin problemlere disiplinler arası, bütüncül bir bakış açısıyla bakmasını sağlamak da STEM eğitiminin bu kademeledeki amaçlarından biridir (Şahin, Ayar ve Adıgüzel,

2014). Uzun vadede ise temel eğitim kademesinde okuyan meraklı, sorgulama becerilerine sahip, yetenekli öğrencilerin belirlenmesini, bu öğrencilerin üniversitelerin ilgili STEM alanlarına (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına) yönlendirilmesini ve bu alanların teşvik edilmesini gözetmektir (MEB, 2016). Ayrıca disiplinler arasındaki ayrımı ortadan kaldırmak, disiplinler arası öğretimi sağlayarak disiplinlerin birbiriyle tam entegrasyonunu uyumlu bir şekilde oluşturmaktır (Wang, 2012). Disiplinler arası STEM eğitimiyle, fen ve matematikteki bilgilerinin mühendislik ve teknoloji gibi disiplinlerle bütünleştirilerek gerçek yaşamla ilişkili durumlarda kullanılması, bilimin doğası gereği öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üretmelerine ve böylece bilimsel ve teknolojik gelişmeler gerçekleştirmelerine neden olacaktır. Sonuç olarak program dört alanın ve ilgili diğer alanların birbirine bütünleştirilmesiyle birlikte öğrenciler; disiplinler arası bir bakış açısı kazanarak gerçek yaşam problemlerine çözüm üretebilecek, 21. yüzyıl insanının gereksinimlerine sahip olabilecektir.

Aşık, Küçük, Helvacı ve Çorlu (2017) Türkiye’de STEM eğitiminin dünyadaki algıdan farklı bir şekilde daha çok ağırlıklı olarak pedagojik bir yaklaşım şeklinde algılandığını ifade etmişlerdir. Daha önceki yıllarda Türkiye’de STEM eğitimi FETEMM olarak adlandırılmıştır. STEM eğitiminin amacı yukarıda ifade edilen hedeflerin yanında Türkiye için özellikle PISA ortalamalarını artırmak ve küresel ölçekte rekabet edebilmek amacıyla uzun vadede gerekli insan gücünün oluşmasını sağlamaktır. Küreselleşen dünyada başka ülkelerde özellikle bilim ve teknoloji alanındaki yenilikler her ülkeyi etkilediği gibi Türkiye’yi de etkilemektedir. Türkiye 21. yüzyılda küresel güvenliğini ve rekabet gücünü koruyup artırmak istiyorsa bilim ve teknoloji alanında atılımlar gerçekleştirmesi gerekmektedir. Nitekim ülkenin sanayi kuruluşlarını temsil eden Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TÜSİAD) 2014 yılında STEM alanında eğitim almış işgücüne ihtiyacı olduğunu ifaden bir rapor yayımlamıştır (TÜSİAD, 2014). Bununla birlikte MEB de 2016 yılında STEM eğitimiyle ilgili bir rapor hazırlayarak STEM eğitimiyle ilgili araştırmaların yapılması, STEM eğitimi merkezlerini kurulması,

STEM alanında yetkin öğretmenlerin yetiştirilmesi ve öğretim programlarının güncellenmesi adımlarının tek tek atılması gerektiğini belirtmiştir (MEB, 2016). Nitekim MEB bu konuda öğretim programlarından başlayarak adım atmaya başlamış ve 2016 yılından itibaren temel eğitim ve ortaöğretim öğretim programlarında STEM eğitiminin izlerini taşıyan güncellemeler yaparak taslak programları hazırlayarak yayımlamıştır. MEB temel eğitim programlarında fen ve matematik öğretim programlarını güncelleyerek bu programlara yeni yeterlilik ve beceriler eklemiştir. Bu beceriler Fen Bilimleri Öğretim Programında; yaşam becerileri, bilimsel süreç becerileri (analitik düşünce, karar verme, yaratıcı düşünme, girişimcilik, iletişim, takım çalışması), mühendislik ve tasarım becerileridir (yenilikçi inovatif düşünce). Bahsi geçen becerilerin kazandırılması amacıyla Fen Bilimleri Öğretim Programına dördüncü sınıftan sekize kadar öğrencilerin günlük hayattaki ihtiyaçlarına ve gerçek hayat problemlerine tasarladıkları bir ürünle uygulamalı olarak cevap vermelerinin amaçlandığı ‘Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları’ teması dâhil edilmiştir. Bu temayla öğrencilerin mühendislik tasarım ve girişimcilik becerilerini kazanmaları hedeflenmiştir. İlgili kazanımları MEB öğretim programında belirtmesine rağmen bunların öğrencilere nasıl kazandırılacağı konusunda bir bilgiye yer vermemekle birlikte özellikle programın uygulayıcısı olan sınıf öğretmenlerin de bu konuda deneyimleri de söz konusu değildir. Yeni öğretim programları 2017/2018 eğitim öğretim yılında kısmen 2018/2019 yılından itibaren de tüm kademelerde uygulanmaya başlanmıştır. Bununla birlikte MEB, STEM eğitimi alanında her kademede yetkin öğretmenlerin yetiştirilmesi, okulların STEM eğitime hazırlanması konusunda ise ulusal anlamda bir strateji ve müdahale gerçekleştirilmemiş ve sadece programları güncellemekle yetinmiştir. Sadece öğretim programlarının güncellenmesi yeterli görülmüştür.

Alanyazında STEM eğitimiyle ilgili Türkiye’deki akademik çalışmalar incelendiğinde de bu alana büyük bir ilginin olduğu fark edilmektedir fakat yapılan çalışmalar; fen bilimleri öğretmenleri ve öğretmen adaylarıyla ve ayrıca genellikle fen bilimleri dersinde ortaokul kademesiyle ilgili çalışmalardır.

Uluslararası alanyazında da aynı durum söz konusudur (Paulson, 2005; Kurup, Brown, Powell ve Li, 2017; Wang, 2012, Owens, 2014). Bu nedenle tüm eğitim kademelerini kapsamaması ve birden çok disiplinle ilişkili olmasına rağmen çoğu zaman STEM eğitiminin sadece fen bilimleri dersi ve öğretmenleriyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Fakat fen bilimleri öğretmenleri ve diğer branş öğretmenleri sadece alanı olan kendi derslerinin öğretimini gerçekleştirirken; sınıf öğretmenleri, ilkökul kademesinde fen, matematik gibi disiplinlerin yanında diğer derslerin öğretimini de disiplinler arası bir şekilde gerçekleştirebilme becerisine sahiptir. Bu nedenle sınıf öğretmenliği STEM eğitiminin doğasına uygun olan bütünleşik öğretmenliğe diğer branşlara göre daha uygun olduğu söylenebilir.

Bütünleşik STEM eğitimi anasınıfında üniversiteye tüm kademeleri kapsamaktadır. Fakat ilgili alanyazın incelendiğinde, gerek ortaokul gerekse ilkökul kademesinde STEM eğitimin nasıl uygulanması gerektiğiyle ilgili teorik olarak bilgilerin ve önerilerin sunulduğu fakat uygulamalı çalışmaların çok sınırlı sayıda olduğu fark edilmektedir. Genel olarak özellikle öğretmenlerle ilgili akademik çalışmalar öğretmen uygulamaları ve öğretmenlerin yetkinliklerini arttırmaya yönelik değil, STEM eğitime yönelik algı (Kurup ve diğerleri, 2017; Ceylan, 2014; Şen, 2018; Gökbayrak, 2017; Öztürk, 2017; Tezesen, 2017; Aslan-Tutak; 2017; Eroğlu ve Bektaş, 2016; Çınar, Pırasa ve Sadoğlu, 2016; Yıldırım ve Türk, 2018), öğretmen nitelikleri (Gülgün, Yılmaz ve Çağlar, 2017), tutum (Yıldırım, 2016; Gülhan, 2016; Yamak, Bulut ve Dündar, 2014) ve öğretmenlerin farkındalıklarına (Özbilen, 2018) yöneliktir.

Anasınıfından üniversiteye kadar tüm kademeleri kapsayan STEM eğitiminde temel kademe olan ilkökul ve ortaokul kademesinde programın uygulanmasına daha çok dikkat edilmelidir. Çünkü bu çağda öğrenciler bilimsel tutum ve bilimsel süreç becerilerini bu dönemlerde kazanmakta ve kazanılan bu tutum beceriler üniversiteden gerçek yaşamına kadar devam etmektedir. 4. ve 5. sınıfın sonuna kadar öğrencilerden STEM alanındaki teorik, sürece yönelik ve uygulamaya yönelik yetkinliklerini en yüksek seviyeye ulaştırması, STEM

eğitimiyle ilgili meslekleri tanması, STEM eğitimiyle ilişkili olan diğer disiplinlerle bütünlüştirebilme becerisi kazanması beklenmektedir. Bu kademedede öğrenciler karmaşık problemleri çözme, küresel sorunları araştırıp çözüm üretmeye çalışma, gerçek yaşam problemlerine maruz bırakılarak, otantik deneyimler yaşatılarak bu problemleri çözme gibi yeterlilikleri STEM eğitimi sayesinde kazanmış olmaları istenmektedir. Ayrıca bu süreçte öğrenciler proje tabanlı, probleme dayalı ve sorgulayıcı öğrenme yaklaşımlarını kullanarak anlamlı, ilgili, amaçlı öğrenme deneyimi yaşamaktadır. Öğrenciler bu kademedede STEM meslek alanlarını tanıyarak ve ilgilerine göre mesleklere yönelmektedir (Maryland State STEM Standards, 2012). Alanyazında araştırmalar (Bybee ve Fuchs, 2006; Bagiati, Yoon, Evangelou ve Ngambeki, 2010; DeJarnette, 2012) göstermektedir ki erken dönemde STEM eğitimiyle ilgili gerçekleştirilen etkinlik ve girişimler öğrencilerin bu alana yönelik algı ve eğilimlerini etkilemektedir.

İlkokul kademesinde diğer kademelere göre bütünlüşik STEM uygulamalarının gerçekleştirilebilmesi için öğretmenlerin şu an sahip olduğu becerilerin dışında yeni farklı yöntem ve stratejilere ihtiyaç vardır (Epstein ve Miller, 2011). DeJarnette (2012) yine STEM eğitimiyle ilgili mevcut çoğu programın ortaokul ve lise seviyesindeki öğrenciler için olduğunu fakat bu konuda ilkokul kademesindeki öğrenciler ve sınıf öğretmenlerine daha az fırsatların sunulduğunu ifade etmiştir. Kısacası alanyazında programın ilkokul kademesinde uygulayıcı olan sınıf öğretmenlerine yönelik çalışmalar sınırlıdır. Alanyazında ilkokul kademesinde STEM eğitimiyle ilgili bu boşluk halen de devam etmektedir (Owens, 2014; Brown ve diğerleri, Wang, 2012). Çünkü mevcut STEM eğitimi programları ve okulların mevcut yapısı birbiriyle örtüşmemektedir (Paulson 2005; Brown ve diğerleri, 2011; Wang, 2012). Chiu, Price ve Ovrachim (2015) halen öğretmenlerin sınıflarında STEM uygulamalarını başarılı bir şekilde gerçekleştirebilmeleri için açık ve net, probleme dayalı ya da sorgulamaya dayalı içeriğin yer almadığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca Espata ve Tank (2017), Kurup ve diğerleri (2017) öğretmenlerin ilkokullarda STEM hakkında pedagojik bilginin yanında sınıflarda uygulama konusunda desteğe

ihtiyaçlarının olduğunu ve bu nedenle bütünleşik STEM eğitimini sınıflarında uygulamaktan çekindiklerini belirlemişlerdir.

Alanyazında diğer bir problem olarak Wang (2012), STEM eğitimiyle ilgili çoğu araştırmanın dört STEM disiplininden iki ya da üçünün entegrasyonu vurgulayarak bunların nasıl bütünleştirilebileceğine odaklanırken (Davison ve diğerleri, 1995; Huntley, 1998; LaPorte ve Mark, 1993; Lonning ve DeFranco, 1997; Niess, 2005, Owens, 2014); fen, teknoloji, mühendislik, matematiğin ve ayrıca sanat gibi ilgili diğer disiplinlerin nasıl tamamen, birbirlerine entegre edilip bütünleştirileceği halen net bir şekilde ortaya konulmaması olarak ifade etmiştir. STEM eğitiminde tüm eğitim kademelerinde genellikle teknoloji ve mühendisliğin ihmal edilen boyutlar olduğu ifade edilmektedir (Cavanagh, 2008; Walton; 2012; Kelley ve Knowles, 2016). Harrison (2011) de çalışmasında, teknoloji ve mühendisliğin bütünleşik STEM eğitiminde nasıl konumlandığını ve diğer STEM disiplinlerine nasıl pratik bağlam sağladıklarını araştırdığı çalışmasında, teknoloji ve mühendislik boyutunu tanımlamak ve karakterize etmek için daha yapılacak çok şeyin olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle öğretmenlerin STEM eğitiminin entegrasyonunu başarılı bir şekilde nasıl kavramsallaştırıp ilkökul kademesinde gerçekleştirilebileceğiyle ilgili entegrasyona yönelik daha birçok çalışmanın yapılması gerekmektedir (Dugger, 2011; Williams, 2011).

İlkokullarda herhangi bir sınıf seviyesinde bütünleşik STEM eğitimine göre bir dersin ya da etkinliğin uygulanmasında içeriğin nasıl olması gerektiği, öğrenme-öğretme süreci, değerlendirme boyutunda nelerin yapılması gerektiğine yönelik ilgili alanyazında tavsiyeler yer almakta fakat iş uygulama boyutuna geldiğinde birçok problemle karşı karşıya kalınabilmektedir. İlkokul kademesi diğer kademelerden farklı bir kademe olması dolayısıyla bazen teoride olan bir şeyin pratikte karşılığı bu kademe de gerçekleşmeyebilmektedir. Bu nedenle teorik STEM eğitiminin ilkökul kademesi için uygulamayla birleştirilmesi gerekmektedir. Bu kademe de bütünleşik STEM eğitiminin planlanması ve uygulanmasında öğretmenlerin hangi boyutlarda problem

yaşadığı, uygulama sürecinde etkinliklerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde nelere gereksinim duydukları, ne tür zorluklar hissettikleri, ne tür desteğe ihtiyaç duydukları ve bu problemlerin üstesinden gelinebilmesi için ne tür müdahalelerin yapılması gerektiği, ilkokullarda öğretmenlerle birlikte uygulama yapmadan belirlenmesi mümkün değildir. Bununla birlikte yenilenen Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları teması ilkokul dördüncü sınıf programına da eklenmiş fakat öğretmenlere bu temanın nasıl uygulanacağına yönelik herhangi bir mesleki gelişim faaliyeti gerçekleştirilmemiştir. Alanyazında yer alan ve yukarıda değinilen eksikliklerinin giderilebilmesi amacıyla ilkokullarda STEM eğitimiyle ilgili eylem, yöntem ve müdahalelerin gerçekleştirilmesi gerekmekte ve bu müdahalelerin sonuçları değerlendirilip bütünleşik STEM etkinliklerini ilkokullarda uygulamak isteyen diğer sınıf öğretmenleriyle paylaşılması gerekmektedir. Araştırma sürecinde bu problem durumuna odaklanılmıştır.

Yukarıda bahsedilen bu sebeplerle, ilkokul dördüncü sınıf düzeyinde fen bilimleri dersinde sınıf öğretmenleriyle birlikte, işbirliği içerisinde gerçekleştirilen bu katılımcı eylem araştırmasının (KEA) problem durumu; ilkokul dördüncü sınıf düzeyinde bütünleşik STEM etkinliklerinin başarılı bir şekilde nasıl gerçekleştirilebileceğidir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Öğrencilerin STEM alanlarında başarılı olmaları ve kariyer seçimleri etkilemek isteniyorsa, eğitim sisteminde erken yaşlardan itibaren müdahale edilerek onlara bir temel kazandırılmalıdır (Epstein ve Miller, 2011; Moore ve Richards, 2012). Fakat bunda, başka bir ifadeyle yeni nesli geleceğe hazırlamada Vann'ın (2013) da ifade ettiği gibi kritik ve anahtar role sahip olanlar yine öğretmenlerdir. Öğretmenlerin değişim ve gelişimi kendisi istemediği takdirde ne tür yeni yenilikler getirilirse getirilsin, bunları özümsemediği takdirde bir işe yaramayacağı açıktır.

STEM eğitimi özellikle ilkokul kademesinde Türkiye’de yeni bir alandır. Sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirilen bu katılımcı eylem araştırmasının temel amacı ilkokul dördüncü sınıf düzeyinde fen bilimleri dersinde bütünleşik STEM etkinliklerinin başarılı bir şekilde nasıl gerçekleştirilebileceğini belirlemekle birlikte nihai olarak ilkokullarda öğretmenlerin bütünleşik STEM eğitiminin planlanması ve uygulanması konusunda yetkinliklerini artırmaktır.

İlkokullarda fen bilimleri dersinde dördüncü sınıf seviyesine uygun bütünleşik STEM etkinliklerinin gerçekleştirilmesi, öğretmenlerin mesleki gelişiminde bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili değişim ve gelişimin sağlanarak yetkinliklerinin artırılması temel amacıyla birlikte döngüsel eylem araştırması süreci boyunca;

- katılımcı sınıf öğretmenleri, bütünleşik STEM etkinliklerinin planlanması ve sınıflarında uygulanmasında; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutlarından hangisinde problem yaşamakta olduğunu,
- öğretimsel anlamda ne tür mesleki gelişim faaliyetlerine gereksinimleri olduğunu,
- ne tür zorluklar yaşadıklarının, ne tür ihtiyaçlara gereksinim duyduklarının ve etkinliğin planlanması ve uygulamasında ne tür strateji ve yöntemler kullandıklarının,
- ve genel olarak bütünleşik STEM etkinliklerinin ilkokullarda uygulanmasıyla ilgili neler düşünmekte olduğunu ortaya çıkarılması amaçlanmıştır.

Kısacası katılımcı araştırmacı ve sınıf öğretmenleriyle birlikte fen bilimleri dersinde gerçekleştirilen katılımcı eylem araştırmasının amacı; ilkokul kademesinde bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili öğretimsel uygulamaları iyileştirmek, teorik süreçle uygulamayı birleştirmektir. STEM eğitimi konusunda sınıf öğretmenlerinin yetkinliklerinin artırılarak öğretim boyutunda mesleki gelişimlerini sağlamaktır. Katılımcı öğretmenlerle birlikte bütünleşik

STEM eğitimi uygulamalarıyla ilgili ilkokul kademesi için bir rehber oluşturarak diğer uygulayıcı öğretmenlere kaynak sağlamak ve ilkokullarda STEM eğitiminin uygulanmasıyla ilgili yeni eylem araştırmalarına öncü olmaktır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Türkiye’de STEM eğitimi yeni ve gelişmekte olan bir alan olması sebebiyle özellikle ilkokul kademesinde sınıf öğretmenleriyle birlikte bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili yapılan çalışmalar sınırlıdır. Sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirilen bu katılımcı eylem araştırması, ilkokul kademesinde bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasıyla ilgili Türkiye’de gerçekleştirilen ilk eylem araştırmalarından biridir. Bu nedenle Türkiye’de ilkokul kademesindeki mevcut duruma bir ışık tutması bakımından önemlidir. Yapılan güncellemelerle birlikte ilkokul öğretim programlarına giren bütünleşik STEM eğitiminin ilkokul kademesinde başarılı bir şekilde nasıl uygulanabileceğinin belirlenmesi ve bu konuda uygulayıcı öğretmenlere bir rehber oluşturması bakımından önemlidir. Araştırmada öğretmenlerin bütünleşik STEM eğitimi öğretimi konusunda mesleki gelişimlerine odaklanılarak, bu konudaki yetkinliklerinin artırılması, alanyazında yer alan teorik bilgilerle uygulamaların bütünleştirilmesiyle alanyazındaki boşluğu doldurması bakımından önemlidir.

Alanyazında da ifade edildiği üzere genelde bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili çalışmalar STEM eğitime yönelik algı ve tutumu belirlemeye yönelik betimsel çalışmalardır. Özellikle ilkokul kademesi için uygulamaya dayalı çok az sayıda araştırma yer almaktadır. Gerçekleştirilecek olan araştırma, bütünleşik STEM etkinliklerini Türkiye’de ilkokul düzeyinde sınıf öğretmenlerinin sınıflarında etkili bir şekilde planlayıp uygulayabilmeleri için kılavuz niteliğinde olmasının gerekliliği de göz önünde bulundurularak katılımcı eylem araştırması olarak desenlenmiştir. Böylelikle ilkokullarda bütünleşik STEM eğitimi planlayıp sınıflarında uygulamak isteyen öğretmenler için bir bütünleşik STEM etkinliğinin nasıl planlanabileceği, sınıflarda nasıl uygulanabileceği ve uygulama esnasında ne tür süreçlerin deneyimlenebileceği hususunda daha

gerçekçi, somut ve uygulama ortamına kolayca transfer edebilecekleri bilgiler edinilebileceği düşünülmüştür.

Hermes (2001) eylem araştırmasını bireyin kendi mesleki yeterlilikleri hakkında düşünmesini, döngüler halinde müdahaleler yürütmesini, müdahalelere yönelik eleştirel ön değerlendirmeler (yansıtma) yapmasını, bu süreci başkalarıyla paylaşması adımlarını içeren gelişim odaklı, pozitif bir süreç olarak tanımlamaktadır (Gürgür, 2016). Araştırmayı başından sonuna kadar işbirliği içerisinde katılımcı araştırmacıyla birlikte gerçekleştiren katılımcı öğretmenlerin tümü ilkökul düzeyinde eğitim veren sınıf öğretmenleridir. Öğretmenlerin kendi kendilerine işbirliği içerisinde öğrenmeleri en iyi yol olarak bilinmektedir. Bu nedenle araştırma katılımcı öğretmenlerin ve katılımcı araştırmacının kendi sınıflarında fen bilimleri derslerinde gerçekleştirdikleri bütünlük STEM uygulamalarını içermesi bakımından önemlidir.

Araştırma ayrıca Türkiye’de ilkökul kademesinde MEB’e bağlı beş ilkökulda bütünlük STEM eğitimin uygulanması deneyimini aktarması bakımından önemlidir.

1.4. Tanımlar

STEM: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Math (Matematik) disiplinlerinin baş harflerinin kısaltılmasında oluşturulmuş bir terimdir. Fen ve matematik gibi temel bilimlerin, mühendislik ve teknolojinin sağladığı uygulama olanaklarıyla bütünlükleştirilerek öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm seviyeleri kapsayan bir eğitim yaklaşımıdır (Akgündüz, 2016). Disiplinler arası öğretimi sağlamaktadır.

STEAM: STEM eğitiminin dört ana disiplinine Art (Sanat) disiplinin de bütünlükleştirilmesiyle birlikte oluşturulan yeni kavramdır.

ENTEGRASYON: Bütünlükleştirme. En az iki disiplinin disiplinler arası öğretimi sağlamak amacıyla birbirleriyle bütünlükleştirilmesini ifade eden kavramdır.

BÜTÜNLEŞİK STEM ve STEAM EĞİTİMİ: Bu çalışmada bütünleşik STEM ya da STEAM terimleri fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat disiplinlerinden en az ikisinin bütünleştirilerek öğretilmesi anlamında yapılan tüm öğretim programı içeriği ve uygulamaları için kullanılmaktadır.

1.5. Kısaltmalar

AAAS: American Association for the Advancement of Science [Amerika Birleşik Devletleri'nde], Amerikan Bilimde İlerleme Birliği

FETEMM: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik

KA: Katılımcı araştırmacı

KEA: Katılımcı eylem araştırması

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NAE: National Academy of Engineering [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Ulusal Mühendislik Akademisi

NGSS: Next Generation Science Standards [Amerika Birleşik Devletleri'nde] Yeni Nesil Fen Eğitimi Standartları

NRC: National Research Council [Amerika Birleşik Devletleri'nde], Ulusal Araştırma Birliği

NSF: National Science Foundation [Amerika Birleşik Devletleri'nde], Ulusal Bilim Vakfı

SEA: Sınıf eylem araştırması

TÜBİTAK: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

TÜSİAD: Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneği

KURAMSAL ÇERÇEVE

Bu bölümde bütünleşik STEM/STEAM eğitiminin ilkökul kademesinde uygulanmasıyla ilgili gerçekleştirilen eylem araştırmasının problem durumuyla ilişkili alanyazın verilmiştir.

Amerika 1950’li yıllardan beri süregelen küresel liderliğini koruma hedefi çerçevesinde bugüne kadar sürekli yeni strateji ve yöntemler uygulamaya koymuştur. Örneğin son yıllarda yeni başkan Trump döneminde özellikle kendisine tehdit ve rakip olarak gördüğü ülkelere yaptırımlar uygulaması, ikili ticari ilişkilerde kendi lehine gümrük vergilerini artırması bunlardan biridir. Obama döneminden itibaren ise Amerikan Başkanlık Konseyinin fen ve teknoloji öğretimi üzerine yayımladığı “Amerika’nın Geleceği İçin K-12 Eğitiminde STEM Eğitiminin Hazırlanması ve Yaygınlaştırılması” raporuyla Amerikan eğitim sisteminin öğrencilere fen, matematik, teknoloji ve mühendislik (STEM) alanlarında güçlü bir temel oluşturmak zorunda olduğu vurgulanmıştır (President’s Council of Advisors on Science and Technology, 2010). Amerika’nın küresel liderliğini korumasını ve refah seviyesindeki ilerlemeye devam edebilmesinin K-12 düzeyinde STEM eğitiminin ilerleyen yıllarda başarılı bir şekilde uygulayabilme becerisine bağlı olduğu ifade edilmiştir (Bybee, 2010; Wang, 2012). Çünkü Amerika’da gelecekte ortalama mesleklerin % 80’inden fazlasının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarıyla ilgili bilgi ve becerileri içeren mesleklerden olacağı tahmin edilmektedir (Heckman, 2008; Bureau of Labor Statistics, 2008). Dolayısıyla STEM kavramı ilk olarak bu ülkede ülkenin rekabet gücünün korunmasıyla ilgili bir kavram olarak ortaya çıkmış ve kullanılmıştır. Bu durum gelişmiş ve gelişmekte olan diğer ülkeleri de etkilemiştir.

2.1. STEM Eğitime Genel Bir Bakış

STEM ifadesi son yıllarda ABD ve diğer ülkelerin yanında Türkiye’de de eğitimcilerin ve konuyla alakalı kesimlerin kullandığı bir ifadedir. Fakat tam olarak tanımının ne olduğu konusunda henüz bir uzlaşma sağlanamamıştır (Breiner ve diğerleri, 2012, Roehrig ve diğerleri 2012; National Research

Council, 2014; Ritz ve Fan, 2015) . Çünkü Thomas'ın (2013) da ifade ettiği üzere kavrama tüm kesimlerin büyük bir ilgisi olmasından dolayı herkesin kendi bakış açısına göre yorumladığını hatta STEM eğitimi uygulayan ve bu alanda projeler gerçekleştirenlerin STEM eğitimi sadece kendi uzmanlık alanlarıymış gibi lanse etmektedir. Ayrıca günümüzde teknoloji ve mühendislik ürünleri günlük hayatımızı çok etkilemiş olsa bile çoğu için bu anlam hala fen ve matematik demektir (Bybee, 2010b).

STEM eğitimi ilk olarak Amerika'da Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından eğitimle ilgili tüm programlarını tanımlamak amacıyla kullanılmıştır. Bugün ise bu farklı disiplinlerin bir araya getirilerek bir metadisiplin olarak önceden birbirinden ayrı olarak öğretimi yapılan disiplinlerin yeni ve uyumlu bir şekilde bir araya getirilmesi, bütünleştirilmesi anlamında kullanılmaktadır (Vasquez, Sneider ve Comer, 2013). Orijinal ismi başlangıçta SMET (science, math, engineering and technology) olan bu ifadenin İngilizce dilinde kaba bir kelimeye (smut) benzemesi nedeniyle STEM olarak değiştirilmiştir (Sanders, 2009). Diğer taraftan, STEM sadece fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleriyle sınıflandırılmış bir kavram değildir. Genellikle sanat, İngilizce (dil sanatları), sosyal bilgiler ve daha fazla başka alanları da kapsamaktadır (Bybee, 2010; Sanders, 2009).

Disiplinler arası ve uygulamaya yönelik yaklaşımı içeren ve temel dört disiplinin birbirleriyle entegrasyonunu hedefleyen bir öğretim sistemi olarak STEM eğitimi çoğunlukla fen ve matematik disiplinlerine odaklanmakla birlikte teknoloji ve mühendislik alanlarını da içermektedir (Akgündüz, Ertepinar, Ger, Kaplan-Sayı ve Türk, 2015). Hom (2014) STEM eğitimi; fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin uygulamalı ve bu dört disiplinin birbirinden ayrı tek tek öğretilmesinin yerine disiplinler arası olarak birbirleriyle bütünleşik bir yaklaşımla öğrencilerin eğitilmesini savunan bir yaklaşım olarak tanımlamıştır. Gerçek yaşam temelli bir problemin çözümünde fen, matematik, mühendislik ve teknoloji ya da problem alanıyla ilgili diğer disiplinleri işe koşulması gerekmektedir. Çünkü gerçek yaşamda problem durumuna ilişkin disiplinler

bütünleşik haldedir. Ayrıca öğrencilerin bu süreci yaşarken nihai olarak P21 olarak ifade edilen 21. yüzyıl becerilerini kazanmalarını hedeflemektedir. En önemlisi de STEM eğitimi öğrencilere soyut öğrenme yaşantıları değil gerçek yaşamla ilişkili konular ve problem durumlarıyla öğrenme sürecini gerçekleştirmeyi vadetmektedir.

Kennedy ve Odell (2014:255) kaliteli STEM programlarının bazı özelliklerini: iyi bir matematik ve fen içeriğine sahip olması; teknoloji ve mühendisliği matematik ve fen disiplinleriyle bütünleştirebilmesi; mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını ve problem çözme basamaklarını içermesi; sorgulamaya dayalı öğrenmeyi desteklemesi; sınıf seviyesine uygun materyaller ve işbirlikçi, açık ve uygulamalı yaşantılar sağlaması; öğrenci çıktılarına odaklanması; STEM alanlarında güncel bilgi ve kavramları yansıtması; öğrenci ve eğitimcilerle geniş bir perspektifte işbirliği ve çalışma ortamı sağlaması; farklı öğrenme deneyimleri yaşatmak amacıyla modellemeler, simülasyonlar, uzaktan eğitim gibi olanaklar sağlaması; tüm formal ve informal ortamlarda öğrenmeyi sağlayabilmesi ve son olarak da proje tabanlı öğrenme gibi STEM eğitiminin doğasına uygun öğrenme yöntem ve tekniklerini içermesi olarak sıralamıştır. Kelley ve Knowles (2016) da yüksek kaliteli STEM programlarının özelliklerinin; a) teknoloji ve mühendisliği STEM programlarına dâhil edebilmesi, b) nitelikli fen ve matematik öğretimi içermesi ve bilimsel sorgulamaya dayalı mühendislik tasarım sürecini teşvik etmesi, c) öğrenme sürecinde işbirlikçi yaklaşımları işe koşarak öğrenci öğretmenin STEM alanları ve meslekleriyle bağlantılar kurmasını sağlaması, d) küresel ve çok yönlü bakış açısı kazandırması, e) proje tabanlı öğrenme, formal ve informal öğrenme deneyimleri gibi stratejileri işe koşması, f) öğrenmeyi desteklemek için teknolojiyi devreye sokması olduğunu ifade etmiştir.

2.1.1. Türkiye’de STEM Eğitimi

Türkiye’de STEM eğitimi FETEMM olarak adlandırılmıştır. Fakat son yıllarda bu kavramın yanında Türkiye’de de genellikle STEM ifadesi kullanılmaktadır. Bunun yanında dört ana disiplinle birlikte sanat boyutunun da

bütünleştirildiği STEAM ya da STEM+A, dil boyutunun da bütünleştirildiği STEM+L gibi kavramlar STEM eğitimini telaffuz etmek için kullanılmaktadır.

Aşık, Küçük, Helvacı ve Çorlu'nun (2017) aktardığına göre Türkiye'de STEM kavramı dünyada yaygın olan politik ya da popüler yorumlardan farklılaşarak öğretimin kalitesini yükseltme amaçlı pedagojik bir yaklaşım olarak kabul gördüğünü ifade edilmektedir (Adıgüzel ve diğerleri, 2012). Türkiye'de STEM eğitimiyle ilgili çalışmalar 2013 yılından itibaren hızlanmıştır. Bu çalışmaları TÜSİAD ve diğer bazı sivil toplum kuruluşları da desteklemekte ve STEM eğitimiyle ilgili raporlar yayımlamaktadır. Örneğin TÜSİAD (2014) gelecekte işgücü piyasasının beklentilerini karşılayacak bireylerin yetiştirilebilmesi için Türkiye'de STEM eğitiminin gerekliliğine yönelik bir rapor yayımlamıştır. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) da STEM eğitimiyle ilgili projeleri desteklemektedir.

MEB de 2016 STEM eğitimiyle ilgili bir rapor yayımlayarak 2017 yılından itibaren öğretim programlarında STEM eğitime göre güncellemelere gitmiştir. Özellikle Fen Bilimleri Öğretim Programı'nda STEM eğitimin izlerini görmek mümkündür. Yapılan güncellemeler neticesinde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin K-12 kademesinde bütünleştirilerek öğretilmesi hedeflenmiştir.

Öğretim programlarında gerçekleştirilen güncellemelerin yanında MEB bünyesinde bazı illerde STEM merkezleri kurulmuştur. Kayseri, Hatay Payas, Şanlıurfa illerinde bu merkezler yer almaktadır. Bununla birlikte Türkiye genelinde öğretmenlere farkındalık eğitimi düzeyinde seminerler verilmektedir. Buna rağmen MEB'in STEM eğitimiyle ilgili tüm kademeleri kapsayan genel bir milli eğitim felsefesinin olmadığı anlaşılmaktadır.

STEM eğitimi anasınıfından üniversiteye tüm eğitim-öğretim kademelerini kapsamasına rağmen Türkiye'de yapılan akademik çalışmalar genelde ortaokul kademesinde fen bilimleri öğretmenleri ve ortaokul öğrencileriyle ilgili yapılmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar STEM eğitiminin

ilgili kademelere uyarlanmasıyla ilgili değil, genellikle öğretmenlerin STEM eğitimine yönelik farkındalıkları, akademik başarı gibi betimsel çalışmalarıdır. Fakat bu alan tüm kademelerde büyük bir ilgiyle devam etmekte ve her geçen gün nitelikli çalışmalar artmaktadır.

2.1.2. İlkokullarda STEM Eğitimi

Bireyler ilkokul ve daha önceki çağlarda STEM alanlarına yönelik algılarını ve bilgilerini geliştirmeye başlarlar (NRC, 2007). İlkokul kademesi STEM eğitime girişi sağlar ve bunun yanı sıra STEM farkındalığının başladığı yerdir (California Department of Education, 2014). Dahası, öğrencilerin doğuştan STEM alanlarına yönelik ilgileri (Maltese ve Tai, 2010) ve ilerleyen yıllarda STEM eğitime daha fazla yönelmeleri teşvik edebilir (NRC, 2011). İlkokul düzeyinde STEM eğitimin sağlayacağı potansiyel kazanımlar ve etkisi ilkokul öğretmenlerinin STEM eğitimi konusundaki yetkinliklerini artırmak için yapılacak faaliyetlere gerekçe teşkil etmektedir (Nadelson ve diğerleri, 2013)

STEM eğitimi anaokulundan yükseköğretime tüm öğretim süreçlerini kapsayan bir yaklaşımdır (Sanders, 2009). Fakat alanyazında ilkokul kademesiyle ilgili yapılan çalışmalar çoğunlukla ilkokul öğretmenlerine genel anlamda STEM eğitimi hakkında bilgi vermenin yanında STEM eğitime yönelik algılarını ve farkındalık düzeylerini ortaya çıkarmaya odaklanmıştır (Brown ve diğerleri., 2011; Nadelson ve diğerleri, 2012; Paulson, 2005; Wang ve diğerleri, 2011; Owens, 2014; Hacıoğlu, 2018; Kurup ve diğerleri 2017).

DeJarnette (2012) çoğu STEM eğitimiyle ilgili programların genellikle ortaokul ve lise kademesi için olduğunu ilkokul öğrencileri ve öğretmenlerin içinse bu durumun söz konusu olmadığını ifade etmiştir. Özellikle Türkiye’de STEM eğitimiyle ilgili yapılan çalışmalar ortaokul kademesinde ve genellikle fen bilimleri dersi ve öğretmenleriyle ilgili çalışmalar yer almaktadır. STEM eğitimi anasınıfından üniversiteye tüm kademeleri kapsamına rağmen bazı çevrelerce STEM eğitiminin sadece fen eğitimiyle ilgili olduğuna inanılmaktadır. Fakat ilkokul öğretmenlerin bütünlük öğretim yeteneği fen bilimleri öğretmenlerine göre daha iyidir. Çünkü fen bilimleri öğretmenleri

sadece fen dersleri ve alt dalları olan fizik, kimya, biyoloji, astronomi vs. öğretirken sınıf öğretmenleri bu derslerin yanında matematik, Türkçe, sosyal bilgiler gibi dersleri de öğretir. Bu açıdan düşünüldüğünde ilkokul öğretmenleri bütünleşik STEM eğitimine daha yatkın olduğu söylenebilir. Fakat ilkokul öğretmen adaylarına üniversitelerin lise düzeyinde fen ve matematik eğitimi sağladığından alanyazında öğretmenlerin STEM eğitimini uygulayabilmeleri için yeterli şekilde yetiştirilmediğine dair tartışmalar (Fulp, 2002; NRC, 2010; Nadelson ve diğerleri, 2013) da yer almaktadır.

Türkiye’de özellikle ortaokul kademesinde merkezi yerleştirme sınavları nedeniyle sınav odaklı bir öğretim süreci yürütülmekte, öğretmen öğretim programlarını yetiştirme kaygısı gütmektedir. Bu durum da bütünleşik STEM uygulamalarının yapılmasını zora sokmaktadır. Fakat ilkokul kademesinde ortaokul kademesinde olduğu kadar bir sınav baskısı yoktur. Bu durumun da ilkokul seviyesinde STEM eğitimin uygulanması için bir avantaj sağlayabileceğini söyleyebiliriz. Bu nedenle Brown (2012) K-12 eğitiminde özellikle daha düşük seviyedeki kademeler için STEM eğitimiyle ilgili girişimlerin etkisiyle ilgili daha çok çalışmaların yapılması gerektiğini ifade etmiştir (Owens, 2014). Çünkü Saito, Gunji ve Kumano'nun (2015) ifade ettiği gibi STEM eğitimiyle ilgili kademelerde uygulamadan öğrencilere etkisini ve başarılı bir uygulama için nelerin gerektiğini bilemeyiz. Bu nedenle ilkokul kademesi için STEM eğitimiyle ilgili daha çok çalışmaların yapılması gerekmektedir.

Ricks’e (2012) göre öğrencilerin erken yaşlarda STEM deneyimi yaşamaları STEM alanlarına yönelmelerine katkı sağlamaktadır. Çünkü öğrenciler yaşadıkları deneyim sayesinde STEM alanlarında başarılı olacaklarına inanmakta ve cesaretlenmektedir (Alumbaugh, 2015). DeJarnette (2012) de ilkokul çağında STEM eğitimiyle tanışmanın öğrencilerin algı ve eğilimlerini pozitif yönde etkilediğini gösteren araştırmaların (Bagiati ve diğerleri, 2010; Wheelcock College Aspire Institute, 2010; Bybee ve Fuchs, 2006) yer aldığını ifade etmiştir. Daugherty, Carter ve Swagerty'nin (2014)

aktardığına göre ilkokul düzeyi STEM kariyerine ve STEM alanlarıyla ilgili mesleklere öğrencilerin ilgililerinin şekillendiği aşamadır. Bu dönem genel olarak 10-14 yaş aralığı olan ilkokul kademesinin sonu ve ortaokulun başlangıcına tekâmül etmektedir. Bu nedenle ilkokulun sonu ve ortaokul kademesinin başlarında kariyer ve alan seçimleri şekillenmeden öğrencilerin bu ilgililerinin tespit edilip teşvik edilmesi gittikçe daha önemli hale gelmektedir (Archer ve diğerleri, 2012).

Alumbaugh (2015) ilkokulun STEM eğitiminin tanıtılması kademesi olmasının yanında bu kademe STEM alanlarına ve ilgili mesleklerin farkındalığının artırılmasına odaklandığını belirtmiştir. Bu kademe STEM eğitimin hedefi öğrencilerin ilgilerini STEM eğitime yönlendirmektir (Hom, 2014).

Öğrenciler STEM eğitiminin temel boyutları olan fen, matematik gibi dersleri ilk olarak ilkokul kademesinde sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirmektedir. Öğrenciler ilkokul kademesinde bu derslerde neler yapıldığı nasıl işlendiğiyle ilgili bir iç görü kazanmaktadırlar. Örneğin; “fen bilimleri dersinde deney mi yapılıyor, bir şeyler mi icat ediliyor yoksa test mi çözülüyor?” sorularının cevabına göre öğrencinin derse olan ilgisi ya da STEM alanlarına olan yönelimi değişmekte ve hatta eğitim hayatı boyunca bu dersin böyle işleneceğini düşünerek o dersten soğuyabilmektedir. Hom'a (2014) göre ilkokul kademesinde STEM eğitimiyle ilgili farkındalık yaratmaya yönelik çalışmaların amacı aynı zamanda STEM alanları ve ilgili mesleklere yönelik ilgilerde de farkındalık oluşturmaktır. Esas odaklanılan amaç ise burada öğrencilerin STEM eğitime ilgilerini çekmek ve bu ilginin ilerleyen süreçte kalıcılığını sağlamaktır. Ayrıca okul içi ve okul dışı STEM uygulamaları arasında bağlantı kurmaktır.

Sonuç olarak STEM eğitiminde başarılı olabilmek ve geleceğin bireylerini yetiştirmek için ilkokul kademesi ve hatta anaokulu kademesi önemli bir yer tutmaktadır. Araştırmalar öğrencilerin bütünleşik STEM alanlarına yönelmelerini sağlamak ve ilgilerini çekmek için ilkokul düzeyinin önemli bir

kademe olduğunu vurgulamaktadır (DeJarnette, 2012). Alanyazında genellikle bütünlük STEM eğitimi için ilkökul kademesinin çok önemli olduğu vurgulanmakta fakat yapılan çalışmaların da sınırlı olduğuna değinilmektedir.

2.2. Disiplinler Arası Öğretim ve STEM Eğitiminin Entegrasyonuna İlişkin Yaklaşımlar

STEM eğitiminin entegrasyonu fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünlükleştirilmesi anlamına geldiğinden öğretim programlarının entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmaları gözden geçirmek ve işin teorik çerçevesini anlamak çok önemlidir. İlk olarak entegrasyonun ne demek olduğunu ve genel olarak entegrasyonla ilgili alanyazında yer alan teorik çerçeve ve modellere değinilecektir. Öğretim programında disiplinlerin birbirine entegrasyonu ile ilgili süreç Drake ve Burns'ün (2004) aktardığına göre 1935'li yıllara kadar uzanmaktadır.

Dilimizde 'entegrasyon' kelimesi aslında 'bütünlükleştirmek' demektir. Okulda bir ilkökul dördüncü sınıf öğrencisine bugün derslerde ne yaptığını sordüğümüzde muhtemelen cevabı "Önce Türkçe dersinde iki saat okuma parçasını işledik daha sonra fen bilimlerinden dünyamızın hareketlerini ve sonuçlarını öğrendik ve öğlen yemeğinden önce de bir saat matematik işledik." gibi bir ifade olacaktır. Öğrencinin de ifadesinde anlaşılacağı üzere okulda bu dersler birbirleriyle ilişki yokmuş gibi tamamen ayrı düşünmektedirler. Çünkü bu öğrenme yaşantıları düzeneği başka bir ifadeyle öğretim programını bu disiplinlerin birbirleriyle ilişkisine vurgu yapmadan hazırlıyoruz (Vasquez ve diğerleri 2013) STEM eğitiminin en büyük vaatlerinden biri de bu disiplinler arasındaki bu izolasyonu kaldırmaktır. Bütünlük bir öğretim programı; problemlere disiplinler arası bir bakış açısı modern dünyada yer alan çevre, sağlık ve enerji gibi alanlardaki problemlerin üstesinden gelmede kullanılabilir (Bybee, 2010a)

STEM eğitiminin entegrasyonunun tam olarak ne olduğuy ile ilgili genel olarak yanıtlanması gereken sorular: Tam olarak entegrasyonun neyi ifade ettiğ i? Öğrencilerin farklı disiplinler ve konu alanları arasındaki bağlantıları

görmeleri yeterli olup olmadığı? Bütünleştirme farklı disiplinlerin tek bir disiplin haline getirilmesini mi ifade ettiği? Ve diğer sanat, dil, sosyal bilgiler disiplinleri için neler söylenebileceğidir (Vasquez ve diğerleri 2013).

Bütünleşik STEM eğitiminin amacı öğrencilere STEM eğitimi konusunda farkındalık sağlama, 21. yy becerileri, STEM işgücüne hazırlık, STEM eğitimine ilgi ve devamlılık, STEM disiplinleri arasında köprüler kurma becerisini hedeflerken, öğretmenler için ise STEM eğitimini kapsamı ve pedagojik içeriği konusunda yeterliliklerinin artmasını sağlamayı ifade etmektedir (Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014).

Sanders'da (2009:21) entegre STEM eğitimi “STEM disiplinlerinden iki ya da daha fazlasının veya okuldaki diğer disiplinlerin (örn: sanat, dil, sosyal bilgiler) bir ya da daha fazlasının öğrenme ve öğretim sürecini tanımlayan yaklaşımlar” olarak ifade etmiştir. Entegrasyon (integration) kelimesinin karşılığı dilimizde “bütünleştirme, birleştirme, tamamlama” gibi anlamlara denk gelmektedir. Bu nedenle entegrasyon kavramı yerine bütünleştirme kavramı kullanılacaktır.

En az iki STEM disiplinine yönelik kazanımları öğrencilerin edinebilmeleri, örneğin bir teknoloji ve mühendislik sınıfında matematik ve fenle ilgili kazanımların da olması gibi öğrenme yaşantıları planlı bir şekilde tasarlanmış olmalarına bağlıdır (Sanders, 2009). Moore ve diğerleri (2014:38) ise bütünleşik STEM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinden bir kısmının ya da tamamının gerçek yaşam problemleriyle bağlantılar kurarak bir sınıf, ünite ya da ders etrafında bir araya getirme çabası olarak tanımlanmıştır. Kelley ve Knowles (2016:3) ise öğrenme sürecini geliştirmek amacıyla STEM ile ilgili konuların otantik bir bağlamda iki veya daha fazla STEM disiplininin bir araya getirilerek öğretilmesi olarak tanımlamıştır. Bütünleşik bir STEM içeriği bir disiplin merkeze alınıp diğer disiplinlerle de bağlantılar kurularak verilebilir (Moore ve diğerleri, 2014). Ancak burada anahtar rol teknoloji ve mühendislik boyutudur.

Wang'ın (2012) aktardığına göre disiplinlerin entegrasyonu kavramı basit bir şekilde farklı konu alanlarını aynı derste bir araya getirmekten daha ziyade kompleks ve zor bir süreçtir. Disiplinlerin bütünleştirilmesinin gerekçesi aslında bir problemin gerçek yaşamda farklı disiplinlerin konu alanlarına göre bölünmüş halde değil bütünleşik halde yer aldığından eğitimciler tarafından bilinmesinden kaynaklanmaktadır (Beane, 1995; Czerniak, Weber, Sandmann ve Ahern, 1999; Jacobs, 1989). Okulda farklı zamanlarda ve derslerde gerçek yaşamla ilişkilendirilmemiş öğrenme içeriği öğrencilerin gerçek yaşam problemlerini çözmelerini ve gerçek yaşamda başarılı olmalarını engellemektedir. Çünkü bir gerçek yaşam temelli bir problemin üstesinden birçok konu alanı ve disiplinin gerektirdiği becerileri işe koşmakla gelinebilir.

Gerçekten de bir gerçek yaşam durumunda ve probleminde insanlar sorunu çözerken birden çok disiplinle ilgili bilgi ve becerileri işe koşmak zorundadırlar. Çünkü gerçek olan o problemin doğası gereği fen, matematik veya başka bir disiplinle ilgili becerileri gerektirir. Bu nedenle disiplinlerin bütünleştirilmesini bir konuyu ya da bir gerçek yaşama problemini farklı disiplinlerden gelen bilgi, beceri ve değerleri birlikte işe koşan bir yaklaşımı ya da bir öğretim stratejisi olarak tanımlanabilir.

Bütünleşik STEM eğitimi, öncelikli olarak disiplinler arası köprüler kurarak, özellikle öğrencilerin mühendislik tasarımı ve mühendis gibi düşünme süreçlerine katılımını sağlama ve teknolojiyi geliştirme ya da teknolojiyi keşfetmek için araç olarak kullanılarak matematik, fen ya da diğer disiplinlerin (örn: sosyal bilgiler, sanat) de çok iyi öğrenilmesini sağlamaya yönelik eğitimciler tarafından uygulanan bir mücadeledir (Johnson, Peters-Burton ve Moore, 2016) Entegrasyon demek öncelikle ilgili bazı disiplinlerden vazgeçmek değildir. Öğretim programlarında yer alan tüm becerileri öğrencilerimiz için tabii ki de halen çok önemlidir. Alumbaugh'ın (2015) aktardığına göre STEM eğitiminde fen ve matematiğin teorik bilgileriyle teknoloji ve mühendisliği uygulamalı süreciyle köprü kurarak bütünleşmiştir. Ayrıca disiplinler arası

bütünleşik yaklaşımları öğretmenlerin STEM eğitimi daha kolay öğretimine yardımcı olmaktadır (Parker, Abel ve Denisova, 2012)

Wang (2012) STEM eğitimiyle ilgili çoğu araştırmanın amacı dört STEM disiplininden iki ya da üçünün entegrasyonu vurgulayarak bu disiplinlerin nasıl bütünleşik edileceğine odaklanırken (Davison ve diğerleri, 1995; Huntley, 1998; LaPorte ve Mark, 1993; Lonning ve DeFranco, 1997; Niess, 2005); fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin nasıl tamamen bütünleşik edilebileceğinin halen net bir şekilde ortaya konulmadığını ifade etmiştir. Ayrıca entegrasyonla ilgili alanyazında yer alan az sayıda araştırmanında STEM eğitiminin entegrasyonu ile ilgili ortak bir tanımının olmadığını belirtmiştir. Bu nedenle öğretmenlerin STEM eğitiminin entegrasyonunu başarılı bir şekilde nasıl uygulayabilecekleri ve kavramsallaştırılacağıyla ilgili K-12 düzeyinde STEM eğitiminin entegrasyonu ile ilgili daha çok araştırmaların yapılması gerekmektedir (Dugger, 2011; Williams, 2011).

STEM eğitiminin açık bir teorik çerçevesinin olmayışı (Dugger, 2011; Williams, 2011), bunun yanı sıra sınıf ortamındaki uygulamaların nasıl olması gerektiği ve öğretim programında ne tür düzenlemelerin yapılması gerektiği (Venville ve diğerleri, 1999) K-12 düzeyinde STEM eğitimi için ilk olarak ilgilenilmesi gereken alandır (Wang, 2012).

Bir disiplinin diğer bir disiplinle nasıl bütünleştirileceğiyle başka bir ifadeyle disiplinler arası öğretimle ilgili alanyazında bazı yaklaşımlar yer almaktadır. Bu yaklaşımlardan en çok alanyazında değinilenler ise Drake (1991, 1999), Fogarty (1991) ve Lederman ve Niess (1997) tarafından öne sürülen yaklaşımlardır. Drake (1991, 1999) entegrasyonla ilgili yaklaşımları multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner olarak üç farklı modelde Fogarty (1991) ise buna ek olarak; parçalı (fragmented), ilişkili (connected), iç içe (nested), aşamalı (sequenced), paylaşımlı (shared), ağsı (webbed), zincirleme (threaded), bütünleşik (integrated), gömülü (immersed) ve bağlantılı (networked) isminde 10 tür kullanarak bütünleştirme yaklaşımlarını kategorize

etmiştir. Lederman ve Niess (1997) ise sadece multidisipliner ve interdisipliner olarak iki yöntem öne sürmüştür.

Alanyazında STEM eğitiminin bütünleştirilmesiyle ilgili farklı modeller yer almasına rağmen bu modellerin beş ortak karakteristik özelliği bir bütünleşik STEM etkinliğini diğer etkinliklerden ve derslerden ayırtmaktadır. STEM eğitimini diğerlerinden ayıran bu özellikler: 1) fen ve matematik gibi ana disiplinlerden biri ya da birden fazlası içeriğin ve uygulamaların temel öğrenme hedeflerini tanımlaması; 2) disiplinleri birbirleriyle bütünleştiren, öğrenilecek içeriğin bağlamı ve/veya kasıtlı bir bileşeni olan mühendislik uygulamaları ve mühendislik tasarım teknolojileri olması; 3) etkinlikte mühendislik tasarım sürecinde fen ve matematikle ilgili becerilerin kullanılmasını gerektirmesi; 4) 21. yüzyıl becerilerinin gelişimini vurgulaması; 5) Sürecin işbirliği ve takım çalışması içerisinde gerçek yaşam temelli bir problemin çözümünü içermesi gerektiğidir (Bybee, 2013; Moore ve diğerleri, 2014; National Academy of Engineering (NAE), 2014; NRC, 2012; Partnership for 21st Century Skills, 2009; Sanders, 2009; Johnson, Peters-Burton ve Moore, 2016).

2.2.1. Drake'in Yaklaşımı

Drake (1991, 1998) öğretim programlarının entegrasyonunu multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner olmak üzere üç farklı yaklaşımda tanımlamıştır.

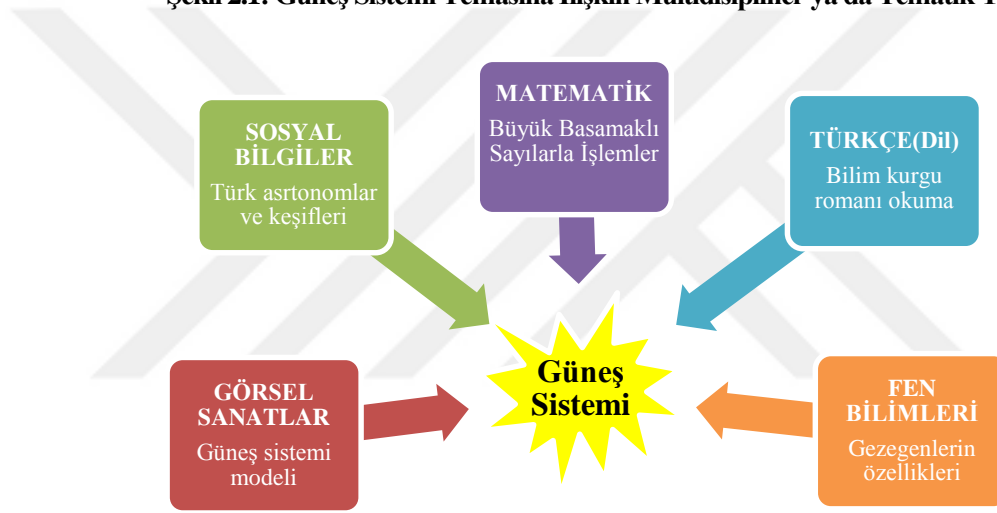
2.2.1.1. Multidisipliner ya da Tematik Entegrasyon

Multidisipliner yaklaşımda öğrencilerden farklı sınıflarda aynı anda konu alanları üzerinden bir tema ya da konu boyunca bağlantılar kurarak öğrenmeleri beklenmektedir (Wang, 2012). Multidisipliner yaklaşım ayrı disiplinleri örneğin “Okyanuslar”, “Ekosistemler” veya “Korsanlar” gibi ortak bir temanın etrafında toplayarak öğretim programını organize eder. Örneğin “Korsanlar” temasını örnek olarak belirlediğimizde, İngilizce öğretmeni derste Robert Lewis Stevenson’un “Hazine Adası” adlı kitabını işleyebilir. Fen Bilimleri öğretmeni de kaldırma kuvveti ya da suda batmazlık gibi bir konuda gemiler hakkında bilgi

verebilir. Hayat Bilgisi ya da Sosyal Bilgiler öğretmeni de korsanlar ve korsanlıkla ilgili gerçek bilgiler verilebilir, hikâyeler anlatabilir. Matematik öğretmeni ise bir altın sikkenin günümüzde kaç lira edebileceğini hesaplayabilir (Vasquez ve diğerleri, 2013).

Multidisipliner yaklaşımı öğrencilere zengin, ilgili ve etkili bir öğretim aracı olarak hizmet vermesini sağlayabilmek için multidisipliner tema olarak öğrencilerin ilgisini kanalize edip her bir disiplinle ilgili standartları öğrencilere sağlayan yapıda olması gerekmektedir (Drake, 1991, 1998)

Şekil 2.1: Güneş Sistemi Temasına İlişkin Multidisipliner ya da Tematik Yaklaşım



Kaynak: Vasquez ve diğerlerinden (2013: 62) uyarlanmıştır.

2.2.1.2. İnterdisipliner Entegrasyon

Drake (1991, 1998) interdisipliner yaklaşımı ise konu alanı bir tema ya da konuyla bağlantılar kurarak disiplinler arası içerik ve becerilere odaklanmayı içeren bir yaklaşım olarak ifade etmiştir.

Bu yaklaşımda öğretmenler içeriği disiplinler arasında ortak bir öğrenme yaşantısı etrafında organize ederler. Ortak öğrenme yaşantıları disiplinler arası konuları ve becerileri vurgulamak amacıyla ilgili disiplinlerin içerisinde gömülü olarak bulunur. İlgili disiplinler interdisipliner yaklaşımda açık olarak tanımlanabilir fakat bu durum multidisipliner yaklaşımdaki kadar önemli

değildir. İlgili disiplinlere daha az vurgu yapılır. Bu nedenle interdisipliner yaklaşıma göre bir STEM içeriği hazırlanacağında etkinlik öncelikle tüm öğrenciler için önemli ve iki veya daha fazla disiplinin bilgi ve becerileri de birleşiminden bir ana kavram ya da beceri (eleştirel düşünme, esneklik) etrafında toplanır ve oluşur (Vasquez ve diğerleri, 2013). Burada odak nokta konu ya da konular değil öğrencilere kazandırılmak istenen becerilere odaklanılmaktadır. Multidisipliner yaklaşımdan farklı olarak burada öğretim farklı sınıflarda ilgili disiplinlerle değil aynı sınıfta ortak öğrenme yaşantılarının etrafında toplanır.

İnterdisipliner yaklaşımda iki veya daha fazla disiplin birbirine kaynaşık bir şekilde öğretilir. Bu disiplinler bir zincirin halkası gibi tek tek birbirine bağlıdır fakat hep birlikte tek bir zincir olarak çalışır (Drake, 1991, 1998; Wang, 2012; Vasquez ve diğerleri, 2013).

2.2.1.3. Transdisipliner Entegrasyon

Transdisipliner yaklaşımda ise odaklanılan konu alanları değil gerçek yaşam temelli problemlerdir. Transdisipliner yaklaşımın hedefi bir gerçek yaşam probleminin ilgili disiplinlerle nasıl etkileşim içerisinde olduğu ve bu etkileşimin insan yaşamına nasıl katkısının olduğuna ilişkin öğrencilere bir geniş bakış açısı kazandırmaktır. Örneğin, küresel ısınma sorunuyla öğrencilerin bu konuyu sosyal, politik, ekonomik, çevresel ve uluslararası kaygılar dâhil olmak üzere birçok faktörle ilişkilendirmeleri beklenmektedir (Wang, 2012).

Transdisipliner entegrasyonda içerik öğrencinin ilgi ve sorularına göre oluşturulur. Entegrasyonun odak noktası öğrencilerin ilgileri ve bir gerçek yaşam problem durumunda bu bilgileri kullanma becerileridir. Etkinlik çoğunlukla bir gerçek yaşam problemiyle başlar ve öğrencilerin ilgi ve yetenekleri etkinliği yönlendirir ve geçmiş deneyimleri öğrenmeye kılavuzluk eder (Vasquez ve diğerleri, 2013).

Satchwell ve Loepp (2002) transdisipliner yaklaşımı öğrencilerin problem çözme, bilimsel süreç becerileri gibi üst düzey düşünme becerilerinin gelişmesini sağlayan yapılandırmacı (constructivist) yaklaşıma dayandığını

ifade etmiştir. Satchwell ve Loepp'in (2002) aktardığına göre araştırmalar göstermektedir ki öğrenciler yaşamlarındaki bilgilerini kendileri inşaa etmek için cesaretlendirilip fırsatlar sağlandığında öğrencilerin en iyi şekilde öğrendiğini ortaya koymaktadır (Colburn, 1998; Lawson, Abraham ve Renner, 1989).

Transdisipliner yaklaşımda öğretmenler gerçek yaşam durumlarıyla problem çözme stratejilerini 21. yüzyıl becerilerini bağlamında bir araya getirirler. Gerçek yaşam temelinde problem/proje temelli öğrenme stratejileri daha anlamlı ve derin öğrenmenin gerçekleşmesini sağlar. Burada bahsedilen gerçek yaşam problemleri birden çok olası çözümü olan iyi tanımlanmış problemlerdir (Vasquez ve diğerleri, 2013).

Diğer taraftan transdisipliner yaklaşıma göre bir konu ya da temayı planlarken planlamak kadar öğrencilerin fikirlerinin de dinleyip işin içine katılarak ne öğrenileceğinin karar verilmesi de çok önemlidir (Drake ve Burns, 2004). Sorgulamaya dayalı öğrenme süreci ve öğrencilerin sürece dâhil olması diğer yaklaşımlardan transdisipliner yaklaşımın en önemli farkıdır. Transdisipliner yaklaşım 21. yüzyılda değişen dünyada başarılı olmak için gereken becerilerin çok iyi kavranmasını ve öğrenme sürecinde sergilenmesini teşvik etmektedir.

Tablo 2.1: Multidisipliner, İnterdisipliner ve Transdisipliner Entegrasyon

	Multidisipliner	İnterdisipliner	Transdisipliner
Organizasyon Odağı	Disiplinlerin standartları bir tema etrafında organize edilir.	İlgili bilgi ve beceriler disiplinlerarası standartların içerisinde gömülüdür.	Problem/proje temelli, gerçek yaşam bağlamı, öğrenci odaklı sorularla.
İçeriğin Geliştirilmesi	Bilgi ve beceriler her disiplinin içerisinde en iyi şekilde öğrenilir.	Bilgi ve beceriler birbiriyle ilişkili ve birbirine bağlı olmalıdır.	Bilgi ve beceriler kısmen öğrenciler ve kısmen öğretmenler tarafından belirlenir.

Disiplinlerin Rolü	Disiplinlerin farklı beceri ve konseptleri birbirinden bağımsız olarak öğretilir. Disiplinlere özgü yaklaşımlar önemli kabul edilir.	Disiplinler arası beceriler, uygulamalar, yöntemlere göre desenlenir. Farklı disiplinlerin niteliklerini birleştirir.	Disiplinlerarası sınırlar gerçek yaşam problemi ya da proje üzerinde çalışan öğrenciler tarafından çizilir. Öğretmenler tarafından belirlenen hedeflere öğrencilerin ulaşabilmesi için süreç kısmen de olsa öğrenciler tarafından belirlenir.
Entegrasyonun Amacı	Disipline özgü, spesifik bilgi ve becerilerin kazandırılması	Disiplinler arasında köprüler kuran bilgi ve beceriler.	Disiplinler arası köprüler kuran, gerçek yaşam temelli, öğrencilerin ilgi ve merakına dayalı bilgi ve becerileridir.
Kaynak: Vasquez ve diğerlerinden (2013:74) uyarlanmıştır.			

Tablo 2.1’de multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımların her birinin odak noktası, bilgi ve beceriler, disiplinlerin rolü, bütünleştirilmesini amacı karşılaştırmalı olarak görülmektedir.

2.2.2. Fogarty’nin Yaklaşımı

Fogarty (1991) “Programın Entegrasyonunda On Model” adlı makalesinde parçalı (fragmented), ilişkili (connected), iç içe geçmiş (nested), aşamalı (sequenced), ağsı (webbed), paylaşımcı (shared), zincirleme (threaded), bütünleştirilmiş (integrated), gömülü (immersed) ve bağlantılı (networked) on farklı bütünleştirme yaklaşımını tanımlamıştır. Bu modeller tek bir disiplinin bütünleştirilmesinde (parçalı, ilişkili ve iç içe) birçok disiplinin nasıl bütünleşik edileceğine (aşamalı, ağsı, paylaşımcı, zincirleme ve bütünleşik) kadar ve ayrıca öğrenci ilgi ve merakını dayalı olarak (gömülü ve bağlantılı) on farklı şekilde çeşitlenmiştir. Bu modeller kısaca aşağıda açıklanmıştır.

1) *Parçalı model*; geleneksel program tasarımı modellerinde olduğu gibi disiplinleri birbirinden ayrı ve belirgin bir şekilde farklı sınıflarda öğretimini içermektedir. Buradaki disiplinler genellikle özellikle matematik, fen, sosyal bilgiler gibi her biri başlı başına bir disiplin olan derslerdir. Bu durum da öğrencilerin disiplinlerle ilgili bilgi ve becerileri birbirinden bağımsız izole bir

şekilde öğrenmelerini sağlar. 2) *İlişkili model* ise öğrencilerin bir disiplinindeki bilgiyi, beceriyi ya da içeriği diğer bir disiplin ya da disiplinlerle ilişkilendirme çabası içerisine sokulmasıdır. Burada öğrencilerin farklı disiplinlerdeki becerileri kendi kendilerine ilişkilendirebileceklerini kabul etmekten ziyade içerik öğretmen tarafından hazırlanırken öğrencilerin ilgili becerileri sergileyip sergileyemeyeceği göz önünde bulundurulmalıdır. 3) *İç içe model* ise konu alanıyla ilişkili örneğin; düşünme becerileri, sosyal beceriler, matematik becerileri gibi birçok disiplinin iç içe yer almasıdır. Wang (2012) parçalı, ilişkili ve iç içe modelde entegrasyonun tek disiplinlerle gerçekleştirildiğini ve hangisini kullanacağını öğretmenin kaç konu alanı ya da beceriyi işe koşacağına göre değiştiğini ifade etmiştir. 4) *Aşamalı modelde* programa lensleri farklı fakat aynı çerçeveye sahip bir gözlükten bakar gibi düşünülmesidir. Model ünite ve konular her ne kadar dağınık ve farklı sınıflarda öğretiliyor olsa da ilgili becerilerin kazanılması için geniş bir bakış açısıyla yeniden düzenlemektedir. 5) *Paylaşımçı modelde* iki disiplin bilgi ve becerilerin geliştirilmesi gibi bir noktaya odaklanılarak iki disiplinin kaynaşıp birleşmesini ifade etmektedir. 6) *Ağsı modelde* disiplinlerarası geçişi sağlamak amacıyla bir tema ya da konunun etrafında bilgi ve becerilerin toplanmasıdır. Fogarty bu yaklaşımı bir teleskopa benzetmiştir. Ağsı model için kullanılacak birçok temanın olduğunu örneğin “icatlar” konusunda öğrenciler Fen Bilimleri dersinde basit makineleri, Türkçe dersinde bilim adamlarının hayat hikâyeleri ve icatlarını, teknoloji tasarımı dersinde ihtiyaçlardan yola çıkarak bir ürün tasarlamayı ya da bilişim teknolojileri dersinde de tasarlamayı düşündükleri ürünün taslak çizimini yapabileceklerini söyleyebiliriz. 7) *Zincirleme modelde* ise bir konu alanı ya da büyük bir fikrin bir merceğin işlevi gibi düşünme becerileri, sosyal beceriler ve daha birçok disiplinle genişletilerek kapsamlı bir konu oluşturulmasını ve bir zincirin halkaları gibi bu disiplinlerin birbirine bağlanmasıdır. Örneğin düşünme becerileri ve sosyal becerileri program içerdiği için öğretmenler öğrencilerine “Hangi yöntem sizin için daha faydalı oldu? Grubun bugün nasıl çalıştı?” gibi sorular yöneltebilir. 8) *Bütünleşik modelde* ise disiplinler arası konular ortaya çıkan tasarımlar ve desenlerin yanı sıra birbirleriyle örtüşen yapılar halinde tekrar düzenlenir. 9) *Gömülü modelde* içeriğe bir mikroskoptan bakar gibi öğrenenin

kişisel ilgi ve alanına göre içeriğin süzülerek belirlenmesini ifade etmektedir. Bu modelde entegrasyon hiç ya da çok az ya dış müdahaleyle birlikte öğrenenin ilgisiyle birlikte şekillenerek yer alır. Örneğin bir doktora öğrencisi araştırma yöntembilimi gibi geniş bir alanda eğitim alırken kendi ilgisine göre sadece deneysel araştırmalara yönelebilir. Son olarak 10) *bağlantılı modelde* ise gömülü modelde olduğu gibi öğrencinin ilgi ve yönelimi önemli bir odak noktasıdır. Öğrenci bakış açısına göre aynı bir prizmada olduğu gibi odaklanılacak birden çok yön ve boyut oluşturma özelliğine sahiptir. Öğrencinin ilgi ve yönelimine göre farklı disiplinler bir sınırı olmaksızın kullanılmaktadır.

Yukarıda da ifade edildiği gibi Drake (1991, 1998) disiplinlerin bütünleştirilmesi konusunu multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımlar olarak araştırmış ve kategorilendirmiştir. Onun multidisipliner yaklaşıma ilişkin görüşleriyle Fogarty'nin (1991) disiplinlerin entegrasyonunun; konu alanının yeniden düzenlenerek ya da farklı disiplinler arasında köprüler kuracak yeni temalar kullanılarak olması gerektiğini ifade ettiği aşamalı ve ağıl modeli birbirine çok benzer bir yapıdadır (Wang, 2012). Yukarıda açıklanan tüm yaklaşımlar anasınıfından üniversiteye kadar tüm eğitim kademelerinde kullanılabilir. Tek bir öğretmen ya da öğretmen grubu tarafından planlanıp uygulanabilir (Wiggins ve McTighe, 2004).

Alanyazında yer alan tüm bütünleştirme yaklaşımların bir değeri vardır. Hiçbiri birbirinden daha değerli ve doğru değildir amaç burada bütünleştirme ve disiplinler arası öğretime sadece çeşitlilik ve çoklu bakış açısı sağlamaktır (Vasquez ve diğerleri, 2013). Ayrıca STEM eğitiminin entegrasyonu halen devam eden bir süreçtir. STEM eğitiminin nasıl bütünleşik edileceğiyle ilgili tamamen üzerinde uzlaşmış bir yöntem ve yaklaşım yoktur. Üstelik farklı yaklaşımların olması aslında bir açıdan da iyi bir şeydir. Çünkü yöntemsel olarak zenginlik katmaktadır. Sonuç olarak Stohlmann ve diğerlerinin (2012) ifade ettiği gibi STEM eğitiminin entegrasyonu ile ilgili yukarıda çizilen genel çerçevenin önerdiği yaklaşımları geliştirmek ve daha etkili yaklaşımları

sınıflarda öğretmenlerin uygulamasını sağlamak amacıyla daha birçok tartışmanın ve araştırmanın yapılması gerekmektedir.

2.3. Mühendislik ve Teknoloji Eğitime Bir Bakış

STEM eğitimi fen ve matematik disiplinlerine odaklanmakla birlikte ayrıca özellikle teknoloji ve mühendislik alanlarını da içermektedir (Bybee, 2010b). Teknoloji ve mühendisliği ilgili diğer STEM disiplinleriyle bütünleştirmek aslında STEM eğitiminin nihai hedefidir. Mühendislik ve teknoloji eğitimi alanyazından anlaşılacağı üzere çok eski yıllara kadar dayanmaktadır. Mühendislik ve teknoloji bugüne kadar; fen, mühendislik ve teknolojinin öğretimi ve öğrenilmesi için en iyi bütünleştirmenin önemi belirlemek ve insanların yaşadığı ve şekil verdiği dünyayı daha iyi anlamak amacıyla doğa bilimleri, beşeri bilimler ve yeryüzü ve uzay bilimlerinin bir parçası olarak konumlanmıştır (NRCL, 2012). Bu yüzden genellikle K-12 düzeyinde mühendislik ve teknoloji eğitimi fen bilimleri programlarına entegre edilmeye çalışılmıştır. Örneğin hatırlanacağı üzere Türkiye’de bazı yıllar fen derslerinin adı “fen ve teknoloji” olarak bile değişmiştir. Fakat yine de STEM eğitimiyle ilgili eğitim politikalarına karar verilirken veya STEM eğitiminden bahsederken teknoloji ve mühendislik kavramları ve teknoloji ve mühendislik eğitimi göz ardı edilmektedir (Walton, 2012). Bunun nedenini Walton (2012) bir öğrencinin öğrencilik hayatı boyunca fen ve matematik öğrenmesi için sadece sınıfların gerektiğini ve ayrıca hangi okulda olursa olsun bir fen ya da matematik öğretmenin bulunabileceğini fakat bu durumun teknoloji ve mühendislik eğitimi için ne yazık ki söz konusu olmadığını ifade etmiştir. Bushweller (2008) teknoloji ve mühendisliğin K-12 öğretim programlarıyla bütünleştirilebilmesi için etkili üç yolun; problem çözme becerilerini ve mühendislik tasarımı sürecini çok iyi anlama, teknolojiyle ilgili gerçek yaşam problemlerinde (yenilenebilir enerji, taşımacılık) işbirlikçi takım çalışması yapmak ve mühendislik ve teknolojiyle ilgili gerçek yaşam problemlerinde fen ve matematiği kullanmak olduğunu Yvonne Specer ile yaptığı bir mülakattan aktarmıştır.

2.3.1. Mühendisliğin Entegrasyonu

Mühendis kelimesi dilimize Arapça'da "hendese: arazi ölçme, geometri" kelimesinden türetilen "muhandis: arazi ölçen" kelimesinden uyarlanarak yerleşmiştir. Türk Dil Kurumu mühendis sözcüğünü; "insanların her türlü ihtiyacını karşılamaya dayalı yol, köprü, bina gibi bayındırlık; tarım, beslenme gibi gıda; fizik, kimya, biyoloji, elektrik, elektronik gibi fen; uçak, otomobil, motor, iş makineleri gibi teknik ve sosyal alanlarda uzmanlaşmış, belli bir eğitim görmüş kimse" olarak tanımlamıştır. Arthur Mellen Wellington (1847-1895) ise bir mühendisi; "beceriksiz birinin iki dolara kötü yaptığı bir şeyi bir dolara iyi yapma sanatı" olarak tanımlamıştır. Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers (2008) de mühendisliği bir ürünü bilme, çalışma prensibini anlama, insanların ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli bilgiyi kullanma ve o ürünü başkalarının ihtiyacının karşılayacak şekilde uygun hale getirmek olarak tanımlamıştır. Mühendislik ifadesi aynı öğretmenlikte olduğu gibi profesyonel bir meslek, mühendis ise bu mesleği yapan kişidir. Mühendisler hayatımızın çoğu alanına dokunmakta ve tüm potansiyel ve yeteneklerini hayatımızı daha iyi kolaylaştırmaya çalışmaktadır.

STEM eğitimini geliştirmek amacıyla yönelik olarak öğretmenlerin mesleki gelişimiyle ilgili yapılan faaliyetlerde mühendisliğin entegrasyonuna giderek artan bir şekilde vurgu yapılmaktadır. Mühendislik temelli aktiviteler öğretmenlere öğrenci merkezli yaklaşımları kullanmalarına imkân tanıyabileceği ve öğrencilerin gerçek yaşama problemlerinde fen ve matematiği kullanmalarına katkı sağlayabileceği ifade edilmektedir (Stohlmann ve diğerleri, 2014). Mühendislik eğitimcileri mühendislik tasarım sürecini STEM eğitiminin entegrasyonu ile sağlayamaya çalışmaktadır (Apedoe ve diğerleri, 2008; Sadler ve diğerleri, 2000; Akt:Becker ve Park, 2011). Bu süreç öncelikle mühendislik tasarım sürecini fen eğitimine bütünleşik etmeye çalışmakla başlamış ve daha sonra diğer STEM alanlarının mühendislik süreciyle bütünleşmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Türkiye'de ise Bozkurt (2014) ve Ercan, (2014)

tarafından yapılan çalışmalar ile mühendislik tasarım süreci fen bilimleri dersiyle bütünleştirilmeye çalışılmıştır.

Wang'ın (2012) aktardığına göre çoğu araştırma (Brophy, Klein, Portsmore ve Rogers, 2008; Douglas ve Kalyandurg, 2004; Thornburg, 2009) mühendislik tasarımı temelli eğitimin gerçekleştirilmesinde; problem çözme, yaratıcı düşünme, iletişim (Erwin, 1998; Katehi ve diğerleri, 2009; Lewis, 2006; Roth, 2001; Thornburg, 2009) gibi becerilerin yanı sıra mühendisliği fen, matematik ve teknolojiyle bütünleştiren disiplinler arası bir yaklaşımın gerektirdiği ifade etmektedir. Mühendislik tasarım sürecini içeren aktivitelerin öğrencilerin fen öğrenmesine olumlu katkı sağladığını ve genel başarıyı artırdığını ortaya Cantrell ve diğerleri, (2006); Standish ve diğerleri (2016) yaptıkları çalışmalarda ortaya koymuşlardır.

Froyd ve diğerleri (2012) son asırda mühendislik eğitimi şekillendiren ve günümüzde de şekillendirmeye devam eden beş büyük değişimin; 1) uygulamalı ve pratik mühendislik bilimi ve analitik vurgu, 2) sonuca dayalı akreditasyon, 3) mühendislik tasarım sürecine vurgu, 4) öğrenme kuramlarının ve davranış bilimlerinin eğitimde uygulanması, 5) mühendislik eğitimine teknolojinin entegrasyonu olduğunu ifade etmiştir. Günümüzde de eğitimciler mühendislik eğitimi sadece üniversite seviyesinde alınan bir eğitim değil STEM eğitiminin bütünleştirilmesi çabalarıyla tüm eğitim kademelerinde yer vermeye çalışmaktadır.

Mühendislik tasarım sürecinin STEM eğitiminde bir katalizator olarak kullanılması dört disiplininde eşit bir şekilde temsil edilebilmesi bakımından hayati önem taşımaktadır. Mühendislik tasarım sürecinin doğası gereği süreç öğrencilere tüm STEM alanlarından gelen problemleri çözmek amacıyla sistematik bir yaklaşım sunmaktadır (Kelley ve Knowles, 2016). Mevcut koşullar altında mühendislik disiplininin K-12 öğretim programlarında bağımsız bir ders olarak yer alması okul yapısında köklü değişiklikler gerektirdiği için mühendislik disiplininin uygun aktiviteler ile fen, matematik ve teknoloji

disiplinleri ile entegrasyonunun sağlanması K-12 mühendislik eğitimi için en uygun yol olarak görülmektedir (NAE ve NRC, 2009; Akt: Ercan, 2014).

2.3.2. İlkokullarda Mühendislik

Mühendislik eğitimi günümüzde sadece yükseköğretim kurumlarının görevi değil, her kademedeki mühendislik eğitimi bazı farklılıklar arz etmekle birlikte tüm kademelerde yer alan eğitim kurumlarının görevidir. Özellikle K-12 düzeyinde artık mühendislik kavramı yeni bir disiplin olarak kabul edilmekte ve K-12 düzeyindeki tüm kademelere entegre edilmeye çalışılmaktadır. İlkokul kademesi de bu kademelerden biridir. Fakat ilkokul kademesinde mühendislik eğitiminin gerçekleştirilmesi ve ilkokul programına eklenmesi çok zordur. Çünkü ilkokullarda öğretim programları çok doludur ve ayrıca çok az sınıf öğretmeni teknoloji ve mühendisliği fen ve matematiğe bütünleştirilerek öğretilme becerisine sahiptir (Cunningham ve Hester, 2007). Bunun yanında birçok etken de ilkokullarda mühendislik eğitiminin önünde engeldir.

Öğrencilerin etrafındaki dünyaya yönelik ilgi ve meraklarının artırılmasında ilkokulda fen eğitimine başlamak ne kadar önemliyse öğrencilerin bir ürün tasarlamaya ve geliştirmeye yönelik eğilimlerini artırmak için de aynı şekilde ilkokul kademesinde mühendislik uygulamalarına yer vermek son derece önemlidir (AAAS, 1993). Lachapelle ve Cunningham (2014) çocukların doğal olarak bir şeyleri düzenlemek ve oluşturmaya istekli olduklarını (Petroski 2003), mühendislik ve teknoloji öğretim programlarının ve okuryazarlığının 21. yüzyıl becerileri için gerekli olduğunu (Katehi, Pearson ve Feder, 2009; Pearson ve Young, 2002; Raizen, Sellwood, Todd, Vickers, 1995), okullarda mühendisliğin öğrenci seviyesine uygun fen, matematik, mühendislik yaşantıları gerçekleştirerek fen ve matematikteki öğrenci başarısını garanti altına aldığını (Engstrom, 2001; Katehi ve diğerleri, 2009; Pearson, 2004; Wicklein, 2006; Fortus ve diğerleri, 2004; Kolodner ve diğerleri, 2003; Lachapelle ve diğerleri, 2011, Penner ve diğerleri, 1997; Sadler ve diğerleri, 2000; Wendell ve diğerleri, 2010) belirtmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin erken yaşlarda mühendislik eğitimine maruz kalmaları; onların karmaşık becerileri anlama ve sergileme yeteneğine

sahip olmalarına, problem çözme beceri ve yöntemlerini kazandıklarına (NRC, 2009) sebep olduğu ifade edilmiştir. Mühendislik eğitiminin ilkokullarda öğrenmeye aracılık etme, sorumluluk alma ve aktif katılım sağlama potansiyeline sahip olduğunu (Silk, Schunn ve Cary, 2009); bilim, fen ve teknolojiyle ilgili kariyer alanlarına tercihi artıracığını (Katehi ve diğerleri, 2009, Wicklein, 2006) ve eğitim öğretimi dönüştürme potansiyelinin olduğu (Krajcik ve Blumenfeld, 2006) belirtilmiştir.

Genellikle alanyazında K-12 düzeyinde mühendislik eğitimi için iki farklı model vardır (Cunningham ve diğerleri 2007; Moore ve diğerleri 2014). Birinci modelde mühendislik eğitimi ayrı bir disiplin olarak aynı fen, matematik disiplinleri gibi öğretilmesini savunurken ikinci modelde ise mühendislik ve teknoloji eğitimi; fen, teknoloji ve matematik disiplinleriyle bütünleştirilerek öğretilmesini savunmaktadır. Bu modelin STEM eğitimiyle başarılmaya çalışılan, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleştirilmesine ilişkin çalışmalarla aynı olduğunu söyleyebiliriz.

2.3.3. Teknolojinin Entegrasyonu

Genel olarak STEM eğitiminde tartışılacak sorunların biri de teknoloji boyutunun ne olduğu ve nasıl öğretileceğiyle ilgilidir (Cavanagh, 2008; Dennis, 2014). Teknoloji kavramına çoğu zaman cep telefonları, bilgisayarlar vs. olarak algılanmakta ve teknoloji dediği zaman son model teknolojik aletler insanların aklına gelmektedir. Bununla birlikte bu alanlardaki değişim ve gelişimi ifade etmek amacıyla da bilgisayar teknolojisi, cep telefonu teknolojisi, araba teknolojisi gibi kavramlar kullanılmaktadır. Fakat aslında insanoğlu yeryüzünde var olduğu sürece teknoloji de yer almış ve o zamanlardan bugünlere kadar halen var olmaya devam etmiştir. İnsanların ilk zamanlarda yaptıkları aletler de teknolojiyi ifade etmekte, teknoloji insan kültürü ve bu kültürün başlangıcı için en önemli kanıt niteliği taşımaktadır (AAAS, 1990).

Teknoloji kavramı da TDK sözlüğünde “bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi, uygulamayı bilimi ve ayrıca insanın maddi çevresini

denetlemek ve değiştirmek amacıyla geliştirdiği araç gereerle bunlara ilişkin bilgilerin tümü” olarak tanımlanmıştır. En geniş anlamda teknoloji bizim dünyayı değiştirme yeteneğimizi geliştirmektedir. Kesmek, şekillendirmek, bir şeyi bir yerden bir yere taşımak, sesimizi ve hislerimizi daha uzaklara taşımak amacıyla kullanılmaktadır. Başka bir ifadeyle kısacası teknolojinin dünyayı değiştirmek ve onu kendimize daha uygun hale getirme çabası olduğu söylenebilir (AAAS, 1990). İnsanoğlunun yapmak istediği şeyler teknoloji sayesinde daha kolay ve hızlı gerçekleşmektedir. Bu değişim ve gelişim yiyecek, içecek, barınma ve korunma amaçlı temel ihtiyaçlardan ve insanın arzularıyla ilgili olan bilim, sanat ve kontrol gibi ihtiyaçlarla ilgili olabilmektedir.

Herschbach (2009) teknoloji kavramıyla ilgili mühendisliğin bakış açısı ve beşeri bakış açısı olmak üzere iki farklı bakış açısının yer aldığını ifade etmiştir. Mühendislik bakış açısı araçsal bir bakış açısını (Mitcham, 1994; Feenberk, 2006) “teknoloji faydalı ürünlerin yapımı ve kullanımı” başka bir ifadeyle alet, ürünleri simgelerken, beşeri bakış açısında ise “teknolojinin amacının insanların ihtiyaçlarına bir zm olarak, insan ihtiyaçlarını karşılaması” olduğundan esasen kavramına insanın amacının değer kattığını ve onu tanımladığını (Achterhuis, 2001; Mitcham, 1994; Akt: Kelley ve Knowles, 2016) ifade edilmiştir.

Herschbach (2009) teknolojinin mühendislik bakış açısına göre bilgi birikimini, yöntemleri, tasarımı, mühendisliği, ürünü ve araştırma süreçlerini, araç gereç ve malzemeleri ifade ettiğini, insani bakış açısının da araç gereç, yöntem, ürün ve süreçlerden öte kültürün yapısını değiştirebilen, insani değerlere hizmet eden ve bilginin değerini etkileyebilen, beklenmeyen olumlu sonuçlarının yanı sıra yıkıcı sosyal ve ekonomik sonuçlara yol açabilen bir kavram olarak tanımlamıştır (Kelley ve Knowles, 2016).

Teknoloji kavramının tanımlanmasındaki bu farklı bakış açıları onun diğer disiplinlerle bütünleştirilmesine de yansımaktadır. Teknoloji kavramının tarihsel gelişimindeki tanımıyla etkinlikteki teknoloji kavramı arasında bir boşluk oluşmaktadır (Barak, 2012; Saito ve diğerleri, 2015). STEM eğitiminde

teknolojinin entegrasyonu dendiğinde bu durum çoğu zaman STEM eğitimi esnasında eğitim teknolojilerinin kullanımından öteye gidememektedir (Cavanagh, 2008). Fakat esas olarak teknolojinin entegrasyonundan beklenen gerçek yaşam problemlerinde teknolojiyi kullanmaktan öte o probleme fen ve matematikteki bilgilerini kullanarak çözüme ulaştırmak (genellikle bir ürün geliştirerek), ihtiyaçları karşılamaktır. Aslında teknoloji ilk insanların hayvanları avlamak için bir taşı kullanmasıyla başlar. Çünkü o taşı hayvanları avlamak için kullanması sıradan bir taş olmaktan çıkarmış teknolojik bir ürüne dönüştürmüştür.

Öğretmen adaylarının teknoloji eğitimi başarılı bir şekilde göreve başladıklarında gerçekleştirebilmeleri için bu konuda deneyim kazanmaları gerektiği ve bu sürecin de devamlı ve sürdürülebilir olması gerektiğini teknolojinin entegrasyonu ile ilgili bir röportajda Mary Ann Wolf tarafından vurgulanmıştır (Bushweller, 2008). Amerika da 2000'li yıllarda Uluslararası Teknoloji Eğitimi Birliği teknoloji okuryazarlığı için bir taslak oluşturmuş ve temel eğitim ve ortaokul düzeyindeki öğrencilerin 21. yüzyılda teknoloji okuryazarı bireyler olmaları için gerekli standartları tanımlamışlardır. Buna göre STEM eğitimcilerinin öğrencilere teknolojinin çevresel, sosyal, kültürel, ekonomik ve politik alanlarda pozitif ve negatif etkisi olan bir araç olduğunu düşünmelerini sağlayacak fırsatlar sunması gerektiği belirtilmiştir (Kelley ve Knowles, 2016).

Teknoloji eğitimi çevreleri de aynı şekilde mühendislik eğitiminde olduğu gibi öğrencilerin fen, matematik ve teknoloji disiplinlerinde öğrendikleri bilgileri tasarım teknolojileri projeleri aracılığıyla geliştirmelerini sağlamaya çalışmaktadır (Lewis, 2006; Venville, 2004; Zubrowski, 2002; Becker ve Park, 2011). Bybee (2010) STEM eğitiminde en büyük güçlüğün teknoloji ve mühendisliği aktif olarak okul programlarına dâhil etmek olduğunu ve genellikle teknoloji ve mühendisliğin öğretim programlarında oldukça düşük düzeyde yer aldığını ifade etmiştir. Bu nedenle bu disiplinlerin fen ve matematik öğretim

programlarına bütünleşik edilerek teknoloji ve mühendislik içeriğinin okullarda zenginleştirilmesinin gerektiğini önermiştir (Chiu, Price ve Ovrachim, 2015).

Sonuç olarak özellikle ilkokul kademesi için bir STEM etkinliğinde teknoloji içeriğinin ne olması gerektiği ve diğer disiplinlerle nasıl bütünleştirileceği halen tamamen açıklığa kavuşturulmuş bir durum değildir.

2.4. STEM Eğitiminden STEAM Eğitime Sanat Boyutunun Entegrasyonu

İlk insanların mağara duvarlarına çizdiği gündelik yaşantısına ilişkin av resimleri teknoloji kavramında olduğu gibi sanatın da insanlığın varoluşundan bu yana yer alan bir disiplin olduğunu göstermektedir. Sanat kavramı sadece insan ırkına özgü bir kavramdır. Sanatın eksiksiz bir tanımını yapmak oldukça güçtür. Bu tanım isteğe ve güdülen amaçlara bağlı olarak, her dönemde toplumlara göre değişebilmektedir. Bir başka deyişle, toplumların ve kişilerin sanat denilen kavram ya da eylemden beklentilerine göre tanım değişiklikler gösterebilmektedir. En basit tanım ve deyimle sanat; bir form meydana getirebilme yeteneği ve becerisidir (Uğurlu, 2008). Türk Dil Kurumu sözlüğünde sanat terimi ise; “bir duygu, tasarı, güzellik vb.nin anlatımında kullanılan yöntemlerin tamamı veya bu anlatım sonucunda ortaya çıkan üstün yaratıcılık”, “belirli bir uygarlığın veya topluluğun anlayış ve zevkine uygun olarak yaratılmış anlatım”, “bir şey yapmada gösterilen ustalık” olarak tanımlanmıştır.

STEM eğitime sanat boyutunu bütünleştirmeye çalışan araştırmacılar reformcu fikirlerin ortaya çıkabilmesi için yaratıcı düşüncüyü ve yenilikleri teşvik etmek amacıyla sanat ve tasarım boyutunun (STEAM) diğer dört disiplinle bütünleştirilmesi gerektiğini savunmaktadırlar (Cole, 2014; Wynn ve Harris, 2012). Süreçte sadece STEM eğitiminde dört disiplinine odaklanmanın öğrencilerin ihtiyaçlarına karşılık veremeyeceği ifade edilmektedir (Finn ve Ravitch, 2007, Bryd, 2019). Wynn ve Harris (2012) sanat boyutunun en az diğer disiplinler kadar önemli olduğunu ifade etmiştir. Read’e (1981) göre insanın yaratıcılığını en önemli katmanını oluşturan sanattır (Uğurlu, 2008). Cole (2014)

sanat boyutu diğer STEM disiplinlerini öğrenciler tarafından daha erişilebilir hale getirdiğini, sanatın bütünleştirilmesiyle fen ve matematiğin ihmal edilmesi değil tam aksine uygulamalı sanat boyutu süreci sayesinde bazı öğrencilerin sürece daha motive olmalarını sağladığını ifade etmiştir. Ayrıca inovasyon ve yaratıcılığın her zaman bir açısının olduğunu ve bu açığı etkinlikte bu açığı bize sağlayan temel disiplinin sanat boyutu olduğunu ifade etmiştir. LaMore ve diğerleri (2013) sanatın problem çözmede kritik becerileri ve yaratıcı düşünme yollarını geliştirdiğini ve bireylerin teknik sorunlarda bile hayal güçlerini kullanmalarını sağlayarak sorunların çözümü sağladığını ifade etmiştir.

Forbes'in (2017) aktardığına göre yine alanyazında bazı çalışmalar STEM eğitimine sanat boyutunun entegrasyonun öğrenciler için birçok olumlu sonuçları olduğunu ortaya koymaktadır (Gershon ve Ben-Horin, 2014; Conley, Trinkley ve Douglass, 2014; Kim ve Song, 2013; Stevens, 2016, Erskine, 2014; DeMoss ve Morris, 2017; Byrd, 2019). Sanatın ayrı bir disiplin olarak okullarda işlenmesinin aksine temel disiplinlerle bütünleştirmek hem ana disiplinlerde hem de sanat boyutunda öğrencilerin problem çözme becerilerine, disiplinlerle ilgili becerilerine ve akademik başarılarına katkı sağlamaktadır (Chappell ve Cahnmann-Taylor, 2013). Ayrıca sanat boyutuyla desteklenmiş ve zenginleştirilmiş öğretim programlarının öğrenci ve öğretmenler üzerinde en güçlü etkisi sanat boyutuna ilişkin bakış açılarını değiştirmesi ve öğrenciler için optimal öğrenme ortamlarının geliştirilmesine katkıda bulunmasıdır (Byrd, 2019).

Bu nedenle alanyazında sanat boyutunun teori ve pratikte bütünleştirilmesiyle ilgili çalışmalara ihtiyaç vardır (Burnaford ve diğerleri, 2007; Dwyer, 2011; Rabkin ve Redmond, 2006; Marallo, 2014). Geleneksel STEM eğitimi kısa vadedeki becerilere odaklanırken sanat boyutunun da bütünleştirilmesi (STEAM) öğrencilerin uzun vadede ihtiyaçları olan becerilere odaklanmaktadır (Land, 2013). Alanyazında sanat boyutu 1) öğrencilerin motivasyonlarını yükseltmek, 2) öğrenmeyi iyileştirmek, uygulamaları ve yaratıcılığı geliştirmek ve 3) sorgulamaya dayalı, yaratıcılık ve tasarım süreci

odaklı keşfetmeye dayalı bir süreci içerecek şekilde (Riley, 2016) olmak üzere üç farklı formda bir disiplinler arası etkinlikte yer almaktadır. Bunları sağlamak için de yer alan sanat boyutuyla ilgili öğretim programları ayrı bir öğretim programı (art as cirriculum), sanat boyutuyla zenginleştirilmiş (arts enhanced curriculum) ve sanat boyutu diğer disiplinlerle bütünleştirilmiş (arts-integrated curriculum) şekilde olmak üzere üç farklı şekilde olduğu ifade edilmiştir (Zhou ve Brown, 2018).

2.5. Teknoloji, Mühendislik, Fen, Matematik ve Sanat İlişkisi

Teknoloji, mühendislik, fen ve matematik (bilim) ve sanat bir kültürde yer alan dil, değerler ve normlar gibi kültürel bir sistemin kendine özgü bir parçasıdır. Çünkü sistemin değerlerinin hem şekillendirmekte hem de bunları içerip yansıtmaktadır (AAAS, 1990). Bahsi geçen beş disiplinin aynı zamanda bir gerçek yaşam problemine çözüm olarak bir ürün tasarımının gerçekleştirilmesi sürecinde doğal olarak yer alan soruna çözüm üretilmesi süreci için gerekli disiplinlerdir. Bu nedenle de alanyazında zaten STEM ve STEAM eğitimi ortaya çıkmıştır. Bu beş temel disiplin öğretim programlarında disiplinler arası bir şekilde bütünleştirilerek yer vermeye çalışılmaktadır. Çünkü artık çağımızda sadece fen ve matematik, sadece teknoloji ve sadece mühendislik ve sanat tüm sorunların üstesinden tek başarına gelmesi ve bu sorunlara çözüm üretmesi söz konusu değildir. Gerçek yaşam problemleri özellikle çağımızda karmaşık ve birden çok disiplinin becerilerini gerektiren yapıdadır.

Fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat disiplinler aslında kendi aralarında da ikili önemli ilişkilere sahiptir. Örneğin, teknoloji bilimi fen ve matematiği kullanmakta ve ona katkı sağlamaktadır. Çoğu zaman STEM eğitiminde mühendislik süreci sonunda ortaya çıkan ürün teknoloji boyutunu ifade etmektedir. Bilimsel çalışmalarla mühendislik süreci sonunda teknolojik ürün geliştirilmektedir. Örneğin, bilimsel çalışmalar sonunda icat edilen elektron mikroskopları sayesinde çok küçük canlılar âlemi ve dokuların yapısı daha iyi gözlemleyebilmekteyiz. Teknoloji sadece bilime teknolojik ürünler sağlayarak

katkı sunmakla kalmaz ayrıca teori ve uygulama yönelik yol gösterici rolü de vardır. Çağımızda genetik mühendisliğinde yaşanan gelişmeler bu duruma örnek gösterebiliriz. DNA'nın yapısının haritalandırılmasını en son teknolojik gelişmeler hem teşvik etmiş hem de gerçekleştirmiştir (AAAS, 1990).

Bilimsel bilginin sistematik olarak uygulanmasını içeren mühendislik boyutu ise bu özelliği nedeniyle bir zanaattan başlı başına bir bilim haline gelerek mühendislik bilimi olmuştur. Mühendislik bilimi de aynı şekilde teknoloji, fen, matematik ve sanat disiplinleriyle iç içedir. Bilimsel bilgi, bir ürünün üretimine başlanmasından önce nasıl olacağı, ürünün tasarlanması, nasıl yapılması gerektiği konusunda tahminler yürütülmesini ve daha önce hiç düşünülmemiş yaratıcı fikirlerin önerilmesini sağlamaktadır (NRC, 2012). Teknoloji de aynı şekilde bilimin ve mühendisliğin adeta gözü, kulağı gibidir. Yeni teknolojiler yeni bilimsel anlayışlar, yeni bilimsel anlayışlar da yeni teknolojiler sonucunu doğurmaktadır. Bu alanlara ilişkin faaliyetlerin gerçekleştirilmesinde kritik roller üstlenmektedir. Siz de kabul edersiniz ki son teknolojik gelişmeler olmasa elektron mikroskobunda olduğu gibi daha hızlı arabalar, işlemciler yapmak eski teknolojilerle mümkün değildir. Bu nedenle bu disiplinler o kadar birbirine bağımlı ve birbirleriyle ilişkilidir ki çok nadiren ayrılmaktadır. Yine aynı şekilde bilimin doğası için söylenen çoğu şey mühendislik bilimi için de geçerlidir. (NAP, 2016) Örneğin problemin çözümünde fen ve matematiğin kullanılması, yaratıcılık, mantık, mesleki uzmanlık ve etik sorumluk bunlardan bazılarıdır. Bu alanlarda çalışan çoğu bilim insanına genelde mühendis de denmektedir. Çünkü yaptıkları işleri mühendislik olarak tanımlamak daha doğru olmaktadır. Örneğin genetik mühendisliğinde olduğu gibi benzer şekilde çoğu mühendis de zaten bilimle uğraşmaktadır (AAAS, 1990).

Mühendislik sürecinin aslında bir kısıtlanmış tasarım süreci olması sanat boyutuyla da sıkı bir ilişki içerisinde olduğunu göstermektedir. Öyle ki mühendislik ve sanatın ortak noktasının tasarım ve estetik olduğunu söyleyebiliriz. Mühendislik bilimi bazen sırf bir uygulama gibi gözükür ama

içinde kuvvetli bir sanat vardır (Karaesmen, 2010). Bir ürünün tasarım ve üretim süreci bazen bilinen bileşen ve parçaların otomatik makinalarla rutin birleştirme işlemini kapsasa da genellikle sorunlara farklı, özgün, yeni bakış açılarından bakmayı ve yeni olasılıklar görmeyi içerir. Sanat boyutu da bu açıyı tasarımcıya sağlamaktadır. Böylelikle soruna en optimum çözüm belirlenmiş olur. Ayrıca bir ürünün tasarımında onu kullanacak olan bireylerin beklentilerini ve estetik kaygılarını görmezden gelerek bunlardan izole bir tasarım yapmak ihtiyacı çok iyi karşılasa bile sorun hüsrana olabilir. Örneğin bir ihtiyacımızı karşılamak amacıyla satın alacağımız bir ürünü (araba) bir sürü seçenek arasından diğer kriterlerimizle birlikte özellikle beğenmemiz kriterine göre seçim yapar ve beğenilmeyen tasarımları eleriz. Harlow, Nylund-Gibson, Iveland ve Taylor (2013) öğrencilerin mühendislikle ilgili bir bölümü tercih etmelerinde sanatın ve mühendisliğin çalışma alanı hakkında bilgi sahibi olup olmamaları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı ve sanatsal yaratıcılıkla mühendisliğin yaratıcılığı arasında öğrencilerin algılarına göre anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmalarında; sanatçının ve mühendisin yaratıcılığı arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ve öğrencilerin sanatsal yaratıcılıkla mühendisliğin yaratıcılığını aynı şekilde düşündükleri ortaya çıkmıştır.

Sanat ve teknoloji arasındaki ilişkiyi diğerleriyle olan ilişkisinden ayrı tutmak gerekir. Çünkü diğerleri tarihin her döneminde sanat üzerinde bir etki hatta çoğu zaman baskı unsuru olmuştur. Oysaki teknoloji, sanat yapıtının yaratılmasında, sanatçının amacına ulaşmadaki imkânsızlıkların üstesinden gelmesinde bir araç konumundadır (Sağlam Timur, 2010; Türkmenoğlu, 2014). Tabii ki teknolojik gelişmeler sanatı etkilemiştir. Fakat bu etkileme sanatçının yaratım sürecinde olmuştur. Her dönemde o çağın tekniği ile sanat eserleri üretilirken diğerleri sanatçının düşünsel dünyasına müdahale etmiştir. Toplumlarda sanat kavramının oluşması insanlığın belirli bir gelişim göstermesinden sonra olmuştur. Bunun başlangıcı da insanların el yetisini kullanabilmeye başlamasıylaadır. Bu da tekniğin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. Böylece teknoloji kavramı sanat ile ayrılmaz bir ilişki

oluşturmuştur (Uğurlu, 2008). Günümüzde artık teknoloji sanatın icrası için de bir alan oluşturmaktadır. Örneğin sosyal medya (instagram, televizyon.. vs) bireylerin ve kurumların ürettikleri sanatsal faaliyetlerin gerçekleştirildiği bir alan haline gelmiştir.

Sonuç olarak teknoloji, mühendislik, fen, matematik ve sanat disiplinleri birbirleriyle sıkı bir ilişki içerisinde olan disiplinlerdir. Gerçek yaşamda bu disiplinler birbirini bütünleyerek işbirliği içerisinde problemlere çözüm üretmektedir.

2.6. Yetişkin Eğitimi Teorisi

Öğrenme kavramı insanın varoluşundan bu yana ve her yaştaki insan için devam eden bir süreçtir. Çevresini keşfetmeye çalışan yeni doğan bir bebekten tutun da gerçeği arayan filozoflara kadar bilgilerini inşa etme süreci her insan için yaşamının sonuna kadar devam eden bir süreçtir (Neil-Burke, 2016). Fakat öğrenmeyle ilgili yaklaşımlar genellikle okul çağındaki öğrencilerin nasıl öğrendiklerini açıklamaya çalışmaktadır. Peki yetişkinler? Bu konuda yetişkinlerin nasıl öğrendikleriyle ilgili çalışmalar yapan Malcom Knowles (1990) yetişkin öğrenmesini açıklayan ilk teoriyi ortaya atan bilim insanıdır. Knowles öğrencilerin (çocukların) öğrenmesini *pedagoji* yetişkinlerin öğrenmesini ise *andragoji* kavramıyla açıklamıştır. Çünkü ona göre yetişkinlerin öğrenmesiyle çocukların öğrenmesinin birbirinden farklılık arz etmektedir. Yetişkinlerin çocuklardan farklı olarak kişinin yaşı ilerledikçe kendi öğrenme sürecini yönetmeye başladığını ve *özdenetim (self-directed)* sahibi olduğunu ifade etmiştir.

Knowles (1990) bu öğrenmeyi, ‘bireylerin inisiyatifi ele alarak diğerlerinin yardımı olmadan kendi öğrenim gereksinimlerini tanımlayıp, öğrenme hedeflerini saptamaları, öğrenme için insan ve materyal ihtiyaçlarını belirleyip, uygun öğrenme stratejilerini uygulayarak sonuçları değerlendirebilmeleri’ olarak tarif etmiştir (Neil-Burke, 2016)

Yalçın ve diğerlerinin (2005) aktardığına göre andragoji terimi ilk olarak 1833 yılında bir Alman öğretmen, Alexander Kapp tarafından kullanılmış daha sonra Lindeman bu terimi makalelerinde kullanmıştır. Knowles (1990) andragojiyi yetişkinlerin nasıl öğrendiğini açıklama ve onların öğrenmelerine yardımcı olabileceği bilimi ve sanatı olarak tanımlamıştır (Knowles, Elwood ve Richard, 2015; Yalçın ve diğerleri, 2005).

Yetişkin öğrenme kuramının bu ilkelerini göz önünde bulundurduğumuzda yetişkinlerin kendi öğrenme süreçlerini yönetmelerinin ve öğrenme yaşantılarının tasarımında yer almaları gerektiğini göstermektedir (Neil-Burke, 2016). Yetişkinler eğitimciler olarak öğretmenler katılımcı eylem araştırması döngüsünde bu süreci yaşayabilmektedir. Katılımcı eylem araştırması süreci yetişkin öğrenme kuramının tüm ilkelerini içermektedir. Öğretmenler süreçte STEM etkinliklerini uygularken yaşanan problemleri bizzat kendileri deneyimleyerek mesleki gelişim faaliyetleri ve öneriler çerçevesinde bu problemlere çözümler önerileri belirleyip tekrar uygulamalar yaparak çözüm önerilerinin etkisini test edeceklerdir. Öğretmenler bu süreçte STEM eğitimin sınıflarında (özellikle ilkokullarda) başarılı bir şekilde uygulanabilmesi konusunda kendilerini geliştirmiş olacaklardır. Bu nedenle öğretmenlerin mesleki gelişim faaliyetleri için yetişkin eğitimi modeli tercih edilmiştir.

Knowles (1990) yetişkinlerin nasıl öğrendiğini açıkladığı andragojik yaklaşımın dayandığı 6 temel varsayım şunlardır: 1) Yetişkinler öğrenmeye içsel olarak motive olurlar ve kendi öğrenme sürecini yönetirler. Bu varsayım öğrencilerin olgunlaştıkça öğrenme sürecinde daha bağımsız olduklarını ifade eden ne zaman, nasıl ve ne öğrenmek istediklerini kendileri seçebilirler. Kendilerine bu tür fırsatlar sunan ortamlar ararlar. 2) Yetişkinler öğrenmelerini yaşantı merkezli bir çerçevede gerçekleştirmek isterler. Yaşam deneyimlerini işin işine katarlar. O nedenle öğrenme konuları katılımcıların yaşantılarıyla ilişkilendirilmektedir. 3) Yetişkinleri öğrenmesi belirli bir hedefe yöneliktir. Özellikle deneyim kazanmak istedikleri alanlarda hedefleri ve ilgi alanları bu sürece yön vermektedir. 4) Yetişkinlerin öğrenme yönelimleri kendi yaşamları

temellidir. Öğrenecekleri şeyin yaşamında ne işe yarayacağını bilmek isterler. Eğer gerçek yaşamında bu öğrenme deneyimi işine yarayacaksa daha çok motive olurlar. Bu nedenle kendilerinin aktif problem çözme sürecine katıldığı öğrenme fırsatlarının sağlanmasını isterler. 5) Yetişkinler pratik bilgileri öğrenmeye heveslidir. Ders kitaplarında yazan teorik bilgini gerçek yaşamda hemen uygulayıp işe yarayıp yaramadığını görmek isterler. 6) Yetişkinler öğrenme sürecinde kendilerine saygı duyulmasına çok önem verirler. Öğrenme sürecinde deneyimlerini paylaştıklarında ve katkı sunduklarında kendilerini saygı duyulmasını, eşit ve adil davranılmasını isterler (Gültekin, 2007 ve Neil-Burke, 2016).

2.7. Öğretmen Uygulamalarını Değiştirmek ve Geliştirmek Amacıyla Mesleki Gelişimi Faaliyetleri

Son yıllarda eğitim reformları ve öğretmenlerin mesleki gelişimiyle ilgili çalışmalar (Darling-Hammond, 2010; Desimone, 2009; Loucks-Horsley, Love, Stiles, Mundry ve Hewson, 2007; Putnam ve Borko, 1997) artış gösterse de geleneksel mesleki gelişim programlarının ne öğretmenlerin kendilerini geliştirmesine ne de öğrencilerin öğrenmesine bir katkısı olduğu daha belirgin hale gelmiştir (Johnson, Peters-Burton ve Moore, 2016). Aynı şekilde Türkiye’de de öğretmenlerin özellikle bakanlığın mesleki gelişim faaliyetlerini yararsız olarak gördüğünü ortaya çıkaran (Gültekin ve Çubukçu, 2008; Uştu, Mentiş Taş ve Sever, 2016) çalışmalar yer almaktadır. Öğretmenlerin mesleki gelişimiyle ilgili çalışmaları kapsamlı bir şekilde gözden geçiren Desimone (2009), öğretmen ve öğrenci çıktılarına göre etkili olduğu görülen programların beş temel özelliğini “Öğretmenlerin Mesleki Gelişim İçin Temel Bir Kavramsal Çerçeve” olarak tanımlamıştır. Bu çerçevede bu beş temel özellik; işbirlikçi katılım, aktif öğrenme, sürdürülebilir tutarlı politika, uzun süreli mesleki gelişim, içeriğin oluşturulması bağlamında yeni becerilerin öğrenilmesine odaklanmaktır. Guskey de (2003) son 10 yılda 13 farklı etkili mesleki gelişim programını analiz ettiği çalışmasında mesleki gelişim programlarının etkililiğini değerlendirmeye yönelik bir standart ölçünün belirlenemeyeceğini çünkü

hepsinin birbirinden farklı, birbiriyle tutarsız ve çelişkili yöntemleri kullandığını ifade etmiştir.

Johnson ve diğerleri ise (2016) gelişmiş STEM programlarının en önemli karakteristik özelliklerinin yüksek standartla eğitim, bütünlük öğretim programları, formal ve informal ortamlarda STEM eğitimi, teknolojiye yararlanma ve en önemlisi de STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulayan öğretmenler olduğunu vurgulamışlardır. Stohlmann, Roehrig ve Moore (2014) öğretmenlerin STEM eğitimini etkili bir şekilde entegrasyonunu sağlayıp uygulayabilmeleri için gerekli olan yetkinlikleri öğretmenin alan bilgisi, pedagoji (yöntem) bilgisi, STEM öğretim programına yönelik içerik bilgisi olarak ifade etmişlerdir. Özellikle ilköğretim düzeyinde öğretmenlerin içerik bilgisine yönelik mesleki gelişim ihtiyaçlarının olduğu görülmektedir (Cunningham ve Hester, 2007). STEM eğitiminde başarılı olabilmek için işin mutfağında ve uygulayıcısı olan öğretmenlerin öncelikle mesleki gelişim ihtiyaçları karşılanmalıdır. Öğretmenler günümüzde sadece kendi alan bilgileriyle bütünlük STEM eğitimi uygulamalarını gerçekleştirmeleri mümkün değildir. Nadelson ve diğerlerinin (2013) aktardığına göre Levitt (2002) STEM eğitiminin uygulanması için öğretmenlerin işine yarayan modellerin sunulması halinde öğretmenler bu değişime açık olacaklarını ifade etmiştir. STEM eğitimi için faydalı modellere olan ihtiyaç ve bu modellerin etkisi erken kademelerde öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili mesleki gelişim çalışmalarının yapılması için gerekçe oluşturmaktadır.

2.8. Proje Tabanlı Öğrenme

Temel ilerlemecilik eğitim felsefesine kadar dayanan proje tabanlı öğrenme modeli eylem araştırması sürecinde tüm katılımcı öğretmenlerin bütünlük STEM/STEAM etkinliklerinin sınıflarında uyguladıkları yöntemlerdir. Çünkü proje tabanlı, probleme dayalı, 5E ve 7E öğrenme modelleri olan sorgulamaya dayalı yöntemler bütünlük STEM ve STEAM eğitiminin doğasına daha uygundur.

Eylem araştırmasında süreçteki problemlere daha iyi odaklanmak amacıyla tüm etkinlikler proje tabanlı öğrenmeye göre planlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Proje tabanlı öğrenmenin ortaya çıkışında temel etkenler; Piaget, Vygotsky ve John Dewey'in yapılandırmacı eğitim anlayışı, Klipatrick'in proje metodu, Bruner'in buluş yoluyla öğrenme stratejisi gibi etkenlerdir.

Proje tabanlı öğrenme modeli öğretmenler ve öğrenciler arasındaki ilişkiyi değiştirebilen bir yöntemdir. Süreçte öğretmenin geleneksel rolü değişebilmektedir. Öğrenciler ise bireysel öğrenme faaliyetlerinden öte grupla etkileşimli öğrenme faaliyetleri gerçekleştirmektedir. Projeler sınıflardaki yarışmayı azaltabilir ve öğrencileri birbirleri ile işbirliğine yöneltir. Öğrenci merkezlidir. Ayrıca projeler ezberlenen bilgiler yerine keşfedilen bilgileri öğretimin merkezine alır (Korkmaz ve Kaptan, 2001). Öğrencilerin gerçek hayat problemlerini derinlemesine öğrenmelerini hedefleyen öğretim stratejilerinin kullanıldığı, hem okul içinde hem okul dışında bireysel ve grupla öğrenmeyi mümkün kılacak şekilde yapılandırılmış öğrenme ortamını sağlayan bir yaklaşımdır. Öğretmeni süreçte bir rehber yapmaktadır. Öğrenci süreçte aktif ve kendi kendine öğrenmektedir. Grupla çalışma olanağı sağladığından ayrıca iletişim, işbirliği, esneklik, takım çalışması gibi becerilerin de gelişmesini sağlar. Değerlendirme sürecinde sürecin değerlendirilmesi daha ağırlıklıdır. Süreç ve ürün birlikte ele alınarak bütüncül bir değerlendirme yapılır. Süreç genellikle bir problem durumuyla (gerçek yaşam temelli) başlar veya başlatılır.

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili gerçekleştirilen eylem araştırmasının problem durumuyla ilgili olan Türkiye’de ve dünyada alanyazında yer alan çalışmalara değinilmiştir.

3.1. Bütünleşik STEM Eğitimiyle İlgili Gerçekleştirilen Eylem Araştırmaları

Harrison (2011) STEM eğitiminde teknoloji ve mühendisliğin ve ayrıca bu disiplinlerin içeriğinin STEM eğitiminde ne olması gerektiği ve diğer STEM disiplinleriyle de pratik bağlamının tanımlanmasını hedefleyen makalesinde, teknoloji ve mühendislik boyutuna ilişkin bazı etkili uygulama kılavuzları oluşturmuş ve bunlar tartışmıştır. Araştırmacı eylem araştırması yönteminin buna fırsat tanıdığını ifade etmiştir. Ayrıca makalede teknoloji ve tasarım boyutunda atılması gereken adımlara değinilmiş ve halen STEM eğitiminde teknoloji ve mühendislik boyutunun tamamen tanımlanıp içeriğin belirlenmesinde daha çok şeyin yapılması gerektiği ifade edilmiştir. Araştırmacı bundan sonra yapılması gerekenlere ilişkin fikirler önermiştir.

Saito ve diğerleri (2015) STEM eğitiminin entegrasyonuna ilişkin informal ortamlarda fen bilimleri öğretmenleri ve öğrencileriyle birlikte katılımcı eylem araştırması yöntemini kullanarak Japon eğitim sisteminde STEM etkinliklerinin hazırlanıp uygulanmasında ortaya çıkan problemleri tespit etmeye çalışmışlardır. Tespit edilen bu problemlere eylem araştırması sürecinde müdahaleler gerçekleştirerek ve öğretmenler için mesleki gelişim ortamları sağlayarak problemlerin üstesinden gelmeye çalışmışlardır. Araştırma kapsamında öğretmenlerle yapılan uygulamalarda araştırmacılar STEM etkinliklerinin planlanıp uygulanmasında teknoloji, fen ve matematik ve mühendislik disiplinleri arasında belirli bir mantıksal sıralama olduğunu fark etmişlerdir. Bu nedenle eylem araştırmasının sonraki adımlarında T-SM-E yöntemini kullanmışlardır. Öğretmenlerin STEM disiplinlerini birbirine nasıl entegre edip, etkinlik geliştirdiklerini ve öğretmen adaylarının STEM derslerini

nasıl uyguladıklarını gözlemlemişlerdir. Araştırma sonucunda fen bilimleri öğretmen adaylarının uygulamalarında STEM eğitiminin teknoloji boyutunu etkinliklerde içermeye zorlandıklarını ve öğrencilerin teknoloji boyutunda yeterli derece performans gösteremediğini ortaya çıkarmışlardır. Daha sonra ortaya çıkan bu durumu Japon eğitim sistemini göz önünde bulundurarak tartışmışlardır.

Neil-Burke (2016) ortaokul öğretmenlerinin STEM eğitimini başarılı bir şekilde uygulamayı sağlayacak ihtiyaçları karşılayabilmek için nasıl mesleki gelişim programlarının geliştirilip gerçekleştirilmesi gerektiğinin, uygulanan mesleki gelişim faaliyetlerinin öğretmenlerin STEM eğitimini uygulama becerilerini değiştirip değiştirmediğinin ve öğretmenler STEM eğitiminin uygulanmasında engel olarak neleri gördüklerinin ortaya çıkarılması amacıyla bir eylem araştırması gerçekleştirmiştir. Araştırma sonucunda programla birlikte işbirlikçi bir yaklaşım şeklinde mesleki gelişim faaliyetlerinin oluşturulmasının öğretmenlerin disiplinler arası STEM eğitimini uygulamaya yönelik ihtiyaçlarını karşılamada etkili bir yaklaşım olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca öğretmenler işbirliği için zamanın kısıtlı olmasını, planlama, yansıtma ve pilot uygulama yapma gerekliliğinin başarılı bir uygulamanın önünde engel olarak görmüşlerdir. Fakat iletişim ve işbirliği olduğunda bu zorlukların azalabileceğini çünkü disiplinler arası bütünleşik STEM eğitimi mesleki gelişim faaliyetlerinin; zaman planı, pilot uygulama, yansıtma yapma ve diğerleriyle işbirliğini içerdiğini ifade etmişlerdir. Araştırmacı bu sonuçların “öğretmenlerin okul yönetimi ve öğretim programını hazırlayanlar tarafından desteklenmesi gerekliliğini ortaya çıkardığını” ifade etmiştir.

Hernandez (2014) öğretmenlerin STEM etkinliklerini uygulama becerileri konusundaki öz-yeterliklerini geliştirmek ve STEM etkinliklerini başarılı bir şekilde uygulamalarına katkı sağlamak amacıyla yaptığı eylem araştırmasında iki farklı modeli test etmiştir. Araştırma sonucunda iki numaralı modellen öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamada ve STEM eğitiminin başarılı bir şekilde

uygulamasında öğretmenlere işbirliği sunmasından dolayı öğretmenler için faydalı olduğu sonucuna varmıştır.

Goodnough, Pelech ve Stordy (2014) ilkokul öğretmenleriyle yaptığı işbirlikçi eylem araştırmasıyla etkili bir STEM öğretmen mesleki gelişim programının içeriğinin nasıl olması gerektiğini belirlemeye çalışmışlardır. Tüm öğretmenlerle işbirlikçi kararlar vererek takım halinde eylem araştırmasını yürütenin öğretmenlerin süreçteki bireysel mesleki gelişim ihtiyaçlarını karşıladığını ve ayrıca süreçte STEM etkinliğinin içeriğiyle, eylem araştırması süreciyle ilgili yansıtılmaların yapılmasının önemli olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca araştırma alanyazında yer alan STEM etkinliklerinin planlanmasında ve uygulanmasında önemli olan etkili mesleki gelişim programlarının ortak özelliklerindeki desteklemektedir.

McClain (2015) azınlık ırkı temsil eden öğrencilerden STEM eğitimine maruz kalanlarla kalmayanların akademik başarılarında anlamlı bir farklılaşmanın olup olmadığını ortaya çıkarılması amacıyla yaptığı betimleyici karşılaştırmalı çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarını geliştirme potansiyeline sahip olduğunu belirlemiştir.

Burrows ve diğerleri (2018) tarafından yapılan eylem araştırmasında ise STEM eğitiminin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbirlerini destekleyen ve güçlendiren bir disiplinler arası öğretim olduğunun kanıtlarını içeren ve gösteren çalışmaların ve okul dışı mühendislik temelli projelerin öğrencilerin bütünlük STEM eğitimiyle ilişkilendirmelerine fırsat tanıdığını eylem araştırması sürecinde keşfetmişlerdir. Ayrıca informal ortamlarda yapılan bu tür otantik STEM etkinliklerinin formal eğitim sürecini de desteklediğini ortaya çıkarmışlardır.

Polnarieve ve diğerleri (2017) çalışmalarında eylem araştırması sürecinde öğrencilerin STEM eğitiminde başarılı olmalarını ve öğrencilerin devamlılığı sağlayan etken olarak deneyimledikleri beş temel argümanı paylaşmışlar ve bu argümanların işe yaradığını göstermek amacıyla eylem araştırması sürecinde

STEM öğrencilerinin bir sonraki yıl sayılarında bir artışın (% 62.9'dan % 64.6 ya) olduğunu gösteren empirik kanıtlar sunmuşlardır. Sonuç olarak bahsedilen 5 temel argümanın okullar tarafından benimsenip uygulandığında öğrencilerin STEM eğitiminde devamlılığını sağlanacağı ifade edilmiştir.

Karahan, Canbazoglu-Bilici ve Ünal (2015) medya tasarımı entegre edilmiş STEM sürecinin 8. sınıf öğrencilerin fen ve teknolojiye ilişkin tutumlarında anlamlı farklılık yaratıp yaratmadığını ve öğrenci ve öğretmenlerin STEM eğitimine medya tasarım sürecinin entegrasyonu hakkındaki görüşlerini belirlemek için eylem araştırması desenini kullanmışlardır. Araştırma sonucunda medya tasarımı sürecinin STEM eğitime entegrasyonunun öğrencilerin fen ve teknolojiye olan tutumlarını olumlu yönde etkilediğini, öğrencilerin medya tasarım süreçlerine daha fazla ilgi gösterdiklerini ve motive olduklarını ortaya çıkarmışlardır.

3.2. Teknoloji, Mühendislik, Sanat, Fen ve Matematik (STEAM) Disiplinlerinin Bütünleştirilmesiyle İlgili Yapılan Çalışmalar

3.2.1. Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesiyle İlgili Yapılan Çalışmalar

Harlow ve diğerleri (2013) öğrencilerin mühendislikle ilgili bir bölümü tercih etmelerinde sanatın ve mühendisliğin çalışma alanı hakkında bilgi sahibi olup olmamaları arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığını ve sanatsal yaratıcılık ile mühendisliğin yaratıcılığı arasında öğrencilerin algılarına göre anlamlı farklılığın olup olmadığını belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Araştırma sonucunda; sanatçının ve mühendisin yaratıcılığı arasında anlamlı bir farklılık olmadığı ve öğrencilerin sanatsal yaratıcılıkla mühendisliğin yaratıcılığını aynı düşündükleri ortaya çıkmıştır.

LaMore ve diğerleri (2013) bir üniversitenin STEM alanlarındaki profesyonellerin patentlenebilir icat geliştirebilme ve yeni şirketler kurabilme becerilerine sanat ve mesleki eğitimin etkisini inceledikleri çalışmalarında; sanat ve mesleki eğitimin icat yapmada ve yeni şirket kurma arasında olumlu yönde etkisinin olduğunu, sanat ve mesleki yetkinliğin inovatif düşünme yeteneğini

geliştirdiğini ve ömür boyu sanat ve mesleki eğitime maruz kalmanın girişimciler ve inovatif düşünenler üzerinde en çok olumlu etkiye sahip etkenler olduğunu ortaya koymuşlardır.

Showalter (2017) STEAM eğitiminin uygulanması ve içeriğiyle ilgili geniş bir açıklama içeren çalışmasında disiplinler arası düşünmeyi teşvik etmek ve yüzeysel bir entegrasyon içeren ders planları ve öğretim programından kaçınmak amacıyla öğretim programlarının bileşenlerinin nasıl kullanılacağını ayrıntılı bir şekilde açıklamıştır.

Catterall, Dumais ve Hampden-Thompson (2012) genel ve düşük sosyo-ekonomik statüye sahip öğrenciler üzerinde genel olarak sanatın etkisini dört farklı değişkene göre incelemişlerdir. Araştırmacılar sanata katılımı yüksek olan öğrencilerin yüksek olmayanlarla karşılaştırıldığında iş bulma olasılıklarının daha yüksek olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Ek olarak yoğun sanat içeriğinin öğrencilerde başarı eksikliğini giderdiğini belirlemişlerdir. Ayrıca bu durum sadece risk grubunda yer alan öğrencilerde görülmekte olduğunu ve düşük sosyo-ekonomik statüdeki öğrencilerin sınıf geçmelerine, mezuniyetlerine, yüksek matematik başarısına, yüksek dereceyle bir üst öğretim kurumunu kazanmalarına sebep olduğunu ifade etmişlerdir. Bununla birlikte sanata katılımı yüksek olan düşük sosyo-ekonomik seviyeye sahip öğrencilerin normal öğrencilerin neredeyse iki katının kendisini sanatla ilgili bir profesyonel kariyere yönlendiğini ifade etmiştir. Sanata yüksek katılımın öğrencilerin sosyalleşmesine de katkısı olduğunu da ortaya çıkarmışlardır.

Rabalais (2014) sanat boyutunun da diğer disiplinlerle bütünleştirilmesini içeren STEAM etkinliklerinin farklı cinsiyet, ırk (siyah, beyaz, İspanyol), sosyo-ekonomik düzeye (zengin, fakir) sahip öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemek amacıyla deneysel bir araştırma yapmıştır. Çalışma kapsamındaki etkinliklerde sanat boyutunda daha yüksek performans gösteren tüm grupların sanat boyutunda düşük ya da hiç başarı göstermeyenlere göre fen ve matematikte daha başarılı olduklarını kanıtlamıştır. Bu durumda STEM

eğitimine sanat boyutunun da bütünleştirilmesinin çok büyük katkısı olduğunu söyleyebileceğini ifade etmiştir.

Land (2013) bir sanat eğitimcisi olarak STEM eğitimine sanat boyutunun entegrasyonun ğrencilerin STEM eğitimini anlamlandırmalarına ve kendilerini motive etmelerine imkân sağlayadığını ifade etmiştir. Gerçek hayat problemlerinin çözümünde sanat ve bilimin bir araya gelmesiyle eşsiz bir yol sunacağını ve karmaşık problemlerin çözümünde farklı düşünmelerine katkı sağlayacağını ifade etmiştir.

Marallo (2014) STEM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanmasında sanat boyutunun etkisini belirlemek amacıyla üç farklı bilim merkezindeki STEM uygulamalarında STEM eğitimine sanat boyutunun bütünleştirilmesinin amacı, yönelimi, kullanılan stratejiler ve karşılaşılan zorluklar bakımından incelemiştir. Araştırmacı genelde sanat boyutunun bilim merkezlerine gelen ziyaretçilerin bu merkezlerden daha fazla fayda sağlamaları için kullanıldığını belirlemiştir. Bilim merkezlerinin sanatın entegrasyonu ile ilgili projeleri farklı şekilde tanıtmak amacıyla sanatçılar ve diğer uzmanlarla işbirliği yaptığını, bu kurumlarda sanatın entegrasyonu konusunda yaşanan en büyük zorluğun ise farklı deneyimleri olan uzman ve sanatçılarla işbirliği içerisinde çalışmak ve finansman sıkıntısı olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca sanat entegrasyonunun başarısını ölçmek için merkezlerin standart bir lme stratejilerinin olmadığını da ortaya çıkarmıştır. Sonuç olarak ise sanat boyutunun STEM eğitimine entegre edilmesinin bilim merkezlerinin yararına olduğunu ifade etmiştir.

3.2.2. Teknoloji ve Mühendisliğin Bütünleştirilmesiyle İlgili Yapılan alışmalar

Froyd, Wankat ve Smith (2012) son asırda mühendislik eğitimini şekillendiren ve günümüzde de şekillendirmeye devam eden beş büyük değişimin; 1) uygulamalı ve pratik mühendislik bilimi ve buna analitik vurgu, 2) sonuca dayalı akreditasyon, 3) mühendislik tasarım sürecine vurgu, 4) ğrenme kuramlarının ve davranış bilimlerinin mühendislik eğitiminde uygulanması ve 5) mühendislik eğitimine teknolojinin entegrasyonu olduğunu ifade etmişlerdir.

Son üç asırdır mühendislik; teknoloji, fen ve matematiği birbiriyle bütünleştirilmesi için gerekli bir disiplin olarak görülmüştür (Childress, 1996; Foster, 1994; International Technology Education Association, 1996; Wang, 2012). Fakat halen bu disiplinlerin birbirine nasıl entegre edilebileceğiyle ilgili çalışmalar devam etmektedir. Bununla birlikte Sahin ve diğerlerinin (2014) aktardığına ve alanyazına göre birçok çalışmada (Apedoe, Reynolds, Ellefson ve Schunn, 2008; Cunningham, Knight, Carlsen ve Kelly, 2007; Fortus, Krajcik, Dershimer, Marx ve Mamlok-Naaman, 2005; Mehalik, Doppelt ve Schunn, 2008; National Academy of Engineering National Research Council, 2009; Wendell ve diğerleri, 2010; Stohlmann ve diğerleri, 2012; Moore ve diğerleri, 2017) STEM eğitiminde mühendislik boyutunun eksiliği fark edilmiş ve mühendislik eğitimini özellikle fen bilimleri veya diğer STEM disiplinlerinin öğretim programlarına entegre edilerek bütünleştirilmeye çalışılmıştır.

Childress (1996) öğrencilerin rüzgâr enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren bir icat tasarlayıp yapmalarını içeren fen, teknoloji ve matematiğin entegrasyonu ile ilgili bir projede, teknolojinin nasıl bütünleştirileceğiyle ilgili bir örnek geliştirmiştir. Ayrıca araştırma sonucunda mühendislik ve teknoloji kavramlarını öğrencilerin açık bir şekilde birbirinden ayıramadığını ve teknolojinin de mühendislik süreciyle birlikte aynı şekilde muamele gördüğünü ortaya çıkarmıştır.

Koyunlu ve Dökme (2017) bilim sanat merkezinde okuyan özel yetenekli ortokul öğrencilerinin mühendis ve mühendislik algısını ortaya çıkarmak için gerçekleştirdikleri nitel araştırmada, öğrencilerin genelde mühendisliğin tasarım boyutuna değinerek mühendis türlerinden inşaat mühendisi çizdiklerini belirlemişlerdir. Bununla birlikte araştırmaya katılan öğrencilerin mühendisliği bir erkek mesleği olarak algıladıkları ortaya çıkmıştır.

Ritz ve Fan (2015) teknoloji eğitimi alanında çalışan farklı ülkelerden 20 akademisyenle birlikte ülkelerinin STEM eğitimine katılımı hakkındaki algılarını belirmemeyi amaçlamışlardır. Araştırmacılar öncelikle her ülkede STEM eğitiminin kavramsal olarak farkı şekilde tartışıldığını ortaya

çıkarmıştır. Bazıları ise STEM eğitiminin içerdiği disiplinleri daha iyi öğretme amacı güttüğünü düşünmekte olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca ülkelerin ekonomik ve politik baskılar nedeniyle STEM eğitimi araştırdığını bazılarının da bilginin aktarılmasını geliştirmek için yeni bir araç olarak görmekte olduğunu ifade etmişlerdir. Buna karşın çoğu ülkede durumun karmaşık olduğunu tartışmaların halen devam ettiğini ve STEM eğitimini kendi kültürlerine uyarlamak için fazla çaba göstermediklerini belirtmişlerdir. Ayrıca yine de ülkelerin STEM eğitimiyle ilgili öğretmenlere mesleki gelişim deneyimleri sunmakta olduğunu ifade etmişlerdir.

Culella (2017) lise düzeyinde üstün yetenekli öğrencilerin yer aldığı STEM eğitimine maruz kalan ve kalmayan sınıflarda teknoloji entegrasyona yönelik öğretmenlerin algılarının neler olduğunu ve teknolojinin esas olan kullanımına ilişkin bu algılar arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amacıyla yaptıkları araştırmada öğretmenlerin teknoloji kullanımıyla ilgili algılarının birbirinden anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını belirlemiştir. Teknolojiyi bir öğretim aracı olarak nasıl algıladıkları ve deneyimledikleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ve öğretmenlerin teknolojinin entegrasyonuna ilişkin algılarıyla sınıfta teknolojiyi kullanmalarının tahmin edilmesinin mümkün olmayacağını belirlemiştir.

Wang (2012) çoklu durum çalışması deseninde yaptığı araştırmasında fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik algılarının neler olduğunu ve ayrıca öğretmenlerin algılarıyla STEM eğitiminin disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin sınıflarda gerçekleştirdikleri uygulamalarındaki deneyimleri arasındaki ilişkiyi belirlemeyi amaçlamıştır. Ayrıca fen eğitimine STEM eğitiminin bütünleştirilebilmesi için en iyi uygulamanın özelliklerinin neler olduğunu da belirlemeye çalışmıştır. Araştırma sonucunda STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesine ilişkin öğretmenlerin görüşlerine göre bir model ortaya konulmuştur.

Carr, Benett ve Srobel (2012) Amerika'daki farklı eyaletlerinde yer alan mevcut mühendislik akademik standartlarını derleyip analizini yaparak bu

standartlar arasında bir uyum olup olmadığını belirlemek istemiştir. Örnek uygulamaların da belirlenerek ulusal standartlara katkı sağlaması için gerçekleştirilen çalışmada 41 eyaletin mühendislik eğitimi standartları incelenmiştir. Bulgulara göre mühendislik standardı olarak ifade edilen çoğu standardın teknoloji, bilim, fen ve mesleki standartlarla ilgili olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırma sonucunda sadece bir eyalette matematik standardı bulunduğunu ve bazı eyaletlerin ise mühendislik standartlarının hiçbir yönünü ihmal etmeden açıkça ifade ettiği ortaya çıkmıştır. Sonuç olarak araştırmacılar eyaletlerin mühendislik standartlarında genel bir fikir birliği olduğunu fakat tek tip ve sistematik olarak tanıtılmış bir mühendislik standardının daha az yaygın olduğunu belirlemiştir.

Kennedy ve Odell (2014) yaptıkları çalışmada kaliteli STEM programlarının bazı özelliklerini: iyi bir matematik ve fen içeriğine sahip olması; teknoloji ve mühendisliği matematik ve fen disiplinleriyle bütünleştirebilmesi; mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını ve problem çözme basamaklarını içermesi; sorgulamaya dayalı öğrenmeyi desteklemesi; sınıf seviyesine uygun materyaller ve işbirlikçi, açık ve uygulamalı yaşantılar sağlaması; öğrenci çıktıklarına odaklanması, STEM alanlarında güncel bilgi ve kavramları yansıtması; öğrenci ve eğiticilere geniş bir perspektifte işbirliği ve çalışma ortamı sağlaması, farklı öğrenme deneyimleri yaşatmak amacıyla modellemeler, simülasyonlar, uzaktan eğitim gibi olanaklar, tüm formal ve informal ortamlarda öğrenmeyi sağlayabilmesi; proje tabanlı öğrenme gibi STEM eğitiminin doğasına uygun öğrenme yaklaşımları sunması olarak sıralamışlardır.

Şahin ve diğerlerinin (2014) aktardığına göre Wendell ve diğerleri (2010), fen konularını mühendislik tasarım mantığı ile öğretmek için bir öğretim programı hazırlamışlar ve bu programı LEGO mindstorm oyun maketleri ile zenginleştirmişlerdir. Araştırmacılar LEGO içerikli bu programı sadece fen konu ve etkinliklerini içeren bir öğretim programı ile karşılaştırmışlar ve mühendislik içerikli programın öğrencilerin fen konularını daha iyi öğrendiklerini saptamışlardır.

Cunningham ve diğeri (2007) mühendislik eğitiminin entegrasyonu ile ilgili öğretmenler için mesleki gelişim programı tasarlamışlardır. Mesleki gelişim eğitimlerinde öğretmenler mühendislik tasarım süreci hakkında bilgi ve deneyimlerini geliştirmişler ve planlamada ve uygulamada mühendislik tasarımın nasıl kullanacakları konusunda tecrübe sahibi olmuşlardır.

Cantrall, Pekcan, Itani ve Velasquez-Bryant (2006) fen ve mühendisliğin bütünleştirilmesiyle ilgili çalışmalarında öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine katılımını sağlamak amacıyla birçok interaktif içerik hazırlayarak yaptıkları çalışmada mühendislik tasarım sürecinin fen eğitimindeki başarı eksikliğini giderebileceğini ifade etmişlerdir.

Standish ve diğeri (2016) de aynı şekilde mühendislik tasarımı sürecini içeren fen bilimlerinde ses ve dalgalar konusunu anlamalarında ürün geliştirme sürecinin hem kız hem de erkek öğrencilerin öğrenmesine olumlu katkısının olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Rich ve diğeri (2017) ilköğretim öğretmenlerinin mühendislik ve hesaplı düşünme öğretimi konusundaki öz yeterlik inançlarını ve fikirlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada mesleki gelişim faaliyetlerinin öğretmenlerin mühendislik ve hesaplı düşünme öğretimine yönelik öz yeterlilik inançlarının etkilenmekte olduğunu belirlemişlerdir. Öğretmenler öz yeterliliklerindeki değişimi mesleki gelişime bağlamışlardır. Öğretmenler ayrıca hesaplı düşünmenin ve mühendisliğin öğretiminin her ne kadar önemli olduğunu düşünseler de öz yeterlik inançları geniş ölçüde farklılık göstermiştir. Bu durumda öğretmenin mesleki gelişim düzeyine, birikimine ve istekli olup olmamasına göre değişmektedir.

Sonuç olarak STEM eğitiminde mühendislik ve teknolojinin disiplinlerinin nasıl bütünleştirileceğiyle ilgili alanyazında birçok çalışma yer almaktadır. Bu disiplinlerin entegrasyonu ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir. Özellikle K-12’de ilköğretim kademesi için entegrasyonla ilgili

yapılması gereken daha birçok şey vardır. Şu ana kadar ilkokul düzeyinde yapılan çalışmalara aşağıda değinilmiştir.

3.2.3. İlkokul Düzeyinde Yapılan Çalışmalar

K-12 kademesinde ilkokul düzeyinde yapılan çalışmalar genellikle bütünleşik SEM eğitime yönelik algı ve tutumlarına yönelik çalışmalardır. Alanyazın incelendiğinde ilkokul kademesindeki çalışmaların ortaokul kademesinde göre sınırlı sayıda olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmalardan bazılarına aşağıda kısaca yer verilmiştir.

Owens (2014) öğretmenlerin STEM eğitime önceki deneyimlerine dayanarak STEM eğitime yönelik algılarının birbirinden farklı olduğunu, çoğu öğretmenin STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulama bilgisine ve becerisine sahip olmadığını düşündüğünü belirlemiştir. Öğretmenlerin bu konuda desteğe ve mesleki gelişime ihtiyaçları olduğunu, STEM eğitimini etkili bir şekilde entegre edebilmeleri için yeterli zamanlarının olmadığını, öğrencilere liderlik ve rehberlik konusunda da yeterli olmadıklarını düşündükleri ortaya çıkmıştır. Araştırmacı bahsi geçen problemlerin üstesinden gelinebilmesi için STEM eğitimi konusunda öğretmenlere liderlik edilmesi, öğretim programının geliştirilmesini ve mesleki gelişim fırsatlarının sunulmasını tavsiye etmiştir.

Alumbaugh (2015) Missouri’de yer alan STEM okullarıyla ilgili okul müdürlerinin, sınıf öğretmenlerinin STEM organizasyonları yetkilileriyle yaptığı görüşmelerle, ilgili tüm tarafların STEM eğitime yönelik olumlu görüşlere sahip olduğunu ve STEM eğitimi ilkokul kademesinde savunduklarını ortaya çıkarmıştır.

Sümen ve Çalışıcı (2016) çevre okuryazarlığı konusunda öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik düşüncelerini ve zihin haritalarını araştırmışlardır. Sınıf öğretmeni adayları ile yapılan araştırmada çevre okuryazarlığı dersi STEM etkinlikleri ile işlenmiş ve öğretmenlerin görüşleri alınmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, öğretmenlerin bu etkinliklerin etkili, kolay ve eğlenceli olduğunu düşündükleri tespit edilmiştir.

Hacıömeroğlu (2017) sınıf öğretmeni adaylarının entegre STEM eğitimine yönelim düzeylerini incelemeyi amaçladığı çalışmada 401 sınıf öğretmeni adayının görüşlerine göre öğretmen adaylarının düşüncelerinin genel olarak olumlu olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca katılımcıların bilgi, tutum, değer subjektif ölçüt ile algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi alt boyutlarına ilişkin olarak görüşlerinin olumlu olduğu ortaya çıkmıştır. Araştırmacı öğretmen adaylarının cinsiyet, okul türü değişkenlerine göre bilgi, tutum, değer subjektif ölçüt ve algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimleri boyutlarında da ortalama puanlarının değişip değişmediğini belirlemiştir.

Kurup, Brown, Powel ve Li (2017) sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimini nasıl algıladıkları ve STEM eğitimini göreve başladıklarında uygulama niyetlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada 119 öğretmen adayıyla görüşmeler yapmışlardır. Araştırmada nitel ve nicel veri analizleri sonucunda öğretmen adayları eğitim programında STEM eğitiminin olması gerektiğine inandıklarını fakat yeterli profesyonel bir ön hazırlık ve program geliştirme, mesleki gelişim faaliyetleri olmadan STEM eğitiminin okullarda uygulamaya çekindiklerini ve bu konuda kendilerine güvenmediklerini söylemiştir.

Yıldırım ve Türk (2018) sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimiyle ilgili görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla 40 öğretmen adayıyla yarı-yapılandırılmış görüşme görüşmeler yapmışlardır. Araştırma sonucunda STEM uygulamalarının öğretmenlerde uygulamalara yönelik olumlu görüşler geliştirdiği ve mühendislik ve teknolojiye ilişkin algılarının olumlu yönde geliştiği tespit edilmiştir. Öğretmen adayları STEM eğitiminin ilköğretim ve okul öncesi dönemlerinde kullanılmasının önemli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca öğretmen adayları, STEM eğitimi sayesinde çocukların yaratıcılık, hayal gücü, merak, özgüven, sorumluluk, empati gibi birçok özelliğin gelişebileceği yönünde görüşler bildirmiştir. Bununla birlikte sınıf öğretmenliği lisans programında STEM eğitiminin verilmesini sağlayacak seçmeli veya zorunlu derslerin açılmasını öğretmen adayları önermiştir.

3.3. Türkiye’de STEM Eğitimiyle İlgili Yapılan Diğer Çalışmalar

Türkiye’de yapılan çalışmalar genel olarak STEM eğitime yönelik öğretmenlerin algı, farkındalık, yeterlilik ve tutumu, disiplinler arası öğretim, öğrenci algısı ve tutumu, problem çözme, yaratıcı, eleştirel düşünme, bilimsel süreç becerisi, akademik başarıya etkisi üzerine yapılan çalışmalardır. Bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili bahsi geçen bu çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir. Ayrıca akademik çalışmalar yanında Türkiye’de MEB, TUSİAD, bazı üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları STEM eğitimiyle ilgili raporlar ve çalışmalar yayımlayarak yapılan STEM eğitime katkı sunmaktadır.

Çorlu, Capraro ve Capraro (2014) STEM eğitiminin kuramsal bir çerçeve etrafında tanımlamak amacıyla yaptığı çalışmada bu hedefe yönelik olarak bütünleşik öğretim programı ve öğretmenlik bilgisi alanlarında Türkiye’de ve dünyada yapılmış araştırmalar ve eğitim reformlarını incelenmişlerdir. Araştırmacılar, öğretmenlerimizin sadece kendi alanlarında öğretmenlik bilgisine sahip olmalarının Türkiye’nin ihtiyacı olan insan gücünü yetiştirmede yetersiz kalacağı sonucuna ulaşmıştır.

Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) FETEMM içerikli okul sonrası etkinliklerin öğrencilerin üzerine olan etkilerini ortaya çıkarmak için yaptıkları çalışmada okul sonrası etkinliklerin bağımsız ve işbirliğine dayalı bilimsel araştırmalara yönelik ve 21. yy becerilerinin geliştirilmesine katkı yapabilecek potansiyelde olduğunu ifade etmişlerdir.

Ceylan (2014) ortaokul sekizinci sınıf fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda STEM eğitimi temelinde hazırlanan öğretim tasarımının öğrencilerin akademik başarılarına, yaratıcılık ve problem çözme becerilerine olumlu katkısının olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Yıldırım (2016) entegre STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, sogrulayıcı öğrenme becerileri algılarına, motivasyonlarına, bilginin kalıcılığına ve STEM eğitime yönelik tutumlarına etkisini incelemiştir. Öğrencilerin akademik başarılarını, fenne

yönelik motivasyonlarını, mühendisliğe yönelik tutumlarını deney grubu lehine anlamlı bir şekilde farklılaştırdığını ortaya çıkarmıştır.

Gülhan (2016) STEM entegrasyonunun beşinci sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına ilişkin ilgilerine ve tutumlarına, fendeki kavramsal anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına etkisini incelediği çalışmada; STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgi ve tutumlarına, kavramsal anlamalarına ve bilimsel yaratıcılıklarına olumlu yönde etkiye sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Hacıoğlu (2016) STEM eğitimi temelli etkinliklerin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme eğilimine etkisini incelemek amacıyla fen bilgisi öğretmen adaylarıyla bir eylem araştırması yapmıştır. Araştırmada öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık becerilerinin ve eleştirel düşünme eğilimlerinin STEM eğitimi temelli etkinlikler vasıtasıyla geliştiği tespit edilmiştir.

Çınar Pırasa ve Sadoğlu (2016) hizmet öncesi fen ve matematik öğretmenlerinin STEM eğitime yönelik görüşlerini araştırmışlardır. Bulgulara göre öğretmen adayları STEM uygulamalarının eğlenceli olduğunu, psiko-motor ve uzamsal becerileri geliştirdiğini, işbirlikli öğrenmeyi desteklediğini, sosyalleşmeyi sağladığını etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir.

Çınar, Pırasa, Uzun ve Erenler (2016) öğretmen adaylarının disiplinler arası eğitim anlayışlarına STEM eğitiminin etkisini araştırmışlardır. Bulgulara göre öğretmen adayları STEM modelinin öğrencilerin bireysel ve sosyal gelişimlerine katkı sağlayacağını düşündüklerini ve disiplinler arası uygulamaları sınıflarında kullanmak istediklerini belirtmişlerdir.

Eroğlu ve Bektaş (2016) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitime ve STEM temelli etkinliklere yönelik algılarının ortaya çıkarılmasıyla ilgili gerçekleştirdikleri çalışmada öğretmenlerin STEM temelli genellikle fizik bilimiyle bağdaştırdıkları ve fizik içeriğine uygun olarak görmekte ve fen bilgisi dersleriyle teknoloji, mühendislik ve matematik dersleri arasında bir ilişkinin olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca, öğretmenler STEM temelli dersleri

uygulamak istediklerini ancak zaman ve malzeme sıkıntısı açısından bunu yapamadıklarını savunmuştur.

Gökbayrak (2017) ise fen bilgisi öğretmen adaylarının fen bilgisi laboratuvar uygulamaları dersinde STEM farkındalarına, entegre STEM öğretimi yönelimine ve bilimsel süreç becerilerine STEM aktivitelerinin etkisini araştırdığı çalışmasında, deney grubu öğretmen adaylarında STEM farkındalık düzeylerinde anlamlı bir şekilde farklılaşma olduğunu, ayrıca bilimsel becerileri başarı testinden aldığı puanların arttığı öğretme adaylarının STEM öğretimi yönelimlerine olumlu yönde katkısının olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Gülgün, Yılmaz ve Çağlar (2017) fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinde olması gereken nitelikleri öğretmen görüşlerine göre belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma kapsamında STEM eğitime yönelik bir kalite standardı ölçeği geliştirilmiştir. Öğretmenlerin fikirleri geliştirilen ölçek ve görüşmeler yoluyla alınmıştır. Ortaya çıkan sonuçlara göre öğretmenlerinin STEM eğitimi hakkında olumlu görüşlere sahip olduklarını fakat uygulamalarda olması gereken niteliklerin henüz yeterince sağlanamadığını gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Öztürk (2017) STEM eğitime ilişkin sınıf öğretmenlerin ve dördüncü sınıf öğrencilerinin farkındalıklarını, yeterliklerini ve tutumlarını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada 3.654 ilkökul 4. sınıf öğrencisi ve 175 dördüncü sınıf düzeyinde görev yapmakta olan sınıf öğretmeninden veriler toplamıştır. Elde edilen bulgulara göre öğretmenlerin yeterlilik inanç ve tutumları ve öğrencilerin tutumlarına ilişkin ölçeklerden ve tüm alt boyutlarından aldıkları puanlar orta düzeyin üzerinde olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte öğretmenler ve öğrenciler arasında fen ve matematik öğretme-öğrenme yeterlik inançları puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını tespit etmiştir.

Tezesen (2017) STEM eğitimiyle ilgili öğretmenlik alanlarında eğitim gören öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarını ve ilgili disiplinlerin birbirleriyle olan ilişkisi ve bu disiplinleri nasıl tanımladıklarına

yönelik yaptığı çalışmada STEM alanlarını tanımlamada birinci sınıf ve son sınıf öğrencileri arasında anlamlı farklılık olmadığını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca 9 öğretmen adayıyla yaptığı görüşmelerde, öğretmen adayları ilgili disiplinlerin tanımlanmasını birbirleriyle ilişkileri üzerinden tanımlamaya meyilli olduklarını ve öğretmen adaylarının günlük hayat örneklerinde FeTeMM alanları arasındaki ilişkileri ifade etmekte zorlandıklarını ifade etmiştir.

Tabaru (2017) dördüncü sınıf fen bilimleri dersinde STEM temelli etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve problem çözme becerilerine etkisini incelemiştir. Yapılan deneysel çalışma sonucunda etkinliklerin, deney grubunun akademik başarı testi puanlarında ve temel süreç becerileri üzerinde kontrol grubuna göre olumlu etkisi olduğu ortaya çıkmıştır.

Aydin, Saka ve Guzey (2017) dört ve sekizinci sınıf öğrencileriyle STEM tutum ölçeğinin uyarlanması ve öğrencilerin tutumlarının bazı değişkenlere göre farklılık gösterip göstermediğini ortaya çıkarılması amacıyla yaptığı çalışmada öğrencilerin STEM eğitime yönelik tutumlarının “katılıyorum” seviyesinde olduğunu belirlemiştir. Bununla birlikte yaşadıkları şehir, meslek tercihleri ve sınıf düzeyine göre öğrencilerin tutumlarının değiştiğini ifade etmiştir.

Aslan-Tutak ve diğerleri (2017) işbirlikli STEM eğitimi modülünün öğretmen adaylarının STEM eğitime ilişkin algılarına etkisi inceledikleri çalışmalarında modülün dışı gereği etkinlik ve proje temelli, alanların bir arada çalıştığı bir yöntemin ön plana çıktığını ve benzer şekilde öğretmenler STEM öğretmen eğitiminde seminerlerin ve eğitimlere katılımı ve ayrıca, proje örnekleri gözleme ve deneyim paylaşımını vurgulamışlardır. Araştırmacılar çalışmaların STEM eğitimi konusunda örnek bir model oluşturmanın yanında öğretmen eğitimi konusunda da bilgi de verdiğini ifade etmişlerdir.

Bahar ve diğerleri (2018) yenilenen Fen Bilimleri Öğretmen Programında ve bir önceki (2013 Fen Bilimleri Öğretim Programı) öğretim programında STEM eğitime yönelik kazanımları tespit etmek ve bu kazanımların sürelerini

karşılaştırmak amacıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, 2018 programının 2013'e göre farklılık gösterdiğini, yeni programda bazı temaların kaldırılıp yerine yenilerinin eklendiğini ve 4. sınıf düzeyinde toplam kazanım sayısının değişmediğini tespit etmişlerdir.

Özbilen (2018) fen, matematik ve teknoloji tasarım öğretmenlerinin STEM farkındalıklarını ve STEM eğitimine görüşlerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapmıştır. Araştırmada fen branşındaki öğretmenlerin diğer branştakilere oranla STEM eğitimini daha iyi anladıklarını ve kullandıklarını belirlemiştir. Fen ve matematik branşındaki öğretmenler, STEM eğitimini branşları için vazgeçilemez temel taşlarından biri olarak görmekte olduğu fakat öğretmen yeterliliği, malzeme ve işbirliği eksikliği gibi nedenlerden dolayı modeli uygulamakta çekindiklerini ortaya çıkarmıştır.

Şen (2018) öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimine yönelik yönelimleri ve teknolojiye yönelik tutumlarının incelediği çalışmasında 533 öğretmen adayından toplanan veriler vasıtasıyla; öğretmen adaylarının teknolojiye ve entegre FeTeMM öğretimine ilişkin yönelimlerinin kabul edilme seviyede olumlu olduğunu ve ayrıca fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM'e yönelik, bilgisayar dersi öğretmen adaylarının da teknolojiye yönelik tutumlarının diğer öğretmen adaylarına göre daha yüksek olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca fen eğitimindeki öğretmen adaylarının entegre FeTeMM öğretimine yönelimlerinin, diğer bölümlerdeki öğretmen adaylarından daha fazla olduğunu da belirlenmiştir. Teknolojiye yönelik öğretmen adaylarının tutumlarına ilişkin değerlendirmede ise BÖTE bölümü öğretmen adaylarının, diğer öğretmen adaylarından daha yüksek seviyede olumlu tutum gösterdiğini belirlemiştir.

YÖNTEM

Bu araştırmada, katılımcı eylem araştırması süreci boyunca, araştırmacı ve katılımcı sınıf öğretmenleriyle birlikte, ilkokul dördüncü sınıf düzeyinde, fen bilimleri dersinde, “Bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde nasıl uygulayabileceği?” sorusuna yanıt aranmaya çalışılmıştır. Araştırmanın amacı, araştırma sürecinde katılımcı öğretmenlerle birlikte ilkokul kademesinde fen bilimleri dersinde işlevsel, uygulanabilir bütünleşik STEM/STEAM etkinlikleri gerçekleştirmek ve katılımcı öğretmenlerin bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlanması ve uygulanmasını esnasında yaşadığı problemlerin tespit edilerek öğretmenlerin ilgili alanlardaki mesleki gelişimlerinin sağlanmasıdır. Araştırmanın kısacası araştırmanın temel amacı öğretmenlerin ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM eğitimi konusunda kendilerini geliştirmelerini sağlayarak bu konudaki öğretimsel yetkinliklerini artırmaktır. Ayrıca teoriyle uygulamayı birleştirerek öğretmenlerin ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlanması ve uygulanması hususundaki deneyimlerini ifade etmeleri sağlanarak diğer uygulayıcı sınıf öğretmenleri için bir rehber oluşturmak da araştırmanın amaçları arasında yer almaktadır. Bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokul dördüncü sınıf kademesinde nasıl olması gerektiği araştırma sürecinde gerçekleştirilen; planlama, uygulama değerlendirme ve yansıtma faaliyetleriyle belirlenmiş ve ayrıca süreçte odaklanılan problemlerin üstesinden gelebilmek amacıyla mesleki gelişim faaliyetleri ve müdahaleler planlanarak döngüler halinde uygulanmıştır.

Yukarıda ifade edilen amaçlara uygun bir biçimde araştırma metodolojisi olarak nitel araştırma geleneğinde yer alan eylem araştırması tercih edilmiştir. Eylem araştırması sürecinde bu sebeple öncelikle bütünleşik STEM uygulamalarının ilkokul düzeyinde fen bilimleri dersinde gerçekleştirilmesinde yaşanan problemlerin tanımlanması gerekmekte ve daha sonra da problemlerin üstesinden gelebilmek amacıyla bunlara yönelik müdahalelerin planlanması, mesleki gelişim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi ve bu sürecin ilgili

problemlerin üstesinden gelinceye kadar döngüsel bir şekilde devam ettirilmesi gerekmektedir.

Kurt Lewin 1940'lı yıllarda, toplumsal düzen ve refaha önemli hizmetler sunan kurum, organizasyonların ve buralarda hizmet veren çalışanların değişim ve gelişimlerine yönelik araştırmalar gerçekleştirmiştir. Eylem araştırmasının tarihsel kökeni Kurt Levin'in bu çalışmalarına kadar dayandırılmaktadır. Çünkü Levin, her ne kadar eylem araştırmasını kullanan ve savunan ilk kişi olmasa da eylem araştırmasının sosyal bilimlerde saygın bir araştırma yöntemi olmasını sağlayan ilk kişi olmuştur (Herry ve Anderson, 2005). Levin'in çalışmaları eylem araştırmasının temelini atmıştır. O yıllarda Lewin eylem araştırmasını; 'bireylerin kendi çalışma ortamlarının değişimi ve gelişimi için sürece aktif katılımlarıyla gerçekleştirilen bir araştırma yaklaşımı' şeklinde tanımlamıştır. Kemmis ve McTaggart (2005) ve Dick (1993) eylem araştırması tanımlamalarının özünü *eylem* ve *araştırma* kavramları oluşturduğunu vurgulamışlardır. Eylem araştırmasının ortaya çıkmasının en önemli nedenlerinin altında nitelik ve kalite geliştirme ihtiyacı yatmaktadır. Günümüzde ise bireyin kendi çalışma alanında uygulama olanağı sunup değişimi ve kendi deneyiminden öğrenme fırsatı sağlaması, katılımcı ve kolektif işbirliği gerektiren bir yapısının olması (Dick, 1993), nitelik ve kalite geliştirme için oluşan toplumsal baskılar ve ayrıca sürdürülebilir değişim ve gelişimin zorunluluğu (McNiff, Lomax, ve Whitehead, 2002; Mertler, 2014; Mills, 2014) eylem araştırmasının hızla kabul görüp yaygınlaşmasında önemli etkenlerdir.

Gürgür (2016) eylem araştırmasını; 'değişim ve gelişimi sağlama odaklı, bireyin kendi uygulamalarını içeren, sistematik bir biçimde verilerin toplandığı, yansıtımlı sorgulamaların yapıldığı ve bunlara dayalı yeni eylem planlarının hazırlanıp uygulandığı, döngüsel veya sarmal adımlarla gerçekleştirilen bir bilimsel araştırma süreci' olarak tanımlamaktadır (s.9-10). Eylemlerin niteliğini anlamak ve iyileştirmek için gerçek sınıf veya okul durumunu çalışma süreci (Hensen, 1996; Mctart, 1997; Schumuck, 1997); öğretmenlerin kendi uygulamalarını gözlemlemeleri veya bir problemi ve bir eylemin olası yönünü

incelemeleri için sistematik ve düzenli bir yoldur (Dinkelman, 1997; McNiff, Lomas ve Whitedead, 1996; Akt. Johnson, 2015). Eliot (1991) eylem araştırmasını, bilgi üretmekten ve bir şeyi ispatlamaya çalışmaktan ziyade uygulamaları iyileştirme süreci olarak tanımlamaktadır (McNiff ve diğerleri, 2002). Gürgür'ün (2016) aktardığına göre Hermes de (2001) eylem araştırmasını bireyin kendi mesleki yeterlilikleri hakkında düşünmesi, döngüler halinde müdahaleler yürütmesi, bu müdahalelere yönelik eleştirel öz yansıtımlar yapması, süreci başkalarıyla paylaşması adımlarını içeren gelişim odaklı pozitif bir süreç olarak tanımlamıştır.

4.1. Eğitimsel Uygulamaları Değiştirmede ve İyileştirmede Bir Yöntem Olarak Eylem Araştırması

Eylem araştırmasının en çok kabul gördüğü alanlar; örgütsel gelişim, eğitim, sosyal hizmetler, kriminoloji, hemşirelik, halk sağlığı, uluslararası kalkınma ve tarım gibi alanlardır. Eğitimde eylem araştırmasının kuramsal temelleri ise John Dewey'in bilginin üretilmesinde deneyime verdiği öneme dayanmaktadır (Herry ve Anderson, 2005). Eğitim alanına yönelik olarak eylem araştırmasına ilişkin tanımlar özellikle; öğretmen, uygulama, sınıf ve okul odaklı yapıldığı görülmektedir (Gürgür, 2016). Eğitim alanında bir yöntem olarak ise ilk kez İngiltere de Lawrence Stenhouse (1975) tarafından 1967-1972 yılları arasında yürütülen bir proje kapsamında kullanmıştır. Stenhouse (1975) ve Elliott (2001) eylem araştırmasını, 'öğretmenlerin kendi uygulamalarını işbirliği içerisinde değerlendirip yansıtımlar yaptıkları süreç; uygulamalarında elde ettikleri pratik bilgi ve stratejileri benimsedikleri değerlerle daha tutarlı hale getirilmesi; çalışmalarını diğer öğretmenler tarafından kolayca ulaşılabilir ve anlaşılır bir biçimde kaydetmek ve böylece araştırma pratiği yaparak öğretmenler için gerçekten faydalı bir öğretim metodu geliştirilmesi' süreci olarak tanımlar. Stenhouse (1975) öğretmenlerin kendi uygulamaları vasıtasıyla mesleki gelişimlerini sağlayabileceklerini ve bu süreçte eğitim alanındaki olaylara ve sorunlara bakış açılarını değiştirebileceğini çünkü kendi yaptıkları uygulamalar hakkında en sağlıklı yargıya varacak olanların yine kendileri olduğunu ifade etmiştir. Bu nedenle eğitimde eylem araştırması; öğretmenlerin

kendi belirledikleri veya ilgi duydukları problem durumlarında istekli bir şekilde çalışacakları, kendi çalışmalarını inceleme ve değerlendirme fırsatı verildiğinde daha etkili olacakları, işbirliği içerisinde çalışarak birbirlerine yardım edebilecekleri ve bu süreçte mesleklerinde kendilerini geliştirebilecekleri varsayımlarına dayanmaktadır (Watts, 1985). Diğer taraftan eylem araştırması öğretmenlerin öğretim sürecinde yaptıkları sıradan şeyler değildir. Eylem araştırması, sistematik ve titizlikle veri (kanıt) toplanmasını gerektiren; sadece problem çözme süreci değil problemi tanımlama sürecini de içeren bir yöntemdir. Sadece başkaları üzerinde yapılan bir çalışma da değildir. Katılımcıların çalıştıkları alanlarda işbirliği yaparak kendilerini geliştirmelerini sağlayan ve baştan sona her adımı kesin, hipotezlerin test edilip bulguların verilmesini içeren bir araştırma yöntemi değil, katılımcıların o alandaki değişim ve gelişimiyle ilgilenen bir yöntemdir (Henry ve Kemmis, 1985; Kemmis ve McTaggart, 1988). Eylem araştırmasının nihai amacı eğitimsel uygulamaları geliştirmek ve alandaki problemleri çözmektir.

Alanyazında eylem araştırmasının eğitimdeki kuramsal bilgilerle uygulamayı birleştirerek aradaki boşlukların giderilmesinde, değişim ve gelişimi sağlamada, eğitim ve öğretim uygulamalarını iyileştirmede, öğretmenlerin mesleki gelişimlerini sağlayarak yetkinliklerini artırmada (Gürgür, 2016; Johnson, 2015) kullanıldığı ifade edilmektedir. Her ne kadar alanyazında bütünlük STEM uygulamalarının nasıl olması gerektiğiyle ilgili birçok teorik bilgi olmasına rağmen ilkökul öğretmenleri, STEM etkinliklerini sınıflarında planlama ve uygulama deneyimleri olmadığından etkinlikleri nasıl planlayacakları ve sınıflarında uygulayacakları konusunda zorlanmaktadır. Çünkü teori ve pratik farklı şeylerdir. STEM eğitimiyle ilgili ilkökul düzeyinde araştırma yapmak isteyen bir araştırmacının; yeni Fen Bilimleri Öğretim Programına STEM eğitimiyle ilgili temaların eklenmesi, Türkiye’de özellikle ilkökul kademesinde yeni ve bakir bir alan olması, öğretmenlerin STEM eğitiminin ilkökullarda uygulanmasıyla ilgili mesleki gelişime ihtiyaç duymaları gibi etkenler nedeniyle doğal olarak eylem araştırmasına yönelmesi kaçınılmazdır. Öğretmenler kendi bütünlük STEM uygulamaları hakkında

işbirliği içerisinde yansıtımlar yaparak, bütünleşik STEM etkinliklerini sınıflarında fen bilimleri dersinde başarılı bir şekilde uygulama becerisi kazanarak, süreçte kendilerini geliştirmiş olacaklardır. Çünkü eylem araştırmasında nihai amaç teoriyle uygulamayı birleştirmek, öğretimsel uygulamaları iyileştirmek ve öğretmeni geliştirmektir (Goodnough, Pelech ve Stordy, 2014).

4.1.1. Katılımcı Eylem Araştırması

Eylem araştırması yapmanın alanyazında birçok yolu bulunmaktadır. Bunun nedeni her yapılan eylem araştırmasının kendi bağlamında farklılıklar içermesidir. Dick (1993) bu yaklaşımlardan en genel geçer olanlarını; Kemmis ve McTaggart'ın (1988) eleştirel eylem araştırmasının bir türü olan “katılımcı eylem araştırması”; Argyris, Putnam ve Smith (1985) tarafından öne sürülen “eylem bilimi”; Checkland'ın (1981) “hassas sistem analizi”; Patton'un (1990) “değerlendirme yaklaşımı” şeklinde ifade etmiştir. Gürgür (2016) ise eylem araştırması türlerini; “klasik eylem araştırması”, “işbirlikli eylem araştırması”, “politik eylem araştırması” ve “katılımcı eylem araştırması” olarak sınıflandırmıştır. Alanyazında farklı tanımlamalar ve sınıflandırmalar olsa da bahsi geçen tüm bu yöntemler eylem araştırması şemsiyesi altında toplanmakta ve farklılıklarından daha çok ortak özellikleri bulunmaktadır (Herry ve Anderson, 2005). Hangi türü seçeceğimiz araştırmanın problemine, odaklanılan alana ve katılımcıların durumuna göre değişebilmektedir. Bu çalışmada katılımcı sınıf öğretmenlerinin ilkokullarda kendi sınıflarında bütünleşik STEM uygulamalarına ve mesleki gelişimlerine odaklanıldığından eylem araştırması türlerinden katılımcı eylem araştırması (KEA) tercih edilmiştir. Öğretmenler bizzat kendi uygulamalarından yola çıkarak ilkokul kademesinde fen bilimleri dersinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin nasıl başarılı bir şekilde planlanıp uygulanabileceğini belirlemeye çalışmışlardır. Öğretmenler eylem araştırması sürecinde mesleki gelişimlerinin bütünleşik STEM/STEAM eğitimin ilkokullarda öğretimsel boyutuna yönelik faaliyetler gerçekleştirmişlerdir.

KEA bir organizasyon ya da program içerisinde çalışan doğal katılımcıların bir araya gelerek, değişim ve gelişimi sağlamak için önerilerde bulunmak amacıyla bir araştırma tasarlayarak yürütmelerini içeren bir yöntem şeklinde tanımlanmaktadır (Ferrance, 200; Mertler, 2014; Akt: Gürgür, 2016). Sınıf öğretmenleri ve öğrencileri ilkököl kademesi için bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkökullarda planlanıp uygulanmasında doğal tarafları ve katılımcılarıdır. Stephen Kemmis ve McTaggart'ın Deakin Üniversitesindeki çalışmaları KEA'na öncülük etmiş ve eylem araştırması geleneğinde bu yöntemin yerleşmiş bir yöntem olarak kabul edilmesini sağlamışlardır (Dick, 1993). KEA kendi yaşam dünyalarındaki eylemlerini anlamaya çalışan bireylerle birlikte araştırma sürecini planlama ve yürütmeyi ifade etmektedir (Bergold ve Stefan, 2012). Bu şekildeki bir araştırma sürecinin katılımcılar için nihai sonucu değişim ve gelişimdir. Diğer yöntemlerden farklı olarak KEA işbirliği ve birlikte değişime vurgu yapmaktadır (Kemmis ve McTaggart, 2005). Araştırmanın sonunda da sınıf öğretmenlerinin bütünleşik STEM etkinliklerini başarılı bir şekilde uygulanması konusunda mesleki yeterlilikleri artmış olacaktır. Herry ve Anderson (2005) ve Kemmis ve McTaggart (2007) KEA'nın yedi genel karakteristik özelliğini; 1) problem durumunun katılımcıların kendi çalışma alanı sosyal yapı ve süreçlerden gelmesi, 2) amacın yapısal dönüşüm vasıtasıyla uygulamaları iyileştirme çabası olması, 3) teori ve pratiği bütünleştirmesi, 4) tarihsel bağlam içerisinde sosyal yapılar ve süreçlerin eleştirel ve esnek bir bakış açısıyla anlaşılmasının sağlanması, 5) katılımcıların yetenekleri hakkında farkındalıklarını artırarak harekete geçmelerini sağlaması ve özgürleştirici bir yapısının olması, 6) genel araştırma metodolojisindeki araştırmacı-katılımcı ilişkisini özne-nesne ilişkisinden özne-özne ilişkisine dönüştürerek pratiklik ve işbirliğini sağlaması 7) süreç sonunda uygulamayla ilgili pratik bilgilerin elde edilip somut durumlara hemen uygulanabilmesi şeklinde ifade etmişlerdir.

KEA'nın alan yazında farklı türleri yer almaktadır bunlardan biri de *sınıf eylem araştırması*dır. Bu araştırmada sınıf eylem araştırması tercih edilmiştir. Çünkü SEA sınıf ortamında öğretmenlerin kendi uygulamalarını gerçekleştirip

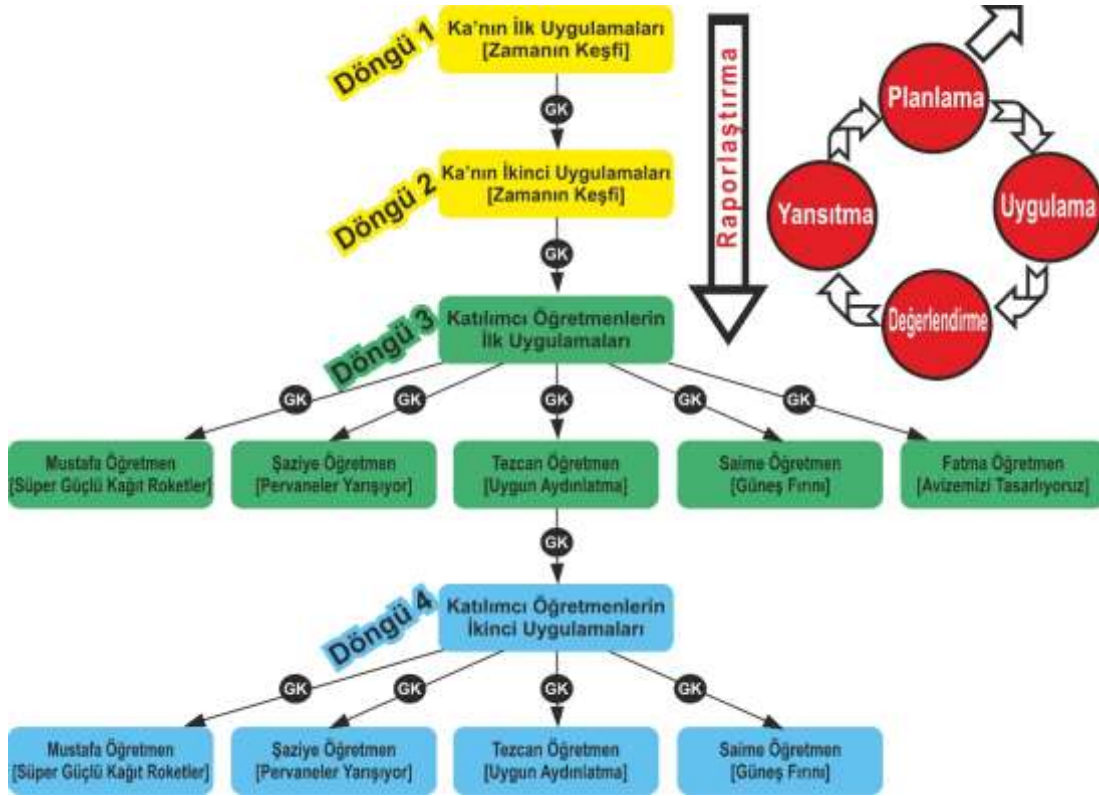
geliştirmelerini sağlayan KEA'nın bir türüdür (Herry ve Anderson, 2005). SEA'nın birinci amacı araştırma sürecinde öğretmenlerin eğitimsel uygulamalarının geliştirilmesidir. Öğretmenler süreçte hem kendi uygulamalarıyla ilgili denemeler yapıp veri toplarlar hem de eleştirel yansımalar yaparlar (Neil-Burke, 2016). Bu sosyal değişim sürecinde işbirliği; araştırmacı, öğretmenin ve diğer tüm paydaş ve katılımcıların öğrenmek, anlamak, eyleme geçmek amacıyla birlikte çalışmalarını ifade etmektedir. Toplanan verilerden elde edilen bulgular daha sonraki süreç ve uygulamalarla ilgili anlamlı bilgiler sağlamaktadır (Herry ve Anderson, 2005). Ayrıca bu KEA türü öğretmenlerin kendi uygulama ve deneyimlerinin sonucu olarak yeni pedagojik yaklaşımların ve becerilerin uygulanmasında öğretmenlere rehberlik etme fırsatı sağlar (Kemmis ve McTaggart, 2007). Bütünleşik STEM/STEAM eğitimiyle ilgili öğretmenlerin sınıflarında kendi uygulamalarını gerçekleştirip KA ve değerlendirici öğretmenlerle birlikte değerlendirmeler, yansımalar yapacağı ve mesleki gelişimlerinin öğretim boyutunda kendilerini geliştirmeleri beklendiği için araştırma SEA olarak gerçekleştirilmiştir. Ayrıca SEA araştırmacıya KA olarak hem kendi STEM uygulamalarını geliştirme hem de öğretmenlere rehberlik etme, öğretmen uygulamalarını gözlemleme, değerlendirme fırsatı sağlamaktadır. Eğer ilkökul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde nasıl planlanıp uygulanması gerektiği belirlenmek isteniyorsa bu süreçte sınıf öğretmenleri kesinlikle yer almalıdır.

4.2. İlkokul Düzeyinde Gerçekleştirilen Katılımcı Eylem Araştırması Süreci

İlkokul düzeyinde fen bilimleri dersinde işlevsel ve uygulanabilir bir bütünleşik STEM/STEAM etkinliğinin planlama ve uygulama sürecinin nasıl başarılı bir şekilde geliştirilebileceğiyle ilgili sınıf öğretmenleriyle yürütülen bu KEA, KA'nın ve katılımcı sınıf öğretmenlerinin uygulamalarını içeren dört ana döngüden oluşmaktadır. Her döngü Zuber-Skerritt'in, (1992, s. 13) önerdiği şekilde planlama, uygulama, gözlem yapma ve bir sonraki döngü için

yansıtma yapma aşamalarını içermektedir. Tüm bu araştırma sürecinin boylamsal ilerleyişini gösteren Şekil 4.1’de aşağıda verilmiştir.

Şekil 4.1. Katılımcı Eylem Araştırması Süreci



Eylem araştırmasının yürütülmesi geleneksel araştırma yöntemlerine göre daha zahmetli ve zor bir süreçtir. Çünkü araştırmacı hem araştırma yapmak hem de değişim ve gelişimi sağlamak amacıyla sorumluluk alarak bu yönde bir eyleme geçmektedir. Ayrıca eylem araştırması geleneksel araştırma yöntemlerinin bazı ön sayılıtlarını reddetmekte ve bu nedenle savunulmasını zorlaştırmaktadır. Araştırma raporu geleneksel araştırma raporlama tekniklerinden farklılık arz etmekte ve daha uzun sürmektedir (Dick, 1993). Fakat eylem süreci sonunda elde edilecek olan faydalar bu zorlukları göze almaya değerlidir. Eylem araştırması süreci beş temel adımı veya bölümü içermektedir. Birincisi soru sormak ve sonra hangi verilerin toplanacağına karar vermek, verilerin toplanması ve analizi, bulguların nasıl kullanılabilirliğinin belirlenip betimlenmesi ve sonucu olarak da sürecin rapor edilip

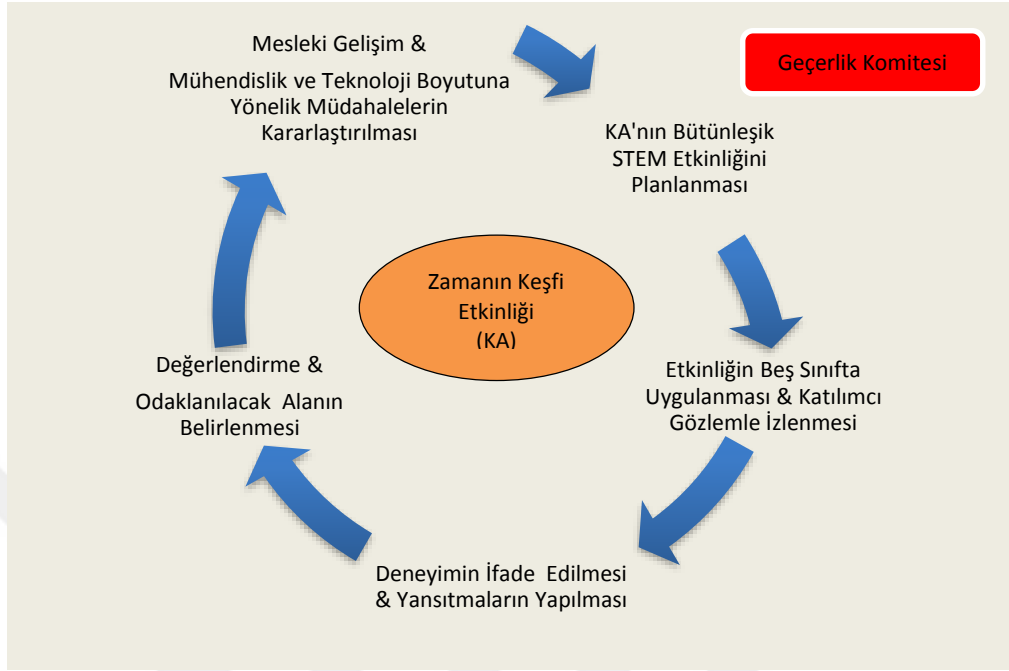
paylaşılmasıdır (Johnson, 2015). Kemmis ve McTaggart (1988) ise eylem araştırmasının aşamalarını; planlama, eyleme geçme (planı uygulama), sistematik gözlem ve yansıtmanın yapılarak tekrar planlama yapılmasını içeren dört aşama olarak ifade etmiştir.

Şekil 4.1’de görüldüğü üzere araştırma ilkokullarda KA’nın bütünleşik STEM planlanması ve uygulanmasına odaklanmasıyla başlamaktadır. Öncelikle STEM eğitimi alanındaki ilkokul kademesindeki boşluk alanyazın taraması sonucu tespit edilerek ilkokul kademesinde sınıf öğretmenleriyle birlikte eylem araştırmasının yapılmasına karar verilmiştir. Süreç daha sonra KA’nın ve akabinde beş katılımcı öğretmenin planlama ve sınıflarında etkinliklerini en az iki defa (Fatma Öğretmen hariç) uygulama faaliyetlerini içermektedir. Araştırma probleminin genel olarak ifade edilmesinden sonra aşağıda araştırma sürecinde her döngüde odaklanılan alan ve eylemlerin döngüsel süreci verilmiştir.

4.2.1. Döngü Bir: Odaklanacak Alanın Belirlenmesi

Araştırma süreci odaklanılacak alanın belirlenmesi amacıyla ilk olarak KA’nın, katılımcı öğretmenlerin sınıflarında kendi bütünleşik STEM etkinliğini planlayıp uygulamasıyla başlamaktadır. KA’nın ilk uygulamalarına ilişkin döngüsel süreç Şekil 4.2’de görülmektedir.

Şekil 4.2. KA'nın İlk Uygulamasına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi



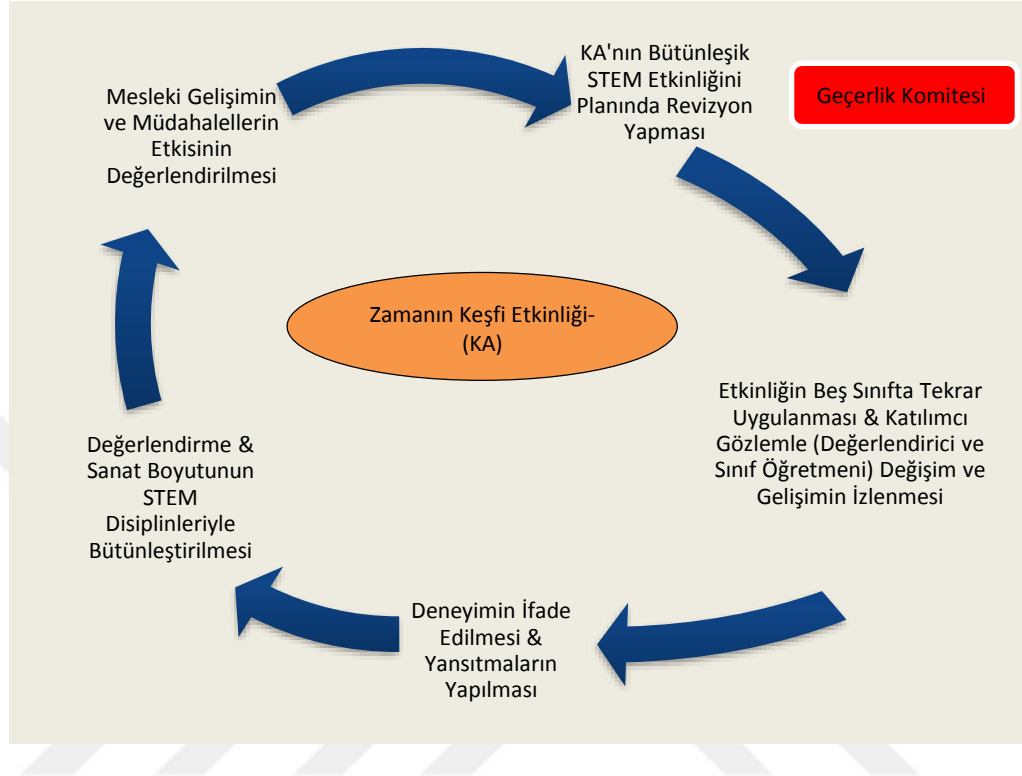
Eylem araştırması sürecinin doğası gereği ilk olarak odaklanılacak alanın belirlenmesi amacıyla birinci döngü KA'nın ilkökul dördüncü sınıf seviyesine uygun bir bütünleşik STEM etkinliği planlama ve uygulama faaliyetlerini içermektedir. Etkinliğin planlanması ve uygulanması esnasında, KA'nın etkinliğin teknoloji, mühendislik fen ve matematik boyutlarından hangisinde problem yaşandığının belirlenmesi ve bu ilk uygulama deneyiminin ifade edilmesi amacıyla KA, Zamanın Keşfi Etkinliğini geçerlik komitesi rehberliğinde planlamış ve diğer katılımcı beş öğretmen sınıfında uygulamıştır. Uygulama sürecinde değerlendirici öğretmenler ve aynı zamanda uygulama yapılan sınıfın öğretmeni olan katılımcı öğretmen, katılımcı gözlemle, KA'nın uygulamalarını izlemiş ve öğrenci gruplarının hangi boyutlarda problem yaşadığını belirlemeye çalışmıştır. Uygulama sonunda yansıtılmaları yapılarak uygulama deneyiminin ifade edilmesi sağlanmış ve odaklanılacak alan belirlenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda etkinliğin teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşandığı belirlenerek bir sonraki döngüde odaklanılacak alanların etkinliğin teknoloji ve mühendislik boyutu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca ilkökul kademesinde dört STEM disiplinine beşinci bir disiplin olarak

sanat boyutunun da bütünleştirilmesi gerektiği ve uygulama esnasında etkinliğin ilgili boyutlar arasında belirli bir akış sırasına göre ilerlediği deneyimlenmiştir. Odaklanılacak alanlar sonra bu alanlara yönelik mesleki gelişim faaliyetleri ve müdahaleler planlanıp gerçekleştirilmiştir.

4.2.2. Döngü İki: Döngünün Tekrarlanması

KA'nın ilk döngü sonunda teknoloji ve mühendislik boyutunda yaşanan problemlerin giderilmesine yönelik planlanan müdahalelerin ve mesleki gelişim faaliyetlerinin etkisini belirlemek ve deneyimi ifade etmek amacıyla döngü tekrarlanarak KA diğer katılımcı öğretmenlerinin sınıflarında etkinliğini tek tek tekrar uygulanmıştır. Ayrıca ikinci döngüde sanat boyutunun nasıl bütünleştirildiği ve etkinliğin disiplinler arasındaki akış sırası belirlenmeye çalışılmıştır. KA'nın ikinci uygulamalarından sonra KA için mesleki gelişim süreci tamamlanarak katılımcı öğretmenlerin uygulamaları başlatılmıştır. KA'nın Zamanın Keşfi Etkinliğini öğretmenlerin sınıflarında tekrar uygulamasına ilişkin sürecin döngüsel süreç Şekil 4.3'te görülmektedir.

Şekil 4.3. KA'nın Etkinliği Öğretmenlerin Sınıflarda Tekrar Uygulamasına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi

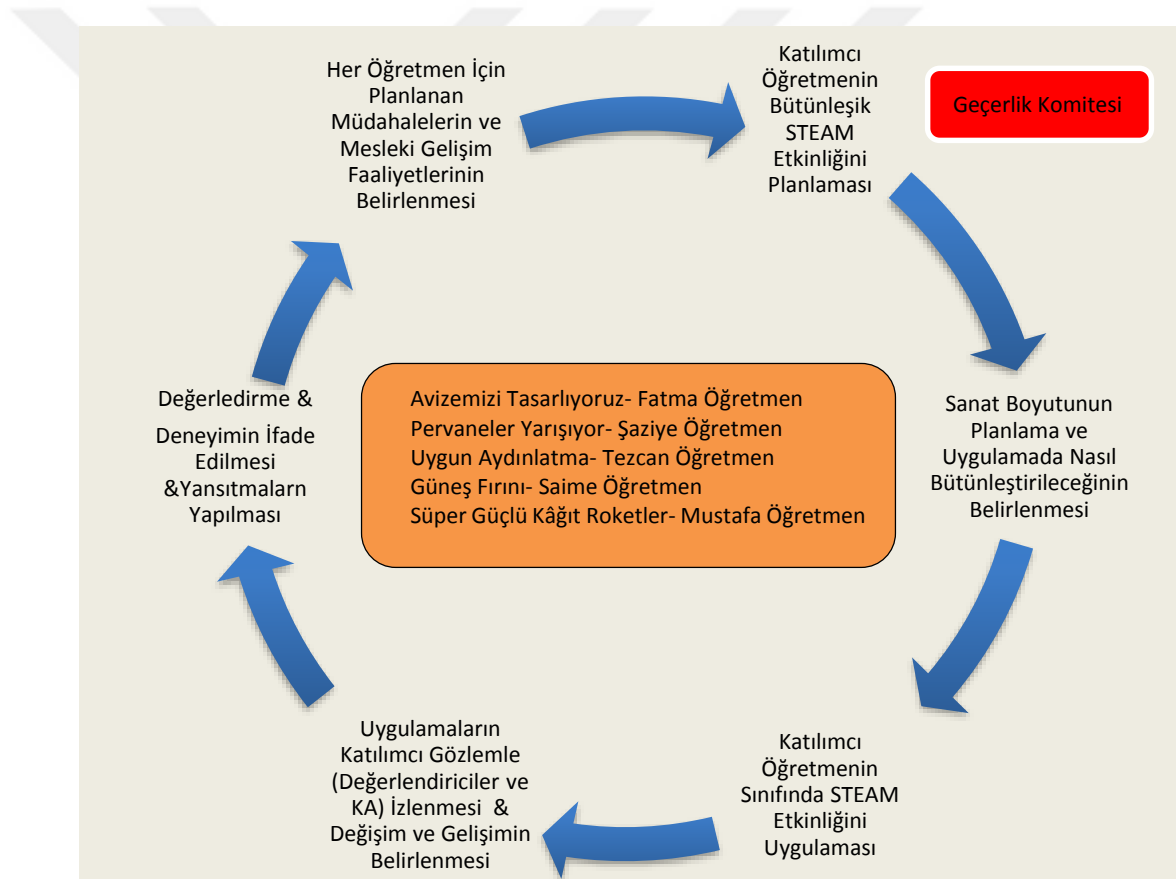


4.2.3. Döngü Üç: Katılımcı Öğretmenlerin Kendi Bütünleşik STEAM Etkinlik Planlarını Hazırlaması ve Sınıflarında Uygulaması

KA tarafından Zamanın Keşfi Etkinliğini tüm sınıflarda ikinci defa uygulandıktan sonra KEA'nın diğer döngülerinde birinci ve ikinci döngüde gözlemci olan katılımcı sınıf öğretmenlerinin sınıflarında kendi bütünleşik STEAM etkinliklerini uygulamalarına odaklanılmıştır. Bu sebeple katılımcı sınıf öğretmenler de aynı şekilde kendi bütünleşik STEM etkinliklerini planlayarak sınıflarında uygulamışlardır. Bu aşamada KA katılımcı gözlemci konumuna geçerken, katılımcı öğretmenlerde sınıflarında etkinlikleri uygulayıcı öğretmen şeklinde konumlanmıştır. Uygulamalar sonucunda her öğretmenin bütünleşik STEAM eğitiminin hangi boyut/boyutlarda problem yaşadığının tespit edilerek mesleki gelişim ihtiyaçlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bununla birlikte etkinlikte öğretmenlerin sanat boyutunu planlama ve

uygulamada nasıl bütünleştirdiğinin, etkinliğin uygulama esnasında akış sırasının nasıl olduğunun belirlenmesi ve öğretmenlerin uygulama deneyimlerinin ifade edilmesi amaçlanmıştır. Döngü sonunda yansıtımlar yapılarak her öğretmenin problem yaşadığı STEAM boyutuna göre müdahaleler planlanmış ve mesleki gelişim faaliyetleri uygulanmıştır. Katılımcı beş öğretmenin kendi sınıflarında gerçekleştirdikleri ilk uygulamalarına ilişkin döngüsel süreç Şekil 4.4’te görülmektedir.

Şekil 4.4. Katılımcı Öğretmenlerin İlk Uygulamalarına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi

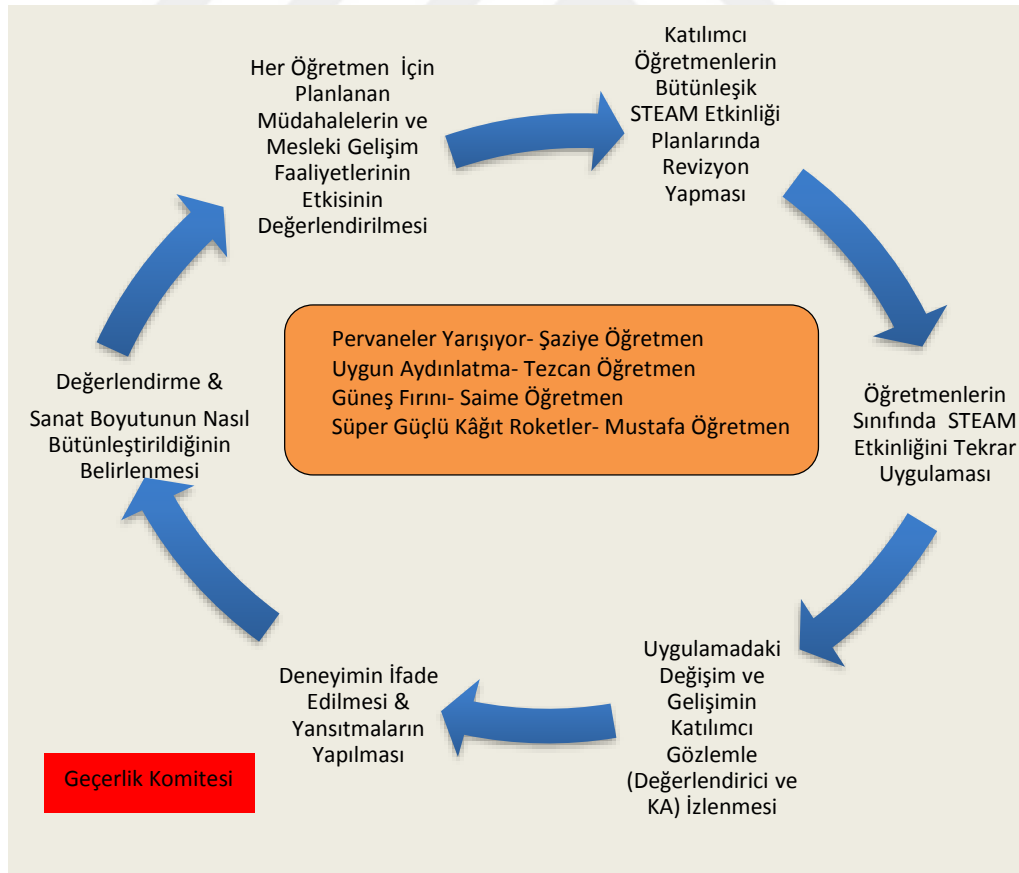


4.2.4. Döngü Dört: Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Bütünleşik STEAM Etkinliklerini Tekrar Uygulaması

Katılımcı öğretmenlerin ilk uygulamalarında değerlendirici öğretmenler ve KA tarafından belirlenen ilgili boyutlarda ve uygulama sürecinde tespit edilen problemlerin giderilmesi ya da herhangi bir boyutta problem yaşamayan

öğretmenlerin bütünleşik STEAM uygulamalarını daha etkili bir şekilde nasıl uygulayabileceklerinin belirlenmesi amacıyla Fatma Öğretmen dışında diğer dört katılımcı öğretmen sınıflarında tekrar uygulama yapmıştır. Ayrıca bu döngüde yine öğretmenlerin etkinlikte sanat boyutunu diğer disiplinlerle nasıl bütünleştirdiğini ve etkinliğin akış sırasının nasıl olduğunun ortaya çıkarılması da amaçlanmıştır. Ayrıca öğretmenler tüm uygulama deneyimi süreci sonunda yaşadıkları deneyimi de ifade etmiştir. Eylem araştırması süreci katılımcı öğretmenlerin de uygulama döngülerini tamamlamalarıyla birlikte sonlandırılmıştır. Fatma Öğretmen dışında diğer dört katılımcı öğretmenin sınıflarında etkinliklerini tekrar uygulamalarına ilişkin sürecin döngüsel gösterimi Şekil 4.5'te verilmiştir.

Şekil 4.5. Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Tekrar Uygulama Yapmalarına İlişkin Sürecin Döngüsel Gösterimi



Eylem araştırması sürecinde hem eylem hem de araştırma birlikte gerçekleştirilmektedir. Süreçte sürekli karşılaştırmalı analizle bulgular değerlendirilmekte ve bulgular ışığında döngülere devam edilmekte ya da süreç sonlandırılmaktadır. Mills (2014) araştırmanın ne zaman son bulacağı, döngünün ne zamana kadar tekrar edilmesiyle ilgili verilerin tekrarı ya da gerekli doyumluğa ulaşma gibi ölçütlere bağlıdır. Araştırmada döngünün tekrarlanmaması süreçte yeni bir bulguya (olguya) ulaşılmaması, yeni örüntülerin, ilişkilerin ve çıkarımların elde edilmemesi durumunda veri tekrarı ve doyumluktan söz edilebilmektedir. Bu durumda veri toplama işlemine son verilmesi ve araştırma sürecinin sonlandırılması gerekmektedir (Gürgür, 2016). Katılımcı öğretmenlerle gerçekleştirilen bu araştırma süreci öğretmenlerin de kendi bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarını KA'nın uygulamalarından sonra sınıflarında ikişer döngü halinde gerçekleştirmeleriyle birlikte öğretmenlerin odaklandıkları alanlara yönelik müdahalelerin etkisi belirlenmiş ve amaçlanan hedeflere ulaşıldığı gerek katılımcı gerekse değerlendirici öğretmenlerin görüşleri gerekse verilerin analiziyle belirlenmiştir. Bu nedenle 09.06.2018 tarihinde gerçekleştirilen anlık ileti programı üzerinden yapılan geçerlik komitesi toplantısında tüm katılımcıların uygulama döngülerini tamamladığı, yönetilebilecek yeterli veri doyumluğuna ulaşıldığı, odaklanılan alanlarla ilgili problemlerin üstesinden gelindiği, yeni eylem araştırmaları için dayanakların oluşturulduğu tespit edilmiş ve zaman faktörü de göz önünde bulundurularak uygulama sürecinin sonlandırılması kararlaştırılmıştır. Bu aşamadan sonra araştırma raporunun geriye kalan kısmının yazılmasına geçilmiştir.

4.3. Araştırma Ortamı

KEA genellikle bir kurum içerisinde çalışan bireylerin kendi problemlerini çözme ve mesleki becerilerini artırmak amacıyla işbirliği içerisinde yürütülen bir araştırma yöntemidir (Herry ve Anderson, 2005). Araştırma ilkökul düzeyindeki sınıflarda bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde nasıl gerçekleştirilebileceğine odaklandığından doğal olarak araştırmanın katılımcıları sınıf öğretmenleri ve onların sınıflarındaki

öğrencilerinden oluşmaktadır. KEA öğretmenlerin kendi uygulamalarına odaklandığı için araştırma katılımcı öğretmenlerin Osmaniye Merkez İlçesinde yer alan Milli Eğitim Bakanlığına bağlı ilkokullardaki kendi sınıflarında SEA şeklinde gerçekleştirilmiştir. Araştırma biri pilot okul (sınıf) olmak üzere toplam altı okulda katılımcı sınıf öğretmenleriyle birlikte yürütülmüştür. Araştırmacı, KA olarak birinci ve ikinci döngü sürecinde öğretmenlerin sınıflarında uygulamalar gerçekleştirmiştir. Üçüncü ve dördüncü döngüde ise her katılımcı öğretmen kendi sınıfında fen bilimleri dersinde bütünleşik STEAM uygulamasını gerçekleştirmiş ve yansıtma yapılarak tekrar uygulama yapmıştır. Katılımcı öğretmenler, Osmaniye Merkezde yapılan bir günlük “STEM Farkındalık Eğitimi” ve bir haftalık “STEM Eğitici Eğitimine” katılan, sınıflarında eylem araştırması yapma konusunda istekli, işbirliğine açık, bütünleşik STEM uygulamaları konusunda kendileri geliştirmek isteyen sınıf öğretmenleri arasından seçilen üç kadın, KA ile birlikte üç erkek öğretmendir. Bir de pilot uygulama için Yakup Öğretmenin sınıfı seçilmiş ve sınıfında sadece KA pilot uygulama gerçekleştirmiştir. Katılımcı öğretmenler, okulları, konumu, sınıfları, etkinlikteki öğrenci grupları ve öğrenci sayıları Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Araştırmanın Gerçekleştirildiği Okul, Öğretmen, Öğrenci Grupları ve Sayıları

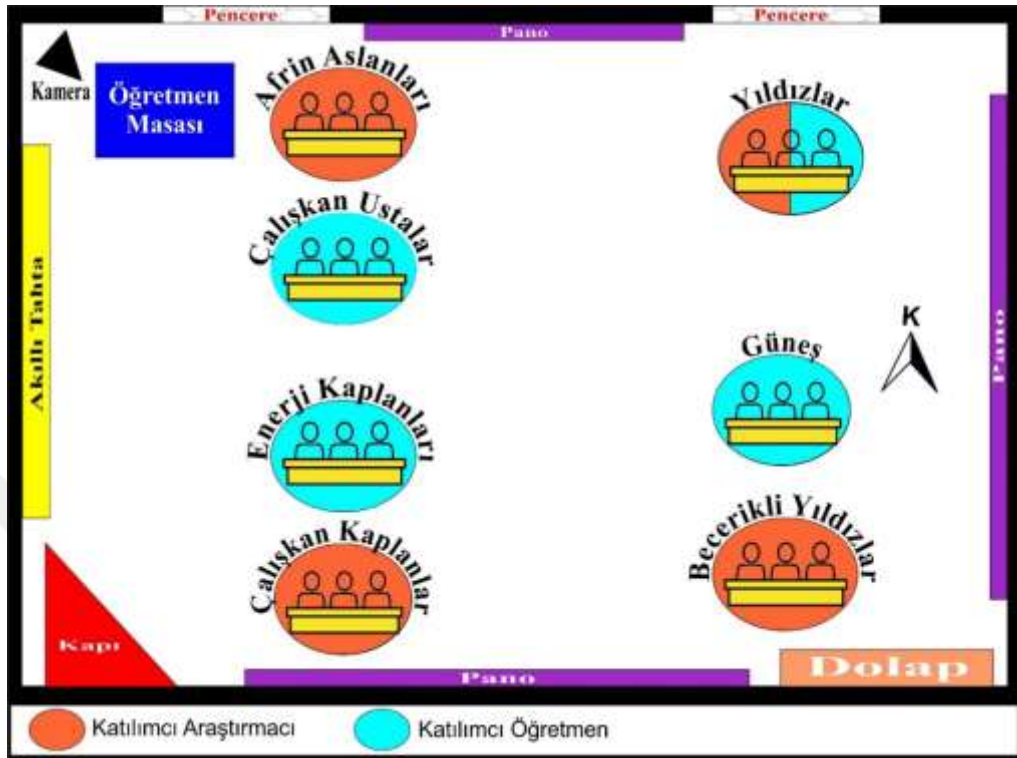
İlkokullar	Konum	Sınıf	Öğrenci Grupları	Sınıf Mevcutları		
				K	E	T
Cevdetiye [Fatma Ö.]	Köy	4A	Afrin Aslanları, Becerikli Yıldızlar, Çalışkan Kaplanlar, Çalışkan Ustalar, Enerji Kaplanları, Güneş Yıldızlar	8	9	17
Mehmet Akif [Saime Ö.]	Merkezi	4B	Aslanlar, Alev Topları, Çitalar, Ejder, Harika, Muhteşem, Sevgi	13	14	27
Şehit Yasemin Tekin [Tezcan Ö.]	Merkezi	4A	Batman, Bilim İnsanları, Çalışkanlar, Doğa, Fen Bilimleri, Zeki Yıldızlar, 4A	12	13	25
Mithatpaşa [Şaziye Ö.]	Merkezi	4K	Apple, Aslanlar, FB'liler, Kelebekler, Şirinler, Tayfalar, Yıldızlar	18	14	32
Fatih [Mustafa Ö.]	Merkezi	4B	Etkinlikçi Beşli, Becerikli Eller, Harika İşler, Ebay, Çılgın Beşli	9	16	25
Münire Hanım (Pilot) [Yakup Ö.]	Merkezi	4C	Kardelenler, Hask80, Okyanus, Uğur Böceği, Fırtına Beşli,	12	15	27

Katılımcı öğretmenler birinci ve ikinci döngüde, kendi sınıf ortamlarında KA tarafından yapılan bütünleşik STEM uygulamalarını ve sınıftaki öğrenci gruplarını gözlemleyip yansıtma yapmış ve bir sonraki aşamanın planlanmasında gözlem sonuçlarına göre öneriler sunmuştur. Üçüncü ve dördüncü döngüde ise katılımcı öğretmenler olarak sınıflarında kendi uygulamalarını gerçekleştirerek uygulamalarındaki problemleri belirleyip planlı müdahaleler yaparak bu problemlerin üstesinden gelmeye çalışmıştır. Öğretmenler araştırmanın her aşamasında aktif rol alarak kendi bireysel ve sosyal değişimlerini sağlamaya çalışmış ilkökul kademesinde bütünleşik STEM etkinliklerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi konusunda kendilerini gerçekleştirmeye çalışmışlardır. Öğretmenler STEM eğitimi konusunda mesleki gelişimlerin öğretim boyutuna odaklanmıştır. Araştırmanın gerçekleştirildiği okullar aşağıda ayrıntılı bir şekilde betimlenmiştir.

4.3.1. Cevdetiye İlkokulu

Fatma Öğretmenin sınıfının yer aldığı Cevdetiye İlkokulu Osmaniye Merkez ilçesine bağlı bir köy okuludur. Cevdetiye, Osmaniye ilinde yaşayan Suriyeli vatandaşların ikamet ettiği mülteci kampının yer aldığı bir beldedir ve Osmaniye merkeze 6 km uzaklıktadır. Katılımcı Fatma Öğretmenin okulla ilgili kişisel bilgiler formunda verdiği bilgilere göre okul hem köyden, hem de civar köylerden gelen öğrencilerin yanında sığınmacı kampından gelen Suriyeli öğrencilere de hizmet vermektedir. Okulun bahçesindeki ek binada ortaokul kademesi de yer almaktadır. Araştırmanın yürütüldüğü 4A sınıfında toplam sekiz kız dokuz erkek toplam 17 Türk öğrenci yer almakta ve içerisinde Suriyeli de bir öğrenci yer almaktadır. Okul bir köy okulu olmasına rağmen öğrencilerin etkinliğe katılımı çok yüksek düzeyde olmuştur. Okulun akademik başarısı il ortalamasının altındadır. Etkinliklerin uygulanması esnasında sınıf ortamı ve öğrenci gruplarının sınıftaki konumu Şekil 4.6'da görülmektedir.

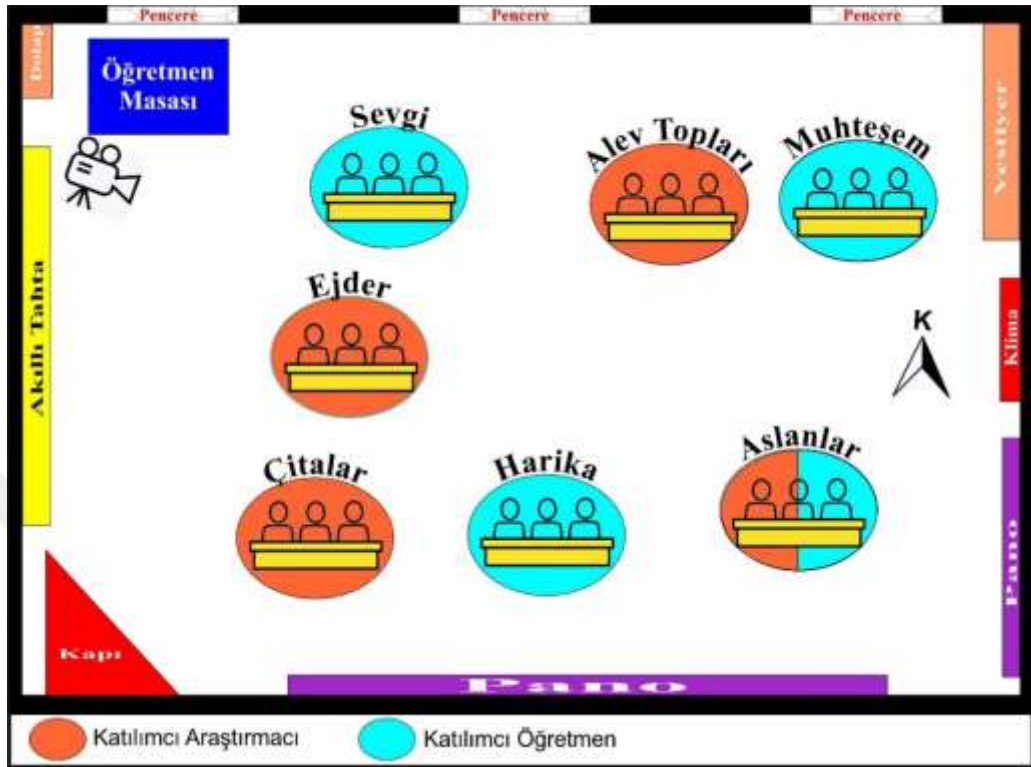
Şekil 4.6. Cevdetiye İlkokulu 4A Sınıfı



4.3.2. Mehmet Akif İlkokulu

Saime Öğretmenin sınıfının yer aldığı Mehmet Akif İlkokulu Osmaniye Merkez ilçesinde yer alan Karaboyun Mahallesinde yer almaktadır. Karaboyun Mahallesi genelde Osmaniye ilinde Türkiye'nin Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinden gelen vatandaşlarımızın ikamet ettiği bir mahalledir. Katılımcı Saime Öğretmenin okulla ilgili kişisel bilgiler formunda verdiği bilgiye göre okulun öğrenci profilinin de ağırlıklı olarak bu bölgelerden gelen vatandaşlarımızın çocuklarından oluşmaktadır. Saime Öğretmen okulunun, sosyo-kültürel olarak düşük profile sahip bir okul olduğunu ve sınıfının ise akademik başarıda il ortalamasının altında olduğunu ifade etmiştir. Uygulamaların gerçekleştirildiği Saime Öğretmenin sınıfında 4B sınıfı 13 kız 14 erkek toplam 27 öğrenci yer almaktadır. Etkinliklerin uygulanması esnasında sınıf ortamı ve öğrenci gruplarının sınıftaki konumu Şekil 4.7'de görülmektedir.

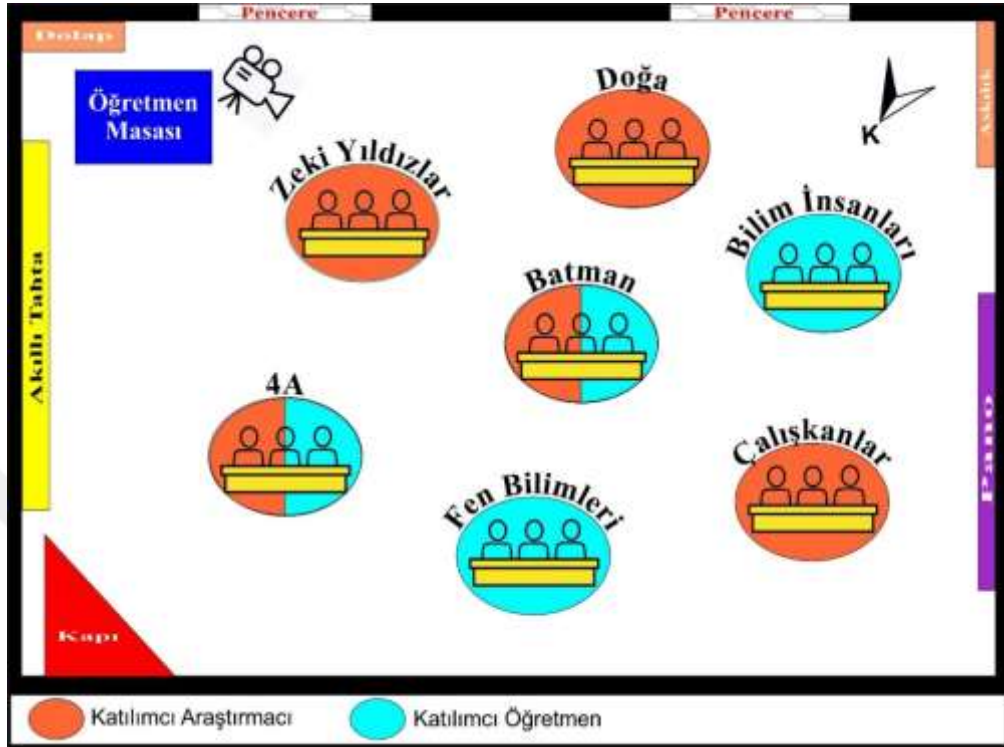
Şekil 4.7. Mehmet Akif İlkokul 4B Sınıfı



4.3.4. Şehit Yasemin Tekin İlkokulu

Tezcan Öğretmenin sınıfının yer aldığı Şehit Yasemin Tekin İlkokulu Osmaniye Merkez ilçesinde yer alan Şirinevler Mahallesinde bir okuldur. Şirinevler Mahallesi Osmaniye'nin yerel halkının yanında son yıllarda Suriyeli mültecilerin de ikamet ettiği mahallelerden biridir. Öğrenci profili ağırlıklı olarak yerel halktan ve az sayıda mülteci öğrencilerinden oluşmaktadır. Uygulama yapılan 4A sınıfı 12 kız 13 erkek toplam 25 öğrenciden oluşmaktadır. Tezcan Öğretmen öğrencilerinin orta gelir seviyesindeki ailelerden geldiğini ve akademik başarılarının da orta düzeyde olduğunu ifade etmiştir. Etkinliklerin uygulanması esnasında sınıf ortamı ve öğrenci gruplarının sınıftaki konumu aşağıda Şekil 4.8'de görülmektedir.

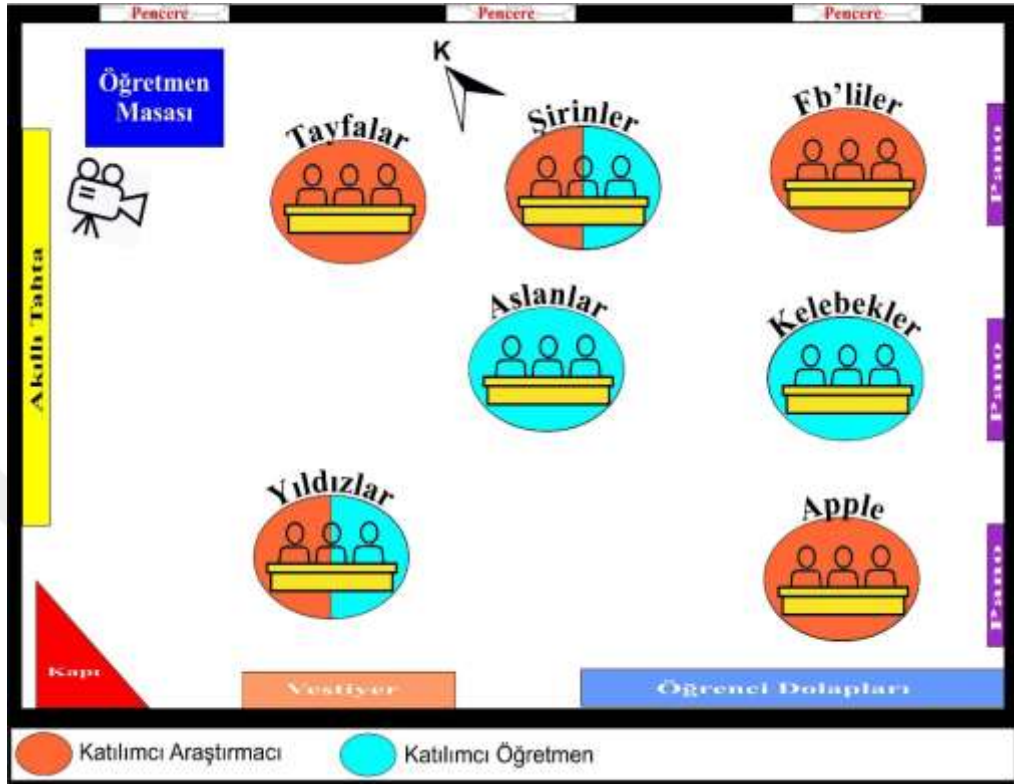
Şekil 4.8. Şehit Yasemin Tekin İlkokulu 4A Sınıfı



4.3.5. Mithapaşa İlkokulu

Şaziye Öğretmenin sınıfının yer aldığı Osmaniye'nin en köklü okullarında olan Mithatpaşa İlkokulu Osmaniye Merkez ilçesinde yer alan Mehmet Akif Ersoy Mahallesinde yer almaktadır. Mehmet Akif Ersoy Mahallesinde Osmaniye'nin yerel halkı ve Kahramanmaraş, Gaziantep, Hatay gibi çevre illerden gelen vatandaşların ikamet ettiği bir mahalledir. Öğrenci profili de bu velilerin öğrencilerinden oluşmaktadır. Şaziye Öğretmen sınıfını orta düzeyde akademik başarıya sahip fakat mutluluk düzeylerinin yüksek ve sosyo-kültürel yönden daha başarılı olarak tanımlamıştır. 4K sınıfı 18 kız 14 erkek toplam 32 öğrenciden oluşmaktadır. Etkinliklerin uygulanması esnasında sınıf ortamı ve öğrenci gruplarının sınıftaki konumu Şekil 4.9'da görülmektedir.

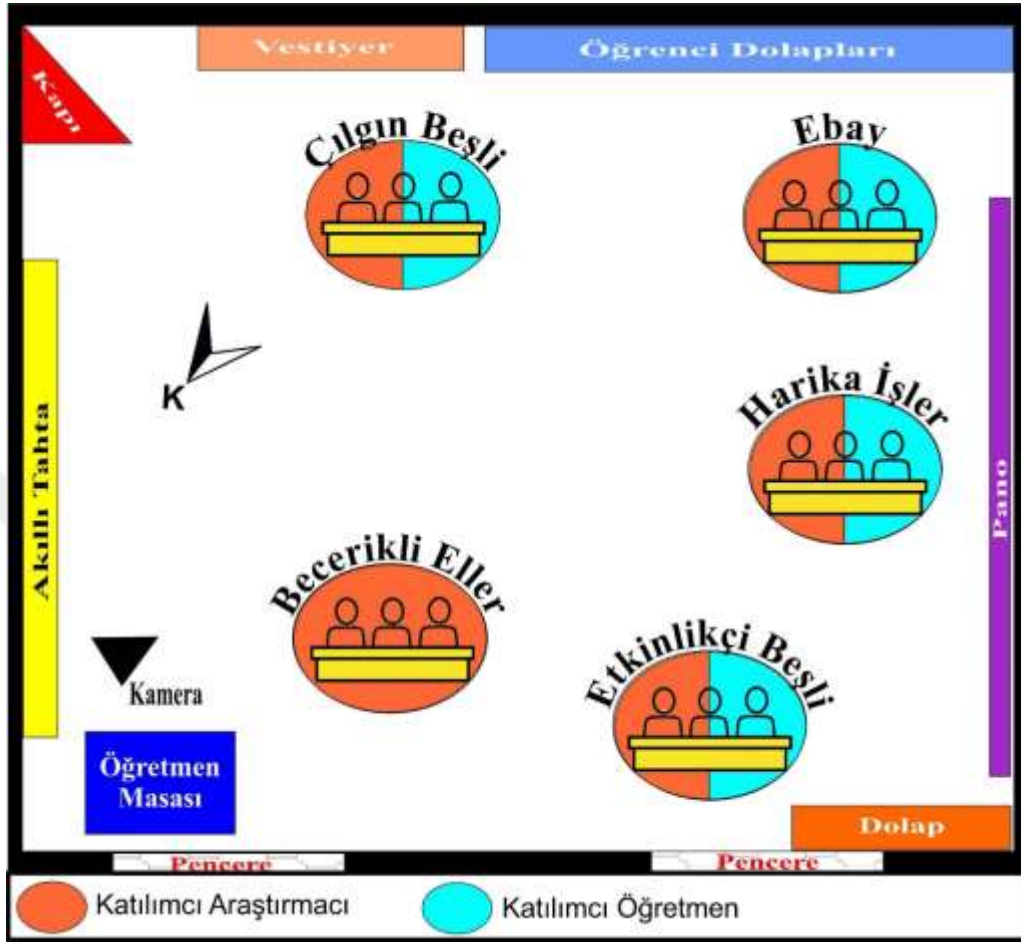
Şekil 4.9. Mithatpaşa İlkokulu 4K Sınıfı



4.3.6. Fatih İlkokulu

Mustafa Öğretmenin sınıfının yer aldığı Fatih İlkokulu Osmaniye Merkez ilçesinde yer alan Fatih Mahallesinde yer almaktadır. Fatih Mahallesi Osmaniye'nin yerel halkının ve az sayıda çevre illerden gelen orta ve alt gelir seviyesine sahip vatandaşların ikamet ettiği mahallerden biridir. Mustafa Öğretmen öğrencilerinin akademik başarısının Osmaniye ortalaması düzeyinde olduğunu, öğrencilerin annesinin genelde ev hanımı olduğunu ifade etmiştir. Mustafa Öğretmen ayrıca sınıfının fiziki şartlarının ve teknoloji olanaklarının diğer sınıflara göre çok üst düzeyde olduğunu, sınıfında eğitim öğretim sırasında bu teknolojik olanakları (flickr vs.) kullanmakta olduğunu ve bunun kendisine avantaj sağladığını ifade etmiştir. 4B sınıfı 9 kız 16 erkek toplam 25 öğrenciden oluşmaktadır. Etkinliklerin uygulanması esnasında sınıf ortamı ve öğrenci gruplarının sınıftaki konumu Şekil 4.10'da görülmektedir.

Şekil 4.10: Fatih İlkokulu 4B Sınıfı



4.3.7. Münire Hanım İlkokulu

Araştırmada pilot sınıf olarak kullanılan Yakup Öğretmenin sınıfının yer aldığı Münire Hanım İlkokulu Osmaniye Merkez ilçede Rahime Hatun Mahallesiindedir. Rahime Hatun Mahallesi ilin tam merkezinde yer alan bir mahalledir. Genelde Osmaniye'nin yerel halkı ikamet etmektedir. Okulun öğrenci profili akademik başarıda il genelinde orta sevide, sosyo-kültürel olarak da üst düzeydedir. Okulda öğrenci, öğretmen ve velilerin katılımıyla her hafta en az üç adet sosyal etkinlik gerçekleştirilmektedir. Yakup Öğretmenin sınıfı 4C 12 kız 15 erkek toplam 27 öğrenciden oluşmaktadır.

4.4. Katılımcı Öğretmenlerin Sosyo-Demografik Özelliklerine İlişkin Bilgiler

Katılımcı eylem araştırmasının üyesi olan öğretmen grubunu daha iyi tanımlamak amacıyla araştırma ortamının tanımlamanın yanında katılımcı öğretmenlerin bazı sosyo-demografik özellikleri de verilmiştir. Bu özellikler sosyo-demografik özellikleri Tablo 4.2’de görülmektedir.

Tablo 4.2. Katılımcı Öğretmenlerin Sosyo-Demografik Özellikleri

İlkokulu	Katılımcı Öğretmen	Sınıfı	Yaş	Mezuniyet	Hizmet Süresi
Cevdetiye	Fatma Öğretmen	4A	30-35	Lisansüstü	12
Mehmet Akif	Saime Öğretmen	4B	35-40	Lisans	14
Şehit Yasemin Tekin	Tezcan Öğretmen	4A	40-45	Lisansüstü	20
Mithatpaşa	Şaziye Öğretmen	4K	35-40	Lisans	17
Fatih	Mustafa Öğretmen	4D	40-45	Lisans	22
Münire Hanım	Yakup Öğretmen	4C	40-45	Lisans	21

Tablo 4.2’den anlaşılacağı üzere katılımcı öğretmenin üç tanesi bayan üç tanesi (pilot okul da dahil) de erkektir. Öğretmenler 30-45 yaş, 12-22 hizmet yılı aralığında olan öğretmenlerdir. Öğretmenlerin genel olarak genç ve orta yaş aralığında olduğu görülmektedir. Ayrıca öğretmenlerin hepsinin mesleklerinde 10 yılı aşarak deneyimli oldukları anlaşılmaktadır. Fatma ve Tezcan Öğretmen lisansüstü eğitim mezunu iken diğerleri lisans mezunudur.

4.5. Değerlendirici Öğretmenler ve Rolü

Eylem araştırması sürecinde uygulama yapılan sınıflarda KA ve katılımcı öğretmenlerin tüm uygulamalarını katılımcı gözlemle izleyen, STEM/STEAM etkinliği değerlendirme formlarını süreci gözlemleyerek dolduran, öğrenci gruplarının performansını etkinliğin her boyutu için değerlendirmesini yapan, iki değerlendirici öğretmen görev almıştır. Değerlendirici öğretmenler birinci ve ikinci döngüde araştırmacının uygulama yaptığı altı sınıfta o sınıfın öğretmeniyle birlikte; üçüncü ve dördüncü döngüde ise KA ile birlikte sınıflarında uygulama yapan öğretmenin etkinliğini gözlemleyip öğrenci gruplarını uygulama esnasında değerlendirmişlerdir. Böylelikle her katılımcı öğretmenin uygulaması süreçte üç adet değerlendirici tarafından katılımcı

gözlem yoluyla değerlendirilmiştir. Değerlendirici Feyza Öğretmen Fen Bilimleri Öğretmenliği, Sabri Öğretmen de Sınıf Öğretmenliği lisans programı mezunudur. Gözlem yapmak ve etkinliği teknoloji, fen ve matematik ve mühendislik boyutları açısından değerlendirmek amacıyla üç değerlendirici tercih edilmiştir. Çünkü Takunyacı ve Aydın (2016) tarafından yapılan bir çalışmada bu tür açık uçlu sorulara yönelik değerlendirmede, değerlendirme puanlarının güvenilir ve tutarlı olması için en az üç değerlendiricinin yer alması gerektiği ortaya çıkarılmıştır. Ayrıca üçten fazla değerlendiricinin yer almasının da değerlendiriciler arası uyumu ve uzlaşmayı zorlaştıracacağı düşünüldüğünden üç değerlendirici ideal kabul edilmiştir. Değerlendiriciler burada hem öğrenci gruplarını hem de uygulama yapan öğretmenleri bütünleşik STEM etkinliklerinin boyutları bakımından her döngüde odaklanılan alana göre öğrenci grupları değerlendirme formunu doldurarak, tanımlayıcı ve yansıtıcı notlar tutarak ve gözlemler yaparak değerlendirme yapmışlardır. Çünkü katılımcı eylem araştırmaları süreci gözlemleyen gözlemcinin varlığı olmadan da gerçekleşebileceği gibi, süreçte gözlemci vasıtasıyla katılımcıların davranışlarını tanımlamak ve analiz etmek ise daha iyi bir yoldur (Whyte, 1989). Değerlendirici öğretmenler uygulamalara başlamadan önce etkinliği nasıl değerlendirmeleri gerektiği ve her etkinlikte teknoloji, mühendislik, fen, matematik ve sanat boyutuna ilişkin öğrenci gruplarından beklenen becerilerin neler olması gerektiği konusunda eğitilmiştir. Pilot uygulamada da öğretmenlerin performansı gözlemlenmiştir. Araştırma sürecinde sınıflardaki uygulamalarda uygulayıcı ve değerlendirici öğretmenler her etkinlik için Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Etkinliklerde Uygulayıcı ve Değerlendirici Öğretmenler

Etkinlik	Uygulayıcı Öğretmen	Değerlendirici Öğretmenler
Zamanın Keşfi	KA	Sabri, Feyza Öğretmen ve Tüm Katılımcı Öğretmenler*
Uygun Aydınlatma	Tezcan Öğretmen	KA ve Sabri, Feyza Öğretmen
Güneş Fırını	Saime Öğretmen	KA ve Sabri, Feyza Öğretmen
Süper Güçlü Kâğıt Roketler	Mustafa Öğretmen	KA ve Sabri, Feyza Öğretmen
Pervaneler Yarışıyor	Şaziye Öğretmen	KA ve Sabri, Feyza Öğretmen
Avizemizi Tasarlıyoruz	Fatma Öğretmen	KA ve Sabri, Feyza Öğretmen

* Her katılımcı öğretmen sadece kendi sınıfındaki katılımcı gözlemle etkinlikleri değerlendirmiştir.

Tablo 4.3 incelendiğinde araştırma sürecinde tüm katılımcı öğretmenlerin dönüşümlü olarak hem uygulayıcı hem de değerlendirici olarak süreçte konumlanmıştır. Böylelikle öğretmenler süreçte hem değerlendirici konumunda KA'nın etkinliklerini katılımcı gözlemle izleyip değerlendirmişler hem de kendi uygulayıcı konumunda olarak kendi bütünleşik STEAM etkinliklerini sınıflarında uygulamışlardır. Bu döngüsel süreç öğretmenlerin ilkokullarda bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanmasıyla ilgili daha derinlemesine bilgi ve deneyim sahibi olmalarını sağlamıştır. Çünkü öğretmenler o anda her zaman oradadır.

4.6. Geçerlik Komitesi ve Tez İzleme Komitesi

Eylem araştırması süreci tek başına yürütülmesi zor bir süreçtir. Eylemlerin planlanması, değerlendirilmesi, odaklanılacak alanın belirlenmesi ve sonraki eylemlerin planlanması durumu, katılımcıların bireysel ve sosyal değişiminin sağlanması sadece katılımcı araştırmacı tarafından tek başına gerçekleştirilebilecek bir süreç değildir (Kemmis ve McTaggart, 2007). Çünkü hem eylem hem de araştırma iç içedir. Bu nedenle araştırma sürecinin başından sonuna, probleminin ve odaklanılacak alanın belirlenmesinden araştırma raporunun yazılmasına kadar, katılımcı öğretmenler ve değerlendirici öğretmenlerin yanında süreç her adımında işbirlikçi uzmanlarla birlikte yürütülmüştür. Süreçte başından sonuna kadar katılımcı eylem araştırması ve bütünleşik STEM eğitimi konusunda deneyimli bir geçerlik komitesiyle işbirliği yapılmıştır. Bu üyelerle düzenli aylık, haftalık ve anlık görüşmeler yapılarak araştırmanın sağlıklı bir şekilde yürütülmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu üyeler eylem araştırması sonucunda elde edilen bulguların inanılır ve aktarılabilir olmasında önemli rol oynamışlardır. Tez izleme komitesiyle araştırma sürecinde, üç kez düzenli bir şekilde toplantı yapılmış, geçerlik komitesi üyeleriyle de sürekli anlık iletişim halinde araştırma süreci birlikte yürütülmüştür. Tez izleme komitesi, tez danışmanı Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ, Doç Dr. Muhittin ÇALIŞKAN ve Prof. Dr. Sabahattin ÇİFTÇİ'den oluşmaktadır. Geçerlik komitesi üyeleri ise tez danışmanı Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ ve bütünleşik STEM eğitimi ve eylem araştırması alanında

uzman araştırmacı Dr. Tomoki SAİTO'dan oluşmaktadır. Bu üyeler ve araştırma sürecindeki rollerine ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ

Araştırmacının tez danışmanıdır. Geçerlik komitesi ve üyesidir. Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Sınıf Eğitimi Bölümünde öğretim üyesidir. Araştırma sürecinin tüm aşamalarında KA ile birlikte eylem araştırmasını gerçekleştirmiştir. Anlık ve düzenli görüşmelerle, tez izleme komitesi ve geçerlik komitesi toplantılarında süreçle ilgili görüş ve önerilerini sürekli paylaşmıştır. Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ, KA'nın araştırmayı hem pedagojik hem de yöntembilimsel olarak doğru bir şekilde yürütmesine katkı sunmuştur.

Prof. Dr. Sabahattin ÇİFTÇİ

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, Sınıf Eğitimi Bölümünde öğretim üyesidir. Özellikle tez izleme komitesi toplantılarında süreçle ilgili fikir ve önerilerine başvurulmuş, yapılan uygulamalarla ilgili yine aynı şekilde kendisinden faydalı dönütler alınmuştir. Eylem araştırması sürecinde odaklanılacak alanlara karar verilmesinde fikirlerini paylaşmıştır.

Doç Dr. Muhittin ÇALIŞKAN

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, Eğitim Programları ve Öğretim Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak çalışmaktadır. Özellikle tez izleme komitesi toplantılarında süreçle ilgili fikir ve önerilerine başvurulmuş, yapılan uygulamalarla ilgili kendisinden faydalı dönütler alınmuştir. Muhittin Bey özellikle öğrenci gruplarının performanslarının değerlendirilmesinde nasıl bir yol izlenmesi gerektiği konusunda yol gösterici olmuştur.

Dr. Tomoki SAİTO

Dr. Tomoki SAİTO Japonya'da Ulusal Eğitim Politikaları Araştırma Enstitüsünde uzman araştırmacı olarak çalışmaktadır. Bütünleşik STEM teori ve uygulamaları üzerinde çalışmakta ve STEM eğitimiyle ilgili eylem araştırmaları gerçekleştirmektedir. Geçerlik komitesi üyesi Dr. Tomoki SAİTO doktora programı öncesinde 7 yıl Japonya'da ortaokul kademesinde fen bilimleri öğretmenliği yapmıştır. Dr. Tomoki SAİTO eylem araştırmasının tüm süreçlerinde araştırmacıya sürekli danışmanlık yaparak anlık destek sağlamış ve sürecin sağlıklı bir şekilde yürütülmesinde çok büyük katkısı olmuştur. Araştırmanın tüm süreçleri deneyimli araştırmacının gözetiminde gerçekleştirilmiştir. Deneyimli araştırmacıyla araştırma süreci boyunca her adımın sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi için anlık ileti programları vasıtasıyla süreçte sürekli irtibat sağlanmıştır. Dr. SAİTO KA'ya bütünleşik STEM etkinliklerini uygulayabilmesi için kendi geliştirdiği T-SM-E yöntemini süreçte mesleki gelişim müdahalesi olarak önermiştir. Süreçte tespit edilen problemlerin giderilmesinde eylem araştırması ve bütünleşik STEM eğitimi konusunda deneyimli araştırmacı olarak faydalı müdahaleler önermiştir.

4.7. Araştırmacı ve Rolü

Araştırmacı bir doktora öğrencisi olarak Herry ve Anderson (2005) tarafından KEA'nda araştırmacının araştırma sürecindeki konumuyla ilgili yaptığı tanımlamalardan katılımcı araştırmacı (KA) (*insider-researcher*) olarak araştırma sürecinde konumlanmıştır. Burada KA kavramı hem araştırmacının kendi mesleki gelişimi sağlaması hem de diğer katılımcılarla işbirliği içerisinde eylem araştırmasını gerçekleştirmesini ifade etmektedir (Herry ve Anderson, 2005).

Araştırmacı KA olarak, aynı diğer katılımcı öğretmenler gibi birinci ve ikinci döngüde katılımcı öğretmenlerin sınıflarında kendi uygulamasını gerçekleştirmiş; öğretmenlerin kendi sınıflarındaki uygulamaları içeren üçüncü ve dördüncü döngüde ise katılımcı gözlemle etkinliği gözlemleyerek sınıflardaki öğrenci gruplarının performansını değerlendirmiştir. Bu şekilde diğer katılımcı

öğretmenler gibi ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi hususunda kendi mesleki gelişimde değişim ve gelişimi sağlamayı hedeflemiştir.

Öğretmenlerin sınıflarında, kendi uygulamalarını gerçekleştirirken sınıfta gözlemci olarak etkinliğin değerlendirilmesinde eleştirel yansımalar yapmak ve öğretmenlere uygulamaları hakkında dönütler vermek üzere konumlanmıştır. Ayrıca süreçte öğretmenlerin ihtiyaç duyduğu mesleki gelişim faaliyetlerini planlamadan sorumludur. Tüm süreç boyunca işbirliği içerisinde demokratik bir yaklaşımla diğer katılımcı öğretmenlerle birlikte araştırma süreci yürütülerek gerçekleştirilmiştir. Neil-Burke'nin (2016) aktardığına göre; Delyser (2001) ve Hewitt-Taylor (2002) KA olmanın ön yargı oluşturacağı iki dezavantajın; a) katılımcıların ve araştırmacıların nesnelliğini etkileyen yakınlık, b) katılımcı öğretmenlerin ve sınıf ortamının önceden bilinmesi olduğunu ifade etmiştir. Diğer taraftan Bonner ve Tolhurst (2002) ise KA olmanın üç anahtar avantajını a) odaklanılan alan ve kültür hakkında daha derinlemesine bilgi sahibi olup yapının işleyişini daha iyi anlamak, b) sosyal etkileşimin akışını değiştirmemek, c) sosyal etkileşimde uyumu ve yakınlığı sağlamak olarak tanımlamıştır.

Bu sebeple KA olarak araştırmaya karar verilirken katılımcı öğretmenlerle ilk tanışıldığında süreç boyunca bir araştırmacı gibi davranmayacağı, kendileriyle birlikte işbirliği içerisinde demokratik bir çerçevede değişimi ve mesleki gelişimi sağlamayı hedeflediği ifade edilmiştir. KA, süreçte otoriter bir rolde olmamak için onlar gibi aynı şekilde kendisinin de ilkokul düzeyinde bütünleşik STEM/STEAM uygulamaları konusunda kendini geliştirmek istediğini söylemiştir. Öğretmenlerle işbirliğini sağlayarak KA olmanın dezavantajlarını ortadan kaldırmaya çalıştım ki süreçte öğretmenler samimiyetle benimle birlikte çalıştılar ve süreci yürüttüler.

KA olarak öncelikle bir sınıf öğretmeniyim. 7 yıldır MEB bünyesinde öğretmen olarak çalışmaktayım. Sınıf eğitimi alanında yüksek lisansımı 2013 yılında Çukurova Üniversitesinde tamamladım. Şu an sınıf eğitimi alanında doktora öğrencisiyim ve yeni öğrenme yaklaşımları ve araştırma yöntembilimi

konularına ilgi duymaktayım. Doktora eğitimine başladığımda bir öğrenme yaklaşımı olan STEM/STEAM eğitimiyle tanıştım. Bütünleşik STEM/STEAM eğitimiyle ilgili 2016 yılından beri Osmaniye ili genelinde çalışan sınıf öğretmenlerine hizmetiçi eğitim kapsamında seminerler vermekteyim. Bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili Türkiye’de yapılan çalışmalarını incelediğimde STEM eğitimi, anasınıfından üniversiteye, tüm eğitim kademelerini kapsamına rağmen genel olarak ortaokul kademesinde fen bilimleri öğretmenleri tarafından yapıldığını fark ettim. İlkokul kademesinde bütünleşik STEM eğitiminin nasıl uygulanması gerektiği? Uygulama esnasında nelerle karşılaşabileceği? Öğrenci ve öğretmenlerin STEM uygulamaları hakkında ne düşündüklerini merak etmeye başladım. Ayrıca araştırmaya katılan diğer katılımcı öğretmenleriyle Osmaniye Merkez ilçesinde bütünleşik STEM eğitimiyle ilgili fen, matematik, teknoloji tasarım ve sınıf öğretmenlerine Prof. Ahmet İlhan ŞEN, Murat GÖKÇÜL ve benim tarafından verilen “STEM Eğitici Eğitimi” seminerinde tanıştım. Öğretmenlerle görüştüğümde onların da aynı şekilde düşündüklerini fark ettim ve ilkokul düzeyinde yapılacak bir çalışmada kendilerinin de aktif olarak rol almak istediklerini öğrendim. Seminere katılan diğer öğretmenler dışında beş öğretmen bütünleşik STEM/STEAM eğitimi konusunda kendilerini geliştirme, sınıflarında uygulama hususunda istekli olmalarından dolayı katılımcı olarak yer almışlardır. Bu sebeple katılımcı eylem araştırması bahsi geçen geçen sınıf öğretmenleriyle birlikte ilkokullarda onların sınıflarında gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

4.8. Veri Toplama Yöntem ve Teknikleri

Araştırma sürecinde ne tür veri toplama araçlarının kullanılacağı araştırmanın teorik ve uygulamalı sürecinde nelerin yapılacağı belirlendikten sonra karar verilmiştir. Her döngüde odaklanılacak alan değiştiğinden dolayısıyla odaklanılacak alanla ilgili en iyi kanıtları sunacak, değişim ve gelişimi ifade edecek veri toplama yöntemleri kullanılmıştır.

Eylem araştırmasında geleneksel araştırma yöntemlerinde olduğu gibi baştan sona hangi aşamada ne tür veriye odaklanılacağı ve bunları toplamak için

ne tür veri toplama araç ve yöntemlerinin tercih edileceği kesin değildir. Süreçte odaklanılacak alana göre bu araç ve yöntemler değişebilmektedir. Çünkü Stephen Kemmis ve McTaggart (2007) eylem araştırması sürecinde verilerin nasıl toplanacağına karar vermeden önce teori ve uygulamada ne tür durumların gözlenip bunlar hakkında veri toplanabileceğinin, uygulamada ne tür verilerin elde edilip edilemeyeceğinin ve bu bilgilerin değerlendirilme ve yorumlanabilme durumlarının göz önünde bulundurulması gerektiğini ifade etmiştir. Örneğin süreçte sanat boyutunun da değerlendirilmesi gerektiği KA'nın ilk uygulamalarından sonra ortaya çıkmış ve diğer uygulamada değerlendirici öğretmenler fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutlarının yanında sanat boyutunu da değerlendirmeye almışlardır. Böylece hem etkinliği değerlendirme formunun yapısı değişmiş hem de resimler bulgulara kanıt amacıyla daha fazla kullanılmaya başlanmıştır. Bu nedenle araştırma sürecinde odaklanılacak alanla ilgili en iyi verilerin toplanabileceği veri toplama yöntem ve teknikleri tercih edilmiştir. Bununla birlikte süreçte görüşme ve odak grup görüşmesi ve ayrıca katılımcı gözlem temel veri toplama yöntemi olmuştur. Araştırma sürecinde tercih edilen veri toplama yöntemleri ve bu verileri elde etmek için kullanılan veri toplama araçları ve ayrıca bu yöntem ve araçların araştırmanın hangi sürecinde ve ne amaçla kullanıldığı Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Katılımcı Eylem Araştırması Sürecinde Kullanılan Veri Toplama Yöntem ve Teknikleri

Veri Toplama Yöntem, Teknik ve Araçları	Kimden	Gerekçe	Süre	Adet/Sıklık
Yarı-yapılandırılmış Görüşme ve Odak Grup Görüşmesi	Katılımcı Öğretmenler, Değerlendirici Öğretmenler, Geçerlik ve Tez İzleme Komitesi Üyeleri	Deneyimin ifade edilmesi, Sürecin değerlendirilmesi, Önerilerin belirlenmesi, Eleştirel yansıtımaların yapılması (uygulama, planlama, değerlendirme)	20-80 dakika	Sınıfta her uygulama sonunda, her döngüden sonra
Ses Kaydı/Ses Kaydı Dökümü	Öğretmenler, Değerlendiriciler, Geçerlik ve Tez İzleme Komitesi Üyeleri	Veri kaybının önlenmesi	20-80 123 saat	62 Adet
Kamera Kaydı	Sınıf Ortamı	Veri kaybının önlenmesi	15 dakika	20 Adet

Tanımlayıcı ve Yansıtıcı Saha Notları	Sınıf Ortamında KA, Katılımcı Öğretmenler, Değerlendirici Öğretmenler	Deneyimin ifade edilmesi, Öğrenci gruplarının ve uygulayıcı öğretmenin süreçte değerlendirilmesi, Eleştirel yansıtımaların yapılması (uygulama, planlama, değerlendirmede), Değişim ve gelişimin ifade edilmesi, Önerilerin belirlenmesi	Sınıfta uygulama süresince	60 Adet
Araştırmacı Günlüğü	KA	Deneyimin ifade edilmesi, Eleştirel yansıtımaların yapılması, Veri kaybının önlenmesi	Araştırma süreci boyunca	Araştırma süreci boyunca
Etkinlik Planları	KA ve Katılımcı Öğretmenler	Plan hazırlama deneyimin ifade edilmesi, Eleştirel yansıtımaların yapılması, Değişim ve gelişimi belirleme	Her uygulama sonunda	6 Adet
Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliği Değerlendirme Formu	Değerlendirici Öğretmenler	Öğrenci gruplarının etkinliğin fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutlarına ilişkin performanslarının değerlendirilmesi, Bir sonraki döngüde odaklanılacak boyutun belirlenmesi, Müdahalelerin etkisinin belirlenmesi	Sınıfta her uygulama esnasında	Sınıfta her grup için her uygulama sürecince
Resimler	Araştırma Ortamları, Öğrenci Grupları, Ürünler, Materyaller	Değişim ve gelişimin belirlenmesi, İnanırlılığı artırma, Bulguları destekleme (kanıtlama) İmgeleri, etkileşimleri gösterme	Sınıfta her uygulama esnasında	462 Adet
Öğrenci Ürünleri	Öğrenci Grupları	Öğrenci deneyimin ifade edilmesi, Eleştirel yansıtımaların yapılması, Değişim ve gelişimin belirlenmesi, Bulguların desteklenmesi	-	Her etkinlik sonunda
Öğrenci Ürün Dosyası	Öğrenci Grupları	Öğrenci deneyimin ifade edilmesi, Eleştirel yansıtımaların yapılması, Değişim ve gelişimin izlenmesi, Bulguların desteklenmesi	-	Her etkinlik sonunda

Öğrenci Grupları Öz Değerlendirme Formu	Öğrenci Grupları	Öğrenci grubu deneyiminin ifade edilmesi, Odaklanılacak alanın belirlenmesi, Değişim ve gelişimin izlenmesi, Grupların etkinliği değerlendirilmesi	-	107 Adet
Kişisel Bilgiler Formu	Katılımcı Öğretmenler	Öğretmenlerin ve okul, sınıf ortamının tanımlanması	-	6 Adet

Araştırma sürecinde 462 fotoğraf çekimi, öğretmenlerle 20 bireysel görüşme, 20 değerlendirici görüşmesi ve 12 odak grup görüşmesi kaydı alınmış ve 123 saat video kaydı yapılmıştır. Bu yöntem ve araçlar aşağıda açıklanmıştır.

4.7.1. Yarı-yapılandırılmış Görüşme ve Odak Grup Görüşmesi

Görüşme, en basit tanımıyla belirli bir amaç için ilgili kişilerle yapılan sohbetlerdir (Berg, 2001). Herry ve Anderson'un (2005) aktardığına göre eylem araştırmasında görüşme ve günlük gibi otobiyografik veriler, veri toplama araçları olarak kullanılmaktadır. Çünkü araştırma süreci bireyin kendi uygulamalarını, kişisel deneyimlerini içermektedir. Kısaca deyim yerindeyse araştırmacı ve öğretmenler eylem araştırması sürecinde kendi üzerlerinde çalışmaktadır (Tenni, Smith ve Boucher, 2003).

Araştırma sürecinde katılımcı öğretmenler, değerlendiriciler ve geçerlik komitesiyle birebir görüşmeler ve odak grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir. Her uygulama sonunda sınıfında uygulama yapan/yapılan öğretmenle ve değerlendirici öğretmenlerle hemen etkinliğin bitiminde görüşme yapılarak kayıt altına alınmıştır. Her döngüden sonra ise önceden belirlenen bir yerde tüm katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerle bir araya gelinerek odak grup görüşmeleri yapılarak kayıt altına alınmıştır. Odak grup görüşmelerinin tarihi konusunda iki hafta önceden öğretmenlere bilgi verilerek öğretmenlerin görüşme tarihine kadar kendilerini ayarlayıp hazır olmaları sağlanmıştır. Görüşmeler, katılımcı öğretmenlerle uygulama hakkındaki deneyimin ifade edilmesi, sürecin değerlendirilmesi, bir sonraki uygulama için önerilerin tespit edilmesi ve yansıtılmalarının yapılması için sınıflarda her uygulamanın sonunda

hem birebir hem de odak grup görüşmesi kayıt altına alınarak yapılmıştır. Değerlendiricilerle ise bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarından fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutunun değerlendirilmesinde her uygulamanın sonunda odak grup görüşmesi kayıt altına alınarak yapılmıştır. Geçerlik komitesiyle de bulguların paylaşılması, sonraki adımların planlanması, odaklanılacak alanların kararlaştırılması, araştırma süreci ve döngünün sonlandırılması konularını içeren hem bireysel görüşmeler hem de odak grup görüşmeleri yapılmıştır. Özellikle komite üyelerinden danışman Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ ve Dr. Tomoki SAİTO ile problemin tanımlanmasından araştırmanın sonlandırılmasına kadar araştırmanın her aşamasında yüz yüze, anlık mesajlaşma programları ve telefonla sürekli görüşülmüştür. Diğer tez izleme komitesi üyeleriyle de tez izleme komitesi toplantısında üç kez yüz yüze görüşme yapılmıştır.

4.7.2. Katılımcı Gözleme Sınıf Uygulamalarının İzlenmesi-Tanımlayıcı ve Yansıtıcı Saha Notları

Gözlem yapmanın amacı aslında orada neler olduğunun ortaya çıkarılmasıdır (Merriam, 2015). Araştırma sürecinde gözlem yapanlar; değerlendirici öğretmenler ve uygulamayı gözleyen katılımcı öğretmenlerdir. Her uygulama gözlemlenerek tanımlayıcı ve yansıtıcı saha notları tutularak uygulama deneyimi hakkında öğretmenler fikirlerini beyan etmişler, yansıtıcılar yaparak sınıftaki bütünleşik STEM/STEAM uygulamasını değerlendirmiştir. Araştırmacının uygulamalarını, uygulama yaptığı sınıfın öğretmeni ve iki değerlendirici öğretmen gözlemiştir. Katılımcı öğretmenlerin kendi sınıflarında yaptıkları uygulamalar da ise katılımcı araştırmacı ve değerlendirici iki öğretmen gözlem yapmıştır. Kısacası süreçte araştırmanın katılımcıları hem uygulayıcı hem de katılımcı gözlemci olarak rol almışlardır. Saha notları tanımlayıcı ve yansıtıcı notlar halinde tutulmuş ve ayrıca her değerlendirici Ek-5'te yer alan değerlendirme formunu doldurmasının yanında o anda daha sonra görüşmede aktaracağı önemli noktaları kaçırmamak amacıyla Ek-6'daki formu kullanarak not almıştır. Her eylem döngüsünün amacı odaklanılacak alana göre değiştiğinden katılımcı gözlemin amacı da değişmektedir. Süreçte etkinliği

gözlemleyen öğretmenler pilot uygulamayla birlikte toplam 60 adet tanımlayıcı ve yansıtıcı not tutmuştur.

4.7.3. Araştırmacı Günlüğü

Araştırmacı, katılımcı-araştırmacı (insider-researcher) olarak eylem araştırmasının başından sonuna kadar her aşamasında günlük tutmuştur. Eylem araştırması süreci araştırmacının da bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarıyla ilgili kendi mesleki gelişim ve değişimini de içermektedir. Ayrıca araştırmacı süreç boyunca uygulama yapılan sınıfı ve diğer katılımcı öğretmenlerin uygulamalarını gözlemlemiş ve değerlendirmiştir. Bu süreçte yaşadığı deneyimi kayıt altına almak, uygulamalar hakkında eleştirel yansıtımlar yapmak, süreci değerlendirmek ve öneriler geliştirmek amacıyla günlük tutmuştur. Günlük tutmak araştırma sürecinin tüm adımlarını betimlemek ve süreci bir bütün halinde görmek amacıyla gerçekleştirilen bir faaliyettir (Johnson, 2002; Gürgür, 2005; Merriam, 2015). Eylem araştırması sürecinde orada olan, deneyimi süreç boyunca yaşayan KA'dır. Ayrıca süreç öğretmen uygulamalarının yanında kendi uygulamalarını ve mesleki gelişim faaliyetlerini de içermektedir. Bu nedenle tüm süreç boyunca toplam 267 sayfa, 5922 satır günlük metni yazılmıştır. KA olarak her ne kadar sınıf öğretmeni olsam da şuan Osmaniye Merkez'de bir ortaokulda teknoloji ve tasarım öğretmenliği yapmaktayım. Teknoloji tasarım dersinde öğrencilerle birlikte ürün tasarımları esnasında tasarım günlüğü tutmaktayız. Günlükte tasarım süreciyle ilgili eleştirel yansıtımlar yapmakta ve yaşadığımız deneyimi ifade etmekteyiz. Bu nedenle günlük yazma konusunda deneyimli olduğumu söyleyebilirim.

4.7.4. Öğrenci Grupları Ürün Dosyası ve Öz Değerlendirme Formu, Öğrenci Grupları Ürünleri

Öğrenci grupları bütünleşik STEM/STEAM uygulamaları esnasında hazırladıkları belgeler (taslak çizimler, çözüm önerileri, marka, logo, slogan çizimleri vs.) ve etkinlik sonunda tasarladıkları ürünler (güneş saatleri, pervaneler, kâğıt roketler, güneş fırınları, uygun aydınlatma modelleri, avize tasarımları) süreçte değişim ve gelişimi izlemek, süreçle ilgili eleştirel

yansıtımlar yapmak ve etkinliğin fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutunu değerlendirmek amacıyla incelenmiştir.

Ek-7’de yer alan Öğrenci Grupları Öz Değerlendirme Formuyla da her grubun “Bu etkinlikte ne öğrendik? Grup olarak neyi iyi yaptık? Etkinlik esnasında ve’nin yapımında hangi konuda zorlandık?...” gibi sorular vasıtasıyla uygulama deneyimlerini ifade etmeleri ve etkinliği kendi pencerelerinden değerlendirmeleri sağlanmıştır. Diğer veri toplama araçlarından elde edilen verilerle öğrencilerin görüşleri karşılaştırılarak hem bulgulara dayanak oluşturulmuş hem de bulguların inanılabilirliği artırılmıştır.

4.7.5. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliği Öğrenci Grupları Değerlendirme Formu

Araştırmada uygulama yapılan sınıflarda yer alan öğrenci gruplarının uygulamalar esnasında etkinliğin fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutlarındaki performanslarını değerlendirmek amacıyla Saito ve diğerleri (2015) tarafından geliştirilen “STEM/STEAM Etkinliği Öğretmen Değerlendirme Formu” (Ek-5) kullanılmıştır. Her değerlendirici öğretmen tüm katılımcı öğretmenlerin uygulama yaptıkları her sınıfta her grup için ayrı ayrı bu formu etkinlik esnasında doldurmuştur. Böylece her grubun performansı için üç değerlendirici öğretmenden üç ayrı form elde edilmiştir. Değerlendiriciler bu form vasıtasıyla grupların her boyutla ilgili performanslarını değerlendirmişler ve ayrıca uygulama esnasında etkinliğin akışına ilişkin görüşlerini de ifade etmişlerdir. Böylelikle her öğrenci grubu üç değerlendirici tarafından değerlendirilmiş ve her grup için bir etkinlikte üç form elde edilmiştir. Araştırmacının birinci ve ikinci döngüdeki uygulamalarını, uygulama yaptığı sınıfın öğretmeni ve iki değerlendirici öğretmen; katılımcı öğretmenlerin üçüncü ve dördüncü döngüdeki kendi sınıflarında yaptıkları uygulamalar da araştırmacı ve değerlendirici iki öğretmen gözlem yaparak etkinliği bu form vasıtasıyla değerlendirmişlerdir. Değerlendirme formunun araştırmada temel amacı öğrenci performansları aracılığıyla katılımcı öğretmenin uygulamasını değerlendirmek ve bir sonraki uygulamalarda odaklanılacağı alanı belirlemektir. Araştırma

kapsamında her uygulama esnasında üç değerlendirici öğretmen (iki değerlendirici + bir KA veya katılımcı öğretmen) etkinliği değerlendirmiş ve her öğrenci grubu için üç adet olmak üzere tüm süreçte toplam 107 adet değerlendirme formu doldurmuştur.

4.7.6. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliği Ders Planları

Araştırmacı ve katılımcı öğretmenler tarafından hazırlanan bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerine ilişkin ders planları, öğretmenin etkinlikte yer vereceği mühendislik problemini ifade edebilmesi, etkinliğin fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutuna planda yer verebilmesi bakımından geçerlik komitesi ve KA tarafından değerlendirmeye alınmıştır. Öğretmenin bir bütünleşik STEM/STEAM etkinliği planlama deneyiminin ifade edilmesi, planlama hakkında eleştirel yansımaların yapılabilmesi ve eylem araştırması sonunda öğretmenlerin ders planı hazırlama deneyimlerindeki değişim ve gelişimi belirlemek için ders planları araştırma kapsamında incelemeye alınmıştır.

4.7.7. Kamera, Ses Kaydı ve Resimler

Araştırma sürecinde gözlem ve görüşme yöntemlerinin kapsamı olan görsel ve işitsel verilerden de yararlandığından, verileri kayıt altına almak amacıyla video kamera, ses kayıt cihazı ve fotoğraf makinası kullanılmıştır. Bu şekilde tüm uygulama süreci video kaydına, öğretmenlerle yapılan görüşmeler ses kayıt cihazıyla kayıt altına alınmış ve uygulama sürecinde elde edilen bulgulara ilişkin kanıt oluşturması amacıyla da o andan kesit alınması için fotoğraf çekimi yapılmıştır. Bu şekilde diğer veri toplama araçlarından gelen verilerle birlikte bulguları desteklemek, bulgulara kanıt sunmak amacıyla bulguyla ilgili resimler verilmiştir. Çünkü bir bulguyu desteklemek ya da bir şeyleri açıklayabilmek için sayfalarca betimleme yapmak yerine bazen o durumla ilgili tek bir görsel, anlatılmak isteneni anlatmak ve o durumu kanıtlamak için yeterlidir. Glesne'nin (2014) Banks (2007) ve Bottorf'dan (1994) aktardığına göre görsel veriler araştırma kapsamında kullanıldığında

amaç sosyal etkileşimleri, imgeleri ve maddi kültürü belgelemek, yoğunluğu ve kalıcılığı sağlamaktır.

Araştırma kapsamında ise özellikle kamera kaydı, uygulamaların değerlendirilmesinde gözden kaçan noktaların tekrar irdelenmesi, değerlendiriciler arasındaki uyuşmazlıkların giderilmesi, öğretmenlerin kendi uygulamalarını tekrar izleyip değerlendirerek yansıtmanın yapılması bakımından çok faydalı olmuştur. Ayrıca uygulayıcı ve değerlendirici öğretmenler süreçte ikna olmadıkları bir durumla ilgili kayıtlara göz atarak tekrar fikirlerini gözden geçirmeleri sağlanmıştır. Araştırmanın ilk aşamasındaki etkinlik planı hazırlama sürecinden sonra yapılan pilot uygulamada kamera kaydının sabit ya da hareketli çekim olup olmayacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Kamera kaydı verileri kontrol amaçlı kullanılacağından sabit çekim yapılmasına karar verilmiştir. Her sınıfta uygulama esnasında tüm etkileşimi görece şekilde bir açıda sabit bir şekilde konumlandırılmıştır. Araştırma sürecinde, 462 fotoğraf çekimi yapılmış, 20 katılımcı öğretmenle bireysel 4 odak grup görüşmesi gerçekleştirilmiş, değerlendirici öğretmenlerle 20 görüşme ve 12 odak grup görüşmesi gerçekleştirilerek kayıt altına alınmıştır. Ayrıca 123 saat video kaydı yapılmıştır. Görüme ve odak grup görüşmelerinin ses kaydı dökümlerindeki güvenilirliğin sağlanması amacıyla bir uzman tarafından rastgele seçilen üç tanesi dinlenip karşılaştırılmıştır. Bu araçlardan elde edilen veriler bulguları desteklemek amacıyla açıklamaların içerisine yerleştirilmiştir.

4.8. Verilerin Analizi ve Yorumlanması

Nitel veri analizi sıklıkla tümevarıma dayanan bir süreci ifade ettiğinden genellikle analizci tümevarım olarak adlandırılmaktadır. Eylem araştırmasında ise özellikle odaklanılacak alanın belirlenmesi, sonraki adımların planlanabilmesi amacıyla araştırma sürecinin ilk adımından itibaren veri analizi süreçle birlikte eş zamanlı gerçekleştirilerek devam etmektedir. Çünkü eylem araştırması süreci dinamik bir süreçtir. Hem eylem hem de araştırma aynı anda gerçekleşmektedir. Bu sebeple eylem araştırması sürecinde elde edilen verilerin analizinde “sistemik analitik” analiz yaklaşımı veya “sürekli karşılaştırmalı

analiz” olarak da bilinen yaklaşım (Glasser ve Strauss, 1967, Miles ve Huberman, 1994) kullanılmıştır. Bu yöntem süreç boyunca devam eden dinamik bir süreçtir ve eylem araştırmasının doğasına en uygun yöntemdir. Analiz sonucunda ulaşılmak istenen nokta nitel araştırma sonucunda elde edilmek istenen sonul çözümlerdir (Glesne ve Peskin, 1992; Akt: Baltacı, 2017). Kısacası toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır.

Sistemik analitik analiz (sürekli karşılaştırmalı analiz) yaklaşımı toplanan verilerin hızla gözden geçirilerek, araştırma sorularıyla karşılaştırılması, varılan sonuçların test edilmesi, bulgulara yansıtma yapılması esasına dayanmaktadır. Miles ve Huberman (1994) bu yaklaşımın; 1) verilerin eleştirel bir gözle gözden geçirilmesi (veriler arasındaki benzerliklerin, çelişkilerin, ortaya konularak yorumlanması), 2) veriler toplanırken bulgulara yansıtma yapılması, 3) verilerin test edilmesi ve 4) süreçte gerçekleştirilecek ileri eylemlere dayanaklar sağlaması açısından avantajlar sağladığını ifade etmiştir (Gürgür, 2016).

Araştırmada ise geçerlik komitesi ve değerlendirici öğretmenlerle her uygulamanın sonunda değerlendirme, yansıtma yapılarak bir sonraki adımda odaklanılacak alanın belirlenip, odaklanılan alanlara yönelik müdahaleler gerçekleştirilmiştir. Bütünleşik STEM/STEAM etkinliği değerlendirme formlarından elde edilen grupların ilgili boyutlara ilişkin performans puanları her uygulama sonrasında değerlendirilmiştir. Birlikte diğer veri toplama araçlarından elde edilen veriler ise NVivo 10 nitel veri analizi programına aktarılarak analiz edilmiştir. Böylece bir sonraki uygulamada uygulayıcı öğretmenin fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat boyutlarından hangisi/hangilerine odaklanması gerektiği ve uygulama sürecine ilişkin tarafların görüşleri belirlenmiştir. Komite üyesi Prof. Ayşe MENTİŞ TAŞ ve Dr. Tomoki SAİTO ile birlikte sürekli anlık değerlendirmeler ve paylaşımlarda bulunulmuştur. Diğer komite üyeleriyle de belirli bir zaman aralığında düzenli olarak görüş alışverişinde bulunulmuştur. Araştırma sürecine, zaman olgusu da dikkate alınarak veri toplamada yeterli doygunluğa erişilinceye kadar verilerin

toplanmasına devam edilmiştir. Bu doygunluk yönetilebilecek kadar verinin oluşmasını, eylem araştırmasında odaklanılan alanlara yönelik değişim ve gelişim sağlanmasını, veri analizi sonucunda oluşan kavram, süreç ve ilişkilere yönelik yeterli verinin toplanmasını ifade etmektedir.

Bu süreçte gözlemler, görüşmeler, araştırmacı günlüğü, saha notları, ders planları ve öğrenci gruplarının ürünlerine ait resimler ve veriler bir araya toplanarak sürekli karşılaştırmalı analiz yapılmıştır. Elde edilen veriler bu sürecin başından itibaren sürekli karşılaştırmalı analiz yapmak amacıyla uygulama süreciyle eşgüdüm halinde içerik analizine tabi tutularak özetlenip ve seçici kodlamalar yapılmıştır. İçerik analizinde ise temel amaç toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır. Bu amaçla toplanan verilerin önce kavramsallaştırılması daha sonra da ortaya çıkan kavramlara göre mantıklı bir biçimde düzenlenmesi ve buna göre veriyi açıklayan temaların saptanması gerekmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Analizlerin temel amacı eylem araştırması sürecinde neler olduğunun okuyucu hedef kitlesi göz önünde bulundurularak özetlenerek yorumlanmasıdır.

Araştırma sürecinin başından itibaren veri analiz sürekli bir şekilde devam etmiştir. Öncelikle veriler hızlı bir şekilde okunduktan sonra odaklanılan alanlara göre bir analiz çerçevesi oluşturulmuş ve oluşturulan bu çerçeveye göre içerik analizi yapılarak toplanan verilerin ne ifade etmekte olduğu belirlenmiştir.

4.8.1. STEM/STEAM Etkinliği Öğrenci Grupları Değerlendirme Formu Verilerin Değerlendirilmesi

STEM/STEAM Etkinliği Öğrenci Grupları Değerlendirme Formu (Ek-5) her uygulamada birinci ve ikinci döngüde KA'nın sınıfında uygulama yaptığı katılımcı öğretmen ve iki değerlendirici öğretmen tarafından her öğrenci grubu için doldurulmuştur. Katılımcı öğretmenlerin kendi uygulamaları olan üçüncü ve dördüncü döngüde ise araştırmacı ve iki değerlendirici öğretmen tarafından sınıftaki her grup için doldurulmuştur. Böylelikle her öğrenci grubu için her etkinlikte toplam üç adet değerlendirme formu oluşmuştur. Öğretmenler etkinliğin ilgili boyutlarını değerlendirirken aşağıdaki Tablo 4.5'de verilen

boyutlara ilişkin ölçütleri dikkate almışlardır. Burada odaklanılan grupların ilgili boyutlara ilişkin etkinlikteki performansları yer almıştır.

Tablo 4.5. Etkinlikte Grupları Değerlendirme Standartları

Boyutlar	Göstergeler
Teknoloji	Toplumda teknolojinin rolünü ve teknolojiyle ilgili problemleri fark eder.
Mühendislik	Etkinlikte mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır.
Fen ve Matematik	Etkinlikteki problemlerin çözümünde fen ve matematiği kullanır.
Sanat	Ürünü tasarlarırken sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanır.

Değerlendirici öğretmenler grupların her boyutla ilgili performanslarını yukarıdaki ölçütlere göre belirlemeye çalışmışlar ve Resim 1’de yer alan formda görüldüğü gibi grupların ilgili boyutlarla ilgili sergiledikleri kritik davranışları ilgili boyuta not alarak, ilgili boyuta ilişkin görüşlerini ifade etmişlerdir. Resim 1’de değerlendirici Sabri Öğretmenin Mithatpaşa İlkokulunda Şaziye Öğretmenin sınıfında KA’nın ikinci Zamanın Keşfi Etkinliğini uygulaması esnasında değerlendirme formu görülmektedir.

Resim 1: Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliği Değerlendirme Formu

STEM/STEAM ETKİNLİĞİ DEĞERLENDİRME FORMU		
Etkinlik: Zamanın Keşfi		Uygulayıcı Öğretmen: KA
Okul/Sınıf: Mithatpaşa		Değerlendirici Öğretmen: Sabri
Grup Adı: Tayfalar		Tarih: 12/05/2018
Göstergeler	Dersin Aşamaları	Grupların Göstergelerle İlgili Performansları
1	1	- Tarihler saati ve nasıl geliştiğini incelediler. - Bir makaleler graminde gününce zaman öböründe kullanın aras gerektir incelediler.
2	3	- C ———
3	2	- Güneş gölgesini güneş ışınlarının geldiği yönü 2-B tarafından düştüğünü fark etti.
4	3-4	- Güneş saatlerinin şekli, rengi, boyutu hakkında kurgulandı yapıldı. - Güneş saatlerini yapıldıklarını kullandık öğretilerini. - Saatleri A beşerlikleri renge boydılar ve çizdikler.
1. Toplumda Teknolojinin rolünü ve Teknolojiyle ilgili problemleri fark eder. 2. Mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır. 3. Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji and Kumano, 2015). 4. Ürünün tasarımında sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanır.		

Etkinlikte grupları katılımcı gözlemle izleyen değerlendirici öğretmenler grupların ilgili boyutlarına ilişkin görüşlerini ifade ederken aynı zamanda dört boyut için A, B ya da C şeklinde puanlama yapmıştır.

Gruplar etkinlikte, eğer bir boyutla ilgili becerilerden herhangi birini sergilemişlerse değerlendiriciler B olarak; beklenenin üstünde birden fazla (iki ya da daha fazla) beceri sergilemişlerse A olarak; hiçbir performans göstermemişlerse ise grupların o boyutla ilgili puanlarını C olarak değerlendirmişlerdir.

Türkiye’de her ne kadar okullardaki sınavlarda standart ölçme araçları ile sayısal puanlamalar yapılırsa da buradaki amaç okullarda olduğu gibi grupların performansının hassas bir şekilde her düzeydeki durumu ortaya çıkarmak değildir. Önceden belirlenen norma dayalı bir sınıflama yapmaktır. Bu tür değerlendirmenin amacı öğretmenlerin uygulamalarının teknoloji, mühendislik, fen, matematik ve sanat boyutunun hangisinde veya hangilerinde problem yaşadıklarının grupların performansına göre tespit edilmesini sağlamaktır. Öğretmenlerin bu sayede bir sonraki uygulamalarında odaklanacakları alanları mesleki gelişim ihtiyaçları kayıt altına alınarak belirlenmiş olacaktır. Böylece öğretmenler eleştirel yansımalar yaparak bir sonraki uygulamalarını daha iyi planlanmasına odaklanacaklardır. Ayrıca yaptıkları müdahalelerin gruplar üzerindeki etkisini belirleyerek önceki uygulamalarıyla karşılaştırma yapmaları hedeflenmiştir. Çünkü bazen ölçme ve değerlendirmede öğrencilerin “ne yapabildikleri” değil “ne yapamadıkları” da önemlidir. Eylem araştırması sürecinde odaklanılacak alanın belirlenmesi için özellikle performansları C olarak değerlendirilen gruplar süreçte bir sonraki döngüde odaklanılacak alanın belirlenmesi için anahtar rol oynamıştır.

Etkinlikte uygulama esnasında grupları değerlendiren öğretmenler her grup için verdikleri puanları bir araya getirerek tartışmışlardır. Böylelikle değerlendiriciler arasında uyum sağlanarak her grubun puanını, üç ayrı değerlendirme puanını yerine tek bir puana indirgemişlerdir.

4.9. Eylem Araştırmasının Sağlamlığı

Eylem araştırması için geleneksel araştırma metodolojilerinde yer alan güvenilirlik ve geçerlik kavramları yerine alanyazında doğasına uygun olarak *sağlamlık* ve *kalite* kavramlarından söz edilmektedir (Herr ve Anderson, 2005; Feldman 2007; Elliott, 2007; Bergold ve Stefan, 2012). Çünkü eylem araştırmasının pozitivist ve natüralist araştırma metodolojilerinde yer alan ölçütleriyle değerlendirilemeyeceği ifade edilmektedir (Herry ve Anderson, 2005). Merriam’in (2015) aktardığına göre Denzin ve Lincoln (2000) nitel araştırma geleneğinde yer alan araştırma türlerindeki post modern dönüşümü

araştırmaların değerlendirilmesi bakımından sorunlu görmektedir. Bu durumu yazarlar bir meşrulaştırma bunalımı olarak görmüşler ve alanda yeni kavramlaştırılan geçerlik, genellenebilirlik ve güvenirlik gibi kavramların titizlikle gözden geçirilmesi gerektiğini söylemişlerdir. Ayrıca her nitel desenin kendi bağlamında kabul edilebilir, kaliteli ve tutarlı olabilmesi için hassas olduğu noktalar vardır ve bunların sağlanması için de kendine özgü bazı yöntemler ön plana çıkmaktadır.

4.9.1. Araştırmanın Sağlıklı Ölçütleri

Eylem araştırmasının sağlıklı araştırma boyunca gerçekleştirilen süreçler ve ortaya koydukları sonuçların titizliği, kalitesi ve doğruluğuna ilişkin değerlendirmelerle ilgili bir kavramdır (MacNaugh ve Hughes, 2001; 2008). Sağlıklı bir konuya ilişkin olarak verilerin toplanıp analiz edildiği ve bulguların raporlaştırıldığı araştırma sürecinin her adımında gösterilen titizlik, ihtimam ve zen anlamına gelmektedir (Stringer, 2008; Akt.: Gürgür, 2016). Ayrıca sağlıklı özellikle bulguların ilgililere işlevsel ve uygulamaya dönüştürülebilir nitelikte sunulması bakımından da önemlidir (Mertler, 2014). İlgili taraflar için kullanışlı olmayan ve yeni eylem araştırmalarına dayanak oluşturamayan, kısacası işlevsel, uygulanabilir ve yararlı sonuçları olmayan bir eylem araştırmasının sağlılığından söz etmek mümkün değildir.

Herry ve Anderson (2005) eylem araştırmasının sağlıklı ölçütlerini söylemsel geçerlilik, eylem odaklı sonuç geçerliği, katalitik geçerlik, demokratik geçerlik ve süreç geçerliği olmak üzere beş boyuttan söz etmektedir. Bu Şartların belirli ölçüde sağlanabilmesinin de Gürgür (2016) döngünün tekrarlanmasına, uzun süreli katılıma ve saha gözlemine, araştırmacı deneyimine, ye denetimi sağlanmasına ve veri çeşitlenmesine bağlı olduğunu ifade etmiştir (s.43-46). Sistemli alışma basamaklarından yoksun olan ve iyi planlanmamış bir eylem araştırmasının inandırıcı ve tutarlı olması ve sonuçların aktarılabilirliğinden söz etmek mümkün değildir. Kısacası sağlıklı başlığında tartışılan hususlar aslında yapılan eylem araştırmasının titiz, kaliteli ve inandırıcı bir çalışma olduğuna okuyucuların nasıl ikna edileceğiyle ilgilidir. Eylem araştırması

sürecinde ne yapıldıysa ayrıntılı bir şekilde rapor edilmesidir. Aşağıda araştırmmanın tutarlı, inandırıcı bir çalışma olmasını sağlamak ve nitelik kazanması için gerekli şartlar ve nelerin yapıldığı açıklanmıştır.

4.9.1.1. Döngünün Tekrarlanması

Eylem araştırması süreci doğal olarak döngüsel ve sarmal bir yapıya sahiptir. Eylem araştırmaları sorunla ilgili bilgi toplamayı, kaynak taramayı, sorunu çözücü eylemlerle gelişmeyi ve iyileştirmeyi sağlamak amacıyla diyalektik bir döngüyle gerçekleştirilir (Uzuner, 2005). Mertler (2014) eylem araştırmasının sağlamlığının ve inandırıcılık düzeyinin yüksek olması için süreçte birden fazla döngünün olması gerektiğini ifade etmiştir. Süreçte tek bir döngünün (adımın) kullanılması yeterli değildir. Süreçte her döngüde odaklanılacak alan farklılaşacağından eylem araştırması süreci tipik bir deneysel çalışmadan farklı olarak sistematik bir şekilde ilerlemektedir. Her döngüde bir önceki döngünün sonuçları göz önünde bulundurularak odaklanılacak bir alan belirlenmekte ve yeni eylem planları geliştirilmektedir. Bu eylem planları bir sonraki döngüde uygulanarak eylem planının odaklanılan alana etkisini, değişim ve gelişimi sağlama durumu gözden geçirilmekte ve daha sonraki adımlara ışık tutmakta ve temel oluşturmaktadır. Gerçekleştirilen KEA kapsamında araştırma süreci boyunca dört ana döngü boyunca ilerlemiştir. Birinci ve ikinci döngüler araştırmacı-katılımcının uygulamalarını içermektedir. Üçüncü ve dördüncü döngüler ise beş katılımcı öğretmenin sınıflarındaki uygulamalarını içermektedir. Birinci döngüde KA ilkökul düzeyinde fen bilimleri dersinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliğinin planlanması ve uygulanmasında yaşadığı problemlerin tespit edilmesi ve bütünleşik STEM eğitimini daha iyi anlaması, öğretim becerisini geliştirmesi amacıyla katılımcı beş öğretmenin sınıfında ilk olarak uygulamalar yapmıştır. Problemlerin tespit edilmesiyle birlikte odaklanılacak alan belirlenerek öğretimsel boyutta mesleki gelişim faaliyetleri gerçekleştirilmiştir. İkinci döngüde ise KA tekrar beş sınıfta etkinliklerini planlayıp uygulayarak belirlenen problemlere ilişkin çözüm önerilerinin işe yarayıp yaramadığını test etme ve mesleki gelişim faaliyetleri sonrasında bütünleşik STEM uygulamalarıyla ilgili kendi değişim ve gelişimini

değerlendirme olanağı elde etmiştir. Üçüncü ve dördüncü döngüde ise katılımcı beş öğretmen kendi sınıflarında bütünleşik STEM uygulamalarını başarılı bir şekilde sınıflarında gerçekleştirmek amacıyla kendi planlarını hazırlayıp uygulamışlardır. Öğretmenler bütünleşik STEM etkinliklerini planlama ve uygulama sürecini üçüncü döngüde deneyimleyerek her birinin planlama ve uygulama sürecinde ilgili boyutlara ilişkin yaşadığı problemler ve mesleki gelişim ihtiyaçları belirlenmiştir. Dördüncü döngüde ise her öğretmen için (Fatma Öğretmen hariç) eylem planları hazırlanarak tekrar bütünleşik STEM etkinliğini sınıfında uygulaması sağlanmıştır. Bu şekilde öğretmenin süreç boyunca değişim ve gelişimi izlenmiş ve değerlendirme fırsatı yakalanmıştır. Öğretmenler dönüşümlü bir şekilde hem KA'nın uygulamalarını sınıflarda gözlemlemiş daha sonra da uygulayıcı konumuna geçerek sınıfında etkinliklerini gerçekleştirmiştir. Gerçekleştirilen bu dört adım sonunda veri toplamada yeterli doygunluğa ulaşılması ve ilkökul düzeyinde öğretmenlerin bütünleşik STEM etkinliklerini başarılı bir şekilde uygulama konusundaki ilgili boyutların öğretime ilişkin mesleki gelişimleri sağlanmıştır. Grupların performansında ilgili boyutlarda bir önceki döngüye göre iyileşme tespit edilmiştir. Etkinliğin herhangi bir boyutunda problem yaşamayan öğretmenler ise etkinliklerini bir önceki döngüye göre daha da geliştirerek bunu iyileşmeyi grupların performanslarında ve tasarımlarında gözlemlemiştir. Bu nedenle katılımcı öğretmenler, katılımcı gözlemciler ve geçerlik komitesi tarafından yeterli doygunluğa ulaşıldığı belirlenerek araştırma raporunun bu dört döngüyü içermesine karar verilmiştir.

4.9.1.2. Uzun Süreli Katılım ve Düzenli Saha Gözlemi

Mertler (2014) sahada uzun süreli katılım ve düzenli saha gözlemiyle birlikte eylem araştırmasının yürütülmesinde sistematik bir sürecin işletilmesinin sağlamlık için gerekli koşullarından biri olduğunu vurgulamıştır. Araştırma sürecinde KA ve diğer katılımcı öğretmenler eylem araştırmasının tüm süreçlerinde aktif olarak yer almıştır. Çünkü sınıfta aslında nelerin yaşandığını ve öğretmenlerin deneyimlerini betimleyebilmek için orada uzun süre yerinde vakit geçirmek gerekmektedir. Değerlendirici öğretmenlerle

birlikte süreçteki tüm uygulamaları katılımcı gözlemlerle düzenli bir şekilde izlemişlerdir. Araştırmada sistematik bir veri toplama ve analiz yaklaşımı (sürekli karşılaştırmalı analiz) benimsenerek her döngü planlanarak uygulanmıştır. Araştırma sonucunda işlevsel, uygulanabilir, ilköğretim kademesine özgü etkinlikler elde edilebilmesi amacıyla sistemli planlama ve uygulama faaliyetleri gerçekleştirilmiştir.

4.9.1.3. Katılımcı Araştırmacı ve Katılımcı Öğretmenlerin Deneyimi

Mertler (2014) eylem araştırmasının sağlamlığı için de araştırmacının deneyiminin de önemli olduğunu vurgulamakta ve eylem araştırmanın sürecini planlama, verileri toplama ve veri analizinde eğer araştırmacının yetersizlikleri söz konusu olursa sürecin mutlaka deneyimli uzmanların desteğiyle yürütülmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

KA lisansüstü eğitimi boyunca nitel araştırma desenleri, nitel veri analizi konusunda kuramsal temelde dersler almıştır. Araştırma sürecinde Dr. Tomoki SAİTO STEM eğitimi alanında eylem araştırması yürütmüş biri olarak KA'ya anlık olarak destekte bulunmuştur. Alınan her karar ve karar verilen her adım tez danışmanı ve Dr. SAİTO'nun gözetiminde alınmış ve atılmıştır. Ayrıca süreç boyunca geçerlik komitesinin yanında nitel araştırma konusunda halen çalışmalar yürüten Doc. Dr. Hasan Gürgür 'den sürecin yürütülmesi ve eylem araştırması raporunun yazılması konusunda destek alınmıştır.

Ayrıca katılımcı öğretmenler Osmaniye Merkez İlçesinde yer alan biri bir günlük "STEM Farkındalık Eğitimi" ve bir haftalık "STEM Eğitici Eğitimi" mahalli hizmetiçi eğitim faaliyetine katılmışlardır. Bir günlük farkındalık eğitimi KA ve başka bir eğitmen tarafından bir eğitici eğitimi de Prof. Dr. Ahmet İlhan ŞEN tarafından verilmiştir. Katılımcı öğretmenler Tablo 4.2'den de anlaşılacağı üzere sınıf öğretmenliğinde en az 10 yıllık tecrübeye sahiptir.

4.9.1.4. Üye Denetimi

Eylem araştırması sürecinde toplanan verilerin analizi ve sonraki adımlara karar vermek amacıyla mutlaka meslektaş, uzman veya üye denetiminin

sağlanması gerektiği vurgulanmaktadır (Johnson, 2012; Mertler, 2014; Mills, 2014; Stringer, 2008; Akt: Gürgür, 2016). Araştırma sürecinde tez izleme komitesi, geçerlik komitesiyle sonuçlar tartışılmıştır. Eylem adımlarına birlikte karar verilmiştir. Diğer taraftan süreçte elde edilen veriler iki adet deneyimli araştırmacı tarafından denetlenmiştir. Ayrıca tüm süreçte iki adet değerlendirici öğretmenin görev alması ve her etkinliğin toplam üç değerlendirici öğretmen tarafından gözlemlenmesi araştırma kapsamında yer alan başka bir üye denetimi yöntemi olarak ifade edilebilir. Bununla birlikte süreçte elde edilen bulgular katılımcı öğretmenler ve değerlendirici öğretmenlerle süreçte paylaşılmış ve öğretmenlere teyit ettirilmiştir.

4.9.1.5. Veri Çeşitlemesi

Veri çeşitlemesi sağlam bir eylem araştırması için diğer ölçütlerden biridir. Gürgür'ün (2016) aktardığına göre Mertler (2014) veri çeşitlemesini araştırmanın inanılırlığını sağlamak için çok yönlü veri toplanması olarak tanımlamıştır. Süreçte deneyimlerin ifade edilmesi, doğru bir şekilde veri toplayabilmek için aşağıda ifade edilen kristalleştirme yöntemi tercih edilerek en iyi bilgi edinebileceğimiz birden fazla veri toplama araç ve yöntemi tercih edilmiştir. Örneğin etkinliğin sanat boyutuna ilişkin verilerin süreçte elde edilmesinde görsellerden faydalanma önemli bir yöntem haline gelmiştir. Gözlem, görüşme ve araştırmacı günlüğü süreçte başvurulan diğer yöntemlerdendir. Ayrıca her uygulamaya üç değerlendirici öğretmen tarafından değerlendirilmiştir. Her katılımcı öğretmen süreçte hem değerlendirici hem de uygulayıcı olarak süreci farklı bakış açılarından deneyimlemiştir. Süreçte öğrenci grupları, katılımcı öğretmen ve değerlendirici öğretmenler olmak üzere üç farklı kaynaktan veriler elde edilmiştir.

Eylem araştırmasına özel sağlık ölçütlerinin yanında ayrıca aşağıda nitel araştırmada araştırmanın inanılırlığını, tutarlılığını ve aktarılabilişliği için nelerin yapıldığını eylem araştırması bağlamında ifade edilmiştir.

4.9.2. İnanılrlık

Nitel araştırmada inanılrlık araştırmacı olarak gözlemlediğimiz ya da algıladığımız durumlara ilişkin yorumların ve bulguların gerçekte olanı yansıtıp yansıtmadığıyla ilgilidir. Öncelikle bütünleşik STEM etkinliklerinin ilkokul düzeyinde nasıl başarılı bir şekilde uygulanabileceğiyle ve öğretmenlerin kendi uygulamaları vasıtasıyla mesleki gelişimlerinin sağlanacağından yöntem olarak eylem araştırması seçilmiştir. Çünkü eylem araştırmasında yukarıda ifade edilen durumları sağlamada en geçerli ve doğru yol olduğunu düşünölmüş ve süreçte ne yapıldıysa ayrıntılı bir şekilde betimlenip rapor edilmiştir. Araştırmamızın inanılrlılığını sağlamak amacıyla öncelikle gözlem, görüşme, video ve ses kaydı gibi birden fazla veri toplama yöntemi ve aracı kullanılmıştır. Yazında bu kavram üçgenleme olarak adlandırılmakta fakat bizim kullandığımız yöntem kristalleştirmedir. Postmodern araştırmacılar üçgenleme yerine gerçek durumları ele alıp incelemede üçten daha fazla yol ve yöntemin olduğunu kabul ederek kristalleştirme kavramını kullanmaktadır (Merriam, 2015). Çünkü bizim neyi gördüğümüz nerden baktığımıza bağlıdır ve dolayısıyla üçgenleme değil kristalleştirmedir. Çalışmada inanılrlılığını artırmak amacıyla odaklanılan alanlara ilişkin en doğru bilgiyi elde edebilecek en iyi veri toplama araç ve yöntemlerinin kullanılmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca sürecin değerlendirilmesinde ikiden fazla katılımcı gözlemci kullanarak en iyi şekilde değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır. Araştırma sürecinde planlama, değerlendirme, yansıtma aşamalarının tümünde katılımcılar aktif rol olarak problemin tespit edilmesi, odaklanılacak alanın belirlenmesi sürecinde yer almışlardır. Katılımcılar kendi uygulamalarını ve KA'nın uygulamalarını süreçte gözlemleyip dönütler vererek süreci teyit etmişlerdir. Bulgular bölümünde katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerin ve öğrencilerin görüşleri gerektiği yerlerde doğrudan verilmiştir. Ayrıca araştırma sürecindeki KA'nın konumu tanımlanmıştır (Bkz: Araştırmacının konumu). KA ve öğretmenler süreçte demokratik şekilde ve işbirliği içerisinde araştırmayı gerçekleştirmişlerdir. Katılımcı öğretmenlerin sosyo-demografik özellikleri Tablo 4.2'de paylaşılmış ve uygulama yapılan okullar ayrıntılı bir şekilde betimlenmiştir. Etkinliklerde

öğrenci gruplarını gözlemleyen değerlendirici öğretmenler uygulamalar esnasında öğrenci gruplarıyla yakın temas kurup gerektiğinde süreçle ilgili onlara sorular sorarak doğru, tutarlı ve inanılır değerlendirme yapmaya çalışmışlardır.

4.9.3. Tutarlılık

Lincoln ve Guba (1985) nitel araştırmada tutarlılığı ilk olarak kavramlaştıran araştırmacılarıdır. Burada tutarlılık, geleneksel güvenilirlik kavramındaki gibi başka araştırmacı tarafından aynı sonuçları elde etmek ya da bulguların tekrar üretilip üretilmeyeceğiyle ilgili değil, sürecin ve sonuçların toplanan verilerle ne kadar ilişkili ve tutarlı olduğudur (Merriam, 2015). Çünkü sosyal yapılar ve insan davranışları çok değişkendir. Herakleitos bu durumu ‘aynı nehirde tekrar yıkanılmayacağını’ söyleyerek ifade etmiştir. Araştırmanın tutarlı bir çalışma olması için birden fazla veri toplama aracı ve değerlendirici kullanılmıştır. Tüm uygulama sürecini kamera kaydına alarak veri kaybının önlenmesi sağlanmıştır. Öğretmenler uygulamalarını gözden geçirmek, değerlendiriciler arasında uzlaşa ve uyumu sağlama, bir konu hakkında tamamen emin olabilmek amacıyla etkinliğin video kaydı gerektiğinde tekrar izlenmiştir. İçerik analizinde birden fazla kişi tarafından kodlanması sağlanarak karşılaştırma olanağı elde edilmiştir. Her döngünün sonunda veri toplama araçlarından elde edilen veriler hızlı bir şekilde sürekli karşılaştırmalı analize tabi tutularak, bir sonraki aşamada odaklanılacak alanın belirlenmesinde, problemin tespit edilmesinde ve katılımcı teyidinin sağlanmasında önemli rol oynamıştır. Ayrıca eylem araştırması sürecinde ne yapıldıysa ayrıntılı bir şekilde rapor edilmeye çalışılmıştır. Tüm bu süreç boyunca geçerlik komitesi ve tez izleme komitesiyle paylaşımında bulunularak üye denetimi sağlanmıştır.

4.9.4. Aktarılabilirlik

Nitel araştırmada aktarılabilirlik ya da nakledilebilirlik çalışmayı okuyucu ya da çalışmadan faydalanacak kişiler açısından düşünüp ele almakla ilgilidir. Araştırmacı sunduğu bulguları okuyucular ya da faydalanacaklar için kendi özgün durumlarıyla karşılaştırarak uygulanabilir olup olmadıklarına karar

vermelerine yardımcı olmak amacıyla, çalışmanın hangi şartlarda yapıldığı, nasıl bir ortamda gerçekleştirildiği konusunda yeterli derecede detaylı bir açıklama yapmakla yükümlüdür (Merriam, 2015). Özellikle deneysel bir çalışmada sınırlı bir örneklemeden evreni kestirmeye ve genelleme yapma yerine nitel araştırmada çalışmanın yapıldığı ortamın doğasına yakın durum, mekân ya da sosyal yapılar bağlamında düşünülerek yapılan analitik genellemeden söz etmek gerekmektedir. Çünkü sosyal bilimlerde genelleme yapmak çok zor hatta imkânsızdır. Gerçekleştirilen eylem araştırmasından uygulama yapılan ilkokullardaki sınıflara benzeyen sınıflar ve öğretmenlerin daha fazla yararlanabileceğini söyleyebiliriz. Bu sebeple araştırmanın nakledilebilirliğini sağlamak amacıyla çalışmanın katılımcıları ve uygulama yapılan okullara ilişkin bilgileri ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Araştırma süreciyle ilgili zengin ve yoğun tatmin edici betimlemeler de yapılmıştır. Özellikle araştırma raporunun hedef kitlesi içerisinde yer alan sınıf öğretmenleri göz önünde bulundurularak onlar için anlaşılır, kullanışlı bilgiler içerecek şekilde bulgular verilmeye çalışılmıştır. Ayrıca araştırma ortamı tanımlanmıştır. Daha önce de ifade edildiği gibi işlevsel ve uygulanabilir sonuçları olmayan bir eylem araştırmasının sağlamlığından ve nakledilebilirliğinden söz etmek mümkün değildir.

4.10. Katılımcı Eylem Araştırmasında Etik

Bir eylem araştırmasında etik konular, araştırma önerisinin verilmesi ve katılımcıların belirlenmesinden, verilerin sunulması ve yayımlanmasına kadar her aşamada karşımıza çıkabilmektedir (Herry ve Anderson, 2005). Çünkü süreçte işbirlikçiler, katılımcılar, öğrenci grupları, araştırmacı ve diğer ilgili kurum ve kuruluşlar gibi paydaşlar olarak, bireyler ve bazı kurum kuruluşlar yer alabilmektedir. Bu nedenle etik konular doğal olarak oluşmaktadır. Etik konuları sağlamanın temeli araştırma süreci boyunca demokratikliği, gönüllüğü, saygıyı ve katılımcıların süreçteki ağırlıklarını dengelemeyi içermektedir (Chevalier ve Buckles, 2013; McIntyre, 2008). Bununla birlikte eylem araştırması devam eden dinamik bir süreç olduğundan baştan etik kaygıları gidermek için kusursuz bir plan ya da kurallar bütünü yoktur (Herry ve Anderson, 2005). Bu dinamik süreç gereği tamamen etik konuların sağlanması mümkün değildir. Yine de araştırma

sürecinin başından itibaren etik konulara ihtimam gösterilmeye çalışılmıştır. Gerçekleştirilen eylem araştırması sürecindeki etik konulara aşağıda değinilmiştir.

Öncelikle araştırmaya katılan katılımcı öğretmenler gönüllü olarak başka bir ifadeyle kendi istekleriyle katılımcı öğretmen olmayı kabul etmişlerdir. Araştırmacı katılımcı öğretmenlerle bir STEM eğitimiyle ilgili bir günlük mahalli hizmetiçi eğitim verirken tanışmıştır. Öğretmenler bahsi geçen bir günlük seminerin katılımcıdır. Seminer esnasında araştırmacı öğretmenlere birlikte çalışma teklifini sunmuştur. Katılımcı öğretmenler de teklifi kabul ederek bütünlük STEM/STEAM eğitimi alanında kendilerini geliştirmek ve sınıflarında uygulama yapmak istediklerini ifade etmiştir.

Eylem araştırması sürecinde neler yapılacağı, kendi üzerlerine düşen görevlerin neler olduğu açıklanmış ve ne zaman isterlerse/istediklerinde araştırmadan ayrılacakları kendilerine ifade edilmiştir. Nitekim Fatma Öğretmen ilk uygulamalarından sonra etkinliği tekrar uygulamayarak ikinci uygulamasını gerçekleştirmemiştir. Çünkü öğretmen etkinliğinin ilgili boyutlarında değerlendirici öğretmenlerin görüşlerine göre öğrenci gruplarının performanslarında problem olduğu ifade edilmesine rağmen öğretmen bu durumu kabul etmemiştir. Bu durum geçerlik komitesinde görüşülerek öğretmenin mesleki gelişiminde herhangi bir ilerleme sağlanamayacağına karar verilerek tekrar uygulama yapması istenmemiştir. Fakat Fatma Öğretmen daha sonra tekrar uygulama yapmak istediğini ifade etmiş fakat eğitim öğretim yılının sonuna gelinmesi, sınıflardaki öğrenci sayısının azalması ve diğer sınıflarda önceden planlanan uygulamalar nedeniyle uygulama gerçekleştirilememiştir.

Katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerle KA arasında Ek-3'te yer alan sözleşme imzalanmıştır. Araştırma sürecinde tüm katılımcı öğretmenlerin demokratik bir şekilde fikirlerini ifade etmeleri sağlanmıştır. Araştırma katılımcı sınıf öğretmenlerinin Osmaniye Merkez ilçesindeki okullarındaki sınıflarında fen bilimleri derslerinde gerçekleştirilmiştir. Etkinliklerin uygulanmasında ana disiplin fen bilimleri dersi seçilmiş, dördüncü sınıf fen bilimleri öğretim

programındaki temalar göz önünde bulundurularak bütünleşik STEM etkinlikleri transdisipliner yaklaşıma göre uygulanmıştır. Okullarda araştırma yapılması için gerekli izinler ilgili kurumlardan alınmıştır. Ayrıca tüm öğrenci velileri araştırmayla ilgili bilgilendirilmiştir. Öğrencilerin etkinliğe katılımı için, öğrencilerin resimleri, ürünleri, materyalleri ve sınıf ortamına ait görsellerin araştırma raporunda yer alması için Ek-2'deki izin formlarıyla her veliden uygulama yapılacak sınıfın katılımcı sınıf öğretmeni izin almıştır.

Araştırma raporunun yazımında tüm katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerin ve ayrıca öğrenci gruplarının araştırma sürecindeki düşüncelerini raporda verilmeye çalışılarak tüm katılımcıların sesleri duyurulmaya çalışılmıştır. Araştırma raporunun son hali katılımcı öğretmenlerle paylaşarak fikirleri alınmış raporda yer alan ifadeleri kendilerine teyit ettirilmiştir. Ayrıca araştırma kapsamında herhangi bir kurum ya da fondan araştırmanın yürütülmesi için maddi destek alınmamıştır.

BULGULAR

Bu bölümde katılımcı eylem araştırması sürecindeki deneyimin ifade edilmesi, yansıtmanın yapılması ve süreçte kullanılan veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analiz edilmesiyle elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Araştırma süreci boyunca, KA ve diğer katılımcı sınıf öğretmenleri ile birlikte, ilkokul dördüncü sınıf düzeyinde fen bilimleri dersinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde nasıl uygulayabileceği sorusuna yanıt aranmaya çalışılmıştır. Araştırmanın temel amacı katılımcı öğretmenlerle birlikte ilkokul kademesinde işlevsel, uygulanabilir bütünleşik STEM etkinlikleri gerçekleştirmek, teorik STEM eğitimiyle ilkokul kademesinde uygulamayı birleştirerek süreçteki deneyimi ifade etmek ve öğretmenlerin öğretimsel boyutta mesleki gelişimlerini sağlamaktır.

Bulguların ilk bölümünde katılımcı eylem araştırması sürecinde döngüler boyunca yaşanan deneyim kronolojik olarak ayrıntılı bir şekilde ifade edilip yansıtmanın yapılmasıyla elde edilen bulgular yer almaktadır. İkinci bölümde ise katılımcı eylem araştırması süreci boyunca elde edilen genel bulgulara yer verilmiştir. Süreç ilk olarak KA'nın ve daha sonra diğer beş katılımcı öğretmenin uygulamaları sürecindeki deneyim kronolojik olarak eylem döngüsüne göre araştırmanın okuyucu hedef kitlesi olan öğretmenler ve tez izleme komitesi göz önünde bulundurularak raporlaştırılmıştır. Odaklanılacak alanın belirlenmesini hedefleyen ilk döngüden itibaren son döngüye kadar eylem araştırmasının doğası gereği araştırma boyunca her döngü planlama, uygulama, yansıtma faaliyetleri şeklinde devam ettiğinden, tüm bu döngülere ilişkin bulgulara bu bölümde yer verilmiştir. Genel bulguların verilisinde ise kronolojik yaklaşım yerine tematik yaklaşım benimsenmiştir. Bulgular verilirken araştırmacı günlüğü, katılımcı ve değerlendirici öğretmen görüşleri ve diğer veri toplama araçlarına atıfta bulunularak deneyimin ifade edilmesi sağlanmıştır. Ayrıca bu bölümde anlatımın akışını bozmaması için kısaltması yapılan sözcük ve kavramlar Tablo 5.1'de verilmiştir.

Tablo 5.1. Bulgular Bölümüne İlişkin Kısaltmalar Listesi

KA: Katılımcı araştırmacı	Dg: Değerlendirici görüşmesi kaydı dökümü
Ag: Araştırmacı günlüğü	GK: Geçerlik komitesi
TYN: Tanımlayıcı ve yansıtıcı not	Gk: Görüşme kaydı dökümü
GÖDF: Grup öz değerlendirme formu	Vk: Video kaydı dökümü
s.: Sayfa numarası	p. : Paragraf numarası
BSEGDF: Bütünleşik STEM/STEAM etkinliği grup değerlendirme formu	ÖOGGK: Öğretmen odak grup görüşmesi kaydı dökümü

5.1. Katılımcı Araştırmacının Uygulamalarına İlişkin Bulgular



Eylem araştırmasının doğası gereği ilkokul dördüncü sınıf düzeyinde bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasında odaklanılacak alanın belirlenmesi amacıyla ilk olarak katılımcı araştırmacı tarafından deneyimli geçerlik komitesi üyesi Dr. SAİTO ve Dr. MENTİŞ TAŞ'ın danışmanlığında gerçekleştirilen bütünleşik STEM ders planı hazırlama süreciyle başlanmıştır. Doğal olarak KA ilkokul kademesinde bir bütünleşik STEM etkinliğini

uygulayacak olan bir öğretmen olarak meslek gelişim sürecinin ilk adımı etkinlik planı hazırlama süreciyle başlanmıştır. Bütünleşik STEM etkinliği planının hazırlanması sürecindeki deneyim bu bölümde ifade edilmiştir.

5.1.1. Uygulama Öncesi Katılımcı Araştırmacının Bütünleşik STEM Etkinliği Ders Planı Hazırlama Sürecine İlişkin Bulgular

Katılımcı araştırmacı araştırmacının ilk aşamasında belirlenen sınıflarda STEM eğitime göre bir dersi uygulayabilmek ve uygulama sonrasında odaklanılacak alanı belirlemek amacıyla ders planı hazırlama çalışması gerçekleştirmiştir. Araştırma sürecinin planlanması esnasında öncelikle bir ders planı hazırlama sürecinden başlamam gerektiğini (Ag, 14.12.2017, s.18) fark ettim. Çünkü her ne kadar ilgili kaynaklarda ve alanyazında örnek etkinlik planları yer alsada bu planlar tamamen ilköğretim kademesine uygun değildi (Ag, 13.12.2017, s.17). Ayrıca araştırma sürecinde geçerlik komitesi üyeleriyle bu durum tartışılmış ve ilköğretimde STEM etkinliklerinin uygulanmasında yaşanabilecek problemleri tespit edilmesi ve odaklanılacak alanların belirlenmesi amacıyla öncelikle bir bütünleşik STEM etkinliği ders planı hazırlama faaliyetiyle sürece başlanması gerektiği (GK, 28.12.2017, 10:51; 28.12.2017, 11:26) karara bağlanmıştır. Bununla birlikte etkinliğin en fazla bir ya da iki saat olması ve geri kalan zamanın ise öğretmenlerle geçirilecek şekilde planlanması gerektiği (GK, 28.12.2017, 11:18) kararlaştırılmıştır. Bu sebeple katılımcı araştırmacı öncelikle eylem araştırmasının ilk aşamasında seçilen sınıflarda uygulayabilmek için geçerlik komitesinin danışmanlığında ders planı hazırlama konusunda mesleki gelişim faaliyetini gerçekleştirmiştir.

5.1.1.1. Bütünleşik STEM Etkinliği Ders Planı Hazırlama Sürecine İlişkin Bulgular

İlköğretim dördüncü sınıf Fen Bilimleri dersinde bütünleşik bir STEM etkinliğini nasıl planlamam gerektiğini anlamak amacıyla öncelikle mevcut bütünleşik STEM ders planlarını inceledim. Özellikle “Engineering Elementry” adındaki internet sitesi ve Vasquez, Sneider ve Comer (2013, s.38) tarafından

yazılan “STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics” ve Johnson, Peters-Burton ve Moore (2016) tarafından yazılan “STEM Roadmap: A Framework for Integrated STEM Education” adlı kitaplardan yararlandım. Ayrıca internet sitelerinde ve ilgili kaynaklarda yer alan STEM etkinlik planlarından yararlanarak etkinlik planını hazırlamaya çalıştım. Fakat alanyazında yer alan planlar genellikle ortaokul kademesi için hazırlanmış olduğunu ve ilkokul kademesi için uygun olmadığını fark ettim (Ag, 15.12.2017, s. 18). STEM eğitimi özellikle ilkokullarda yeni bir kavram olduğu için plan hazırlamada zorlanacağımı hissettim (Ag, 15.12.2017, s. 19; 28.12.2017, s.69). Hazırlanan planlarda genellikle fen ve matematikle ilgili boyutlar açık bir şekilde yer alırken mühendislik ve teknoloji boyutu yer almıyordu (Ag, 15.12.2017, s. 19). Çünkü yeni Fen Bilimleri Öğretim Programında “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” adında yeni bir tema yer almasına rağmen teknoloji ve mühendislik boyutuyla ilgili kazanım ve içerikler yer almıyordu. Bu nedenle bu durumun geçerlik komitesi üyeleriyle paylaşılmasına karar verdim (Ag, 16.12.2017, s. 19). Geçerlik komitesi üyesi Dr. SAİTO bütünleşik STEM etkinliklerinin planlanması ve uygulanmasında Saito, Gunji ve Kumano (2015, s. 90) tarafından gerçekleştirilen çalışma kapsamında geliştirilen bir yöntem olan T>SM>E (teknoloji-fen ve matematik-mühendislik) metodunu kullanmamı önerdi (GK, 28.12.2018, 11:11). Dr. SAİTO etkinliğin hazırlanmasında, uygulanmasında ve boyutların ifade edilip bütünleştirilmesinde bu yöntemin yardımcı olacağını (GK, 26.12.2017, 01:05) ifade ederek yöntemi KA’ya önermiştir. Bu yöntemde ilk olarak öğrencilerin mühendislik süreci sonunda tasarlayacakları geçmişte ve günümüzde kullanılan, teknolojik bir ürün seçilmektedir. Seçilen bu ürün (mühendisliğin ürünü) ve ürünün geçmişten günümüze tarihsel gelişimi etkinliğin teknoloji boyutunu (T), ürünün tasarlanmasına kullanılan fen ve matematikle ilgili bilgi ve beceriler, fen ve matematik boyutunu (SM) ve ürünün ihtiyaçları karşılayacak şekilde tasarlanması, tasarlanma sürecindeki problemlere çözüm üretilmesi, en uygun, optimum çözümün bulunmasıyla ilgili süreç ve becerilerin de mühendislik boyutuyla (E) ilgili olduğu (Saito ve diğerleri, 2015) ifade edilmiştir. Başlangıçta etkinlik planı hazırlarken nereden başlanmam gerektiği konusunda zorlanmama

rağmen T>SM>E metodunun bu konuda faydası olacağı fark ettim (Ag, 26.12.2018, s. 75). Ders planı hazırlama sürecinin Google Forms uygulaması kullanılarak İngilizce bir plan hazırlama ortak çalışma sayfasında yürütülmesine karar verilmiştir (GK, 27.12.2017, 14:12). Bu ortamda GK üyesi Dr. SAİTO ve KA çalışma sayfalarını aynı anda görebilmekte, nerede olurlarsa olsunlar internete bağlı bir bilgisayardan planı hazırlayabilmekte, dokümanlar üzerinde ortak çalışma yapıp her an dönütler ve düzenlemeler yapabilmektedirler. Plan hazırlama sürecine ana disiplin olarak fen bilimleri dersi seçildiğinden Fen Bilimleri Öğretim Programının dördüncü sınıflara ait bölümünde yer alan bir ana tema seçilerek o tema/temalarla ilgili bir bütünleşik STEM etkinliğinin planlanması kararlaştırılmıştır (GK, 28.12.2017, 11:12). Etkinlik planı hazırlanmasında transdisipliner yaklaşım tercih edilmesi nedeniyle de dördüncü sınıf fen bilimleri temalarından “Yer Kabuğu ve Dünyamızın Hareketleri”, “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” temaları seçilmiştir. Bu temalara yer alan içerik ve kazanımların incelenmesi sonucunda “Zamanın Keşfi” etkinliğine karar verilmiştir.

Başlangıçta öğrencilerden güneşin günlük hareketini fark edebilecekleri bir gölge çubuğu hazırlayarak güneşin gün boyu gözlemlenmelerini ve gölge çubuğunun gölgesinin güneşin konumuna göre hareket ettiğini fark etmelerini içeren bir etkinlik düşünülmüştür (Ag, 28.12.2017, s. 74). Fakat geçerlik komitesi görüşmesinde bunun yerine bir güneş saati yapma fikri ortaya atılarak Zamanın Keşfi Etkinliğinde karar kılınmıştır (GK, 29.12.2017, 14:21).

Zamanın Keşfi Etkinliği uygulanırken bütünleştirme yaklaşımı olarak Drake ve Burns (2004) tarafından önerilen “Transdisipliner” yaklaşım benimsenmiş ve etkinliğin proje tabanlı öğrenmeye göre uygulanmasına karar verilmiştir (GK, 04.01.2018, 14:02; Ag, 04.01.2018, s.83). Etkinliğin en fazla bir ya da iki saat sürmesi, geriye kalan zamanın etkinliği değerlendirmek amacıyla öğretmenlerle geçirilmesi gerektiği kararlaştırılmıştır (GK, 28.12.2017, 11:18).

Tablo 5.2. Bütünleşik STEM Ders Planı İçerik Tablosu

Etkinliğin Adı:	
Sınıf:	Ana Disiplin:
İlgili Ana Disiplin Temaları:	Bütünleştirme Yaklaşımı:
Süre:	Etkinliğin Özeti:
İlgili STEM Disiplinlerine İlişkin Beceriler(Teknoloji, Fen ve Matematik, Mühendislik)	
Öğretim Programındaki ve Yeni Neslin Fen Standartlarındaki(NGSS) İlgili Kazanımlar:	
21. Yy Becerileri:	
Araç Gereç ve Malzemeler:	Gerçek Yaşam Temelli Problem Durumu:
Etkinliğin Değerlendirilme Kriterleri: -Toplumda ve hayatında teknolojinin rolünü ve teknolojiyle ilgili problemleri fark eder. -Etkinlikteki mühendislik problemini tanımlar ve içeriğini anlayarak sınırlandırır. Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji and Kumano, 2015).	
Etkinliğin DDO(Define, Develop, Organize) ve Proje Tabanlı Öğrenmeye Göre Uygulanışı	
Kaynak: Saito ve diğerleri, (2015)	

Tablo 5.2’de yer alan etkinlik planı ana hatlarına göre bütünleşik STEM etkinliğinin ders planı hazırlama çalışması yürütülmüştür. T>SM>E metodu kullanılarak planlanan etkinliğin uygulanması sonrasında katılımcı araştırmacı olarak eylem araştırması sürecinde etkinliğin teknoloji, fen, matematik ve mühendislik alanlarından hangisine odaklanacağını belirlenebileceğine karar verilmiştir. Etkinlik planının hazırlanması kısa bir zaman alacağı düşünülse de yaklaşık olarak bir ay sürmüştür (Ag, 05.01.2018, s. 84). Çünkü standart bir ders programından farklı olarak bir teknoloji ve mühendislik boyutunun yanında STEM alanlarının bir etkinlikte birbirleriyle nasıl bütünleştirileceği, ilkökul seviyesine uyarlanacak olması, bir STEM etkinliği uygulayıcısı öğretmen olarak katılımcı araştırmacıyı çok zorlamıştır (Ag, 05.01.2018, s. 84). Bu durum geçerlik komitesi tarafından değerlendirilerek normal olarak karşılanmıştır (GK, 06.01.2018; 22.12).

Etkinliğin planlarının hazırlanması sürecinde özellikle teknoloji boyutunun içeriğinin ne olacağı konusunda çok zorlandım. Bu hem teknoloji kavramının tanımından hem de genellikle matematik ve fenne ilişkin kazanımlara odaklanmamdan kaynaklanıyordu (Ag, 05.01.2018, s. 84). Fen ve matematikle ilgili kazanımlar sınıf seviyesine uygun bir şekilde öğretim programlarında yer almaktaydı. Fakat mühendislik ve teknoloji dediğimiz zaman o etkinlik için sınıf seviyesine uygun kazanımları uygulayıcı olarak bizim belirlememiz gerekiyordu. Ayrıca özellikle mühendislik boyutunun içeriği fen

ve matematiğinkinden çok farklıydı (Ag,05.01.2018, s. 84). Bu durum benim teknoloji ve mühendislik kavramlarının içeriğini ve tanımını en baştan düşünmeye itti. Bir güneş saati tasarımında teknoloji ve mühendislik boyutunun ne olabileceğini güneş saatini düşünerek oluşturup planlamaya çalıştım (Ag, 09.01.2018, s. 86). Ayrıca geçerlik komitesi üyeleriyle yapılan görüşmede komite üyeleri öğrenci gruplarının güneş saatlerini tasarlarken sürecin ilgili boyutlara ilişkin kazanım ve becerilerin ne olabileceğini ortaya koymak amacıyla etkinlikten önce bizzat katılımcı araştırmacının kendi eliyle bir güneş saati yapması fikri önerisi getirilmiştir (GK, 05.01.2018, 10:32 - 09.01.2018, 10:35). Geçerlik komitesi üyelerinden Dr. SAİTO önce öğretmenin kendisinin güneş saatini yaparak etkinlikte tüm boyutların neler içerebileceğini tahmin edebileceğini ve öğrencilerin ürünü tasarlarken nerede zorlanıp zorlanmayacağını belirleyebileceğini ifade etmiştir. Ayrıca etkinliğin ilgili boyutların belirlemeden yapılması durumunda odaklanılacak alanın belirlenemeyeceği ve etkinliğin ders değil sadece bir oyundan öte gidemeyeceği ifade edilmiştir (GK, 05.01.2018, 10: 39). Bu nedenle KA olarak geçerlik komitesinin önerisiyle bir güneş saati yapmaya karar verdim (Ag, 09.01.2018, s. 85).

Resim 2: Katılımcı Araştırmacının Güneş Saatini Hazırlama Deneyimi



Öncelikle Güneş saatinin yapılışıyla ilgili araştırma yaptım ve gerekli malzemeleri temin ederek güneş saatini yapmaya çalıştım (Ag, 09.01.2018, s. 86). Saati kendi elimizle yapmamızın özellikle etkinliğin fen, teknoloji,

mühendislik ve matematik boyutlarını belirlemede ve sınıf seviyesine uyarlamada ve planı hazırlamada bana çok katkısı oldu. Çünkü kendin yaptığın zaman tasarım aşamasında her adımın hangi boyutla ilgili olduğunu ve dördüncü sınıf öğrencilerinin bu aşamaları gerçekleştirip gerçekleştiremeyeceğini fark ediyor, öğrenci gözünden düşünebiliyorsunuz (Ag, 09.01.2018, s. 87). Ben özellikle öğrencilerin coğrafi kuzeyi belirleyip belirleyemeyecekleri konusunda tereddüt ettim ve pilot uygulamada bunu kontrol etmeye karar verdim (Ag, 10.01.2018, s. 88). Öğrencilerin güneş saatlerini tasarlama sürecinde kullanacakları her türlü bilgi ve olası değişkenler öncelikle teknoloji ve daha sonra fen ve matematik boyutuyla ilgili olduğu, öğrencilerin güneş saatini tasarımlarının altında yatan etkenlerin (Kim? Niçin?) de teknoloji boyutuyla ilgili olduğu ve bu ihtiyaçların belirlenmesinin aynı zamanda aşılması gereken bir engel ya da soruna yol açtığını bu durumun ise etkinliğin mühendislik boyutuyla ilgili olduğu kararlaştırılmıştır (GK, 09.01.2018, 07:28). Teknoloji aslında etkinlik sonrasında ortaya çıkan tasarım olan “güneş saati” iken fakat teknolojiyi öğrenme kavramının farklı bir olgu olduğunu fark ettim. Teknolojinin, tasarlanacak olan ürünün tarihsel rolü, nasıl, niçin yapıldığı ve geçmişten günümüze değişimi içermekte olduğunu fark ettim (Ag, 10.01.2018, s. 89).

Etkinliğin uygulanmasında kullanılacak yöntem olarak ise bütünleşik STEM eğitimine uygun alanyazında yer alan proje tabanlı, probleme dayalı öğrenme ya da 5E, 7E öğrenme modelleri arasından proje tabanlı öğrenme yöntemi seçilmiştir (Ag, 10.01.2018, s. 90; GK, 10.01.2018, 10:25). Ayrıca GK üyeleri planda (Bütünleşik STEM Etkinliği Ders Planı, Ek-12, bölüm 11) etkinliğin her aşamasında öğrenci ve öğretmenin ne yapması gerektiğini içeren adımları uygulama bölümü ve değerlendirme aşamasında kullanılmak üzere teknoloji, mühendislik ve fen ve matematik boyutunun (Bütünleşik STEM Etkinliği Ders Planı, Ek-10, bölüm 5) açık bir şekilde ifade etmesi istenmiş (GK, 10.01.2018, 10:42) ve KA planı bu önerileri dikkate alarak hazırlamıştır.

5.1.2. Pilot Uygulamanın Yapılması

Bütünleşik STEM etkinlik planı 10.01.2018 tarihinde tamamlanmıştır. Plan hazırlama süreci tamamlandıktan sonra 15.01.2018 tarihinde Münire Hanım İlkokulunda Yakup Öğretmenin sınıfında etkinliğin uygulanmasında, değerlendirilmesinde olabilecek aksaklıkların tespit edilerek esas uygulamaya geçilmeden önce ortadan kaldırılması amacıyla bir pilot uygulama yapılmıştır. Pilot uygulama 3 saat sürmüştür ve bu öğrencilerin etkinliğe aktif bir şekilde katıldığı görülmüştür (Vk, 15.01.2018). Değerlendirici öğretmenler ve sınıf öğretmeni sınıfta yer alan 5 grubu ayrı ayrı değerlendirmeye çalışmışlar ve değerlendirme sürecinde bir problem yaşanmadan tamamlanmıştır (Ag, 15.01.2018, s.96). Bu sebeple durum geçerlik komitesiyle paylaşarak uygulama süreci boyunca uygulama yapılacak sınıflarda en fazla beş grubun yer almasına karar verilmiştir (GK, 15.01.2018, 18:13). Ayrıca etkinlikte gruplar güneşin günlük hareketinden yararlanarak güneş saatini yapabileceklerini fark edemediler (Vk, 15.01.2018). Bu sebeple öğrenciler mühendislik problemini fark etmede ve bu probleme çözüm önermede zorlandılar (Vk, 15.01.2018). Ayrıca etkinlikte öğrencilerin güneşin hareketini gün boyu gözlemlmelerine neden olacak bir durum ya da etken olması gerekiyordu. Geçerlik komitesiyle pilot uygulamanın sonuçları paylaşarak pilot uygulamayla ilgili değerlendirme yapılmıştır (GK, 15.01.2018, 22:07). Güneş saati tasarımına geçmeden önce öğrenciler için zor olacağı düşünüldüğünden öncelikle öğrencilerin güneşin günlük hareketini dışarıda gözlemlmelerini ve gölge oluşumu, gölgenin boyu ve genişliği gibi olguları fark etmeleri gerektiğine karar verilmiştir (GK, 16.01.2018, 12:10). Öğrencilerin güneş saati yapmadan önce onların gün boyu güneşi ve gölgenin hareketini gözlemlmelerine neden olacak bir problem durumu oluşturmamı ve etkinliğe bu problem durumu vererek başlamamı tavsiye etmiştir (GK, 15.01.2018, 22:08). Öğrencilerin çözüm olarak güneş saati tasarımlarını gerektirecek bir gerekçe ya da problem durumu oluşturulması kararlaştırılmıştır (GK, 15.01.2018, 22:11). İlk aşamada problem durumu olarak; okulun bahçesinde yer alan ağacın bulunduğu bölgeye güneşi çok seven bir çiçek türü ekileceği, güneşi gün içerisinde tam almazsa çiçeklerin güzel olmayacağını ve

bu sebeple gün boyu güneş ışınlarını alması gerektiği ifade edilmiştir. Öğrencilerden bahçenin ağaç olan bu bölümün nerelerine çiçek ekip nerelerine ekemeyeceğimizi belirlemeleri istenmiştir (Ag, 16.01.2018, 16.01.2018, s. 102, 103). Öğrenciler bir gün boyunca güneşin hareketi gözlemleyerek bahçede ağacın gölgesinin nerelere gelip gelmediğini tespit ederek nereye çiçek ekilip ekilemeyeceğini belirlemeye çalışacaklar ve bu sayede güneşin günlük hareketini gölge oluşumunu ve hareketini fark ederek güneş saatlerini tasarlama yolunda ilk adımı atacaktlardır (Ag, 16.01.2018, s. 103). Bu durumda etkinliğin bir günlük güneşin hareketini gözleme ve daha sonra dört saatlik güneş saatinin tasarlanması olarak iki aşama içermesine karar verilmiştir (GK, 16.01.2018, 18:13, 17.01.2018, 14:26).

5.1.3. KA'nın Beş Katılımcı Öğretmenin Sınıflarında Fen Bilimleri Dersinde Zamanın Keşfi Etkinliğini Uygulamasına İlişkin Bulgular

KA'nın bütünleşik bir STEM ders planı hazırlaması aşamasından sonra ilkökul kademesinde bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasında yaşanan problemleri tespit etmek, odaklanılacak alanı belirlemek ve süreçteki deneyimin ifade edilmesini sağlamak amacıyla KA planlanan Zamanın Keşfi Etkinliğini diğer beş katılımcı öğretmenin sınıflarında aşağıda verilen Tablo 5.3'deki planlanan tarihlerde iki aşamalı olarak uygulamıştır. Uygulama esnasında değerlendirici öğretmenler ve sınıf öğretmenleri katılımcı araştırmacının uygulamasını gözleyerek değerlendirmişlerdir.

Tablo 5.3. KA'nın Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Etkinliği İlk Uygulama Tarihleri

Uygulama	Okullar				
	Fatih	Cevdetiye	Şehit Yasemin	Mithatpaşa	Mehmet Akif
Güneşi Gün Boyunca Gözleme	15.03.2018	07.03.2018	05.03.2018	19.03.2018	14.03.2018
Güneş Saati Tasarımı	22.03.2018	16.03.2018	12.03.2018	26.03.2018	21.03.2018

Etkinliğin ilk aşamasında aşağıdaki resimlerde görüldüğü gibi okullarda hazırlanan güneşi gözlem materyaliyle 05.03.2015-19.03.2018 tarihleri arasında öğrenci grupları güneşi bir gün boyunca gözlemleyerek materyaldeki ağaç yerine konan gölge çubuğunun hareketini gözlemleyerek kaydetmişlerdir. Böylece problem durumunda verilen hikâyede gölgenin geldiği çiçek ekilemeyecek yerleri belirlemeye çalışmışlardır. Daha sonra ise başka bir problem durumu olan ıssız bir adada zamanı belirleyebilmek için bu gözlemlerinden elde ettikleri deneyimi kullanarak güneş saati tasarımını içeren ikinci uygulamayı yine beş sınıfta 12.03.2018-26.03.2018 tarihleri arasında gerçekleştirmişlerdir.

Uygulama süreci Resim 3, Resim 4 ve Resim 5'te görüldüğü üzere katılımcı araştırmacının okulların bahçelerine öğrencileri çıkartarak problem durumunu bir ağacın altında vererek, uygulamanın birinci aşaması olan güneşin bir gün boyunca gözlemlenmesi süreciyle başlatılmıştır (Vk, 05.03.2018; 07.03.2018; 14.03.2018; 15.03.2018; 19.03.2018).

Resim 3, 4 ve 5 (soldan sağa): Birinci Aşama Güneşin Gün Boyu Gözlenmesi Amacıyla Öğrencilere Problem Durumunun Dışarıda Verilmesi ve Güneşin Hareketini Gözlemek Amacıyla Hazırlanan Materyal

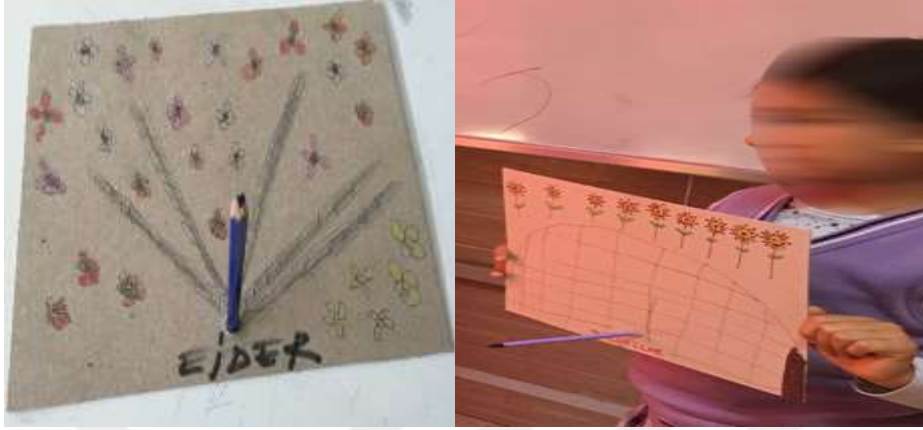


Öğrencilerin kolay gözlem yapabilmeleri amacıyla Resim 3 'te görüldüğü üzere bahçe yerine A4 kâğıdı ebatında bir mukavva levha ve ağaç yerine de bir kurşun kalem yerleştirilmiştir (Ag, 04.03.2018, s. 155). Öğrencilere mukavvanın tam ortasından bir düz ok işareti çizmelerini ve bu ok işaretinin ucunun doğru gözlem yapabilmeleri için “kuzeyi” göstermesi gerektiği bilgisi dördüncü sınıf seviyesindeki öğrencilerin fark edemeyeceği düşünülerek verilmiştir. Fakat öğrenciler yön bulma yöntemlerini kullanarak “kuzey” yönünü kendileri bulmuşlardır (Vk, 05.03.2018; 07.03.2018; 14.03.2018; 15.03.2018).

Öğrencilere problem durumu verildikten sonra gözlemlerini gün boyunca yapabilmeleri için tam bir gün süre verilerek etkinliğin kalan kısmına başka bir gün devam edileceği söylenmiştir. Gruplar hazırlanan materyali kullanarak gölge çubuğunun hareketini gün boyu gözlemlemişler ve hareket alanını materyalin üzerine işaretlemişlerdir.

Etkinliğin ikinci aşaması 12.03.2018 tarihinde ilk olarak Tezcan Öğretmenin sınıfında gerçekleştirilmeye başlanmış 26.03.2018 tarihinde Şaziye Öğretmenin sınıfında son uygulama yapılarak tamamlanmıştır. Etkinliğe başlamadan önce ilk olarak grupların yaptıkları gözlemleri kontrol etmek amacıyla gözlem materyallerine baktım ve kontrol ettiğimde çoğu Grubun gözlemlerini yaptıklarını fakat genellikle grupta bu işi yapmayı bir kişiye verdiklerini ve gözlemi sadece o öğrencinin yapmış olduğunu, öğrencilerin ifadelerinden öğrendim (Ag, 13.03.2018, s. 170).

Resim 6, 7: Ejder Yıldızlar Grubu'nun Bir Günlük Güneşi Gözlem Sonucunda Gözlem Materyallerinin Görünümü



Resim 6 ve 7'de görüldüğü üzere Mehmet Akif İlkokulunda Saime Öğretmenin sınıfında yer alan Ejder Grubu ve Mithatpaşa İlkokulundaki Şaziye Öğretmenin sınıfında yer alan Yıldızlar (sağda) gruplarının güneşi gözlem materyalleri görülmektedir. Gruplar güneşin hareketine bağlı olarak gölge çubuğunun gölgesini gün boyu gözlemleyip çiçek ekilip ekilmeyecek yerleri belirledikleri resimlerden anlaşılmaktadır. Ayrıca bazı grupların ise Ejder Grubu gibi güneşi takibi gün boyunca değil belirli aralıklarla takip edip gölge çubuğunun zemindeki gölgesinin günün bazı farklı zaman dilimindeki görünümünü çizdikleri anlaşılmaktadır (Resim 6). Gözlem süreci sonunda çoğu grubun bahçenin kendisi olarak kabul edilen materyalin zemininde gölgenin nerelere gelip gelmeyeceğini (nerelere çiçek ekilip ekilmeyeceğini) genel olarak belirlemiş olduğu görülmektedir (Ag, 13.03.2018. p. 173).

Etkinliğin ilk aşamasının değerlendirilmesi sonrasında tüm sınıflarda ikinci problem durumu olan (Bütünleşik STEM Etkinliği Ders Planı, Ek-10, bölüm. 8) ıssız adadayken zamanın nasıl ölçülebileceğiyle ilgili problem durumu verilmiş ve öğrencilerin bir önceki güneşi gözleme deneyimleri de göz önünde bulundurularak bu durumu grupların tartışmaları istenmiştir (Vk. 12.03.2018; 16.03.2018; 21.03.2018; 22.03.2018; 26.03.2018). Daha sonra öğrenci gruplarının probleme çözüm önerilerini sınıfla paylaşmaları istenerek grup olarak belirledikleri çözümleri gruplar sınıfla paylaşmıştır. Gruplardan

probleme çözüm olarak bir güneş saati yapma fikri (Ebay, Yıldızlar, 4A, Ejder, Afrin Aslanları) gelinceye kadar süreç devam ettirilmiştir. Bu süreçte geçmişten günümüze zamanı ölçmede kullanılan araç-gereçler, tarihsel değişimi ve gelişimi de tartışılmıştır. Probleme çözüm önerisi olarak güneş saati fikri karar verildikten sonra saatin yapım aşamasına geçilmiştir (Vk, 12.03.2018; 16.03.2018; 21.03.2018; 22.03.2018; 16.03.2018).

Resim 8,9: Öğrenci Grupları Mühendislik Sürecini Gerçekleştirirken



Resimlerde etkinliğin ikinci aşaması olan güneş saatinin tasarlanmasıyla ilgili olarak Resim 9'da Becerikli Yıldızlar Grubu güneş yerine kullanılan yapay ışık kaynağı fener vasıtasıyla gün içerisindeki zaman dilimlerini belirleyip güneş saatinin zeminine yazmaya çalışırken görülmektedir. Etkinliğin ikinci aşaması planlanan süreden çok daha fazla sürmüştü ve 02.03.2018 tarihinde Şaziye Öğretmenin sınıfında son uygulama gerçekleştirilerek ilk uygulama döngüsü tamamlanmıştır (Ag, 27.03.2018, s. 186).

KA'nın T>SM>E metoduna göre hazırladığı bütünleşik STEM etkinliği fen bilimleri dersinde katılımcı öğretmenlerin beş sınıfında uygulama aşamasında katılımcı gözlem yapan değerlendirici öğretmenler ve sınıf öğretmeni tarafından bütünleşik STEM etkinliği değerlendirme formu vasıtasıyla değerlendirilmiştir. Değerlendirmeler sonucunda üzerinde uzlaşılan öğrenci gruplarının puanları Tablo 5.4'te verilmiştir.

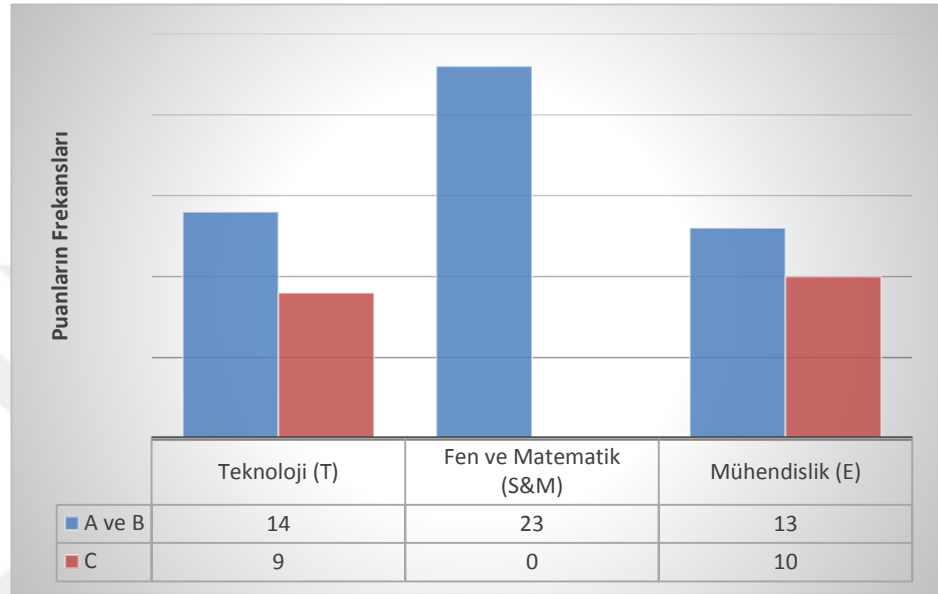
Tablo 5.4. KA'nın İlk Uygulaması Sonrasında Öğrenci Gruplarının Teknoloji, Fen, Matematik ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Puanları

Okullar	Gruplar	Teknoloji	Fen&Mat.	Mühendislik
Mithatpaşa	Yıldızlar	C	B	C
	Apple	A	B	B
	Tayfalar	C	B	C
	Şirinler	B	A	B
	FB'liler	B	A	C
Fatih	Etkinlikçi Beşler	B	B	C
	Becerikli Eller	B	A	B
	Harika İşler	B	B	B
	Ebay	C	B	B
	Çılgın Beşli	B	A	B
Mehmet Akif	Çitalar	C	B	C
	Ejder	C	A	A
	Alev Topları	B	A	C
	Aslanlar	C	A	C
Cevdetiye	Becerikli Yıldızlar	B	B	C
	Çalışkan Kaplanlar	B	A	B
	Yıldızlar B	B	A	A
	Afrin Aslanları	A	A	B
	Zeki Yıldızlar	A	B	A
Şehit Yasemin	Doğa	A	A	B
	4A	C	B	C
Tekin	Çalışkanlar	C	B	B
	Batman	C	B	C

Birinci döngü sonunda katılımcı gözlemci olan iki değerlendirici öğretmen ve sınıf öğretmeni tarafından bütünleşik STEM etkinliği değerlendirme formu vasıtasıyla beş okulda gerçekleştirilen etkinlikte bir sonraki uygulamada odaklanılacak alanı belirlemek amacıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik boyutları açısından değerlendirilmiştir. Boyutlara ilişkin ortaya çıkan

değerlendirme puanlarının frekanslarına ilişkin dağılım ise Grafik 5.1’de görülmektedir.

Grafik 5.1. KA’nın İlk Uygulaması Sonrasında Öğrenci Gruplarının İlgili Boyutlara Aldıkları Puanların Dağılımı



Değerlendirme esnasında verilen ilgili boyutlarla A ve B puanları alan öğrenci gruplarının etkinlik esnasında bu boyutta performans gösterdiğini kanıtlamaktadır. Bu nedenle iki puan grubu birlikte ele alınmıştır. C puanları ise değerlendirici öğretmenlerin görüşlerine göre grupların etkinlik esnasında ilgili boyutta hiç performans sergilemediğini göstermekte ve KA için bir sonraki uygulama döngüsünde odaklanılacak alanın hangi boyutlar olduğunu belirtmektedir.

Öğrenci gruplarının teknoloji, fen ve matematik, mühendislik boyutlarına ilişkin puanları incelendiğinde 23 öğrenci grubu’nun 14’ü teknoloji boyutunda en az bir performans sergilerken 9 tanesi hiçbir performans sergilememiştir. Mühendislik boyutunda ise 13 grup A veya B düzeyinde performans sergilerken 10 grup hiçbir performans sergilememiştir. Etkinliğin fen ve matematik boyutunda ise grupların hiçbirinde problem yaşanmamış tüm gruplar güneş saatlerinin tasarımı sürecindeki problemlerin çözümünde fen ve matematiği

kullanmışlardır. Etkinlik sonrasında katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerle yapılan görüşmelerde ve öğretmenlerin tanımlayıcı ve yansıtıcı notlarının dökümünün NVivo 10 nitel veri analizi programında en çok telaffuz edilen kelime ve kelime gruplarının dağılımına ilişkin frekans analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda mühendislik, teknoloji, fen ve matematik ve ayrıca bir diğer boyut olarak ortaya çıkan sanat boyutunun kaç tane veri toplama aracında kaç kez telaffuz edildiği Tablo 5.5'te görülmektedir.

Tablo 5.5. Bütünleşik STEM Etkinliği Boyutlarının Kayıt Dökümlerindeki Frekans Dağılımı Tablosu

Boyutlar	Veri Toplama Aracı	Frekans
Mühendislik (E)	13	132
Teknoloji (T)	12	108
Fen (S)	8	91
Matematik (M)	9	92
Sanat (A)	6	44

Tablo 5.5 incelendiğinde yapılan görüşmeler ve tanımlayıcı ve yansıtıcı notların dökümlerinde yapılan frekans analizi sonucunda en çok STEM boyutlarından mühendislik ve teknoloji boyutu katılımcı-değerlendirici öğretmenler tarafından telaffuz edildiği anlaşılmaktadır. Mühendislik kavramı 13 kaynaktan 132 kez telaffuz edilirken teknoloji kavramı ise 12 kaynaktan 108 kez telaffuz edilmiştir. Daha sonra ise frekans sıklığına göre fen, matematik ve sanat boyutu gelmektedir. Bu durumda öğretmenlerle yapılan görüşmelerin ve değerlendirici öğretmenlerin yansıtıcı notlarının içeriğinin genellikle mühendislik ve teknoloji boyutu etrafında ve bu boyutlarla ilgili olduğu söylenebilir. Bu durum KA'nın bir sonraki uygulamada odaklanılacak alanlarına yönelik kanıt sunmaktadır.

5.1.3.1. Etkinliğin Teknoloji Boyutuna İlişkin Bulgular

Tablo 5.5 ve Grafik 5.1'de gösterilen birinci döngü sonunda boyutlara ilişkin puanları ve kelime frekansı dağılımı incelendiğinde etkinliğin teknoloji boyutunda 23 gruptan 9 grup: Yıldızlar ve Tayfalar (Mithatpaşa); Ebay (Fatih); Çitalar, Ejder, Aslanlar (Mehmet Akif) ve 4A, Çalışkanlar, Batman (Şehit

Yasemin) değerlendirci görüşlerine göre hiçbir performans gösterememiştir. Bu sonuçlar öğrenci gruplarının geçmişten günümüze zamanı ölçmede kullanan araç gereçlerin değişim ve gelişimini fark edemedikleri ve ayrıca etkinlikte teknolojiyle ilgili problemleri fark edemediklerini göstermektedir.

Şaziye Öğretmen, teknoloji boyutunu öğrencinin fen ve matematiği kullanarak mühendislik süreci sonunda tasarladığı ürününün etkinliğin teknoloji boyutunu ifade ettiğini söylemiştir. Daha önce kullanılan saatlerin farkında olmasını ve dijital saatlerin güneş saatinden daha işlevsel olduğunu söylemesinin ve ayrıca gölge çubuğunun gölgesinin analog saatte akrep gibi çalıştığını bilmesinin teknoloji boyutuyla ilgili olduğunu (Gk, 19.03.2018, p.19, 52) söylemiştir. Teknoloji boyutuyla ilgili öğrenci gruplarından Aslanlar Grubu; saatlerimiz yok iken güneşten saat yaptıklarını (GDÖF, 22.03.2018). Doğa Grubu ise güneşli saat yapmada nasıl kullanabileceklerini öğrendiklerini (GÖDF, 21.03.2018) formlarında ifade etmişlerdir. Ejder Grubu da etkinlikte bulutlu günlerde güneş saatinin kullanılamayacağını ve gölge çubuğunun güneşli geçirmemesi gerektiğini fark ettiklerini (GDÖF, 21.03.2018) formlarında belirterek etkinliğin teknoloji boyutuyla ilgili ifadeler kullanmışlardır.

Değerlendirci öğretmenler ise genel olarak en çok teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşandığını fen ve matematik boyutunda gruplarda problem yaşanmadığını değerlendirme formlarında belirttiklerini ve her grubun gösterdiği performansı ilgili boyutun alanına yazarak puanlama yaptıklarını (DG, 24.03.2018, p. 50, 51) ifade etmişlerdir. Mustafa Öğretmen ise çocukların şimdiye kadar bu tarz etkinliklerde çok fazla deneyimleri olmadığından teknoloji boyutunda zorlandıklarını fakat eğer destek alırlarsa bu durum üstesinden gelebileceklerini (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018. p. 30) söylemiştir. Saime Öğretmen de etkinlikte teknoloji boyutunun üzerinde yeterince durulmadığını (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 19) belirterek etkinliğin teknoloji boyutunda problem yaşandığını destekler nitelikte görüşler belirtmiştir.

Etkinliğin teknoloji boyutunu içerip içermediğine ilişkin değerlendirici öğretmenlerden Sabri Öğretmen, teknoloji boyutu için kullanılan ayçiçeğinin güneşi takip etmesini gösteren videonun kullanılmasının teknoloji boyutuna katkısının olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin gölge çubuğunun gölgesinin güneş ışınlarının geldiği tarafın zıt tarafına düştüğünü ve çubuğunun ışığı geçirmeyen maddelerden olması gerektiğini fark ettiklerini (TYN, Sabri Öğretmen, 23.03.2018) belirterek etkinlikte izletilen videonun etkisine değinmiştir. Tezcan Öğretmen de aynı şekilde öğrencilerin ayçiçeğin hareket etmesine neyin sebep olduğunu yine bu video vasıtasıyla fark ettiklerini (TYN, Tezcan Öğretmen, 19.03.2018) vurgulamıştır.

5.1.3.2. Etkinliğin Mühendislik Boyutuna İlişkin Bulgular

Etkinliğin mühendislik boyutunda ise Tablo 5.5 ve Grafik 5.1 incelendiğinde yine 23 gruptan 10 grup: Yıldızlar, FB'liler (Mithatpaşa); Etkinlikçi Beşler (Fatih); Çitalar, Alev Topları ve Aslanlar (Mehmet Akif); Becerikli Yıldızlar (Cevdetiye); 4A, Batman (Şehit Yasemin) etkinliği katılımcı gözlemlerle izleyen değerlendirici öğretmenler ve katılımcı öğretmenin görüşlerine göre hiçbir performans gösterememiştir. Bu sonuçlar ilgili grupların etkinlikte yer alan mühendislik problemini tanımlayıp sınırlandıramadığını, güneş saatinin tasarımı sürecinde ortaya çıkan problemleri tanımlayıp çözüm önerisi sunamadıklarını göstermekte iken diğer 13 grupta ise mühendislik boyutunda bir problem yaşanmadığını ortaya koymaktadır.

Etkinlikteki mühendislik boyutunun ne ifade ettiğine ilişkin Fatma Öğretmen, bütünleşik STEM etkinliklerinde fen, matematik ve teknoloji bilgisini kullanarak mühendislik süreci sonucunda bir ürün ortaya çıktığını ve süreç sonunda mutlaka bir ürünün çıkması gerektiğini, bu sürecin mühendislik boyutuyla ilgili olduğunu (Gk, Fatma Öğretmen, 23.03.2018, p. 50, 62, 68, 74) ifade etmiştir. Mustafa Öğretmen ise güneş saatinin yapım sürecindeki problemleri fark edip çözümlerin ve uygun materyalleri kullanmanın (Gk, Mustafa Öğretmen 23.03.2018, p. 50); Saime Öğretmen, çubuğun gölgesinin nereye düşeceğini tahmin etmesinin, hangi araç gereçleri ve malzemeleri ne

kadar kullanacaklarını grupların bilmelerinin (Gk, Saime Öğretmen 21.03.2018, p. 16, 17) mühendislik boyutu olduğunu ifade etmiştir. Diğer katılımcı öğretmen Şaziye Öğretmen de çubuğun zemin üzerine nasıl yerleştirileceğini belirlemesinin, çizimler yapılmasının ve saat dilimlerinin belirlenmesinin (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.03.2018, p. 44) etkinlikte mühendislik boyutu olarak tanımlamıştır.

Resim 12’de Aslanlar Grubu zaman dilimlerini saatin zeminine doğru bir şekilde yerleştirebilmek amacıyla bu dilimleri işaretlemeye çalışırken görülmektedir.

Resim 12: Aslanlar Grubu Etkinlikte Güneş Saatlerini Tasarlarken



Doğa Grubu mühendislik boyutuyla ilgili olarak önce öğle vaktini sonra da akşam altıyı belirledikten sonra saatlerin yerlerini belirlemeyi iyi yaptıklarını (GÖDF, 19.03.2018) Harika İşler Grubu ise saatlerin yerlerini belirlemeyi çok iyi yaptıklarını çünkü (güneşi) iyi takip ettiklerini (GÖDF, 22.03.2018) ifade etmiştir.

5.1.3.3. Etkinliğin Fen ve Matematik Boyutuna İlişkin Bulgular

Etkinliğin fen ve matematik boyutuna ilişkin değerlendirici öğretmenlerin ve sınıf öğretmenlerinin değerlendirme puanlarına göre derste etkinliğin mühendislik probleminin çözümünde tüm grupların fen ve matematiği kullandıklarını bu nedenle etkinliğin fen ve matematik boyutunda problem yaşanmadığını Tablo 5.4 ve Grafik 4.1’de görülmektedir. Ayrıca yapılan frekans analizi sonucunda da fen ve matematik kavramlarının geçtiği veri toplama aracı kaynağı ve bu kavramların frekansı teknoloji ve mühendislik kavramından sonra gelmektedir.

Tüm gruplar değerlendirici öğretmenlerin görüşlerine etkinliğin fen ve matematik boyutunda performans gösterdiği noktasında hemfikirdir (DG, 24.03.2018. p. 48, 52). Değerlendirici görüşlerini destekler nitelikte Fatma Öğretmen, matematik ve fenle ilgili bilgilerini grupların güneş saati yapmak için kullandıklarını, en çok bu boyutlarda grupların performans sergilediğini (Gk, Fatma Öğretmen 23.03.2018, p. 49, 51) ifade etmiştir. Mustafa Öğretmen, etkinlikte yer alan ışıkla ilgili tüm içeriğin fen boyutuyla ilgili olduğunu ve fen ve matematik boyutunu tamamen içerdiğini, grupların bu boyutlarda performans gösterdiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 36, 40) ifade etmiştir. Şaziye Öğretmen de etkinlikte grupların güneşin konumunu kullandıklarını ve buun fen boyutuyla ilgili olduğunu fakat bazı grupların “Güneş mi dünyanın etrafında yoksa dünyanın mı güneşin etrafından döndüğü?” konusunda hem fikir olmadıklarını belirtmiştir. Fakat genel olarak etkinliğin fen ve matematik boyutunu içerdiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.03.2018, p. 31, 40, 58) vurgulamıştır.

Öğrenci gruplarından Aslanlar, Çitalar ve Ejder Grubu ışığı neyin geçirip geçirmediğine göre saatin çubuğuna karar verdiklerini ve saatlerinin bulutlu havalarda ve akşamları çalışmayacağını (GÖDF, 21.03.2018; 22.03.2018,) fark ettiklerini söylemişlerdir. Becerikli Yıldızlar Grubu ise kuzey, güney doğu ve batı yönlerini saati yaparken kullandıklarını (GÖDF, 22.03.2018) güneş saatinin

tasarlanmasında ve süreçteki problemlerin çözümünde fen ve matematiği kullandıklarını göstermişlerdir.

5.1.3.4. İlkokullarda Bütünleşik STEM Etkinliklerinin Uygulanmasında Beşinci Bir Disiplin Olarak Sanat Boyutu

Uygulama sürecinde KA'nın kendi sınıflarındaki uygulamalarını gözlemleyen katılımcı öğretmenler ve değerlendirici öğretmenler süreçte odaklanılan alanları değerlendirmek amacıyla bütünleşik STEM etkinliklerinin boyutları olan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin yanında, beşinci bir disiplin olarak sanat boyutunun da etkinlikte yer aldığına ilişkin görüşler beyan etmişlerdir. Ayrıca Tablo 5.5 incelendiğinde ilk tura ilişkin görüşme ve tanımlayıcı ve yansıtıcı notlara ilişkin yapılan “sanat” ve “resim” kelimelerine ilişkin frekans analizine göre başlangıçta sanat boyutu odaklanılan bir alan olmamasına rağmen altı farklı veri kaynağında bu sözcüklerin 44 kez telaffuz edildiği belirlenmiştir.

Bu durumla ilgili Fatma Öğretmen STEM etkinliklerinin uygulama boyutunda başta dört boyuta odaklanılmasına rağmen etkinliğin bir de sanat boyutunun kesinlikle olduğunu ve süreçte mühendislik boyutuyla birlikte ama tamamen farklı bir boyut olduğunu (Gk, Fatma Öğretmen, 23.03.2018, p. 57, 87) belirtmiştir. Mustafa Öğretmen de ilkokulda etkinlikte illa ki sanat boyutunun olması gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen 23.03 2018, p. 64, 70) vurgulamıştır. Saime Öğretmen de sanat boyutuyla ilgili olarak beşinci bir boyut olarak etkinliğe eklenebileceğini çünkü çocukların (saatlerini tasarlarken) estetik kaygı güderek boyamaya çok özen gösterdiklerini (Gk, Saime Öğretmen 21.03.2018, p. 28, 40, 58) ifade etmişlerdir.

Fatma Öğretmen yukarıdaki açıklamasını destekler nitelikte sanat boyutunun ilkokul düzeyindeki STEM etkinliklerinde yer almasının gerekçesi olarak örneğin Çalışkan Kaplanlar Grubunun etkinlikte daha yönergeler ve renkli kalemleri vermeden zaman dilimi oklarını nokta nokta yaparak aslında grupların direk kendi içlerinden o görsel tasarımın geldiğini, çok güzel güneş saati yaptıklarını söylemiştir. Bununla birlikte başlangıçta bir resim (taslak

çizim) çalışmasının da yapılması halinde görsel olarak çok farklı sonuçların çıkabileceğini bu nedenle bu etkinliğe sanat boyutunun eklenebileceğini (Gk, Fatma Öğretmen 23.03.2018, p. 77, 89) ifade etmiştir. Mustafa Öğretmen de etkinliğe resim dersinin (sanat) eklenebileceğini hatta mutlaka olması gerektiğini çünkü aynı şekilde çocukların boyama ve kendilerine göre şekillendirme olayına etkinlikte çok özen gösterdiklerini (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 64, 70) ifade etmiştir. Saime Öğretmen bu konuda, ilkokullarda bütünleşik STEM uygulamalarında sanat boyutuyla ilgili neler yapılabileceğini görmek için etkinlikte ayrı bir boyut olarak belirlenip ele alınmasını, sadece ürünün işe yaramasına değil estetik yönünün de de kafa yorulması gerektiğini, bu yüzden tartışmasız etkinlikte sanat boyutunun yer aldığını belirtmiştir. Şehrimizde çevremize baktığımızda göz estetiğini bozan binalar olduğunu ve birazcık sanattan anlayan, kaygı güden ve göz estetiği olan birinin böyle binalar yapmayacağını, bunun ayrıca bir kültür meselesi olduğunu (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 4, 34, 35, 58, 60, 64, 69) belirtmiştir. Şaziye Öğretmen ise öğrencilerin sonuçta bir saat yaptıklarını, bir ürün yaparken görseli başka bir ifadeyle sanatsal şeklinin de çok önemli olduğunu aksi takdirde kabataslak bir şey olacağını fakat çocukların aslında değişik şekillerde (üçgen, beşgen) ya da farklı analog saatler yaparak göze daha iyi hitap edebilecek saatler yapabileceklerini (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.3.2018, p. 62) belirtmiştir. Tezcan Öğretmen yine bu konuda etkinliğin estetik ya da sanat boyutunun olması gerektiğini çünkü çocukların (saatleri) boyarken çok dikkat ettiklerini, nizami boyamaya çalıştıklarını ve göze hoş gelen çalışmalar yaptıklarını, hayvanları sevmeyen birinin veteriner olması gibi estetik kaygısı olmayan mühendislerin de olabileceğinden, sadece mühendis olmanın yeterli olmadığını mühendisin sanatsal düşüncesinin de olması gerektiğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 19.03.2018, p. 64, 66) ifade ederek STEM disiplinlerine sanat boyutunun da eklenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Değerlendirici öğretmenler de birinci turdaki uygulamada sanat boyutunun planlanmadığını fakat gözlemleri esnasında öğrencilerin çizim yaparken, boyama yaparken eğlendiklerini ve etkinliğe katıldıklarını görünce sanat

boyutunun da eklenmesi gerektiğinin farkına vardıklarını (DG, 24.03.2018, p. 39) ifade etmiştir. Sanat boyutunda her grubun saatlerini özgünleştirdiğini ve bunun da etkinliğe ayrı bir hava kattığını, başta herkesin güneş saati yapacak olmasına rağmen sanat boyutu sayesinde hiçbir grubun saatlerinin birbirine benzemediğini (DG, 24.03.2018, p. 16, 41) belirtmişlerdir.

Resim 13, 14: Sanat Boyutuyla İlgili Görseller



Resim 13 ve 14'te görüldüğü üzere Korkusuzlar Grubu kendilerine böyle bir yönerge ve malzeme verilmemiş olsa da ilk güneş saatlerini kendi tasarruflarına göre boyamaya çalışırken görülmektedir. Ayrıca FB'liler Grubunun etkinlik sonunda tasarladıkları güneş saatinin tasarımını diğer gruplardan çok farklı yaparak yine kendilerine daha önce böyle bir malzeme verilmemesine rağmen hazır numaralar kullanarak bunları saatlerinin tasarımlarını farklılaştırarak özgünleştirmede kullandıkları görülmektedir.

Öğrenci gruplarından Ebay ve Çılgın Beşli Grupları ise GDÖF'lerinde daha sonraki etkinlikte boyamayı ve saatin görünümünü daha güzel ve düzgün yapacaklarını (GÖDF, 22.03.2018), Aslanlar Grubu da bir dahaki sefere boyamayı daha renkli ve güzel yapmak istediklerini (GÖDF, 21.03.2018) belirtmiştir.

Sanat boyutuyla ilgili bir diğer sonuç ise etkinliğin mühendislik boyutuna katkı sağladığı öğretmenler tarafından ifade edilmiştir. Saime Öğretmen, çocukların bir ürün ya da tasarım yaptıklarında işe yaramasının yanında estetik

yönünü de düşünmesi ve buna kafa yormaları gerektiği örneğin, bizim ülkede sokaklarda fotoğraf çektirmek istediğimizde her yerin aynı olduğunu söylemiştir. Fakat Fransa’da yaşayan kuzenlerinin bir fotoğraf çektirdiklerinde arka planda güzel ev vs. bir yapının olduğunu ve bizde böyle bir yerin olmadığını (Gk, 21.03.2018, p. 60) belirtmiştir. Bu konuyla ilgili olarak Şaziye Öğretmen ise inşaat mühendisinin, bir yapının sanatsal yönünü çok düşünemeyebileceğini bu nedenle yapıyı güzelleştirmek için mimar ya da iç mimarın da olduğunu (Gk, 19.03.2018, p. 64, 66) belirtmiştir. Örneğin ilimizde (Osmaniye) yer alan binaların yapımında da mühendislerin yer aldığını fakat sanatsal kaygısı olan hiçbir kimsenin bunu (binaların estetik olmayan görünümünü) yapmayacağını (Gk, Saime Öğretmen, 19.03.2018, p. 66) söyleyerek bir ürünün tasarımında sanatsal kaygının da güdülmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Bununla birlikte öğretmenler sanat boyutu sayesinde ayrıca bazı öğrencilerin de etkinliğe aktif bir şekilde katılımının sağlandığını ifade etmiştir. Fatma Öğretmen özellikle gruplarda resim yeteneği gelişmiş bir öğrencinin güneş saatini daha iyi içselleştirebileceğini çünkü onun yeteneğinin resim üzerinde olduğunu (Gk, Fatma Öğretmen, 23.03.2018, p. 46) belirtmiştir. Saime Öğretmen de grup çalışmasının ve sanat boyutunun olması bu anlamda gerçekten çok iyi olduğunu bu şekilde farklı tüm öğrencilere hitap etmemizi, farklı öğrencilerin kendilerini gösterdiklerini fark ettiklerini (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 46) ifade etmiştir.

5.1.4. Katılımcı Öğretmenlerin KA’nın Zamanın Keşfi Etkinliğine İlişkin Görüşlerine İlişkin Bulgular

Öğretmenler KA’nın birinci tur uygulamaların sonuncunda süreçle ilgili deneyimlerini ifade ederken bir sonraki uygulamanın daha iyi gerçekleştirilmesi için uygulamayla ilgili tespitler yapmış ve öneriler sunmuştur.

Şaziye Öğretmen bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasının öğretmen için zorlayıcı bir süreç olduğunu fakat öğretmenin özverisiyle bu durumun aşılabileceğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.03.2018, p. 39) ifade ederek sınıfta normal dersi ya da etkinliği yürütmekten farklı olduğunu belirtmiştir.

Mustafa Öğretmen ise özellikle STEM etkinliklerinde yapılan ürünlerin günlük hayatta kullanılacak, öğrencinin işine yarayacak, bunu biz mi yaptık diyebilecekleri daha somut ürünlerin tasarlanması gerektiği ve etkinliğin sanat boyutunun kesinlikle olması gerektiğini ifade etmiştir (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 32, 70). Saime Öğretmen de bu konuda hep grupların birbirini tanımaları, etkinliğe ısınmaları ve beraber çalışmaya alışmaları bakımından öğrencilerin grup bazında yarışabileceği rekabet içeren bir etkinlik olmasını (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, 52) ayrıca drama ve oyun da etkinliğe eklenmesini, okul dışı ortamlarda STEM etkinliklerinin uygulanmasını çünkü öğrencilerin kendilerini bir bilim adamı gibi hissettiğini (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, 54, 71) ifade etmiştir. Tezcan Öğretmen ise bu hususta etkinliklerin uygulanması sürecinde ön hazırlık aşamasının çok önemli olduğunu düşündüğünü ve bu etkinlikte biraz dikkate alınmadığını (Gk, Tezcan Öğretmen 19.03.2018, p. 89) söylemiştir. Saime Öğretmen de öğrencilerin bazı kazanımlarda şaşırdıklarını ve ellerinin altında bu bilgileri içeren bir kaynağın olmasının çocukları araştırmaya yönelteceğini ve o kaynaktan bakıp cevabı bulmalarının çok faydalı olacağını (Gk, 26.03.2018, Saime Öğretmen, p. 2) önermiştir.

5.1.4.1. Katılımcı Öğretmenler, Öğretmenin Kendi Sınıfında Uygulama Yapmasının Avantajlı Olduğunu İfade Ediyor

Fatma Öğretmen etkinlikte yönergelerin sınıf seviyesine biraz daha uygun verilmesi gerektiğini ve KA'nın sınıfa bir öğretmen yabancı olarak girdiği için problemler olduğunu (Gk, Fatma Öğretmen, 23.03.2018, 17, 21, 99) söylemiştir. Saime Öğretmen de sınıfında etkinlik esnasında öğrencilerine bazı yerleri dönüp tekrar vurgulamak gerektiğini fakat KA'nın doğal olarak bunları başlangıçta tamamen bilememesinden dolayı bazı grupların performansının düşük olduğunu söylemiştir. Ayrıca Saime Öğretmen öğrencilerinin araştırmacıyı ilk kez görmeleri nedeniyle merak duygularından dolayı dikkatlerinin dağıldığını (Gk, Saime Öğretmen 21.03.2018, p. 8, 56) ifade ederken Şaziye Öğretmen de araştırmacının sınıf seviyesini daha önce sürekli gözlem yapma imkânı olmadığı için pek bilmediğini, sınıfın öğretmeni kadar sınıfı tanımış olsaydı etkinlikte

dönütleri daha iyi yapacağını ve hataları düzeltebileceğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.03.2018, p. 10, 11) söylemiştir. Tezcan Öğretmen ise yine etkinlikte araştırmacının uygulama esnasında dezavantajlarından birinin de araştırmacının kendi sınıfının olmaması olduğunu belirtmiştir. Çünkü öğrencilerin kendi sınıf öğretmenlerine çok alışmış olduklarından ister istemez farklı bir öğretmen geldiğinde algılamada problemlerin yaşandığını fakat sınıf öğretmeni olarak kendilerinin öğrencilerini iyi tanıdıklarından kimin ne yapabileceğini, nasıl davranacağını kestirip ona göre davrandıklarını söylemiştir. Ancak KA'nın misafir öğretmen olması nedeniyle bu durumun gerçekleşmediğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 19.03. 2018, p. 1) vurgulamıştır. Sonuç olarak bütünlük STEM etkinliklerini uygularken öğretmenin kendi sınıfı olmasının bir avantaj ve öğrenciler açısından da olumlu bir durum yarattığını aksi durumda bir dezavantaj olabileceğini katılımcı öğretmenler ifade etmiştir.

5.1.4.2. Gruplara Ürünlerini Tekrar Yapma Fırsatını Verilmesi

Katılımcı öğretmenler öğrenci gruplarına güneş saatlerini tekrar yapmaları için fırsat verilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir. Mustafa Öğretmen öğrencilerinin somut bir şeyler yapıp üretme konusunda fazla deneyimlerinin olmadığını, bu nedenle yapım aşamasının (mühendislik sürecinin) tekrarlanması gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 11) ifade ederek öğrenciler saatlerini tekrar yapmaları için fırsat verilmesini gerektiğini söylemiştir. Şaziye Öğretmen de Mustafa Öğretmeni destekler nitelikte öğrencilerinin dördüncü sınıf olmalarına rağmen halen kâğıdı düzgün kesmeyi, cetveli tutmayı, meyve soymak için bıçağı bile kullanamadıklarını çünkü onlara bu tarz eğitim vermediklerini belirtmiştir. Fakat yine de öğrenciler için bu durumun aslında çok zor olmayacağını çünkü etkinlikte yoktan bir şeyi var etmeyeceklerini, zaman makinası icat etmeyeceklerini, küçük şeylerden yola çıkılması gerektiğini ve ayrıca illa ki ilk başta öğrenciden güzel bir şey yapmasının da beklemememiz gerektiği söylemiştir. Buna kanıt olarak da Edison'un da ampülü icat ederken 600 defa deneme yaptığını vurgulayarak öğrencilere tekrar yapma fırsatı verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca etkinliği uygulayarak gördükçe etkinlikle ilgili ne yapabileceği konusunda bir sürü fikir oluştuğunu, çoğu

disiplinin işin içine girdiğini uygulama esnasında fark ettiğimizi ve tekrar yapma, uygulayarak görme neticesinde öğrencilerin de daha başarılı olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.03.2018, p. 19, 23, 24, 74, 84) ifade etmiştir. Tezcan Öğretmen ise öğrencilerin süreçte neyi yapıp neyi yapmamaları gerektiğini ve deneyim kazandıklarını bu nedenle onlara bu yanlışlarını düzeltme şansı verilmesi gerektiğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 19.03.2018, p. 23, 34) belirtmiştir.

5.1.4.3. Etkinlikte Rekabetin Kullanılması

Katılımcı öğretmenlerinden Mustafa Öğretmen STEM eğitiminin ilkokullarda uygulanmasına ilişkin görüşlerinin ifadesinde etkinlikte yarışma başka bir ifadeyle rekabetin de olması gerektiğini belirtmiştir. Rekabetin grupları birbirine kenetlediğini ve onları güdülediğini başka bir ifadeyle çocuğun kendini daha çok ortaya koyabileceği, kendini ifade edebileceği, bunun içerisinde bende varım diyebileceği, daha böyle zorlayıcı (yarışma şeklinde) biraz daha mühendislik isteyen şekilde olması gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 32, 72) önermiştir. Saime Öğretmen da aslında etkinlikte grupların yarışabileceği bir etkinlik yapılırsa grupların ısınması bakımından çok daha faydalı olacağını (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 52) ifade etmiştir.

5.1.5. Uygulama Sonrasında Odaklanılacak Alanın Belirlenmesi

KA'nın tüm katılımcı öğretmenlerin sınıflarında etkinliği uygulaması sonrasındaki süreçte yaşanan deneyimin ifade edilmesi ve veri toplama araçlarından elde edilen verilerin analiz edilip yorumlanması neticesinde bir sonraki döngüde etkinliğin tekrar uygulanması esnasında odaklanılacak boyutlar belirlenmiştir.

5.1.5.1. Değerlendirici ve Katılımcı Öğretmenler Bir Sonraki Uygulamada KA'nın Teknoloji ve Mühendislik Boyutuna Odaklanmasını Öneriyor

Mustafa Öğretmen öğrencilerin bugüne kadar bu tür bir deneyim yaşamadıklarından dolayı zorlandıklarını ve teknoloji ve mühendislik boyutuna daha çok odaklanılması ve özen gösterilmesi ve öğrencilerin kendilerini daha

çok ortaya koyabilecekleri (yarışma şeklinde) daha etkin materyallerle etkinliğin tekrar yapılması gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 30, 76) önermiştir. Saime Öğretmen ise teknoloji boyutunun üzerinde yeterince durulmadığını, mühendislik boyutunu etkinliğin içerdiğini fakat grupların performansında gösteremediğini bunun için de grupların yarışabileceğini (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 16, 19, 54; TYN, 21.03.2018); Tezcan Öğretmen de teknoloji boyutunun diğer disiplinlerle tam olarak ilişkilendirilemediğini bunu formda belirttiğini ve bu nedenle bir sonraki uygulamada teknoloji boyutuna dikkat edilmesi gerektiğini (Gk, Öğretmen, 19.03.2018, p. 2, 81) belirterek bir sonraki uygulamada KA'nın teknoloji ve mühendislik boyutuna odaklanması gerektiği ifade edilmiştir.

Uygulama sonrasında değerlendirici öğretmenler mühendislik boyutunda bazı grupların yeterince performans göstermediğini, gruplarda özellikle zaman dilimlerinin belirlenmesi ve çizimi konusunda problem yaşandığını (Dg, 24.03.2018, p. 19, 50, 56) ifade etmişlerdir. En fazla mühendislik ve teknoloji boyutunda problem olduğunu öğretmenler (Dg, 24.03.2018, p. 50, 56 96; TYN, Sabri Öğretmen, 23.03.2018, p. 5, 7, 9) hem değerlendirici görüşmesinde hem grup değerlendirme formlarında hem de tanımlayıcı yansıtıcı notlarında belirtmiştir.

Mustafa Öğretmen öğrencilerinin bugüne kadar mühendislik sürecinde bir deneyim yaşamadıklarından zorlandıklarını, öğrencilerin kendilerini daha çok ortaya koyabilmeleri için yarışma şeklinde daha etkin materyallerle ortaya konarak bir sonraki etkinlikte mühendislik ve teknoloji kısmına odaklanması gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 30, 76) söylemiştir. Genel olarak da güneş saatinin tasarımında başka bir ifadeyle gölge çubuğunun boyu ve yüksekliği ya da zemini büyüklüğünün ayarlanması konusunda problemlerin yaşandığını (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 38, 50) belirtmiştir. Saime Öğretmen ise teknoloji boyutunun üzerinde yeterince durulmadığını mühendislik boyutunun ise etkinlikte yer aldığını fakat grupların performansında problem yaşandığını ve bunun üstesinden gelinmesi için de grupların

yarışabileceğini (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 16, 19, 54; TYN, Saime Öğretmen, 21.03.2018) belirtmiştir. Ayrıca Ejder ve Alev Topları Grubunun etkinlikte mühendislik boyutunda iyi olduklarını fakat diğer Aslanlar ve Çitalar gruplarının performanslarının o kadar iyi olmadığını, bu grupların saatlerin zeminin yanlış çizildiğini fark ettiğini, çubuğun açısını ve zaman dilimlerini belirlemede zorlandıklarını (Gk, 19.03.2018, p. 16, 23, 34, 35, 48) ifade etmiştir. Şaziye Öğretmen ise yine problem olan grupların saat dilimleri arasındaki açılar düzgün olmadığını ve sayıları (saatleri) düzgün yerleştiremediklerini (TYN, Şaziye Öğretmen, 26.03.2018, p. 8) belirtmiştir. Tezcan Öğretmen ise uygulamada teknoloji boyutunun diğer disiplinlerle tam olarak ilişkilendirilemediğini bunu formda belirttiğini ve bu nedenle diğer uygulamada teknoloji boyutuna dikkat etmem gerektiğini (Gk, 19.03.2018, p. 2, 81) söylemiştir.

Öğrenci grupları mühendislik boyutuyla ilgili olarak grup öz değerlendirme formlarında Aslanlar, Becerikli Yıldızlar, Çılgın Beşli, Çitalar, Doğa, Ebay, Ejder, Etkinlikçi Beşli grupları saatleri (güneşe göre) yazmada ve saat dilimlerini çizmekte zorlandıklarını (GÖDF, 22.03.2018; 30.03.2018; 19.03.2018) söyleyerek mühendislik boyutunda problem yaşadıklarını formlarında belirtmişlerdir.

Değerlendirici öğretmenlerin görüşleri ise katılımcı öğretmenlerle aynı yönde etkinliğin matematik ve fen boyutunun çok iyi olmasına rağmen genel olarak teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşandığını (Dg, 24.03.2018, p. 50, 53, 100) ifade etmişlerdir. Bunun gerekçelerinden birini ise “çünkü özellikle mühendislik sürecine psiko-motor becerilerin de girmesi” (Dg, 24.03.2018, p. 100) şeklinde açıklamışlardır.

KA'nın Zamanın Keşfi Etkinliğini iki aşamalı olarak beş katılımcı öğretmenin sınıfında uyguladıktan sonra süreçteki deneyimin ifade edilmesi sonucunda bir sonraki uygulamada odaklanılacak alanlar belirlenerek, etkinliğin hangi boyutuna ilişkin müdahalelerin ve mesleki gelişim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi gerektiği tespit edilmiştir. Katılımcı ve değerlendirici

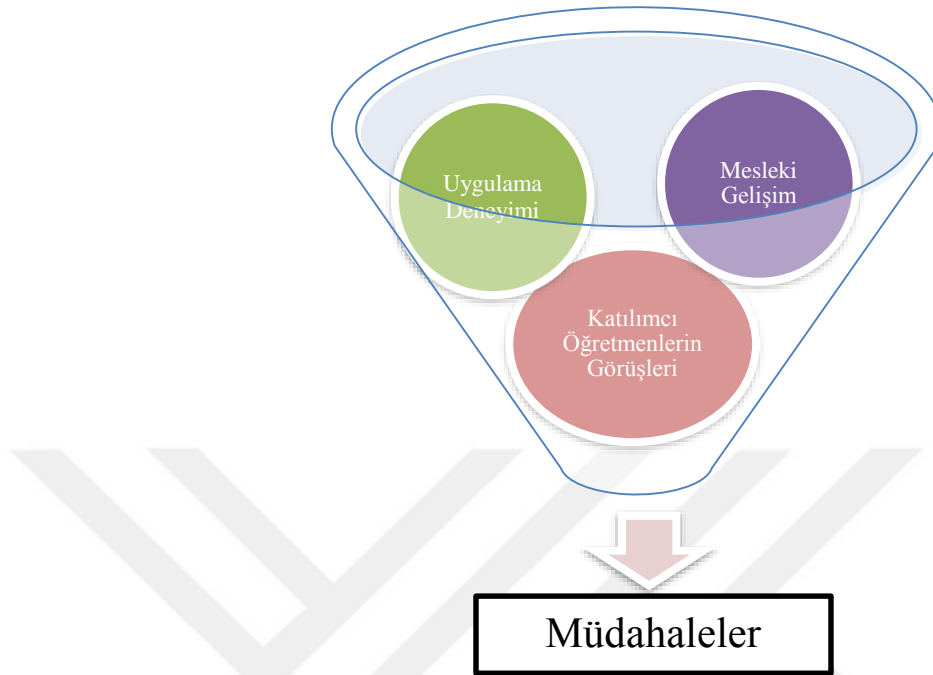
öğretmenlerin görüşleri ve değerlendirici öğretmenlerin grupları katılımcı gözlemlerle etkinlikte izleyerek doldurduğu grup değerlendirme formlarında her gruba verdikleri teknoloji, mühendislik ve fen ve matematik boyutuna ilişkin puanlara göre odaklanılacak alan belirlenmiştir. Buna durumda bir sonraki uygulamada katılımcı araştırmacının odaklanması gereken alanların etkinliği mühendislik ve teknoloji boyutu olduğu ve bu boyutlara yönelik mesleki gelişim faaliyetlerinin ve müdahalelerin planlanması gerektiği yapılan GK toplantısında kararlaştırılmıştır (GK, 27.03.2018, 21:41). Ayrıca ilk uygulama sonrasında elde edilen bulgular ve bir sonraki adımda odaklanılacak alanla ilgili konular TİK üyeleriyle paylaşılarak sunum yapılmış ve süreçle ilgili bilgi verilerek TİK üyelerinin önerileri de dikkate alınmıştır (1. TİK Toplantısı, 17.04.2018).

5.1.6. Mesleki Gelişim Faaliyetleri ve Müdahalelerin Planlanması

KA'nın ilk uygulama deneyiminden sonra bir sonraki uygulamada odaklanılacak alan etkinliği teknoloji ve mühendislik boyutu olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca bir sonraki uygulamada STEM disiplinlerine beşinci bir disiplin olarak ilköğretim kademesindeki uygulamalara "Sanat (Art)" disiplinin de eklenmesi ve etkinlikte değerlendirilmesi kararlaştırılmıştır.

Bir sonraki uygulamada öğrencilerin odaklanılan teknoloji ve mühendislik boyutlarda daha iyi performans gösterebilmeleri amacıyla müdahaleler planlanmıştır. Bu müdahaleler birinci olarak uygulama deneyimi ve öğretmenlerin görüşlerinden elde edilen ve ikinci olarak ise geçerlik komitesiyle birlikte kararlaştırılan olmak üzere iki kaynaktan elde edilmiştir. Bu süreç Şekil 5.1'de görülmektedir.

Şekil 5.1. Odaklanılan Alanlara Yönelik Müdahaleler ve Kaynağı



Uygulama sürecindeki deneyimin ifade edilmesiyle STEM etkinliklerinin uygulanmasıyla ilgili olarak ilk öğretmenler tarafından belirtilen ilk öneri etkinliğe sanat boyutunun da eklenmesidir. Öğretmenlerin görüşlerine göre de gruplara mühendislik sürecinde tekrar yapma fırsatının verilmesi ve etkinliğe rekabetin katılması önerisi de dikkate alınarak bir sonraki uygulamada bu müdahaleler göz önünde bulundurularak planın hazırlanmasına karar verilmiştir.

Geçerlik komitesiyle yapılan görüşmeler KA'ya mühendislik ve teknoloji boyutuyla ilgili makaleler ve internet siteleri önerilmiştir. Önerilen makale ve kitaplar Tablo 5.6'da görülmektedir.

Tablo 5.6. Mesleki Gelişim Sürecinde KA'ya Önerilen Makale ve Kitaplar

Kapsamı	Makale	Kaynak
Mühendislik Boyutu	Five Major Shifts in 100 Years of Engineering Education – 100 Yıllık Mühendislik Eğitiminde Beş Majör Etap	Link
Teknoloji Boyutu	The Nature of Technology - Teknolojinin Doğası	Link
Kapsamı	Kitap	Kaynak

Bütünleşik STEM Eğitimi	Succesfull K-12 STEM Education - K-12'de Etkili STEM Eğitimi	Link
Kapsamı	İnternet Kaynakları	
Mühendislik Eğitimiyle İlgili Ders Planları	eGFI for Teachers - Amerikan Mühendislik Eğitimcileri Derneği (ASEE) Mühendislik Eğitimi İnternet Sitesi	Link
İlkokullarda Mühendislik Eğitimi	Engineering is Elementary - Mühendislik Temeldir	Link
Fen Eğitimi	Next Generation of Science Standarts (NGSS)- Yeni Neslin Fen Eğitimi Standartları	Link

Mühendislik boyutuyla ilgili olan Froyd ve diğerleri (2012) tarafından yazılan “Yüz Yıllık Mühendislik Eğitiminde Beş Majör Etap” adlı makalede mühendisliğin eğitiminin son aşısındaki değişimi ve mühendislik eğitime damga vuran beş önemli değişimden bahsedilmektedir. Bunlar; 1-Mühendislik biliminde analitik vurgu, 2-Sonuca dayalı akreditasyon, 3-Çıktı (ürün) temelli akreditasyon, 4-Tasarıma yinelenen vurgu ve 5-Eğitim bilimlerinin, öğrenme ve sosyal-davranışsal bilimlerin çalışmalarının mühendislik uygulanmalara yansıtılması olarak ifade edilmiştir. Bu beş etap göz önünde bulundurularak bir sonraki uygulamada etkinliğe mühendislik tasarım ve pazarlama sürecinin eklenmesi kararlaştırılmıştır (GK, 27.03.2018, 22:15). Bir sonraki uygulamada mühendislik boyutuna mühendislik tasarım süreci de eklenerek; güneş saatleriyle ilgili taslak çizim yapma, kullanılacak araç-gereç malzeme listesi hazırlama, maliyet hesabı yapma, ürünü değerlendirme-test etme ve değişiklik önerme faaliyetlerinin etkinliğe eklenmesine karar verilmiştir. Mühendislik eğitimiyle ilgili ders planlarını içeren “eGFI” internet sitesi ve özellikle ilkököl düzeyi için mühendislik içeriği ve ders planları sağlayan “Engineering is Elementary” adlı internet sitelerinden de yararlanılmıştır.

Etkinliğin teknoloji boyutuyla ilgili olarak da geçerlik komitesi KA’ya teknoloji kavramı ve teknolojinin doğasıyla ilgili daha derinlemesine bir anlayış geliştirmesini sağlayacak “Teknolojinin Doğası” adlı makale önerilmiştir. Bununla birlikte teknoloji boyutuyla ilgili olarak KA’ya hem katılımcı öğretmenlerden Saime Öğretmen hem de geçerlik komitesi etkinlik esnasında öğrencilerin merak ettikleri bilgileri inceleyerek öğrenebilecekleri ve geçmişten günümüze zamanı ölçme ve ölçmede kullanılan yöntemlerle ilgili bilgi veren bir

öğretim materyalinin kullanılmasını önermiştir. Tüm grupların ellerinin altında bu kaynağın bulunması gerektiğini ve istediklerinde bu kaynağı inceleyerek merak ettikleri şeyleri buradan öğrenebileceklerini (Saime Öğretmen, Gk, 21.03.2018, p. 81; TYN, Tezcan Öğretmen, 19.03.2018, p. 1; GK, 28.03.2018, 14:28) ifade etmişlerdir.

Yapılan bu öneriler ve mesleki gelişim sürecini ve uygulama sürecinde tecrübe ettiğim deneyimi etkinlik planıma yansıtarak Zamanın Keşfi Etkinliği planında revizyonlar yaptım, etkinlik planını tekrar hazırlamaya başladım (Ag, 19.03.2018, s. 183). Zamanın Keşfi Bütünleşik STEM Etkinliğinde planlanan müdahaleler etkinlik planına yansıtıldıktan sonra etkinlik katılımcı öğretmenlerin sınıflarında 19.03.2018 tarihinden itibaren tekrar uygulanmaya başlanmıştır.

5.2. KA'nın Zamanın Keşfi Etkinliğini Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Tekrar Uygulamasına İlişkin Bulgular

Katılımcı araştırmasının ilk adımı olan odaklanılacak alanın belirlenmesi amacıyla katılımcı öğretmenlerin sınıflarında iki aşamalı uygulanmasından sonra bir sonraki uygulamada odaklanacak alan olarak belirlenen mühendislik ve teknoloji boyutuna ilişkin gerçekleştirilen müdahalelerin etkisinin gözlemlenmesi, sanat boyutunun diğer disiplinlerle nasıl bütünleştirilmesi gerektiğinin belirlenebilmesi amacıyla sınıflarda tekrar uygulama yapılmıştır.

Tablo 5.7'de görüldüğü üzere etkinliklerin katılımcı öğretmenlerin sınıflarında uygulama süreci Tezcan Öğretmenin sınıfında 19.03.2018 tarihinde başlamış ve en son 10 Mayıs 2018 tarihinde Mithatpaşa ilkokulunda uygulama yapılarak tamamlanmıştır.

Tablo 5.7. KA'nın Katılımcı Öğretmenlerin Sınıflarında Zamanın Keşfi Etkinliğini Tekrar Uygulama Tarihleri

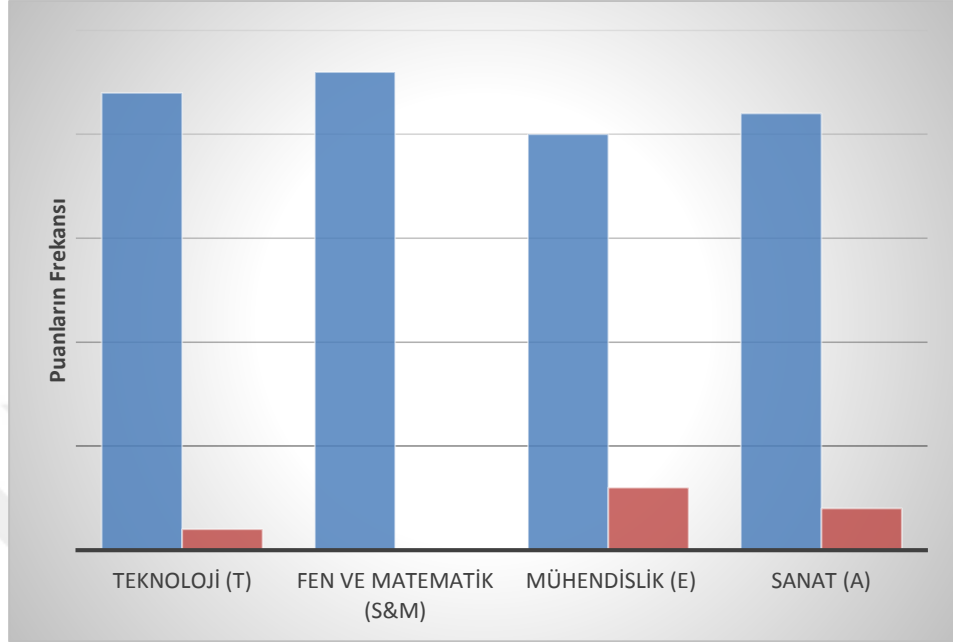
Etkinlik	Okullar				
	Fatih	Cevdetiye	Şehit Yasemin	Mithatpaşa	Mehmet Akif
Zamanın Keşfi	02.05.2018	23.03.2018	19.03.2018	10.05.2018	03.05.2018

Bütünleşik STEM etkinliği planında yapılan revizyon sonrasında yapılan uygulamalar sınıflarda etkinliği değerlendirmekle görevli katılımcı gözlem yapan değerlendirici öğretmenler ve katılımcı sınıfın öğretmeni (katılımcı öğretmen) tarafından BSEDF formu vasıtasıyla değerlendirilir. Değerlendirmeler sonucunda üzerinde uzlaşılan etkinliğin teknoloji, fen, matematik, mühendislik ve sanat boyutlarına ilişkin öğrenci gruplarının puanları Tablo 5.8’de ve Grafik 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.8. Grupların İkinci Tur Uygulama Sonrasındaki İlgili Boyutlara İlişkin Puanları

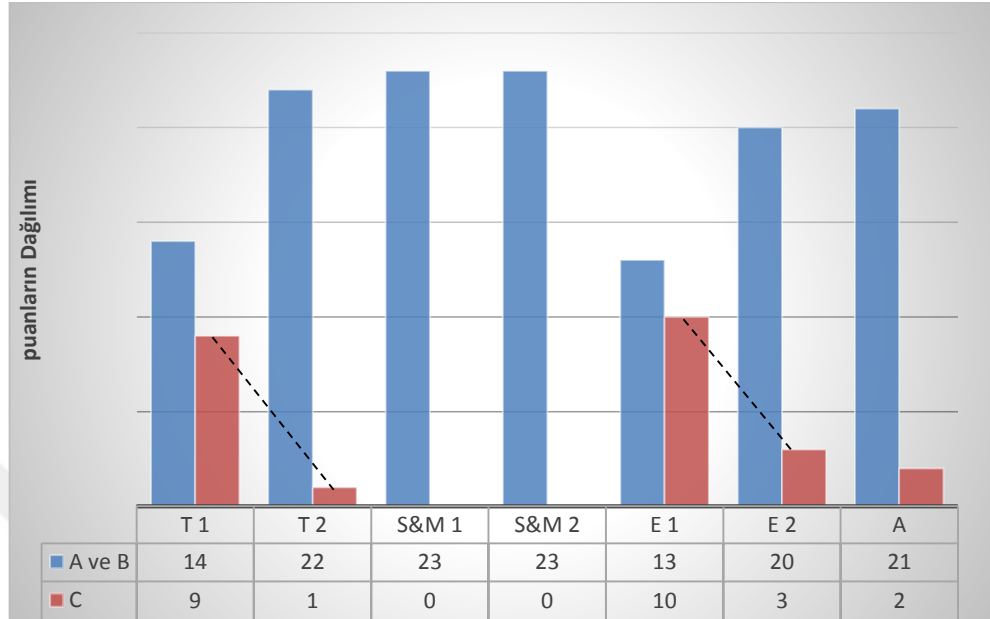
Okullar	Gruplar	Teknoloji	Fen&Mat.	Mühendislik	Sanat
Mithatpaşa	Yıldızlar	A	B	A	A
	Apple	B	A	A	A
	Tayfalar	B	B	C	C
	Şirinler	A	A	A	A
	FB'liler	B	B	A	A
Fatih	Etkinlikçi Beşli	A	A	A	A
	Becerikli Eller	A	B	B	A
	Harika İşler	A	A	A	A
	Ebay	A	A	A	A
	Çılgın Beşli	A	A	A	A
Mehmet Akif	Çitalar	B	B	B	A
	Ejder	C	A	A	A
	Alev Topları	A	A	C	C
	Aslanlar	B	A	A	A
Cevdetiye	Becerikli Yıldızlar	B	A	B	A
	Çalışkan Kaplanlar	B	A	A	A
	Yıldızlar B	A	A	A	A
	Afrin Aslanları	A	A	A	A
Şehit Yasemin Tekin	Zeki Yıldızlar	A	A	A	A
	Doğa	B	A	A	A
	4A	A	A	C	A
	Çalışkanlar	A	A	A	A
	Batman	B	A	A	A

Grafik 5.2: Grupların İkinci Tur Uygulama Sonrasındaki İlgili Boyutlara İlişkin Puanların Dağılımı



Tablo 5.8 ve Grafik 5.2’deki değerlendirme sonucunda grupların teknoloji, fen ve matematik, mühendislik boyutlarına ilişkin puanları incelendiğinde 23 öğrenci grubunun 22 tanesi teknoloji boyutuyla ilgili en az bir beceriyle ilgili performans (A veya B) sergilerken bir grup hiçbir performans (C) sergilememiştir. Mühendislik boyutunda ise 19 grup A veya B düzeyinde performans sergilerken üç grup öğretmenlerin görüşlerine göre yine hiçbir performans sergilememiştir. Etkinliğin fen ve matematik boyutunda ise yine ilk uygulamada olduğu gibi grupların hiçbirinde problem yaşanmamış güneş saatinin yapımında ve süreçteki problemlerin çözümünde fen ve matematiği kullanmışlardır. KA’nın ilk ve ikinci uygulamasında grupların puanların dağılımı karşılıklı olarak Grafik 5.3’te görülmektedir.

Grafik 5.3. KA'nın Birinci ve İkinci Tur Uygulamalarına İlişkin Puanların Karşılaştırılması



Grafik 5.3 incelendiğinde ikinci uygulama sonrasında odaklanılan alanlar olan teknoloji boyutunda başarısız olan grup sayısı dokuzdan bire düşmüş, fen ve matematik boyutunda ise değişmemiştir. Mühendislik boyutunda ise ilk uygulamada başarısız olan 10 gruptan son uygulamada üç tanesi yine etkinlikte mühendislik boyutuyla ilgili hiçbir performans göstermeyerek başarısız olmuştur. Böylelikle KA'nın odaklandığı alanlar olan teknoloji boyutunda performans gösteren grup sayısı 14'ten 22 gruba, mühendislik boyutunda ise 13'ten 20 gruba yükselmiştir.

5.2.1. Etkinliğin Teknoloji Boyutuna İlişkin Bulgular

Tablo 5.8 ve Grafik 5.2'de gösterilen ikinci uygulama sonunda grupların teknoloji boyutuna ilişkin puanları incelendiğinde etkinliğin teknoloji boyutunda başlangıçtaki dokuz başarısız gruptan sadece Saime Öğretmenin sınıfında yer alan Ejder (Mehmet Akif) Grubu değerlendirici görüşlerine göre hiçbir performans göstermemiştir. Bu sonuçlara göre etkinlikte bir önceki uygulamada teknoloji boyutuyla ilgili en az bir beceriyi göstermeyen grupların yapılan müdahalelerin etkisiyle teknoloji boyutunda performans gösterdikleri anlaşılmaktadır. KA'nın odaklandığı boyutlardan biri olan teknoloji boyutuna

yönelik yapılan müdahaleler öğrencilerin teknoloji boyutuna ilişkin performanslarına olumlu etkisinin olduğu anlaşılmaktadır.

Etkinliği katılımcı gözlemlerle izleyen değerlendirici öğretmenler öğrenci gruplarının ikinci turda yapılan müdahalelerin etkisiyle daha da başarılı bir etkinlik gerçekleştirildiğini belirtmişlerdir. Grupların ürünü tasarlarken ne zaman neler yapmaları gerektiği konusunda deneyim kazandıkları için teknoloji boyutunda ilk etkinliğe göre daha başarılı olduklarını (DG, 03.05.2018, p. 17, 19; TYN, Sabri Öğretmen, 03.05.2018, p. 1) ifade etmişlerdir. Öğretmenler grupların etkinliğin başında geçmişten günümüze kullanılan saatlerin zamanla değişimini dağıtılan materyalden inceledikleri için teknoloji boyutunda bu sefer daha başarılı olduğunu (DG, 03.05.2018, p. 29) ifade etmişlerdir.

Öğrenci gruplarından Korkusuzlar Grubu teknoloji boyutuyla ilgili olarak güneş saatinin nasıl kullanıldığını (mühendislik olarak saatin çalışma prensibi) ve ne zaman kullanılabileceğini (zaman kavramı) öğrendiklerini ve eski zamanlarda ve ıssız bir adada işlerine yarayacağını (GÖDF, Korkusuzlar, 07.05.2018, p. 1) söylemiştir. Yıldızlar Grubu ise, kum saati yapamayacaklarından bunun yerine Zamanın Keşfi yaptıklarını ve kayıp olduklarında nasıl kurtulacaklarını (güneşin doğup batışına göre yer-yön kavramı tespiti etmesinde) öğrendiklerini (GÖDF, Yıldızlar, 30.03.2018, p. 1) belirtmişlerdir. Zeki Yıldızlar Grubu da Güneş saatinin nasıl yapıldığını ve ne zaman işlerine yaracağını öğrendiklerini (GÖDF, Zeki yıldızlar, 07.05.2018, p. 1) grup öz değerlendirme formlarında belirtmişlerdir.

Katılımcı öğretmenlerden Şaziye Öğretmen ise bu etkinlikte öğrencilerin günlük hayatta zamanın ölçülmesi için saat kullanılması gerektiğini, ıssız bir yerde de kaldıklarında zamanın planlanması gerektiğinin farkında olduklarını belirtmiştir. Öğrencilerin önce kum saati gibi önceki saatleri de söylediklerini ama bir tercih yapmaları gerektiğinde şu anki dijital saatlerin daha işlevsel olduğunu, bunların (geçmiş zamanlarda kullanılan saatlerin) çok fazla kullanılamayacağı yerlerin olduğunu tam bir şekilde güneş saatinin tamamen ihtiyaçlarını karşılayamayacağını (geceleeri kullanamayacaklarının) farkında

olduklarını söylemiştir. Ayrıca grupların gölge çubuğun gölgesinin (işlevini) normal saatte akrebi gösterdiğinin de bilincinde olduklarına (Gk, Şaziye Öğretmen, 29.04.2018, p. 44, 20) değinmiştir.

5.2.1.1. Teknoloji Boyutuna İlişkin Müdahaleler

Etkinliğin teknoloji ve mühendislik boyutu için etkinliğin başlangıcında drama yöntemi kullanılarak problem durumunu bu şekilde vermem öğrencilerin problem durumuna odaklanmalarını ve sorunun çözümüne yönelik durumun şartlarına uygun çözüm önerileri sunmalarını sağladı (Ag, 19.03.2018, s. 183). Saime Öğretmen yine bu konuda grupların aslında drama ile geçmişe bir gittiklerini ve orada en başta güneş saatinin kullanıldığını, böyle bir teknolojik aletin yapıldığını kendilerinin söyleyip ve yaptıklarını belirtmiştir. Ayrıca günümüze kadar hangi saatlerin kullanıldığını saydıklarını ve ayrıca gölge çubuğunun saydam olmaması gerektiğinin farkında olduklarını ve bunun etkinliğin teknoloji boyutuna katkısını olduğunu (Gk, Saime Öğretmen, 26.04.2018, p. 44) ifade etmiştir.

Özellikle teknoloji boyutunun bu turda ön planda olduğunu çünkü öğrencilere müdahale kapsamında hazırlayıp vermiş oldukları materyal sayesinde öğrencilerin gerekli bilgiye kendileri ulaşarak geçmişten günümüze hangi zamanı ölçme araçlarının kullanıldığının farkında olduklarını ve neden (adada) güneş saati kullanılması gerektiği ve ne zaman kullanıp kullanamayacaklarını fark ettiklerini belirtmişlerdir. Öğrencilerin (önceki yaptıkları ürünlerle) karşılaştırma yaptıklarını, materyali inceleyerek geçmişten günümüze saatlerin değişimini gördüklerini ve bu sürecin katkısıyla uygulamaların ilkinde göre daha ileri seviyede ve başarılı bir tur olduğunu belirtmişlerdir. Feyza ve Saime Öğretmen teknoloji boyutuyla ilgili yapılan ayçiçeği bitkisinin güneşin günlük hareketine göre yönünü değiştirmesiyle ilgili videoyu izlemelerinin de teknoloji boyutuna olumlu etkisinin olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca tekrar bir daha uygulama yapılarak sürece devam edilmesi halinde ilgili boyutlarda daha da başarılı olunacağını (DG, 03.05.2018, p. 21, 29, 78; TYN, Feyza Öğretmen, 06.05.2018, p. 1, 10.05.2018, p. 1; TYN, Saime

Öğretmen, 21.03.2018, p. 4) vurgulamışlardır. Resim 15’te teknoloji boyutu için hazırlanan materyaldeki geçmişten günümüze zamani ölçmede kullanılan aletlerle ilgili bölümler görülmektedir.

Resim 15: Teknoloji Boyutu İçin Hazırlanan Materyalin İçeriğinden Görünüm

ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

• Suyun belirli bir kaptan diğer diğer bir kaba akış hızına ve akan suyun miktarına göre zamani belirlemeye yarayan saatlerdir. Çinliler, Mısırlılar ve Hintliler bu saatleri M.Ö 16. yy larda kullanmışlardır. Soğuk suyun donabilmesi nedeniyle kullanışlığı sınırlıdır.



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

• **İskenir Saatleri**
İskenir saatleri içinde bulun alan altın tozu geniş, belli ince, eğri miktarda bir miktar ya da çok ince maddi bir katman bir miktarın geçerken durmasını zaman gösteren ve kumun düşmesini takip eden saatlerdir. Camlarında ve kâğıtlarda duvar saatleri ya da duvarlarda nebul saatleri. İskenderiyeli bu saatler kültürümüzde, toprak iklimlerde su saatleri örneği kullanılmadıkları, yerinde su boyutu da zaman ölçümü için kullanılan bir güneş saatidir. Bunun için, ya çok büyük yapılmaya ya da başta bir an birinin beklenmesi gerekiyordu.



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

• **Mekanik Saatler**
Zamanın ölçülmesinde kullanılan diğer aletler, mekanik saatlerdir. Bu saatler, mekanik bir yapıya sahiptir. Zamanın ölçülmesinde kullanılan diğer aletler, mekanik saatlerdir. Bu saatler, mekanik bir yapıya sahiptir. Zamanın ölçülmesinde kullanılan diğer aletler, mekanik saatlerdir. Bu saatler, mekanik bir yapıya sahiptir.



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

• **Mekanik Saatler**
Zamanın ölçülmesinde kullanılan diğer aletler, mekanik saatlerdir. Bu saatler, mekanik bir yapıya sahiptir. Zamanın ölçülmesinde kullanılan diğer aletler, mekanik saatlerdir. Bu saatler, mekanik bir yapıya sahiptir.



Feyza Öğretmen öğrencilerin bilgiye kendilerinin ulaştığını ve özellikle (grupların) hazırlanan materyalden saatlerle ilgili bilgi aldıklarını, saatleri birbiriyle karşılaştırdıklarını ve bu durumun etkinliğin teknoloji boyutuna etki ederek önceki etkinlikten farklı olmasını sağladığını (TYN, Feyza Öğretmen, 10.05.2018, p. 1) söylemiştir. Sabri Öğretmen de yine aynı şekilde analog saatler dijital saatlerin karşılaştırılmasının öğrencilerin güneş saatlerinin diğer saatlerden benzerlik ve farklılıklarını görmelerini sağladığını (TYN, Sabri Öğretmen, 23.03.2018, p. 1) belirtmiştir. Saime Öğretmen de bu konuda aslında teknoloji boyutuyla ilgili hazırlanan materyalin çok faydalı ve güzel olduğunu, her etkinlikte böyle bir şeyin olmasının gerektiğini yapılabilecek çoğu şeyin yapıldığını ve ayrıca (nasıl inceleyeceklerini) öğrencilere nasıl inceleyeceklerini de söylenip yeterince zaman verilseydi daha etkili olacağını (Gk, Saime Öğretmen, 26.04.2018, p. 32, 34, 46) ifade etmiştir. Saime Öğretmenin bu konuyla ilgili bir ifadesi şu şekildedir:

“

...çocuklar o anlık (gerekli bilgileri) hatırlayamıyorlar. Ancak ellerinin altındaki fotokopiye (materyale) baktıkları zaman hem hatırlıyorlar hem de araştırma yapmış oluyorlar.... hangi cümleyi bulacağını, orada hangi cümleyi kullanacağını... (Gk, Saime Öğretmen, 26.04.2018, p. 34)

Öğrenci gruplarından Afrin Aslanları Grubu teknoloji boyutuyla ilgili olarak güneşin gölgesine göre hangi yerlere çiçek ekmemiz gerekiyor onu öğrendiklerini, adadayken de saatin kaç olduğunu nasıl bileceğimizi öğrendiklerini (GÖDF, Afrin Aslanları, 30.03.2018, p. 1); Çalışkanlar Grubu, zor durumda kaldığımızda bir güneş saati yapıp zamanı (nasıl) öğrenebileceklerini (GÖDF, Çalışkanlar, 27.05.2018, p. 1); Zeki Yıldızlar Grubu da güneş saati yapmayı ve ne zaman işimize yarayacağını öğrendiklerini (GÖDF, Zeki Yıldızlar 07.05.2018, p. 1) öz değerlendirme formlarında ifade etmişlerdir.

Değerlendirici öğretmenlerden Sabri Öğretmen de bu konuda öğrencilerin kullanılan materyalden zamanı ölçmeyle ilgili kullanılan araç-gereç ve yöntemleri incelediklerini ve karşılaştırma olanağı da bulduklarını (TYN, Sabri Öğretmen, 02.05.2018, p. 1) ve ayrıca gölge çubuğunun zeminine alternatifler (yaprak zemin) ürettiklerini (TYN, Sabri Öğretmen, 21.03.2018, p. 1) ifade etmiştir. Feyza Öğretmen teknoloji ve mühendislik boyutu açısından başka bir müdahale olan öğrencilerin güneşi gün boyunca gözlemlerinin gölge oluşumu, gölgenin hareketi, günün zaman dilimleri gibi olguları kavramasına ve güneş saati yapma fikrini geliştirmelerindeki esas sebep olduğunu (TYN, Feyza Öğretmen, 07.05.2018, p. 1; 10.05.2018, p. 1) söylemiştir. Sabri Öğretmen de öğrencilerin gün boyu güneşi gözlem yapmalarının onların Güneş saatinin çalışma prensibini daha iyi anlamalarını sağladığını (TYN, Sabri Öğretmen, 10.05.2018, p. 1) belirtmiştir.

Ayçiçeği bitkisinin güneşin hareketine göre günlük hareketini videodan izlemelerinin Mustafa Öğretmen etkinliğin teknoloji boyutuna çok katkısı olduğunu çünkü öğrencilerin bu sayede gökyüzünde konumun nasıl değiştiğini

fark ettiklerini (TYN, Mustafa Öğretmen, 06.05.2018, P.1) ifade etmiştir. Sabri Öğretmen videonun görsel olarak öğrencilerin dikkatini çektiğini (TYN, Sabri Öğretmen, 23.03.2018, 3, 8) ifade etmiştir. Feyza Öğretmen ise bu konuda, öğretmenin ayçiçeği bitkisinin güneşe göre hareketini gösteren bir video izleterek kendi gözlemleriyle karşılaştırmalarını istediğini ve böylece öğrenciler güneşin hareketinden yararlanarak bir zamanın nasıl geçtiğini belirleyecek bir saat yapabileceklerini fark ettiklerini, ayrıca etkinlik için hazırlanan makalede zamanı ölçmeyle ilgili bilgiler içeren bölümlerin olduğunu, dileyen grupların oradan inceleyerek ve bilgi aldıklarını ve bunun teknoloji boyutuna çok büyük katkısı olduğunu (TYN, Feyza Öğretmen, 07.05.2018, p. 1) belirtmiştir.

Ayrıca değerlendirici öğretmenler malzeme dükkânına gölge çubuğu olarak ışığı geçiren geçirmeyen madde seçeneğinin konmasının ve öğrenci seçeneğine bırakmanın ilk başta direk ışığı geçirmeyen maddeleri seçmesini engelleyip onun yerine her türden (geçiren, geçirmeyen) malzemeler konarak öğrencinin ayırımı yapmalarını beklemenin de teknoloji boyutu için daha faydalı olabileceğini (DG,03.05.2018, p. 79) ifade etmişlerdir.

5.2.2. Etkinliğin Mühendislik Boyutuna İlişkin Bulgular

İkinci turdaki uygulamalarda odaklanılan bir diğer alan olan mühendislik boyutuna ilişkin sonuçlar yine Tablo 5.8 ve Grafik 5.2’de görülmektedir. Değerlendirici öğretmenlerin yaptıkları puanlamalara göre mühendislik boyutunda yapılan müdahaleler sonucunda mühendislik boyutuyla ilgili hiçbir beceri göstermeyen grup sayısı 10’dan üçe düşmüştür. Etkinlikte mühendislik boyutuyla ilgili becerilerden en az birini sergileyen grup sayısı bu durumda 20 gruba yükselmiştir. İlk uygulamada mühendislik boyutunda problem yaşayan 10 gruptan ikinci uygulamalarda sadece üçü halen problem yaşamaya devam etmiştir. Bu gruplar Tayfalar (Mithatpaşa), Alev Topları (Mehmet Akif) ve 4A (Şehit Yasemin Tekin) gruplarıdır.

Saime Öğretmen mühendislik boyutunda halen gruplarda problemlerin yaşanmasında öğrencilerin el becerilerinin çok zayıf olmasının bir etken olduğunu (Gk, Saime Öğretmen, 26.04.2018, p. 62, 64) belirtmiştir. Bunun

nedeninin ise maalesef mevcut eğitim sistemi olduğunu, örneğin bir müfettişin okula geldiğinde öğrencilere sorduğu şeylerin, ‘Hadi yapalım demek değil, eş anlamlı kelimeler, zıt anlamlı kelimeleri nedir?’ şeklinde sorular sorduğunu söylemiştir. Türkiye’de sınav odaklı akademik başarıya yönelik eğitim yapıldığını bu nedenle uygulamalı, somut materyallerle etkinlikler yapılamadığı için öğrencilerin motor kas becerilerinin yeterince gelişmediğini ifade ederek bu etkenlerden dolayı mühendislik boyutunun halen kendi sınıfında bir grupta (Ejder) zayıf kaldığını ve bu tarz uygulamalı etkinlikleri yapmakta öğrencilerinin zorlandıklarını (Gk, 26.04.2018, p. 60, 58) belirtmiştir.

Değerlendirici öğretmenler ilk tur sayesinde etkinlikteki eksiklikleri tespit ettiklerini, eksiklerini gördükten sonra ikinci turda nelerin yapılıp yapılmaması gerektiğini gördüklerini ve bu nedenle mühendislik boyutunda ikinci turun birinci tura göre daha başarılı olduğunu ifade etmişlerdir. Grupların gölge çubuklarının uzunluğunu mukavvanın boyutuna göre ayarlanması gerektiğinin bu turda farkında olduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca analog saati incelemelerinin sonucunda güneş saatinde gölge çubuğunun gölgesinin akrep gibi mi ya da yelkovan gibi çalıştığını fark ettiklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca taslak çizimlerin ve maliyet hesabının yapılmasının grupların malzemeleri en optimum (düzeyde) kullanmalarını sağladığını fakat yine de bazı gruplarda bu konuda problemlerin yaşandığını belirtmişlerdir. Grupların yapabileceklerin en iyisini az maliyetle yapmaya çalıştıklarını bunun da etkinliğin daha verimli rekabetçi olmasına neden olduğunu (DG, 03.05.2018, p. 5, 6, 34, 35, 37, 78) söylemişlerdir.

Etkinliği katılımcı gözlemlerle izleyen öğretmenlerden Mustafa ve Saime Öğretmen ilk uygulamaya nazaran grupların hem mühendislik hem de tasarım boyutunda kendilerini geliştirdiklerini, daha güzel işler çıkarttıklarını gördüğünü (Gk, Mustafa Öğretmen, 02.05.2018, p. 2; Gk, Saime Öğretmen 26.04.2018, p. 8) söylemiştir.

Öğrenci grupları ise etkinliğin mühendislik boyutuyla ilgili olarak, saatin zaman dilimlerini doğru yaptıklarını (GÖDF, Zeki Yıldızlar 07.05.2018, p. 2),

saatler arasında güneşe göre aralıklar bırakmayı, maliyet hesabı yapmayı, ölçmeyi öğrendiklerini, hesap yapmayı, desen yapmayı, hızlı ve zamanında yapmayı öğrendiklerini (GÖDF, Aslanlar, 03.05.2018, p. 1) saatlerin yerlerini ayarlama da daha iyi olduklarını, çünkü ne yapmaları gerektiğini bu sefer anladıklarını (GÖDF, Çitalar, 03.05.2018, p. 4) belirtmiştir. Ayrıca güçlü yönlerinin saatleri çizmek ve aralık bırakmak olduğu (saatin zaman dilimleri arasındaki mesafe) (GÖDF, Ejder, 03.05.2018, p. 7), etkinlikte hiçbir konuda zorlanmadıkları ve güneş saatini çok kolay yaptıkları (GÖDF, Afrin Aslanları, 30.03.2018, p. 1) şeklinde öz değerlendirme formlarında ifadeler kullanmışlardır.

Yine gruplardan bazıları etkinlikte gölge çubuğunu zemine iyi yerleştiremediklerini (GÖDF, Alev Topları, 03.05.2018, p. 5), saatin yerlerini bulmada ve saati bölmede zorlandıklarını (GÖDF, 4A, 07.05.2018, p. 3), saatin üstünde zaman dilimlerini belirlemede biraz zorlandıklarını (GÖDF, Ebay, 01.06.2018, p. 4) söylemiştir. Ayrıca Harika İşler Grubu çizgileri ve zaman dilimlerini yazmayı iyi yaptıklarını (GÖDF, Harika İşler, 01.06.2018, p. 2), Şirinler Grubu saatlerin yerlerini belirlerken zorlandıklarını ama hallettiklerini (GÖDF, Şirinler, 10.05.2018, p. 2) grup öz değerlendirme formlarında belirtmişlerdir.

5.2.2.1. Mühendislik Boyutuna İlişkin Müdahaleler

Etkinliğin mühendislik boyutuna yönelik hem uygulama deneyiminden hem de mesleki gelişim sürecinden gelen müdahaleler ve bu müdahalelere ilişkin katılımcı, değerlendirici öğretmenler ve grupların görüşleri aşağıda verilmiştir.

Şaziye Öğretmen; bazen öğrencilere verdiği bilgiyi nerede kullanacağını açıklayarak onları gerçek yaşamla ilişkilendirdiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 29.04.2018, p. 56) belirterek öğrencilerin güneş saati tasarımlarının sebebinin aslında etkinliğe başlarken verdiğimiz güneşi gözlemlemek amacıyla çiçek ekilecek yerlerin belirlenmesi ve güneş saati tasarımı için ıssız adada zamanın nasıl ölçülebileceğiyle ilgili anlatılan hikâyelerin olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 29.04.2018, p. 1, 3, 57, 56) söylemiştir. Saime Öğretmen de Şaziye

Öğretmeni destekler nitelikte ıssız ada hikâyesinin öğrencilerin gerçek yaşama ve asıl konuyla bağlantı kurmasını sağladığını, öğrencileri güneş saati yapmaya ittiğini ve hikâyenin öğrencilerin motivasyonunu üst düzeyde tuttuğunu (TYN, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 3) söylemiştir.

Etkinliğin tekrarlanmasının ise değerlendirici öğretmenler öğrencilerin ilkindeki eksikliklerini görmesini sağlayarak tekrar yaptıklarında nelerin yapılacağını nelerin yapılmayacağını (mühendislik boyutunda) gördükleri için daha başarılı olduklarını (Dg, 03.03.2018, p. 5) ifade etmiştir. Mustafa Öğretmen ise birinci turda oluşan eksiklerin bir tecrübe yaşattığını, her bir eksikliğin ve kusurun ikinci tur için yol gösterici olduğunu, öğrencilere olgunlaşma anlamında olumlu yönde katkı sağladığını, etkinliğin daha uzun sürece(zaman bakımından) yayılmış olması daha başarılı olmayı sağlayacağını düşündüğünü, bir sonraki aşamada çocuklar daha işlevsel (mühendislik, sanatsal boyutunda) sonuçlar elde etmeye çalışacağını, başka bir ifadeyle Edison'un yaptığı gibi mühendislik boyutunda tekrar yapmanın çok önemli olduğunu (Gk, 02.05.2018, p. 2, 5, 37) ifade etmiştir.

Saime Öğretmen ise; öğrencilerinin saati çizerken çizgilerin yerlerini ayarlarken eşit aralıklı olması gerektiğini, her bir aralığa bir rakamın denk geleceğini fark ettiklerini, başka bir ifadeyle önceden planlayıp kurgulayıp (sanat ve mühendislik boyutunu dikkate aldılar) yaptıklarını, daha önce yaptıkları saatteki eksiklikleri fark ettikleri için ikinci etkinliğin hem mühendislik hem de görsel olarak daha başarılı olduğunu ifade etmiştir. Bir etkinliği bir kere daha yapınca öğrenciler ikinci yapmasında ilk yaptıklarının üzerine bir şeyler kattığını zaten teknolojinin de üstüne bir şeyler katarak ilerlediğini bu sayede öğrencilerin problem veya eksiklikleri tespit ederek ikincide dikkat edilmesi gerekenleri fark ettiğini ve daha kontrollü ilerlediğini, karşılaştırma sonucunda daha iyi bir ürün elde ettiklerini gördüklerinde uzman gibi hissettikleri ve kendilerine güvenlerinin arttığını belirtmiştir. Etkinliğin üçüncü defa tekrarlanması durumunda daha farklı daha da iyi sonuçlar elde edileceğini (Gk, 26.04.2018 p. 50, 52) söylemiştir.

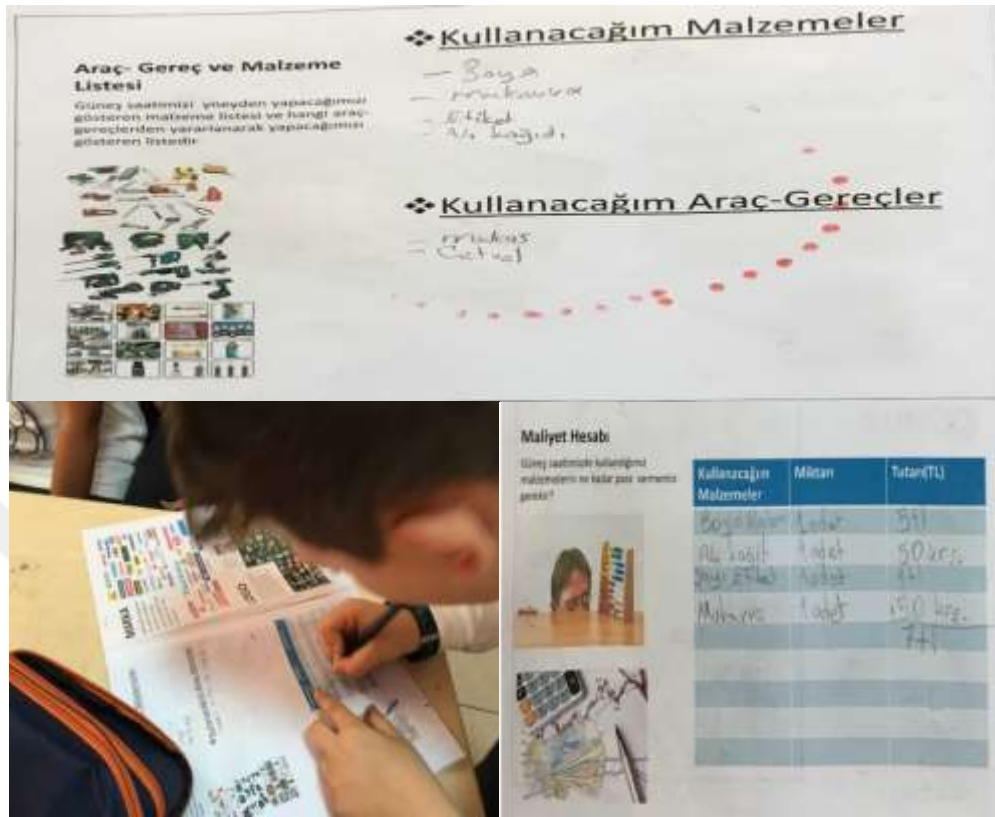
Tezcan Öğretmen ise bu konuda birinci uygulamada iki grup çok iyiye tekrar uygulamada tüm grupların kendini geliştirerek daha başarılı olduğunu çünkü öğrencilerin uygulama yapmaya devam ettikçe deneyim kazanarak becerilerinin arttığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.05.2018 p. 2) söylemiştir. Şaziye Öğretmen ise öğrencilerin sürekli bu etkinlikleri yapıyor olmaları gerektiğini. Çünkü bu şekilde bir şeylerin farkında olduklarını, çalıştıklarını ve ürettiklerini, bir şeyle yaptıkça, ürettikçe de zaten yeni fikirlerin ortaya çıktığını, insanın aklına yeni yeni şeylerin (fikirlerin) geldiğini bu yüzden sürekliliğin esas olması gerektiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 48, 50) ifade etmiştir.

Feyza Öğretmen tekrar yapma fırsatıyla ilgili olarak öğrencilerin bir önceki etkinlikte deneme yanılma yöntemi ile ne yapıp ne yapmamaları gerektiğini öğrendiklerini ve yeniden ürünü yeniden yaptıklarında hatalarını düzeltme şansı yakaladıklarını (TYN, Feyza Öğretmen, 02.05.2018 p. 1) ifade etmiştir.

Öğrenci gruplarından Alev Topları Grubu yapılan etkinlikte kendilerini değerlendirdiklerinde saatlerin yerlerini ayarlama daha iyi oldukları çünkü ne yapmamız gerektiğini ilk başta anladıklarını (GÖDF, Alev Topları, 03.05.2018, p. 4) ifade etmiştir. Mühendislik boyutu ile ilgili Ebay Grubu; gölge çubuğunu bir dahaki sefere farklı yapacaklarını (GÖDF,01.06.2018, p.5) belirtmiştir. Sonuç olarak tekrar yapma fırsatı verilmesi mühendislik boyutuna olumlu yönde katkı sağlamıştır.

İkinci uygulamada etkinliğin mühendislik boyutuyla ilgili bir diğer müdahale ise güneş saatinin önce taslak çiziminin yapılması ve kullanılacak araç gereç ve malzemelerin malzeme dükkânı bölümünden seçilerek maliyetinin hesaplanması istenmiş ve makul maliyetin de belirlenmesinin en iyi güneş saati tasarımı için bir kriter olduğu gruplara söylenmesidir. Resim 16, 17 ve 18’de güneş saatinin tasarımında kullanacağı araç gereç ve malzeme listesini ve maliyet hesabını yapan grup üyesi öğrenci görülmektedir. Ebay Grubunun güneş saati tasarımını toplam 7 liraya mal ettiği Resim 18’deki Maliyet Hesabı Tablosundan anlaşılmaktadır.

Resim 16,17, 18: Taslak Çizim, Araç-Gereç Malzeme Listesi ve Maliyet Hesabı



Feyza Öğretmen ve Tezcan Öğretmen; etkinlikte araç gereç ve malzeme dükkânı oluşturulmasının ve her gruba malzemelerin direk verilmesi yerine gerekli malzemelere kendilerinin karar verip satın almalarının sağlanmasının mühendislik boyutuna çok katkısı olduğunu çünkü grupların aldıkları ürünlerin maliyetini hesaplayarak saatlerini en uygun fiyata yapmaya çalıştıklarını (TYN, Feyza Öğretmen, 10.05.2018, p. 1, TYN, Tezcan Öğretmen, 06.05.2018, p. 1) söyleyerek mühendislik boyutuna tasarım sürecinin eklenmesinin olumlu etkisini gözlemlediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca Feyza Öğretmen maliyeti hesaplayarak saatleri en uygun fiyata tasarlayarak aslında mühendisliğin felsefesini kavramış olduklarını (TYN, Feyza Öğretmen, 07.05.2018, p. 1) belirtmiştir. Sabri Öğretmen de öğrencilerin güneş saatlerini yapmadan önce taslak çizimler yapmalarının da mühendislik boyutuna olumlu katkısı olduğunu (TYN, Sabri Öğretmen, 07.05.2018, p. 1) ifade etmiştir.

Şaziye Öğretmen kendimizle ilgili ya da iş hayatıyla ilgili bir problemi çözerken tüm bu süreçlerin kullanılması ve çocuklara da bunları öğretmemiz gerektiğini, çünkü onları aslında hayata hazırladıklarını (Gk, Şaziye Öğretmen 29.04.2018, p. 52) belirtmiştir. Tezcan Öğretmen dağıtılan materyalde pazarlamayla ilgili marka, logo ve slogan gibi şeyler yapmamızın öğrencilerin üzerinde çok büyük etkisi olduğunu (TYN, Tezcan Öğretmen, 06.05.2018, p. 1; Gk, Tezcan Öğretmen, 08.05.2018, p. 3) gözlemlendiğini ifade etmiştir.

Etkinliğe ürün tasarım sürecinin eklenmesinin bir alt unsuru olan ürünün denenmesi başka bir ifadeyle değerlendirilip test edilmesinin de mühendislik boyutuna çok büyük katkısı olduğu gözlemlenmiştir. Değerlendirici Sabri Öğretmen bu konuda güneş saatleri tamamlandıktan sonra etkinliğe dışarıda devam edilerek öğrencilerin hazırladıkları güneş saatlerinin denenmesinin, nerede hata olduğu, saatin doğru bir şekilde çalışıp çalışmadığını belirlemesini ve tekrar düzenlemesini (eksiklerini, hatalarını düzeltmesinin) sağladığından mühendislik boyutuna katkısının olduğunu (TYN, Sabri Öğretmen, 23.03.2018, p. 7; TYN, Feyza Öğretmen, 10.05.2018, p. 2) ifade etmiştir.

Mühendislik boyutuyla ilgili bir diğer müdahale ise etkinliğe rekabetin eklenmesidir. Değerlendirici öğretmenler bu konuda öğrencilerin yaptıkları güneş saatleri arasından işlevselliği ve tasarımına göre göre birinci, ikinci veya üçüncü seçtiklerini ve başta bunun söylendiğini bu sefer öğrencilerin etkinliği bir oyun gibi göreyerek eğlendiklerini ve birinci olabilmek için her şeyi yaptıklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca grupları birinci olabilmek için saatin yapımında farklı yöntemler uyguladıklarını, örneğin bazılarının saatin tasarımını diğerlerinden farklı ve daha doğru yapmaya çalıştıklarını gözlemlediklerini ifade etmişlerdir. Bununla birlikte rekabetin grupları kendi içinde birbirine kenetleyerek motive ettiğini grup içi dayanışma ve işbirliğini artırdığını (DG, 03.05.2018, p. 86, 90, 11; TYN, Feyza Öğretmen, 07.05.2018, p. 1; TYN, Sabri Öğretmen, 10.05.2018, p. 1) belirtmişlerdir.

Sonuç olarak etkinliğin uygulama sürecinde uygulama deneyiminden ve mesleki gelişim faaliyetlerinden planlanan teknoloji ve mühendislik boyutuna

ilişkin müdahaleler grupların bu boyutlara ilişkin performanslarındaki olumlu değişimin etkeni olmuştur. KA'nın uygulamalarında gerçekleştirilen müdahaleler aşağıda Tablo 5.9'da verilmiştir.

Tablo 5.9. KA'nın Uygulama Sürecinde Etkinlikte Kullanılan Teknoloji ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Müdahaleler

Teknoloji Boyutu	Mühendislik Boyutu
<ul style="list-style-type: none"> ✚ Materyal ✚ Video izletme: Ayçiçeğinin hareketi videosu 	<ul style="list-style-type: none"> ✚ Mühendislik tasarım süreci <ul style="list-style-type: none"> - Taslak çizim, - Maliyet hesabı: Malzeme dükkânı - Ürünü değerlendirip test etme ✚ Pazarlama süreci <ul style="list-style-type: none"> - Marka, - Logo, - Slogan - Tekrar yapma fırsatı - Rekabet
	✚ Problemlleştirme (bağlam temelli içerik)
	✚ Aktif gözlem: Güneşi gün boyu gözleme (bağlam temelli içerik)

5.2.3. Etkinliğin Sanat Boyutuna İlişkin Bulgular

Eylem araştırması sürecinde KA'nın katılımcı öğretmenlerin sınıflarındaki ilk uygulamalar sonrasında ilkökul kademesinde etkinliğe sanat boyutunun da eklenmesi gerektiği belirlenmiş ve bundan sonraki uygulamalarda etkinliğe beşinci bir disiplin olarak "Sanat Boyutu (Art)" da (STEAM) eklenmiştir. Araştırmada ikinci tur uygulamalardan itibaren araştırma sürecinin sonuna kadar sanat boyutu da odaklanılacak bir alan olarak seçilip değerlendirmeye alınmıştır. KA'nın ikinci tur uygulamaları sonrasında Tablo 5.7 ve Grafik 5.4'de gösterilen ikinci uygulama sonunda grupların sanat boyutuna ilişkin puanları incelendiğinde 23 gruptan sadece iki tanesinin etkinliğin sanat boyutuyla ilgili en az bir beceriyi sergileyemedikleri anlaşılmaktadır. Sanat boyutunda Şaziye Öğretmenin sınıfında yer alan Tayfalar (Mithatpaşa) ve Saime Öğretmenin sınıfında yer alan Alev Topları (Mehmet Akif) Grubu değerlendirici öğretmen

görüşlerine göre hiçbir performans göstermemiştir. Bu grupların mühendislik boyutunu ilişkin değerlendirici öğretmenlerin değerlendirme puanına bakıldığında mühendislik boyutunda da aynı durumun söz konusu olduğu görülmektedir. İki grup yine aynı şekilde mühendislik boyutunda hiçbir performans göstermemiştir. Sonuç olarak mühendislik boyutuyla sanat boyutunun birbiriyle sıkı bir şekilde ilişkili olduğu deneyimlenmiştir.

Değerlendirici öğretmenler etkinliğe sanat boyutunun da eklenmesini farklı zekâ alanlarına ve yeteneğe sahip öğrencilerin etkinliğe katılımını sağladığını, özellikle ilkökul düzeyindeki öğrenciler için kesinlikle olması gerektiğini gözlemlediklerini, örneğin öğrencinin taslak çizimler yaptığını, güneş saatlerini kendilerince boyayıp şekil verdiklerini (DG, 03.05.2018, p. 11, 39, 46) belirtmiştir. Sanat boyutunu etkinlikte öğrencilerin hep ön planda tuttuklarını öğrencilerin etkinliğin başından itibaren aslında fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği düşünürken sanat boyutunu da bunlarla ilişkili bir şekilde düşündüklerini (DG, 03.05.2018, p. 61, 62) belirtmişlerdir. Etkinlikte rekabetin doğmasının en büyük etkeninin sanat boyutu olduğunu çünkü grupların birinci olabilmek amacıyla saatin işlevinden çok görünümüne odaklandıklarını, daha sonra birinci olamayan grupların birinci olamama sebeplerini daha çok güneş saatlerinin doğru çalışmaması olarak değil ürünün görsel açıdan tasarımının kötü olmasına bağladıklarını gözlemlediklerini (DG, 03.05.2018, p. 81, 87) ifade etmişlerdir.

Şaziye Öğretmen ise öğrencilerin sanat boyutuyla hayal güçlerini kullandıklarını (Gk, Saime Öğretmen, 29.04.2018, p. 34), Mustafa Öğretmen de öğrencilerin sanat boyutu sayesinde kendi fikir ve düşüncelerini ürüne yansıtabildiklerini hatta bu şekilde kendilerini ortaya koyabildiklerini (Gk, Mustafa Öğretmen, 02.05.2018, p. 19, 23, 25) söylemiştir. Şaziye Öğretmen ise etkinlikte sanat boyutunun eğlenme amaçlı değil tasarlanan ürünün daha insan içine çıkabilir bir hale getirilmesi için gerekli ve mühendislik boyutuyla ilişkili bir boyut olduğunu (Görüşe Kaydı, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 127) belirtmiştir. Ayrıca öğretmenler odak grup görüşmesinde sanat boyutu etkinliğe

eklenmese bile öğrencilerin sanatı etkinlik esnasında ürünlerini tasarlarken ister istemez kullandıklarını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 78) vurgulamışlardır.

Etkinlikte öğrenci grupları ise sanat boyutuyla ilgili olarak; Alev Topları Grubu saatin çizim şeklini ve modelini daha güzel yapacaklarını (GÖDF, Alev Topları, 03.05.2018, p. 7), Çitalar Grubu ise güneş saatinin şeklini ve tasarımını daha farklı yapacaklarını (GÖDF, Çitalar, 03.05.2018, p. 9) söylemişlerdir. Ejder Grubu güneş saatinin görünümünde değişiklik yapacaklarını (GÖDF, Ejder, 03.05.2018, p.7); Etkinlikçi Beşli Grubu ise süslemeyi iyi yaptıklarını (GÖDF, Etkinlikçi Beşli, 03.05.2018, p.2); Afrin Aslanları Grubu bir daha ki sefere saati süslemeyi daha iyi yapacaklarını (GÖDF, Afrin Aslanları, 03.05.2018, p. 5) ifade etmiştir. Feyza Öğretmen ayrıca öğrencilerin güneş saatlerinin ilk etkinliktekilere göre daha farklı olduğunu gözlemlediğini (TYN, Feyza Öğretmen, 02.05.2018, p. 1) belirtmiştir. Öğrencilerin ikinci tur uygulama sonrasında güneş saatlerini hem mühendislik hem de sanat boyutunda daha da özgünleştirdikleri Resim19, 20 ve 21’de görülmektedir.

Resim 19, 20, 21: İkinci Tur Uygulamalar Sonrasında Bazı Grupların Güneş Saati Tasarımları



Gruplar tasarımlarını diğer grupların saatlerinden çok farklı bir şekilde gerçekleştirip özgünleştirerek aynı ürünün tasarımında bile hayal dünyalarının ve yaratıcılıklarının çok geniş olduğu anlaşılmaktadır. Sonuç olarak sanat boyutu ilkökul kademesinde bütünleşik STEM etkinliklerinin doğal olarak ana bir disiplini (STEAM) şeklinde yer aldığı ortaya çıkmıştır.

5.2.3.1. Uygulama Sürecinde Sanat Boyutunun Etkinliğin Akışındaki Sırasına İlişkin Bulgular

Bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanması esnasında süreçte etkinliklerin belirli bir akışa göre ilerlediği deneyimlenmiştir. KA'nın ikinci uygulamalarında odaklanılan alanlardan biri de etkinliğin hangi akış sırasında

ilerlediği ve sanat boyutunu bu akışta nerede olduğunun belirlenmesidir. Değerlendirici öğretmenler etkinliği gözlemleri esnasında STEAM disiplinlerini değerlendirirken ve aynı zamanda bu disiplinlerin akış sırasını da BSEDF'na kaydetmiştir.

Değerlendirici öğretmenler etkinliğe ilk olarak teknoloji ile başladığını daha sonra fen matematik mühendislik ve en son da sanat boyutunun devreye girdiğini ifade etmişlerdir. Ayrıca sanat boyutunun aslında diğer bütün boyutlarla başka bir ifadeyle teknoloji, fen, matematik ve mühendislikle iç içe olduğunu ve ayrıca öğrencilerin ve öğretmenin hangi boyutta daha başarılı ise etkinlikte o boyutun ön plana çıktığını (DG, 03.05.2018, p. 59, 62, 64) ifade etmiştir. Etkinlikte örneğin öğrencinin seçtiği gölge çubuğunun ışığı geçirmeyen malzemelerden olması gerektiği fen boyutuyla ilgili olduğundan mühendislik ve sanat boyutundan önce fen ve matematik boyutunun yer aldığını (DG, 03.05.2018, p. 72) belirtmişlerdir.

Katılımcı öğretmenler ise etkinlikte sanat boyutunun diğer tüm disiplinlerle iç içe olduğunu ama ağırlıklı olarak öğrencilerin ürünü yaparak mühendislik sürecini gerçekleştirdikten sonra devreye girdiğini belirtmişlerdir. Bazı öğrencileri için saatin tasarımını güzelleştirmek ilk öncelik için bazıları içinse önce işlev sonra tasarım olduğundan bu durumun öğrenciye göre değişebileceğini söylemişlerdir. Ayrıca planlama esnasında sanat boyutunun ilk başlarda olduğunu çünkü bir şeyi yapmaya karar verirken onun şeklinin, görünümünün aslında başta düşünüldüğünü (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 99, 112) vurgulamışlardır.

5.2.3.2. Sanat Boyutunun Mühendislik Boyutuyla İlişisine İlişkin Bulgular

Etkinliklerin uygulama sürecinde beşinci bir boyut olarak ortaya çıkan sanat boyutu mühendislik boyutuyla süreç boyunca sıkı bir ilişki içerisinde olduğu belirlenmiştir. Şaziye Öğretmen sanat boyutunun etkinlikte eğlenme amaçlı değil güneş saatlerini insan içine çıkarılabilir bir hale gelmesi için gerekli bir boyut olduğunu sonuçta bir ürün tasarlanacaksa mühendislikle beraber

sanatında kullanıldığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 127) belirterek mühendislikle sanat boyutunun yakın ilişkisini vurgulamıştır. Yine Şaziye Öğretmen, teknoloji boyutunda ya da mühendislikte çok başarılı olamayan bazı grupların tasarımı güzel görselliği iyi olan ürünler ortaya çıkarabildiğini süreçte gördüğünü ve sanat boyutunun bu şekilde mühendisliğin sıkıcılığını engellediğini başka bir ifadeyle kısacası ürünü oluşturmanın bir parçası olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 115, 117, 129) ifade etmiştir. Sabri Öğretmen de mühendislik boyutunun sanat boyutu sayesinde öğrencilerin daha çok ilgisini çektiğini çünkü sanat boyutuyla ürünün tasarlanması esnasındaki mühendislik sürecine kendilerinden bir şeyler katabildiklerini (TYN, Sabri Öğretmen, 06.05.2018. p. 1) belirterek öğrencileri sanat boyutunun mühendislik sürecine katılımı sağladığını belirtmiştir.

5.2.4. Uygulama Sonrasında Odaklanılacak Alanın Belirlenmesi

KA'nın Zamanın Keşfi Etkinliğini katılımcı beş öğretmenin sınıflarında etkinliği tekrar uygulaması sürecinde yaşanan deneyimi ifade edilerek veri toplama araçlarından elde edilen veriler analiz edilip yorumlanmıştır. İlk uygulamanın sonrasında odaklanılan alanlar olan teknoloji ve mühendislik ve sanat boyutuna ilişkin grupların puanlarında olumlu yönde değişim olduğu gözlemlenmiştir. Bu değişim katılımcı gözlemlerle etkinliği izleyen değerlendirici öğretmenler ve sınıf öğretmeninin grupların ilgili boyutlarına ilişkin ikinci uygulamada verdikleri puanlarından ve gözlem sonuçlarını ifade ettikleri görüşlerinden anlaşılmaktadır. Teknoloji boyutunda tek, mühendislik boyutunda üç, sanat boyutunda ise iki grubun halen performansları 'C' olarak kalmıştır. KA'nın ise bir sonraki tekrar uygulamasında odaklanılacak alanlar yine bu öğretmenler ve geçerlik komitesiyle değerlendirilerek kararlaştırılmıştır (GK, 12.05.2018, 20:18). Fakat aylardan Mayıs ayı olması, eğitim öğretim yılının sonunun yaklaşması nedeniyle diğer katılımcı öğretmenlerin de sınıflarında kendi etkinliklerini planlayıp uygulayacak olmalarından dolayı öğretmen uygulamalarına zaman yetmeyeceği düşünülmüştür. Bu nedenle KA'nın uygulamalarının tamamlanmasına ve araştırma sürecinde katılımcı

öğretmenlerin uygulamalarına geçilmesine karar verilmiştir (GK, 12.05.2018, 17:42).

5.3. Katılımcı Öğretmenlerin Uygulamalarına İlişkin Bulgular

Eylem araştırması sürecinde birinci ve ikinci döngüde KA'nın beş katılımcı öğretmenin sınıflarında iki kez Zamanın Keşfi Etkinliğini uygulamasından sonra üçüncü ve dördüncü döngüde öğretmenlerin kendi sınıflarında planladıkları etkinliklerin uygulanmasını içeren aşamaya geçilmiştir. Katılımcı öğretmenler de KA'nın uygulamalarını sınıflarında katılımcı gözlemlerle izledikten sonra kendi bütünleşik STEAM etkinliklerini fen bilimleri dersinde planlayarak uygulamışlardır. Öğretmen uygulamalarında KA ve katılımcı öğretmenlerin rolleri değişerek öğretmenler *katılımcı gözlemci*, *değerlendirici* statüsünden uygulayıcı; KA ise *uygulayıcı* konumundan öğretmenlerin etkinliklerini değerlendirici öğretmenlerle birlikte katılımcı *gözlemci*, *değerlendirici* olarak konumlanmıştır. Kısacası KA ile katılımcı öğretmenler yer değiştirmiştir. Katılımcı öğretmenlerin uygulamalarını iki değerlendirici öğretmenle birlikte KA süreç boyunca gözlemlemiştir. Bu bölümdeki bulgular KA'nın uygulamalarının verildiği gibi sunulduğunda beş öğretmenin uygulamaları çok fazla alan kaplayacağından birinci ve ikinci döngüden farklı olarak bağlamını koparmadan daha fazla özetlenerek verilmesi kararlaştırılmıştır (GK, 15.09.2018, 10:07).

Öğretmenlerin sınıflarında etkinliklerini uygulayabilmesi amacıyla ilk olarak yine KA'nın izlediği süreç gibi etkinlik planı hazırlanması aşamasıyla başlanmıştır. Planlamayla ilgili olarak her öğretmenin dördüncü sınıf Fen Bilimleri Öğretim Programında yer alan temaları göz önünde bulundurması ve bu temalara uygun bir etkinlik planlaması istenmiştir. Öğretmenlerden T>SM>EA yöntemini etkinlik planını hazırlarken kullanabilecekleri ifade edilmiş ve ayrıca planlama ve uygulamada tüm boyutların akış sırasının nasıl olduğunu belirlemeleri istenmiştir. Böylelikle her katılımcı öğretmenin kendine özgü kullandığı strateji ve yöntemlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca etkinliğin uygulama ve değerlendirme standardının değişmemesi amacıyla

etkinliğin yine proje tabanlı öğrenmeye göre hazırlanmasının istenmesi kararlaştırılmıştır (GK, 13.05.2018, 14:24).

Geçerlik komitesi üyelerinin KA'ya önerdiği makaleler ve kaynaklar süreçte katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerle KA tarafından İngilizce dilinden Türkçe diline çevrilerek paylaşılmıştır. Öğretmenlerle anlık paylaşım yapılması amacıyla Google Clasroom uygulaması kullanılmıştır. Süreçte mesleki gelişim adına Zamanın Keşfi Etkinliği etkinlik planı, teknoloji ve mühendislik ve sanat boyutuyla ilgili makaleler ve kaynaklar ve ayrıca Fen, Matematik, Görsel Sanatlar ve Sosyal Bilgiler Öğretim Programı Google Clasroom platformu üzerinden paylaşılan belgelerdir. Ayrıca öğretmenlerin ders planlarını hazırlama sürecinde anlık dönütler verilebilmesi ve planın işbirliği içerisinde KA ve geçerlik komitesi rehberliğinde hazırlanabilmesi için yine Google Docs platformu kullanılmıştır. Her öğretmen etkinlik planını platform üzerinden hazırlarken KA'da öğretmenlerin plan hazırlama sürecini izlemiş ve öğretmenin desteğe ihtiyacı olduğu noktalarda anlık dönüt verilmiştir ve bu şekilde plan hazırlama süreci daha hızlı ilerlemiştir. Öğretmenlerin etkinlik planları araştırmanın ekinde yer almaktadır. Araştırma sürecine başlanmasıyla birlikte benim uygulamalarımın bitiminde öğretmenlerin kendi uygulamalarını yapacaklarını söylemem onları şimdiden 'ne yapabilirim?' kaygısına ve etkinlikle ilgili düşünmeye ittiğini fark ettim (Ag, 04.01.2018, s. 79).

Öğretmen uygulamaları ilk olarak Tezcan Öğretmenin sınıfında 16.05.2018 tarihindeki Uygun Aydınlatma etkinliğiyle başlamıştır. Uygulama tarihleri ve öğretmenlerin uygulamaları Tablo 5.10'da görülmektedir.

Tablo 5.10. Katılımcı Öğretmenlerin Etkinliklerini Sınıflarında Uygulama Tarihleri

Katılımcı Öğretmen & Etkinlik	Uygulama Tarihleri	
	I. Uygulama	II. Uygulama
Tezcan Öğretmen- Uygun Aydınlatma	16.05.2018	25.05.2018
Saime Öğretmen- Güneş Fırını	23.05.2018	30.05.2018
Fatma Öğretmen- Avizemizi Tasarlıyoruz	18.05.2018	-
Şaziye Öğretmen- Pervaneler Yarışıyor	24.05.2018	31.05.2018

Mustafa Öğretmen- Süper Güçlü Kâğıt Roketler	28.05.2018	01.06.2018
---	------------	------------

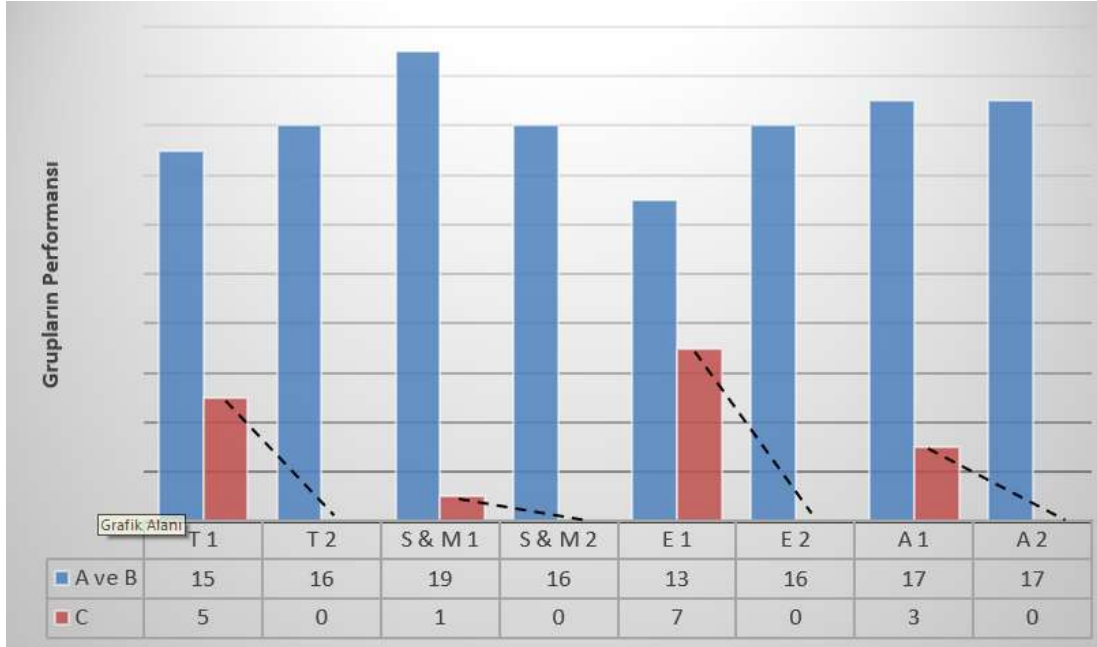
Katılımcı öğretmenlerin birinci ve ikinci tur uygulamaları sonucunda oluşan puanları ise Tablo 5.11 ve Grafik 5.4'te verilmiştir. Öğretmen uygulamalarını katılımcı gözlemle izleyen değerlendirici öğretmenler ve KA tarafından verilen 'C' puanı grupların ilgili boyutta hiçbir performans göstermediğini, 'B' puanı bir, 'A' puanı ise birden fazla performans gösterdiğini ifade etmektedir.

Tablo 5.11. Katılımcı Öğretmenlerin Uygulamalarına İlişkin Öğrenci Gruplarının Değerlendirme Puanları

Öğretmen & Okullar	Gruplar	Teknoloji 1	Teknoloji 2	Fen Matematik 1	Fen Matematik 2	Mühendislik 1	Mühendislik 2	Sanat 1	Sanat 2
Şaziye H. [Mithatpaşa]	Şirinler	A	A	A	A	A	A	B	A
	Kelebekler	B	A	A	A	A	A	B	A
	Yıldızlar	B	A	A	A	A	A	A	A
	Aslanlar	A	A	A	A	A	A	A	A
Mustafa H. [Fatih]	Ebay	B	A	A	A	B	A	B	A
	Etkinlikçi Beşli	C	A	A	A	C	A	B	A
	Harika İşler	B	A	B	A	B	A	C	A
Saim H. [Mehmet Akif]	Çılgın Beşli	A	A	A	A	A	A	A	A
	Sevgi	A	A	A	A	B	A	A	A
	Aslanlar	A	A	A	A	A	A	A	A
	Harika	A	A	A	A	B	A	A	A
Fatma H. [Cevdetiye]	Muhteşem	A	A	A	A	A	A	A	A
	Güneş	C	A	C	A	C	A	C	A
	Enerji	C	A	B	A	C	A	C	A
	Kaplanları	B	A	B	A	C	A	B	A
Tezcan H. [Şehit Yasemin]	Çalışkan Ustalar	B	A	B	A	C	A	B	A
	Yıldızlar	B	A	B	A	C	A	B	A
	Fen Bilimleri	C	A	B	A	C	A	B	A
	Bilim İnsanları	B	A	A	A	C	A	B	A
4A	Batman	B	A	A	A	B	A	B	A
	Batman	C	A	2	A	A	A	2	A

Öğretmenlerin ilk uygulamaları ve sonrasında uygulama deneyiminin ifade edilmesi, gerekli müdahale ve mesleki gelişim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi sonrasında etkinliğin tekrar uygulamaları sonucunda oluşan grupların ilgili boyutlardaki puanları karşılaştırmalı olarak Grafik 5.4'te de görülmektedir.

Grafik 5.4: Katılımcı Öğretmenlerin Birinci ve İkinci Uygulamalarına İlişkin Grupların İlgili Boyutlardaki Performanslarındaki Değişim



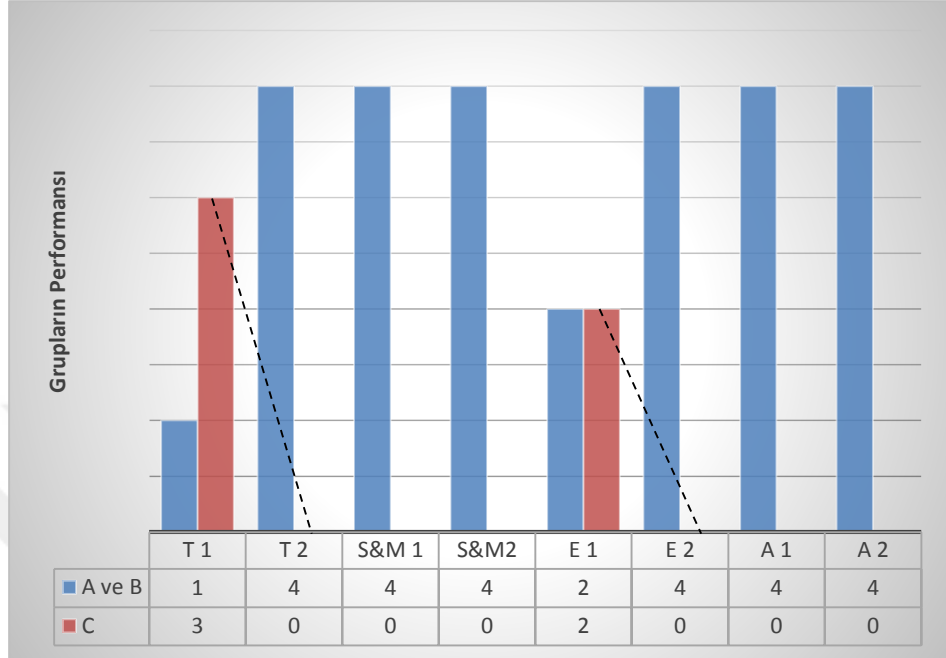
Tablo 5.11 ve Grafik 5.4 incelendiğinde öğretmenlerin ilk uygulamaları sonrasında Saime ve Şaziye Öğretmenin uygulamalarında grupların puanlarında hiçbir boyutta problem yaşanmazken Tezcan, Mustafa ve Fatma Öğretmenin uygulamalarında en az bir grupta ve boyutta grupların problem yaşadığı görülmektedir. Fakat öğretmenlerin ikinci uygulamaları sonrasında Fatma Öğretmen dışında tüm öğretmenlerin sınıflarındaki grupların puanlarında odaklandıkları alanlara yönelik olumlu yöndeki değişim değerlendirici öğretmenlerin ikinci uygulamalardaki etkinliğin ilgili boyutlarına ilişkin verdikleri puanlarından anlaşılmaktadır. Katılımcı öğretmenler de KA'nın uygulamalarında olduğu gibi etkinliğin fen, matematik ve sanat boyutlarından ziyade genel olarak en çok teknoloji ve mühendislik boyutunda grupların performansında problem yaşadığı grafikten anlaşılmaktadır. Bu durumda sınıf öğretmenleri genel olarak bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanmasında fen, matematik ve sanat boyutunda problem yaşamazken genellikle teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Genel olarak bu bulgular ışığında her katılımcı öğretmenin uygulama deneyimi ve süreci aşağıda verilmiştir.

5.3.1. Uygun Aydınlatma: Tezcan Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular



Katılımcı öğretmenlerden Tezcan Öğretmen Ek-13'te bulunan Uygun Aydınlatma Etkinliğini planlamıştır. Etkinlikte öğrenciler bir evin odasının sadece istenilen bir bölümünü uygun bir şekilde aydınlatmaya çalışmışlardır. Öğretmen sınıfında bu etkinliği fen bilimleri dersinde bütünleşik STEAM etkinliğini ilk olarak 16.05.2018 tarihinde ve sonra 25.05.2018 tarihinde tekrar uygulamıştır. Tezcan Öğretmenin uygulaması esnasında etkinliğin ilgili boyutlarına ilişkin değerlendirme puanları Grafik 5.5'te görülmektedir.

Grafik 5.5. Tezcan Öğretmenin Uygulamalarında İlgili Boyutlara İlişkin Grupların Puanlarının Frekans Dağılımı



Etkinliğin teknoloji (T), fen- matematik (S&M), mühendislik (E) ve sanat (A) boyutlarına ilişkin değerlendirme puanları incelendiğinde yine fen, matematik ve sanat boyutunda herhangi bir problem yaşanmazken teknoloji ve mühendislik boyutunda grupların performansında problem yaşandığı görülmektedir. Tezcan Öğretmenin sınıfında yer alan dört öğrenci grubundan üçünün etkinlikte teknolojinin rolünü ve teknolojiyle ilgili problemleri fark edemediğini ve ayrıca mühendislik boyutunda iki grubunda etkinliğin mühendislik problemini tanımlayıp problemi sınırlandıramadığı ortaya çıkmıştır. Öğrenci gruplarının etkinlikte yer alan mühendislik probleminin çözümünde fen ve matematiği kullanmalarında ise herhangi bir problem yaşanmamıştır. Tüm gruplar güneş saatlerini yaparken fen ve matematik boyutuyla ilgili olarak en az bir ya da daha fazla performans göstererek ev tasarımlarını tamamlamışlardır.

Tezcan Öğretmen ilk uygulama deneyimiyle ilgili olarak her grupta tüm boyutlarda ufak tefek eksikliklerin olduğunu fakat “özellikle teknoloji ve mühendislik boyutunda” problemlerin yaşandığını fark ettiğini (Gk, Tezcan

Öğretmen, 05.07.2018, p. 9, 10) ifade etmiştir. Etkinliğin teknoloji boyutunun öğrencilerin geçmişten günümüze kadar olan aydınlatma araçlarını ve bunların değişim gelişimini fark etmesinin olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 34) belirtmiştir. Bu boyutta geçmişten günümüze aydınlatmada kullanılan yöntemlerle ilgili beyin fırtınası yaptıklarını, bugüne kadarki serüveni ve uygun aydınlatmanın ne olduğu ve nasıl olması gerektiği teknoloji boyutuyla ilgili olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 14) belirtmiştir.

Tezcan Öğretmen ev maketinde istenilen bölgenin daha verimli, daha ekonomik ve daha sağlığa uygun şekilde nasıl aydınlatılabileceği probleminin mühendislik boyutuyla ilgili olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 18) belirtmiştir. Etkinlikte öğrenci gruplarından Bilim İnsanları Grubu da “çocuklar akşam ders çalışabilsin diye odayı aydınlattıklarını” (GÖDF, Bilim İnsanları Grubu, 25.05.2018, p.2); 4A Grubu ise “istedikleri yeri aydınlatmak için uğraştıklarını (fakat) bunun için uygun şapka yapmakta zorlandıklarını” ve “bu konuda daha çok çalışmaları” gerektiğini anladıklarını (GÖDF, 4A, 25.05.2018, p. 2, 3, 4) belirterek etkinliğin mühendislik boyutunda problem yaşadıklarını grup öz değerlendirme formlarında belirtmişlerdir.

Öğrenci gruplarından Fen Bilimleri Grubu “ışığın istediğimiz yere gönderme (yöneltme) için ve kartonları doğru kesmek” için kendilerini geliştirmeleri gerektiğini, “kartonları aynı boyda keseceklerini ve ampulün yerini değiştireceklerini” (GÖDF, Fen Bilimleri Grubu, 25.05.2018, p. 4, 7); Yıldızlar Grubu “lambanın şapkasını yapmanın zor” olduğunu, lambanın sadece bir bölgeyi aydınlatması için neler yapabileceklerini” düşündüklerini (GÖDF, Yıldızlar, 25.05.2018, p. 5) formlarında belirtmişlerdir. Ayrıca 4A Grubu ise “bir dahaki sefere ışığın konumunu daha iyi ayarlayacaklarını ve lambayı daha yüksekte” yapacaklarını (GÖDF, 4A Grubu, 25.05.2018, p. 2, 4, 7) formlarında ifade etmişlerdir. Batman Grubu da etkinlikte zayıf yönlerinin “ışığın etrafını (yönlendirme- avize) biraz kötü yapmaları” olduğunu, “bir dahaki sefere ışığın etrafını iyi çevireceklerini ve ışığın enerjisini artıracaklarını”, “istedikleri yeri

aydınlatmayı daha iyi” yapacaklarını (GÖDF, Batman Grubu, 25.05.2018, p. 5, 5, 7) belirtmiştir.

KA olarak Tezcan Öğretmen etkinlikte problem durumunu ve etkinliğin amacını açık bir şekilde vermediğini gözlemledim. Bu nedenle de öğrencilerin niçin bu etkinliği yaptıklarını fark edemediklerini, başka bir ifadeyle, etkinlikte mühendislik problemini öğrencilere hissettiremedi ve ayrıca öğrencilere alternatif, farklı malzemeleri seçme fırsatı sunmadığını ve mühendislik boyutu için rekabet ortamı yaratmadığını (TYN, KA, 16.05.2018, p. 1) belirledim.

5.3.1.1. Yansıtma Toplantısı

Katılımcı öğretmen Tezcan Öğretmenin sınıfında yaptığı ilk uygulaması değerlendirici öğretmenler ve KA tarafından katılımcı gözlemle izlendikten sonra 16.05.2018 tarihinde bir araya gelerek değerlendirilmiştir. Yansıtma toplantısında her değerlendiricinin etkinliğin boyutlarını değerlendirmeye yönelik verdiği puanlar paylaşarak değerlendiriciler arasında uyum sağlanmıştır.

Değerlendiriciler etkinliğin çok zaman aldığını motivasyonun (düşük) ve rekabetin olmadığını (DG, 19.05.2018, p. 149, 150, 160; TYN, KA, 16.05.2018, p. 1) öğretmenin öğrencilere çok uzun zaman verdiğini (DG, 19.05.2018, p. 151), bir problem durumuyla etkinliğe başlamadığını (fakat) ön bilgilerini yokladığını ve günlük hayattan örnekler verdiğini (DG, 19.05.2018, p. 158, 159) gözlemlediklerini ifade etmişlerdir. Ayrıca etkinliğin yeterince planlanmadığı (DG, 19.05.2018, p. 170) vurgulamıştır. Grupların karton malzemelerine ev modeli çizdiklerini (ve öğretmenin öğrencilere) hayalinizdeki evin içerisini çizmelerini istediğini bu yüzden de grupların en ince ayrıntısına kadar evlerini çizmeye kalkıştığını, evin içerisinde en çok neyi istiyorlarsa orada çok oyalanarak vakit harcadıklarını, bu nedenle de etkinliğin planlanan zamandan çok fazla sürdüğünü belirtmişlerdir (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 47) .

Değerlendirici öğretmenler, öğretmenin etkinlik esnasında hangi boyutlara odaklandığının açık ve net olmadığını (DG, 19.05.2018, p. 169) gruplar arasında

rekabetin yaşanmadığını çünkü öğretmenin öğrencilerin aktif olmasına ve tekrar yapmalarına izin vermediğini ve avizelerin yapımında optimizasyon (en uygun avize şekli) başka bir ifadeyle mühendisliğin fazla olmadığını gözlemlediklerini bu nedenle de etkinliğin göster yap şeklinde gerçekleştiğini (DG, 19.05.2018, p. 152, 154, 167) ifade etmişlerdir.

Tezcan Öğretmenin birinci uygulamasında uygun aydınlatma etkinliğinde teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşandığı ortaya çıkmıştır. Bu durumda öğretmenin bir sonraki uygulamada odaklanacağı alanlar teknoloji ve mühendislik boyutudur. Tezcan Öğretmen zaten bu durumu sınıfta kendisinin de gözlemlendiğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 9, 10) ifade etmiştir. Bu sebeple ikinci uygulama da Tezcan Öğretmen ile teknoloji ve mühendislik boyutuna yönelik mesleki gelişim çalışması ve bu boyutlara yönelik müdahaleler planlanarak tekrar uygulama sınıfında yapmasına karar verilmiş ve kendisine bu konuda dönüt verilmiştir (Ag, 20.05.2018, s. 220).

5.3.1.2. Müdahaleler

Tezcan Öğretmen teknoloji ve mühendislik boyutunda grupların daha iyi performans göstermeleri için ikinci uygulamada kendi başından geçen bir olayı hikâyeleştirdiğini, kardeşiyle aynı odada kaldıklarını ve öğrencilerden onu uyurken rahatsız etmeden nasıl kitap okuyabileceği konusunda fikirlerini aldığını, bu problem durumu ve sorular sayesinde uygun aydınlatmanın sağlanması fikrinin ortaya çıkmasını sağladığını böylece problemleştirme yöntemini (bağlam temelli içeriği) kullandığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 16) ifade etmiştir. Ayrıca değerlendirici öğretmenler öğretmenin gruplardan anlattığı probleme çözüm bulununcaya başka bir ifadeyle uygun aydınlatma yapılması fikrinin önerisi gelinceye kadar sorular sormaya devam ettiğini (TYN, Feyza Öğretmen, Sabri Öğretmen, 07.05.2018, p. 1) belirtmiştir.

Ayrıca Tezcan Öğretmen başka bir müdahale olarak ikinci uygulamanın öncesinde çocuklara ufak bir bilgilendirme yaptığını bu yüzden de uygulamanın yapılacağı güne kadar olan süreçte çocukların evlerinde, çevrelerinde, gidip geldiği yerlerdeki kuruluşları, evlerinde, sokakta gördüğü aydınlatma

sistemlerini incelemesini ve bunlarla ilgili fikir sahibi olmasını sağladığını belirtmiştir. Ayrıca özellikle internetten farklı aydınlatma araç gereçleriyle ilgili araştırma yapmalarını istediğini en son olarak da uygulamaya başlamadan önce bunların (yaptıkları araştırmaları) sınıfta paylaşımlarını sağladığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 28) ifade etmiştir.

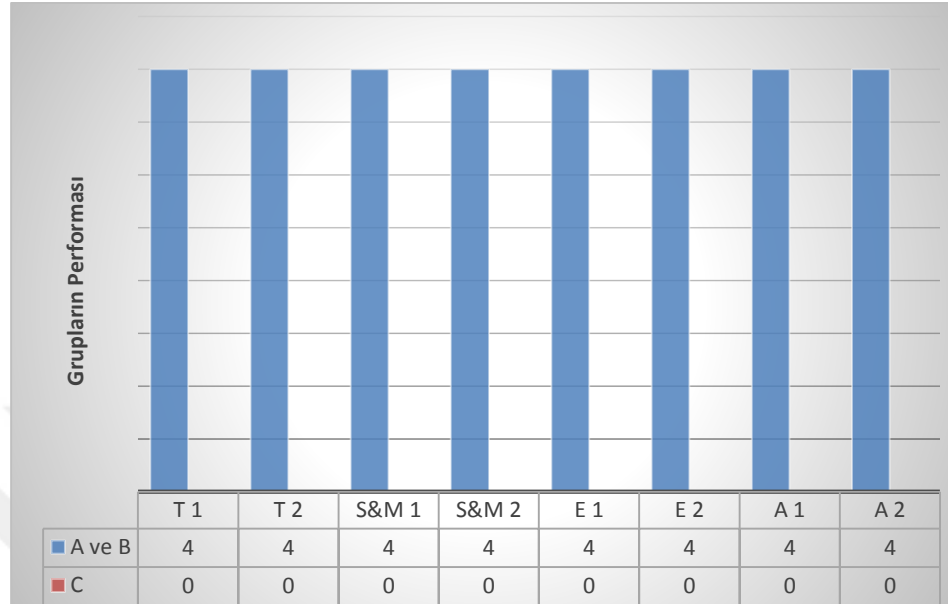
Etkinlikte mühendislik boyutu için yaptığı en önemli müdahalenin tekrar yapma fırsatı vermesi olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 42) öğrencilerin yaptıkça tasarımlarını (ürünlerini) iyileştirdiklerini, mükemmelleştirdiklerini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 44) örneğin Yıldızlar Grubunun yaptıkları ürünü tekrar yapacak olsalar; ışık kaynağının şapkasını daha farklı yapacaklarını (GÖDF, Yıldızlar Grubu, 25.05.2018) ifade ettiklerini belirterek mühendislik boyutuna ilişkin problemlerin giderilmesinde tekrar yapma fırsatının çok etkili olduğunu belirtmiştir. Mühendislik boyutuyla ilgili diğer müdahalenin gruplar arasında rekabet yaratmak olduğunu söylemiştir. Etkinlikte gruplar arasında tatlı bir rekabetin olduğunu, ekstradan aydınlatmayı daha iyi hale getirebilmek için ne tür malzemeler kullanabilecekleri konusunu ele aldıklarını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 58) da ifade ederek rekabetin mühendislik boyutuna katkısını vurgulamıştır. Değerlendirici öğretmenler de (öğrencilere ortaya çıkan ürünleri) satışa sunulacağı söylenirse, öğrencilerin en uygun olan marka ve logoyu belirlemek isteyeceklerini bu yüzden rekabetin oluşturulabileceğini başka bir ifadeyle öğrencilerin benim lambam daha uygun daha tasarruflu diyebileceklerini (DG, 19.05.2018, p.184) ifade ederek müdahale önerisinde bulunmuştur. Ayrıca aydınlatılacak olan oda zemininin bir geometrik şekle göre (kare oda, üçgen oda...) inşa etmelerinin istenebileceği ve böyle öğrencilerin tamamen odayı aydınlatabilmek için avizelerini odanın zeminine göre tasarlayabileceklerini (DG, 19.05.2018, p.192) önermişlerdir.

5.3.2. Güneş Fırını: Saime Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular



Diğer bir katılımcı öğretmen Saime Öğretmen Ek-14'da yer alan Güneş Fırını bütünlük STEM etkinliğini planlayarak bu etkinliği sınıfında fen bilimleri dersinde ilk olarak 23.05.2018 tarihinde ve sonra da 30.05.2018 tarihinde tekrar uygulamıştır. Saime Öğretmenin uygulama deneyimlerini katılımcı gözlemle izleyen değerlendirici öğretmenler ve KA değerlendirmiştir. Etkinliğin değerlendirme sonuçlarına ilişkin puanların frekans dağılımı Grafik 5.6'da görülmektedir.

Grafik 5.6. Saime Öğretmenin Uygulamalarında İlgili Boyutlara İlişkin Grupların Puanlarının Frekans Dağılımı



Etkinliğin teknoloji, fen ve matematik, mühendislik ve sanat boyutlarına ilişkin değerlendirme puanları incelendiğinde herhangi bir boyutta grupların performansında bir problem yaşanmadığı Grafik 5.6'dan anlaşılmaktadır. Saime Öğretmenin sınıfında yer alan dört öğrenci grubunun tümü güneş fırınlarını tasarlarken teknolojinin rolünü ve teknolojiyle ilgili problemleri fark etmiş, geçmişten günümüze yiyecekleri pişirmede kullanılan yöntemler hakkında bilgi sahibi olmuştur. Etkinlikte gruplar mühendislik problemini tanımlayarak, problemi sınırlandırdıkları ve ayrıca süreçte problemin çözümünde fen ve matematiği kullandıkları ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte gruplar güneş fırınlarının tasarımında sanatsal biçimlendirme basamaklarını kullanarak güneş fırınlarını özgünleştirdikleri KA ve değerlendirici öğretmenlerin görüşlerine göre belirlenmiştir. Saime Öğretmenin sınıfında yer alan tüm öğrenci grupları güneş fırınlarını tasarlarken STEAM'in tüm boyutlarında en az bir veya daha fazla performans gösterdikleri belirlendiği ve grafikten anlaşılmaktadır.

Saime Öğretmen etkinlikte “Elektrik enerjisi olmadan yemek pişirebilir miyiz? Nasıl pişirebiliriz?” (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 43) sorularının ve grupların güneş panelleri kullanarak ısıyı toplaması başka bir ifadeyle

panellerin açısını ayarlaması (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 49, 51); güneşi toplaması için siyah zemin kullanılması, ısıyı kaybetmemek için üstünü kapatması ve süreçte ortaya çıkan sorunları gidermesinin (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 51) mühendislik boyutuyla ilgili olduğunu ifade etmiştir. En doğru sürede maksimum (düzeyde) ne kadar güneşten pişirmede faydalanabileceğimizi, günün hangi saatlerinde ve o panellerin açılarını da maksimum (düzeyde) nasıl kullanabileceğimizin de mühendislik boyutuyla ilgili olduğunu başka bir ifadeyle mühendisliğin en uygun bir şekilde fırının çalışabilmesi için yapılması gerekenler olarak özetlenebileceğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 53) belirtmiştir.

Öğrenci gruplarından Aslanlar Grubu mühendislik boyutuyla ilgili olarak, fırınlarının şeklini belirlemede iyi olduklarını fakat zayıf yönlerinin ise ayrıntısına (optimum şekil) giremediklerini (GÖDF, Aslanlar Grubu, 23.05.2018, p.5) ifade etmişlerdir. Harikalar Grubu da bir daha ki sefere streç filmle yerleştirmeyi ve kaplamayı daha iyi yapacaklarını (GÖDF, Harikalar Grubu, 23.05.2018, p. 4) ifade ederek izolasyona dikkat edeceklerini belirtmişlerdir. Muhteşemler Grubu da ayarlamalarını (fırının boyutunu) güzel yaptıklarını (fakat) fırını daha iyi çalışması için yuvarlak yapmaya çalıştıklarını ve burada zorlandıklarını, kartonu birleştiremediklerini, kapısının küçük olduğunu fark ettiklerini bir sonraki etkinlikte düzelteceklerini (GÖDF, Muhteşemler Grubu, 25.03.2018, p. 2, 3, 6) söylemiştir. Sevgi Grubu ise (etkinlik sayesinde) güneş ışınlarıyla fırın yapabileceklerini ve yiyeceklerini pişirebileceklerini öğrendiklerini, alüminyum ve siyah zemini iyi yaptıklarını çünkü siyah zeminleri iyi yaptırdıklarını, alüminyumunu uygun yerlere yaptıklarını, panelleri daha uygun yere koymak ve süsleme yapmaya bir dahaki sefere dikkat edeceklerini (GÖDF, Sevgi Grubu, 23.05.2018, p. 1, 2, 4) grup öz değerlendirme formlarında belirtmişlerdir. KA olarak kazanım kumbarası etkinliğinde grupların kazanım kumbarasına “güneş ışınlarından yararlanarak yiyecekleri pişirebileceğimi fark ettim.” ifadesini yazarak attıklarını ve etkinliğin mühendislik problemini tanımlayabildiklerini fark ettim (TYN, KA, 23.05.2018, p. 4).

Saime Öğretmen grupların geçmişten günümüze yemekleri pişirmek için kullanılan yöntemler ve fırın türleri hakkında bilgi sahibi olması ve yiyecekleri pişirmede güneşten yararlanabileceğini fark etmesinin teknoloji boyutuyla ilgili olduğunu ve teknoloji boyutu için sınıfa bir fırın getirerek öğrencilerin incelemelerini sağladığını; geçmişten günümüze yemek pişirmede kullanılan yöntemlerle ilgili bir materyal oluşturarak bunu sınıfa dağıttığını, grupların elinin altında böyle bir kaynağın bulunmasının teknoloji boyutuna katkısını KA'nın ve kendi uygulamalarında gördüğünü (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 13, 21, 31, 19) ifade etmiştir. Öğrenci gruplarından Muhteşemler Grubu etkinlikte güneş fırınının nasıl olması gerektiğini ve güneşle çalışan bir fırın yapmayı öğrendiklerini (GÖDF, Muhteşemler Grubu, 23.05.2018, p. 1); Harikalar Grubu da güneş enerjisini çeken malzemeleri kullanarak fırınlarını daha iyi yapabileceklerini öğrendiklerini (GÖDF, Harikalar Grubu, 21.05.2018, p. 1) belirtmiştir. Sevgi Grubu ise güneş fırını (yapmak için) alüminyuma ve siyah zemine ihtiyacı olduğunu fark ettiklerini (GÖDF, Sevgi Grubu, 23.05.2018, p. 1) grup öz değerlendirme formlarında ifade ederek etkinliğin teknoloji boyutuyla ilgili fikirlerini açıklamışlardır.

5.3.2.1. Yansıtma Toplantısı

Katılımcı öğretmen Saime Öğretmenin 23.05.2018 tarihinde sınıfında yaptığı ilk uygulaması değerlendirici öğretmenler ve KA tarafından katılımcı gözlemlerle izlendikten sonra 23.05.2018 tarihinde değerlendiriciler bir araya gelmiş ve etkinliği değerlendirmiştir. Yansıtma toplantısında her değerlendiricinin etkinliğin boyutlarını değerlendirmeye yönelik verdiği puanlar paylaşarak değerlendiriciler arasında yaşanan uyum sağlanmış, grupların puanlarına son şekli verilmiştir.

Değerlendirici öğretmenler öğretmenin ilk uygulamasında öğrencilerin motivasyonunun yüksek olduğu, etkinliğe ısınma oyunları ile başladıktan sonra mühendislik problemini drama yöntemini kullanarak hikâyeleştirerek verdiğini bu durumda öğrencilerin dikkatini çektiğini, motivasyonlarını yükselttiğini (DG, 23.05.2018, p. 2, 22) belirtmiştir. Feyza Öğretmen mühendislik

probleminin içinde olduğu bir “Uçak kazasında ıssız çöl adaya düştünüz ve uçaktan sağ çıktınız “beslenmek istiyorsunuz yemeği pişirmek için neler yaparsınız?” hikâye anlatarak başladığını, hikâyeyle öğrencilerin ilgi ve dikkatlerini mühendislik problemine çektiğini ve bu hikâye etkinliğin akışına çok büyük katkısının olduğunu (TYN, Feyza Öğretmen, 23.05.2018, p. 2) vurgulamıştır. Öğretmenin hem kullandığı materyal, hem de tasarladığı ürünlerle (tüm) boyutlar (fen, teknoloji, matematik, mühendislik, sanat) ve konuya hâkim olduğunu gösteren başarılı bir etkinlik olduğunu (DG, 23.05.2018, p. 4) belirtmişlerdir. KA olarak da öğretmenin gerçek yaşam temelli mühendislik problemini çok iyi verdiğini ve (kullanacakları) araç gereç ve malzemeleri öğrencilerin kendilerinin belirlemelerini isteyerek (TYN, KA, 23.05.2018, p. 2) etkinliğin mühendislik boyutunu destekleyici müdahaleler gerçekleştirdiğini etkinlikte gözlemledim. Öğrencilerden Çitalar Grubu uçak enkazının parçalarını fırınlarını tasarlamak için kullanabileceklerini (TYN, KA, 23.05.2018, p. 3) belirtmişlerdir.

Saime Öğretmenin ilk etkinlikte hiçbir boyutta problem yaşamadan etkinliği sınıfında başarılı bir şekilde uygulamasının, öğretmenin sürekli eylem araştırması sürecinde sorular sorarak, araştırarak kendi etkinliğini ve planını hazırlama için uğraştığını ve bu nedenle başarılı olduğu kanaatine varılmıştır (DG, 23.05.2018, p. 1). Sabri Öğretmen de yine öğretmenin geçmişteki pişirme yöntemleri hakkında öğrencilere sorular sorarak etkinliğin teknoloji boyutuyla ilgili, öğrencilerin performans göstermelerini sağladığını (TYN, Sabri Öğretmen, 23.05.2018, p. 1) ifade etmiştir. Değerlendirici öğretmenler etkinlikte öğrenci gruplarının hiçbirinde ilgili boyutlarda problem yaşanmadığını, bu durumu da değerlendirme formunda belirttiklerini ve grupların oluşan puanlarda görülmekte olduğunu ifade etmişlerdir (DG, 23.05.2018, p. 22).

Saime Öğretmen ilk uygulamada hiçbir boyutta problem yaşamasına rağmen uygulama sürecinde bir sonraki uygulama için bazı müdahalelerin yapılması gerektiğini fark ettiğini, örneğin rekabet olması için güneş fırınlarını

tamamlandıktan sonra okul bahçesine çıkıp fırınların denenebileceğini ve ayrıca etkinliğin değerlendirilmesi için kazanım kumbarası etkinliğini de yapmayı düşündüğünü ve öğrencilerinin bir dahaki sefere ilk tasarımlarından daha iyi fırınlar tasarımları yapacaklarını düşündüğünü (Saime Öğretmen, Gk, 24.05.2018, p. 18, 49) belirtmiştir. Her grubun tasarladığı güneş fırınlarının içerisine dondurma vs. koyarak en hızlı dondurmayı eriten grubun fırınının belirlenerek etkinlikte rekabeti farklı bir boyuta taşıyabileceğini (Saime Öğretmen, Gk, 24.05.2018, p. 18, 20) önermiştir. Ayrıca Saime Öğretmen öğrencilerinin ilk tasarımlarına göre fırınlarını ne kadar daha iyi tasarlayabileceklerini merak ettiğini ve bu nedenle etkinliği tekrar uygulamak istediğini (Gk, 24.05.2018, p. 49) belirtmiştir.

5.3.2.2. Müdahaleler

Saime Öğretmen teknoloji ve mühendislik deyince zorlandığını fakat KA'nın desteği, etkinliği daha iyi uygulayabilmek için okuduğu makaleler ve eylem araştırması sürecindeki uygulama deneyimi sayesinde özellikle teknoloji ve mühendislik boyutuyla ilgili nelerin yapılabileceğini belirlediğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 75) ifade ederek eylem araştırması sürecinin teknoloji ve mühendislik boyutuna ilişkin mesleki gelişimine katkısını belirtmiştir.

Etkinlikte öncelikle problemleştirmeye çocukların (güneş fırını yapmaya) karar verdiğini, (daha sonra) güneşten yararlanarak (yiyecekleri pişirebileceğimiz) kanısını oluşturduğunu ikinci olarak da sınıfa (günlük hayatta kullandığımız) çalışan bir elektrikli fırın getirdiğini belirtmiştir. Bununla birlikte fırın türlerini hakkında bilgi veren, öğrencilerin inceleyebilecekleri bir materyal hazırladığını, getirilen fırınının içini, dışını tüm yapısını öğrencilerin incelemesine izin verdiğini ve çalışma prensibini anlattığını, fırının mekanizmasını anlamaları açısından fırını incelemelerinin teknoloji boyutuna çok büyük katkısı olduğunu belirtmiştir. Örneğin fırını inceleyip orada fırının kapağı olacağını, yiyecekleri koyma bölmesinin olması gerektiğini ve içinin siyah olması (gerektiğini) gördüklerini belirterek bu durumun öğrencilerin anlamasına (teknoloji boyutuna) çok katkısı olduğunu (örneğin) kendisinin nasıl

yapacağını asıl yapması gerekenin (ne olduğunu) bir fırında olması gereken elemanların neler olduğunu, nasıl çalışması gerektiği grupların daha iyi anladığını (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 83, 75, 77, 81, 79) belirtmiştir.

Sabri Öğretmen Saime Öğretmenin geçmişteki pişirme yöntemleri hakkında öğrencilere sorular sorarak, öğrencilere eğer isterseler materyalden inceleyebileceklerini söyleyerek etkinliğin teknoloji boyutunda öğrencilerin performans (kendilerini, bilgilerini) göstermelerini sağladığını (TYN, Sabri Öğretmen, 23.05.2018, p. 1) ifade etmiştir.

Mühendislik boyutunda ise Saime Öğretmen bir problem durumu (uçak kazası) oluşturarak grupların probleme çözüm önermelerini sağladığını, öğrencilerin kendi bilişsel süreçlerini işleterek sorunu tanımlayıp çözüm önerdiklerini başka bir ifadeyle güneşten yararlanarak yiyecekleri pişirebileceklerine kendilerinin ulaştığını (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p.71; TYN, Feyza Öğretmen, 23.05.2018, p. 2) ifade ederek müdahalenin olumlu etkisini vurgulamıştır. Ayrıca fırın yapımında kullanılan malzemeleri kısıtlayarak en optimum çözümü bulmalarını sağladığını, sanat, tasarım ve pazarlama sürecini de (taslak çizim, maliyet hesabı) eklediğini ve ayrıca ikinci uygulamayı gerçekleştirerek tekrar yapma gruplara tekrar yapma fırsatı vermiş olduğunu belirtmiştir. Bu müdahalelerle öğrencinin süreçteki problemleri fark ettiğini örneğin fırının şeklinin yuvarlak olmasının güneş ışınlarını daha çok toplayarak daha çok ısıyı çekeceğini düşündüklerini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 55, 65) belirtmiştir. Öğretmen ikinci uygulamasında etkinlik sonunda grupları dışarı çıkartarak güneş fırınlarını denetmiş ve güneş fırının yapımında kullanılacak olan malzemeleri bir kâğıda yazıp kazanım kumbarasına gruplardan atmalarını (TYN, Sabri Öğretmen, 23.05.2018, p. 1) istemiştir. Bu müdahalelerin ikinci turda mühendislik boyutuna olumlu katkısı olmuştur. İkinci uygulamalarda yapılan bu müdahalelere ilişkin resimler aşağıda verilmiştir.

Resim 22, 23, 24, 25: Saime Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Görseller



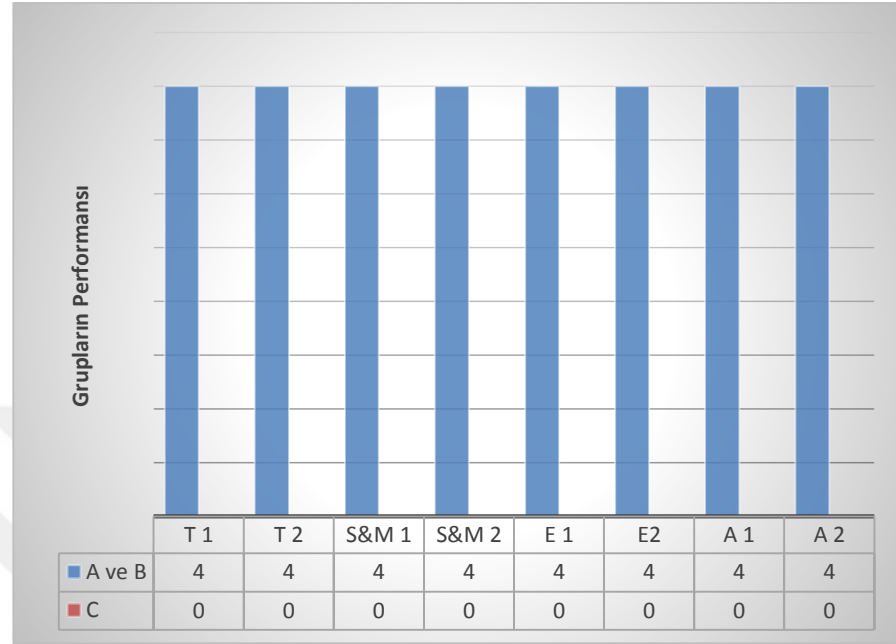
Resim 22 ve 24’te altıgen ve dikdörtgen şeklinde tasarımların gerçekleştiren öğrenci grupları, Resim 25’te teknoloji boyutuna katkı sağlaması için getirilen mikrodalga fırın ve Resim 23’te de tasarlanan fırınların dondurmayla dışarıda denenmesi aşaması görülmektedir.

5.3.3. Pervaneler Yarışıyor: Şaziye Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular



Katılımcı öğretmenlerden Şaziye Öğretmen Ek-12’de yer alan “Pervaneler Yarışıyor” bütünleşik STEAM etkinliğini planlayarak sınıfında fen bilimleri dersinde ilk olarak 24.05.2018 tarihinde ve sonra da 21.05.2018 tarihinde tekrar uygulamıştır. Şaziye Öğretmenin uygulamalarını yine aynı şekilde katılımcı gözlemle izleyen değerlendirici öğretmenler ve KA değerlendirmiştir. Etkinliğin birinci ve ikinci tur uygulamalar sonucundaki değerlendirme puanları Grafik 5.7’de verilmiştir.

Grafik 5.7: Şaziye Öğretmenin Uygulamalarında İlgili Boyutlara İlişkin Grupların Puanlarının Frekans Dağılımı



Şaziye Öğretmenin birinci ve ikinci uygulamaları sonrasında etkinliğin teknoloji, fen ve matematik, mühendislik ve sanat boyutlarına ilişkin değerlendirme puanları incelendiğinde her iki uygulamada da herhangi bir boyutta grupların performansında bir problem yaşanmadığı Grafik 5.7'den anlaşılmaktadır. Gruplar etkinlikte teknolojinin rolünü ve teknolojiyle ilgili problemleri fark etmiş, süreçteki mühendislik problemini tanımlayıp sınırlandırmış, pervanenin tasarımında fen ve matematiği ve ayrıca sanatsal biçimlendirme basamaklarını kullanmışlardır. Şaziye Öğretmenin sınıfında yer alan tüm öğrenci grupları etkinlikte pervanelerini tasarlarken STEAM eğitimin tüm boyutlarıyla ilgili en az bir veya daha fazla performans gösterdikleri belirlenmiştir.

Şaziye Öğretmen etkinlikte teknoloji boyutuyla ilgili olarak ilk önce devre elemanlarının tanıtımını yaptığını ve elemanları vererek kendilerinin devreyi kurmalarını sağladığını belirtmiştir. Pervanelerin günlük hayatta nerelerde kullanıldığı, hangi elektronik aletlerin içerisinde yer aldığını (vantilatör, rüzgâr tribünü) teknoloji boyutuyla ilgili olduğunu, pervanenin yuvasının plastik

malzemedan olmasının teknoloji boyutuyla ilgili olduğunu çünkü daha sert ucu tutacak şekilde bastırıldığında kırılmayacağı malzemedan yapılması (gerektiğini bilmesi) teknoloji boyutuyla ilgili bir beceri olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca hangi malzemeyi kullanacağını da fen boyutuna (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 100, 213, 215) girdiğini ifade ederek etkinliğin teknoloji boyutunu tanımlamıştır. Öğretmen yine de pervanenin yapımında tam olarak teknoloji boyutuna hangilerinin girip girmediğini kafasına yerleştiremediğini de (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 97) belirtmiştir. Teknoloji boyutuyla ilgili olarak grupların pervaneye ilgili merak ettikleri şeyleri araştırmaları için onlara telefonunu vermesinin ve telefondan internette araştırma yapmalarının teknoloji boyutuyla ilgili olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 6, 7) belirtmiştir.

Mühendislik boyutuna ilişkin ise öğretmen havanın çok sıcak olması ve klimanın olmadığı ortamlarda öğrencilerden ders çalışırken kendimizi serinletecek bir mekanizma yapmalarını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 60) istemesinin mühendislik boyutuyla ilgili olduğunu, pervanenin havayı çok üflecek şekilde dizayn edilmesi, rüzgârın yönlendirilmesi başka bir ifadeyle kanatlarının eğiminin, ağırlığının motor gücüne göre ayarlanması, pervanenin dengede durması ve sabitlenmesinin de etkinliğin mühendislik boyutuna girdiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 62) ifade etmiştir.

5.3.3.1. Yansıtma Toplantısı

Katılımcı öğretmen Şaziye Öğretmenin 24.05.2018 tarihinde sınıfında yaptığı ilk uygulaması değerlendirici öğretmenler ve KA tarafından katılımcı gözlemlerle izlendikten sonra 25.05.2018 tarihinde değerlendiriciler bir araya gelmiş ve etkinliği değerlendirmişlerdir. Yansıtma toplantısında her değerlendiricinin etkinliğin boyutlarını değerlendirmeye yönelik verdiği puanlar paylaşarak değerlendiriciler arasında yaşanan uyum sağlanmış, grupların puanlarına son şekli verilmiştir.

Değerlendirici öğretmenler etkinliğin güzel bir etkinlik olduğunu tüm grupların aktif bir şekilde derse katıldığını ve hiçbir grubun etkinliğin herhangi

bir boyutunda problem yaşamadığını ve etkinliğin fen, teknoloji, mühendislik ve sanat boyutlarını içerdiği (DG, 25.05.2018, p. 55) konusunda hemfikir olduklarını beyan etmiştir. Öğretmenin bir hafta önceden etkinlikle ilgili öğrencilerine bilgi verip araştırma yapmalarını istemesinin etkinliğe özellikle teknoloji ve mühendislik boyutuna olumlu yönde katkı sağladığını (DG, 25.05.2018, p. 91) ifade etmişlerdir. Şaziye Öğretmen etkinliğiyle ilgili olarak etkinlikte kullanılan malzemeler konusunda biraz daha yelpazeyi geniş tutabileceğini ve biraz daha gerçek yaşamadan örnekler vermesi gerektiğini anladığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 5, 9) belirtmiştir. Ayrıca yel değirmeni ya da rüzgâr tribünleriyle ilgili video izletmesinin özellikle etkinliğin teknoloji boyutuna katkısının olacağını düşündüğünü (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 5) çünkü ikinci uygulamada başlangıçta pervanenin kanat açısını düz yapan grupların videoyu izledikten sonra pervanenin açısını düzelttiklerini (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 53) belirtmiştir. Öğretmen özellikle etkinliğin mühendislik boyutu için bir sonraki uygulamada grupların kendilerini geliştireceğini düşünerek öğrencilere müdahale etmeden sorular sorduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 15) söylemiştir. Mühendislik boyutunda sadece havayı istenilen şekilde yönlendirmek için kanatların yönünü değiştirmeleri gerektiğini bazı grupların söylediklerini, yaptıklarının da aslında yanlış olduğunun farkında olduklarını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 26) belirtmiştir. Değerlendirici öğretmenler uygulama sürecinde öğretmenin grupların araştırma yapması için onlara telefonu vermesinin teknoloji boyutuna çok büyük katkısı olduğunu (DG, 25.05.2018, p. 62.; Ag, 24.05.2018, s. 223) vurgulamıştır. Fakat öğretmen malzemeleri çok fazla farklılaştırmadığından ürün tasarımlarının hep aynı kaldığını (DG, 25.05.2018, p. 88, 89, 90) tekdüze olduğunu belirtmişlerdir.

Değerlendirici görüşmesi sonunda öğrenci gruplarının ilgili boyutlardaki performansında bir problem yaşanmadığı bu nedenle uygulayıcı öğretmenin etkinliği başarılı bir şekilde gerçekleştiği konusunda uzlaşmıştır (DG, 25.05.2018, p. 68, TYN, Feyza Öğretmen, 24.05.2018, p. 1). İkinci tur uygulamada ise Şaziye Öğretmen uygulama sürecinde bazı konularda neyi yapıp

yapmaması gerektiğini ve tekrar yapma fırsatı verilmesinin ürünün tasarımına başka bir ifadeyle mühendislik boyutuna çok büyük katkısı olduğunu gördüğünü ve bu yüzden etkinliğin tekrar uygulanması gerektiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 93, 94) belirtmiştir. Sonuç olarak etkinliğin ilgili müdahalelerin planlanarak tekrar uygulanmasına karar verilmiş ve Şaziye Öğretmen 31.05.2018 tarihinde etkinlik planında revizyon yaparak tekrar sınıfta uygulama yapmıştır.

5.3.3.2. Müdahaleler

Şaziye Öğretmen ikinci turda etkinliğin teknoloji boyutu için gerçek hayat temelli bir problem durumu oluşturduğunu (ders çalışırken nasıl serinleyebiliriz?), grupları araç gereç ve malzeme seçimi konusunda özgür bıraktığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 7, 60) ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilere pervanelerin günlük hayattaki kullanımını ve yel değirmeni, rüzgâr tribünleriyle ilgili videolar izletmesi, öğrencilere telefonunu vererek onların araştırma yapmalarını sağlaması ve gruplar arası rekabeti oluşturmasının ilk uygulamada teknoloji boyutunun başarılı olmasında etkin olan müdahalelerdir (TYN, Feyza Öğretmen, 24.05.2018, p. 1, Ag, 24.05.2018, s. 223). Resim 26’da Şaziye Öğretmenin telefonundan yararlanarak internette pervanelerle ilgili araştırma yapan Yıldızlar Grubu üyeleri görülmektedir.

Resim 26: İnternette Pervanelerle İlgili Araştırma Yapan Yıldızlar Grubu



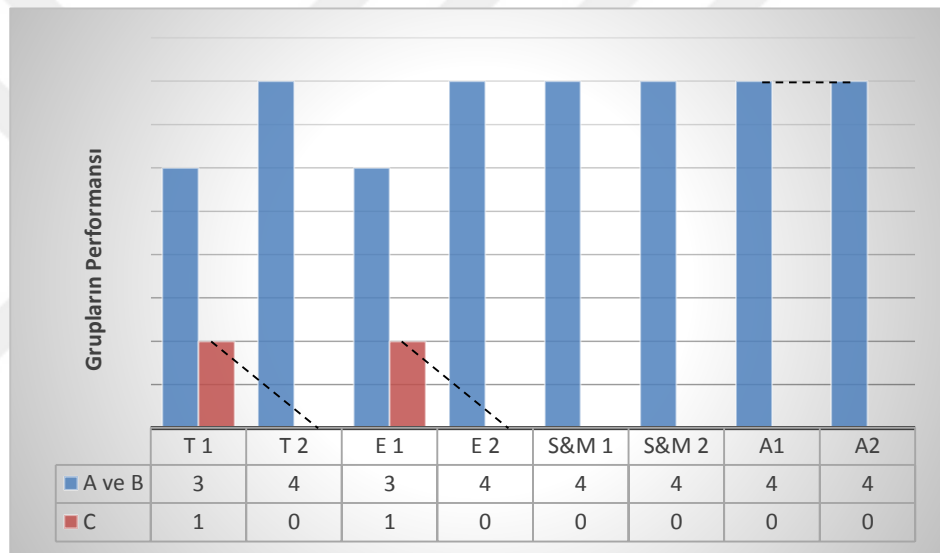
Şaziye Öğretmen etkinliğin mühendislik boyutu için birinci uygulamada etkinlik sonunda en kuvvetli havayı püskürten pervanenin kazanacağını söyleyerek rekabet oluşturduğunu, gerçek yaşam temelli bir problem durumu oluşturarak etkinliğe giriş yaptığını bu durumun öğrencilerin mühendislik problemini tanımlamalarını kolaylaştırdığını ve ayrıca taslak çizim yaptırdığını (Gk, 06.06.2018, p. 67; TYN, Feyza Öğretmen, 24.05.2018, p. 1) belirtmiştir. İkinci uygulamada mühendislik boyutunda katkı sağlaması için ilk uygulamadaki müdahalelerin yanında farklı malzemeler (şişe kapağı, plastik şişe) kullanmalarına izin verip malzeme seçiminde onları özgür bıraktığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 66) belirtmiştir. Her gruba pervanelerini tekrar yapma fırsatı vererek eksiklerini görme ve tamamlama şansı verdiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 66, 67) ifade etmiştir. Fakat değerlendirici Sabri Öğretmen mühendislik sürecini etkinlikte en zorlayıcı olan etkenin öğrencilerin el becerilerinin zayıf olması (TYN, Sabri Öğretmen, 24.05.2018, p. 1; TYN, KA, 24.05.2018, p. 1) olarak belirtilmiştir.

5.3.4. Süper Güçlü Kâğıt Roketler: Mustafa Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Bulgular



Katılımcı öğretmenlerden Mustafa Öğretmen de Ek-11’te etkinlik planında yer alan Süper Güçlü Kâğıt Roketler bütünleşik STEAM etkinliğini planlayarak sınıfında fen bilimleri dersinde 28.05.2018 tarihinde ilk olarak ve sonra da 01.06.2018 tarihinde tekrar uygulama yapmıştır. Mustafa Öğretmenin uygulamalarını katılımcı gözlemle etkinliği izleyen değerlendirici öğretmenler ve KA değerlendirmiştir. Etkinliğin öğretmenin sınıfında uygulamalarına ilişkin grupların ilgili boyutlara ilişkin puanları Grafik 5.8’de verilmiştir.

Grafik 5.8. Mustafa Öğretmenin Uygulamalarına İlişkin Grupların İlgili Boyutlara İlişkin Puanların Frekans Dağılımı



Grafik 5.8’de verilen etkinliğin teknoloji, fen ve matematik, mühendislik ve sanat boyutlarına ilişkin değerlendirme puanları incelendiğinde grupların performanslarında sadece Etkinlikçi Beşli Grubunun teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşadığı diğer grupların performanslarında herhangi bir boyutta problem yaşanmadığı anlaşılmaktadır. Mustafa Öğretmenin sınıfında yer alan dört öğrenci grubundan sadece Etkinlikçi Beşli Grubunun etkinlikte mühendislik problemini tanımlayıp sınırlandıramadığı ve teknolojinin rolünü, teknolojiyle ilgili problemleri fark edemediğini ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan sonuçlar mühendislik ve teknoloji boyutunda sadece Etkinlikçi Beşli dışında diğer gruplar etkinliğin mühendislik problemini tanımlayıp sınırlandırdığı, tüm grupların ise mühendislik probleminin çözümünde fen ve matematiği, roketin

tasarımında sanat elemanlarını ve biçimlendirme basamaklarını kullandıklarını göstermektedir. Mustafa Öğretmenin genel olarak öğrencilerinin boyutlara ilişkin performanslarına bakıldığında etkinliğin tüm boyutları etkinlikte var olduğu ve grupların tüm boyutlarda Etkinlikçi Beşli Grubu dışında en az bir veya daha fazla beceriyi sergiledikleri belirlenmiştir.

Mustafa Öğretmen etkinliğin teknoloji boyutunu roketlerin günümüze kadar olan tarihsel gelişimi ve roketin gökyüzünde daha iyi ilerlemesini sağlayan özellikler (Gk, 03.07.2018, p. 28, 29) olarak tanımlamıştır. Bu sebeple etkinliğine önce öğrencilere “Uzaya nasıl gidebiliriz?” veya “Ne ile uzaya gidebiliriz?” şeklinde sorular sorarak etkinliğe başlayarak gruplardan “roket yapabiliriz” cevabı gelinceye kadar soru sormaya devam etmiştir. Daha sonra onlara NASA tarafından uzaya fırlatılan bir roketin kalkış anını; roketin büyük bir gürültüyle fırlatma rampasından ayrılışını ve yörüngeye oturarak uzay mekiğinden ayrılışını gösteren video izletip gruplara NASA da görevli olduklarını, kendilerini roket tasarımında çalışan mühendis olarak düşünmelerini isteyerek ve NASA görevlileri olarak her grubun bir roket tasarlamasını istemiştir (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p.30, 26, 51, 53; Ag, 28.05.2018, s. 227). Mustafa Öğretmen etkinliğin mühendislik boyutunun ise grupların roket tasarlayarak uzaya seyahat edebileceklerini fark etmelerin ve roketin en uygun kanat sayısı, fırlatma açısı, gövde uzunluğu ve ağırlığı gibi özelliklerini düşünmeleri ve bunları göz önünde bulundurarak roketlerini tasarlamaları olarak (Gk, 03.07.2018, p. 30, 34, 35) tanımlamıştır.

İkinci uygulamada ise Mustafa Öğretmen teknoloji boyutu için hazırlanan materyalin ve roketlerle ilgili videonun tekrar izletilmesinin, roketin parçalarından bahsedilmesinin öğrencilere ilkinden farklı olarak; bir roketin ağırlığıyla uzunluğun roketin hareketine ters yönde etki ettiğini görüp o yönde roketin ağırlığını azaltma, uzunluğunu daha da kısaltma, kuyruk sayısını orantılı yapma gibi alanlarda biraz daha tecrübeli hale geldiklerini ve daha fazla dikkat ettiklerini, bu hususta daha duyarlı olduklarını (Gk, Mustafa Öğretmen,

03.07.2018, p. 30, 26, 51) ifade ederek yeni müdahalelerin gruplar üzerindeki etkisini vurgulamıştır.

Değerlendirici öğretmenler etkinliğin mühendislik boyutuyla ilgili olarak öğretmenin en yükseğe çıkan roketin birinci olacağını söyleyerek rekabet ortamı yarattığını, ayrıca malzemeleri kısıtlama ve seçme olanağı sağlayıp eldeki olanaklarla (maliyet) en optimum olanı tasarımlarını istediğini ve tekrar yapma fırsatı verdiğini (TYN, Feyza Öğretmen, 21.05.2018, p. 1; TYN, KA, 28.05.2018, p. 1) ifade etmişlerdir. İkinci uygulamada ise Mustafa Öğretmen rekabet olanağını artırmak amacıyla birinci roketin seçim kriterine en yükseğe çıkmanın yanında sızdırmazlık, ağırlık, kanat sayısı gibi kriterleri de ekleyerek mühendislik boyutunun daha da başarılı olmasını sağlamıştır (TYN, Sabri Öğretmen, 01.06.2018, p. 1; TYN, Feyza Öğretmen, 01.06.2018, p. 1). Mustafa Öğretmen ayrıca etkinliğin tekrar uygulanmasının öğrencilere roketlerini tekrar tasarlama fırsatı verdiğini ve bu durumda aslında fazladan bir çaba ya da müdahale gerektirmeden grupların ilk uygulamadaki problemlerinin ortadan kalktığını ifade etmiştir (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018; p. 26, 30, 35, 51, 53). Öğrencilerin etkinlikte mühendislik sürecini yansıtan Resim 27, Resim 28, Resim 29 ve Resim 30 aşağıda görülmektedir.

Resim 27, 28, 29, 30: Etkinlikte Mühendislik Tasarım Sürecine İlişkin Resimler



Mühendislik süreciyle ilgili öğrenciler Resim 27’de roketin gövdesinin, kanatlarının ve burnunun nasıl olacağına ilişkin taslak çizim çalışması yaparken, Resim 28 ve Resim 29’da mühendislik sürecinde roketlerini tasarlar (gövdeyi, kanatları ve burnu oluşturma) ve Resim 30’da ise mühendislik süreci sonunda ortaya çıkan roketler görülmektedir.

5.3.4.1. Yansıtma Toplantısı

Mustafa Öğretmenin 28.05.2018 tarihinde sınıfında yaptığı ilk uygulaması değerlendirici öğretmenler ve KA tarafından katılımcı gözlemle izleyerek etkinliği değerlendirmişlerdir. Mustafa Öğretmen etkinliği uygularken mühendislik sürecine direkt kendisinin girdiğini ve öğrencilerin roketlerini kendileri yapmaları gerekirken tam olarak bunun olmadığını ve bu durumun yanlış olduğunu uygulama esnasında fark ettiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 24) söylemiştir. Ayrıca bir hatasının da başlangıçta grupların hepsinden aynı şeyi yapmalarını beklediğini, bunu gruplara bırakmadığını bir yanlışında da bu olduğunu, bazen kendisini öğrencilerle deney yapıyormuş gibi

hissettiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 26) söylemiştir. Feyza Öğretmen de öğretmenlerin grupları etkinlikte çok başıboş bıraktığını ve ayrıca öğretmenin derse tam olarak hazır gelmediğini gözlemlediğini (TYN, Feyza Öğretmen, 21.05.2018, p. 1) ifade etmiştir.

Mustafa Öğretmen ilk uygulamasında mühendislik ve teknoloji boyutunda sadece bir grupta tamamen problem yaşansa da genel olarak çoğu grupta mühendislik boyutunda bazı problemlerin olduğunu gözlemlediğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 24) belirtmiştir. Yine etkinlikte grupların roketin boyunu, kanatlarını ayarlama ve sızdırmazlığı sağlamayı düşünürken roketin ağırlığını düşünmediklerini (Gk, 03.07.2018, p. 34) ifade ederek mühendislik boyutunda bazı önemli noktaları kaçırdıklarını ifade etmiştir. Ayrıca bazen işin içerisine kendisinin (yardım) girdiğini öğrencilerin aktif olması gerekirken kendisinin aktif olduğunu (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 24) söylemiştir. Bununla birlikte her grubun aynı tasarımı yapmalarını beklediğini, bunu çocuklara bırakmadığını ve ikinci uygulamada buna özellikle dikkat ettiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 26) ifade etmiştir. Ayrıca ikinci uygulamada gruplardan taslak çizim yapmalarını istemiş ve etkinlik sonunda değerlendirme aşamasında birinci roketin belirlenmesi aşamasında akıllı tahtada bir Microsoft Office Excel dosyası açarak roketin sızdırmazlık, çıktığı yükseklik, kanat sayısı, gövde uzunluğunu içeren bir tablo oluşturmuş ve tabloda bunları otomatik hesaplayıp puana çeviren formül kullanarak grupların puanlarını anlık görmelerini sağlamıştır (TYN, Sabri Öğretmen, 01.06.2018, p. 1). Gruplara ilk uygulamadan sonra roketlerle ilgili araştırma yapmalarını ve yaptıkları araştırmanın sonuçlarını sonraki uygulamada paylaşmalarını (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 26) istemiştir. İlk uygulamada matematik ve fen ve teknoloji anlamında değil de mühendislik boyutunda biraz problemler yaşadıklarını (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 24), roketin ağırlığını boyunu ayarlama, kanatlarını ayarlama, sızdırmazlığı sağlama gibi özelliklerin yanında ağırlığını da düşünemediklerini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 34) söylemiştir.

Mustafa Öğretmen etkinliğe bir problem durumuyla başlamış ve daha sonra onlara bir roketin fırlatılma anına yönelik *videoyu* izlettirmiştir. Çocukların büyük bir ilgi ve merakla izlediklerini, sonra da kendilerini NASA da görevli olduklarını (düşüncelerini) söyleyip ve roket yapmalarını istediğini, (öğrencilere etkinliği) uygulama safhasında sadece örnek resimler gösterdiklerini ve onlardan materyaller istediklerini söylemiştir. Teknoloji boyutu için hazırlanan materyal ve roketlerle ilgili videoların izletilmesinin, roketin parçalarından bahsedilmesinin öğrencilere ikinci uygulamada, ilkinden farklı olarak bir roketin ağırlığıyla uzunluğun roketin hareketine ters yönde etki ettiğini görüp bu yönde roketin ağırlığını azaltma, uzunluğunu daha da kısaltma, kuyruk sayısını orantılı yapma gibi alanlarda grupların biraz daha tecrübeli hale geldiklerini ve dikkat fazla dikkat ettiklerini, daha duyarlı olduklarını (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 30, 26, 51, 53) söylemiştir.

5.3.4.1. Müdahaleler

Öğretmen derse öğrencilere “Uzaya gitmek isteyen var mı?” sorusunu sorarak başladığını ve öğrencilerle bir süre konuşarak (soru hakkında) onların dikkatini (ilgisini) konuya doğru çekmiştir. Daha sonra akıllı tahta yardımıyla öğrencilere bir roketin fırlatılma anının ve atmosferde ilerleyişinin görüntüsünü izletti, öğrenciler roketin fırlatılma anından çok etkilendiği gözlemlenmiştir (TYN, KA, 28.05.2018, p. 1; Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 38). Bu durum etkinliğin teknoloji olumlu yönde katkı sağlayarak öğrencilerin motivasyonlarını üst seviyeye çıkarmıştır. Öğretmen daha sonra sınıfa “Biz de uzaya gitmek istesek ne yaparız?” diye sormuştur. Öğrencilerden roket cevabının gelmesini beklemiş ve sonra roketin nasıl yapılabileceği konusunda öğrencilerle karşılıklı konuşarak (TYN, Feyza Öğretmen, 28.05.2018, p. 1) öğrencileri bir roket tasarlamaya ve kendilerini bir bilim adamı gibi hissetmelerini sağlamıştır (TYN, Sabri Öğretmen, 28.05.2018, p. 1). Sonuç olarak öğretmen uzaya gitmekle ilgili bir problem durumu yaratarak problemleştirme (bağlam temelli içerik) yöntemini etkinlikte kullanmış ve bu durum öğrencileri roket tasarlamaya yönlendirmiştir (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 38; Ag, 01.06.2018, s. 227). Ayrıca Feyza Öğretmen en yükseğe

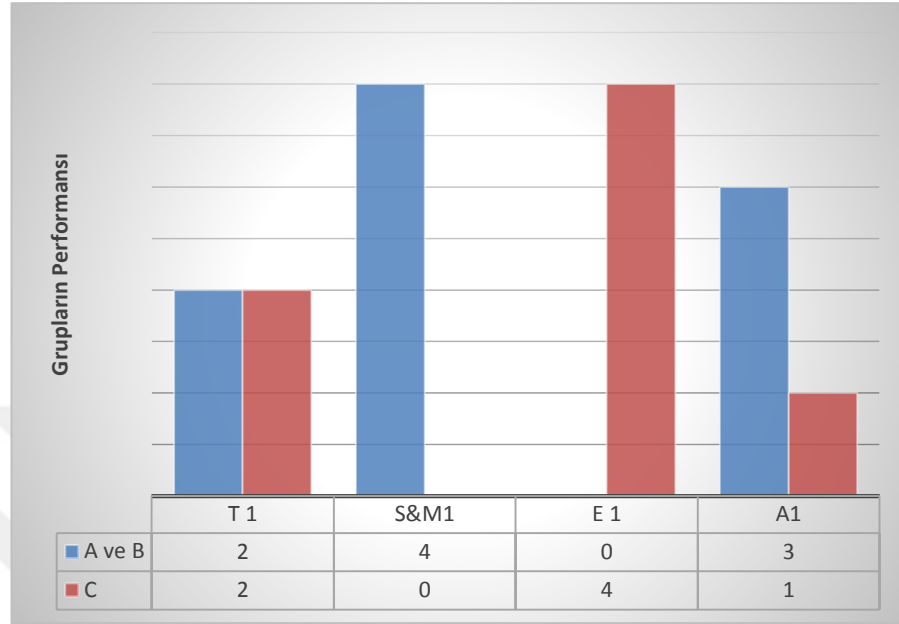
çıkan roketin birinci olacağını (rekabet duygusunu oluşturduğunu) söyleyerek malzeme bölümünü işaret ederek buradan istedikleri malzemeleri maliyetini de düşünerek roket yapımı için kullanabileceklerini söylemiş ve bu müdahalelerin ikinci uygulamada gruplar arası rekabetin doruğa çıkmasına neden olduğunu (TYN, Feyza Öğretmen, 01.06.2018, p. 1) ifade etmiştir. Bununla birlikte ilk gruplar arası yarışmadan sonra gruplara tekrar yapma fırsatı verilerek hem hatalarını fark edip düzeltme hem de birinci olamayan gruplara tekrar birinci olma fırsatı verilmiştir (TYN, Sabri Öğretmen, 01.06.2018, p. 1). İkinci turda mühendislik boyutuna bir diğer olumlu müdahale ise sınıfa getirilen bisiklet pompasıyla öğrencilerin roketlerinin sızdırmazlık düzeyini, kanatların ve burnun işlevselliğini ve roketlerinin kadar uzağa gittiğini deneyip kontrol etmeleri ve uçuşuna göre roketlerinin tasarımında tekrar düzenleme yapmalarıdır (TYN, KA, 01.06.2018, p. 2; TYN, Sabri Öğretmen, 01.06.2018, p. 4). Ayrıca etkinlik sonunda Mustafa Öğretmen öğrencileri dışarı çıkararak en son birinci grubu belirlemek amacıyla grupların dışarıda roketlerini fırlatmalarını sağlamış bu durum ise gruplar arası rekabeti ve motivasyonu daha da artırmıştır (TYN, Sabri Öğretmen, 01.06.2018, p. 1; TYN, Feyza Öğretmen, 01.06.2018).

5.3.5. Avizemizi Tasarlıyoruz: Fatma Öğretmenin Uygulamasına İlişkin Bulgular



Katılımcı öğretmenlerden Fatma Öğretmen “Avizemizi Tasarlıyoruz” bütünleşik STEAM etkinliğini sınıfında fen bilimleri dersinde 18.05.2018 tarihinde uygulamıştır. Fatma Öğretmenin uygulamasını sınıfında katılımcı gözlemle izleyen değerlendirici öğretmenler ve KA değerlendirmiştir. Etkinliğin değerlendirme sonuçlarına ilişkin puanların aşağıda Grafik 5.9’da verilmiştir.

Grafik 5.9. Fatma Öğretmenin Uygulamasına İlişkin Grupların İlgili Boyutlara İlişkin Puanların Frekans Dağılımı



Grafik 5.9 incelendiğinde öğretmenin ilk uygulamasında etkinliğin fen ve matematik boyutunda herhangi bir problem yaşanmazken diğer boyutlar olan teknoloji, mühendislik ve sanat boyutlarına ilişkin değerlendirme puanları incelendiğinde bu üç boyutta öğrenci gruplarının performansında problem yaşanmadığı Grafik 5.9'dan anlaşılmaktadır. Uygulama sonrasında değerlendirmeye öğretmenlerin görüşlerine göre sınıftaki dört grubun ikisinin teknoloji boyutunda, birinin sanat boyutunda ve tüm grupların mühendislik boyutunda problem yaşadığı belirlenmiştir. Özellikle mühendislik boyutunda sınıftaki dört grubun dördü de performans gösterememiştir. Gruplar etkinliğin mühendislik probleminin tanımlayıp sınırlandırmakta güçlük yaşadıkları değerlendiricilerin verdiği puanlardan anlaşılmaktadır. Teknoloji boyutunda dört gruptan ikisi performans gösterip ikisi göstermezken sanat boyutunda ise bir grubun problem yaşadığı görülmektedir. Gruplar etkinlikte avizelerini tasarlarken teknolojinin rolünü ve teknolojiyle ilgili problemleri fark edemediği ve sanat boyutunda ilgili grubun avizelerini tasarlarken sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanamadığı ortaya çıkmıştır. Fatma Öğretmenin uygulamasından ortaya çıkan başka bir bulgu ise bir bütünleşik STEAM

etkinliğinde boyutların birbiriyle ne kadar ilişkili olduğunun fark edilmesini sağlamasıdır. Değerlendirici öğretmenler etkinlikte özellikle mühendislik boyutunda problem yaşanmasının etkinliğin diğer boyutlarını da olumsuz yönde etkileyerek diğerlerinde de problem yaşanmasında ana etken olduğunu (DG, 20.05.2018, p. 14) ifade etmişlerdir.

Feyza Öğretmen etkinlikte mühendislik boyutunda tüm gruplarda problem yaşanmasıyla ilgili olarak öğretmenin grupların avizelerini nasıl yapmaları gerektiğini adım adım anlattığı için öğrencilerin yaratıcı düşüncelerini (düşünme becerilerini) engellediğini ve ayrıca daha önceki uygulamaları görmesine rağmen belirlenen stratejiler kullanmamasının çok dikkat çekici olduğunu, sanki ilk defa bir STEM etkinliği yapıyormuş gibi davrandığını ve öğrencilerin süreçte yaşadıkları problemlere müdahale ederek onların fikirlerini değiştirmelerini, kendi çözümlerini bulmalarına izin vermediğini (TYN, Feyza Öğretmen, 18.05.2018, p. 1) ifade etmiştir.

Fatma Öğretmenin etkinlikte gerçek yaşam temelli bir problem durumunu kullanmadan öğrencilere doğrudan mühendislik problemini verdiği belirlenmiştir (TYN, KA, 18.05.2018, p. 2; TYN, Feyza Öğretmen, 18.05.2018; p. 4). Bu nedenle süreçte öğrenciler aktif olmadığı gözlemlenmiştir. Öğrencilere çözüm olarak bir avize ya da masa lambası tasarımlarına neden olacak bir problem durumu verilmediğinden bu durumun öğrencilerin etkinliğe aktif katılımını engellediği gözlemlenmiştir (TYN, KA, 18.05.2018, p. 2; TYN Feyza Öğretmen, 18.05.2018, p. 4). Ayrıca etkinlikte aslında ışığın istenilen bölgeye yönlendirmeye çalışması yapılabileceğini fakat etkinlikte öğrencilerin yerine öğretmenin kedisinin aktif olarak yer alarak ve etkinliğin gösterip yaptırma şeklinde bir konseptte dönüştüğünü gözlemlerdim (TYN, KA, 18.05.2018, p. 4). Sabri Öğretmen da başlangıçta öğretmenin basit elektrik devresinin şemasını tahtaya çizdiğini, öğrencilerden devrenin şeklinin nasıl olacağıyla ilgili taslak çizim istemeden, onların düşüncelerini ifade etmelerini beklemeden bunu yaparak özellikle grupların ürünün tasarımıyla ilgili düşüncelerini çizim yoluyla ifade etmelerini engellediğini (TYN, Sabri Öğretmen, 18.05.2018, p. 1)

gözlemlediğini belirtmiştir. Feyza Öğretmen de diğer değerlendiricilerin fikirlerini destekler nitelikte öğretmenin gruplara elektrik devresini çiziminden avizeleri nasıl yapmaları gerektiğine kadar adım adım anlatması nedeniyle öğrencilerin kendilerinin düşünmelerini sağlamayarak onların aktif olmalarını engellediğini ve ayrıca KA'nın tüm uygulamalarını katılımcı gözlemlerine rağmen süreçte tecrübe ettiği stratejileri kullanmamasının, sanki ilk deneyimiymiş, ilk defa yapıyormuş gibi davranmasının çok dikkat çekici olduğunu (TYN, Feyza Öğretmen, 18.05.2018, p. 1) belirtmiştir. Ayrıca etkinlikte öğretmenin rekabet oluşması için ürün tasarımına süre sınırı koyduğunu ve süre konusunda kısıtlamaya gidilmesinin grupların sağlıklı düşünmelerini engelleyip onları paniğe sevk ettiğini (TYN, Sabri Öğretmen, 18.05.2018, p.1) Sabri Öğretmen belirtmiştir. Öğretmenin gerçekleştirdiği etkinliği STEAM etkinliği olduğu konusunda çok emin davrandığı (TYN, Feyza Öğretmen, 18.05.2018, p. 1) gözlemlenmiştir.

Sınıftaki öğrenci gruplarından Enerji Kaplanları Grubu etkinlikteki performanslarıyla ilgili olarak grup öz değerlendirme formlarında, ışık kaynaklarının etrafını yapamadıklarını (kaplayamadıklarını), avizelerinin tam olmadığını (GÖDF, Enerji Kaplanları Grubu, 18.05.2018, p. 3); Çalışkan Ustalar Grubu da ışığı dik tutmada zayıf olduklarını ama diğerlerini yapmakta iyi olduklarını (GÖDF, Çalışkan Ustalar, 18.05.2018, p. 4) ifade etmişlerdir.

5.3.5.1. Yansıtma Toplantısı

Fatma Öğretmenin uygulamasını gözlemleyen değerlendirici öğretmenler Avizemizi Tasarlıyoruz Etkinliğinde fen ve matematik boyutu dışında diğer boyutlar olan teknoloji, mühendislik ve sanat boyutunda grupların problem yaşandığını hem değerlendirme formları hem de tanımlayıcı ve yansıtıcı notlarında belirtmiştir. Öğretmenin bir sonraki etkinlikte odaklanacağı alanlar etkinliğin özellikle mühendislik boyutu ve sonra da teknoloji ve sanat boyutu olduğuna grupların puanlarından anlaşılmaktadır.

Öğretmenin ilk uygulamasıyla ilgili olarak 18.05.2018 tarihinde yapılan yansıtma toplantısında Fatma Öğretmen ile görüşülerek etkinliğin

uygulanmasındaki problemler, hangi boyutlarda problem yaşandığı konusunda dönüt verilmiştir (Ag, 18.05.2018, s. 219). Fakat Fatma Öğretmen etkinliğin ifade edilen boyutlarında problem yaşandığını düşünmediğini, çünkü buna benzer etkinliğin bir kongrede bir atölye çalıştayında yapıldığını söyleyerek etkinliğin tekrar yapılmasına gerek olmadığını düşündüğünü (Gk, Fatma Öğretmen, 18.05.2018, p. 13) ifade etmiştir. Ayrıca Feyza Öğretmen öğretmenin STEM etkinliği yaptığı konusunda kendinden çok emin davrandığını gözlemlediğini ifade etmiştir (TYN, Feyza Öğretmen, 18.05.2018, p. 4). Öğretmenin tekrar uygulama yapmasına yönelik bu tutumu geçerlik komitesinde ele alınarak görüşülmesine karar verilmiştir. Bu sebeple geçerlik komitesinde bu durum izah edilmiş ve komite üyeleri KA'ya ilgili boyutlarda problemin varlığını kabul etmemesi ve yeni bir uygulama yapmakta isteksiz davranması nedeniyle öğretmenin kendi mesleki gelişiminde bir ilerleme kaydedilemeyeceği, değişim ve gelişimin sağlanamayacağından tekrar uygulama yapılmaması kararlaştırılmıştır. Öğretmenin böyle bir tutum içerisinde olmasının aslında başka bir sonuç olduğuna karar verilmiştir (GK, 18.05.2018, 14:27). Etkinlikte sonrasında sonra geçerlik komitesi toplantısında yapılan görüşmede öğretmene bu konuda bilgi verilmiş ve kendisinden tekrar bir uygulama yapması istenmeyeceği söylenmiştir. Geçerlik komitesinin bu kararı karşısında Fatma Öğretmen yine de mayıs ayının son haftası eğer istenirse tekrar uygulama yapabileceğini (Gk, 20.05.2018, p. 56) ifade etmiştir. Geçerlik komitesiyle tekrar durum paylaşılarak görüşleri alınması neticesinde dönemin sonu olması, diğer öğretmenlerin planlanan ikinci uygulamaları ve sınıf mevcudunun azalarak gruplardaki öğrenci sayısının çok düşmesi nedeniyle tekrar uygulama yapılmaması yönünde tekrar karar alınmıştır (GK, 21.05.2018, 11:49). Böylece son olarak Mustafa Öğretmenin 01.06.2018 tarihinde gerçekleştirdiği uygulamayla KA'ın uygulamalarından sonra diğer katılımcı öğretmenler de bütünleşik STEAM etkinliklerini planlayıp sınıflarında uygulayarak kendi mesleki gelişim süreçlerini tamamlamışlardır. Katılımcı öğretmenlerden Fatma Öğretmen dışında diğer katılımcıların hepsi etkinlikleri sınıflarında iki kez uygulama yaparak eylem döngüsünü tekrarlayarak tamamlamıştır.

Genel olarak ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanmasında katılımcı sınıf öğretmenleri ve KA teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşamışlardır. Ayrıca ilkokul kademesinde STEM disiplinlerine beşinci bir disiplin olarak sanat (A) boyutunun da eklenmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte katılımcı sınıf öğretmenlerinin teknoloji, mühendislik boyutlarına ve etkinliğine uygulanmasına yönelik kendi deneyimlerinden gelen ve süreçte çok faydalı olan müdahalelere sahip oldukları belirlenmiştir.

5.4. Araştırma Süreci Boyunca Elde Edilen Bulgular

Bu bölümde eylem araştırması sürecinde KA'nın uygulamalarından başlanarak diğer katılımcı öğretmenlerin uygulamalarını da kapsayan tüm süreç boyunca bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokul kademesinde uygulanmasıyla ilgili deneyimin ifade edilmesiyle elde edilen ilkokul kademesine özgü bulgular tematik yaklaşım benimsenerek verilmiştir.

5.4.1. İlkokullarda Mühendislik Boyutu ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Müdahaleler

Eylem araştırması sürecinde tüm katılımcı öğretmenler bütünleşik STEM etkinliklerini ilkokullarda sınıflarında uygularken öğrencilerinin genel olarak teknoloji boyutunun yanında, en fazla mühendislik boyutunda problem yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Araştırma sürecinde Zamanın Keşfi Etkinliğinde mühendislik boyutu güneş ışınlarından faydalanarak zamanın nasıl ölçülüp (Zamanın Keşfi) tespit edilebileceğidir. Katılımcı öğretmenler Uygun Aydınlatma Etkinliğinde istenilen bölgenin daha verimli ve sağlığa uygun şekilde nasıl aydınlatılabileceği (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 18), Pervaneler Yarışıyor Etkinliğinde havanın çok sıcak olduğu klima vs. olmadığı ortamlarda kendimizi nasıl serinletebileceğimiz ve pervanelerin nasıl daha iyi havayı üfleterek serinletebileceği (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 60, 62), Süper Güçlü Kâğıt Roketler Etkinliğinde ise uzaya seyahat etmek amacıyla tasarlanacak roketlerin en yükseğe çıkması için nasıl tasarlanması gerektiği (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 30, 26, 51, 53), Güneş Fırını Etkinliğinde de

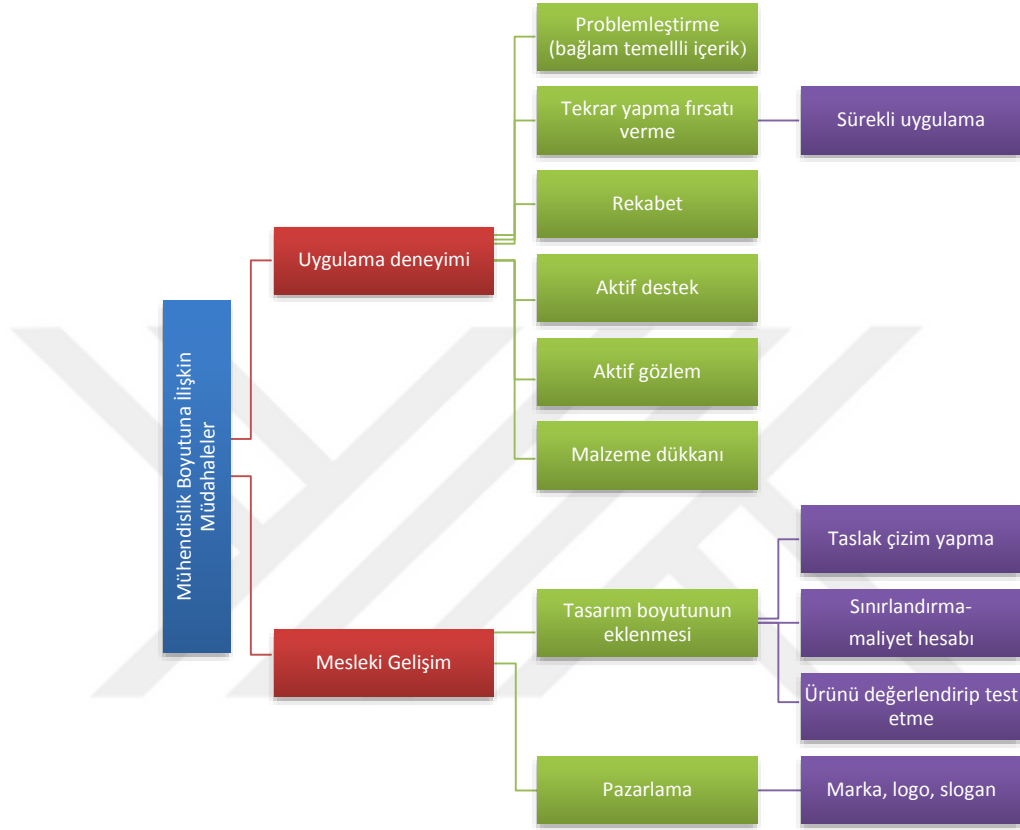
elektrik enerjisi olmadan nasıl yiyecekleri pişirebileceğimiz (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 43, 47) mühendislik boyutunu ifade ettiğini belirtmişlerdir. Mühendislik boyutunda öğrenci grupları Zamanın Keşfi Etkinliğinde gölge çubuğuyla zemin arasındaki açıyı ayarlama, gölge çubuğunun yüksekliğini zemine göre ayarlama, zaman dilimlerini güneşin konumuna göre doğru bir şekilde yerleştirme gibi öğrenci performanslarını içermektedir (Zamanın Keşfi Etkinliği Planı [Ek-12] , bölüm, 10). Pervaneler Yarışıyor Etkinliğinde ise hava akımını sağlamak ve yönlendirmek için pervanenin kanatlarının ayarlanması, akım gücüne göre en uygun ağırlıkta ve en uygun kanat sayısına sahip pervanenin tasarlanması, sistemin çalışmasındaki örneğin devre elemanlarının yanlış bağlanması gibi aksaklıkların tespit edilip giderilmesi gibi öğrenci performanslarını içermektedir (Pervaneler Yarışıyor Etkinliği Planı [Ek-12], bölüm, 12). Uygun Aydınlatma Etkinliğinde ise ışık kaynağından çıkan ışınları sadece istenilen bölgeye yönlendirilmesi, ışık kaynağının yüksekliğinin ayarlanması, ışığı toplamak ve istenilen bölgeye yöneltmek amacıyla ışık kaynağının etrafına aydınlatılacak bölgeye göre ayarlanması, en uygun ışık miktarının ayarlanması ve süreçte yaşanan problemlerin tespit edilip giderilmesi mühendislik boyutuna ilişkin öğrenci performanslarını içermektedir (Uygun Aydınlatma Etkinliği Planı [Ek-13], bölüm, 12). Güneş Fırını Etkinliğinde de fırının pişirme bölmesine güneş ışınlarının doğru bir şekilde yönlendirilmesi için fırının duvarlarının ve panellerinin açısını ayarlaması, yansıtıcı yüzeyler tasarlaması, ısı kaybının önlenmesi için yalıtım yapması, zeminde güneş ışınlarını absorbe eden renkleri ayarlaması ve fırının çalışmasındaki problemlerin tespit edilip giderilmesi, ürünün tasarımında grupların mühendislik boyutuna ilişkin göstermeleri gereken becerilerdir (Güneş Fırını Etkinliği Planı [Ek-14], bölüm, 12).

5.4.1.1. Süreçte Mühendislik Boyutuna İlişkin Gerçekleştirilen Müdahaleler

Araştırma kapsamında ilkokullarda bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerin uygulanmasında mühendislik boyutunda yaşanan problemlerin üstesinden gelmek amacıyla uygulama deneyiminden ve mesleki gelişim

sürecinin yansıması olarak Şekil 5.2’de verilen müdahaleler planlanmış ve süreçte uygulanmıştır.

Şekil 5.2. Mühendislik Boyutuna İlişkin Süreçte Gerçekleştirilen Müdahaleler



Öğrencilerin mühendislik boyutunda daha iyi performans göstermeleri için uygulama deneyiminden gelen tekrar yapma fırsatı, sürekli uygulama, rekabet, ürünün denenmesi, aktif destek, aktif gözlem ve mesleki gelişim sürecinden gelen bağlam temelli (problemlleştirme) uygulama, tasarım sürecinin eklenmesi, malzeme dükkânı (maliyet hesabı) ve pazarlama sürecinin eklenmesi eylem araştırması sürecinde gerçekleştirilen müdahalelerdir.

Mühendislik boyutuna en çok katkısı olan müdahalelerden ilki etkinliğe bir gerçek hayat problemiyle başlanarak bağlam temelli içerik sağlanarak problem durumuna öğrencilerinin çözüm önerileri sunmaları istenerek mühendislik problemini tanımlamaları sağlanmıştır. Saime Öğretmen bu konuda etkinliğe problemlleştirme yaparak başladığını, probleme çözümü öğrencilerin

bulmaya çalıştığını, burada öğrencilerin kendi bilişsel süreçlerini işleterek kendi kararlarını verdiğini, problemi fark ettiğini ve çözüm önerisi sunduklarını söylemiştir. Güneşten faydalanarak yiyecekleri pişirebileceklerini söyleyerek (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018. p. 71) problemi tanımladıklarını ifade etmiştir. Değerlendirici öğretmenler de problemleştirmenin başka bir ifadeyle bağlam temelli içerik sunulmasının soruna çözüm olarak öğrencileri ürünü tasarlamaya yönlendirdiğini (TYN, Feyza Öğretmen, 02.05.2018, p. 1; TYN, Sabri Öğretmen, 02.05.2018, p. 1) ifade ederek bağlam temelli öğrenmenin mühendislik boyutuna katkısını vurgulamıştır.

İkinci müdahale ise uygulama sürecinde öğrencilere tekrar yapma fırsatı verilmesidir. Tekrar yapma fırsatı etkinlik sürecinde iki şekilde uygulanmıştır. İlk olarak örneğin Süper Güçlü Kâğıt Roketler etkinliğinde öğrencilerin ürünlerini tasarladıktan sonra deneyerek ek süre verilmiş ve tekrar yapmaları istenmiştir. İkinci olarak ise eylem araştırmasının doğası gereği ilk uygulamadan sonra ikinci döngü olarak ilerleyen bir tarihte tekrar etkinlik uygulanmıştır. Mustafa Öğretmen bu konuda çünkü mühendislik sürecinde hatalardan da öğrenildiğini, sürecin bilim insanı Edison gibi tekrar tekrar yapılarak deneme yanılma yöntemiyle ilerlendiğini ve her aşamanın ürünün tasarımını daha iyileştirdiğini, tasarımda bir hata olmasa bile bir adım ileri taşıdığını ve bunu ilk uygulama tekrar yapma fırsatı vermediği için açıkça öğrencilerde gördüğünü (Gk, Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 41, 50, 52; 02.05.2018, p. 2, 36, 37) ifade etmiştir. Saime Öğretmen de ürünün ilk tasarımından sonra gruplara daha iyi tasarlamak için grupların fikir verdiğini bu nedenle en iyi çözümün bulunması için tekrar yapma fırsatı verilmesi gerektiğini (Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 59, 71), Tezcan Öğretmen ise ilk deneyimden sonra öğrencilerin ürün hakkında konuştuklarını duyduğunu belirterek hatalarını, neyi yapıp yapmamaları gerektiğini öğrendiklerini, bu sayede tasarımlarını iyileştirip mükemmelleştirdiklerini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 20, 64) belirtmiştir.

Uygulama deneyiminden elde edilen diğer bir müdahale ise tekrar yapma fırsatı verilmesiyle bağlantılı olarak grupların belirlediği çözümün (tasarımın) işe yarayıp yaramadığının ya da ihtiyaca ne lde karŐıladıđının test edilmesi amacıyla deneme fırsatının verilmesidir. Deneme, ürünü test etme, grupların özellikle ürünün tasarımında ve çalışma prensibinde yaşanan problemleri tespit edip iyileŐtirmesine çok büyük katkısı olmuştur. Çünkü gruplar deneyerek tasarımlarında neyi yapıp yapmamaları gerektiğini fark etmişlerdir. Örneğin KA'nın uygulamalarında etkinliğin sonunda dışarı çıkararak dışarıda devam ettiklerini, yaptıkları güneş saatini deneyip ve düzenlemeler yaptıklarını nerede hata olduğu, gölge çubuğunun boyutunu deneyerek öğrencilerin grmeŐansı yakalandığını (TYN, Sabri ğretmen, 23.03.2018, p. 7, Sabri ğretmen, p. 3), Mustafa ğretmenin de öğrencilere bir roket fırlatma rampası yaparak öğrencilerin roketlerini burada denemelerini sağlamış (TYN, KA, 01.06.2018, p.4; Feyza ğretmen, p. 7) bazı gruplar buna göre roketin kanatlarını, burnunu ve gövdesini deneyerek ayarlamıŐtır.

Mühendislik sürecine katkısı olan ve uygulama sürecinde deneyimlenen bir diğer faydalı müdahale rekabet olarak deneyimlenmiştir. Etkinlik sürecinde gruplar arasında rekabet sağlanarak öğrencilerin birinci grup olabilmek amacıyla ürünlerini daha iyi tasarlamak için gayret gösterdikleri (OGGK, 28.05.2018, p. 85) tüm katılımcı öğretmenler tarafından belirtilmiştir. Oluşan rekabet ortamının sonucu olarak bazı grupların ürünün tasarımını daha iyi yapmaya çalıştıkları fakat birinci olamadıkları için çok zldkleri (DG, 03.05.2018, p. 86, 90) gözlemlenmiştir. Örneğin Süper Güçlü Kâğıt Roketler Etkinliğinde her grubun roketlerini tamamladıktan sonra okul bahçesinde yarıŐarak en uzağa giden grubun birinci olmasının bir sonrakinde roketin tasarımına çok büyük katkısı olduğu ve yarıŐmanın etkinliğe aktif katılımı doruğa ulaŐtırdıđı (TYN, KA, 01.06.2018, p. 5) gözlemlenmiştir. Saime ğretmenin öğrencileri de güneş fırınlarını içerisine çikolata koyarak dışarıda en hızlı eriyen çikolatanın olduğu grubun birinci olduğu bir yarışma gerçekleştirmiştir. Resim 27 ve Resim 28'de öğrenciler bahçede roketlerini ve güneş fırınlarını denerken ve birbirleriyle yarışırken görülmektedir.

Resim 27, 28: Öğrenciler Mühendislik Süreci Sonunda Tasarımlarını Denerken ve Birbirleriyle Yarışırken



Katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerin mühendislik süreciyle ilgili diğer bir müdahale önerisi ise probleme optimum çözüm için iki defa uygulamanın yetmeyeceğini sürecin yap, uygula, değerlendir, tekrar yap şeklinde sürekli devam etmesi gerektiği (Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 57) şeklindedir. Şaziye Öğretmen bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasında süreklilik olması gerektiği öğrencilerin bir şeylerin farkına varabilmeleri için sürekli yapıyor olmaları gerektiği, yaptıkça zaten yeni fikirlerin, ürettikçe yeni şeylerin insanın aklına geldiğini (Gk Şaziye Öğretmen, 06.06. 2018, p. 48, 50) vurgulamıştır. Mühendislik sürecinde bir ürünün tasarımı tamamlanmış olsa bile bu aşamadan sonra bir inovasyon (yenilik) süreci başlamaktadır. Ürünün ihtiyacı daha iyi karşılaması için ilk telefonların geliştirilmesinden şuan yer alan telefonlara kadar olan yenilik sürecinin de mühendislik sürecini kapsamaktadır. Bu nedenle bütünleşik STEM/STEAM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanması amacıyla etkinliklerin bir ya da bir kaç ders boyunca uygulanmasından ziyade geniş bir zaman dilimine yayılması gerekmektedir.

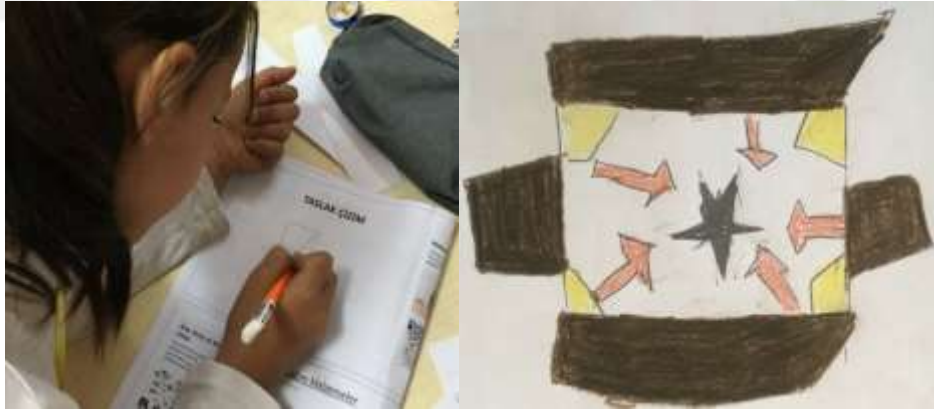
Etkinliklerin uygulanması sürecinde mühendislik sürecini destekleyen bir diğer müdahale ise gruba veya öğrenciye süreçte aktif destek verilmesidir. Etkinliğe rehberlik eden uygulayıcı öğretmenin aktif destek vermesi grubun etkinlikte mühendislik boyutuyla ilgili becerileri sergilemesine yardımcı olmaktadır. Burada ifade edilen aktif destek gruba yardım edilmesi değil öğretmenin gruplardan gelen sorulara onların düşünmelerini ve doğru karar

vermelerini sağlayacak şekilde gerek sorular sorarak gerekse açıklamalar yaparak gruplarının çözümlerine karar vermelerini sağlamayı içermektedir. Saim Öğretmen uygulama esnasında sınıf öğretmeni uygulayıcı öğretmen olarak etkinlik sürecinde grupları sürekli tek tek gezerek grup çalışmasını kontrol etmiş ve yönergeleri açıklamış, grup üyeleriyle görüşme yaparak onları dinlemiştir (Vk, 23.05.2018, 30.05.2018; TYN, Sabri Öğretmen, 23.05.2018, p. 1; 30.05.2018, p. 1; Feyza Öğretmen, 23.05.2018, p. 2; 30.05.2018, p. 3). Diğer taraftan Tezcan Öğretmenin uygulamasında öğretmen yönergeleri verdikten sonra ilk uygulamada grupları dolaşmamış, tek bir yerden etkinliği yönetmiştir (Vk, 07.05.2018; TYN, Sabri Öğretmen, 07.05.2018, p. 1; Feyza Öğretmen, 07.05.2018, p. 1). Gruplardan öğrenciler soru sormak için öğretmenin yanına gelip sonra gruplarına dönmüşlerdir. Bu nedenle örneğin Fen Bilimleri ve Bilim İnsanları Grubu mühendislik boyutuna çok odaklanmayarak zamanının çoğunu evin görsel tasarımına ayırarak sanat boyutunda geçirmiştir. Öğretmen bu gruplara müdahale etmemesi mühendislik boyutunda grupların performansında problem yaşanmasında etken olmuştur (TYN, Sabri Öğretmen, 16.05.2018, p. 2; TYN, Feyza Öğretmen, 16.05.2018, p. 1). Bu sebeple aktif desteğin öğrencilerin etkinlikte mühendislik boyutuna ait becerileri sergilemesinde etkisi olduğu belirlenmiştir.

Öğrencilerin süreçte ürünlerini denerken ve güneşin hareketini gözlerken aktif gözlem yapmaları mühendislik boyutuyla ilgili bir diğer müdahaledir. Zamanın Keşfi Etkinliğinde mühendislik ve teknoloji boyutuna ağaç olan bahçenin nerelerine güneşi seven çiçeklerinin ekilip ekilemeyeceğini tespiti amacıyla bahçede ağacın gölgesinin gün boyu gezdiği yerlerin tespit edilmesi kararlaştırılmıştır. Bu nedenle güneşi gün boyunca öğrenci grupları hazırlanan bahçe maketi materyaliyle gözlemlemişlerdir. Öğrencilerin güneşin hareketini gün boyu gözlemlemeleri onların güneş saatinin çalışma prensibini daha iyi anlamalarını sağlamış (TYN, Sabri Öğretmen, 10.05.2018, p. 1; TYN Feyza Öğretmen, 10.05.2018, p. 1) gözlemleri sonucunda elde ettikleri bu bilgileri güneş saatlerinin tasarımda kullanarak mühendislik boyutunda daha iyi performans göstermiştir.

Mühendislik sürecinde tasarım sürecinin eklenmesi hem mühendislik hem de sanat boyutuna katkı sağlamıştır. Tasarım süreci problemin tanımlanması, olası çözüm önerilerinin belirlenmesi, en uygun çözümün kararlaştırılması, çözüme ilişkin araştırmaların yapılması, taslak tasarım (çizim) önerilerinin geliştirilmesi, araç gereç malzeme tespiti ve maliyet hesabı yapılması, ürünün tasarlanması, değerlendirip test edilmesi aşamalarını içermektedir. Bu grupların ürünün tasarımıyla ilgili taslak çizimler yapmaları, gerekli araç gereç ve malzemeleri düşünmeleri ve bu malzemelere maliyeti de göz önünde bulundurarak malzeme dükkânından karar vermeleri mühendislik sürecine ilişkin becerilerin sergilenmesinde katkısı olmuştur. Öğrenciler taslak çizimler yaparak fikirlerini yazarak ve çizerek anlatmaya çalışmışlar ürünü nasıl görünüm olarak iyi ve işlevsel olabileceği konusunda grup arkadaşlarıyla tartışmışlardır. Resim 29 ve Resim 30'da güneş fırınıyla ilgili taslak çizim yapan bir grup üyesi görülmektedir.

Resim 29, 30: Grup Üyesi Öğrenci Güneş Fırınının Taslak Çizimini Yaparken



Öğrencilere kullanacakları araç gereç ve malzemeleri seçip malzeme dükkânından satın almaları istenmiş ve bu şekilde ürünün maliyetini de göz önünde bulundurmaları istenmiştir. Saime Öğretmen öğrencilerin tasarım süreci sayesinde ne yapmamaları gerektiğini öğrendiğini panellerin açılarını ayarlamalarını, yapıştırma, yüksekliği panele göre ayarlaması gerektiğini fark ettiklerini en önemlisi de panellerin yuvarlak tasarlanması durumunda daha

fazla güneşi alacağını fark edildiğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 56, 65) belirterek tasarım boyutunun mühendislik sürecini katkısını ifade etmiştir.

Tasarım sürecinin eklenmesiyle birlikte gruplardan pazarlama süreci başka bir ifadeyle tasarladıkları ürüne bir marka, logo ve slogan belirlemeleri istenmiş ürünün işlevsel özelliğinin ve özelliklerinin marka, logo ve sloganda yer alması sağlanarak hem mühendislik boyutuna hem de diğer boyutlara katkı sağladığı (TYN, Sabri, 06.05.2018, p. 1; TYN, Feyza, 03.05.2018, p. 1) görülmüştür. Apple Grubunun etkinlik kapsamında hazırladığı marka (parker) ve logo Resim 31’de görülmektedir.

Resim 31: Apple Grubu’nun Marka ve Logosuna İlişin Resim



5.4.2. Teknoloji Boyutu ve Süreçte Teknoloji Boyutuyla İlgili Gerçekleştirilen Müdahaleler

Eylem araştırması sürecinde KA ve katılımcı öğretmenler tarafından gerçekleştirilen bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarında mühendislik boyutunun yanında öğretmenlerin problem yaşadığı bir diğer boyut ise teknoloji boyutu olmuştur. Teknoloji boyutu öğrencilerin etkinlikte ve yaşamında teknolojinin rolünü ve teknolojiyle ilgili problemleri fark etmesini ifade etmektedir. Zamanın Keşfi Etkinliğinde etkinliğin teknoloji boyutu geçmişten günümüze zamani ölçmede kullanılan araç, gereç ve yöntemlerin farkına

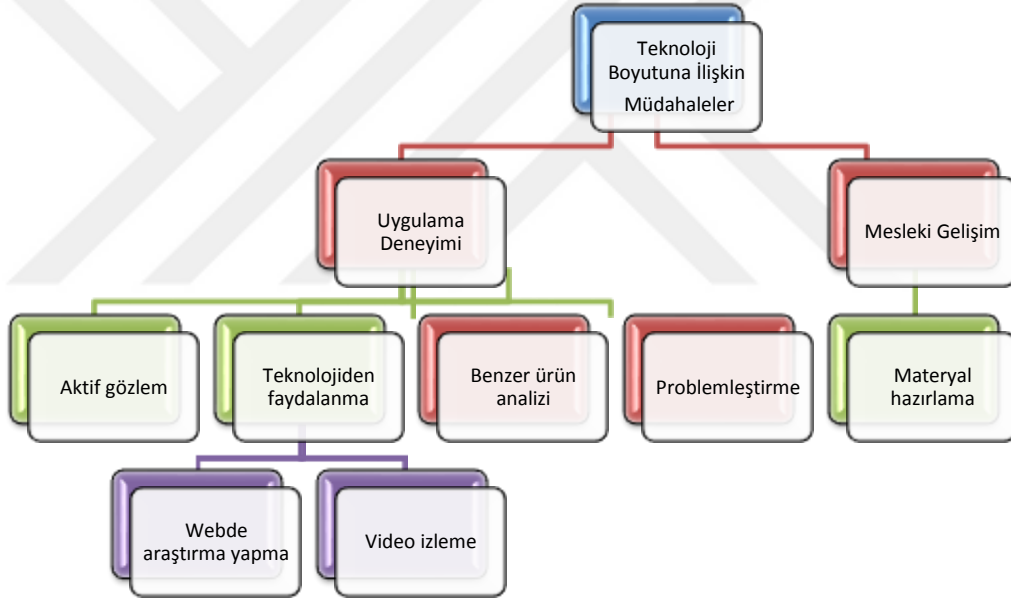
varmasını, bir analog ya da dijital saati incelemesini, bu araç gereçlerin avantaj ve dezavantajlarının fark edilmesini, gölge çubuğunun gölgesinin analog saatin akrebi gibi hareket ettiğini fark etmesini, bir makaleden zamanı ölçme yöntemleri hakkında bilgi edinmesini, gölge çubuğunun ışığı geçirmeyen yapıda olması gerektiği, gölge çubuğunun ve güneşin konumun gölgenin oluşumuna etkisini fark ederek ürünün tasarımında bu bilgileri kullanması gibi öğeleri içermektedir (Zamanın Keşfi Etkinliği Planı [Ek-10], bölüm, 11). Uygun Aydınlatma Etkinliğinde geçmişten günümüze kullanılan aydınlatma araç ve yöntemleri hakkında bilgi edinmesini, birbirleriyle karşılaştırılarak avantaj ve dezavantajlarının fark edilmesi, ışığı yansıtıcı yüzeyler kullanarak yönüne değiştirebileceğini ve yansıtıcı yüzeylerin şeklini değiştirerek ışığa yön verebileceğini fark etmesini içermektedir (Uygun Aydınlatma Etkinliği Planı [Ek-13], bölüm, 11). Pervaneler Yarışıyor Etkinliğinde pervanelerin günlük hayatta nerelerde kullanıldığı, hangi elektronik aletlerin içerisinde yer aldığının (vantilatör, rüzgâr tribünü), pervanenin yuvasının neden plastik olması gerektiği farkına varmasını, havayı yönlendirmek amacıyla kanatların bükülmesi gerektiğini bilmesinin ve pervanelerle ilgili grupların hazırlanan broşürü incelemeleri ve internetten araştırma yapmalarını (Pervaneler Yarışıyor Etkinliği Planı [Ek-12], bölüm, 11) içermektedir. Süper Güçlü Kâğıt Roketler Etkinliğinde geçmişten günümüze hava ve uzay araçlarının gelişimi hakkında bir makaleden bilgi edinmesi, NASA tarafından bir roketin fırlatılma anını gösteren video izlenmesi, roketin ağırlığının, kanatlarının ve burun taslağının en yüksek ve en uzağa çıkmadaki etkisini fark etmesidir (Süper Güçlü Kâğıt Roketler Etkinliği Planı [Ek-11], bölüm, 11). Güneş Fırını Etkinliğinde grupların geçmişten günümüze yiyecekleri pişirmek için kullanılan yöntemler ve fırın türleri hakkında bilgi sahibi olarak yöntem ve türlerin avantajları ve dezavantajlarının fark edilmesi; sınıfa getirilen mikrodalga fırının öğrenciler tarafından incelemesi; yiyecekleri pişirmekle ilgili hazırlanan öğretim materyalinin ellerinin altında incelemek üzere her an hazır olması; güneş ışınlarını pişirme bölmesine yönlendirilmesi amacıyla fırının üst kısmında yansıtıcı panellerin olması gerektiğinin fark edilmesi; fırının zemininde kullanılan renklerin ışığı absorbe etmedeki etkisini öğrencilerin fark etmesi

(Güneş Fırını Etkinliği Planı [Ek-14], bölüm, 11) etkinliğin teknoloji boyutuyla ilgili becerilerdir.

5.4.2.1. Teknoloji Boyutuna İlişkin Gerçekleştirilen Müdahaleler

Öğrencilerin bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin teknoloji boyutunda daha iyi performans göstermeleri için uygulama deneyiminden elde edilen ve mesleki gelişim sürecinde karar verilen olmak üzere iki ana kaynaktan gelen müdahaleler planlanarak etkinlikte uygulanmıştır. Yapılan bu müdahaleler Şekil 5.3'te görülmektedir.

Şekil 5.3. Süreçte Teknoloji Boyutuna İlişkin Gerçekleştirilen Müdahaleler



Etkinliğin teknoloji boyutuna katkısı olan ilk müdahale problemlleştirme yöntemi olan etkinliğe gerçek yaşam temelli bir problem durumuyla başlanmasıdır. Problem durumu ifade edilip öğrencilerin probleme çözüm olarak fikir ya da bir tasarım (örn: güneş fırını) önermeleri sağlanmıştır. Bu tür bir müdahale sayesinde gruplar doğrudan yapılan bir ürün tasarımı etkinliği yerine bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarının doğasına uygun olarak gerçek hayat problemlerine çözüm önerisi olarak belirlenen ürünü (güneş saati, roket, pervane, güneş fırını) tasarlamışlardır. Örneğin Zamanın Keşfi Etkinliğinde bahçeye

çiçeklerin ekilmesiyle ilgili problem durumu öğrencilerin güneşi bir gün boyunca aktif bir şekilde gözlemlmelerine neden olmuş, aktif gözlem esnasındaki deneyim öğrencilerin güneş saatinin tasarımında ilk adımı oluşturmuştur. Öğrencilerin bir gün boyunca güneşi gözlemlerinin nedeni, bahçeye nereye gölgeyi sevmeyen çiçeklerin ekilip ekilemeyeceğinin belirlenmesi problem durumudur. Üstelik bu gözlem bir sonraki verilen ıssız adada zamanın ölçülmesi problem durumunda güneş saati tasarımı fikrinin oluşmasına katkısı olmuştur. Ayrıca değerlendirici öğretmenler bu konuda grupların güneşi gün boyunca gözlemlerinin gölge oluşumunu, gölgenin hareketi gibi olguları kavramalarına çok büyük katkısı olduğunu (TYN, Feyza Öğretmen, 07.05.2018, p. 1) belirtmiştir. Tezcan Öğretmen etkinliğinde girişte kendi hayatından örnek verdiğini ve başından geçen bir olayı (gece kardeşi uyurken aynı odada onu rahatsız etmeden kitap okuyabilme) anlatarak grupların bu konuda fikirlerini aldığını, problemleştirme yöntemi ve sorular sayesinde gruplardan uygun aydınlatmanın sağlanması fikrinin ortaya çıkmasını sağladığını (Tezcan Öğretmen, Gk, 05.07.2018, p. 16) ifade ederek problemleştirmenin teknoloji boyutuna katkısına değinmiştir.

İlkokul kademesinde teknoloji boyutuna katkısı olan diğer bir müdahale ise problem durumuna geçmişten bugüne kadar çözüm olarak sunulan benzer ürünlerin sınıfa getirilerek öğrencilerin incelemesi, benzer ürünlerle karşılaştırmasını sağlamaktır. Öğrenci grupları incelediği bu benzer ürün sayesinde o ihtiyacı karşılamak problemlere çözüm üretmek için şuna kadar kullanılan yöntem ve ürünlerin farkına varmaktadır. Gruplar karşılaştırma yaparak ürün ve yöntemlerin avantaj ve dezavantajlarını fark etmektedir.

Saime Öğretmen benzer ürün analiziyle ilgili olarak Güneş Fırını Etkinliğinde sınıfa bir mikrodalga fırın getirerek incelemelerini istemiştir. Öğrencilerin fırını inceledikten sonra bir fırının yapısını anladıklarını örneğin yiyecekleri koyma bölmesinin, kapağının olması gerektiği ve ayrıca iç bölümünün siyah olması gerektiği, ısı kaybını önlemek için de değişiklik

yapılması gerektiğini fark ettiklerini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 75, 76, 78, 79, 81, 83) söylemiştir.

Bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarında teknoloji boyutuna katkısı olan diğer bir müdahale ise uygulama esnasından teknoloji araç gereçlerin kullanılarak onlardan faydanılmasıdır. Öğrenci grupları etkinlikler esnasında internette akıllı tahta ve telefonları kullanarak etkinlik sürecinde merak ettikleri araştırmak istedikleri bir konuyu araştırmışlardır. Şaziye Öğretmen etkinliğinde öğrencilerin en azından merak ettikleri şeylere bakmaları amacıyla kendi telefonunu verdiğini ve isteyen grupların problemin çözümüyle ilgili araştırma yapmalarını sağladığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 6,7) belirterek müdahalenin olumlu etkisine değinmiştir. Diğer bir olumlu etkisi olan müdahale ise etkinlikle ilgili videoların izletilmesidir. Örneğin Zamanın Keşfi Etkinliğinin ikinci turunda ayçiçeği bitkisinin güneşe göre hareketini gösteren (Vk, 02.05.2018), Süper Güçlü Kâğıt Roketler Etkinliğinde NASA tarafından bir roketin uzaya fırlatılma anı ve yörüngeye yerleşimini (Vk, 01.06.2018) gösteren bir video izlettirilmiştir. Öğrenciler videodan çok etkilenerek hemen videoya ilgili sorular sormaya başlamışlardır (TYN, Feyza Öğretmen, 01.06.2018, p. 1).

Öğrencilerin teknoloji boyutunda daha iyi performans göstermeleri için gerçekleştirilen diğer bir müdahale ise etkinlikteki problem durumunun çözümüyle ilgili geçmişten günümüze kadar kullanılan bilgi ve yöntemlerle ilgili içerisinde bilgi veren makaleler olan bir öğretim materyalinin hazırlanarak kitapçık halinde gruplara dağıtılmasıdır. Zamanın Keşfi, Süper Güçlü Kâğıt Roketler ve Güneş Fırını Etkinliklerinde bu kitapçıklar hazırlanarak öğrenci grupların ellerin altında etkinlikle ilgili bilgileri içeren bir kaynak olması sağlanmıştır. Öğrenciler bu makaleler sayesinde ihtiyaç duyduklarında konuyla ilgili bilgiye erişebilecekleri ellerinin altında hazır bilgi kaynağına sahip olmuşlar ve buradan araştırma yapmışlardır.

5.4.3. STEM'den STEAM'e: Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesi ve Sanat Boyutunun İlkokullarda Bütünleşik STEAM Etkinliklerinin Uygulanmasına Katkısına İlişkin Bulgular

Bu bölümde dört STEM disiplinlerine beşinci bir disiplin olarak sanat boyutunun da ana bir disiplin olarak ilkökul kademesindeki uygulamalarda eklenerek bütünleştirilmesinin katkısına ilişkin bulgulara yer verilmiştir.

5.4.3.1. Sanat Boyutun İlkokullarda Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Beşinci Bir Disiplin Olarak Yer Almasının Gerekçesine İlişkin Bulgular

İlkokul kademesinde bütünleşik STEM etkinliklerinde teknoloji, fen, matematik ve mühendislik disiplinlerinin yanında etkinliğin sanat boyutunu da içerdiği uygulama deneyiminden, katılımcı, değerlendirici öğretmenlerin ve öğrencilerinin görüşlerine göre ortaya çıkmıştır. KA'nın ilk uygulama deneyimi sırasında öğrenci gruplarının ürünün tasarımında sanatsal biçimlendirme basamaklarını kullanmadaki isteklilikleri ve bu konudaki ifadeleri sanat boyutunun da diğer disiplinlerle bütünleştirilmesi gerektiğini ve ilkökul kademesinde STEM uygulamalarının STEAM uygulamaları şeklinde olması gerektiği deneyimlenmiştir. Bu deneyime kanıt olarak örneğin öğrenci grupları grup öz değerlendirme formlarında “Bu etkinlikte neyi iyi yaptık” ve “Bir dahaki sefere neye dikkat edersiniz?” sorularına (güneş fırınının) “hem içini hem dışını, süslemeyi harika” yaptıklarını (GÖF, Muhteşemler, 25.03.2018, p. 2); Etkinlikçi Beşli, Tayfalar grupları da “süslemeyi” iyi yaptıklarını belirterek etkinliğin sanatsal yönünün olduğuna yönelik ifadeler (GÖDF, Etkinlikçi Beşli, 01.06,2018, p.2; GÖDF, Tayfalar, 10.05.2018, p. 2) kullanmışlardır. Buradaki süsleme ifadeleri tasarımlarını kendi beğenilerine göre biçimlendirmeyi ifade etmektedir. Değerlendirici öğretmenler ve katılımcı öğretmenler ise sanat boyutu başlangıçta planlanmasa bile öğrencilerin ister istemez süreçte sanatı kullandıklarını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 78), öğrencilerin sanat boyutuna ilgi gösterdiklerini, hiçbir şey söylenmese bile örneğin güneş saatlerini nasıl süsleyeceklerini, şeklinin nasıl olursa daha güzel bir saat olacağına karar vermeye çalıştıklarını (TYN, Sabri Öğretmen, 10.05.2018, p. 1) belirtmiştir.

Değerlendirici öğretmenler etkinliklerde sanat boyutunun hep ön planda olduğunu diğer disiplinlerle bütünleşik bir şekilde onları düşünürken sanat boyutunu da zaten düşündüğünü hatta bazı grupların birinci olmama nedenlerinin ürünlerinin doğru çalışıp çalışmadığıyla ilgili değil tasarımlarının iyi olup olmadığına bağladıklarını (DG, 03.05.2018, p. 61, 86) söylemiştir. Katılımcı öğretmenlerden Mustafa Öğretmen öğrencilerin ürünlerini farklılaştırarak tasarımlarına birbirinden farklı şekiller vermesinin sanat boyutu olduğunu, grupların “Nasıl bir şey yapacaksınız?” diye sorduğunda öğrencilerin roketin kuyruğunun tasarımı, rengi hakkında yapacaklarından bahsettiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 79), Saime Öğretmen ise sanat boyutunun ilkokul kademesinde kesinlikle olması gerektiğini, aslında öğrencilerin güneş fırını yapacağını düşünüp karar vermesinin sanat boyutu olduğunu ve boyutun kendiliğinden ortaya çıktığını, güneş fırını oluştururken kullandığı malzemelerin şekline, rengine karar vermeleri, pazarlama sürecinde logonun bir şeklinin olması da sanat boyutuyla ilgili (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 147, 149, 151, 155, 159) olduğunu söylemiştir. Şaziye Öğretmen de ilkokul kademesinde sanat boyutunun da diğer disiplinlerle bütünleştirilmesi gerektiğini çünkü bir ürün yapıldığını ve o ürünün görsel olarak ya da şekil olarak düzgün olması gerektiğini, öğrencinin orijinal fikrini yansıttığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 125) belirtmiştir. Tezcan Öğretmen de başlangıçta sanat boyutuna tam önem veremediğini, uygulama esnasında önem vermesi gerektiğini anladığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 10) vurgulamıştır. Ayrıca sanat boyutunu diğer dört disiplinden ayrı tutma gibi bir şansın pratikte olmadığını çünkü hayatın her anında sanat ile karşı karşıya kalındığını, sorunun çözümüne yönelik öğrencilerin bakış açılarının ve hayal güçlerinin çok farklı olduğunu çünkü öğrencilerin kendilerine bir şeyler katmak istediklerini, göster yap şeklindeki etkinliklerinden farklı olarak burada öğrencilerin aktif olduğunu ve ürünlerinin süslenip, düzenlenecek yerlerine kendilerinin karar verdiğini, bu durumu ikinci etkinlikte açık bir şekilde gördüğünü (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 66, 68) belirterek sanat boyutunun etkinlikte diğer dört disiplin kadar gerekli bir boyut olduğunu ifade etmiştir. Yukarıdaki görüşleri destekler nitelikte öğrencilerin ürün tasarımları aşağıda Resim 32, Resim 33, Resim 34 ve

Resim 35’de görülmektedir Bu nedenle katılımcı araştırmacının ilk uygulama deneyiminde ortaya çıkan sanat boyutu sonraki uygulamalarla kesinlikle ilkökul düzeyinde yer alması gerektiği ve STEM disiplinlerine beşinci bir disiplin olarak sanat boyutunun da bütünleştirilerek uygulanması gerektiği belirlenmiştir. Resim 32, Resim 33, Resim 34, Resim 35’te görülmektedir.

Resim 32, 33, 34, 35 (Kolaaj) : Öğrencilerin Tasarımlarından Sanat Boyutuna İlişkin Örnekler

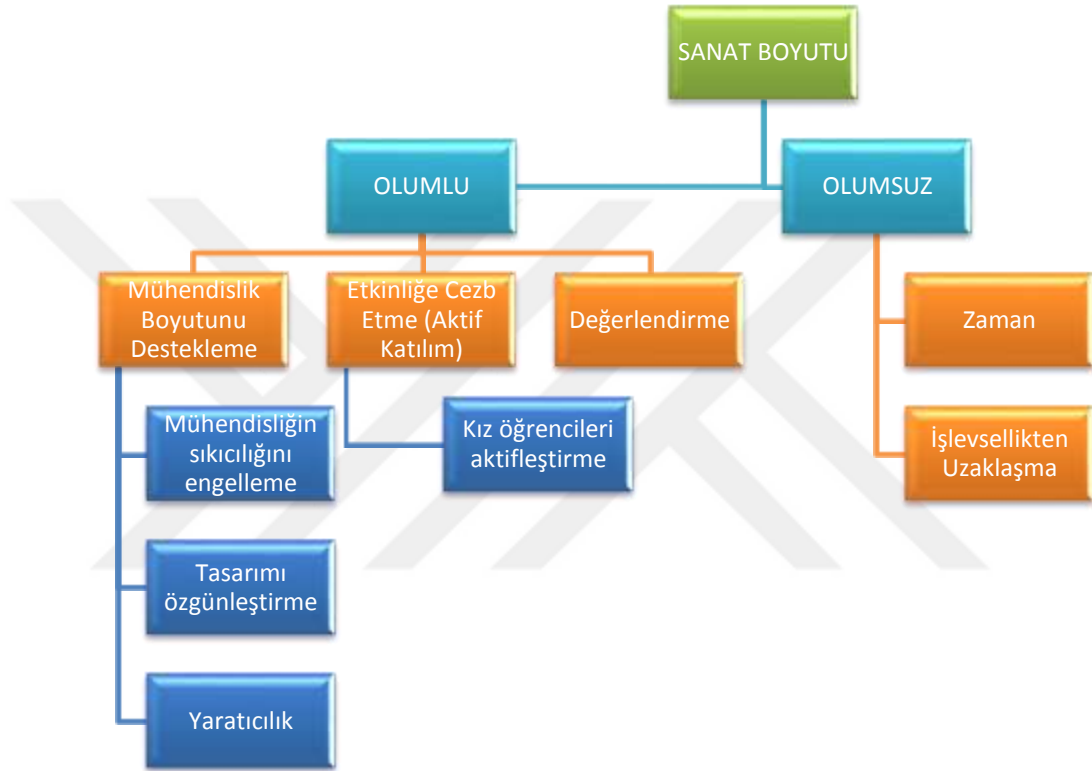


5.4.3.2. Beşinci Bir Disiplin Olarak Sanat Boyutunun Bütünleşik STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasının Etkisine İlişkin Bulgular

İlkokul düzeyinde STEM disiplinlerine sanat boyutunun eklenerek STEAM biçiminde uygulanması bazı dezavantajlarının yanında birçok olumlu katkısının olduğu deneyimlenmiştir. KA’nın ilk uygulama deneyiminde etkinliklerin aslında sanat boyutunu da içerdiği ortaya çıkarak sonraki döngü ve uygulamalarda sanat boyutu beşinci bir disiplin olarak yer almıştır. Sanat

boyutunun da teknoloji, fen, matematik, mühendislik disiplinleriyle etkinlikte bütünleştirilmesi sonucundaki katkısı, sağladığı avantaj ve dezavantajları Şekil 5.4'te verilmiştir.

Şekil 5.4. Sanat Boyutunun Etkinlikte Beşinci Bir Disiplin Olarak Yer Almasına İlişkin Bulgular



Sanat boyutunun beşinci bir disiplin olarak etkinliklerde yer alarak diğer disiplinlerle bütünleştirilmesinin olumlu ve olumsuz yönde olmak üzere iki ana boyutta etkisi olduğu uygulama sürecinde yaşanan deneyimden ortaya çıkmıştır.

İlkokul dördüncü sınıf seviyesinde STEM disiplinlerine sanat boyutunun da eklenerek beşinci bir disiplin olarak diğer disiplinlerle bütünleştirilmesinin etkinliklerin uygulanmasına olumsuz yönde ilk etkisi etkinlikte zaman problemi yaratmasıdır. Öğrencilerin tasarımlarını özgünleştirmek amacıyla sanatsal biçimlendirme basamaklarını kullanmaları, tasarımlarını boyamaları gibi süreçler etkinliğin süresini uzatmaktadır. Ayrıca bazı gruplar özellikle sanat boyutuna odaklanarak ürünün ihtiyacı karşılaması, işlevselliğini ikinci plana

atarak ürünün rengini, şeklini, görünümünü nasıl kendilerine göre biçimlendireceklerine odaklanmıştır (DG, 19.05.2018, p. 142, 144, 168; ÖOGGK, 28.05.2018; p. 21, 76). Bu durumda ürünün soruna çözüm üretebilme işlevinden çok ürünün tasarımı ön plana çıkmaktadır. Örneğin, Tezcan Öğretmenin sınıfında etkinlikte öğrenci grupları belirlenen odayı en uygun şekilde aydınlatmayı nasıl yapabileceklerini düşünmek yerine etkinliğin ilerleyen zamanlarında sadece evlerinin tasarımının nasıl olması gerektiğiyle uğraştıkları ve bu nedenle etkinliğin planlanan süreden çok uzun sürdüğü ve amacından saptığı gözlemlenmiştir (TYN, Feyza Öğretmen, 16.05.2018, p. 2; DG, 19.05.2018, p. 149, 150, 160). Bu durumu Tezcan Öğretmen de etkinliğinde fark ettiğini (ÖOGGK, 28.05.2018, p.47) belirtmiştir.

Sanat boyutunun diğer disiplinlerle bütünleştirilmesinin olumlu katkıları ise grupların etkinliğe aktif katılımı sağlaması, mühendislik sürecini desteklemesi ve etkinliğin değerlendirilmesine olanak sağlaması olarak deneyimlenmiştir.

Öğrencilerin ürünün tasarımıyla ilgili kendi fikirlerini ifade etme ve uygulama olanağı sağlayarak gruplarda pasif bir şekilde duran etkinliklere katılmayan öğrencileri aktifleştirmektedir. Araştırma sürecinde özellikle kız öğrenciler mühendislik tasarım süreci sonunda elde edilen ürünün nasıl renklendirileceği ve tasarımı konusundaki fikir ve önerilerini söyleyip uygulamaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Mustafa Öğretmen bu konuda sanat boyutu sayesinde ortaya çıkan ürünün görüntü güzelliği öğrencileri moral ve motivasyon açısından olumlu yönde etkilediğini, öğrencilerin bunu ben yaptım ne kadar güzel oldu diyerek motive olduğunu (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 99) belirtmiştir.

Sanat boyutu mühendislik sürecine destek olarak öğrencilerin tasarımlarını özgünleştirmesine, yaratıcılıklarını harekete geçirmekte ve bazı öğrenciler için sıkıcı olan mühendislik sürecinin sıkıcılığını engellemede olumlu etki yaratmıştır. Sanat boyutu her grubun yaratıcılıklarını harekete geçirerek ürün tasarımlarını diğer gruplardan farklılaştırıp özgünleştirmektedir. Her ne kadar

etkinliğin başlangıcında probleme çözüm olarak tüm gruplardan aynı ürünlerin (güneş saati, roket) tasarlanması istense de gruplar ürünlerinin tasarımını farklılaştırmış süreç sonunda özgün tasarımlar ortaya çıkarmıştır.

Sanat boyutunun mühendislik boyutuna diğer bir katkı ise mühendislik sürecinin sıkıcılığını engellemesi olarak deneyimlenmiştir. Bir ürünün tasarımın mekanik bir süreç olması, zaman alması, süreçte problemlerin yaşanması ve tekrar tekrar tasarlanması gruplarda mühendislik sürecinden bazı öğrencilerin dikkatlerinin dağılıp sıkılmasına neden olduğu süreçte deneyimlenmiştir. Fakat sanat boyutunun devreye girmesi bu durumun tersine dönmesine olumlu etki etmiştir. Bunun birinci nedeni sanat boyutu öğrencilere ürünün tasarımıyla ilgili düşüncelerini ifade etme ve gerçekleştirme fırsatı sunmasıdır. Bir diğer etken ise sanat boyutu için etkinlikte kullanılan boyalar, renkli kâğıtlar vs. gibi malzemeler ilkökul öğrencilerin dikkatini çekmekte ve öğrenciler o malzemeleri kullanmak için isteklilik göstermektedir (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 48, 52; DG, 19.05.2018; p. 158, 160, 164).

Sanat boyutunun ilkökul düzeyindeki STEM etkinliklerine bir diğer katkısı ise etkinliğin değerlendirilmesine katkı sağlamasıdır. Sanat boyutu sayesinde değerlendirme kriteri olarak sadece ürünün ihtiyacı karşılaması, işlevsel olması dışında tasarımının özgün olması, beğenilmesi gibi kriterlerde göz önünde bulundurulabilmektedir (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 42, 56; DG, 19.05.2018; p. 154, 162). Bu sayede etkinlikte sadece fen, matematik ya da diğer disiplinlerde iyi performans gösteren öğrencilerin yanında farklı becerilere sahip öğrenciler de değerlendirilebilmektedir.

5.4.4. İlkokullarda Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin Planlanması ve Uygulanmasında Bir Yöntem Önerisi: Planlamada TA>SM>EA ve Uygulamada E>TA>SM>EA Yöntemi

Bütünleşik STEM/STEAM etkinlik planlanması ve etkinlikte yer alan araç-gereç malzeme ve öğretim materyallerinin (güneş saatleri, fırınlar, teknoloji boyutu için materyal) kararlaştırılması amacıyla mesleki gelişim müdahalesi olarak geçerlik komitesi tarafından ilk olarak katılımcı araştırmacıya Saito ve

Kumano (2015) tarafından geliştirilen T>SM>E yöntemi önerilmiştir. Bu yöntemle ilişkin ilk uygulama deneyiminden sonra planlamanın yanında STEM uygulamalarının belirli bir akışa göre ilerlediği deneyimlenmiştir. Ayrıca sanat boyutunun da beşinci bir disiplin olarak STEM disiplinleriyle bütünleştirilmesi gerektiği ilkökul düzeyindeki etkinliklerin planlanması ihtiyacına tamamen cevap veremeyeceğinden araştırma sürecinde uygulama deneyiminden yeni bir model deneyimlenerek de bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlanıp uygulanmasında kullanışlı bir yol elde edilmeye çalışılmıştır. Bu nedenle araştırma sürecinde hem sanat boyutu diğer dört disiplinle nasıl bütünleştirileceği belirlenmiş hem de etkinliğin uygulama esnasında akış sırası süreçte KA'nın ikinci döngüdeki uygulamalarından itibaren değerlendirici öğretmenler tarafından BSEDF vasıtasıyla belirlenmeye çalışılmıştır.

5.4.4.1. Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesinde: TA>SM>MA Metodu

Sanat boyutunun bütünleşik STEM uygulamalarına ilkökul düzeyinde beşinci bir etkinlik olarak eklenerek bütünleştirilmesi nedeniyle planlama ve uygulama esnasında nasıl bütünleştirileceği eylem araştırması sürecinde odaklanılan diğer bir alandır. Alanyazında sanat boyutunun diğer disiplinlerle bütünleştirilmesiyle ilgili farklı yaklaşımlar yer almaktadır. İlkokul kademesinde ise bütünleştirmenin nasıl olacağı araştırma sürecinde deneyimlenmeye çalışılmıştır.

Bütünleşik STEM etkinliklerinin sanat boyutunu da içerdiğini KA'nın ilk uygulamasında ortaya çıkmış ve sonraki planlama ve uygulamalarda sanat boyutu beşinci bir boyut olarak bütünleştirilmeye çalışılmıştır. Katılımcı öğretmenler süreçte öğrencilere roketini nasıl tasarlayacaklarını sorduklarında roketin kuyruğu ve nasıl renklendirecekleri hakkında yapacaklarından bahsettiklerini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 79), öğrencilerin etkinlikte sanat boyutu planlanmasa bile ister istemez sanat boyutunu kullandıklarını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 78) belirtmiştir. Tezcan Öğretmen sanat boyutunu STEM eğitiminden ayrı tutma gibi bir durumun pratikte olmadığını çünkü insanın olduğu hayatın her anında sanat ile karşı karşıya

kalındığını, öğrencilerin bakış açıları ve hayal gücünün çok farklı olduğundan etkinlikte başka farklı boyutların da ortaya çıktığını belirtmiştir. Ayrıca Tezcan Öğretmen sanat boyutunun öğrencilerin kendilerinden bir şeyler kattığını, bir göster yap etkinliğinden farklı olarak öğrencileri aktifleştirdiğini bunu ikinci uygulamasında açık ve net bir şekilde görerek (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 66, 68) deneyimlediklerini söylemiştir.

Bütünleşik STEM etkinliklerinin ilkökul düzeyinde sanat boyutunu da içermesi gerektiği deneyimlendikten sonra sanat boyutunun fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleriyle nasıl bütünleştirileceğine odaklanılmıştır. Sanat boyutunun nasıl bütünleştirilmesi gerektiğiyle ilgili olarak süreçte öğretmenler farklı deneyimler yaşayarak, farklı görüşler dile getirmiştir. Saime Öğretmen uygulamada ve planlamada sanat boyutunun teknoloji boyutu ile beraber olması gerektiğini fark ettiğini, çünkü sonradan işin içine girdiğinde öğrencilerin ürünlerinde değişiklik yapmak istediklerinde kötü durduğunu (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 151, 147, 149, 155, 159) belirtmiştir. Etkinlikte ürünü seçtiğinde kendine ait bir estetik görünüm oluşturmayı düşündüğünü, öğrencinin güneş fırınına farklı şekillerde hayal edebildiğini, o fırının aslında sadece o grubun düşüncesi olduğunu bu nedenle öğrencinin aslında sanat boyutunu baştan düşündüğü gösterdiğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 126, 128) ifade ederek sanat boyutunun planlama ve uygulamada teknoloji boyutuyla birlikte olduğunu ifade etmiştir.

Şaziye Öğretmen ise uygulamalarında öğrencilere ürünlerini kendilerine göre yapmaları gerektiğini söylediğinde ürünleri bittikten sonra sanatı kullandıklarını, bazılarının da kendi aralarında görev paylaşımı yaparak mühendislikle sanatı beraber kullanan grupların da olduğunu belirtmiştir (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 105). Sanat boyutunun mühendislik boyutuyla birlikte olması fakat mühendisliğin ön planda olması gerektiğini belirterek teknolojik aletlerde görsellikten çok amaca uygunluk ve işlevselliğine dikkat çekilmesi gerektiğini, örneğin bir araba yapacak olsalar arabanın görselliğinden ziyade ilk önce motorunun nasıl olacağına, gücüne dikkat edip odaklanılacağını

daha sonra rengini şeklini yapacağını kısacası sanatın uygulama esnasında mühendislik süreciyle birlikte ve sonlara doğru olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 105, 107, 123) söylemiştir. Ayrıca sanatın eğlenmek amaçlı değil de ürünün satın alınabilmesi adına talep görmesi için gerekli bir boyut olduğunu, bir ürün üretilecek ise mühendislik boyutunun yanında sanat boyutunun da düşünülmesi gerektiğini başka bir ifadeyle ürünü oluşturmanın bir parçası olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 127, 129) vurgulamıştır.

Mustafa Öğretmen ise sanat boyutunun diğer tüm boyutlarla iç içe olduğunu, örneğin bir matematikte şekilleri, örüntüleri çizerken, teknoloji uygulanırken de sanatın kullandığını belirtmiştir. Bir sanatkâr bir ürün verildiği zaman o ürünü farklı tasarladığını, çünkü bir ürününün sanatsal değerini insanların verdiği öneme göre belirlendiğini, insanların bir eser görüp o eseri önemsediklerinde sanatsal değer kazandığını (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 91) söylemiştir. Öğretmenler etkinliğin uygulama aşamasından bahsettikleri için sanatçının sanat adına nerede ne yapmak istediğini söylemesi gerektiğini bu nedenle de sanat boyutunun mühendislik boyutu ile etkinliğin ilk başında yer alması gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 91, 93) belirterek planlama ve uygulama esnasında sanat boyutunun teknoloji ve mühendislik süreciyle birlikte olduğunu belirtmiştir.

Tezcan Öğretmen sanat boyutunun diğer tüm boyutlarının içerisinde azar azar yer aldığını, fakat etkinliğin en son aşamasında daha çok ağır bastığını başka bir ifadeyle etkinliğin sanatsal yönünün olması değer kazanabilmesi için etkinlik sonunda elde edilen ürüne bakıldığını aynı zamanda uygulamayı yaparken ufak tefek değişikliklerin daha iyi olacağını düşünerek ürünü değiştirmenin de sanat olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 40, 42) ifade ederek sanat boyutunun etkinliğin her aşamasında ama ağırlıklı olarak da sonlarda yer aldığını belirtmiştir.

Öğretmenler odak grup görüşmesinde katılımcı araştırmacıyla birlikte uygulamaları sonrasında sanat boyutunun nasıl bütünleştirildiği konusunda fikir alışverişinde bulunarak sanat boyutunun genel olarak planlama aşamasında

başlangıçta ve mühendislik süreciyle birlikte uygulama aşamasında ise etkinliğin her aşamasında ama ağırlıklı olarak mühendislik süreciyle birlikte olduğuna (ÖOGGK, 25.05.2018, p. 125) karar vermiştir. Öğretmenler örnek olarak bir arabanın tasarlanıp üretimini örnek vererek önce arabanın insanın zihninde bitmiş halinin oluştuğunu burada sanat boyutunun olduğunu daha sonra da uygulamada boyutunda ise sonlara kaldığını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 129) ifade etmiştir. Bazı grupların mühendislik sürecinden önce bazılarının da sonra sanat boyutuna odaklandıklarını başka bir ifadeyle kimi grupların etkinlikte önce ürünün tasarımı işlevinden, kimileri için de işlevi tasarımdan daha önemli (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 99, 112) gördüklerini belirtmiştir.

Eylem araştırması süreci boyunca uygulamaları gözlemleyen değerlendirici öğretmenler ve katılımcı öğretmenlerin sanat boyutunun ve diğer boyutların etkinlik sürecindeki akış sırasının her uygulamada nasıl ilerlediğini etkinlik değerlendirme formlarında yer alan etkinliğin akış sırası bölümüne işaretleyerek gözlemlerini paylaşmışlardır. Etkinlik değerlendirme formlarından elde edilen veriler aşağıda Tablo 5.12’de verilmiştir.

Tablo 5.12. Sanat Boyutunun Bütünleştirilmesi ve İlgili Boyutların Uygulama Esnasındaki Akış Sırasına İlişkin Bulgular

		UYGULAYICI ÖĞRETMENLER										
		Katılımcı Araştırmacı (Zamanın Keşfi)		Saime Öğretmen (Güneş Fırını)		Tezcan Öğretmen (Uygun Aydınlatma)		Fatma Öğretmen (Avizemizi Tasarlıyoruz)		Mustafa Öğretmen (Süper Güçlü Kâğıt Roketler)		Şaziye Öğretmen (Pervanemizi Tasarlıyoruz)
DEĞERLENDİRİCİLER (KATILIMCI GÖZLEM)	KA (D) Feyza (D), Sabri (D)	II. Uyg.	I. Uyg.	II. Uyg.	I. Uyg.	II. Uyg.	I. Uyg.	II. Uyg.	I. Uyg.	II. Uyg.	I. Uyg.	II. Uyg.
		E>T>SM>EA	E>T>SM>EA	E>TA>SM>EA	T>SM>EA	E>T>SM>EA	-	-	T>SM>EA	E>TA>SM>EA>A	T>SM>E>A	TA>SM>EA
	Fatma (K-D)	T>SM>EA					TA>SM>EA	-				
	Saime (K-D)	E>T>SM>EA	E>T>SM>EA	E>T>SM>EA								
	Mustafa (K-D)	TA>SMA>EA							T>SM>EA	E>TA>SM>EA>A		
	Şaziye (K-D)	E>T>SM>EA									T>SM>EA	TA>SM>EA
	Tezcan (K-D)	T>SM>EA			T>SM>E>A	E>T>SM>EA>A						

KA: Katılımcı Araştırmacı, D: Değerlendirici Öğretmen, K: Uygulayıcı Öğretmen, T: Teknoloji, SM: Fen ve Matematik, E: Mühendislik, A: Sanat

Tablo 5.12 incelendiğinde değerlendirici öğretmenler ve KA'nın uygulamasını gözlemleyen sınıf öğretmenleri genel olarak Zamanın Keşfi Etkinliğinde ilk olarak etkinliğin mühendislik (E) boyutuyla başladığını daha sonra teknoloji (T), fen (S) ve matematik (M) sonra da mühendislik (E) ve sanat (A) boyutu olarak devam ettiğini bu arada sanat diğer boyutlar ile harmanlanmış (DG, 03.05.2018, p. 59) bir şekilde olduğunu hem değerlendirici görüşmesinde hem de değerlendirme formlarında da belirtmiştir. KA'nın uygulamasını kendi sınıfında gözlemleyen Fatma ve Tezcan Öğretmen etkinliğin sırasının **T>SM>EA** (BSEDF, 23.03.2018; 19.03.2018), Saime Öğretmen **E>T>SM>EA** (BSEDF, 03.05.2018), Mustafa Öğretmen **TA>SMA>EA** (BSEDF, 02.05.2018), Şaziye Öğretmen da **E>T>SM>EA** (BSEDF, 10.05.2018) şeklinde ilerlediğini belirtmişlerdir. Öğretmenlerden sadece Mustafa Öğretmen etkinliğin her aşamasında sanat boyutunun olduğunu (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 91; BSEDF, 02.05.2018), diğerleri ise mühendislik boyutundan sonra ve etkinliğin en sonunda yer aldığını ifade etmişlerdir.

Saime Öğretmenin Güneş Fırını etkinliğinde ilk uygulamada değerlendirici öğretmenlere ve kendi görüşüne göre (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 120, 130) etkinliğin sırası **E>TSM>EA** sırasına göre ilerlerken ikinci uygulamada da aynı şekilde ilerlediğini ifade etmiştir. Fakat değerlendirici öğretmenler ikinci uygulamanın **E>TA>SM>EA** (BSEDF, 30.05.2018) şeklinde ilerlediğini değerlendirme formlarında belirtmişlerdir. İlk uygulamada sanat boyutu mühendislik boyutuyla birlikte ikinci uygulamalarda değerlendirici öğretmenlere göre hem teknoloji hem de mühendislik boyutuyla birlikte olduğu belirtilmiştir.

Tezcan Öğretmenin Uygun Aydınlatma etkinliğinde uygulama esnasında etkinliğin akış sırası KA ve değerlendirici öğretmenlere göre birinci uygulamada **T>SM>EA** (BSEDF, 16.05.2018) şeklindeyken ikincide ise **E>T>SM>EA** (BSEDF, 25.05.2018) şeklinde olduğu belirlenmiştir. Öğrenmenin kendisi ise birinci uygulamada değerlendiricilerle aynı görüşte iken ikinci uygulamada değerlendiricilerin sıralamasından farklı olarak en sona yine bir sanat boyutu

eklemiştir (Gk Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 40, 42). Sonuç olarak Tezcan Öğretmenin uygulamasında sanat boyutunun mühendislik boyutuyla birlikte ve mühendislik boyutundan sonra olduğu gözlemlenmiştir.

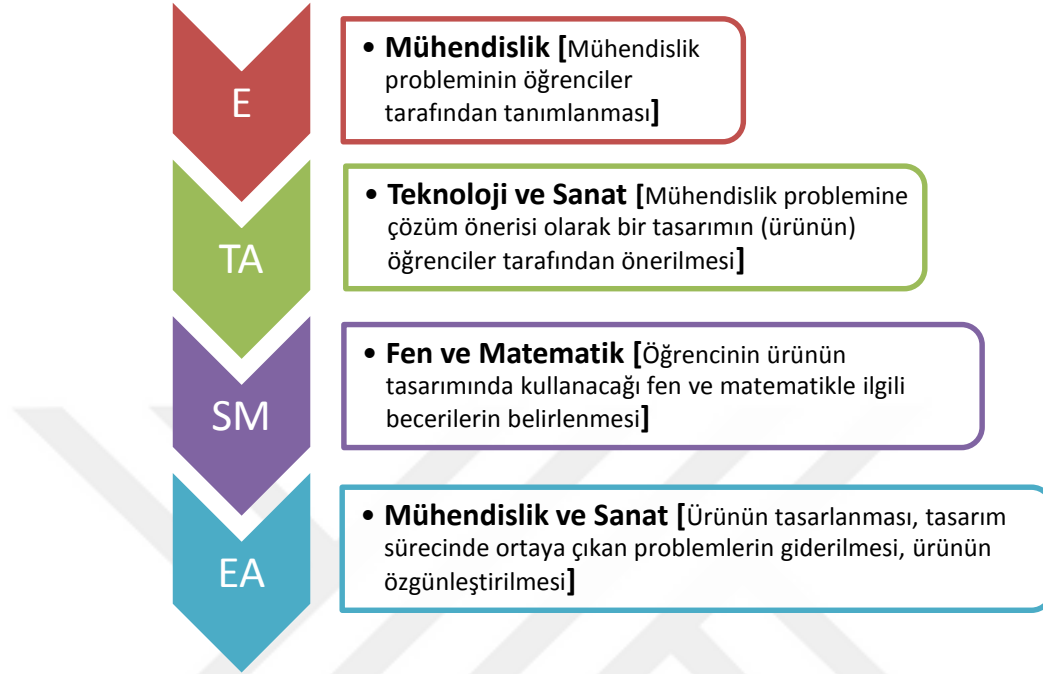
Mustafa Öğretmenin Süper Güçlü Kâğıt Roketler Etkinliğinde de hem kendisi hem de değerlendirici öğretmenler, ilk uygulamada **T>SM>EA** (BSEDF 28.05.2018), ikinci uygulamada ise **E>TA>SM>EA>A** (BSEDF, 01.06.2018) (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 46, 95) şeklinde etkinliğin ilerlediğini belirtmişlerdir. Sanat boyutu uygulamalarda en sonda yer alırken ikinci uygulamada mühendislik boyutuyla birlikte ve mühendislik sürecinin sonunda yer aldığı belirlenmiştir.

Şaziye Öğretmenin Pervaneler Yarışıyor Etkinliğinde ise değerlendirici öğretmenler ilk uygulamada **T>SM>E>A** şeklinde ilerlediğini ifade ederken kendisi **T>SM>EA** ilerlediğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 93) şeklinde ilerlediğini söylemiştir. İkinci uygulamada ise akışın **TA>SM>EA** şeklinde ilerlediği hem değerlendirici öğretmenler hem de kendisi (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 113; BSEDF, 31.05.2018) tarafından belirtilmiştir. Sanat boyutu hem teknoloji boyutuyla hem de mühendislik boyutuyla birlikte bütünleşik olduğu anlaşılmaktadır.

Fatma Öğretmenin Avizemizi Tasarlıyoruz Etkinliğinde de Fatma Öğretmen ilk uygulamasında etkinliğin akışının **TA>SM>EA** (Gk, Fatma Öğretmen, 20.05.2018, p. 23) şeklinde sanat boyutunun teknoloji ve mühendislik boyutuyla bütünleşik halde olduğunu ifade etmesine rağmen değerlendirici öğretmenler etkinliğin göster-yap şeklinde olduğundan etkinlik bütünleşik STEAM uygulaması olarak kabul edilmemiştir. Bu nedenle etkinliğin uygulama esnasındaki akış sırasına ilişkin değerlendirme yapılmamıştır.

Sonuç olarak KA ve diğer katılımcı öğretmenlerin uygulama deneyimleri sonucunda bütünleşik STEAM etkinliklerinin ilkökul dördüncü sınıf düzeyinde uygulanması esnasında genel olarak etkinliğin akış sırasının aşağıda Şekil 16'da görüldüğü gibi **E>TA>SM>EA** şeklinde ilerlediği belirlenmiştir.

Şekil 5.5. Bir Bütünleşik STEAM Etkinliğinde Boyutların Uygulama Esnasında Akışının İlişkin Şematik Gösterimi

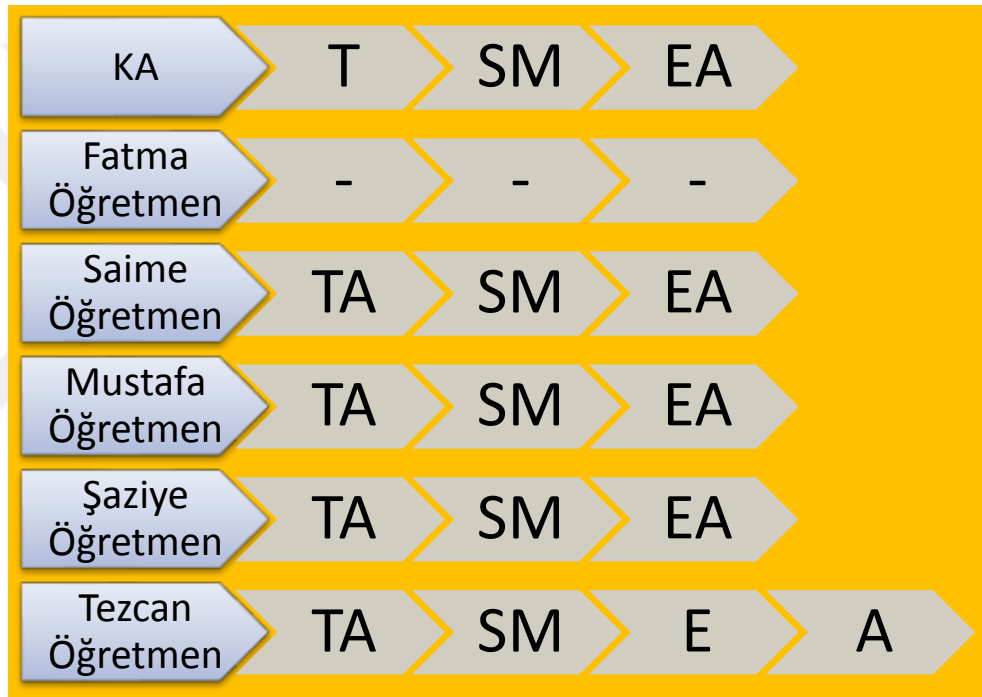


Uygulama sürecinde sanat boyutu Şekil 5.5'te olduğu gibi teknoloji ve mühendislik süreciyle bütünleşik halde ve bazı uygulamalarda da etkinliğin sonunda mühendislik sürecinden sonra olduğu deneyimlenmiştir. Tezcan Öğretmen ve Mustafa Öğretmen ilk uygulamalarından sonra ikinci uygulamalarında etkinlik süreci mühendislik boyutu ile başlatmışlardır. Şaziye Öğretmen dışında tüm katılımcı öğretmenler uygulama sürecinin mühendislik süreciyle başladığını sonra teknoloji, sanat ve fen, matematik ve yine mühendislik ve sanat şeklinde ilerleyerek tamamladıkları Tablo 5.12'den anlaşılmaktadır.

Etkinliklerin planlanması aşamasıyla ilgili olarak da öğretmenlerin görüşlerine başvurulmuştur. Etkinliğin planlanmasında ilk önce hangi boyut ya da boyutların göz önünde bulundurulduğu ve sonra hangi boyutların geldiği de belirlenmeye çalışılmıştır. Öğretmenler bütünleşik STEAM etkinliklerini sınıflarında uygulamak üzere planlarken takip ettikleri boyutların sırası etkinlik sonrasındaki yapılan görüşmelerde kendilerine sorulmuştur. Öğretmenlere ilk uygulamaları öncesinde mesleki gelişim sürecinde önerilen **T>SM>E** yöntemine

göre gerçekleştirdikleri plan hazırlama deneyimlerini ifade etmeleri sağlanmıştır. KA'nın ve katılımcı öğretmenlerin hazırladıkları Zamanın Keşfi (Ek-10), Süper Güçlü Kâğıt Roketler (Ek-11), Pervaneler Yarışıyor (Ek-12), Uygun Aydınlatma (Ek-13), Güneş Fırını (Ek-10) Etkinliklerini sınıflarında ikinci uygulamalarına ilişkin planlarını kendilerine özgü yöntemleri takip ederek nasıl hazırladıklarını ifade etmişler ve bu yöntemler Şekil 5.6'da görülmektedir.

Şekil 5.6. Uygulayıcı Öğretmenlerin Etkinlik Planlarını Hazırlamada Kullandıkları Yöntemler

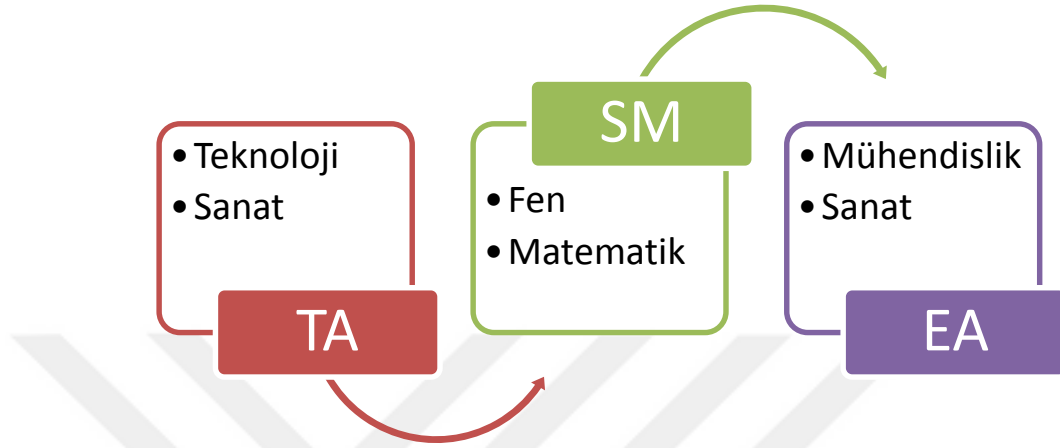


KA olarak kendim Zamanın Keşfi Etkinliğinin planlama aşamasında öncelikle mühendislik süreci sonunda elde edilecek olan ürün olan güneş saatini seçtim. Güneş saatini seçtikten sonra geçmişten günümüze zamanı ölçme ve ölçmede kullanılan yöntemlerin hayatımızdaki rolü ve değişimi (teknoloji) düşündükten sonra güneş saatinin tasarlanmasında öğrencilerin kullanacağı fen ve matematikle becerilerini (fen ve matematik) belirledim. Öğrencilerin güneş saatini çözüm olarak sundukları mühendislik problemi tanımladıktan sonra güneş saatinin yapım aşamasında öğrencilerin karşılaştıkları problemleri ve bu problemlerin üstesinden gelebilmeleri için gerekli becerileri (mühendislik)

tanımladım. Son olarak da ürünün özgün bir şekilde tasarlanması amacıyla öğrencilerin sanatsal biçimlendirme basamaklarını kullanarak güneş saatlerini nasıl özgünleştirebileceğini (teknoloji) belirledim (Ag, 09.03.2018, s. 157). Kısacası olarak etkinliği planlama aşamasını T>SM>EA şeklinde gerçekleştirmiştir. Saime, Mustafa ve Şaziye Öğretmen TA>SM>EA (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018 p. 120, 126, 128, 159, 161; Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 71, 77, 91, 93; Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 105, 107, 123, 127, 129) şeklindeki yöntemi kullandıklarını ifade etmiştir. Tezcan Öğretmen ise diğer öğretmenlerden farklı olarak planlamada TA>SM>E>A yöntemini kullandığını ifade ederek sanat boyutunu mühendislik sürecinden ayrı olarak düşünüp planladığını söylemiştir. Tezcan Öğretmen sanat boyutunun diğer tüm boyutlarının içerisinde azar azar olduğunu, fakat etkinliğin en son aşamasında daha çok ağır bastığını başka bir ifadeyle sanatın değer kazanabilmesi için etkinlik sonunda elde edilen ürüne bakıldığını aynı zamanda uygulamayı yaparken ufak tefek değişikliklerin daha iyi olacağını düşünerek ürünü değiştirmenin de sanat olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 40, 42, 44, 46) belirtmiştir.

Sonuç olarak etkinlik planı hazırlayıp uygulayan katılımcı öğretmenlerin ve bu uygulamaları gözlemleyen değerlendirici öğretmenlerin deneyimlerini ifade etmeleri neticesinde sanat boyutunun ve diğer boyutların planlama esnasında hangi sıraya göre ilerlediği gösteren TA>SM>MA metodu Şekil 5.7’de verilmiştir.

Şekil 5.7. Etkinlik Planlarının Hazırlanmasına İlişkin Genel Yöntemin Şematik Gösterimi



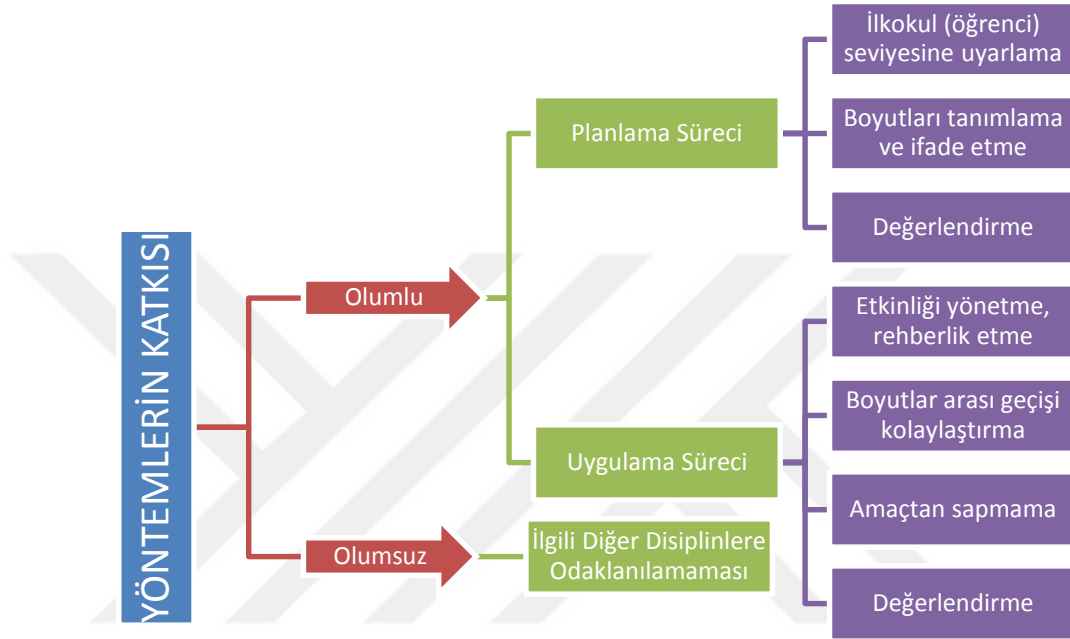
Şekil 5.7 ve Tablo 5.12’de görüldüğü üzere bütünlük STEAM etkinliğinin planlanması ve uygulanması süreci öncelikle mühendislik süreci sonunda elde edilecek olan bir ürünün seçilerek (T) tasarımına karar verilmesi (A), bu ürünün tasarımında kullanılacak fen ve matematik disiplinleriyle ilgili kazanım ve becerilerin belirlenmesi (S ve M), ürünün yapım sürecinin (mühendislik ve sanat) tanımlanması süreçte öğrencilerin karşılaşacağı mühendislik problemlerinin ve içeriğinin tanımlanması şeklinde ilerlemektedir.

5.4.4.2 TA>SM>EA ve E>TA>SM>EA Yöntemlerinin İlkokul Kademesinde Bütünlük STEM/STEAM Etkinliklerinin Uygulama ve Planlama Sürecine Katkısına İlişkin Bulgular

Araştırma sürecinde etkinlik planları hazırlayan ve hazırladıkları planları sınıflarında uygulayan KA ve katılımcı öğretmenler ilkökul kademesinde bütünlük STEAM etkinliklerinin planlanmasında TA>SM>EA ve uygulanmasında E>TA>SM>EA yöntemine ilişkin deneyimlerini ifade etmişlerdir. Araştırma sonucunda kullanılan yöntemlerin öğretmenlerin hem etkinliği planlama hem de uygulama sürecinde öğretmenlere bazı avantaj ve

dezavantajlar sağladığı ortaya çıkmıştır. Bu avantaj ve dezavantajlar Şekil 5.8’de verilmiştir.

Şekil 19: TA>SM>EA ve E>TA>SM>EA Yöntemlerinin Öğretmenlerin Planlama ve Uygulama Sürecine Katkısına İlişkin Diyagram



Şekil 19’da görüldüğü üzere etkinliğin planlamasında ve uygulanmasında ortaya çıkan bu yöntemlerin kullanılmasının avantajı öğretmenlerin planlama ve uygulama sürecine katkı sağlamasıdır. Yöntemler bütünleşik STEAM etkinliklerinin planlaması sürecinde en büyük problemlerden biri olan etkinliğin ilkökul kademesine başka bir ifadeyle sınıf seviyesine uyarlanmasını kolaylaştırması, etkinliğin teknoloji, mühendislik, fen, matematik ve sanat boyutlarının tanımlanmasını kolaylaştırmaktadır. Uygulama süreciyle ilgili ise yöntemlerin öğretmene uygulama esnasında rehberlik ederek, boyutlar arası geçişi kolaylaştırdığı ve etkinliğin temel amacından sapmasını engelleyerek başarılı bir şekilde uygulamasına katkı sağladığını uygulayıcı öğretmenler belirtmiştir. Hem uygulama hem de planlamaya yönelik sağladığı avantaj ise etkinliğin değerlendirilmesine katkı sağlamasıdır. Olumsuz yönde ise bir problem durumuyla ilgili sadece teknoloji, fen, matematik, mühendislik ve sanat disiplinlerinin dışında diğer disiplinlerin planlamada ve uyumada göz ardı

edilmesidir. Öğretmenlerin yöntemlerin sağladığı avantaj ve dezavantajlara ilişkin görüşleri aşağıda verilmiştir.

Katılımcı öğretmenler STEAM hakkındaki düşüncelerinin uygulama yaptıkça ve konuştuğça şekillendiğini (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 118) yöntemin etkinliğin amacından sapmasını engellediğini (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 38) ifade etmişlerdir. Öğretmenler ilköğretim kademesindeki öğrencilerin aslında yeni bir şey keşfetmelerinin beklenmeyeceğini, bu çağdaki çocuklar için bu tür etkinliklerin onlar için ilk deneyim olduğunu (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 10) ifade ederek E>TA>SA>MA yönteminin ilköğretim kademesinde bütünleşik STEAM etkinliklerinin uygulanmasında kullanışlı bir yol olduğunu belirtmiştir. Bu yöntem sayesinde öğrencilerin yapacakları ürünle ilgili nasıl yapacaklarını anlatmak yerine fen ve matematiğin becerileriyle beraber öğrencilere sorun (problem durumu) sunarak, o sorunu sorgulatarak, bilgilendirme ve yönlendirmelerle çözüme (ürün) kendilerinin ulaşmalarını sağladıklarını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 11) ifade etmişlerdir.

Öğretmenler yöntemin etkinliği yönetmelerine çok fazla katkı sağladığını, bu sayede nerede hangi boyutun devreye gireceği konusunda önceden bilgi sahibi oldukları için işlerinin daha da kolaylaştığını belirtmişlerdir. Ayrıca etkinlikteki boyutlara ilişkin eksikliklerini görmelerine ve daha iyi ifade edip belirlemeleriyle etkinliği değerlendirmelerine, yöntemlerin yardımcı olduğunu bu nedenle bir sonraki etkinlikte hangi boyutta eksikliğin olduğunu belirlenerek o boyutlardaki eksikliklerine odaklanabildiklerini (DG, 03.05.2018, p. 72, 74; ÖOGGK, 28.05.2018, p. 48) söyleyerek yöntemlerin planlama ve uygulama sürecindeki katkısını ifade etmişlerdir.

Saime Öğretmen yöntemlerin etkinliğin planlanmasına ve etkinliğin uygulanmasına katkısı olduğunu, yöntemin sayesinde dersin akışını nasıl olacağını kestirebildiğini, başka bir ifadeyle güneş fırını yaparken sürecin aşama aşama gitmesini sağladığını (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 133) söylemiştir. Boyutların akışının farkında olunmasının öğretmenlere hem kazanımları verirken rehberlik ettiğini hem de öğrencilerin kademe kademe

amacına ulaşmasında problemi çözmesinde etkili olduğunu (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 137), öğrencilerin süreçteki problemleri fark edip çözüm bulmasında olumlu bir rol oynadığını (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 143) söyleyerek yöntemlerin olumlu katkısından bahsetmiştir. Ayrıca etkinliğe eğer mühendislik sorunundan başlamak yerine fen ya da matematikten başlanması durumunda etkinliği gerçekleştirmenin ve ürünü tasarlamamanın zor olacağını, öğrencilerin problemi kafalarında tam olarak belirleyemeyecekleri için grupların ilk aşamaya tekrar dönmek zorunda kalacaklarını bu nedenle akış sırasının bu şekilde olması gerektiğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 139) belirtmiştir.

Mustafa Öğretmen de bu konuda etkinlik içerisinde yaptığı üründe beğenmediği herhangi bir yerde değişiklik yapmak istediğinde zaman kaybı olacağını ve değişiklik sonrasında istediği sonucu elde edemezse öğrencide bıkkınlık, yılgınlık oluşabileceğini başka bir ifadeyle tasarımı ilk halinden daha kötü hale gelmesi ihtimalinin karşı bir dezavantaj olduğunu fakat sanat boyutu doğrultusunda ortaya çıkan ürünün görsel açıdan güzelliğinin öğrencileri moral ve motivasyon açısından olumlu yönde etkileyeceğini, “Bunu ben yaptım. Ne kadar güzel oldu!” diyerek motive olacağını (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 99) söyleyerek sanat boyutunun etkinlikteki sırasının yöntemde doğru yerde olmasına vurgu yapmış ve öğrencilerin ürünlerini doğru bir şekilde tasarlamaları ve motivasyonlarına katkısına değinmiştir. Yöntemlerin planlama ve uygulamaya katkısı olduğunu çünkü yöntem sayesinde boyutlara ilişkin (öğrencilerin) neler yapabileceğini kestirebildiklerini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 103) ifade etmiştir.

Şaziye Öğretmen de yine etkinliğin belirli bir sıralama ile gitmesinin avantaj olduğunu çünkü öğrencileri etkinlikten önce ve etkinlik esnasında kullanacakları malzemeler hakkında konuşarak bilgilendirdiğini, belirli aşamalarda devreye girip onlara rehberlik ederek onların bilgilerinin harekete geçmesini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 109) sağladığını belirterek yöntemlerin uygulamada öğretmene avantaj sağladığını ifade etmiştir.

Tezcan Öğretmen etkinlik sürecinde STEAM etkinliğinin boyutlarının belirli bir akışla ilerlemesi sayesinde kazanım ve boyutlar arasında geçişleri yaparken zorlanmadıklarını ve yöntemlerin dersin ilerleyişi ve planlama esnasında boyutların farkında olup ifade etme olanağı sağladığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 50) belirterek yöntemin boyutlar arası farkındalığı ve geçişi kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Ayrıca yöntemin özellikle sanat ve tasarım boyutuna faydası olduğunu, örneğin etkinlikte fen boyutunun mühendislik boyutundan önce olmadığı varsayıldığında grupların fen ve matematikle ilgili becerileri sahip olmamaları durumunda kafalarında belirli bir model tasarlayamayacağını, teknolojiyi boyutun düşünüp nasıl uygulayacaklarını bilmeden mühendislik boyutuna geçemeyeceklerini belirtmiştir. Mühendislik boyutunda ürünün modelini tasarlarken matematik fen ve matematikle ilgili becerileri sergilemeleri gerektiği, bu durumda mühendislikle ilgili becerilerin daha üst seviyeye ortaya çıkmasının sağlanacağını ve ayrıca bu sayede en son mühendislik sürecinden sonra da ürünü sanatsal olarak değerlendirebildiklerini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 50, 54) ifade ederek yöntemin ilerleyişindeki boyutlar arasındaki neden sonuç ilişkilerini belirtmiş ve her boyutun diğer boyutlarla sıkı ilişkili olduğunu vurgulamıştır.

Öğretmenler ayrıca ilk gerçekleştirilen uygulamalarda mühendislik boyutunun sanat boyutundan önce yer almasından kaynaklı olarak grupların tasarımlarını yetiştirmeye odaklanmaları nedeniyle sanat boyutuna yeterli sürenin kalmadığını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 44) belirterek etkinliğin akış sırasında mühendislik sürecinden sonra sanat boyutunun olmasının sınırlığına değinmişlerdir.

Yöntemin sınırlılıklarıyla ilgili olarak Mustafa Öğretmen öğrencilere etkinliğin; fen teknoloji, matematik sanat gibi boyutlarının olacağından bahsettiği zaman öğrencilerin kafalarında bir fikir oluştuğundan ve bu fikirlerin sadece bu boyutlarda olacağını düşünmesi nedeniyle ilgili olabilecek diğer boyutlara aslında sınırlama koyulmuş olduğunu (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 105) belirtmiştir. Şaziye Öğretmen de TA>SM>EA yönteminin

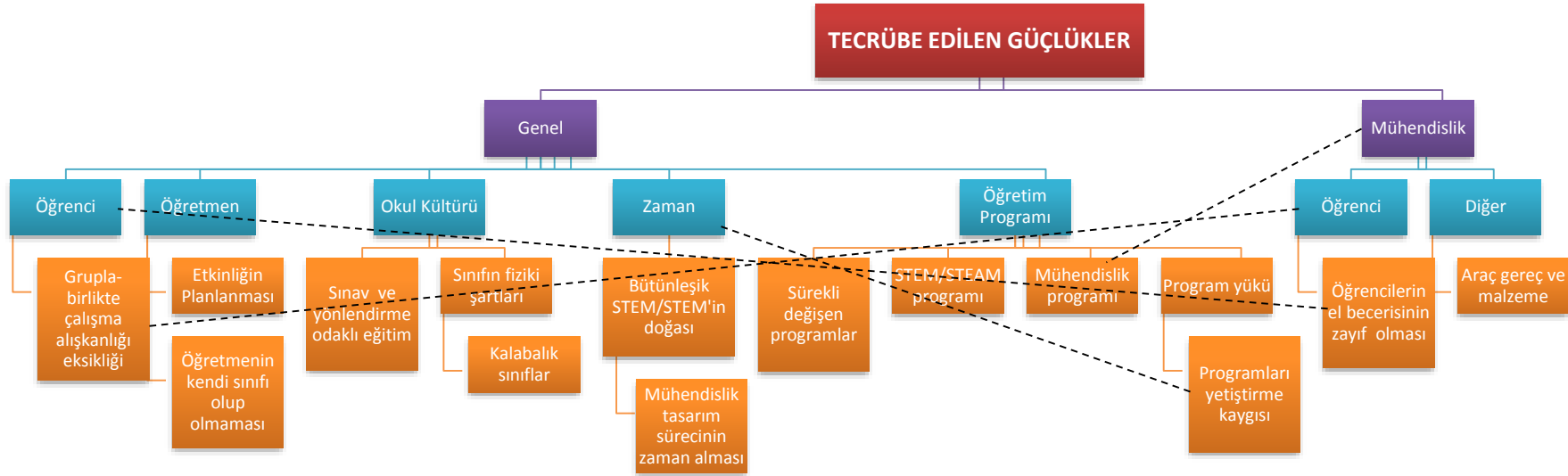
biz başlangıçta bir kalıp sunduğunu ve bu nedenle etkinlikte olabilecek diğer disiplinlere de odaklanmamızı göz ardı ettiğini, aslında teknoloji, mühendislik, fen, matematik ve sanat disiplinlerinin yanında diğer disiplinlerin de mühendislik problemine göre eklenebileceğini sadece bu yöntemi kullanmanın başlangıçta STEAM eğitimini uygulama adına yardımcı olduğunu fakat sürekli bu yöntemle uygulamanın yanlış olacağını, başka yöntemlerin de denenmesi gerektiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 109) ifade etmiştir.

Yöntemin bir diğer katkısı ise etkinliğin değerlendirilmesine katkı sunmasıdır. Saime Öğretmen TA>SM>EA yöntemine göre planlama yaparken aslında etkinliğin boyutlarının neler olduğunu önceden belirlediklerini ve bu nedenle süreçte her boyutla ilgili grupların neyi yapıp yapamadıklarını fark edebildiklerini çünkü grupların boyutlarla ilgili var olan tüm bilgilerini kullandıklarını (Gk, Saime Öğretmen, 26.04.2018, p. 2, 108, 110) ifade ederek yöntemin etkinliğin değerlendirilmesindeki katkısına değinmiştir. Tezcan Öğretmen de ilgili boyutlardaki kazanım ve becerileri bilmeleri sayesinde süreç sonunda ortaya çıkan ürünü tasarım, mühendislik ve sanatsal açıdan değerlendirebildiklerini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018 p. 54) belirterek yöntemlerin etkinliğin değerlendirilmesine de katkı sunduğunu ifade etmiştir.

5.4.5. İlkokullarda Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin Uygulanmasında Tecrübe Edilen Güçlüklere İlişkin Bulgular

İlkokullarda bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanması amacıyla gerçekleştirilen katılımcı eylem araştırmasını yürüten KA ve katılımcı öğretmenler araştırma sürecinde tecrübe ettikleri güçlükleri ifade etmişlerdir. Böylelikle tüm ilkokullar dördüncü sınıf için geçerli olmayan fakat katılımcı öğretmenlerin kendi okullarında ve sınıflarındaki uygulamalar bağlamında ortaya çıkan güçlükler belirlenmiştir. Araştırma kapsamında tecrübe edilen güçlükler etkinliğin genel olarak uygulanması ve etkinliğin mühendislik boyutu için olmak üzere iki kategoride kümelenmiştir. Bu kategoriler ise okul kültürü, öğrenci, öğretmen, zaman ve diğer etmenler olmak üzere beş tema halinde Şekil 5.9'da verilmiştir.

Şekil 5.9. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerin Uygulanmasında Tecrübe Edilen Güçlükler



Yukarıda Şekil 5.9 incelendiğinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokullarda başarılı bir şekilde uygulanmasını etkileyen öğrenci kaynaklı güçlük olarak hem mühendislik boyutu hem de etkinliğin geneliyle ilgili öğrencilerin el becerilerin çok zayıf olması ve grup çalışmalarına alışkın olmamaları olarak deneyimlenmiştir. Etkinlikte mühendislik süreçleri somut materyallerle çalışmayı gerektirdiğinden öğrencilerin el becerilerinin zayıf olması onların mühendislik boyutundaki performansı etkilemiştir. Gruplar ürünün yapımı esnasında araç gereçleri kullanmakta zorlanarak bir kartonu düzgün bir şekilde, kesme, ölçme, şekil verme gibi temel araç-gereç kullanımını gerektiren işleri bile gerçekleştirmekte zorlandıkları gözlemlenmiştir.

Şaziye ve Mustafa Öğretmen bunun sebebinin aslında sınav odaklı eğitim olduğunu, öğrencilerin ellerinin iş yapmaya yatkın olmadığını, ailelerin test çözsün ders çalışsın diye onları mutfağa bile girdirmediklerini, bıçak tutmayı makas tutmayı bile bilmediklerini, öğretmenlerin ve sistemin onları sürekli hazırda kondurduğunu, onlara müdahale ederek yardım odaklı, sürekli yönlendirmeye dayalı eğitim verdiklerini bu sebeplerden dolayı da araç-gereç ve malzeme kullanırken öğrencilerin zorlandıklarını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 17, 21, 24, 167; Mustafa Öğretmen, 23.03.2018, p. 11, 13) belirtmiştir. Saime Öğretmen de Şaziye ve Mustafa Öğretmeni destekler nitelikte açıklama yaparak öğrencilerinin somut materyallerle çalışmadıkları için aletleri kullanmakta yapım aşamasında ince motor kas becerilerinde sıkıntıların yaşandığını çünkü okullarda bu becerilerin yerine akademik başarıya yönelik eğitim verdiklerini bunun nedeninin ise sınıf olarak akademik başarıda geri olduklarından sınavların da bu şekilde yapılmaması nedeniyle ister istemez bu yönde eğitim verdiklerini (Gk, Saime Öğretmen, 26.04.2018, p. 58, 60, 62, 64) ifade etmiştir. Ayrıca örneğin Tayfalar Grubu güneş saatinin üzerine çizgileri düzgün bir şekilde çizmekte (GÖDF, Tayfalar Grubu, 26.03.2018, p. 8), Ebay ve Sevgi Grubu Grubu GÖDF'lerinde saati üzerine yapacağı kartonu kesmekte zorlandıklarını kanıtlayan ifadeler (GÖDF, Ebay Grubu, 01.06.2018, p. 5; GÖDF, Sevgi Grubu, 23.05.2018, p. 5) kullanmışlardır. Bazı grupların ise cetvelleri doğru bir şekilde kullanarak materyalin görünümünü ve saat

dilimlerini doğru bir şekilde hizalayarak yerleştirdiklerini (TYN, Sabri Öğretmen, 21.03.2018, p. 5) değerlendirici öğretmenler ifade etmiştir.

Süreçte tecrübe edilen diğer bir güçlük ise öğrencilerin dâhil oldukları gruplarda işbirliği içerisinde çalışma alışkanlıklarının olmamasıdır. Öğrenci gruplarının çoğu bir daha ki sefere etkinlikle nelere dikkat ederdiniz? Grubunuzun kuvvetli ve zayıf yönleri nelerdir? Hangi konuda zorlandık sorularına “grup arkadaşlarımı değiştirdik” (GÖDF, Apple, 26.03.2018); “grup arkadaşlarım birbirleriyle çok tartıştılar” (GÖDF, Çılgın Beşli, 02.05.2018), “birlikte çalışırken saygılı olmamızda kendimizi geliştirmeliyiz” (GÖDF, Şirinler, 26.03.2018), “biraz daha iyi geçinmemiz lazımdı” (Becerikli Eller, 22.03.2018) gibi ifadeler kullanarak birlikte çalışma konusunda problem yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Bu konuda yine Fatma Öğretmen de sınıfının hala grup çalışmasını tam olarak öğrenemediği ilk uygulamada gördüğünü öğrencilerin sanki önceden hiç grup çalışması yapmamış ya da alışmamış gibi gördüklerini (Gk, Fatma Öğretmen, 23.03.2018, p. 81) söylemiştir. Tezcan Öğretmen de öğrencilerin grup çalışmasıyla etkinliği yapmak istemediğini gerçek hayatta ben onunla çalışmam, bununla çalışmam diyemeyeceklerinden bazen sevmediği ya da istemediği kişilerle de çalışmayı öğrenmeleri gerektiğini (Tezcan Öğretmen, Gk, 05.07.2018, p. 84) ifade etmiştir.

Öğretmen kaynaklı etmenler ise etkinliğin ve özellikle mühendislik sürecinin planlanmasının öğretmenlere zor gelmesi ve öğretmenin kendi sınıfında uygulama yapıyor olup olmamasıdır. Her ne kadar öğretmenin ürünü kendi eliyle yapması, T>SM>E ve TA>SM>EA yöntemlerinin ve diğer stratejilerin kullanılması mühendislik sürecinin planlanmasına yardım etse de öğretmenler en zor şeyin halen plan hazırlamak olduğunu (Şaziye Öğretmen Gk, 05.07.2018, p. 78, 80; 06.06.2018, p. 207) vurgulamıştır. Çünkü uzun zamandır planların kendilerine hazır geldiğinden plan yapmadıklarını (Mustafa Öğretmen Gk, 03.07.2018, p. 141); fen ve matematik boyutuyla ilgili kazanımların programda yer aldığını fakat mühendislik boyutuyla ilgili bir içeriğin(öğretim programının) yer almadığını bu nedenle en büyük sorunun mühendislik boyutuyla ilgili

becerileri planda ifade etmek (Gk, Şaziye Öğretmen, 05.07.2018, p. 97) olduğundan, planlamanın çok zaman aldığını bu sebeple özellikle bu konuda zorlandıklarını (Saime Öğretmen, Gk, 19.07.2018, p. 181) söylemişlerdir.

Öğretmenler bununla birlikte etkinliğin uygulanması esnasında rehber rolünde olmalarına rağmen etkinliği birkaç saat boyunca yönetebilmek amacıyla çok büyük emek ve çaba harcamaları gerektiği de deneyimlenmiştir. Örneğin katılımcı öğretmenlerden Saime Öğretmen ikinci kez Güneş Fırını Etkinliğini uyguladıktan sonra bitkin halde masasına oturmuş ve ayakkabılarını çıkartarak ayağını uzatmış ve sonra etkinliği nasıl planlayacağı konusunda çok kafa yordüğünü, etkinlikle birlikte bu durumun kendisini çok yordüğünü söylemiştir (Ag, 30.05.2018, s. 227). Öğretmenlerin ellerinin altında bir öğretim programı ya da hazır planların olmayışı ve bu etkinliklerin standart bir uygulamadan farklı olması nedeniyle öğretmenlerin uygulama sonrasında bitkin düştükleri gözlemlenmiştir.

Öğretmen boyutunda bir diğer bulgu ise ilkökul kademesinde öğretmenin kendi sınıfı olmasının etkinliklerin başarılı bir şekilde yönetilip gerçekleştirilmesinde olumlu bir etken olduğu aksi takdirde ise problemlerin yaşanabileceğinin deneyimlenmesidir. KA kendi uygulamalarını katılımcı öğretmenlerin sınıflarında gerçekleştirirken öğretmenler, KA'ya en büyük dezavantajının sınıflardaki öğrencilerin kendi öğrencileri olmayışını, başka bir ifadeyle kendi sınıfının olmayışını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 107; Gk, Şaziye Öğretmen, 10.05.2018, p. 11) bir problem olarak ifade etmişlerdir. Saime Öğretmen KA'nın kendi sınıfı olmadığı için sınıfı tam olarak tanımadığını ve bu durumun KA'yı biraz zorladığını gözlemlediğini, öğretmenin kendi sınıfı olmasının burada bir avantaj olduğunu fark ettiğini ifade etmiştir. Örneğin kendisinin öğrencilere “çocuklar” diye hitap etmesine rağmen benim “arkadaşlar” diye hitap ettiğimi ve yönergeleri verirken tam olarak sınıf seviyesine inemediğimi (Gk, Saime Öğretmen, 21.03.2018, p. 2) söylemiştir. Şaziye Öğretmen de öğretmenin kendi sınıfında uygulama yapmasının daha sağlıklı olacağıyla ilgili olarak aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır:

“
...siz uygulamada iyisiniz tamam ama sınıfı tam olarak tanımıyorsunuz.

Burada (sınıfta) uygulamayı dört beş saat yapıp gidiyorsunuz. Sınıfın öğretmeni olsaydınız ve hafta boyunca sürekli bu etkinlikleri yapıyor olsanız, onlara her gün ‘Ne yaptınız? Ne oldu?’ gibi sorular sorarak daha iyi bir etkinlik yapmış olurdunuz...(Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 44).

Fakat diğer taraftan katılımcı öğretmenler kendi sınıflarında uygulamalarını gerçekleştirdiklerinde sınıflarını çok iyi tanıdıkları onlar için bir avantaj oluşturmuştur. Örneğin Saime Öğretmenin gruplarda hangi öğrencinin etkinliğin hangi boyutunda problem yaşayıp yaşamayacağını kestirebildiğini ve ona göre etkinlik anında öğrencinin yanına giderek müdahale ettiği (TYN, Feyza Öğretmen, 30.05.2018, p. 2; Ag, 31.05.2018, s. 228) gözlemlenmiştir.

İlkokul düzeyinde yaşanan güçlüklerden bir diğeri ise zaman olgusudur. Gerçekleştirilen etkinliklerde mühendislik tasarım süreci uygulamalı ve boylamsal bir süreç olduğundan çok fazla zaman aldığı deneyimlenmiştir. Bu duruma neden olan ilk etken mühendislik süreci sonunda ortaya çıkan ürünün uzun bir tasarım süreci sonunda ortaya çıkmasıdır. Diğer bir etken ise gruplara tekrar yapma fırsatının verilmesidir. Çünkü mühendislik süreci ürünün tasarlanması, test edilmesi ve tekrar yapılması şeklinde devam eden bir süreçtir. Gruplar ilk çalışmaları sonunda neyi yapıp yapmamaları gerektiğini de fark etmektedir. Bu nedenle mühendislik tasarım süreci probleme çözüm üretme, ürünün ihtiyaca cevap verme düzeyi kontrol edilip, tekrar yapma şeklinde boylamsal bir şekilde ilerlemektedir.

Zaman probleminin oluşmasında bir diğer etken ise mühendislik probleminin tanımlanması esnasında gruplara zaman tanınması ve grupların araştırma yaparak problemlere çözüm önerileri geliştirmeleri istenmesidir. Bu etkenler de mühendislik sürecinin zaman almasına neden olmaktadır. Örneğin Zamanın Keşfi Etkinliğinde problemin tanımlanması için güneş bir gün boyunca (16-17 saat) gözlemlenmesi ve güneş saatinin tasarlanması aşamalarını içeren uzun bir süreçte gerçekleştirilmiştir (Zamanın Keşfi Etkinliği Ders Planı, Ek-

10). Mustafa Öğretmen öğrencilere roketlerini deneyerek tekrar yapma fırsatı vermelerinin zaman aldığını bunun için en az üç ya da dört saatlik bir ders sürecinin gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 5, 6) ifade etmiştir. Bu nedenle de Şaziye Öğretmen mühendislik sürecinin bir ya da iki ders saatinde bitecek bir süreç olmadığını, okul süresinde sadece bir derste STEM eğitiminin uygulanamayacağını, zaten de STEM eğitiminin doğasının da buna uygun olmadığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.07.2018, p. 131) vurgulamıştır.

Mühendislik boyutuyla ilgili diğer bir etken ise mühendislik tasarım süreci sonunda elde edilecek ürünün yapımında kullanılacak araç-gereç ve malzemelerin temin edilmesidir. Tezcan Öğretmen özellikle öğrencilerin rahatlıkla ulaşabilecekleri malzemeleri belirleme ve bunları temin etme konusunda problem yaşadığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 78) çünkü Şaziye Öğretmen her istedikleri malzemeyi her zaman öğrencilerden isteyemeyeceklerini (Gk Şaziye Öğretmen, 05.07.2018) ifade etmişlerdir. Saime Öğretmen ise her etkinliğin ortalama bir maliyeti olduğunu ve bunun başta sorun teşkil etmemesine rağmen bu şekilde her zaman karşılanamayacağını (Gk Saime Öğretmen, 03.05.2018, p. 1; 19.07.2018, p. 181) söyleyerek araç-gereç malzeme temini problemine değinmiştir.

Öğretmenlerin görüşlerine göre öğretim programların oluşturduğu yük ve mühendislik öğretim programının ilkökul kademesinde yer almaması ve sürekli değişen öğretim programları etkinliklerin uygulanmasında etken diğer bir faktördür. Şaziye Öğretmen bu etkinlikleri yaparken bir yandan da programı yetiştirmek için uğraştıklarını bir taraftan da bu dönem ilkokullarda birçok sosyal etkinliğin yapıldığını bu nedenle bir yandan da konuları yetiştirmeye çalıştıklarını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 228) söylemiştir. Mustafa Öğretmen öğretim programlarının buna uygun olması, önceden öğretmenlerin bu konuda bilgisinin olması ve etkinliği sınıfında nasıl uygulaması gerektiğiyle ilgili önceden zaman ayırması gerektiğini (extra ders planı hazırlama) çünkü sonradan bunun çok zor olduğunu (Gk Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 109) söyleyerek mühendislik programının olmayışı ve öğretmenlerin ilkökul

programını yetiştirme kaygıları mühendislik boyutunun önünde engel olarak gördüğünü vurgulamıştır. Saime Öğretmen de mühendislik ve teknoloji boyutunda kazanımları düşünüp belirlemenin öğretim programında yer almamasından dolayı biraz sıkıntılı olduğunu (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 90, 92) dile getirmiştir. Benim de özellikle ilkokul düzeyinde mühendislik uygulamalarıyla ilgili örnek uygulamaların özellikle Türkiye’de yetersiz olması nedeniyle ilk ders planını hazırlama aşamamın yaklaşık bir ay sürmesine neden olmuştur (Ag, 16.12.2017, s. 19). Yeni Fen Bilimleri Öğretim Programında dördüncü sınıflardan itibaren “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” adında bir tema yer almasına rağmen mühendislik boyutuyla ilgili kazanım ve beceriler yer almamakta ve ayrıca her sınıf seviyesi için aynı ifadeler kullanılarak temanın amacı verilmemektedir (MEB, Fen Bilimleri Öğretim Programı, 2018, s. 14, 15). Şaziye Öğretmen aslında Türk halkının özellikle çok zeki olduğunu Amerika ve Çin kadar olmasa da bir şeyler üretmede iyi şeyler yapabileceğimizi fakat bu durumun (STEM/STEAM eğitimi ilkokullarda uygulanmasının zorluğu) sürekli değişen yapısı nedeniyle tamamen eğitim sisteminden kaynaklandığını bu sistemde bir şeyleri yerine oturtmanın çok zor olduğunu söylemiştir. Bunun nedeni olarak iki ya da üç senede bir öğretim programlarının değiştiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.03.2018, p. 25, 27) vurgulayarak STEM eğitiminin ilkokullarda uygulanmasında en büyük engelin eğitim sisteminin ve öğretim programlarının sürekli değişmesi olduğunu işaret etmiştir.

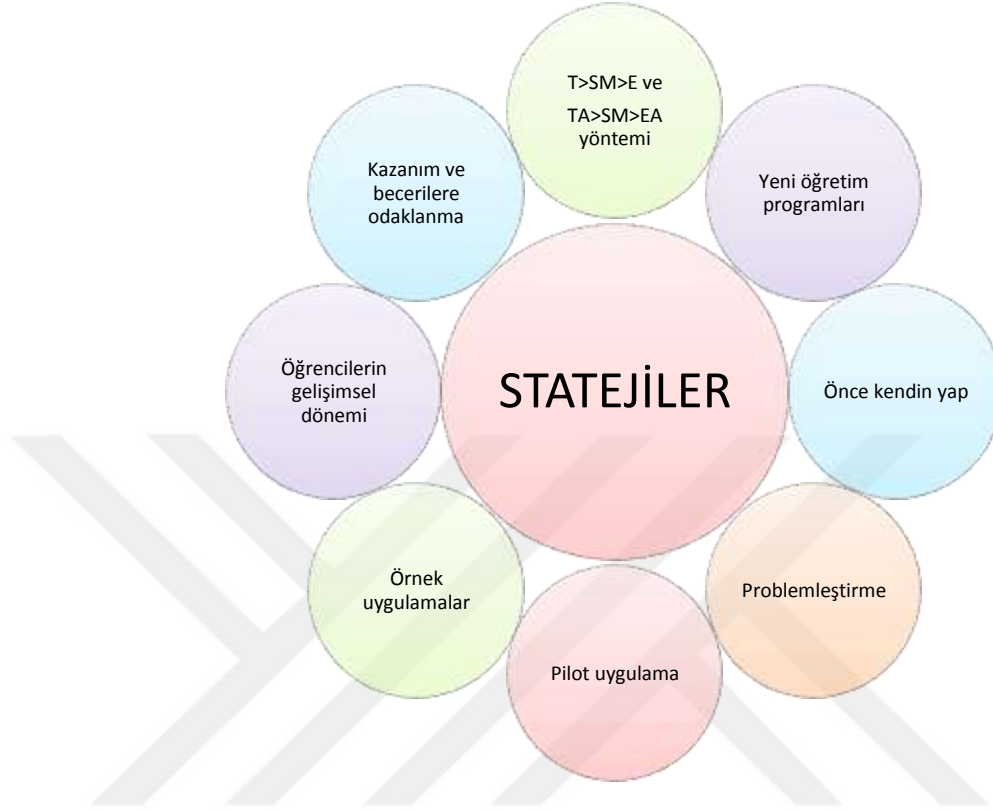
Okul kültüründen kaynaklanan etmenlerden biri de okulun fiziki yapısıyla ilgili etmenlerden kalabalık sınıflardır. Etkinliklerin uygulanması esnasında özellikle mühendislik tasarım süreci gruplarla ve öğrencilerle yakın teması gerektirmekte ve onlara aktif destek verilmektedir. Sınıfların kalabalık olması öğretmenin etkinliği yönetmesini ve her öğrenci grubuna aktif destek verilmesini zorlaştırmaktadır. Şaziye Öğretmen öğrenci sayısının fazla olmasının bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasında dezavantaj olduğunu, sayımı az olduğunda ise daha kaliteli etkinlik süreci geçirileceğini, sınıf yönetiminin daha kolay olacağını söylemiştir. Etkinliğin öğrenci ağırlıklı olmasından dolayı öğrencilerin

rahat davrandıklarını kalabalık olduğu zaman iş denetiminin zor olacağını, etkinliğe katılmayacak öğrencilerin de olabileceğini fakat öğrenci sayısı az olursa tüm öğrencileri gözlemlemenin daha kolay olacağını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 133) belirterek kalabalık sınıflarda etkinlik yapmanın güçlüğünü ifade etmiştir.

5.4.6. Katılımcı Öğretmenlerin Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerini İlkokul Dördüncü Sınıf Seviyesine Uyarlama Stratejilerine İlişkin Bulgular

Eylem araştırması sürecinde hem KA'nın uygulamalarını katılımcı gözlemle izleyen hem de ilerleyen döngülerde kendi sınıflarında uygulama yapmak için etkinlik planları hazırlayan katılımcı öğretmenler bütünleşik STEAM etkinlik planlarını hazırlamak, öğrenci seviyesine uyarlamak amacıyla kullandıkları **T>SM>E** (KA), **TA>SA>MA** (uygulayıcı öğretmenler) yöntemlerinin yanında başka ne tür strateji ve yöntemler kullandıklarını da süreçteki deneyimlerini ifade ederken paylaşmışlardır. Öğretmenlerin kendi sınıflarında uygulama yapmaları, sınıflarındaki öğrencileri çok iyi tanımaları, branşlarının sınıf öğretmeni olması, etkinlik planı hazırlama ve uygulama sürecini bir dönem boyunca yaşamları nedeniyle kullandıkları etkinliği planlama, uygulama ve sınıf seviyesine uyarlama stratejileri önemlidir. Çünkü eğer bu stratejiler belirlenebilirse etkinlik planlarının hazırlanmasında ve uygulanmasında eylem araştırması raporunun hedef kitlesi olan ilkokul kademesindeki öğretmenlere etkinlikleri uygulamada destek olabilir. Katılımcı öğretmenler bu konudaki deneyimlerini ifade etmeleri sonucunda Şekil 5.10'da görülen stratejiler ortaya çıkmıştır.

Şekil 5.10. Öğretmenlerin Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerini Öğrenci Seviyesine Uyarlama Stratejileri



Katılımcı öğretmenlerin süreçte kullandıkları yöntemler Şekil 5.10’da görüldüğü üzere; yenilenen öğretim programından yararlanma, mühendislik süreci sonunda elde edilecek olan ürünü öğretmenin kendisinin etkinlikten önce yapması, problemlleştirme, pilot uygulama yapma, örnek uygulamalardan yararlanma, öğrencilerin gelişimsel dönemi göz önünde bulundurma, kazanım ve becerilere odaklanma ve son olarak da **T>SM>E** ve **TA>SM>EA** yönteminin kullanılmasıdır.

Tezcan Öğretmen başkanlığın yenilenen öğretim programlarında STEM ile ilgili kazanımları öğretim programlarının içerisine yerleştirdiği için şanslı olduğunu ve bu seneki ders programlarının içerisinde STEM destekli kazanımların yer aldığını belirtmiştir. Bu kazanımları belirleyerek sınıfın seviyesine göre öğrencilerin algılama düzeylerine göre birden fazla derse yaymaya çalıştığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 30) ifade ederek

özellikle güncellenen Fen Bilimleri Öğretim Programından yararlandığını ifade etmiştir.

Öğretmenler etkinliği uygularken kendileri önce yapmadıklarında öğrencilerin hangi noktalarda problem yaşayıp yaşamayacağını bilmediklerinden öğrencilerin problem yaşamaları durumunda müdahale etmek zorunda kalarak nasıl yapmaları gerektiğini söylemek zorunda kaldıklarını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 15) bu nedenle öğrencilerle etkinliği uygulamadan önce öğretmenlerin kendilerinin yapması gerektiğini ve bunu yapmalarının süreci planlayıp yürütmesine yardımcı olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 82) ifade etmişlerdir. Örneğin Şaziye Öğretmen etkinlikten önce pervaneyi kendisini yaptığını ve pervaneye hareket eden araba yapmayı planladığını fakat öğrencilerinin arabanın ağırlığına göre pervanenin gücünü ayarlayamayacaklarını düşündüğünden bu fikirden vaz geçerek sadece pervanenin üfleme gücüne bakmaya karar verdiğini (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 17) ifade etmiştir. Ayrıca öğretmenler önce kendilerinin yapmalarının etkinliğin boyutlarına ilişkin becerileri belirlemede de katkısı olduğunu, örneğin ürünü yaparken mühendislik sürecinde öğrencilerin karşılaşılabilecekleri olası problemleri tespit edebildiklerini (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 19, 23) belirtmişlerdir. Ürünü önce kendin yaptığın zaman tasarım aşamasında her adımın hangi boyutla ilgili olduğunu ve dördüncü sınıf öğrencilerinin bu aşamaları gerçekleştirip gerçekleştiremeyeceğini fark ediyor, öğrenci gözünden düşünerek belirleyebiliyoruz (Ag, 09.01.2018, s. 87). Mustafa Öğretmen etkinliğe karar başta verirken hiç sınıfının seviyesine uygun kazanımları düşünmediğini, önce kendisinin roket tasarımı yaptığını ve bu sayede öğrencilerinin neleri yapıp yapamayacağını kendisinin tecrübe ettiğini belirtmiştir. Mustafa Öğretmenin ifadesi (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 142) şu şekildedir:

“

...bu şekilde hareket edince (roketi kendisinin önce yapması) başka bir

ifadeyle illa bizim belirlediğimiz şeylerin programda olmasına gerek bile yok

bence. Çünkü kendi öğrencilerimiz olunca neyi yapıp yapamayacaklarını kestirebiliyorum. Ama tersinden gittiğimde başka bir ifadeyle önce kazanım ve becerileri düşündüğümde işin içinden çıkamadım. Ben öyle yaptım...

Öğretmenlerin kullandıkları diğer bir strateji ise problemleştirme yönteminin kullanılmasıdır. Öğrencilerin süreçte tasarlayacakları ürünle ilgili nasıl yapacaklarını anlatmak yerine fen ve matematiğin kazanımlarıyla beraber öğrencilere problem durumu vererek, problem durumunu sorgulatarak, bilgilendirme ve yönlendirmelerle çözüme kendilerinin ulaşmalarını sağladıklarını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 11) belirtmiştir. Bu şekilde öğrencinin çözümü kendisinin keşfetmesinin sağlanarak etkinliği ve öğrencinin fikrini belirli bir kalıba sokmaktan kurtarıldığını, öğrencinin kendi fikrini ve yaratıcılığını doğaçlama olarak ortaya çıkmasının sağlandıklarını (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 12, 15, 35) belirterek problemleştirmenin öğrencinin sürece aktif katılımında, etkinliğin bütünlük STEM olarak gerçekleşmesindeki önemine değinmişlerdir.

Araştırma süreci boyunca kullanılan stratejilerinden bir de pilot uygulamaların yapılmasıdır. Pilot uygulama eylem araştırmasının doğası gereği yapılan bir süreç olmasının yanında öğretmenlerin teoride olan sınıflarında ana uygulamalara geçmeden görerek planlarını revize etmişler, uygulama süreciyle birçok ipucu elde etmişlerdir. KA olarak ilk uygulamamdan önce Münire Hanım İlkokulunda uygulama yaptım. Bu süreçte etkinliğin uygulanmasıyla ilgili ilk deneyimi yaşayarak öğrencilerin güneş saatini tasarlayıp tasarlayamayacağı, değerlendirici öğretmenlerin tüm grupları değerlendirip değerlendirmediklerinin belirlenmesinin yanında süreçte uygulama yaparken dikkat etmem gerekenleri belirleme olanağım da oldu (Ag, 15.01.2018, s. 96).

Saime Öğretmen de etkinliği sınıfında yapmadan önce üzerinde düşünüp başka sınıftaki üç öğrenciyle dendiğini ve bu aşamada STEAM (fen matematik mühendislik teknoloji ve sanat) boyutlarını anlamasını ve kavramasını sağladığını bu sayede öğrencilerin neyi yapıp yapamayacağını, etkinliğin ne kadar sürede tamamlanacağını (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 100)

kestirebildiğini söylemiştir. Tezcan Öğretmen de ilk uygulamada dört grubunda eksikleri olduğunu ikinci uygulamaya kadar öğrencilerin eksiklerini ders esnasında konuştuklarını bu sayede öğrencilerin etkinlikte neleri yapıp yapamayacağını fark ettiğini, birinci uygulamada teorik olarak hazırladığı planı sahada görüp ona göre ayarlamalar yaptığını ve bu sürecin kendisine etkinliği uygulamada ve planlamada çok faydalı olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 60) söylemiştir.

Öğretmenlerin başvurduğu başka bir strateji ise örnek uygulamalardan yararlanmalarıdır. Öğretmenler ilk başta internetten örnek STEM etkinliklerin yer aldığı kaynakları incelediklerini, örneğin Şaziye Öğretmen başlangıçta “pervaneli araba” etkinliğini görüp onu sınıfında uygulamayı düşündüğü fakat daha sonra bu etkinlikten yararlanarak sınıfında öğrencilerin seviyesine uygun olarak sadece pervane tasarımına (ÖOGGK, 28.05.2018, p. 61) karar verdiğini ifade etmiştir. Ayrıca oğlunun ders kitabında yer alan bir etkinliğin çok dikkatini çektiğini, bir dahaki sefere bu etkinliği uyarlayarak sınıfında uygulayacağını ifade etmiştir (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 81). Saime Öğretmen lise düzeyinde ya da başka bir seviyede olsun güzel bir etkinlik örneği gördüğünde onu alıp kendi sınıfına göre değiştirerek indirgenebileceğini, örneğin güneş fırını etkinliğinin ilkokul düzeyinde olmasına rağmen lise düzeyine ya da anaokulu düzeyinde de uygulanabileceğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 104) söyleyerek örnek etkinliklerden yararlanmanın etkinlikleri planlarken sınıf seviyesine uyarlamada katkısına değinmiştir.

Öğretmenler etkinlik planlarını hazırlamada öğrencilerinin gelişimsel dönemlerini de göz önünde bulundurmaları kullandıkları başka bir stratejidir. Tezcan Öğretmen bu konuda etkinliğin hazırlanması esnasında ilk olarak öğrencinin bilişsel algılama düzeyini dikkate alarak ona göre seviyesine uygun kazanım ve becerileri seçtiğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 30) ifade etmiştir. Mustafa Öğretmen öğrencilerin sınıf seviyelerine göre kullanılan etkinlikte kullanılan malzemeleri, roketin tasarımı farklı şekilde yapabileceklerini ifade etmiştir. Örneğin, birinci sınıfta kâğıt roket yapılarak

pompa ile fırlatılabileceği, malzeme olarak düz beyaz kâğıt yerine ilgilerini çekmek için renkli el işi kâğıtları kullanılabilceğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 55, 57, 67) belirtmiştir. Aynen bu şekilde ikinci ve daha üst sınıf grupları için roketin üzerine dokunulduğu zaman ses çıkaran ya da rüzgârın etkisiyle yere ne kadar sert düşerse o kadar yüksek ses çıkaran veya roketlerin üzerine ışık, flaşör yerleştirilen ürünler yapılabileceğini ve bunların öğrencilerin seviyelerine göre dikkatini çekebileceğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 67) ifade ederek öğrencilerin gelişimsel dönemlerini dikkate almalarının da etkinliği hazırlamada önemli bir strateji olduğunu belirtmiştir.

Öğretmenlerin kullandıkları bir diğer strateji ise öğretim programlarındaki kazanım ve becerilere odaklanmaktır. Saime Öğretmen bu konuda ilk olarak tasarımını yapacağı ürünü seçerken öğretim programlarındaki tema ve ilgili kazanımlara bakarak, bu kazanımlar doğrultusunda her bir kazanımın hangi boyutlarla ilgili olduğunu belirleyip tüm boyutları içeren bir ürün seçtiğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 104) belirtmiştir. Ayrıca kolay kazanımlardan yola çıkarak öğrencinin ilgisini çekecek şekilde (kazanımı öğrencilerin düzeylerine) indirgeyip verebileceğini ya da bir üst kademeye göre uyarlayabileceğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 108) söylemiştir. Örneğin dördüncü sınıf olan sınıfta ısı ve sıcaklık farkını anlatmadığı için etkinliği sadece sıcaklık üzerinden işlediğini, siyahın güneşi çekmesi, sıcak havalarda açık renk giyilmesiyle ilgili kazanımların hem görsel sanatlar ve hayat bilgisini hem de fen bilgisini ilgilendirdiğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 90, 115) söylemiştir. Etkinlik kapsamında ısı ölçmesi gerekiyorken ısı konusu verilmediği için sıcaklığı ölçtüklerini ve bu ölçümünü de öğrencilerin daha net görebilmeleri adına somutlaştırarak fırının içerisine dondurma ve çikolata koyduklarını (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 116) söylemiştir. Öğrencilerin sabırsız olmalarından dolayı hem çabuk eriyen hem de öğrencilerin dondurma gibi dikkatini çeken yiyecek kullandıklarını (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 118) ifade ederek nasıl kazanım ve becerilerden yola çıkarak etkinliği planladığına değinmiştir. Şaziye Öğretmen de dördüncü sınıfların öğretim programında basit elektrik devresi olduğunu bu devre elemanlarına ek

olarak motor verdiğini ve etkinliğe giriş yaparken “her elektrikli alet ışık vermesi gerekir mi?” sorusunu sorarak günlük hayatta çevremizde gördüğümüz kullandığımız saç kurutma makinesi, vantilatör, süpürge gibi örnekler vererek, bunlardaki elektrik devrelerinin de motoru döndürdüğünü ve kendilerinin yapacakları ürüne karşılaştırdığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 73) ifade etmiştir. Etkinliği lise düzeyinde yapacak olsa kumandasını yaptıracağını, bilgisayar kodlama yazdıracağını ve dokunmatik motor yaptıracağını ve hatta belli bir sıcaklığa gelince çalışmaya başlayan bir pervane yaptırabileceğini bu pervaneyi ortaokul düzeyine de uyarlayabileceğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 19.07.2018, p. 86) belirterek sınıf seviyesine uygun kazanım ve becerilerden yola çıkarak etkinliği planlayıp uyguladığını ifade etmiştir.

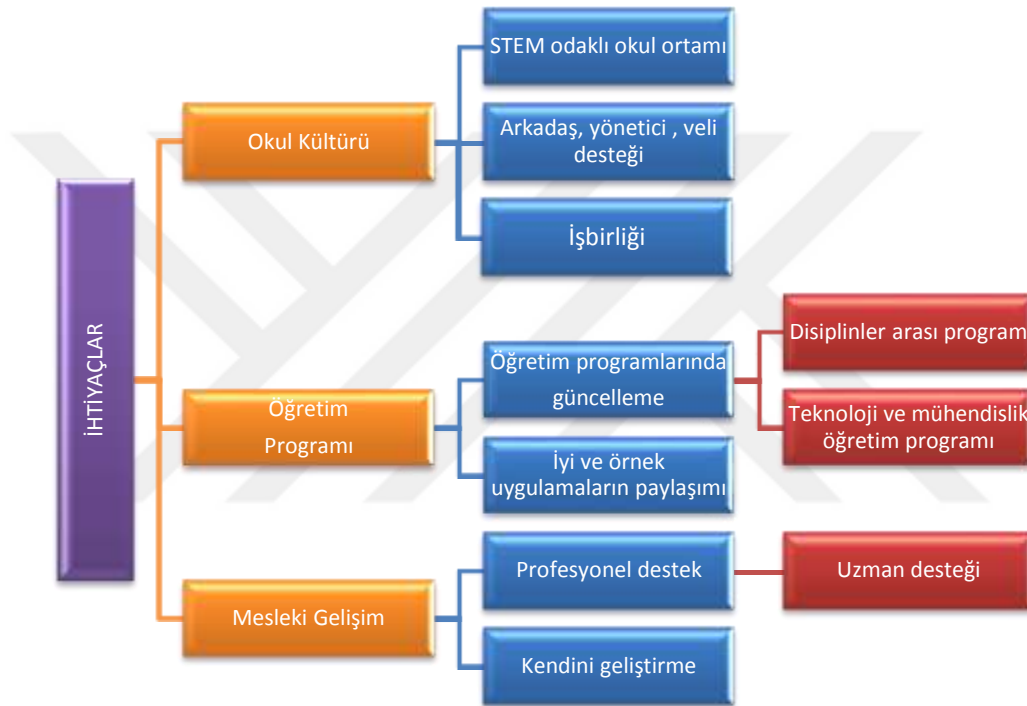
Araştırma sürecinde etkinlik planlarının hazırlanmasında geçerlik komitesi tarafından önerilen T>SM>E yöntemi ve uygulama sürecinde elde edilen TA>SM>EA yöntemleri etkinliklerin öğrenci seviyesine uyarlanmasında başlıca rehber olarak kullanılmıştır. Etkinliklerin planlanması ve uygulanmasında ilgili boyutların belirli bir sıraya göre ilerlediği belirlenmiştir. Bu aşamaların belirlenmesi hem etkinliğin planlanıp öğrenci seviyesine uyarlanmasında hem de etkinliğin iyi yönetilmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca bu yöntemlerin kullanılmasıyla birlikte etkinlikte yer alan ilgili boyutlarla ilgili kazanım ve becerilerin illa ki öğretim programlarında yer almasına da gerek olmadığı belirlenmiştir. Çünkü öğretmenler bu yöntemleri kullanarak ürünün tasarımında gerekli ilgili boyutlarla ilgili kazanım ve becerileri kendileri belirleyebilmektedir.

5.4.7. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasında Öğretmenlerin İhtiyaçlarına İlişkin Bulgular

Eylem araştırması sürecini yaşayan KA ve öğretmenler döngüsel süreç boyunca hem katılımcı gözlemlerle KA'nın uygulamalarını gözlemlemiş hem de kendi etkinliğini planlayıp sınıfında uygulayarak bu deneyimi yaşamışlardır. Öğretmenler ilkokul dördüncü sınıf kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerini başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için ne tür ihtiyaçlara

gereksinim duydukları ve beklentiler içerisinde olduklarını süreç boyunca ve yapılan görüşmelerde ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin ihtiyaçları Şekil 5.11’de görüldüğü üzere okul kültürü, öğretim programı ve mesleki gelişim olmak üzere üç ana temada kategorize olduğu belirlenmiştir.

Şekil 5.11. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasında Öğretmenlerin İhtiyaçları



Öğretmenler bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokullarda uygulanmasında okul kültürü bağlamında STEM odaklı bir okul ortamı olması gerektiği ve özellikle arkadaş ve yönetici desteğinin gerekliliğini belirtmişlerdir. Öğretim programı bağlamında ise öğretim programlarının bütünleşik STEM/STEAM eğitime göre güncellenmesi gerektiği ve disiplinler arası öğretim programı oluşturulması, iyi uygulamaların paylaşımı ve özellikle teknoloji ve mühendislik öğretim programı ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. Diğer bir boyut olan mesleki gelişim bağlamında ise öğretmenler etkinliklerin

uygulanmasında profesyonel desteğe ve bu alanda kendini geliştirmeye ihtiyaç duymaktadır.

Bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokullarda uygulanmasında öğretmenler okul kültürü bağlamında ilk olarak STEM odaklı bir okul ortamına ihtiyaç olduğunu ifade etmiştir. Şaziye Öğretmen okulda öğretmenlerin ve öğrencilerin STEM dışında başka şeylere odaklanmak zorunda oldukları için etkinliklere kendilerini hiç bir zaman tam anlamıyla STEM eğitime veremediklerini çünkü böyle bir kültürün sistemde olmadığını, bu nedenle aşinalık ve benimsemiş olmadığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 52) ifade ederek okul ortamının bu tür etkinliklere aşina olması gerektiğini söylemiştir. Tezcan Öğretmen de okul idaresi ve velilerin bu tür etkinlikleri desteklemesi gerektiğini bu konuda problem yaşamadığını ve yönetici ve velilerin de süreçte kendisini desteklediğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 78) ifade ederek yönetici ve veli desteğinin önemine değinmiştir. Bununla birlikte sınıf ortamının etkinlikleri uygulamak amacıyla sürekli uygun olmayacağı bu nedenle okullarda bir STEM laboratuvarı ya da sınıfının olması gerektiğini ve bu şekilde daha iyi çalışacaklarını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 86, 88) belirtmiştir. Saime Öğretmen arkadaşlarından ve okul idaresinin desteğiyle ilgili olarak aşağıdaki ifadeleri (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 242) kullanmıştır:

“
...mesela siz buraya bir dönemdir geliyorsunuz. Sınıfta beraber uygulamalar yapıyoruz. Bahçede uygulama yaptık, fırınlarımızı denedik ama gördüğün gibi özellikle Müdür Bey ya da okuldaki zümrelerim veya arkadaşlarımdan biri gelip de “Siz burada ne yapıyorsunuz?” diye merak edip sormadı bile. Bir yardımları olmasa bile gelip bir sormalarını, kolay gelsin demelerini bekliyor insan...”

Ayrıca Saime Öğretmen STEAM etkinliklerinin ilkokullarda uygulanmasının Türkiye şartlarına uygun olmadığını çünkü bu konuda öğretmene çok iş düştüğünü ve okul yönetiminin öğretmeni destekleyip ortam

(zaman, maddi destek) sağlanması gerektiğini ve öğretmenin faydalanacağı bir STEM etkinlik havuzu oluşturulması gerektiğini (Gk, Saime Öğretmen, 26.04.2018, p. 88) de ifade etmiştir.

Şaziye Öğretmen de okulda STEM eğitimi ve STEM eğitimiyle ilgili diğer alanlarda bilgisi olan öğretmenlerin bilmeyen öğretmenler arasında yer değiştirip birbirlerine yardımcı olabileceğini ifade etmiştir. Örneğin, kendisinin robotik kodlamaya gittiğini bazı arkadaşlarında da ardünyo deneyimi olduğunu ve birbirlerinden karşılıklı olarak yardım alınabileceğini ya da yaşlı bir öğretmenin olduğu sınıfta etkinliği kendisinin uygulayabileceğini ve okulda tüm sınıfların etkinliği yapmış (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 153) olacağını ifade ederek işbirliği ve arkadaş desteğinin önemine değinmiştir.

Öğretmenler öğretim programlarıyla ilgili olarak iyi ve örnek bütünleşik STEM/STEAM ile ilgili uygulamaların ve uygulama deneyiminin diğer öğretmenlerle paylaşılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Mustafa Öğretmen örneğin kendisinin Süper Güçlü Kâğıt Roketler Etkinliğini ve etkinliğin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için kullandığı yöntemleri paylaşabileceğini diğer arkadaşların (eylem araştırması grubu) da bunu yapması gerektiğini ve bu şekilde her üniteyle ilgili farklı bir etkinliği sınıfta en iyi şekilde uygulayabileceklerini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 20) ifade ederek iyi uygulamaların paylaşımı ve işbirliğinin gerekliliğine değinmiştir. Şaziye Öğretmen de ilkokullardaki etkinliklerle ilgili alternatiflerin fazla olmadığını, STEM etkinliğini incelemek için internete kitaplara baktığında karşılıklarına deneylerin ya da ilkokula uygun olmayan etkinliklerin çıktığını en iyisinin kendilerinin ve öğretmenlerin bir şeyler yapması yaratıcı olması ve bunları birbiriyle paylaşması olacağını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 135, 137, 207) söyleyerek işbirliği ve arkadaş desteğinin gerekli olduğunu belirtmiştir. KA olarak ben de diğer katılımcı öğretmenlerin uygulamaları benim için çok iyi bir deneyim oldu. Örneğin Saime Öğretmen, Güneş Fırını etkinliğinde drama yöntemiyle problem durumunu verdi ve etkinlik sonunda değerlendirme amaçlı kazanım kumbarası adlı etkinliği yaptı. Mustafa Öğretmen, Süper Güçlü Kâğıt

Roketler etkinliğinde bir roketin fırlatılmasıyla ilgili anı öğrencilerine akıllı tahtadan izletti. Bu uygulamaların etkinliği uygulama üzerindeki etkisini görünce ben de sonraki uygulamalarımda kullanmaya karar verdim (Ag, 07.06.2018, s. 228)

Mustafa Öğretmen her ne kadar öğretim programlarında güncellemelere gidilerek Fen Bilimleri Öğretim Programına “Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” teması eklense de yine de programın tamamen STEM/STEAM eğitimi için uygun olmadığını belirtmiştir. Programın daha da güncellenmesi ve etkinliklere yeterince zamanın ayrılması gerektiğini, bunun yanında öğretmenlerin önceden bu güncellemeler hakkında bilgilendirilerek kendilerini etkinliklere hazırlamaları için zaman verilmesi gerektiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 109, 140) ifade etmiştir. Tezcan Öğretmen de öğretmenleri en çok zorlayan kısmın etkinliğin planlama aşaması olduğunu ve özellikle süreçte teknoloji ve mühendislik boyutunun planlanmasında zorlandığını bu nedenle hiç olmazsa örnek teşkil edecek şekilde programda teknoloji ve mühendislikle ilgili bir tema ve içeriğin, programda yer ayrılması gerektiğini (Tezcan Öğretmen, Gk, 05.07.2018, p. 80) belirtmiştir.

Saime Öğretmen ise etkinliği planlarken bir konu ya da temayla ilgili fen, matematik ve sanat boyutunda kazanım ve becerileri düşünüp belirleyebildiklerini, bunların bir şekilde programda yer aldığını fakat mühendislik ve teknoloji boyutuyla ilgili olanların ise yer almamasında dolayı biraz sıkıntılı olduğunu (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 90, 92) dile getirerek mühendislik ve teknoloji öğretim programının etkinliklerin başarılı bir şekilde ilkokullarda uygulanabilmesi için gerekli olduğunu söylemiştir.

Öğretmenler etkinliklerin uygulamasıyla ilgili olarak her ne kadar eylem araştırması sürecinde KA'nın uygulamalarını gözlemleyerek ve kendi uygulamalarını yaparak deneyimleri artsa da yine de etkinliklerin planlanması ve sınıflarında uygulanmasıyla ilgili dönüt verecek, işbirliği yapacak bir profesyonel destek mekanizmasına ihtiyaç duyduklarını ifade etmişlerdir.

Mustafa Öğretmen STEM/STEAM etkinliklerini uygularken konu seçiminde ya da hangi alanda ne tür etkinlikler yapabilecekleri konusunda yine de sıkıntılarının olabileceğini ve bu konuda her zaman bir dönüt alma ihtiyacı olduğunu belirtmiştir. Bunun için de uzman kişilerden yardım alınması ya da Milli Eğitim Müdürlüğünde STEM/STEAM eğitimiyle ilgili bir birimin kurulmasını önermiştir. Ayrıca etkinlikler hakkında konuşup tartışıkça yeni fikirlerin oluştuğunu, etkinliği değerlendirme anlamında geri dönütlerin alınabileceğini aslında herkesin farklı bir çözüm ve pratik uygulama yöntemi olabileceğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p.14, 16, 18, 38) ifade etmiştir. STEM eğitiminin kurumsallaştırılarak eğitim sistemimize entegre edilmesi ve bunun takibini yapmak amacıyla formatör öğretmenlerin olması gerektiğini ve bunların okullardaki rehberlik öğretmenlerinin çalışma prensibi gibi çalışıp STEM eğitimi uygulamak isteyen öğretmenlere destek vermesi gerektiğini söylemiştir. Böyle bir öğretmen olmasının mükemmel derecede sonuçlar alınmasına sebep olacağını aksi halde yine öğretmenin kendi başına konu belirlemekte ve uygulamakta zorlanabileceğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 113,140) belirtmiştir.

Tezcan Öğretmen de MEB’de ya da başka bir kurumda öğretmenleri STEM konusunda destekleyen, kafamıza takıldığımız yerleri sorabileceğimiz bir mekanizma olması gerektiğini çünkü etkinliğini uygularken KA’yla birlikte yürütmeseydi ve ondan destek almasaydı uygulamanın üstesinden gelemeyeceğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 78) ifade etmiştir. Şaziye Öğretmen ise etkinliğin teknoloji ve mühendislik boyutunda neler yapması gerektiği, öğrencilere rehberlik yapma, onları organize etme konusunda KA’dan destek almasının ve ilk turdaki uygulamaları gözlemlemesinin faydası olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 3) belirtmiştir. Ayrıca bir okulda STEM ya da başka bir konuyla ilgili her öğretmenin aynı seviyede olmadığını kendisinin de dâhil eksiklerinin olduğunu, 80 kişilik bir okulda bu durumda birkaç kişinin anca olabileceğini çünkü uygulamanın zor olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle etkinliği bilen birilerinin danışılması gerektiğini bunun içinde okullarda planlama ve uygulama esnasında eylem araştırması sürecinde olduğu

gibi danışacağımız, okulda STEM etkinlikleriyle ilgilenen bu konuda özel eğitim almış, donanımlı bir öğretmenin olması gerektiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 139, 145, 147, 149, 151) söylemiştir.

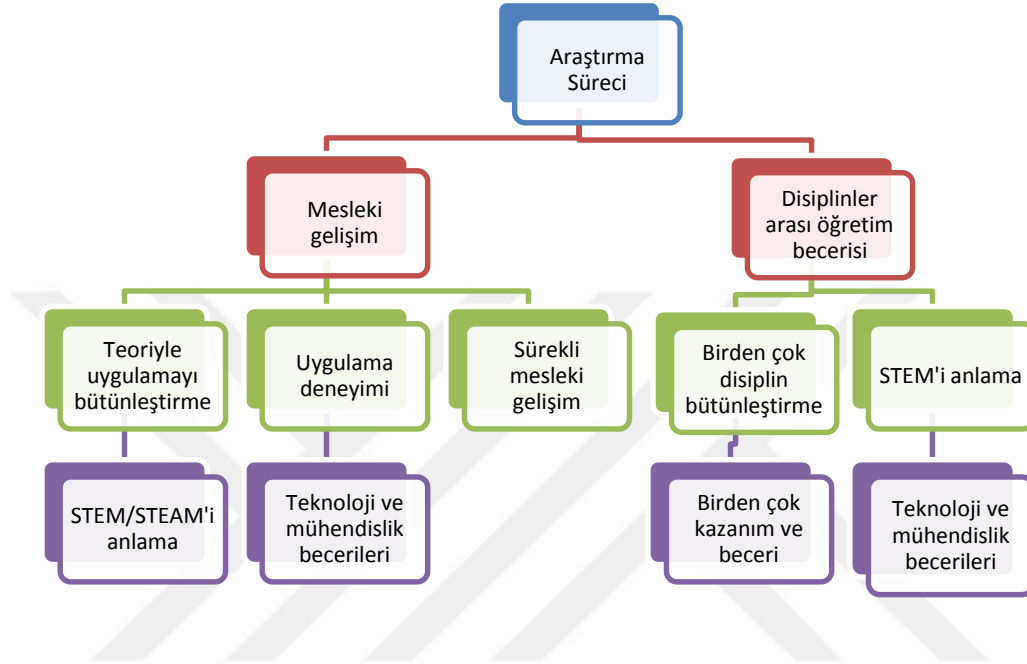
Öğretmenlerin bir başka isteği ise bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasıyla ilgili halen kendilerini geliştirme ihtiyacı duymalarıdır. Mustafa Öğretmen eylem araştırmacısının olaylar karşısında açıklamalar yapmasıyla kafalarında fikirlerin oluştuğunu ve süreci bu şekilde başarılı bir şekilde gerçekleştirdiğini söylemiştir. Fakat STEM etkinliklerinin uygulanmasıyla ilgili kendi adına hala öğrenecek ve yapacak birçok şeyin olduğunu belirtmiştir (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 22, 38). Eylem araştırmasında olduğu gibi sürecin devam etmesi, Şaziye Öğretmen MEB ya da başka yerlerde öğretmenler için daha ileri seviyede kursların açılması ve bütün öğretmenlerin bu kursları alması gerektiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 159) ifade ederek STEM eğitimiyle ilgili kendini geliştirmeye halen ihtiyacının olduğunu vurgulamıştır. Tezcan Öğretmen bu konuda da öğrencilerin ilk başta kötü yapıp sonraki uygulamalarda tasarımlarını daha güzelleştirdikleri gibi kendilerinin de uygulamalarını geliştirdiklerini söylemiştir. Bu sürecin bu şekilde sürekli devam etmesi gerektiğini çünkü STEM eğitimiyle ilgili kendi adına öğrenecek daha çok şeylerinin olduğunu bu nedenle halen kendimizi geliştirmemiz gerektiğini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 2) belirtmiştir. Şaziye Öğretmen de bu konuda STEM eğitimiyle ilgili her şeyi öğrenmek istediğini bunun için de STEM etkinliklerine dair araştırma yapmaya devam ettiğini, STEM eğitimiyle ilgili yeni bir şeyler öğrenmenin farklı alanlarda düşünmenin hoşuna gittiğini söylemiştir. Ayrıca seneye birinci sınıfları alacağını ve şimdiden onlarla neler yapabileceğini de düşünmeye başladığını (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 141) belirtmiştir. Öğretmenlerin ilerleyen süreçlerde yukarıda ifade ettikleri gibi halen profesyonel desteğe ihtiyaç duymaları, bu konuda araştırma yapmaları STEM eğitimi konusunda kendini geliştirme isteklerinden kaynaklanmaktadır.

5.4.8. Bütünleşik STEAM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanması Süreci Deneyiminin Katılımcı Öğretmenlere Katkısına İlişkin Bulgular

Katılımcı eylem araştırması deneyimini yaşayan KA ve katılımcı öğretmenler süreçte KA'nın uygulamalarını katılımcı gözlemle izlemeleri ve kendi bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarını gerçekleştirmelerinin kendi mesleki gelişimleri üzerindeki etkisini paylaşmışlardır. Araştırmanın temel amacı zaten öğretmenlerin ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanması konusunda yetkinliklerinin artırılmasıdır.

Araştırma sürecinin ve bu süreç boyunca yaşanan bu deneyimin bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokul kademesinde uygulayıcısı olan sınıf öğretmenlerin mesleki gelişimlerine ve etkinlikleri uygulama becerilerine ilişkin katkısına ilişkin bulgular Şekil 5.12'de verilmiştir.

Şekil 5.12. Bütünleşik STEM/STEAM Eğitimiyle İlgili Eylem Araştırması Sürecinin Öğretmenlere Katkısı



Öğretmenler yukarıda Şekil 5.12’de görüldüğü üzere katılımcı eylem araştırması sürecini yürütmelerinin “meslek gelişim” ve “disiplinler arası öğretim” olmak üzere iki ana boyutta katkısı olduğu ortaya çıkmıştır. Öğretmenler eylem araştırması süreciyle bütünleşik STEM/STEAM eğitimi konusunda bir mesleki gelişim süreci yaşadıklarını belirtmişlerdir. Süreçte bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokullarda uygulaması deneyimi yaşadıklarını, teoriyle uygulama sürecini bütünleştirdiklerini, uygulama sürecinin sürekli bir mesleki gelişim faaliyeti olduğunu fark ettiklerini belirtmişlerdir. Bununla birlikte öğretmenler STEM/STEAM uygulamaları sayesinde disiplinler arası öğretim yaparak STEM eğitimi daha iyi anlayıp kavramsallaştırdıklarını, özellikle mühendislik ve teknoloji kavramlarının bir etkinlikte doğasını, mühendislik ve teknolojiyle ilgili becerileri süreç sayesinde

daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir. Diğer bir katkısı ise disiplinler arası öğretim sayesinde birden çok dersle ilgili kazanım ve beceriyi bir etkinlikte verebilmeleridir.

Mustafa Öğretmen süreç sayesinde etkinliği sınıfında uygulama konusunda bir fikir edindiğini, öğrencilerin tepkilerini gerçekte gördüğünü, STEM etkinliklerinin ne zaman, nasıl uygulanacağını öğrendiğini, ilk başta avize tasarımıyla ilgili bir etkinlik yapmayı düşündüğünü fakat süreci yaşadıkça daha önceki yaptığı etkinliğin STEM/STEAM eğitiminin ruhuna uygun olmadığını fark ettiğini (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 22, 114) ifade ederek süreçte bütünlük STEM/STEAM eğitimi daha iyi anladığını belirtmiştir. Daha önce yaptığı uygulamalarda bilgi eksikliği ve deneyimi olmaması nedeniyle STEM/STEAM olmadığını fark ettiğini fakat süreçte önce KA'nın uygulamalarını gözlemleyip, sonra da kendi uygulamalarında öğrencilerinin neyi yapıp ne yapamadıklarını görünce daha önce yaşadığı problemleri ve nerede hata olduğunu fark ettiğini ifade etmiştir (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 38). STEM eğitimiyle ilgili üç tane kursa gitmesine rağmen eylem araştırması sürecinde yaşadığı deneyim sayesinde STEM/STEAM eğitimi daha iyi anladığını çünkü eylem araştırması sürecinde yaşanan problemlere açıklamalar yapılması ve KA'nın kendisine sorular sormasının uygulamayla ilgili kafasında fikirlerin oluşmasına (Gk, Mustafa Öğretmen, 03.07.2018, p. 38, 113) neden olduğunu belirtmiştir.

Şaziye Öğretmen de başta etkinliğin teknoloji ve mühendislik boyutunda neler yapması gerektiği, öğrencilere rehberlik ederek süreci yürütme, etkinliği organize etme konusunda eylem araştırmacıdan destek almasının ve bir önceki uygulamaları gözlemlemesinin kendi uygulamalarına faydası olduğunu (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 3) söylemiştir. Sınıfı için bir etkinlik düşündüğünde etkinliğin neresinin mühendislik, neresinin teknoloji ya da sanat boyutu olacağını ve boyutları nasıl sıkıştıracağını (bütünleştireceğini) (Gk, Şaziye Öğretmen, 06.06.2018, p. 195) süreçte deneyimlediğini ifade ederek uygulama sürecin katkısını vurgulamıştır. Mustafa Öğretmen de bu konuda

aşağıdaki ifadeleri (Gk, 03.07.2018, p. 113) kullanarak sürecin kendilerine sürekli mesleki gelişim fırsatı sağladığını belirtmiştir:

“*...orada (hizmet içi kurslar) size anlatıyorlar genel olarak sonra bir günde ya da belirli bir sürede kurs bitiyor. Sonra tamam. Ama burada etkinlikleri bizzat kendimiz sınıflarımızda uyguladık ve bir dönem boyunca hep uygulama olmasa da süreci yaşadık. Bu bizim sürekli bu konuda kendimizi geliştirmemizi sağladı.*”

Tezcan Öğretmen ise STEM eğitimiyle ilgili daha önce aldıkları kurslar ile teorik bilgi sahibi olduklarını fakat teoride öğrendiklerini uygulamaya dökmekte sorun yaşadıklarını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 2, 8) ifade etmiştir. Eylem araştırması süreciyle diğer uygulayıcı öğretmenlerle birlikte ve KA'nın desteğiyle bilgilerini uygulamaya dökerek pratikte neler olduğunu görünce ilgili boyutları daha iyi kavradığını (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 2, 3) belirterek süreçte uygulama deneyimi yaşadıklarını ve teoride unutulmuş durumları uygulamalar esnasında görerek birleştirdiklerini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 8) vurgulamıştır. STEM eğitimiyle ilgili Türkiye'de çok fazla kaynak yer almadığından, KA ve diğer öğretmenlerle birlikte uygulama yapmanın yanlış bildiklerinin doğrusunu öğrenme fırsatı verdiğini ve süreçte yanlış yaparak öğrendiklerini (Gk, Tezcan Öğretmen, 05.07.2018, p. 2, 6) belirterek eylem araştırması sürecinin hatalardan da öğrenmeyi sağladığını belirtmiştir. Değerlendirici öğretmenlerden Feyza Öğretmen de eylem araştırmasındaki döngüsel sürecin uygulanmasının öğretmenin hatalarını görmesine ona göre planında ve uygulamasında iyileştirme yapmasına imkân tanıdığını (TYN, Feyza Öğretmen, 25.05.2018, p. 2) belirterek uygulama sürecinin öğretmenlere katkısına değinmiştir.

Saime Öğretmen yine bu hususta sürecin kendisine uygulama deneyimi ve STEM eğitimini anlama olanağı sunduğunu uygulama yapınca artık gerçekten birileri STEM nedir? Nasıl uygulanır? diye sorduğunda verecek cevaplarının olduğunu söylemiştir. Süreçte ilk uygulamaları sayesinde etkinlikteki

eksiklerinin neler olduğunu tespit ederek ders akışının daha eğlenceli daha doğru nasıl planlarım diye düşündüğünü ve sonra çocukların teknoloji boyutunu daha iyi anlamaları için ikinci turda etkinliğe bir mikrodalga fırın getirdiğini (Gk, Saime Öğretmen, 19.07.2018, p. 13, 217) söyleyerek uygulama deneyiminin etkinliğe katkısından bahsetmiştir.

Öğretmenler süreçte iş uygulamaya geldiği zaman çoğu disiplin işin içine girdiğini (Tezcan Öğretmen, Gk, 19.03.2018, p. 74; Şaziye Öğretmen, 19.03.2018, p. 29) kazanım ve becerilerin birden fazla alanla ilgili olduğunu (Gk, Fatma Öğretmen, 23.03.2018, p. 12) aslında etkinliğin sadece dört disiplinle bile kısıtlanmasının yanlış olduğunu (Gk, Tezcan Öğretmen; 19.03.2018, p. 62) ifade ederek STEM etkinliklerini sınıflarında uygularken disiplinler arası öğretimi gerçekleştirdiklerini ifade etmiştir. Şaziye Öğretmen yapılan etkinliklerde birden fazla disiplinin işin içine girerek disiplinler arası öğretimin yapıldığını, çocukların tek bir yönde düşünmediklerini, her yönüyle düşündüklerini, problem durumuyla ilgili disiplinlerin farkında olmadan hepsini birden kullandıklarının ve hatta süreçte STEAM eğitiminin beş disiplininden başka disiplinlerin de etkinliğe göre işin içine girdiğini (Gk, Şaziye Öğretmen, 29.04.2018, p. 48) ifade etmiştir. Bu durum ise öğretmenlere disiplinler arası öğretim becerisi kazandırmakta ve birden çok dersle ilgili kazanım ve beceri bir etkinlikte öğrencilere kazandırılabilir.

Eylem araştırması sürecinde KA ve diğer katılımcı öğretmenler etkinliğin fen, matematik boyutunda problem yaşamazken en çok teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşamıştır. İlkokul dördüncü sınıfların öğretim programlarında fen ve matematikle ilgili beceriler yer alırken teknoloji ve mühendislikle ilgili beceriler halen yer almamaktadır. Fakat eylem araştırması sürecinde katılımcı öğretmenler ile işbirliği içerisinde gerçekleştirilen mesleki gelişim faaliyetleri ve uygulama deneyimi, öğretmenlerin mühendislik ve teknoloji kavramlarının doğasını anlayıp daha iyi tanımlamalarını ve bu boyutlara ilişkin etkinlikte ilgili kazanım ve becerileri daha iyi ifade etmelerini

sağlamıştır. Böylece grupların mühendislik ve teknoloji boyutuna ilişkin puanlarında ikinci uygulamalarda iyileşme gözlemlenmiştir.



TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu bölümde ilkokul kademesinde fen bilimleri dersinde bütünleşik STEM/SEAM etkinliklerinin uygulanmasına ilişkin sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirilen katılımcı eylem araştırması sürecinde elde edilen bulgular, olası nedenleri ve doğurguları açısından alanyazınla karşılaştırmalı olarak tartışılarak verilmiştir.

6.1. Teknoloji ve Mühendislik Boyutuna İlişkin Tartışma ve Sonuç

Eylem araştırması sürecinde tüm katılımcı sınıf öğretmenleri bütünleşik STEM etkinliklerini planlamalarında ve planladıkları etkinlikleri sınıflarında uygulamaları esnasında genel olarak teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşamıştır. Bu sebeple eylem araştırması sürecinde öğretmenlerin sınıflarında etkinlikleri tekrar uygulamalarında odaklandıkları alan teknoloji ve mühendislik boyutu olmuştur. Katılımcı sınıf öğretmenleri etkinliklerinde öğrencilerine teknoloji ve mühendislik boyutuyla ilgili içerik sağlayamamaları, sınıflarındaki öğrenci gruplarının ilgili boyutlardaki performanslarının düşük olması sonucunu ortaya çıkarmıştır. Diğer taraftan etkinliğin fen, matematik ve sanat boyutlarında ise tüm katılımcı öğretmenler herhangi bir problem yaşamamıştır.

Genel olarak etkinliklerde, standart bir etkinlik planından farklı olarak, bir teknoloji ve mühendislik boyutunun yanında diğer STEAM disiplinlerinin de birbirleriyle nasıl bütünleştirileceği, ilkokul seviyesine etkinliğin nasıl uyarlanması gerektiği, katılımcı öğretmenlerin başlangıçta, en çok zorlandıkları ve eylem araştırması sürecinde odaklandıkları alanlardır. Bu durumun genellikle öğretmenlerin sınıf öğretmeni olması nedeniyle sadece fen ve matematikle ilgili kazanım ve becerilere odaklanmaktan, teknoloji ve mühendislik kavramına yönelik öğretmenlerin algılarından, öğretmenlerin teknoloji ve mühendislik eğitimiyle ilgili deneyimlerinin olmamasından ve öğretmenlerin disiplinler arası öğretim becerilerinin yetersiz olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Bu sebeple araştırma sürecinde öğretmenlerin teknoloji ve mühendislik

kavramlarının içeriğini ve tanımını en baştan düşünmelerine ve bu boyutlara ilişkin mesleki gelişim faaliyetlerine yönlendirmiştir.

Bybee (2010) STEM eğitiminde en büyük güçlüğün teknoloji ve mühendisliği aktif olarak okul programlarına dâhil etmek olduğunu ve genellikle teknoloji ve mühendisliğin öğretim programlarında oldukça düşük düzeyde yer aldığını ifade etmiştir. Bu nedenle bu disiplinlerin fen ve matematik öğretim programlarına entegre edilerek teknoloji ve mühendislik içeriğinin okullarda zenginleştirilmesi gerektiğini önermiştir (Chiu, Price, ve Ovrachim, 2015). Alanyazında araştırma sonuçlarını destekler nitelikte STEM eğitimiyle ilgili yaşanan en büyük problemin, ilgili disiplinlerin uygulamada ve öğrenme çıktılarında eşit ve yeterli bir şekilde temsil edilememesi olduğu ifade edilmektedir (Vasquez ve diğerleri, 2013; English, 2015; English ve Kirshner, 2016; Hoachlander, 2014; Hoachlander, 2015; Honey ve diğerleri, 2014; Marginson ve diğerleri, 2013; Moore ve diğerleri, 2014; Shaughnessy, 2013; English, 2017).

Araştırma sürecinde etkinliklerin teknoloji ve mühendislik boyutunda en fazla problem yaşanan boyut ise mühendislik boyutudur. Şaziye ve Saime Öğretmen gibi bazı katılımcı öğretmenler etkinliklerinde teknoloji boyutunda bir problem yaşamamalarına rağmen genel olarak tüm katılımcı öğretmenler mühendislik boyutunda problem yaşamıştır. Hatta ikinci uygulamalar sonrasında grupların mühendislik boyutuna ilişkin performanslarındaki iyileşmeye rağmen öğretmenler mühendislik boyutuyla ilgili halen yapılması gerekenlerin olduğunu düşündüklerini ifade etmişlerdir.

Alanyazında Owens (2014) çoğu sınıf öğretmenin ilkokullarda STEM uygulamalarında teknoloji, fen ve matematik disiplinlerini temel düzeyde sağladığını fakat mühendisliği diğer disiplinlerle bütünleştiremediğini ortaya çıkarmıştır. Stohlmann, Moore ve Roehrig (2012) de öğretmenlerin mühendislik uygulamalarını sınıf ortamında gerçekleştirmede problem yaşadıklarını ve bu konuda kendilerini yetkin hissetmediklerini belirtmiştir. Sınıf öğretmenlerinin özellikle teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşamalarının nedeni

yukarda da ifade edildiği gibi mühendislik ve teknoloji kavramlarının doğası, öğretmenlerin teknoloji ve mühendisliğe yönelik algıları ve öğrenci kaynaklı etmenler olarak ifade edilebilir. Çünkü teknoloji kavramı Türkiye’de çoğu zaman en son kullanılan cep telefonu ve bilgisayarlar gibi teknolojik aletler ya da bir etkinlikte kullanılan öğretim materyali olarak kullanılan teknolojik ürünler olarak telaffuz edilmektedir. Fakat NRC (2012) K-12 öğretim programında teknolojiyi en son teknolojik aletler olarak değil geçmişten günümüze insan ürünü olan tüm süreç ve sistemler olarak tanımlamıştır.

Caplan, Baxendale ve Le Feuvre (2016) da yine ilkököl kademesiyle ilgili çoğu deneyimli paydaşın ilkökullarda teknoloji kavramını ayrı bir disiplin olarak görmekten ziyade ilkököl öğretim programlarının daha etkili bir şekilde uygulanması için teknolojik aletlerin sağlanması ve kullanılması olarak ifade edildiğini belirtmiştir. Wang (2012) ve Ring (2017) öğretmenlerin bütünlük STEM etkinliklerindeki teknolojinin entegrasyonu öğrencilerin süreçte projelerini gerçekleştirmek için kullandıkları teknolojik aletler olarak tanımladıklarını ortaya çıkarmıştır. Fakat teknoloji bu kadar dar kalıba sokulacak kadar küçük bir kavram değildir. Öğretmenler bu nedenle teknoloji kavramını tanımlamakta ve bütünlükte zorlanmaktadır (Hersbach, 2011; Wang ve diğerleri, 2011).

Teknoloji TDK sözlüğünde “bir sanayi dalı ile ilgili yapım yöntemlerini, kullanılan araç, gereç ve aletleri, bunların kullanım biçimlerini kapsayan uygulama bilgisi, uygulayım bilimi ve ayrıca insanın maddi çevresini denetlemek ve değiştirmek amacıyla geliştirdiği araç gereçlerle bunlara ilişkin bilgilerin tümü” olarak tanımlanmıştır. Bir başka ifadeyle tarihsel geçmişi olan ve insanların dünyayı kendilerine uygun hale getirme çabasını içeren bilim dalıdır. Bu bağlamda öğretmenlerin etkinliklerinde teknoloji kavramının doğasını tam olarak kavrayamamış olmaları bu boyutlarda problem yaşamalarında etken olabilir.

Saito ve diğerleri (2015), Wang ve diğerleri (2011) fen bilimleri öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinde en fazla teknoloji boyutunu içermeye problem

yaşadıklarını ve Culella (2017) bütünleşik STEM eğitimi alan ve almayan öğretmenlerin teknoloji kavramı ve sınıfta teknolojinin entegrasyonu ile ilgili algılarının eğitimi alıp almamalarına göre birbirlerinden anlamlı bir şekilde farklılaştığını ortaya çıkarmıştır. Luna ise (2015) teknoloji kapsayan bir okul olmanın temel faktörlerinin öğretmenler, veli ve idare arasında işbirliği, paylaşımcı bir vizyon, sürekli etkili teknoloji alanında mesleki gelişimi ve güçlü, işbirlikçi bir liderlik gerektirdiğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte eylem araştırması sürecinde gerçekleştirilen mesleki gelişim faaliyetleri çerçevesinde önerilen makaleler, uygulama deneyimi öğretmenlerin teknoloji kavramına yönelik bakış açılarının değişmesine neden olduğunu ortaya koymuştur.

Mühendislik boyutuyla ilgili olarak yine aynı şekilde Saime Öğretmenin de ifade ettiği gibi mühendisliğe yönelik algıdaki farklılıkların da problemlerin yaşanmasında etken olduğu söylenebilir. Brhopy ve diğerleri (2008) mühendislik bilimini bir ürünü bilme, çalışma prensibini anlama, insanların ihtiyaçlarını karşılamak için gerekli bilgiyi kullanma ve o ürünü başkalarının ihtiyacının karşılayacak şekilde uygun hale getirmek olarak tanımlamıştır. Ayrıca mühendislik bilimi genelde elektronik, inşaat, makine mühendisliği gibi içerdiği meslek dallarıyla anılmaktadır. Bu nedenle teknoloji ve mühendisliğin tarihsel tanımıyla öğretmenlerin etkinliklerindeki tanımlamaları arasında bir boşluk oluşmaktadır.

Carr, Bennet ve Srobel (2012) Amerika'da farklı eyaletlerdeki mevcut olan mühendislik eğitimi standartları üzerinde yaptığı analizde standartlar arasında eyaletler arası bir uyumun olmadığını ortaya çıkarmıştır. Araştırma sonuçlarını destekler nitelikte teknoloji ve mühendisliğin bütünleşik STEM etkinliklerinde genellikle unutulmuş boyutlar olduğunu ifade eden kaynaklar (Bushweller, 2008; Walton, 2012) yer almaktadır. Koyunlu ve Dökme (2017) ortaokul öğrencilerinin mühendis ve mühendislik algısını ortaya çıkarmak için gerçekleştirdikleri çalışmada öğrencilerin mühendisliğin tasarım sürecine değinerek, mühendis türlerinden inşaat mühendisi çizimi yaptıklarını ve mühendislik mesleğini bir erkek mesleği olarak algıladıkları ortaya çıkmıştır.

Öğretmenlerin teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşamalarında diğer bir etken ise öğretmenlerin sınıf öğretmeni branşından olmaları, onların fen ve matematik ve sanat öğretiminde problem yaşamazken teknoloji ve mühendislikle eğitimiyle ilgili yeterli bilgilerinin olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Saito ve diğerleri (2015) de Japon fen bilimleri öğretmenlerinin bütünlük STEM etkinliklerinin uygulanmasında etkinliğini teknoloji boyutunda problem yaşarken diğer boyutlarda herhangi bir problem yaşamadığını tespit etmişlerdir. Culella (2017) lise düzeyinde üstün yetenekli öğrencilerin yer aldığı STEM eğitime maruz kalan ve kalmayan sınıflarda teknoloji entegrasyonuna yönelik öğretmenlerin algılarının neler olduğunu ve teknolojinin esas olan kullanımına ilişkin bu algılar arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması amacıyla yaptıkları araştırmada, öğretmenlerin teknoloji kullanımıyla ilgili algılarının birbirinden anlamlı bir şekilde farklılaşmadığını ifade etmiştir. Teknolojinin bir öğretim aracı olarak nasıl algıladıkları ve deneyimledikleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığını ve öğretmenlerin teknolojinin entegrasyonuna ilişkin algılarıyla sınıfta teknolojiyi kullanmalarının tahmin edilemeyeceğini ortaya çıkarmıştır.

Türkiye’de de sınıf öğretmenleri aynı durumu yaşıyor olabilir. Çünkü ilköğretim düzeyinde fen ve matematik eğitimiyle ilgili öğretmenler hizmet öncesinde pedagojik dersler alırlarken mühendislik ve teknoloji eğitimiyle ilgili ders almamaktadır. Bunun yanında mühendislik sürecinin teorik değil uygulamayı esas alan beceri ağırlıklı bir süreç olması da hem öğretmenler hem de öğrenciler için problem teşkil ediyor olabilir.

Öğretmenlerin disiplinler arası öğretim becerilerinin ve özellikle teknoloji ve mühendisliği diğer disiplinlerle bütünleştirme becerilerinin düşük olması da teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşanmasındaki etkenlerden biri olabilir. Genel olarak alanyazında da sınıf öğretmeni adaylarına lisans eğitimlerinde lise düzeyinde fen ve matematik öğretimine programı sağladığından dolayı bütünlük STEM eğitimi öğretmenlerin uygulayabilmeleri için yeterli bir şekilde yetiştirilmediğine dair tartışmalar

(Fulp, 2002; NRC, 2010; Nadelson ve diğeri 2013) yer almaktadır. Ayrıca DeJarnette (2012) çoğu STEM eğitimiyle ilgili programların genellikle ortaokul ve lise kademesine yönelik olduğu için ilkököl öğrencileri ve öğretmenleri için ise bu durumun söz konusu olmadığını ifade etmiştir.

Türkiye’de Tezesen (2017) STEM eğitimiyle ilgili öğretmenlik alanlarında eğitim gören öğretmen adaylarının STEM eğitime yönelik farkındalıklarını ve ilgili disiplinlerin birbirleriyle olan ilişkisi ve bu disiplinleri nasıl tanımladıklarına yönelik bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada öğretmenlerin disiplinleri tanımlamalarında sınıf seviyelerine göre anlamlı bir farklılık olmadığını ve ilgili disiplinlerin tanımlanmasını disiplinlerin birbirleriyle ilişkileri üzerinden tanımlamaya meyilli olduklarını ve ayrıca öğretmen adaylarının günlük hayat örneklerinde FeTeMM (STEM) alanları arasındaki ilişkileri ifade etmekte ise zorlandıklarını ortaya çıkarmıştır. Childress da (1996) STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesiyle ilgili bir projede teknolojinin nasıl bütünleştirileceğiyle ilgili bir örnek uygulama geliştirmiştir. Araştırma sonucunda mühendislik ve teknoloji kavramlarını öğrencilerin açık bir şekilde birbirinden ayıramadığını ve mühendislik süreciyle aynı şekilde teknoloji sürecinin muamele gördüğü ortaya çıkarmıştır. Rich ve diğeri (2017) ise ilkököl öğretmenlerinin mühendislik öğretimi konusunda öğretmenlerinin öz yeterlik inançlarındaki değişiminde mesleki gelişime istekli olmaları ve mesleki gelişim faaliyetlerine katılmalarının önemli bir etken olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Araştırma sürecinde etkinliğin teknoloji ve mühendislik boyutlarında yaşanan problemlerin üstesinden gelerek öğrencilerin ilgili boyutlarda daha iyi performans göstermelerini sağlamak amacıyla hem uygulama deneyiminden hem de mesleki gelişim sürecinden müdahaleler planlanmış ve uygulanmıştır. Öğrencilerin mühendislik boyutunda daha iyi performans göstermeleri için uygulama deneyiminden gelen tekrar yapma fırsatı, sürekli uygulama, rekabet, ürünün denenmesi, aktif destek, aktif gözlem ve mesleki gelişim sürecinden gelen bağlam temelli (problemlleştirme) uygulama, tasarım sürecinin eklenmesi,

malzeme dükkânı (maliyet hesabı) ve pazarlama sürecinin eklenmesi eylem araştırması sürecinde gerçekleştirilen müdahalelerdir.

Daha önce de ifade edildiği üzere Froyd ve diğerleri (2012) son asırda mühendislik eğitimini şekillendiren ve günümüzde de şekillendirmeye devam eden beş büyük değişimi; 1) pratik ve uygulamalı mühendislik bilimi ve mühendisliğe analitik vurgu, 2) sonuca dayalı akreditasyon, 3) mühendislik tasarım sürecine vurgu, 4) öğrenme kuramlarının ve davranış bilimlerinin mühendislik eğitimde uygulanması, 5) mühendislik eğitiminde teknolojinin entegrasyonu olarak ifade etmişlerdir. Son üç asırdan beri teknoloji disiplini, fen ve matematiği birbirine entegre edilebilmesi için gerekli bir disiplin olarak görülmüştür (Childress, 1996; Foster, 1994; International Technology Education Association, 1996; Wang, 2012). Halen bu disiplinlerin birbirine nasıl entegre edilip bütünleştirilebileceğiyle ilgili çalışmalar devam etmektedir (Sahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). İlgili alanyazına göre birçok çalışmada (Apedoe, Reynolds, Ellefson ve Schunn, 2008; Cunningham, Knight, Carlsen ve Kelly, 2007; Fortus, Krajcik, Dershimer, Marx ve Mamlok-Naaman, 2005; Mehalik, Doppelt ve Schunn, 2008; National Academy of Engineering National Research Council, 2009; Wendell ve diğerleri, 2010; Stohlmann ve diğerleri, 2012; Moore ve diğerleri, 2017; Şahin ve diğerleri, 2014) STEM eğitiminde mühendislik boyutunun eksiliği fark edilerek mühendislik eğitimi özellikle Fen Bilimleri Öğretim Programına veya ilgili diğer disiplinlere entegre edilmeye çalışılmaktadır.

Etkinliğin teknoloji boyutuna yönelik müdahaleler ise mesleki gelişim sürecinden; teknoloji boyutuyla ilgili olarak öğrencilerin ellerinin altında etkinlikte teknoloji boyutuyla ilgili olarak merak ettikleri bilgileri elde edebilecekleri bir materyalin hazırlanarak her grubu dağıtılmasıdır. Ayrıca bu materyalin içinde mühendislik süreciyle ilgili olarak taslak çizim, maliyet hesabı tablosu ve pazarlama (marka, logo, slogan) bölümler de yer almaktadır. Öğrenci grupları taslak çizimlerini, maliyet hesaplarını bu materyal üzerinde gerçekleştirmişlerdir.

Uygulama deneyiminden elde edilen müdahaleler ise öğrencilerin aktif gözlem yapması, benzer ürün analizi, problemleştirme, öğrencilerin webde araştırma yapmalarını sağlayarak ve teknolojiyle ilgili video izleterek öğretim teknolojilerinden faydalanılmasıdır. Burrows ve diğerleri (2018) tarafından yapılan eylem araştırması olan başka bir çalışmada ise STEM eğitiminin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının birbirlerini destekleyen ve güçlendiren bir disiplinler arası öğretim olduğunun kanıtlarını içeren ve sergileyen çalışmaların gerçekleştirildiği okul dışı mühendislik temelli projelerin öğrencilerin bütünlük STEM disiplinleriyle ilişkilendirmelerine fırsat tanıdığını araştırma sürecinde keşfetmişlerdir. Ayrıca informal ortamlarda yapılan bu tür otantik STEM etkinliklerinin öğretmenlerin formal eğitim sürecini de desteklediğini ortaya çıkarmışlardır.

Kennedy ve Odell (2014: 255) kaliteli STEM programlarının bazı özelliklerini: iyi bir matematik ve fen içeriğine sahip olması; teknoloji ve mühendisliği matematik ve fen disiplinleriyle bütünleştirebilmesi; mühendislik tasarım sürecinin aşamalarını ve problem çözme basamaklarını içerebilmesi; sorgulamaya dayalı öğrenmeyi desteklemesi; sınıf seviyesine uygun materyaller ve işbirlikçi, açık ve uygulamalı yaşantılar sağlaması; öğrenci çıktılarına odaklanması; STEM alanlarında güncel bilgi ve kavramları yansıtması; öğrenci ve eğitimcilerle geniş bir perspektifte işbirliği ve çalışma ortamı sağlaması; farklı öğrenme deneyimleri yaşatmak amacıyla modellemeler, simülasyonlar, uzaktan eğitim gibi olanaklar sağlaması; tüm formal ve informal ortamlarda öğrenmeyi sağlayabilmesi ve proje tabanlı öğrenme gibi STEM eğitiminin doğasına uygun öğrenme yaklaşımları sunması olarak sıralamıştır.

Kelley ve Knowles (2016) da yine yüksek kaliteli STEM programlarının özelliklerinin; a) teknoloji ve mühendisliği STEM öğretim programına dâhil edebilmesi, b) nitelikli fen ve matematik öğretimi içermesi ve bilimsel sorgulamaya dayalı mühendislik tasarım sürecini teşvik etmesi, c) öğrenme sürecinde işbirlikçi yaklaşımları işe koşarak öğrenci öğretmenin STEM alanları ve meslekleriyle bağlantılar kurmasını sağlaması, d) öğrencilere küresel ve çok

yönlü bakış açısı kazandırması, e) proje tabanlı öğrenme, formal ve informal öğrenme deneyimleri gibi stratejileri işe koşması, f) öğrenmeyi desteklemek için teknolojiyi devreye sokması olduğunu ifade etmiştir.

Sonuç olarak katılımcı sınıf öğretmenleri bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlanması ve uygulanmasında teknoloji ve mühendislik boyutunda problem yaşadıkları ortaya çıkmıştır. Sınıf öğretmenleriyle bu boyutlara ilişkin daha çok mesleki gelişim faaliyetlerinin ve bütünleşik STEM/STEAM uygulamalarının gerçekleştirilerek öğretmenlerin hem uygulama deneyimleri hem de yeterlilikleri geliştirilmelidir.

6.2. Sanat Boyutu ve Süreçteki Etkisine İlişkin Tartışma ve Sonuç

İlkokul düzeyinde bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanması sürecinde teknoloji, fen, matematik ve mühendislik disiplinlerinin yanında etkinliğin sanat boyutunu yer aldığı uygulama deneyiminden, katılımcı ve değerlendirici öğretmenlerin süreçteki ifadelerinde ve öğrencilerinin görüşlerinden ortaya çıkmıştır. KA'nın ilk uygulama deneyimi sırasında öğrenci gruplarının ürünün tasarımında sanatsal biçimlendirme basamaklarını kullanması, yaratıcılarını ve hayal güçlerini ortaya koymaları, ilkokul kademesinde sanat boyutunun da beşinci bir disiplin olarak diğer disiplinlerle bütünleştirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.

İlkokul kademesinde STEM/STEAM etkinlikleri uygulama deneyiminden elde edilen sonucunda STEAM şeklinde uygulanması gerektiği belirlenmiştir. Süreçte sanat boyutunu diğer dört disiplinden ayrı tutma gibi bir durum pratikte olmadığını çünkü hayatın her anında sanat ile karşı karşıya kalındığını, öğrencilerin sorunun çözümüne yönelik bakış açılarının ve hayal gücünün çok farklı olduğunu ve etkinlikte öğrencilerin gerçek yaşam problemine çözüm olarak sundukları ürünün tasarımı esnasında ürüne kendilerinden bir şeyler katarak ürünü yorumladıkları görülmüştür. Süreç bir göster yap şeklindeki etkinlikten farklı olarak STEAM uygulamalarında öğrencilerin aktif rol aldığı, ürünlerinin tasarımına ve süsleneyecek yerlerine kendilerinin karar verdiği, bu durumun ikinci etkinlikte açık bir şekilde gözlemlendiği deneyimlenmiştir. Bu

durum öğrenci ürünlerinde açıkça görülmektedir. Bu sebeple sanat boyutunun ilkokullarda STEM etkinliklerinin uygulanmasında doğal bir sonuç olduğuna karar verilmiştir.

Alanyazında sanat boyutu 1) öğrencilerin motivasyonlarını yükseltmek, 2) öğrenmeyi iyileştirmek, uygulamaları ve yaratıcılığı geliştirmek ve 3) sorgulamaya dayalı, yaratıcılık ve tasarım süreci odaklı keşfetmeye dayalı bir süreci içerecek şekilde (Riley, 2016) olmak üzere üç farklı şekilde bir disiplinler arası etkinlikte yer almaktadır. Eylem araştırması sürecinde bütünlük STEAM etkinliklerinde sanat boyutunu tüm katılımcı öğretmenler üçüncü entegrasyon modeliyle bir başka ifadeyle doğal olarak birbirleriyle uyumlu ve ürünün tasarlanmasında gerekli olan diğer disiplinlerle entegre edilmesi şeklinde bütünlükler etkinliklerini planlayıp uygulamıştır. Bir başka ifadeyle etkinliklerde sanat boyutu öğrencilerin gerçek yaşam temelli problemi çözmede kullandığı fen, matematik, mühendislik gibi disiplinlerden biridir.

Araştırma sürecinde sanat boyutunun beşinci bir disiplin olarak etkinliklerde yer alarak KA'nın ikinci uygulamalarından itibaren diğer disiplinlerle bütünlüklerinin olumlu ve olumsuz yönde olmak üzere iki ana boyutta etkisi olduğu uygulama sürecinde yaşanan deneyimden ortaya çıkmıştır.

İlkokul dördüncü sınıf seviyesinde STEM disiplinlerine sanat boyutunun da eklenerek beşinci bir disiplin olarak diğer disiplinlerle bütünlüklerinin etkinliklerin uygulanmasına olumsuz yönde ilk etkisi, etkinlikte zaman problemi yaratmasıdır. Öğrencilerin tasarımlarını özgünleştirmek amacıyla sanatsal biçimlendirme basamaklarını kullanmaları, tasarımları hakkında görüş alışverişinde bulunarak uzlaşmaya çalışmaları, tasarımlarını boyamaları gibi süreçler etkinliğin süresini uzatmaktadır. Diğer bir sonuç ise süreçte bazı grupların özellikle sanat boyutuna odaklanarak ürünün ihtiyacı karşılaması, işlevselliğini gibi temel özelliklerini ikinci plana atarak ürünün rengini, şeklini, görünümünü nasıl kendilerine göre biçimlendireceklerine karar vermeye odaklanmışlardır. Bu durumda ürünün soruna çözüm üretebilme işlevinden çok ürünün tasarımı ön plana çıkmasına neden olmuştur.

Sanat boyutunun diğer disiplinlerle bütünleştirilmesinin olumlu katkıları ise grupların etkinliğe aktif katılımı sağlaması, mühendislik sürecini desteklemesi ve etkinliğin değerlendirilmesine olanak sağlaması olarak deneyimlenmiştir.

Sanat boyutu mühendislik sürecine destek olarak öğrencilerin tasarımlarını özgünleştirmiş, yaratıcılıklarını harekete geçirmekte ve bazı öğrenciler için sıkıcı olan mühendislik sürecinin sıkıcılığını ortadan kaldırmakta olumlu etki yaratmıştır. Sanat boyutu her grubun yaratıcılarını harekete geçirerek ürün tasarımlarını diğer gruplardan farklılaştırıp özgünleştirmektedir. Her ne kadar etkinliğin başlangıcında probleme çözüm olarak tüm gruplardan aynı ürünlerin (güneş saati, roket) tasarlanması istense de gruplar ürünlerinin tasarımını farklılaştırmış süreç sonunda özgün tasarımlar ortaya çıkarmıştır.

Sanat boyutunun mühendislik boyutuna diğer bir katkı ise mühendislik sürecinin sıkıcılığını engellemesi olarak deneyimlenmiştir. Bir ürünün tasarımın mekanik bir süreç olması, zaman alması, süreçte problemlerin yaşanması ve tekrar tekrar tasarlanması, öğrencilerin el becerilerinin zayıf olması gruplarda mühendislik sürecinden bazı öğrencilerin dikkatlerinin dağılıp sıkılmasına neden olmaktadır. Fakat sanat boyutunun devreye girmesi bu durumun tersine dönmesine sebep olmuştur. Bunun birinci nedeni sanat boyutu öğrencilere ürünün tasarımıyla ilgili düşüncelerini ifade etme ve gerçekleştirme fırsatı sunmasıdır. Bir diğer etken ise sanat boyutu için etkinlikte kullanılan boyalar, renkli kâğıtlar vs. gibi malzemeler ilkökul öğrencilerin dikkatini çekmekte ve öğrenciler o malzemeleri kullanmak için isteklilik göstermekte ve ürünün tasarım sürecine dâhil olmaktadır.

Sanat boyutunun ilkökul düzeyindeki STEM etkinliklerine bir diğer katkısı da etkinliğin değerlendirilmesine katkı sağlamasıdır. Sanat boyutu sayesinde değerlendirme kriteri olarak sadece ürünün ihtiyacı karşılaması, işlevsel olması dışında tasarımının özgün olması, beğenilmesi gibi kriterlerde göz önünde bulundurulabilmektedir. Bu sayede etkinlikte sadece fen, matematik

ya da diğer disiplinlerde yeterli performans gösteren öğrencilerin yanında farklı becerilere sahip öğrencileri de değerlendirilebilmektedir.

Araştırma sonuçlarını destekler nitelikte Cole (2014) sanat boyutunun diğer STEM disiplinlerinin daha erişilebilir hale getirebileceğini, fen ya da matematikle ilgili içeriğe ve uygulamalarına öğrencileri motive edebileceğini ve ayrıca öğrencilere bir inovasyon (yenilik) ve yaratıcılıkla ilgili de bir açı sunduğunu ifade etmiştir. Wynn ve Harris (2012) sanat boyutunun en az diğer disiplinler kadar önemli olduğunu ifade etmiştir.

LaMore ve diğerleri (2013) de bir üniversitenin STEM alanlarındaki profesyonellerin patentlenebilir icat geliştirebilme ve yeni şirketler kurabilme becerilerine sanat ve mesleki eğitimin etkisini inceledikleri çalışmada sanat ve mesleki eğitimin icat yapmada ve yeni şirket kurma arasında olumlu yönde anlamlı ilişki olduğunu, sanat ve mesleki yetkinliğin inovatif düşünme yeteneklerini geliştirdiğini ve ömür boyu sanat ve mesleki eğitime maruz kalmanın girişimciler ve inovatif düşünenler üzerinde en çok anlamlı etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır.

Harlow ve diğerleri (2013) öğrencilerin mühendislikle ilgili bir bölümü tercih etmelerinde sanatın ve mühendisliğin çalışma alanı hakkında bilgi sahibi olup olmamaları ve sanatsal yaratıcılıkla mühendisliğin yaratıcılığı arasında öğrencilerin algılarına göre anlamlı bir farklılığın olup olmadığını belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmalarında; sanatçının ve mühendisliğin yaratıcılığı arasında anlamlı bir farklılık olmadığını öğrencilerin sanatsal yaratıcılıkla mühendisliğin yaratıcılığını aynı düşündükleri ortaya çıkmıştır. Catterall ve diğerleri (2012) genel ve düşük sosyo-ekonomik statüye sahip öğrenciler üzerinde genel olarak sanatın etkisini dört farklı değişkene göre incelemişlerdir. Araştırmacılar yoğun sanat içeriğinin öğrencilerde başarı eksikliğini giderdiğini, ayrıca bu durumun sadece risk grubunda yer alan öğrencilerde görülmekte olduğunu ve düşük sosyo-ekonomik statüdeki öğrencilerin sınıf geçmelerine, mezuniyetlerine, yüksek matematik başarısına, yüksek dereceyle bir üst öğretim kurumunu kazanmalarında etken olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca sanata

yüksek katılımın öğrencilerin sosyalleşmesine de katkısı olduğunu da ortaya çıkarmışlardır.

Alanyazında sanat boyutunun öğrencilerde olumlu sosyal beceriler ve duygularını kontrol etme becerisi (Azzam ve diğerleri; 2009); bir durum hakkında çoklu bakış açısı, daha iyi sınıf içi iletişim, kişisel sınırlarda farkındalık ve saygı, yapıcı eleştiri yapma, sosyal duygusal gelişim (Brouillette, 2010; Ingram ve Seashore, 2003); derse katılım (Perpich Center for Arts Education, Arts Integration Project 2013-2014); akademik başarı (RealVisions, 2007; Goff ve Ludwig, 2013; Rabalais, 2014; Wynn ve Harris, 2012); okula devam-devamsızlık (Walker, Tabone ve Weltsek, 2011), yaratıcılık (Hardiman, 2016); öğrenci merkezli eğitim (Burton ve diğerleri, 1999, Werner Freeman, 2001); pozitif okul iklimi (RealVisions, 2007); öğretmen mesleki gelişimi (Burton ve diğerleri, 1999; Werner Freeman, 2001) gibi olumlu katkıların olduğuna yer verilmiştir. Ayrıca sanat boyutunun bütünleştirilmesinin farklı disiplinler arasında köprü kurulmasını sağladığını ve öğrenmeyi zenginleştirdiğini ifade eden çalışmalar (Burton, Horowitz ve Abeles, 2000; Hetland 2013; Saraniero ve Goldberg, 201; Cole, 2014) da alanyazında yer almaktadır.

Marallo (2014) STEM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanmasında sanat boyutunun etkisini belirlemek amacıyla üç farklı bilim merkezindeki STEM uygulamalarını incelemiştir. Sanat boyutuyla ilgili en büyük zorluğunu farklı deneyimleri olan uzmanların birlikte çalışmasını sağlamak ve sanat boyutunda öğrenci başarısını ölçmek amacıyla okulların standart bir ölçme stratejilerinin olmaması olarak ortaya koymuştur. Fakat sanat boyutunun yine de STEM disiplinlerine entegre edilmesinin bilim merkezlerinin yararına olduğunu ifade etmiştir. Bununla birlikte Forbes, (2017) sanatın öğrencilerin STEM eğitimine yönelik farkındalıklarını ve STEM alanlarına yönelik tercihlerini olumsuz yönde etkilediğini belirlemiştir.

Sonuç olarak ilkokul düzeyinde bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanmasında sanat boyutu doğal olarak yer almakta ve gerçek yaşam temelli mühendislik probleminin çözümünde diğer disiplinler kadar aktif rol almaktadır.

Sanat boyutu öğrencilerin etkinlikte kendilerini ifade etmelerinde, yaratıcılıklarını ortaya koymada, tasarımlarını özgünleştirmekte ve mühendislik boyutunun sıkıcılığını engelleyerek etkinliğe öğrencilerin aktif katılıma destek olarak uygulama sürecinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde kilit rol oynamaktadır. İlkokul düzeyinde bütünleşik STEM etkinlikleri sanat boyutunun da bütünleştirilmesiyle STEAM eğitimi olarak uygulanmalıdır.

6.3. Etkinliğin Planlanmasında TA>SM>EA ve Uygulanmasına E>TA>SM>EA Yöntemi ve Etkinliğe Katkısına İlişkin Tartışma ve Sonuç

Sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirilen katılımcı eylem araştırması sürecinde öğretmenlerin etkinliklerini planlarken ve sınıflarında uygularken yaşadığı deneyimi ifade etmeleri neticesinde ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlanmasında TA>SM>EA ve uygulanmasında E>TA>SM>EA yöntemi kullanışlı bir yöntem olarak elde edilmiştir. Eylem araştırmasının amaçlarından biri de ilkokul kademesinde diğer uygulayıcı sınıf öğretmenler için pratik, kullanışlı bilgi ve yöntemler önermektir. Bu bölümde bu yöntemlere ilişkin sonuçlara değinilerek alanyazınla tartışılmıştır.

Araştırma sürecinde başlangıçta T>SM>E yöntemi KA'ya bütünleşik STEM etkinliğini planlamış için geçerlik komitesi tarafından bir mesleki gelişim müdahalesi olarak önerilmiştir. KA olarak etkinliği bu yöntemi kullanarak hazırlayıp uyguladıktan sonra etkinliğin planlama ve uygulama sürecinde sanat boyutunun da diğer disiplinlerle bütünleştirilmesine karar verilmesiyle birlikte T>SM>E yönteminin yerine etkinliğin planlanması ve uygulaması aşamasında boyutlar arası akış ve geçişin nasıl olduğu da KA'nın ikinci uygulamalarından itibaren katılımcı ve değerlendirici öğretmenler tarafından belirlenmeye çalışılmıştır. Çünkü süreçte deneyimlerini ifade eden öğretmenler, etkinliklerin planlanması ve uygulanmasında fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve sanat disiplinleri arasında belirli bir akışın olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle etkinliklerin planlanması ve uygulanmasında ilkokul kademesi için tecrübe

edilen kullanışlı bir yöntem belirlenebilirse diğer öğretmenler için planlama ve uygulamada aynı şekilde **T>SM>E** yöntemi gibi rehber olabileceği düşünülmüştür. İlgili tüm paydaşların süreçte deneyimlerini ifade etmesi neticesinde katılımcı öğretmenlerin ilkökul kademesinde bütünleşik STEAM etkinliklerini planlarken **TA>SM>EA** (akış sırasını) yöntemini, uygularken ise **E>TA>SM>EA** (akış sırasını) kullandıklarını ifade etmişlerdir.

Belirlenen yöntemlerin etkinliklerinin planlaması ve uygulanması sürecinde yaşanan en büyük problemlerden biri olan etkinliğin ilkökul kademesine bir başka ifadeyle sınıf seviyesine kolay uyarlamasını sağlamakla birlikte etkinliğin teknoloji, mühendislik, fen, matematik ve sanat boyutlarının tanımlanmasını kolaylaştırmakta ve ayrıca başarılı bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Uygulama sürecinde yöntem öğretmene uygulama esnasında rehberlik etmekte, boyutlar arası geçişi kolaylaştırmakta ve etkinliğin temel amacından sapmadan başarılı bir şekilde uygulamasını sağlamak için bir çerçeve oluşturmaktadır. Ayrıca yöntemlerin diğer bir faydası da etkinliğin değerlendirilmesine de katkı sağlamaktadır. Öğrencilerin ilgili boyutlarla ilişkin süreçteki performansları önceden yöntem sayesinde belirlendiğinden doğal olarak öğretmenin elinde boyutlarla ilgili bir değerlendirme ölçeği oluşmakta ve öğretmen bu boyutlara ilişkin göstergelere bakarak değerlendirme yapabilmektedir.

Araştırma sürecinde belirlenen bu yöntemlerin olumsuz yönde etkisi ise etkinlikte verilen bir problem durumuyla ilgili sadece teknoloji, fen, matematik, mühendislik ve sanat disiplinlerinin dışında diğer disiplinlerin planlamada ve uygulamada göz ardı edilmesi, süreçte öğrencileri mühendislik probleminin çözümüne öneri olarak farklı fikir ve tasarımlar değil tek bir ürün tasarımına (güneş saati, roket, güneş fırını...) yönlendirmesi olarak deneyimlenmiştir. Öğretmenler yöntemlere göre STEAM eğitiminin beş disiplinini göz önünde bulundurarak etkinlik planlarını hazırlayıp sınıflarında uygulamaları problem durumuyla ilgili diğer disiplinlerin göz ardı edilmesine ve sadece beş disipline odaklanılmasını sağlamaktadır.

Süreçte elde edilen bu yöntemlerin ilkökul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlama ve uygulama sırası ve daha sonra önceden öğrencilerin neler yapması gerektiğine karar verildiğini ve öğrencilerin yaratıcılıklarının engellendiği düşünülebilir. Fakat her ne kadar süreç sonunda tüm gruplar tek bir ürün yapmış olsalar da her grup sanat boyutu sayesinde tasarımını özgünleştirmekte ve bu nedenle bir problem yaşanmamaktadır. Ayrıca Bybee (2011) özellikle ortaokul kademesinde fen bilimleri öğretmenlerinin STEM etkinlikleri için geçmişten günümüzde kullanılan teknolojik ürünlerden başlayabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca ilkökul kademesindeki öğrencilerin gelişim dönemlerini dikkate alındığında bu çağdaki öğrencilerin daha önce çözülmemiş bir probleme çözüm olarak yeni bir teknolojik ürün (icat) önermeleri kabul edileceği üzere çok zordur. Öğrencilerden böyle bir şey beklenmemelidir. İlkokul kademesindeki uygulamalar diğer kademelere göre daha farklı olmak zorundadır. Bu nedenle ilkökul kademesi için bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinde günümüzde ve geçmişte var olan teknolojik ürünlerden başlanması doğru olacaktır. İlerleyen süreçte öğrencilerden farklı çözüm önerileri (yeni ürünler) beklenebilir ya da zaten araştırma süreci öğretmenlerin mesleki gelişimine odaklandığından öğretmenler etkinlikleri planlayıp uygulamada farklı ve daha kullanışlı yeni yöntemler keşfedebilir. Yöntemler ilkökul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerini planlayıp sınıfında uygulamak isteyen fakat STEAM disiplinlerini planlama ve uygulamada nasıl birbirleriyle bütünleştirebileceği konusunda zorluk yaşayan öğretmenler için kullanışlı bir yöntemdir. Alanyazında farklı bütünleştirme yaklaşımları (Fogarty, 1991; Drake ve Burns, 2004; Cunningham ve Hester, 2007; Bybee, 2013; Bozkurt, 2014, Ercan, 2014) yer almakta ve halen yeni yaklaşımlar belirlenmeye çalışılmaktadır. Bybee (2013) başarılı bir STEM entegrasyonu için 1.0'a dan 4.0'a ilerleme olarak adlandırdığı ve dört STEM disiplinini nasıl bütünleştirileceğinin ana hatlarını çizdiği bir yöntem önermiştir. Saito ve diğerleri (2015) de yine bu çalışmada bir mesleki gelişim müdahalesi olarak kullanılan T>SM>E yöntemini ortaokul kademesinde fen bilimleri öğretmen adaylarının etkinliklerini planlama deneyiminden elde etmiştir. Sonuç olarak

STEM eğitimiyle ilgili kullanılan yöntemlere her geçen gün bir yenisi eklenmekte ve süreç devam etmektedir (Chiu, Price ve Ovrahim, 2015). Özellikle ilkökul kademesi için bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlanması ve uygulanmasında yeni yöntemlerin keşfedilmesine devam edilmeli sınıf öğretmenlerinin işlerine yarayacak kullanışlı birçok yeni yöntem elde edilmelidir.

6.4. Öğretmenlerin Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerini Sınıf Seviyesine Uyarlama Stratejilerine İlişkin Tartışma ve Sonuç

Eylem araştırması sürecinde hem KA'nın uygulamalarını katılımcı gözlemle izleyen hem de kendi sınıflarında uygulama yapmak için etkinlik planları hazırlayan katılımcı öğretmenler bütünleşik STEAM etkinlik planlarını hazırlamak, öğrenci seviyesine uyarlamak amacıyla kullandıkları T>SM>E (KA), TA>SA>MA (uygulayıcı öğretmenler) yöntemlerinin yanında başka ne tür strateji ve yöntemler kullandıklarını da süreçteki deneyimlerini ifade ederken paylaşmışlardır.

Öğretmenlerin kendi sınıflarında uygulama yapıyor olmaları, sınıflarındaki öğrencileri çok iyi tanımaları, branşlarının sınıf öğretmeni olması, KA'nın uygulamalarını sınıflarında gözlemlenmeleri, kendi etkinlik planlarını hazırlayıp uygulama yapmaları ve bu süreci bir dönem boyunca yaşamaları nedeniyle süreçte kullandıkları etkinliği planlama, uygulama ve sınıf seviyesine uyarlama stratejileri önemlidir. Çünkü süreçte en çok hissedilen güçlüklerden biri öğretmenlerin etkinlik planı hazırlama ve etkinliği sınıf seviyesine uyarlamaktır. Her ne kadar ilgili kaynaklarda örnek etkinlikler yer alsada yine de bu etkinliklerin öğretmenin kendi sınıfının seviyesine göre uyarlanması ihtiyacı doğmaktadır. Herhangi bir sınıf seviyesi için hazırlanan bir plan kendi bölgemize, okulumuz şartlarına, sınıfımıza ve özellikle uygulama anlayışımızla örtüşmeyebilir. Ayrıca kaynaklarda yer alan her etkinliği STEM etkinliği olarak değerlendirip uygulamanın doğru olmayacağını ifade edebiliriz. Bu nedenle araştırma boyunca öğretmenler etkinliklerini öğrencilerinin seviyesine uyarlama güçlüğünün üstesinden gelebilmek amacıyla hangi stratejileri kullandıklarını

süreçte ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin kendilerine özgü, pratik ve faydalı uyarlama stratejileri olduğu deneyimlenmiştir.

Öğretmenler ilk olarak etkinliğin planlanmasında önerilen $T>SM>E$ (Saito ve diğerleri, 2015) yönteminin yanında süreçte sanat boyutunun da bütünleştirilmesiyle birlikte bu yöntemi daha da geliştirerek uygulama deneyimleri sayesinde $TA>SM>EA$ yöntemini elde ederek etkinliklerini bu yöneme göre planlamışlardır. Bu yöntem $T>SM>E$ yöntemi gibi etkinlikte sanat boyutuyla birlikte diğer boyutların planlanmasında, öğrenci seviyesine uyarlanmasında öğretmenlere kolaylık sağlamıştır. Bununla birlikte öğretmenler mühendislik süreci sonunda tasarlanacak ürünü önce kendi elleriyle etkinlikten önce yaparak, güncellenen yeni öğretim programlarından faydalanarak pilot uygulama yaparak, problemleştirme (bağlam temelli içerik) yöntemini kullanarak, örnek uygulamalardan faydalanarak, öğrencilerin gelişimsel dönemini göz önünde bulundurarak, özellikle mühendislik ve teknoloji boyutuyla ilgili kazanım ve becerilere odaklanarak etkinliklerini sınıflarındaki öğrencilerinin seviyelerine göre uyarladıklarını ifade etmiştir.

Alanyazında etkinliğin planlanmasıyla ilgili stratejiler (Saito ve diğerleri, 2015) sınırlı bir şekilde yer almasına rağmen genel olarak uygulanmasıyla ilgili stratejilerden bahsedilmiştir. Bruce-Davis ve diğerleri (2014) altı lisedeki öğretim programı ve öğretim uygulamaları tabanlı stratejilerin; proje tabanlı-probleme dayalı öğrenme ve sorgulamaya dayalı öğrenme stratejileri olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yine aynı şekilde Murphy ve diğerleri (2019) Avusturalya da STEM eğitimiyle ilgili stratejilerin özellikle sorgulamaya, probleme dayalı öğrenmeye ve öğretmenlerin mesleki gelişimini artırmaya yönelik stratejiler olduğunu ifade etmiştir. Gann ve Carpenter (2018) ise öğretmenler ve ailelerin evde eğitim ortamında gerçekleştirdikleri STEM uygulamalarında ne tür öğrenme ve öğretim stratejileri kullandıklarına ilişkin gerçekleştirdikleri çalışmada öğretmenler ve ailelerin bireyselleştirilmiş öğretim, akran ve yetişkinlerle işbirliği, uygulanma ve bilginin ilişkilendirilmesi gibi stratejiler kullandıklarını açığa çıkarmıştır. Yine Rissanen (2014) aktif ve akran öğrenme

stratejisini, Roberts (2013) de öğretmen adaylarının STEM etkinliklerini planlarken uyguladıkları dokuz strateji belirlemiştir.

Bütünleşik STEM eğitimi anasınıfından üniversiteye tüm kademeleri kapsamaktadır. Etkinliklerin gerek anasınıfı, ilkokul ya da diğer kademelere uyarlanmasında gerekse öğretmenin kendi sınıfındaki öğrencilere göre uyarlanmasında yeni ve etkili yöntem ve stratejilerin geliştirilmesine devam edilmelidir.

6.5. Öğretmenlerin Tecrübe Ettikleri Güçlüklerle İlişkin Tartışma ve Sonuç

İlkokullarda bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde uygulanması amacıyla gerçekleştirilen katılımcı eylem araştırmasını yürüten KA ve katılımcı öğretmenler araştırma sürecinde sınıflarında kendi uygulamalarını planlayıp uygulamışlardır. Uygulama sürecinde öğretmenler tecrübe ettikleri güçlükleri ifade ederek ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliği uygulayacak olan bir öğretmenin karşılaşılabileceği güçlükleri yaşadıkları deneyimden yola çıkarak ifade etmişlerdir.

Öğretmenler süreçte genel olarak ve ayrıca özellikle etkinliğin mühendislik boyutuyla ilgili olarak olmak üzere iki ana kategoride etkinliklerin uygulanmasıyla ilgili güçlüklerin yaşandığını süreçte deneyimlediklerini ifade etmişlerdir. Etkinliklerin sınıflarında planlanmasından uygulanmasına kadar olan süreçte genel kategoride öğretmenler; öğrenci, öğretmen, öğretim programı, zaman ve okul kültürüyle ilgili ve özellikle mühendislik boyutuyla ilgili olarak da; öğrenci kaynaklı ve etkinlikte kullanılacak araç gereç malzeme kaynaklı problemleri belirtmişlerdir. Alanyazında Bybee (2010) STEM eğitiminde en büyük güçlüğün teknoloji ve mühendisliği aktif olarak okul programlarına dâhil etmek olduğunu ve genellikle teknoloji ve mühendisliğin öğretim programlarında oldukça düşük düzeyde yer aldığını ifade etmiştir. Bu nedenle bu disiplinlerin fen ve matematik öğretim programlarına entegre edilerek teknoloji ve mühendislik içeriğinin okullarda zenginleştirilmesi gerektiğini önermiştir (Chiu, Price, ve Ovrachim, 2015).

Öğretmenler bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerini sınıflarında başarılı bir şekilde uygulanabilmenin önünde engel ve en büyük zorluk olarak temelde bu ana iki etkeni görmekte-dirler. Öğrenci kaynaklı etkenler olan öğrencilerin el becerilerinin çok zayıf olması ve grupla birlikte işbirliği içerisinde çalışma alışkanlıklarının olmaması hem mühendislik boyutunu hem de genel olarak etkinliğin uygulanmasını olumsuz yönde etkilemiştir. Öğrenciler cetvelle ölçüm yapma, kartonu düzgün bir şekilde kesme, bükme gibi temel psikomotor becerileri sergilemekte zorlandıkları görülmüştür. Bu durum da ürünün tasarımını etkilemiştir.

Öğretmen kaynaklı etmenleri ise öğretmenlerin uygulama deneyimi yaşamalarına rağmen halen etkinlik planlarını hazırlamada güçlük yaşamaları ve etkinlikte uygulama yapılan sınıfın öğretmenin kendi sınıfı olup olmaması olarak ifade etmişlerdir. Öğretmenlerin uygulamalarla ilgili mesleki gelişim ihtiyaçları ve deneyim eksikliklerinin olduğunu gösteren çalışmalar (Balcerzak, 2013; Owens, 2014; Nadelson ve Seifert, 2017; Gülgün, Yılmaz ve Çağlar, 2017) alanyazında yer almaktadır. İlkokul kademesinde bütünleşik STEM etkinliklerinin uygulanması diğer kademelerden farklı olarak kendine özgü beceri ve yeterlilikler gerektirmektedir (Epstein ve Miller, 2011) alanyazında fakat çalışmalar genellikle ortaokul kademesine özgü yapılmaktadır (Brown ve diğerleri, 2011; Paulson, 2005; Wang, 2012; Owens, 2014). Teo ve Ke (2014) bütünleşik STEM eğitimi alanında yeterli donanıma sahip öğretmen ihtiyacının olmasına rağmen öğretmenlerin sadece bu konuda uzmanlaşmalarını sağlayan programların onları farklı öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamada sınırlandıracağını ifade etmiştir. Gülgün ve diğerleri de (2017) fen bilimleri dersinde STEM etkinliklerinde öğretmenlerin uygulamalarda olması gereken niteliklerin henüz yeterince sağlanamadığını belirlemiştir.

Diğer bir güçlük ise öğretmenin kendi sınıfında etkinlik yapması öğrencilerini çok iyi tanıdığından bir avantaj iken uygulama yaptığı sınıfın öğretmenin kendi sınıfı olmaması durumunda da bunun bir dezavantaja dönüştüğü deneyimlenmiştir. Öğretmen sınıfındaki öğrencileri çok iyi

bildiğinden STEM eğitimiyle ilgili pedagojik bilgisi de yeterli olması halinde etkinlikte onlara etkili rehberlik yapmakta ve etkinliğin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesinde kendi sınıfı olmayan öğretmene göre daha avantajlı konuma geçmektedir. Çünkü son sınıfa gelen öğrencilerini öğretmen dört yıl boyunca çok iyi tanıma fırsatına sahiptir. KA'nın uygulamalarında ve aynı sınıfta öğretmenin uygulamalarında bu durum açık bir şekilde gözlemlenmiştir. Thomas da (2014) ilkokul öğretmenlerinin sınıflarında bütünlük STEM eğitimi uygulamalarında algıladıkları engellerin üstesinden en iyi şekilde gelmede kullanışlı bakış açılarına sahip olduklarını ifade etmiştir. Öğretmenler öğrenci gruplarını iyi tanıdığından süreçte onların ihtiyacı olan aktif desteği çok iyi yaparak etkinliklerin başarılı bir şekilde uygulanmasında avantaj sağlamaktadır.

Katılımcı öğretmenler okul kültürüyle ilgili olarak; sürekli yönlendirmeye dayalı bir eğitim anlayışını okullarda egemen olması ve sınıf mevcutlarının kalabalık olmasını bütünlük STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokul kademesinde uygulanmasında okul ortamıyla ilgili engeller olarak deneyimlemiştir. Bu durum alanyazın incelendiğinde STEM/STEAM eğitimi doğasına aykırı bir durumdur. Örneğin uygulama sürecinde pilot uygulama esnasında etkinliğin en fazla sınıfta beş grubun olması halinde başarılı bir şekilde yönetilebileceği, değerlendirileceği ve öğrencilere aktif destek verilebileceği belirlenmiştir. Daha kalabalık sınıfların olduğu okullarda etkinlikleri gerçekleştirmek öğretmenin işini zorlaştırmaktadır.

Öğretmenler öğretim programıyla ilgili olarak ise öğretim programlarında sürekli yapılan değişiklikleri, program yükünü bir başka ifadeyle öğretmenlerin Fen Bilimleri Öğretim Programını yetiştirme kaygısı, ilkokul kademesi için hazırlanmış bir STEM/STEAM öğretim programının ve özellikle mühendislik öğretim programının olmayışı olarak deneyimlenmiştir. Her ne kadar öğretim programında STEM eğitime göre güncellemeler yapılsa da halen özellikle ilkokul kademesi için bu güncellemeler yeterli değildir. Zaman boyutuyla ilgili olarak yaşanan güçlükler ise STEM/STEAM etkinliklerinin doğası gereği özellikle mühendislik tasarım sürecinin boylamsal bir süreç olması, öğrencilere

tekrar yapma fırsatı verilmesi, sorgulamaya dayalı, öğrencinin aktif olduğu süreçleri içermesi nedeniyle etkinliklerin zaman alması diğer bir problemdir. Bütünleşik STEM /STEAM uygulamaları özellikle ilkokul kademesinde bir ya da iki saatlik bir ders diliminde gerçekleştirilebilecek bir uygulama değildir. Zaman etkeninin altında yatan diğer bir faktör ise öğretmenlerin yine Fen Bilimleri Öğretim Programını yetiştirme kaygılarıdır. Etkinlikler sayesinde birden çok kazanım tek bir etkinlikte verilebilmesine rağmen öğretmenler programı yetiştirme kaygısı yaşamaktadır. Alanyazında okul kültürünün (Nadelson ve Seifert, 2017), öğretim programlarının yetersizliği, bütünleşik STEM eğitime uygun olmaması (Brown ve diğerleri, 2011; Wang, 2012; Owens, 2014) ve etkinliklerin planlanıp uygulanmasında zaman probleminin (Geçer ve Özel, 2012; Wang, 2012) olduğunu gösteren çalışmalar yer almaktadır. Neil-Burke (2016) yaptığı çalışmada okullarda planlanan sınavlar yüzünden yöneticilerin öğretmenlerin birbiriyle işbirliğine ve STEM etkinliklerinin uygulama aşamasına yeterince zaman ayırlamadığını ortaya çıkarmıştır. Nadelson ve Seifert (2017) STEM eğitiminin önündeki engellerin STEM eğitimi destekleyen okul kültürü ve ortamı, öğretmenlerin STEM eğitimi hakkındaki bilgi, inanç ve deneyimleri olduğunu ifade etmişlerdir.

Ejiwale (2013) ise bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanmasında on farklı bariyeri belirlemiştir. Bunları nitelikli öğretmen yetersizliği, öğretmenlerin mesleki gelişimine yönelik yatırım yetersizliği, öğrencilerin ilgi ve hazır bulunuşluklarının yetersiz olması, okul kültüründe yetersiz destek, yetersiz STEM içeriği, yetersiz STEM değerlendirme yaklaşımları, okulun fiziki şartları ve uygulamalı eğitim eksikliği olarak sıralamıştır. Wang (2012) fen bilimleri öğretmenlerinin STEM etkinliklerinin uygulanmasında öğrencilerin becerilerinin yeterli olmadığı, fen bilimleri temalarının uygun olmadığını, zaman ve kaynak probleminin yaşandığını ortaya çıkarmıştır. Ayrıca diğer bir problemin de etkinliğin bir öğrenme süreci olarak değil eğlenme aktivitesi olarak algılanmasının da problem teşkil ettiğini belirtmiştir. Smith (2018) öğretmenlerin STEM eğitime ilişkin öz yeterlik algılarına yönelik yaptığı çalışmada öğretmenlerin uygulama deneyimi eksikliği,

materyal ve kaynak yetersizliği ve STEM eğitimine verilen değerin yetersizliğinin engel teşkil ettiğini belirtmiştir.

Türkiye’de Bozan ve Anagün (2019) sınıf öğretmenlerinin ilkokul kademesinde STEM eğitimin uygulanabilirliğini engelleyen zorlukların; zaman alıcı olması, maddi yetersizlik, malzeme sıkıntısı, taşınmalı eğitim ve öğretim programın yoğunluğu olduğunu ortaya çıkarmıştır. Timms, Moyle, Weldon ve Mitchell da (2018) Avustralya okullarında STEM eğitimin uygulanmasındaki zorlukların öğrenci çıktılarını iyileştirmek, STEM eğitimi alanında yeterli öğretmen işgücünü yaratmak ve STEM öğretim programını yeniden tasarlamak olduğunu ifade etmiştir.

Bütünleşik STEM uygulamalarının ilkokul kademesi için planlanması ve uygulanmasının önünde engel olarak gözüken bireysel ve kurumsal faktörlerin daha geniş bir şekilde tartışılması gerekmektedir (Breiner ve diğerleri, 2010; C-STEMEC, 2013; Bybee, 2010; Ashgar ve diğerleri, 2012). Yukarıda ifade edilen bu eksikliklerin üstesinden gelinmesi için ilgili paydaşlarla işbirliği yapılarak müdahaleler gerçekleştirilmelidir.

6.6. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasında Öğretmenlerin İhtiyaçlarına Yönelik Bulgulara İlişkin Tartışma ve Sonuç

Öğretmenler ilkokul dördüncü sınıf kademesinde fen bilimleri bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerini başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için ne tür ihtiyaçlara gereksinim duyduklarını ve beklentiler içerisinde olduklarını süreç boyunca ve yapılan görüşmelerde ifade etmişlerdir. Öğretmenler KA’nın uygulamalarını gözlemleyerek ve kendi uygulamalarını sınıflarında gerçekleştirerek bizzat kendileri deneyim yaşamışlar ve bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokul kademesinde uygulanmasıyla ilgili ihtiyaçlarını ifade etmişlerdir. Araştırma sonucunda öğretmenlerin ihtiyaçlarının genel olarak okul kültürü, öğretim programı ve mesleki gelişim olmak üzere üç ana temada kategorize olduğu belirlenmiştir.

Öğretmenler okul kültürüyle ilgili olarak STEM odaklı bir okul ortamı istemekte ve diğer meslektaşlarıyla işbirliğinin, arkadaş, yönetici ve veli desteğinin gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmenler her ne kadar etkinlikleri sınıflarında uygulayacak olsalar da sınıf ortamı dışında birçok etkenin de desteğine ihtiyaçları vardır. Neil Burke (2016) ve Ring (2017) etkinliklerin başarılı bir şekilde uygulanması için okul zamanlarında ve sınıfın yapısında köklü değişikliklerin yapılması gerektiğini ifade etmiştir. Alumbaugh (2015) STEM uygulamalarıyla ilgili eylem araştırmasına katılan öğretmenlerin planlarını hazırlamak ve uygulamak için okul ortamında zamanlarının olmadığını bu nedenle öğretmenlerin ihtiyaçlarını karşılamak için deneyimlerini paylaşacakları, işbirliği yapacakları, yansıtma yapacakları okulda ya da okul dışında zaman ve ortamların sağlanması gerektiğini belirtmiştir. Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezsezen (2017) de işbirlikli STEM eğitimi modülünün doğası gereği etkinlik ve proje temelli, branşların birlikte çalıştığından öğretmenlerin algılarını etkilediğini belirlemişlerdir.

Araştırmacılar bununla birlikte STEM öğretmen eğitimiyle ilgili seminerlere katılımın, proje örneklerini gözlemlemenin, deneyimin paylaşılmasının önemini vurgulamışlardır. DePaul (2013) ise öğretmen işbirliğinin sürekli mesleki gelişimin gerçekleşmesi için gerekli olduğunu belirtmiştir. Örneğin ortaokul kademesinde bir matematik öğretmeni fen, teknoloji tasarım gibi diğer branştaki öğretmenlerle işbirliği yapmak zorundadır. Çünkü kendisi matematik öğretmeni olduğu için STEM eğitiminin diğer disiplinlerine ilişkin içeriği etkinlikte sağlamada zorlanabilir. Özellikle ilkök kademesinde öğretmenler iyi uygulamaların paylaşılması, STEM eğitiminin okul geneline yayılması için işbirliği yapması kaçınılmazdır. Sınıf öğretmenleri ayrıca STEM etkinliklerinin uygulanmasında sınıf seviyelerine yönelik kendilerine has uygulamada çok faydalı bilgilere sahiptir. Bunların birbirleri arasında paylaşılması ilkök kademesinde bütünleşik STEM etkinliklerinin başarılı bir şekilde uygulanmasına katkısı olacaktır.

Öğretmenler işbirlikçi bir çalışma ortamı istemekle birlikte yönetici desteğinin de önemli olduğunu belirtmişlerdir. Alanyazında öğretmenlerin deneyimlerini destekler nitelikte yönetici desteğinin gerekliliğiyle ilgili çalışmalar (Asghar ve diğerleri, 2012; Clark ve Andrews, 2010; Hsu ve diğerleri, 2011; Davis, 2015; Park ve diğerleri 2016; Park ve diğerleri, 2017; Margot ve Kettler, 2019) yer almaktadır. Davis (2015) STEM eğitimin mevcut yönetim anlayışından farklı bir anlayış gerektirdiğini ve araştırma örneğine giren tüm yöneticilerin STEM eğitimiyle ilgili uygulamaları denetlemek üzere kendilerini yeterli görmediklerini ortaya çıkarmıştır. Ayrıca yöneticilerin STEM eğitime yönelik tutumlarının okuldaki uygulamaları etkileyeceğini ifade etmiştir. Fakat Neil-Burke (2016) öğretmenlerle birlikte yürüttükleri eylem araştırmasında öğretmenlerin yönetici desteği ve teşviki olmasa bile katılımcı öğretmenlerle ve araştırmacıyla işbirliği yapmasının öğretmenlerin etkinlikleri uygulama motivasyonlarında ve performanslarında herhangi bir değişiklik olmadığını ortaya çıkarmış fakat öğretmenlerin okul yönetimi ve öğretim programını hazırlayanlar tarafından yine de desteklenmesi gerekliliği olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca öğretmenler işbirliği için zamanın kısıtlı olmasını, planlama, yansıtma ve pilot uygulama yapma gerekliliğini uygulamanın önünde engel olarak görmüşlerdir (Neil-Burke, 2016; Alumbauugh, 2015). Öğretmenler işbirliği içerisinde birlikte çalışacakları ortamların sağlanmasına ihtiyaçlarının olduğunu gösteren çalışmalar (Wang, Moore, Roehrig ve Park, 2011; Chiu, Price ve Ovrachim, 2015) yer almakta ve bunun sağlanması da bir öğretim programına ve yönetici desteğine bağlıdır. Öğretmenler etkinliklerin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilmesi için veli desteğinin de önemini belirtmişlerdir.

Öğretim programı boyutunda ise iyi örnek uygulamaların paylaşılmasını, öğretim programlarında güncellemelerin yapılarak daha disiplinler arası ve teknoloji ve mühendislik boyutlarını da içeren programların geliştirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Mevcut öğretim programlarının güncellemeler yapılsa bile öğretmenlerin ihtiyaçlarını karşılamadığı öğretmenlerin ifadelerinden anlaşılmaktadır. Öğretmenlerin bütünsel STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanması konusunda tamamen standartlaştırmayacak, farklı

ve özgün uygulamalara da izin veren yeni öğretim programlarına ve pedagojilere ihtiyaçları vardır. Alanyazında araştırma sonuçlarını destekleyen çalışmalar (Wang ve diğerleri, 2011; Asghar ve diğerleri, 2012; Lehman ve diğerleri, 2014; McMullin ve Reeve, 2014; Stohlmann ve diğerleri, 2012; Van Haneghan ve diğerleri, 2015) yer almaktadır. Ayrıca alanyazında diğer pedagojik zorluklara (Lesseig ve diğerleri, 2016, Park ve diğerleri 2017) da değinilmiştir. Bahar ve diğerleri (2018) yenilenen Fen Bilimleri Öğretim Programında bir önceki (2013) programdan farklı bazı temaların eklendiğini fakat sınıf düzeyinde kazanım sayılarının değişmediğini belirtmiştir. Ayrıca programa “Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları” temasını eklemesine rağmen yapılan yenilikler ilkökul kademesinde fen bilimleri dersinde bütünleşik STEM etkinliklerin başarılı bir şekilde uygulanması için yeterli olmadığı anlaşılmaktadır.

Mesleki gelişim boyutunda ise öğretmenler halen bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerin planlanması ve uygulanması için kendilerini geliştirmek istediklerini ve mesleki gelişime ihtiyaçlarının olduğunu ve ayrıca süreçte profesyonel desteğin gerektiğini belirtmişlerdir. Öğretmenler her ne kadar araştırma sürecinde deneyimleri artmış olsa da planlama ve uygulamayla ilgili fikir alışverişinde bulunabileceği bir uzmanın desteğine gereksinim duymakta ve STEM eğitimiyle ilgili kendilerini sürekli geliştirmek istemektedir. Bütünleşik STEM/STEAM eğitimi farklı pedagojik yaklaşımlar gerektirmekte ve birçok disiplini işin içerisine dâhil ederek disiplinler arası öğretim gerçekleştirmektedir. Bu nedenle öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili sürekli mesleki gelişime ihtiyaçları vardır. Alanyazında bulguları destekler nitelikte öğretmenlerin mesleki gelişime ihtiyaçlarının olduğunu ortaya koyan çalışmalar (Balcerzak, 2013; Gjovik, 2013; Owens, 2014; Neil-Burke, 2016; Nadelson ve Seifert, 2017; Gülgün, Yılmaz ve Çağlar, 2017; Rich ve diğerleri, 2017; Sargianis, Yan ve Cunningham, 2012; Yıldırım, 2018) yer almaktadır. İlkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanmasında başarılı olmak için öncelikle ilkökul öğretmenlerin bu konuda yetkinlikleri artırılmalı ve öğretmenler sürekli desteklenmelidir.

Wang (2012) öğretmen ve yöneticilerin STEM eğitiminin öneminin farkında olmalarına rağmen halen STEM eğitiminin tamamen ne ifade ettiğini anlamadıklarını ortaya çıkarmıştır. Espata ve Tank (2017) da ilkököl öğretmenlerinin STEM hakkında pedagojik bilginin yanında sınıflarda uygulama konusunda desteğe ihtiyacı olduğunu belirtmişlerdir. Epstein ve Miller (2011) ise ilkököl öğretmenlerinin STEM uygulamalarıyla ilgili güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuşlardır. Araştırmalarda beş yıldır STEM eğitimi veren öğretmenlerin yüzde kırkı mesleki gelişimin ve profesyonel desteğin olmadığı takdirde STEM uygulamalarını daha fazla gerçekleştiremeyeceklerini ifade etmişlerdir (President Council of Advisors on Science and Technology, 2010). Neil-Burke'nin (2016) aktardığına göre öğretmenler için profesyonel desteğin öğretmen uygulamaların değiştirdiğini belirtmiştir (Dunne ve Lewis, 2000; Wiley, 2002). Öğretmenler süreçte sürekli profesyonel desteğe ve okul temelli uygulamalara ihtiyaç duymaktadır (Crotty, 2018). Mesleki gelişimle ilgili olarak yine Opperman (2015) ilkököl öğretmenlerine fen ve mühendislik eğitime yönelik mesleki gelişim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinin onların STEM öğretime yönelik devamlılıklarında etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Rich ve diğerleri (2017) ise ilkököl öğretmenlerinin mühendislik öğretimi konusunda öğretmenlerinin öz yeterlik inançlarındaki değişimin mesleki gelişime istekli olmaları ve mesleki gelişim faaliyetlerine katılmalarına bağlı olduğunu ortaya çıkarmıştır.

Stohlmann ve diğerleri de (2012) öğretmenlerin STEM eğitime yönelik öz yeterlik inançlarına alan ve pedagojik bilgilerinin olumlu yönde katkı sağladığını ve başarılı bir STEM eğitimi için gerekli şartların; üniversite ya da okula yakın kurumlarla işbirliği, mesleki gelişime katılım, öğretmenlerin işbirliği ve iletişimi zaman ayırması ve öğretim programın yönelik eğitim ve destek alınması olduğunu ifade etmişlerdir. Yine aynı şekilde Margot ve Ketler (2019) STEM eğitimcilerinin pedagoji, değerlendirme, deneyim ve destek konularında önemli değişikliklere gereksinim duyduklarını belirtmiştir. Kurup ve diğerleri de (2017) sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi nasıl algıladıkları ve STEM eğitimi göreve başladıklarında uygulama niyetlerini

belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada öğretmenlerin STEM uygulamalarının okullarda gerektiğine inandıkları fakat yeterli profesyonel bir ön hazırlık ve program geliştirme, mesleki gelişim faaliyetleri olmadan STEM'i okullarda uygulamaya çekindiklerini ifade ettiklerini ve bu konuda kendilerine güvenmedikleri söylemişlerdir.

Neil-Burke (2016) öğretmenlerin ihtiyaçlarına yönelik, işbirlikçi ve planlama ve deneyime dayalı yansıtıcılar için zaman içeren yeni mesleki gelişim yaklaşımlarının gerekli olduğunu ifade etmiştir. Goodnough, Pelech ve Stordy (2014) ilkökul öğretmenleriyle yaptığı işbirlikçi eylem araştırmasında etkili bir STEM öğretmen mesleki gelişim programının içeriğinin nasıl olması gerektiğini belirlemeye yönelik yaptıkları çalışmada öğretmenlerle işbirlikçi kararlar vererek takım halinde eylem araştırmasını yürütmenin öğretmenlerin süreçteki bireysel mesleki gelişim ihtiyaçlarını karşıladığını ve süreçte deneyimle ilgili yansıtıcıların yapılmasının önemli olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Owens (2014) öğretmenlerin STEM eğitime önceki deneyimlerine dayanarak deneyimlerine algıları birbirinden farklı, çoğu öğretmen STEM eğitimini etkili bir şekilde uygulama bilgisine ve becerisine sahip olmadığını düşünüyor, öğretmenlerin desteğe ve mesleki gelişime ihtiyaçları var, öğretmenlerin STEM eğitimini etkili bir şekilde entegre edebilmeleri için yeterli zamanlarının olmadığı, liderlik, rehberlik konusunda da yeterli olmadıkları ortaya çıkmıştır. Araştırmacı bu sorunların üstesinden gelinebilmesi için STEM eğitimi konusunda öğretmenlere liderlik edilmesi, öğretim programın geliştirilmesini ve mesleki gelişim fırsatlarının sunulmasını tavsiye etmiştir.

Smith (2018) ise yine işbirliği, mesleki gelişim fırsatları, okul ortamında disiplinler arası ve uygulamalı eğitim olanakları ve öğretim programına ve öğretim materyallerine erişimin öğretmenlerin STEM uygulamalarına ilişkin öz yeterlilik inançlarında etkili olduğunu Knowles (2017) de STEM eğitiminde başarılı ve etkili bir öğrenme, öğretme süreci için öğretmenlerin öz yeterlilik inançlarının anahtar rol oynadığını ortaya çıkarmıştır. Timms, ve diğerleri (2018) Avustralya'da STEM eğitiminin uygulanmasındaki ihtiyaçların STEM

eğitimi alanında yeterli öğretmen işgücünü yaratmak ve STEM öğretim programını yeniden tasarlamak olduğunu ifade etmiştir.

Sonuç olarak öğretmenler eylem araştırması sürecinde uygulamaları gözlemleyerek, kendi planlarını hazırlayıp sınıflarında uygulayarak ve mesleki gelişim faaliyetleri yürüterek bütünleşik STEM/STEAM eğitimi konusunda yetkinlikleri artmış olsa da halen profesyonel desteğe, işbirliğine, sürekli kendilerini geliştirmeye ve STEM odaklı bir okul ortamına ihtiyaçları olduğu ortaya çıkmıştır. Çünkü STEM eğitimi birden çok disiplini içermekte ve geleneksel yaklaşımlardan farklı pedagojik yaklaşımları gerektirmektedir. Halen özellikle ilkokul kademesinde teorik süreçle uygulamayı birleştiren çalışmalar yapılması gerekmektedir.

6.7. Bütünleşik STEM/STEAM Etkinliklerinin İlkokullarda Uygulanmasını İçeren Katılımcı Eylem Araştırması Sürecinin Katılımcı Öğretmenlere Katkısına İlişkin Bulgulara Yönelik Tartışma ve Sonuç

Katılımcı eylem araştırması sürecini yaşayan katılımcı öğretmenler bir dönem boyunca sınıflarında önce KA'nın uygulamalarını katılımcı gözlemle izlemiş daha sonra da kendi uygulamalarını gerçekleştirmiştir. Ayrıca süreçte bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokul kademesinde uygulanmasında yönelik belirlenen problemlere ve odaklanılan alanlara yönelik mesleki gelişim faaliyetleri ve müdahaleler gerçekleştirilmiştir. Tüm bu sürecin öğretmenler kendilerine yönelik katkısını ve kendi mesleki gelişimlerine etkisini yapılan görüşmelerde paylaşmıştır.

İlkokullarda bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanmasıyla ilgili eylem araştırması deneyimi sonucunda öğretmenler süreçte katılımcı öğretmen olmanın meslek gelişim ve disiplinler arası öğretim becerisi olmak üzere iki ana kategoride kendilerine katkısı olduğu ifade etmişlerdir. Öğretmenler başından sonuna kadar tüm süreç boyunca araştırmanın katılımcısı olarak bir mesleki gelişim, değişim ve gelişim süreci yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Öğretmenler süreçte bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokullarda uygulaması deneyimi yaşadıklarını, teoriyle uygulama sürecini bütünleştirerek STEM eğitimini daha iyi anladıklarını, uygulama deneyimi yaşadıklarını ve özellikle teknoloji ve mühendislikle boyutuna yönelik becerileri artık daha iyi anladıklarını ifade etmişlerdir. Öğretmenler sürecinin devam eden sürekli bir mesleki gelişim faaliyeti olduğunu fark ettiklerini ve bu şekilde devam etmesi gerektiğini belirtmişlerdir. STEM/STEAM uygulamalarında disiplinler arası öğretimi gerçekleştirerek STEAM eğitimi daha iyi anlayıp kavramsallaştırdıklarını, özellikle mühendislik ve teknoloji kavramlarının bir etkinlikte doğasını, mühendislik ve teknolojiyle ilgili becerileri süreç sayesinde daha iyi anladıklarını ifade etmiştir.

Hernandez (2014) eylem araştırması sürecinde öğretmenlerin STEM eğitimiyle ilgili uygulamalı mesleki gelişim sürecinde test ettiği iki farklı mesleki gelişim modelinden daha çok işbirliği ve iletişim içeren ikinci modelin öğretmenlerin mesleki gelişiminde daha etkili olduğunu ortaya çıkararak eylem araştırması sürecinin öğretmenlerin mesleki gelişimine katkısı olduğunu belirtmiştir. Yine aynı şekilde Cantu (2015) öğretmenlerin öz değerlendirme ve yansıtmanın yapıldığı STEM uygulama süreçlerinde yer almalarının bütünleşik STEM etkinliklerini oluşturma, değerlendirme ve geliştirmelerine yardımcı olduğunu ve öğretmenlerin öz yeterliklerinin bu konuda anahtar rol oynadığını ortaya çıkarmıştır. Bonner (2012) ise yine öğretmenlerin eylem araştırması sürecinde rol almalarının yetkinliklerini artırdığını, öğrencilerin yüksek beklentilerini karşılamada kendilerini daha yetkin hissettiklerini ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak alanyazında araştırmalar (Darling-Hammond ve diğerleri, 2009; Flores, 2005; Fogarty, 1991; Guskey, 2000, 2003; Heller ve diğerleri, 2012; Hurley, 2001; Knowles, 1990; Lantz, 2009; Motel, 2010; Porter ve diğerleri, 2001; NGSS, 2013; NRC, 2013; Neil-Burke, 2016) göstermektedir ki öğretmenlere kendi uygulamalarını gerçekleştirme, yansıtma yapma ve uzmanlarla işbirliği yapma fırsatı sağlandığında uygulamaları konusunda bilgi

ve yetkinlik kazanmaktadır. Öğretmenlerin süreç sonunda STEM eğitimine yönelik algılarının değiştiğini, özyeterlik inançlarını artırdığını belirten çalışmalar (Nadelson ve diğerleri, 2013; Nadelson ve Seifert, 2017; Rich ve diğerleri, 2017) yer almaktadır.

Dejanette (2012) bütünlük STEM eğitimiyle ilgili ortaokul ve ortaöğretim kademesi için birçok girişim ve uygulamanın olduğunu fakat ilkökuller kademesindeki öğrenci ve öğretmenleri için bu durumun söz konusu olmadığını ifade etmiştir. Bu nedenle gerçekleştirilen eylem araştırmasıyla ilkökuller kademesine özgü uygulamalar gerçekleştirilerek, STEM/STEAM eğitiminin ilkökullerde yaygınlaşması için katkı sağlanmıştır. Diğer bir katkısı ise yukarıda ifade edildiği gibi öğretmenlere disiplinler arası öğretim becerisi kazandırmasıdır. STEM uygulamaları sayesinde öğretmenler bir etkinlikte birden çok disiplinli bütünlükleştirerek birçok disiplinle ilgili kazanım ve becerileri öğrencilerine kazandırabilmektedir. Alanyazında öğretmenlerin deneyimlerini destekler nitelikte öğretmenlerin eylem araştırması sürecine katılarak mesleki gelişim süreci yaşamalarının onların kendilerine özgü bütünlük STEM uygulamaları geliştirmelerine olanak sağladığını (Garet ve diğerleri, Suovitz ve Turner, 2000, Ring, 2017) ortaya koyan çalışmalar yer almaktadır.

Sonuç olarak ilkökullerde sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirilen eylem araştırması süreci katılımcı öğretmenlere bütünlük STEM/STEAM etkinliklerinin sınıflarında başarılı bir şekilde planlayıp uygulanması hususunda önemli katkılar sağladığı ortaya çıkmıştır. Süreçte teorik STEM/STEAM eğitimiyle, uygulamayı ilkökuller kademesinde birleştirme kendilerine özgü stratejiler geliştirme olanağı elde etmişlerdir. İlkokuller kademesinde etkinliklerin planlanması ve uygulanmasında tecrübe edilen engeller ve öğretmenlerin ihtiyaçları belirlenmiştir. Bu bulgular ışığında Türkiye’de ilkökuller kademesinde bütünlük STEM/STEAM eğitimiyle ilgili daha birçok çalışmanın yapılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

ÖNERİLER

İlkokul düzeyinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin başarılı bir şekilde uygulanması için süreçte nelerin yapılması gerektiği, öğretmenlerin nelere ihtiyaç duyduğu ve sürecin öğretmenlere etkisini öğretmenlerin sınıflarında uygulama yapmadan bilemeyiz. Sınıf öğretmenleriyle gerçekleştirilen bu katılımcı eylem araştırması sürecinde elde edilen bulgular ışığında, özellikle ilkokullarda uygulamalara ve ileri düzeydeki araştırmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

7.1. Uygulamalara Yönelik Öneriler

1. Bütünleşik STEM/STEAM eğitiminin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi için ilkokul kademesinde ilgili tüm paydaşlarla işbirliği yapılabilir.
2. Teknoloji ve mühendislik kavramlarının doğası ve ilkokul kademesinde bu kavramların ne ifade ettiğine yönelik sınıf öğretmenlerine mesleki gelişim olanakları sağlanabilir.
3. İlkokul kademesindeki STEM etkinliklerinde sanat boyutu, kesinlikle, diğer disiplinlerle (STEAM) bütünleştirilerek etkinliklerin gerçekleştirilmesi gereklidir.
4. İlkokullarda bütünleşik STEM/STEAM eğitime ve disiplinler arası öğretime yönelik sınıf öğretmenlerine sürekli mesleki gelişim faaliyetleri sağlanabilir.
5. Sınıf bazlı uygulamaların yanında etkinliklerin daha kolay ve etkili bir şekilde uygulanabilmesi için STEM eğitiminin doğasına uygun tamamen STEM/STEAM öğretim programları odaklı ilkokullar açılabilir.
6. İlkokul öğretim programları bütünleşik STEM/STEAM eğitime göre öğretmenlere yardımcı olacak, öğrencilere 21. yy becerilerini kazandıracak şekilde güncellenebilir.
7. İlkokul kademesine özgü teknoloji ve mühendislik öğretim programları hazırlanarak yürürlüğe konabilir.

8. Öğretmenlerin tecrübe ettikleri güçlüklerin ortadan kaldırılması amacıyla çalışmalar yapılabilir.
9. K-12 düzeyinde hâkim olan sınav ve yarışma odaklı eğitim anlayışı yerine eğitimin temel amacı olan öğrencilerin kendilerini gerçekleştirebilecekleri, onları hayata hazırlayan öğrenme ortamları sağlanabilir.
10. Etkinliklerin planlama süreci öğretmenleri zorladığından Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında her tema için örnek bir bütünleşik STEM/STEAM etkinliği verilebilir.
11. Etkinlikleri sınıflarında uygulamak isteyen öğretmenlere araç-gereç ve malzeme desteği sağlanabilir.
12. Bütünleşik STEM/STEAM eğitimiyle ilgili bakanlık ya da il, ilçe milli eğitim müdürlüğü bünyesinde STEM eğitimi alanında uzman personel görevlendirilerek ya da destek ofisi kurularak, öğretmenlere aktif destek verilebilir.
13. Öğrencilere somut materyaller kullanılarak el becerilerinin gelişimine yönelik etkinliklere okullarda daha fazla yer verilebilir.

7.2. İleri Eylem Araştırmalarına Yönelik Öneriler

Gerçekleştirilen katılımcı eylem araştırması süreci, ilkokul kademesinde bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin uygulanmasıyla ilgili olarak yeni eylem araştırmaları yapılması gerekliliğini doğurmuştur.

1. Bütünleşik STEM/STEAM etkinliklerinin ilkokullarda farklı sınıf seviyelerinde uygulanmasına yönelik eylem araştırmaları gerçekleştirilebilir.
2. İlkokul kademesinde teknoloji ve mühendislik boyutunun bütünleştirilmesiyle ilgili yeni eylem araştırmaları gerçekleştirilebilir.
3. Teknoloji ve mühendislik boyutuna yönelik başka müdahaleler ve mesleki gelişim faaliyetleri gerçekleştirilerek bunların etkisinin gözlemlendiği,

sadece bu disiplinlere odaklanan daha derinlemesine eylem araştırmaları gerçekleştirilebilir.

4. STEAM disiplinlerine ilkokul kademesinde ilgili başka disiplinlerin (dil, sosyal, vs.) de bütünlüştirilmesine yönelik disiplinler arası öğretime yönelik çalışmalar yapılabilir.
5. İlkokul kademesinde TA>SM>EA ve E>TA>SM>EA yöntemlerinin yanında sınıf öğretmenlerine bütünlüşik STEM/STEAM etkinliklerinin planlanması ve uygulanmasında yeni yöntem ve stratejiler geliştirilebilir. Bu yöntemlerin etkililiği karşılaştırılabilir.
6. Sanat boyutunun ilkokul kademesinde bütünlüştirilmesiyle ilgili ne tür yaklaşımların daha etkili olduğuna yönelik araştırmalar yapılabilir.
7. Etkinliklerin öğrenci seviyesine uyarlanması için kullanışlı yöntem ve stratejilere yönelik araştırmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

Akgündüz, D. (2016). *STEM'i Rahat Bırakın: Türkiye'de STEM Adına Yapılan Hatalar ve Öneriler*. <http://www.egitimpedia.com/stemi-rahata-birakin-turkiyede-stem-adina-yapilan-hatalar-ve-oneriler/#> adresinden 14.11.2017 tarihinde edinilmiştir.

Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan-Sayı, A., & Türk, Z. (2015). *STEM Eğitimi Çalıştay Raporu*. https://www.researchgate.net/profile/Devrim_Akgunduz/publication/285206764_IAU_STEM_Egitimi_Calistay_Raporu_Turkiye_STEM_Egitimi_Uzerine_Kapsamli_Bir_Degerlendirme adresinden 06.12.2017 tarihinde edinilmiştir.

Alumbaugh, K. M. (2015). *The Perceptions of Elementary STEM Schools in Missouri* (Order No. 10031817). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1774372918). <https://search.proquest.com/docview/1774372918?accountid=15725> adresinden 14.11.2017 tarihinde edinilmiştir.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1990). *Science for all Americans*. <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm> adresinden 27.12.2017 tarihinde edinilmiştir.

American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1993). *Benchmarks for Science Literacy*. Newyork: Oxford Universty Press.

Anwar, T. (2017). *Design-based Online Teacher Professional Development To Introduce Integration of STEM in Pakistan* (Order No. 10253734). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1883870059). <https://search.proquest.com/docview/1883870059?accountid=15725> adresinden 07.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

- Archer, L., DeWitt, J., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2012). "Balancing Acts": Elementary School Girls' Negotiations of Femininity, Achievement and Science. *Science Education*, 96(6), 967-989.
- Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F., & Prime, G.M. (2012). Supporting STEM Education in Secondary Science Contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 6(2), 85-125.
- Aslan-Tutak, F., Akaygün, S., & Tezesen, Ş. (2017). İşbirlikli FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Eğitimi Uygulaması: Kimya ve Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklarının İncelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2017027115>
- Aşık, G., Küçük, Z. D., Helvacı, B., & Corlu, M. S. (2017). Bütünleşik Öğretmenlik Projesi: Öğretmen Eğitimine Sürdürülebilir Bir Yaklaşım. *Turkish Journal of Education (TURJE)*, 6(4), 200-213. <https://doi.org/10.19128/turje.332731>
- Aydın, G., Saka, M., & Guzey, S. (2017). 4-8. sınıf öğrencilerinin STEM tutumlarının incelenmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 787-802. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.290319>
- Bagiati, A., Yoon, S.Y., Evangelou, D., & Ngambe-ki, I. (2010). Engineering Curricula in Early Education: Describing The Landscape of Open Resources. *Early Childhood Research & Practice*. 12(2), 1-22.
- Bahar, M., Yener, D., Yılmaz, M., Emen, H., & Gürer, F. (2018). 2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı Kazanımlarındaki Değişimler ve Fen Teknoloji Matematik Mühendislik (STEM) Entegrasyonu. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 702-733.
- Baltacı, A. (2017). Nitel Veri Analizinde Miles-Huberman Modeli. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-15.

- Barak, M. (2012). Teaching Engineering and Technology: Cognitive, Knowledge and Problem-solving Taxonomies. *Journal of Engineering, Design, and Technology*, 11(3), 316-333.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of Integrative Approaches Among Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Subjects on Students' Learning: A Preliminary Meta-analysis. *Journal of STEM Education*, 12(5), 23-38. <https://doi.org/10.1037/a0019454>
- Berg, B. (2001). *Qualitative Research Methods for the Social Sciences* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Bergold, J., & Thomas, S. (2012). Participatory Research Methods: A Methodological Approach in Motion. *Forum: Qualitative Social Research*, 13(1). <https://doi.org/10.17169/FQS-13.1.1801>
- Bonner, C. L. (2012). *An Exploration into Increasing Teacher Self-Efficacy Through Participation in Action Research* (Order No. 3503021). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (998964083). <https://search.proquest.com/docview/998964083?accountid=15725>
adresinden 06.06.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Bozan, M. A., & Anagün, S. Ş. (2019). Sınıf Öğretmenlerinin STEM Odaklı Mesleki Gelişim Süreçleri: Bir Eylem Araştırması. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(1), 279-313. <https://doi.org/10.18039/ajesi.520851>
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Karar Verme Becerisi, Bilimsel Süreç Becerileri ve Sürece Yönelik Algularına Etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Breiner, J. M., Harkness, S.S., Johnson, C.C., & Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 11(-), 3-11.

<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00985.x>

Bruce-Davis, M. N., Gubbins, E. J., Gilson, C. M., Villanueva, M., Foreman, J. L., & Rubenstein, L. D. (2014). STEM High School Administrators', Teachers', and Students' Perceptions of Curricular and Instructional Strategies and Practices. *Journal of Advanced Academics*, 25(3), 272-306. <https://doi.org/10.1177/1932202X14527952>

Burrows, A., Lockwood, M., Borowczak, M., Anak, E., & Barber, B. (2018). Integrated STEM: Focus on Informal Education and Community Collaboration through Engineering. *Education Sciences*, 8(4), 1-15.

Bushweller, K. (2008). Where Are the 'T' and 'E' in STEM?. *Education Week*, 2(1), 28-29. <https://www.edweek.org/dd/articles/2008/06/09/01quicktips.h02.html>
adresinden 20.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Bybee, R. W. (2010a). Advancing STEM Education: A 2020 Vision, Technology and Engineering Teacher. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.

Bybee, R. W. (2010b). *What Is STEM Education?* *Science*, 5995(329), 996. <https://doi.org/10.1126/science.1194998>

Bybee, R. W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: National Science Teachers Association.

Bybee, R. W., & Fuchs, B. (2006). Preparing the 21st Century Workforce: A New Reform in Science And Technology Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(4), 349-352.

Byrd, L. S. (2019). *A Study of An Arts Integration Curriculum And Its Impact On Academic Achievement* (Order No. 13815226). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2211416541). <https://search.proquest.com/docview/2211416541?accountid=15725> adresinden 05.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

California Department of Education (CDE). (2014). *Science, Technology, Engineering and Mathematics*. <http://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/stemintrod.asp> adresinden 22.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. (2006). The Effects of Engineering Modules on Student Learning in Middle School Science Classrooms. *Journal of Engineering Education*, 95(4) 301-309. doi: 10.1002/j.2168-9830.2006.tb00905.x

Cantu, D. V. (2015). *Applying Reflection and Self-assessment Practices to Integrative Stem Lessons: A Design-based Research Study to Develop an Instrument for Elementary Practitioners* (Order No. 3663135). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1688919632). <https://search.proquest.com/docview/1688919632?accountid=15725> adresinden 13.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Caplan, S., Baxendale, H., & Le Feuvre, P. (2016). *Making STEM a Primary Priority: Practical Steps to Improve the Quality of Science and Mathematics Teaching in Australian Primary Schools*. <https://www.pwc.com.au/pdf/making-stem-a-primaiy-priority.pdf> adresinden 01.06.2018 tarihinde edinilmiştir.

Carr, R. L., Bennett IV, L. D., & Strobel, J. (2012). Engineering in the K-12 STEM Standards of the 50 USA States: An Analysis of Presence and Extent. *Journal of Engineering Education*, 101(3), 539-564.

Catterall, J. S., Dumais, S. A., & Hampden-Thompson, G. (2012). *The Arts and*

Achievement in at Risk Youth: Findings from Four Longitudinal Studies.
Washington, DC: National Endowment for the Arts.

Cavanagh, S. (2008). Where is the 'T' in STEM? *Education Week*, 27(30), 17-19.

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

Chappell, S. V., & Cahnmann-Taylor, M. (2013). No Child Left with Crayons: The Imperative of Arts-based Education and Research with Language Minority and Other Minoritized Communities. *Review of Research in Education*, 37(-), 243-268. <https://doi.org/10.2307/24641963>

Childress, V. W. (1996). Does Integration Technology, Science, and Mathematics Improve Technological Problem Solving: A Quasi-Experiment. *Journal of Technology Education*, 8(1), 16-26.

Chiu, A., Price, A., & Ovrachim, E. (2015). Supporting Elementary and Middle School STEM Education at the Whole School Level: A Review of the Literature. Chicago: Narst 2015 Annual Conference. https://www.msichicago.org/fileadmin/assets/educators/science_leadership_initiative/SLI_Lit_Review.pdf adresinden 11.12.2017 tarihinde edinilmiştir.

Cole, D. (2014). *Why We Need the "A" in STEAM.* <https://www.common sense.org/education/blog/qa-with-david-cole-why-we-need-the-a-in-steam> adresinden 30.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Crotty, E. A. (2018). *Understanding The Ways in Which Teacher Leadership Teams Influence STEM Integration in Emerging STEM Schools* (Order No. 10838553). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2108990126).

<https://search.proquest.com/docview/2108990126?accountid=15725>
adresinden 14.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Culella, N. A. (2017). *STEM vs. Non-STEM Teacher Perception and Integration of Technology Among Gifted and Talented Populations* (Order No. 10279538). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1934393668).

<https://search.proquest.com/docview/1934393668?accountid=15725>
adresinden 29.06.2018 tarihinde edinilmiştir.

Cunningham, C. M., Knight, M. T., Carlsen, W. S., & Kelly, G. (2007). Integrating Engineering in Middle and High School Classrooms. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), 3-8.

Cunningham, C., & Hester, K. (2007). Engineering Elementary: An Engineering and Technology Curriculum for Children. In *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*. Honolulu. https://www.eie.org/sites/default/files/research_article/research_file/ac2007full8.pdf adresinden 09.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Çınar, S., Pırasa, N., & Sadoğlu, G. P. (2016). Views of Science and Mathematics Preservice Teachers Regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research*, 4(6), 1479-1487. <https://doi.org/10.13189/ujer.2016.040628>

Çınar, S., Pırasa, N., Uzun, N., & Erenler, S. (2016). The Effect of Stem Education on Pre-Service Science Teachers' Perception of Interdisciplinary Education. *Journal of Turkish Science Education*, (Special issue), 119-141. <https://doi.org/10.12973/tused.10175a>

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). FeTeMM Eğitimi ve Alan Öğretmeni Eğitimine Yansımaları. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.

Daugherty, M. K., Carter, V., & Swagerty, L. (2014). Elementary STEM Education: The Future for Technology and Engineering Education?.

Journal of STEM Teacher Education, 49(1), 4555.

Davis, M. (2015). *Administrators' Perceptions of STEM Education and Their Influence on Classroom Practices in Louisiana Schools* (Order No. 3664525). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1744831039).

<https://search.proquest.com/docview/1744831039?accountid=15725>

adresinden 14.02.2018 tarihinde edinilmiştir.

DeJarnette, N. K. (2012). America's Children: Providing Early Exposure to STEM (Science, Technology, Engineering And Math) Initiatives. *Education*, 133(1), 77-84.

Dennis, R. H. (2014). The STEM Initiative: Constraints and Challenges (Green, S. L., Eds.), *STEM Education: How to Train 21st Century Teachers*. Newyork: Nova Publishers.

Desimone, L. M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199.
<https://doi.org/10.3102/0013189X08331140>

Dick, B. (1993). *You Want to Do an Action Research Thesis?*
<http://www.aral.com.au/resources/arthesis.html> adresinden 10.10.2017 tarihinde edinilmiştir.

Dick, B. (2014). Reliability (Coghlan, D., & Broyd-Miller, M., Eds.). *Sage Encyclopedia of Action Research* (pp. 683-685). London: SAGE Publications.

Dick, B. (2014). Validity (Coghlan, D., & Broyd-Miller, M., Eds.). *Sage Encyclopedia of Action Research* (pp. 803-805). London: SAGE Publications.

Donnelley Smith, A. R. (2018). *Self-efficacy of Early Childhood Teachers in*

Science, Technology, Engineering and Mathematics (Order No. 13420105). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2158966856).

<https://search.proquest.com/docview/2158966856?accountid=15725>
adresinden 22.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Drake, S. M. (1991). How Our Team Dissolved the Boundaries. *Educational Leadership*, 49(2), 20-22.

Drake, S. M. (1998). *Creating Integrated Curriculum: Proven Ways to Increase Student Learning*. Thousand Oaks, CA: Corwin.

Drake, S., & Burns, R. C. (2004). *Meeting Standards Through Integrated Curriculum*. Virginia: Association for Supervision and Curriculum.

Dugger, J., W. E. (2011). *Evolution of STEM in the United States*.
<http://www.iteaconnect.org/Resources/PressRoom/AustraliaPaper.pdf>
adresinden 31.05.2018 tarihinde edinilmiştir.

Ejiwale, J. (2013). Barriers to Successful Implementation of STEM Education. *Journal of Education and Learning*, 7(2),63-74.

Elliott, J. (2001). *Action Resarch for Educational Change*. Buckingham: Open Universty Press.

Elliott, J. (2007). Assessing The Quality of Action Research. *Research Papers in Education*, 22(2), 229-246.
<https://doi.org/10.1080/02671520701296205>

English, L. D., King, D., & Smeed, J. (2017). Advancing Integrated STEM Learning Through Engineering Design: Sixth-grade Students' Design and Construction of Earthquake Resistant Buildings. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 255-271.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2016.1264053>

- Epstein, D., & Miller, R. T. (2011). Slow off the Mark: Elementary School Teachers and the Crisis in STEM Education. *The Education Digest*, 77(May), 4-10.
- Ercan, S. (2014). *Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitimi*. Doktora tezi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 3(3), 43. <https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.L4c3s3m>
- Estapa, A. T., & Tank, K. M. (2017). Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge. *International Journal of STEM Education*, 4(6), 2-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0058-3>
- Feldman, A. (2007). Validity and Quality in Action Research. *Educational Action Research*, 75(1), 21-32. <https://doi.org/10.1080/09650790601150766>
- Fogarty, R. (1991). Ten Ways to Integrate Curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 61-65.
- Forbes, E. R. T. (2017). *Steam Education in High School and Beyond: A Quantitative Investigation Of Arts And Stem Using The High School Longitudinal Study of 2009*. University of Houston. <https://search.proquest.com/pqdtglobal/docview/1946674231/47463D2B82724F41PQ/2?accountid=15725> adresinden 22.02.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Foster, P. (1994). Must we MST? *Journal of Technology Education*, 6(1), 76-84.

- Froyd, J. E., Wankat, P. C., & Smith, K. A. (2012). Five Major Shifts in 100 Years of Engineering Education. *Proceedings of the IEEE*, 100(-), 1344-1360. <https://doi.org/10.1109/JPROC.2012.2190167>
- Gann, C., & Carpenter, D. (2018). STEM Teaching and Learning Strategies of High School Parents with Homeschool Students. *Education and Urban Society*, 50(5), 461-482. <https://doi.org/10.1177/0013124517713250>
- Ghanbari, S. (2014). *Integration of the Arts in STEM: A Collective Case Study of Two Interdisciplinary University Programs* (Order No. 3626635). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1557734683). <https://search.proquest.com/docview/1557734683?accountid=15725> adresinden 13.01.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Gjovik, K. P. (2013). *Determining Factors That Serve as Barriers to integrative STEM Methodology Implementation in K-12 Schools* (Order No. 3604673). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1476901379). <https://search.proquest.com/docview/1476901379?accountid=15725> adresinden 23.05.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research*. Chicago: Aldine.
- Glesne, C. (2014). *Nitel Araştırmaya Giriş*. (Ersoy, A., & Yalçınoğlu, P., Eds.). (4. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. j. (2012). *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM): A Primer* (Report). https://www.ccc.edu/departments/Documents/STEM_labor.pdf adresinden 02.02.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Goodnough, K., Pelech, S., & Stordy, M. (2014). Effective Professional Development in STEM Education: The Perceptions of Primary/Elementary Teachers. *Teacher Education and Practice*, 27(2-3),

402-423.

Gökbayrak, S. (2017). *Fen Teknoloji Mühendislik ve Matematik (STEM) Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının STEM Farkındalık Düzeyleri, Entegre STEM Öğretimi Yönelimi ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisinin İncelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Van.

Guskey, T. R. (2003). What Makes Professional Development Effective? *Phi Delta Kappan*, 84(10), 748-750.
<https://doi.org/10.1177/003172170308401007>

Gülgün, C., Yılmaz, A., & Çağlar, A. (2017). Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM Etkinliklerinde Bulunması Gereken Nitelikler Hakkında Öğretmen Görüşleri. *Journal of Current Researches on Social Sciences (JoCReSS)*, 7(1), 460-475.

Gülhan, F. (2016). *Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik Entegrasyonunun (STEM) 5. Sınıf Öğrencilerinin Algı, Tutum, Kavramsal Anlama ve Bilimsel Yaratıcılıklarına Etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Gültekin, G. G. (2007). Yetişkin Eğitimi Bilimi Işığında Mesleki Eğitim. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 2(1), 1-14.
<http://dergipark.gov.tr/download/article-file/186021>

Gültekin, M., & Çubukçu, Z. (2008). İlköğretim Öğretmenlerinin Hizmetiçi Eğitimine İlişkin Görüşleri. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 19(-), 185-200.

Gürgür, H. (2005). *Kaynaştırma Uygulamasının Yapıldığı İlköğretim Sınıfında İşbirliği İle Öğretim Yaklaşımının İncelenmesi*. Doktora tezi. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Gürgür, H. (2016). Eylem Araştırması. (Saban, A., & Ersoy, A., Eds.). *Eğitimde Nitel Araştırma Desenleri*. (1. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.

- Hacıoğlu, Y. (2016). *Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Eğitimi Temelli Etkinliklerin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Eleştirel ve Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Hacömerioğlu, G. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Öğretimi Yönelim Düzeylerinin İncelenmesi. *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(1), 183-194. <https://doi.org/10.15345/iojes.2018.01.014>
- Harlow, D. B., Nylund-Gibson, K., Iveland, A., & Taylor, L. (2013). Secondary Students' Views about Creativity in the Work of Engineers and Artists: A Latent Class Analysis. *Creative Education*, 4(5), 315-321. <https://doi.org/10.4236/ce.2013.45047>
- Harrison, M. (2011). Supporting T and the E in STEM: 2004-2010. *Design and Technology Education*, 16(1), 17-25.
- Heckman James, J. (2008). *Schools Skills and Synapses*. Washington, DC: National Bureau of Economic Research.
- Henry, C., & Kemmis, S. (1985). A Point-by-Point Guide to Action Research for Teachers. *The Australian Administrator*, 6(4), 1-4.
- Hernandez, J. F. (2014). *The Implementation of an Elementary STEM Learning Team and the Effect On Teacher Self-efficacy: An Action Research Study* (Order No. 3629315). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1561549738). <https://search.proquest.com/docview/1561549738?accountid=15725> adresinden 17.01.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Herry, K., & Anderson, G. L. (2005). *The Action Research Dissertation: A Guide for Students and Faculty*. California: SAGE Publications.
- Herschbach, D. (2009). *Technology Education: Foundations and Perspectives*.

Homewood: American Technical Publishers Inc.

Hom, E. J. (2014). *What is STEM Education?*

<https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>

adresinden 17.06.2018 tarihinde edinilmiştir.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM Integration in K-12 Education*. Washington: The National Academies Press.

International Technology Education Association (ITEA). (1996). *Technology for All Americans: A Rationale and Structure for the Study of Technology*. Reston, VA.

Johnson, A. P. (2002). *A Shortguide to Action Research*. Boston: Allyn ve Bacon.

Johnson, A. P. (2015). *Eylem Araştırması El Kitabı*. (Uzuner, Y., & Anay-Özten, M., Eds.). (2. baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.

Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E., & Moore, T. J. (2016). *STEM Roadmap: A Framework for Integrated STEM Education*. New York: Routledge.

Karaesmen, E. (2010). *Mühendislik İçinde Sanat Vardır*. http://www.imo.org.tr/resimler/dosya_ekler/e1616a7c38248f5_ek.pdf?dergi=137 adresinden 22.02.2018 tarihinde edinilmiştir

Karahan, E., Canbazoğlu Bilici, S., & Unal, A. (2015). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (FeTeMM) Eğitimine Medya Tasarım Süreçlerinin Entegrasyonu. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 15(60), 221-240. <https://doi.org/10.14689/ejer.2015.60.15>

Karasar, N. (2009). *Bilimsel Araştırma Yöntemi: Kavramlar, İlkeler, Teknikler*. (20. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Kelley, T. R., & Knowles, Jg. J. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 5(11), 1-11.

<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *The Action Research Planner* (3rd ed.). Geelong: Deakin Universty Press.

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2000). Participatory Action Research. In *Handbook of Qualitative Research*. [https://doi.org/10.1016/S0031-9406\(05\)61288-6](https://doi.org/10.1016/S0031-9406(05)61288-6)

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2005). Participatory Action Research: Communicative Action and The Public Sphere (Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S., Eds.). (3rd ed.). *The Sage Handbook of Qualitative Research*. London: Sage.

Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging Students in STEM Education. *Science Education International*, 25(3), 246-258.

Knowles, J. G. (2017). *Impacts of Professional Development in Integrated STEM Education on Teacher Self-Efficacy, Outcome Expectancy, and STEM Career Awareness* (Order No. 10270934). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1933320146). <https://search.proquest.com/docview/1933320146?accountid=15725> adresinden 18.01.209 tarihinde edinilmiştir.

Knowles, M. S. (1990). *The Adult Learner: A Neglected Species (Building Blocks of Human Potential)*. Houston, TX: Gulf Publishing Co.

Knowles, M. S., Elwood, H. F., & Richard Swanson A. (2015). *The Adult Learner* (8th ed.). New York: Routledge.

Korkmaz, H., & Kaptan, F. (2001). Fen Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(-), 193-200.

Koyunlu-Ünlü, & Dökme, İ. (2017). Özel Yetenekli Öğrencilerin FeTeMM'in

Mühendisliği Hakkındaki İmajları. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 196-204.

Kurup, P. M., Brown, M., Powell, G., & Li, X. (2017). Future Primary Teachers' Beliefs, Understandings and Intentions to Teach STEM. *IAFOR Journal of Education*, 5(-), 161-177.

Lachapelle, C. P., & Cunningham, C. M. (2014). *Engineering in Elementary Schools*.

https://www.researchgate.net/profile/Cathy_Lachapelle/publication/279930977_Engineering_in_Elementary_Schools/links/56e03efc08ace77a15fe8fb2.pdf adresinden 29.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

LaMore, R., Root-Bernstein, R., Root-Bernstein, M., Schweitzer, J. H., Lawton, J. L., Roraback, E., ... Fernandez, L. (2013). Arts and Crafts: Critical to Economic Innovation *Economic Development Quarterly*, 27(3), 221-229. <https://doi.org/10.1177/0891242413486186>

Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The Benefits of Integrating The Arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20(-), 547-552. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2013.09.317>

Luna, A. (2015). *Embracing the Challenge of Growing the "T" in STEM and its Role in Teaching and Learning: A Case Study* (Order No. 3722882). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1728322658). <https://search.proquest.com/docview/1728322658?accountid=15725> adresinden 06.05.2018 tarihinde edinilmiştir.

Marallo, L. A. (2014). *Integrating Art + STEM: An Exploratory Study of Three Science Centers* (Order No. 1563027). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1566484705). <https://search.proquest.com/docview/1566484705?accountid=15725> adresinden 12.02.2018 tarihinde edinilmiştir.

Margot, K. C., & Kettler, T. (2019). Teachers' Perception of STEM Integration

and Education: A Systematic Literature Review. *International Journal of STEM Education*, 6(2), 2-16. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0151-2>

Maryland State Department of Education. (2012). *Maryland State STEM Standards of Practice K-5*. http://mdk12.org/instruction/academies/MDSTEM_Framework_GradesK-5.pdf adresinden 02.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

McClain, M. L. (2015). *The Effect of STEM Education on Mathematics Achievement of Fourth-Grade Underrepresented Minority Students* (Order No. 3723284). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1728919094). <https://search.proquest.com/docview/1728919094?accountid=15725> adresinden 13.12.2018 tarihinde edinilmiştir.

McNiff, J., Lomax, P., & Whitehead, J. (2002). *You and Your Action Research Project*. London: Routhledge.

Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary Students' Perceptions of Assessments in Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM). *EURASIA Journal of Mathematics, Science, Technology Education*, 10(3), 219-227.

Merriam, S. B. (2015). *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*. (Turan, S., Eds). (3. baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Mertler, C. (2014). *Action Research: Improving Schools and Empowering Educators*. (4th ed.). California: SAGE Publications.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: An Expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2016). *STEM Eğitimi Raporu*. http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf adresinden 31.12.2017 tarihinde edinilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2017). *Müfredatta Yenileme ve Değişiklik Çalışmalarımız Üzerine*.

https://ttkb.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2017_07/18160003_basin_aciklamasi-program.pdf adresinden 14.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı*. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden 19.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Görsel Sanatlar Dersi Öğretim Programı*. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden 19.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Matematik Dersi Öğretim Programı*. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden 19.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *Sosyal Bilgiler Dersi Öğretim Programı*. Ankara. <http://mufredat.meb.gov.tr/Programlar.aspx> adresinden 19.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Mills, G. E. (2014). *Action Research: A Guide for the Teacher Researcher*. Action Research. London: Pearson.

Moore T., & Richards L. G. (2012). P-12 Engineering Education Research and Practice. *Introduction to a Special Issue of Advances in Engineering Education*, 3(2), 1-9.

Moore, T. J., & Smith, K. A. (2014). Advancing the State of the Art of STEM Integration. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 15(1), 5-10.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H.-H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and Integration of Engineering in

K-12 STEM Education (Purzer, S., Strobel, J., & Cardella, M., Eds.)
In *Engineering in Pre-College Settings*. West Lafayette: Padue Press.

Moore, T., Tank, K., Glancy, A., & Gajdzik, E. (2017). *Implementing K-12 Engineering Standards Through STEM Integration: An Executive Summary of the Products and Research*.
https://pdfs.semanticscholar.org/3c35/571c7c53a1fb6aa320772eabf9930b5b6a08.pdf?_ga=2.25692925.172404419.1561911693-385463910.1561911693 adresinden 12.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Morrison, J. (2006). *TIES STEM Education Monograph Series, Attributes of STEM Education*. Baltimore, MD: TIES.

Morton, M. K. (2005). Practicing Praxis: Mentoring Teachers in a Low Income School Through Collaborative Action Research and Transformative Pedagogy. *Mentoring and Tutoring*, 13(1), 53-72.

Murphy, S., Macdonald, A., Danaia, L., & Wang, C. (2019). An analysis of Australian STEM education strategies. *Policy Futures in Education*, 77(2), 122-139. <https://doi.org/10.1177/1478210318774190>

Nadelson, L. S., & Seifert, A. L. (2017). Integrated STEM Defined: Contexts, challenges, and the future. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 221-223. <https://doi.org/10.1080/00220671.2017.1289775>

Nadelson, L. S., Callahan, J., Pyke, P., Hay, A., Dance, M., & Pfiester, J. (2013). Teacher STEM Perception and Preparation: Inquiry-Based STEM Professional Development for Elementary Teachers. *The Journal of Educational Research*, 106(2), 157-168.
<https://doi.org/10.1080/00220671.2012.667014>

National Academy of Engineering (NAE), & National Research Council (NRC). (2009). *Engineering in K-12 Education Understanding the Status and Improving the Prospects*(Katehi, L., Pearson, G., & Feder, M., Eds.). Washington DC: National Academies Press.

- National Research Council (NRC). (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, D.C: National Academies Press.
- National Research Council (NRC). (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- Neil-Burke, M. B. (2016). *Toward the Design and Implementation of STEM Professional Development for Middle School Teachers: An interdisciplinary Approach*. Phd thesis. Morgan State University, Department of Advanced Studies & Leadership Policy, Maryland, USA.
- Next Generation of Science Standarts (NGGS). (2013). *Key Definitions Engineering Design in the Framework Engineering Design in Relation to Student Diversty*. <https://doi.org/10.17226/18290>
- Next Generation of Science Standarts (NGGS). (2013). *Science and Engineering Practices*. <https://doi.org/10.17226/18290>
- J. R. (2015). *Elementary Teachers Committed to Actively Teaching Science and Engineering*. PhD thesis. Southern Maine University, Public Policy, Maine, USA.
- Owens, D. B. (2014). *Elementary Teachers' Perceptions Of Science, Technology, Engineering and Mathematics Education in K-5 Schools* (Order No. 3708713). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1691866368). <https://search.proquest.com/docview/1691866368?accountid=15725>
adresinden 11.01.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Özbilen, A. G. (2018). STEM Eğitime Yönelik Öğretmen Görüşleri ve Farkındalıkları. *Bilimsel Eğitim Araştırmaları*, 2(1), 1-21.
- Öztürk, M. (2017). *İlkokul 4. Sınıf Öğretmenleri ve Öğrencilerinin FeteMM*

Eğitimine İlişkin Yeterlik İnançları ve Tutumlarının İncelenmesi. Yüksek lisans tezi. Ege Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Parker, C., Abel, Y., & Denisova, E. (2012). Urban Elementary STEM Initiative. *School Science and Mathematics*, 115(6), 292-301. <https://doi.org/10.1111/ssm.12133>

Paulson, P. C. (2005). *Modification of Attitudes of Elementary Preservice Teachers Toward Science and Science Teaching within the Elementary Science Methods Class*. (Order No. 3179351, Capella University). ProQuest Dissertations and Theses, , 179. <http://search.proquest.com/docview/305360078?accountid=458>. (305360078) adresinden 28.05.2018 tarihinde edinilmiştir.

Polnarieve, B. A., Jaafar, R., Hendrix, T., Morgan, H. P., Khethavath, P., & Idrissi, A. B. (2017). Nourishing STEM Student Success via a TEAM-Based Advisement Model. *International Journal of Higher Education*, 6(6), 31-43.

Posamentier, A. S. & Maeroff, G. I. (2011). *Let's Conquer Math Anxiety*. <http://www.newsday.com/opinion/oped/let-s-conquer-math-anxiety-1.3158289> adresinden 07.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Prentiss Bennett, J. M. (2016). *An Investigation of Elementary Teachers' Self-Efficacy for Teaching Integrated Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education* (Order No. 10137835). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1819538425). <https://search.proquest.com/docview/1819538425?accountid=15725> adresinden 22.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

President's Council of Advisors on Science and Technology. (2010). *Report To The President Prepare And Inspire: K-12 Education in Science, Technology, Engineering and Math (STEM) for America's Future*. <http://www.whitehouse.gov/ostp/pcast> adresinden 24.12.2017 tarihinde

edinilmiştir.

Rabalais, M. E. (2014). *STEAM: A National Study of The Integration of The Arts Into STEM Instruction And Its Impact On Student Achievement* (Order No. 3687702). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1669973460).

<https://search.proquest.com/docview/1669973460?accountid=15725>

adresinden 15.02.2018 tarihinde edinilmiştir.

Rich, P. J., Jones, B. L., Bellikov, O., & Perkins, M. (2017). Computing and Engineering in Elementary School: The Effect of Year-long Training on Elementary Teacher Self-efficacy and Beliefs About Teaching Computing and Engineering. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 1(1), -. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v1i1L6>

Riley, S. (2016). *Arts Enhancement, Integration STEAM Chart*. <https://s3.amazonaws.com/newsletterresources/enhance+integrate+steam+chart.pdf> adresinden 10.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Ring, E. A. (2017). *Teacher conceptions of integrated STEM education and how they are reflected in integrated STEM curriculum writing and classroom implementation* (Order No. 10283633). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1936066225). <https://search.proquest.com/docview/1936066225?accountid=15725> adresinden 22.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

Ritz, J. M., & Fan, S. C. (2015). STEM and Technology Education: International State of the Art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(-), 429-451. <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9290-z>

Roberts, A. S. (2013). *Preferred Instructional Design Strategies for Preparation of Pre-Service Teachers of Integrated STEM Education* (Order No. 3576657). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1464791223).

<https://search.proquest.com/docview/1464791223?accountid=15725>
adresinden 23.01.2018 tarihinde edinilmiştir.

- Sahin, A., Ayar, M. C., & Adiguzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenciler Üzerine Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.1.1876>
- Saito, T., Gunji, Y., & Kumano, Y. (2015). The Problem About Technology in STEM Education: Some Findings from Action Research on the Professional Development & Integrated STEM Lessons in Informal Fields. *K-12 STEM Education*, 1(2), 85-100. <https://doi.org/10.14456/K12STEMED.2015.16>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMAnia. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-27.
- Satchwell, R. E., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 4-16.
- Schoen, S. F., & Nolen, J. (2004). Action Research: Decreasing Acting-Out Behavior and Increasing Learning. *Teaching Exceptional Children*, 37(1), 26-29. <https://doi.org/10.1177/004005990403700103>
- Selener, J. D. (1992). *Participatory Action Research and Social Change: Approaches and Critique*. Phd thesis. Cornell University, Faculty of Graduate School, Michigan.
- Showalter, T. N. (2017). *STEAM Curriculum: Arts Education as An Integral Part Of Interdisciplinary Learning*. Research project. Messiah College, Curriculum and Instruction, Mechanicsburg, USA.
- Smith, A. R. (2018). *Self-efficacy of Early Childhood Teachers in Science, Technology, Engineering and Mathematics* (Order No. 13420105).

Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2158966856).
<https://search.proquest.com/docview/2158966856?accountid=15725>
adresinden 14.04.2018 tarihinde edinilmiştir.

Smith, J. & Karr-Kidwell, P. (2000). *The Interdisciplinary Curriculum: A Literary Review and A Manual for Administrators and Teachers*.
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf> adresinden 17.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Standish, N., Christensen, R., Knezek, G., Kjellstrom, W., & Bredder, E. (2016). The Effects of an Engineering Design Module on Student Learning in a Middle School Science Classroom. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 15(6), 156-174.

Stenhouse, L. (1975). *An Introduction to Curriculum Research and Development*. London: Heinemann.

Stohlmann, M. S., Roehrig, G. H., & Moore, T. J. (2014). *STEM Education: How to Train 21st Century Teachers*. (Green, S., Eds.). Newyork: Nova Publishers.

Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28-34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>

Sümen, Ö.Ö., & Çalışıcı, H. (2016). Pre-service Teachers' Mind Maps and Opinions on STEM Education Implemented in an Environmental Literacy Course, *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16(2), 459-476. <https://doi.org/10.12738/estp.2016.2.0166>

Şahin, A., Ayar, C. M., & Adıgüzel, T. (2014). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İçerikli Okul Sonrası Etkinlikler ve Öğrenci Üzerindeki Etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322. <https://doi.org/10.12738/estp.2014.L1876>

- Şen, C., (2018). *Öğretmen Adaylarının Entegre FETEMM Öğretimine Yönelimlerinin ve Teknolojiye Yönelik Tutumlarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.
- Tabaru, G. (2017). *İlkokul 4. Sınıf Öğrencilerine Fen Bilimleri Dersinde Uygulanan STEM Temelli Etkinliklerin Çeşitli Değişkenlere Etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Takunyacı, M., & Aydın, E. (2016). Açık Uçlu Sınavların Değerlendirilmesinde Grup Uyumu Modelindeki Değerlendirici Sayısı (Bildiri). *12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Trabzon.
- Tezesen, Ş. (2017). *Öğretmen Adaylarının FeTeMM Farkındalıklarının FETEMM Alanları Tanımları ve İlişkileri Üzerinden İncelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Boğaziçi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thomas, M. E. (2013). *The Effects of An Integrated S.T.E.M. Curriculum In Fourth Grade Students' Mathematics Achievement And Attitudes* (Order No. 3565696). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1413329612).
<https://search.proquest.com/docview/1413329612?accountid=15725>
 adresinden 19.02.2018 tarihind edinilmiştir.
- Timms, M., Moyle, K., Weldon, P., & Mitchell, P. (2018). *Challenges in STEM Learning in Australian Schools*. Camberwell, VIC: ACER.
- Türkiye Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (TUSİAD). (2014). *STEM Alanında Eğitim Almış İşgücüne Yönelik Talep ve Beklentiler Araştırması*. Yayın No. TUSİAD-T/2014,10-557
- Türkmenoğlu, H. (2014). Teknoloji ve Sanat İlişkisi ve Bir Dijital Sanat Örneği Olarak Instagram. *ULAKBİLGE*, 2(4), 88-100.
<https://doi.org/10.7816/ulakbilge-02-04-07>

- Uğurlu, H. (2008). Teknoloji Sanat İlişkisi: Günümüzde Teknolojik Sanatların Amacı. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(1), 247-260. <https://doi.org/10.12780/UUSBD27>
- Uştu, H., MentişTas, A., & Sever, B. (2016). Öğretmenlerin Mesleki Gelişime Yönelik Algılarına İlişkin Nitel Bir Araştırma. *Elektronik Mesleki Gelişim ve Araştırma Dergisi*, (1), 15-23. <https://doi.org/25.1234/0123456789>
- Uzuner, Y. (2005). Özel Eğitimden Örneklerle Eylem Araştırmaları. *Özel Eğitim Dergisi*, 6(2), 1-12.
- Vann, C. B. (2013). Pioneering a New Path for STEM Education. *Industrial Engineer*, 45(5), -.
- Vasquez, J. A., Sneider, C., & Comer, M. (2013). *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Portsmouth, Nh: Heinemann.
- Walton, M. (2012). *My View: Technology and Engineering, the Forgotten Part of STEM Education*. <https://edition.cnn.com/2012/02/02/us/my-view-technology-and-engineering-the-forgotten-part-of-stem-education/index.html> adresinden 03.02.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Wang, H. (2012). *A New Era of Science Education: Science Teachers' Perceptions and Classroom Practices of Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Integration* (Order No. 3494678). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (922637122). <https://search.proquest.com/docview/922637122?accountid=15725> adresinden 24.04.2018 tarihinde edinilmiştir.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM İntegration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>

- Watts, H. (1985). When Teachers Are Researchers, Teaching Improves. *Journal of Staff Development*, 6(2), 118-127.
- Whyte, W. W. (1989). Advancing Scientific Knowledge Through Participatory Action Research. *Sociological Forum*, 4(3), 367-385.
- Wiggins, G., & Mctighe, J. (2004). *Understanding by Design Professional Development Workbook*. - :Hawker Brownlow Education.
- Williams, P. (2011). STEM Education: Proceed with Caution. *Design and Technology Education Journal*, 16(1), 3-10.
- Wynn T., & Harris, J. (2012). Toward a STEM + Arts Curriculum: Creating the Teacher Team. *Art Education*, 65(5), 42-47.
- Yalçın, M. B., Dikici, M. F., Yalçın, E., & Bek, D. (2005). Malcolm Shepherd Knowles ve Erişkin Eğitimi. *Tıp Eğitimi Dünyası*, 19(-), 33-40.
- Yamak, H., Bulut, N., & DüNDAR, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265. <https://doi.org/10.17152/gefd.15192>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (9. baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B. (2016). *7. Sınıf Fen Bilimleri Dersine Entegre Edilmiş Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkilerinin İncelenmesi*. Doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210. <https://doi.org/10.17244/HTTP-EKU-COMU -EDU -TR.310143>

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitime Yönelik Görüşleri: Uygulamalı Bir Çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 195-213. <https://doi.org/10.24315/trkefd.310112>

Zhou, M., & Brown, D. (2018). *Arts Integration in Elementary Curriculum* .(2nd ed.). Education Open Textbooks. <https://oer.galileo.usg.edu/education-textbooks> adresinden 01.03.2018 tarihinde edinilmiştir.

Zuber-Skerritt, O. (1992). *Professional Development in Higher Education: A Theoretical Framework for Action Research*. London: Kogan Page.



EKLER

**EK-1: OSMANİYE VALİLİĞİ İL MİLLİ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜ
ARAŞTIRMA İZİNİ YAZISI**



T.C.
OSMANİYE VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 33217192-605.01-E.5664006
Konu :Araştırma İzni

19.03.2018

75. YIL ORTAOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgil:05/03/2018 tarih ve 4623757 sayılı yazımız.

İlgil yazı gereği; okulunuz öğretmeni Hasan UŞTU'nun İlimiz Merkezinde bulunan Şehit Yasemin Tekin İlkokulu, Mehmet Akif İlkokulu, Mithatpaşa İlkokulu, Fatih İlkokulu, Cevdetiye İlkokulu, Münire Hanım İlkokulunda doktora tez çalışması uygulama izniyle ilgili Valilik Makamının 16/03/2018 tarih ve 5534132 sayılı onayı ekte gönderilmiştir.

Gereğini rica ederim.

Saffet SARIDAĞ
Şube Müdürü

Osmaniye İl Millî Eğitim Müdürlüğü
Elektronik Ağ : www.osmaniye.meb.gov.tr
e-posta: osmaniyeem@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: G.AKICI Şef
Tel: (0 328) 826 1783-84
Faks: (0 328) 825 0330

Bu evrak güvenli elektronik imza ile onaylanmıştır. <https://www.kayit.meb.gov.tr> adresinden 331b-645d-33a1-9caf-e253 kodu ile doğrulayabilirsiniz.



T.C.
OSMANIYE VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 33217192-605.01-E.5534132
Konu : Araştırma İzni

16/03/2018

VALİLİK MAKAMINA

İlgi:75. Yıl Ortaokulu Müdürlüğünün 05/03/2018 tarih ve 4623757 sayılı yazısı.

İlgi yazı gereği; Müdürlüğümüz Eğitimi Araştırma ve Değerlendirme Komisyonu tarafından incelenen Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü doktora Öğrencisi Hasan UŞTU'nun İlimiz Merkezinde bulunan Şehit Yasemin Tekin İlkokulu, Mehmet Akif İlkokulu, Mithatpaşa İlkokulu, Fatih İlkokulu, Cevdetiye İlkokulu, Münire Hanım İlkokulunda "**İlkokullarda Entegre STEM Etkinliklerinin Uygulanması: Sınıf Öğretmenleriyle Bir Eylem Araştırması**" konulu tez çalışmasını yapması Müdürlüğümüzce uygun mütalaa edilmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde olurlarınıza arz ederim.

Ramazan ÇELİK
Millî Eğitim Müdürü

OLUR
16/03/2018

Müfit GÜLTEKİN
Vali a.
Vali Yardımcısı V.

Adres: ADNAN MENDERES MAH. YENİ VİLAYET KON.L-M BLOK, 80010 OSMANİYE

Elektronik Ağı: www.osmaniye.meb.gov.tr
E-posta: temelegitimli@osmeh.gov.tr

Bilgi için: Sümeyye OELEGEN
Tel: 0 (338) 826 17 83

Faks: 0 (338) 825 03 30

Bu vesak görevli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evsaksorgu.meb.gov.tr> adresinden 3a21-be19-363f-a042-d402 kodu ile teyit edilebilir.

EK-2: VELİ İZİN BELGESİ

Velisi bulunduğum..... isimli öğrencimin, sınıf öğretmeni ve doktora öğrencisi Hasan UŞTU tarafından yürütülen tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen eğitim faaliyetlerine katılmasını ve süreçte esnasında görüntü ve video kaydının alınmasına; alınan görüntü ve video kayıtlarının ve ayrıca süreçte hazırlamış olduğu eserlerin (taslak çizimler, ürünler vb.) araştırma raporunda yer verilmesine izin veriyorum.

Tel:.....

05/02/2018

Velinin Adı-Soyadı
İmzası

EK- 3- KATILIMCI ÖĞRETMEN EYLEM ARAŞTIRMASI KATILIMCI ONAM FORMU

Değerli Meslektaşım,

Öncelikle bu eylem araştırmasını gerçekleştirmek üzere katılımcı öğretmen olmayı kabul ettiğiniz için teşekkür ederim.

Bu araştırmayı Milli Eğitim Bakanlığı tarafından ve öğrenci velilerinden aldığım izinle yapıyoruz. Araştırmamızın amacı sizin sınıflarınızda bütünleşik STEM etkinliklerini işbirliği içerisinde başarılı bir şekilde gerçekleştirmektir. Sınıfta uygulamalar esnasında aynı zamanda iki adet gözlemci öğretmen yer alarak uygulamaları katılımcı gözlemle izleyecektir. Siz katılımcı eylem araştırmasının bir yürütücüsü olarak araştırmada konumlanmaktasınız. Bu nedenle süreçte etkinlik planları hazırlama, uygulama etkinliği değerlendirme gibi tüm süreçlerde aktif olarak yer alacaksınız. Katılımcı araştırmacı olarak ben de sizlerle araştırma sürecinde aynı konumda olacağım. Süreç demokratik bir şekilde gerçekleştirilecektir. Ayrıca araştırma eylem araştırması olduğu için süreçte hazırladığımız etkinlik planları ve materyaller diğer sınıf öğretmenlerinin de yararlanması için paylaşılacaktır. Araştırma raporunda resimleriniz ve kişisel bilgileriniz (isim, okul, hizmet yılı, yaş) yer alacaktır.

Tüm bu açıklamaları okuyarak, sizin bu çalışmaya gönüllü olarak katılımcı öğretmen olduğunuzu ve benim de verdiğim sözleri tutacağıma dair bu sözleşmeyi imzalamanız uygun olacaktır.

.../...../2017

Katılımcı Araştırmacı

Hasan UŞTU

.../...../2017

Katılımcı Öğretmen

EK-4: ÖĞRETMEN KİŞİSEL BİLGİLER FORMU**KİŞİSEL BİLGİLER**

1. Yaşınız: [Lütfen yazınız.....]
2. Mezuniyetiniz: [Lisans [Lisansüstü
3. Hizmet Yılıınız: [Lütfen yazınız.....]
4. Sınıfınızdaki Öğrenci Sayısı(K&E): [Lütfen yazınız.....]
5. Lütfen okulunuzu ve sınıfınızı aşağıya kısaca arka sayfaya tanıtırınız.



**EK-5: BÜTÜNLEŞİK STEM/STEAM ETKİNLİĞİ ÖĞRENCİ GRUPLARI
DEĞERLENDİRME FORMU**

Etkinlik:		Uygulayıcı Öğretmen:
Okul/Sınıf:		Değerlendirici Öğretmen:
Grup Adı:		Tarih: .../.../2018
Göstergeler	Dersin Aşamaları	Grupların Göstergelerle İlgili Performansları
1		
2		
3		
4		
<p>1. Toplumda Teknolojinin rolünü ve Teknolojiyle ilgili problemleri fark eder. 2. Mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır. 3. Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji ve Kumano, 2015). 4. Ürünün tasarımında Sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanır.</p>		

**EK-6: KATILIMCI GÖZLEM FORMU (KA, DEĞERLENDİRİCİ,
KATILIMCI ÖĞRETMENLER)**

SAHA NOTLARIM	
Katılımcı Gözlemci:/...../2018
<u>Tanımlayıcı Notlarım</u>	<u>Yansıtıcı Notlarım</u>

EK-7: ÖĞRENCİ GRUPLARI ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU
GRUP ETKİNLİK DEĞERLENDİRME FORMU

Etkinlik Adı: _____ Tarih: ___ / ___ /2018

Grup Adı : _____

1. Bu etkinlikte neler öğrendik?

→ _____

2. Grup olarak neyi iyi yaptık? Neden?

→ _____

3.Etkinlik esnasında ve’nin yapımında hangi konuda zorlandık? Sizce neden?

→ _____

4.Bir daha derste aynı etkinliği yapacak olursak hangi konuda kendimi daha çok geliştirmeliyiz?

→ _____

5.Grubumuzun kuvvetli ve zayıf yönleri nelerdi?

→ _____

6. Grubunuzun yardıma ihtiyacı oldu mu? Olduysa nerelerde oldu?

→ _____

7. Eğer bir daha etkinlik yaparsak grup olarak neleri farklı yapacağız?

→ _____

**EK-8: DEĞERLENDİRİCİ ÖĞRETMEN GÖRÜŞME SORULARI
SORULAR**

1. Katılımcı gözlemlerle izlediğiniz.....'nın uygulamasıyla ilgili ne düşünüyorsunuz?
2. Etkinliğin ilgili boyutlarıyla hakkında ne düşünüyorsunuz?
3. Etkinliğin akış sırası hakkında ne düşünüyorsunuz? Sanat boyutunun etkinliğin akışındaki sırası hakkında ne düşünüyorsunuz?
4. Gerçekleştirilen mesleki gelişim faaliyetleri ve müdahaleler hakkında ne düşünüyorsunuz?
5. Bir sonraki uygulamada öğretmenin odaklanması gereken durum nedir?



EK-9: TÜM ARAŞTIRMA SÜRECİ BOYUNCA KATILIMCI ÖĞRETMENLERLE GERÇEKLEŞTİRİLEN GÖRÜŞME SORULARI

1. Gerçekleştirdiğiniz uygulama deneyimi hakkında ne düşünüyorsunuz?
2. 1. ve 2. turda etkinliği gözlemlemiş olmanızın sizin uygulamanıza etkisi nedir?
3. İlk uygulamanız esnasında ne tür problemler oldu / oldu mu? Özellikle boyutlarla ilgili? Yapmak isteyip de yapamadığınız şeyler nelerdi?
4. İlk uygulamanız esnasında etkinliğin hangi alanlarında çok iyi olduğunuzu düşünüyorsunuz? Neden?
5. Etkinliğin T-SM-E-A boyutları ne içermekteydi bu etkinlikte?
6. Etkinliğin herhangi bir boyutunda sizce problem yaşandı mı? Bir sonraki uygulamada hangi boyuta odaklanmanız gerekiyor sizce?
7. Etkinlikte yer alan mühendislik problemini tanımlayabilir misiniz?
8. Mühendislik boyutunun ilk uygulamanıza göre daha iyi olması için 2. turda ne tür değişiklikler ve müdahaleler yaptınız? 2. turda nasıl etkinliğinizi nasıl iyileştirdiniz?(Rekabet, proje tabanlı, tekrar fırsat verme, sanat ve tasarım boyutu ekleme, problemleştirme).
9. Etkinlikteki teknoloji boyutunu tanımlar mısınız?
10. Teknoloji boyutunun ilk uygulamanıza göre daha iyi olması için 2. turda ne tür değişiklikler ve değişiklikler yaptınız?
11. Etkinlikte yer alan fen, teknoloji, mühendislik ve matematikle ilgili becerileri sınıfınızın seviyesine göre nasıl ayarladınız? Mesela değerlendirmede? Örnek veriniz?
12. Etkinliğinizi uygularken Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat boyutlarının etkinlikte akış sırası nasıldı? Çizim yaparak da anlatabilirsiniz.
13. Belirlediğiniz akışın size planlamada ve uygulamada ne tür avantaj ve dezavantajlar sağladı? En ideal sıralama planlama ve uygulama esnasında sizce nasıl olmalıdır?
14. T-SM-E-A yöntemi dersi planlamanızda ve etkinliği yürütmenizde bir yardımcı oldu mu? Olduysa nasıl?
15. Sizin planlama ve uygulamada kullandığınız yöntem nedir? Çizim yaparak da anlatabilirsiniz?
16. Sanat boyutu hakkında ilkökul kademesi için ne düşünüyorsunuz? Bu boyutu nasıl entegre ettiniz? Etkinliğe katkısı hakkında ne düşünüyorsunuz?
17. Öğretmenler için en büyük zorluğu sizce nedir STEM /STEAM etkinliklerinin? Ne tür avantaj ve dezavantajları var? İlkokul kademesinde uygulanabilirliği için ne düşünüyorsunuz?
18. Katılımcı eylem araştırması sürecinin size ne tür katkıları oldu?
19. Bunların dışından başka özellikle söylemek istediğiniz?

EK-10: KATILIMCI ARAŞTIRMACININ ETKİNLİK PLANI: ZAMANIN KEŞFİ

ZAMANIN KEŞFİ	
Sınıf: 4. sınıf	
Ana Disiplin: Fen Bilimleri	
Entegrasyon Yaklaşımı: Transdisipliner Yaklaşım	
Tema: Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri/Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları	
SÜRE	
I. GÜN	I. GÜN
Güneşin günlük aktivitesini gün boyunca gözlemele.	40+40+40 dakika
ETKİNLİĞİN ÖZETİ	
<p>Öğrenciler önce bir gün boyunca güneşin gökyüzündeki günlük hareketini gözlemler. Güneşin hareketi yüzünden oluşan gölgenin boyunu ve hareketini gözlemleyerek kaydederler. Bu gözlemlerinden faydalanarak bir gündeki zaman dilimlerini güneşin hareketine ve güneş ışınlarının geliş açısına göre belirleyebilen zamanı ölçmeye yarayan bir güneş saati tasarlamaya çalışırlar. Gün içerisindeki zaman dilimlerini gösteren güneşin hareketlerine göre çalışan bir tasarım yapmaya çalışırlar.</p>	
ÖĞRETMENLER İÇİN BİLGİ NOTU	
<p>Öğretmenler ders boyunca bir proje yöneticisi gibi davranırlar. Öğretmen öğrencilerin öğrenme sürecine rehberlik ederek onları destekleyen bir rol üstlenecektir.</p>	
İÇERİK & KONU	
<p>Teknoloji Boyutu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geçmişten ve kendi deneyiminden zamanı ölçmeyle ilgili kullanılan araç gereç ve yöntemleri ifade eder. - Zamanı ölçmede kullanılan araç gereçleri bir makaleden inceler. Birbirleri arasındaki benzerlikleri-farklılıkları ve avantaj-dezavantajlarını fark eder. - Gölge çubuğunun geçirmeyen (opak) maddelerden olması gerektiğini fark eder ve tasarımında bu bilgiyi göz önünde bulundurur. - Gölge çubuğunun ve güneşin konumunun gölge oluşumuna etkisini fark eder ve bu bilgiyi ürününü tasarlarırken kullanır. - Çubuğun gölgesinin güneşin hareketine zıt yönde ilerlediğini fark eder. - Güneşin günlük hareketinden yararlanarak bir yüzeye gölge düşen ve düşmeyen bölgeleri belirler. - Güneşin günlük hareketinden yararlanarak gün içerisindeki zaman dilimlerini belirleyebileceğini fark eder. - Gölge çubuğunun analog saatin akrebi gibi görev yaptığını fark eder. 	
<p>Fen ve Matematik Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Güneş ışınlarının boşlukta doğrusal bir şekilde ilerlediğini fark eder. - Gölge oluşumunda opak maddelerin etkisini fark eder. 	

- Güneşin günlük hareketiyle gölge oluşumu arasındaki ilişkiyi fark eder.
- Gölge çubuğunun boyutunun, uzunluğunun ve açısının farkına varır.
- Güneş ışınlarının geliş açısıyla dünyamızın günlük hareketinin cisimlerin gölge boyuna etkisini fark eder.
- En uzun ve en kısa gölge boyuna ilişkin günün zaman dilimlerini belirler.
- Çubuğun boyu ne kadar uzunsu gölge boyu da o kadar yüksek olacağını farkına varır.
- Işığı geçiren geçirmeyen maddelerin farkına varır.
- Gölge oluşumunu fark eder.
- Çubuğun gölgesinin güneşin konumuna göre değiştiğini fark eder.
- Çubuğun gölgesi bir saatin akrebi (saati gösterir) gibi hareket eder.
- Güneş hangi zaman dilimlerinde kullanılabileceğinin farkına varır.

Mühendislik Boyutu:

- Saatin doğru bir şekilde çalışması için gölge çubuğuyla zemin arasındaki doğru açıyı ayarlar.
- Gölge çubuğunun zemine göre enini ve boyunu ayarlar.
- Güneşin gökyüzündeki hareketine göre güneş saati zeminine zaman dilimlerini işaretler.
- Hatalı olan zemin üzerindeki zaman dilimini düzeltir.
- Saatin zeminini (yarım daire) belirler.

Sanat Boyutu:

- Saatlerini şekli, boyutu, yapısı hakkında düşündüler. Araştırmalar yaparak tasarımlarının şekli kurguladılar.
- Tasarımıyla ilgili taslak çizimler yaptılar.
- Saatlerinin tasarımlarını özgünleştirdiler. Kendine grubuna güneş saatleri tasarladılar.
- Güneş saatlerini tasarımında ölçü ve orana dikkat ettiler.
- Tasarımında biçimlendirme basamaklarını kullandılar(ölçme, çizme, kesme, katlama, yapıştırma, renklendirme).

ÖĞRETİM PROGRAMINDAKİ KAZANIMLAR & NGSS

Fen Bilimleri:

- F.4.1.2.1. Dünya'nın dönme ve dolanma hareketleri arasındaki farkı açıklar. Dönme ve dolanma hareketine günlük yaşamdan örnek verilir.
- F.4.1.2.2. Dünya'nın hareketleri sonucu gerçekleşen olayları açıklar.
- a. Dünya'nın dönme hareketine değinilir.
 - b. Dünya'nın dolanma hareketine değinilir.
 - c. Dünya'nın dönmesine bağlı olarak Güneş'in gün içerisindeki konumunun değişimine değinilir.
 - ç. Gece ve gündüzün oluşumuna değinilir.
 - d. Gün, yıl, zaman kavramları verilir.
- F.4.4.1.1. Beş duyu organını kullanarak maddeyi niteleyen temel özellikleri açıklar.
- F.4.4.2.2. Ölçülebilir özelliklerini kullanarak maddeyi tanımlar.

Sosyal Bilgiler:

- L.4.4.1. Çevresindeki teknolojik ürünleri kullanım alanlarına göre sınıflandırır.
- L.4.4.2. Kullandığı teknolojik ürünlerin mucitlerini ve bu ürünlerin zaman içerisindeki gelişimini araştırır.
- L.4.4.3. Teknolojik ürünlerin geçmişteki ve bugünkü kullanımını karşılaştırır.

Teknolojinin hayatımızda meydana getirdiği değişikliklere dikkat çekilir.
 L.4.4.4. Çevresindeki ihtiyaçlardan yola çıkarak kendine özgü ürünler tasarlamaya yönelik fikirler geliştirir.
 L.4.5.1. Teknolojik ürünleri kendisine, başkalarına ve doğaya zarar vermeden kullanır.

Matematik:

M.1.3.3.1. Analog saatten tam ve yarım saatleri okur.
 M.3.3.5.1. Dakika ve zaman dilimlerini yazar, söyler okur.
 M.4.3.4.1. Zamanı ölçme birimleri arasındaki ilişkiyi açıklar (saniye, dakika, saat).
 M.4.2.3.3. Açılar, standart olmayan birimlerle ölçer ve standart ölçme birimlerinin gerekliliğini açıklar
 M.4.2.3.5. Standart açı ölçme araçları kullanarak ölçüsü verilen açığı oluşturur.
 M.4.4.1.1. Sütun grafiğini inceler, grafik üzerinde yorum ve tahminler yapar.
 M.4.4.1.2. Sütun grafiğini oluşturur.
 M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.
 M.4.4.1.4. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer.

NGGS'da yer alan Mühendisliğe İlişkin Kazanımlar:

3-5-ETS1-1- Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır.
 3-5-ETS1-2- Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır.
 3-5-ETS1-3- Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER

A4 kâğıdı, mukavva, sıvı yapıştırıcı, ışığı geçirmeyen opak madde (kalem, çubuk), cetvel, pergel, yapıştırıcı, açı ölçer, pastel ve kalem boya, el feneri (yapay güneş)

GERÇEK HAYAT PROBLEMİ-MÜHENDİSLİK PROBLEMİ

I. Gün: Güneşin Hareketinin Ve Etkisinin Gün Boyu Gözlemlenmesi

Arkadaşlar okulumuzun avlusunda küçük bir çiçek bahçesi yapmak istiyoruz. Çiçek bahçesi de okulumuzun bahçesinde bulununağacının etrafına yapılmasını istiyor müdür bey. Buraya güneş ışığını çok seven türden bir çiçek ekmek istiyoruz. Eğer çiçekler güneş ışınlarını gün boyunca alamazsa büyümüyorlar ve büyük ve güzel çiçekleri olmuyor. Bahçenin tam ortasında daağacı ve gölgesi var biliyorsunuz. Bu nedenle çiçekleri ağacın gölgesinin geldiği güneş ışığını alamayan yerlere dikmememiz gerekiyor. Bu nedenle sizin yardımınıza ihtiyacım var. Çiçekleri gün içerisinde her zaman güneşi almaları için bahçenin nelerine ekip nerelerine ekemeyeceğimizi nasıl belirleyebiliriz?

II. Gün: Bir Güneş Saati Tasarımı

Gördüğünüz gibi aynı ağacınki gibi cisimlerin gölgeleri güneşin gökyüzündeki hareketine göre değişmekte. Cisimlerin gölgesinin boyu ve genişliği günün değişik zamanlarında farklı olmaktadır.

<p>Evet, şimdi bir ıssız adada olduğunuzu varsayalım. Burada gün içerisinde geçen zamanı belirlemek istiyorsunuz. Çünkü günü en iyi şekilde değerlendirmek akşam olmadan işlerinizi bitirmek için akşama ne kadar zaman kaldığını bilmek istiyorsunuz. Güneşin gökyüzündeki hareket etmesi nedeniyle ağaçların ve kayaların gölgelerinin hareket ederek boyunun ve genişliğinin değiştiğini gözlemlediniz. Bu durumda zamanı nasıl ölçebiliriz?</p>		
<p>ETKİNLİĞİN GELECEK NESLİN BİLİM STANDARTLARINDA(NGSS) EK I DA YER ALAN DDO MODELİNE GÖRE VE PROJE TABANLI ÖĞRENMEYE (DAVET, TANIMLAMA, GELİŞTİRME, ORGANİZE ETME) GÖRE UYGULANMASI</p>		
<p>I. GÜN PLANI GÜNEŞİN HAREKETİNİN GÜN BOYUNCA GÖZLEMLENMESİ</p>		
Süreç	Öğretmen & Öğrenci Davranışları	Dikkat Edilecek Noktalar
5dk	<p>Öğretmen: Etkinliğe giriş yapar. Öğrencilerle tanışır. Okul bahçesine hep birlikte çıkar.</p> <p>Öğrenciler: Arkadaşlarıyla birlikte okul bahçesinde toplanır.</p>	<p>Tüm öğrencilerin geldiğinden ve gerekli araç gereç ve malzemeleri yanlarında getirdiğinden emin olun.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin ağacın yanında toplanmasını sağlar ve ağaca bakarak hikâyeyi dinlemelerini ister. Problem durumu hikâyeyle verilir.</p> <p>Öğrenciler: Ağacın yanında toplanırlar ve öğretmenin anlattığı hikâyeyi dinlerler ve not alırlar. Problem duruma çözüm önerilerini not alırlar.</p>	<p>Öğrencilerin motive olduklarından emin ol. Öğrencilerin ağacın gölgesini görebilecek şekilde durmalarını sağla. Çözüm önerisi olarak ne düşündüklerini sor.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin ağacın gölgesini gözlemesini sağla ve gölgeyle ilgili düşüncelerini iste. Düşüncelerini bir kâğıda kaydettiklerinden emin ol.</p> <p>Öğrenciler: Gölgeyi gözlemler ve gözlemleriyle ilgili sorular sorar. Gözlem sonuçlarını ve düşüncelerini kaydeder.</p>	<p>Tüm öğrencilerin problemleri belirlemek için uğraştığından emin ol. Öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade etmelerini sağla. Yardıma ihtiyacı olan öğrencilere yardım et.</p>
5dk	<p>Öğretmen ve Öğrenciler: Sınıfa geri dönerler.</p>	<p>Tüm öğrencilerin sınıfta olduğundan emin ol.</p>
5dk	<p>Öğretmen:</p>	<p>Grupların homojen olmasına ve sınıfın küçük bir temsili olmasına özen göster.</p>

	<p>Sınıfı 5 ya da 6 şar kişilik gruplara ayırır. Bu aşamadan sonra öğrencilerin ders boyunca grup arkadaşlarıyla işbirliği içerisinde çalışmaları gerektiğini söyler.</p> <p>Öğrenciler: Seçildiği gruba katılır ve grup arkadaşlarını tanır. Grubuna bir isim bulur.</p>	<p>Gruplar arasında başarı, cinsiyet gibi etkenler yönünden farklılık olmamalı.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin grup arkadaşlarıyla gözlemlerine ilişkin fikirlerini paylaşıp tartışmalarını sağla.</p> <p>Öğrenciler: Gözlemle ilgili düşüncelerini arkadaşlarıyla tartışır ve paylaşır.</p>	<p>Öğrencilerin birbirlerini fikirlerine saygılı olmalarını iste. Grupları dolaş ve yardıma ihtiyacı olanlara destek ol.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Gözlemlerle ilgili fikirleri gruplarla paylaşır ve grupların problemi tanımlamalarını sağlar.</p> <p>Öğrenciler: Grup üyesi olarak gözlemleri sonucunda elde ettiği problemle ilgili fikirlerini sınıfla paylaşır.</p>	<p>Tüm öğrencilerin fikirlerini dinle. Kesinlikle fikirlerle ilgili değerlendirme yapma. Onların problemi tanımlamalarını sağla.</p>
10dk	Teneffüs	
5dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin problemi daha iyi tanımlayabilmeleri için daha fazla gözlem (gün boyunca) yapmaları gerektiğini fak edinceye kadar sürece devam eder.</p> <p>Öğrenciler: Yapmış olduğu gözlemin problemi tanımlamak için yeterli olmadığını ve gün boyunca gözlem yapması gerektiğini fark eder.</p>	<p>Öğrencilerin nasıl gözlem yapmaları gerektiği konusunda bilgilendir. İyi bir gözlem yapmak için neler yapılması gerektiğini hatırlat.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Bahçenin yerine mukavva bir zemin, ağacın yerine de bir kalem kullanılarak bahçenin küçük bir maketi her grup için gözlem yapabilmesi amacıyla hazırlattırılır.</p>	<p>Her grubun bir tane gözlem materyali olması gerektiğini, dilerlerse her grup üyesinin de kendine materyal hazırlayabileceğini ifade et.</p>

	Tam bir gün gözlem yapmaları istenir. Öğrenciler: Gözlem materyallerini hazırlarlar. Bir gün boyunca gözlem yaparlar.	
Bir Gün	Öğrenciler Bir gün boyunca sabahtan akşama kadar gözlem yapar.	Evde gözlem yapabileceklerini söyle.
II. GÜN PLANI		
Süreç	Öğretmen & Öğrenci Davranışları	Dikkat Edilecek Noktalar
5dk	Öğretmen: Gruplara yaptığı gözlemlerin sonuçlarını sınıfla paylaşıp tartışmalarını ister. Öğrenciler: Her grup gözlemlerini sınıfla paylaşır. Gözlem materyalinde çiçek ekilip ekilmeyecek yerleri gösterir. Sınıf arkadaşlarıyla tartışır.	Tüm grupların gözleme sonuçlarını paylaştıklarından emin ol.
5dk	Öğretmen: Öğrencilere ikinci hikâyeyi anlatır. Problem durumunu verir. Problem durumuyla gözlemlerini ilişkilendirmelerini sağlar. Bu konuda sorular sorar. Öğrenciler: Problem durumunu kendi gözlemiyle ilişkilendirir. İlişkilendirmeyi yapmak için sorular sorar.	Grupların problem durumunu dikkatli bir şekilde dilendiklerinden emin ol.
5dk	Öğretmen: Grupların kendi gözlem sonuçlarını paylaşmalarına, diğer gruplarla karşılaştırmalarına ve değerlendirmelerini sağlar. Öğrenciler: Gözlem sonuçlarını diğer gruplarla paylaşır, karşılaştırır ve değerlendirir.	Gözlem sonucundaki ortak bulgulara vurgu yap.
5dk	Öğretmen: Öğrencilere gözlemlerimiz sonucunda elde ettiğimiz sonuçları nasıl ya da nerede kullanabileceğimizi sor. Öğrenciler:	Öğrencilerin, yaptıkları gözlemlerinin sonuçlarına göre ve bu gözlemlerine dayanarak zamanı belirlemeye yarayan bir araç yapabilecekleri konusunda dikkatlerini çek.

	Öğrenciler güneşten yararlanarak bir günün zaman dilimlerini belirlememize yarayan bir araç yapabileceklerini fark ederler.	
2dk	Öğretmen: Öğrencilere bitkilerin fototropizm hareketiyle ilgili bir video izletir. Öğrenciler: Videoyu izledikten sonra bitkiler güneşin ışınlarının geliş açısına göre hareket ederler. Ayrıca cimlerin gölgeleri de güneş ışınlarının geliş açısına göre hareket ettiğini fark eder.	Dikkatini bitkilerin nasıl güneşe doğru yönelip hareket ettiği konuna verir ve bunu niçin yaptıklarını düşünür.
5dk	Öğretmen: Öğrencilerin güneşin hareketlerine göre çalışan ve zamanı belirlememize yarayan bir güneş saati yapabileceklerini fark ettirir. Öğrenciler: Güneşin gün boyunca hareketinden yararlanarak güneş ışınlarının geliş açısını kullanan bir güneş saati yapabileceğini fark eder.	Öğrencilere güneş saati yapmaları gerektiği doğrudan verilmez. Öğrenciler sınıfla tartışmalar sonucunda bu fikre ulaşmalarını sağlar.
5dk	Öğretmen Problem durumuna çözüm önermelerini ister. Graplardan bir güneş saati yapma önerisi gelinceye kadar sürece devam edilir. Öğrenciler: Graplardan biri tartışmalar sonucunda güneş saati fikrini önerir.	Tartışma demokratik bir şekilde yapılmasını sağlar.
5dk	Öğretmen: Geçmişten günümüze zamanı ölçme kullanılan yöntemlerle ilgili makaleyi içeren materyali gruplara dağıtır ve incelemelerini ister. Ayrıca sınıftaki analog saati incelemelerini ister. Öğrenciler: Makaleyi incelerler, zamanı ölçmede kullanılan araç-gereçlerin birbirlerinden farkını, avantaj ve dezavantajlarını fark eder. Analog saati inceler.	Özellikle ölçme yöntem ve araçlarının özellikleri, birbirlerinden avantaj ve dezavantajlarına vurgu yapar.
10dk	Teneffüs	

5dk	<p>Öğretmen: Gruplardan güneş saatini nasıl yapmaları gerektiğini düşünmelerini, hangi araç-gereç ve malzemelerin gerektiğini düşünmelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: Grup arkadaşlarıyla güneş saatini nasıl yapmaları gerektiği, hangi araç gereç ve malzemeleri kullanmaları gerektiği konusunda fikir alışverişinde bulunur.</p>	<p>Gerekli araç-gereç ve malzemeleri tahmin etmelerini sağla. Grup arkadaşlarıyla fikirlerini tartışarak güneş saatini nasıl yapılacağıyla ilgili fikir alışverişinde bulunmalarını sağla.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Gruplardan güneş saatini nasıl yapılabileceği ve hangi araç gereç ve malzemelerin kullanılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini paylaşmalarını ve taslak çizim yapmalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Güneş saatinin yapımıyla ilgili araç gereç ve malzemelerin ve nasıl yapılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini sınıfla paylaşır. Taslak çizim yaparlar.</p>	<p>Grupların belirledikleri araç gereç ve malzemelerin ve yapım yöntemlerinin karşılaştırılmasını sağla. Taslak çizimlerin açık, net ve anlaşılır bir şekilde olması gerekir. Çizimler öğrencilerin çizim yeteneği kadardır.</p>
3dk	<p>Öğretmen: Saatin tasarımında kullanacakları araç-gereç ve malzemeleri malzeme bölümünden seçmelerini sağla.</p> <p>Öğrenciler: Tasarımda kullanacağı araç gereç ve malzemeleri maliyet/fayda esasına göre seçer.</p>	<p>Öğrencilerin maliyetini göz önünde bulundurmalarını iste.</p>
2dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerden kullanacakları malzemeleri gerektiği kadar kullanmalarını ve araç gereçleri dikkatli kullanmaları gerektiğini söyler. Grupların gerekli araç gereç ve malzemeleri almalarını sağlayarak güneş saatlerini yapmaya başlamalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Güneş saatlerini yapmaya başlarlar. Malzemelerin gerektiği kadar</p>	<p>Öğrencilerin kendi özgün güneş saatlerini tasarlamaalarını iste. Grupta takım halinde çalışmaya vurgu yap. Araç gereçleri kullanırken dikkatli olmalarını iste.</p>

	kullanılmasına özen gösterirler. Araç gereçleri kullanırken dikkatli olurlar.	
15dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin güneş saatlerini doğru bir şekilde tasarlamaları için yapım sürecinde sorular sorarak onların tasarımları üzerinde düzeltme ve ayarlamalar yapmalarını sağlar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Gölge çubuğunu nereye, hangi açıda koymamız gerekir sizce? - Çubuğun uzunluğu ne kadar olmalı? - Güneş saatinin üzerinde zaman dilimlerini nasıl işaretlememiz gerekir? <p>Öğrenciler: Öğrenciler gölge çubuğunu ve boyunu ayarlayıp saatin çerçevesini belirlerler. Üzerine zaman dilimlerini işaretlerler.</p>	Her grubun güneş saatini yapmaya çalıştığından emin ol ve her öğrencinin yapım aşamasında problemlerin çözümüne derse katılıp katılmadığını kontrol et. Öğrencilerin takım halinde çalışmalarını sağla. Çalışma esnasında taslak çizimlerden yararlanmalarını iste.
5dk	<p>Öğretmen: Tüm gruplardan el feneriyle yaptıkları güneş saatlerini değerlendirip test etmelerini iste.</p> <p>Öğrenciler: Gruplar saatlerini el fenerini kullanarak değerlendirir test ederler.</p>	Eğer hiçbir problem yoksa neden problem olmadığı eğer varsa neden problemlerin olduğu konusunda grup arkadaşlarıyla tartışma başlat.
10dk	Teneffüs	
5dk	<p>Öğretmen: Güneş saatlerinde ortaya çıkan problemleri belirlemelerini iste.</p> <p>Öğrenciler: Güneş saatlerinin doğru bir şekilde çalışmasını engelleyen problemleri grup arkadaşlarıyla belirler.</p>	Öğrencilerin problemleri doğru bir şekilde tespit edip etmediklerini kontrol et.
15dk	<p>Öğretmen: Gruplara saatlerini tekrar tasarlama fırsatı verir.</p> <p>Öğrenciler: İlk tecrübelerinden faydalanarak güneş saatlerini tekrar tasarlarlar.</p>	Grupların bu sefer neyi yapıp yapmamaları gerektiğini iyi düşünmelerini iste.
10dk	<p>Öğretmen: Güneş saatinin zamanı doğru bir şekilde gösterebilmesini engelleyen</p>	Öğrencilerin yaptıkları müdahalelerin etkisi görmelerini sağla. Problemlerin

	<p>sorunlara çözümler-değişiklikler önermelerini ister. Yaptıkları her değişikliğin etkisini gözlemleyip değerlendirmelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: Güneş saatlerinin doğru bir şekilde çalışmasını sağlamak için belirlediği problemlerin çözümüyle ilgili müdahaleler yapar ve bu müdahalelerin sonuçlarını test eder. Saatlerini kendileri özgü tasarlarlar.</p>	<p>üstesinden gelinceye kadar değerlendirip test etme sürecinin devam etmesini sağla.</p>
Süreçte	<p>Öğretmen: Tasarımlarına bir marka ve logo üretmeleri istenir.</p> <p>Öğrenciler: Saatlerine bir marka ve logo belirlerler.</p>	<p>Marka ve slogan söyleyişi kolay, akılda kalıcı ve özgün olmasını iste.</p>
20dk	<p>Öğretmen: Her grubun tasarladıkları güneş saatini sırayla sınıfta sunum yaparak paylaşımlarını sağlar. Ayrıca sunuma yapılırken yapım sürecinde deneyimlediklerini de paylaşır.</p> <p>Öğrenciler: Güneş saatini ve süreçteki deneyimini sınıfla paylaşır.</p>	<p>Sunum güneş saatinin nasıl yapıldığı, süreçte ne tür problemlerin yaşandığı, bu problemlerin üstesinden nasıl gelindiğiyle ilgili olmalı. Saati yaparken en çok dikkatlerini hangi noktaların çektiğini paylaşımlarını iste. Ayrıca marka ve logolarını da paylaşımlarını iste.</p>
DEĞERLENDİRME(DDO MODELİNE GÖRE)		
<ol style="list-style-type: none"> 1.Hayatında Teknolojinin rolünü ve Teknolojiyle ilgili problemleri fark eder. 2.Mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır. 3.Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji ve Kumano, 2015). 4.Güneş saatini tasarlarken sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanır. 		

EK-11: MUSTAFA ÖĞRETMENİN ETKİNLİK PLANI: SÜPER GÜÇLÜ KÂĞIT ROKETLER

SÜPER GÜÇLÜ KÂĞIT ROKETLER
Sınıf: 4. sınıf
Entegrasyon Yaklaşımı: Transdisipliner Yaklaşım
Tema: Kuvvetin etkileri-Fiziksel Olaylar/Maddenin Özellikleri-Madde ve Doğası/Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları
Süre: 40+40+40 dakika
ETKİNLİĞİN ÖZETİ
Öğrenciler bu etkinlikte A4 kâğıdından roketler tasarlayacaklar ve 1 metreden daha yükseğe bisiklet pompası yardımıyla fırlatmaya çalışacaklardır. Bu süreçte öğrenciler roketin gövdesini, kanatlarını ve burnunu en yükseğe çıkabilmesi ve havada uzun süre kalabilmesi için en iyi şekilde tasarlamaya çalışacaklar.
ÖĞRETMENLER İÇİN BİLGİ NOTU
Öğretmenler ders boyunca bir proje yöneticisi gibi davranırlar. Öğretmen öğrencilerin öğrenme sürecine rehberlik ederek onları destekleyen bir rol üslenecektir.
İÇERİK & KONU
<p>Teknoloji Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geçmişten ve kendi deneyiminden gökyüzünde uçmada kullanılan araç gereç ve yöntemlerin farkına varır. - Roketin doğru hareket edebilmesi için kanatlarının olması ve burnunun sivri olması gerektiğini bir makaleden okur. - Roketin kanatlarının ve burnunun uçustaki etkisini bir makaleden okuyarak fark eder. - Roketin fırlatılmasıyla ilgili yapımıyla ilgili bir video izledi. - Kâğıdı katlayarak daha sağlam ve güçlü kanatları yapabileceğinin farkına varır. - Kâğıdın direncinin artırmak için nelerin yapması gerektiğini fark etti. - Rüzgârın (hava olaylarının) fırlatmaya etkisini fark etti.
<p>Fen ve Matematik Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Silindir, koni, daire, üçgen vb. roketinde kullanacağı geometrik cisimleri özelliklerini de dikkate alarak roketin gövdesi, kanatları ve burnun şekline karar verir. - Roketin gövde, kanat, burun ebatlarının yüksekliğe etkisini fark etti. - Kanatların ve burnunun roketi yönlendirmedeki etkisini fark etti. - Ne kadar roket ağırorsa havada kalma süresi ve yükselmesi o kadar az olduğunu farkına vardı.

- Roketin en yükseğe çıkabilmesi için gerekli açının dikey ve yatay atışlarda belirli bir açıyla fırlatılması gerektiğini fark eder.
- Yükseklikle ilgili diğer ilişkili faktörler: Hava olayları, rüzgâr yönü, ağırlık, itme kuvveti vs.
- Roketin gövdesinin havayı sızdırmazlığı ölçüsünde yükseğe çıktığını fark eder.
- Havanın sıkıştırılmasıyla oluşan basıncın itme kuvveti oluşturduğunu fark etti.

Mühendislik Boyutu:

- En uygun kanat sayısı ve kanatların uzunluğunu belirledi. Az kanat ya da çok kanat sayısı.
- En uygun fırlatma açısını belirledi (dikey: 90 derece; yatay: 45 derece).
- Kâğıdın direncini artırmak için kâğıdı katladı.
- Çalışmayan kanadı ya da roketi yanlış yönlendiren burnu tespit etti ve düzeltti.
- Daha yükseğe çıkabilmesi için en uygun ağırlığı belirledi.
- Gövde kanat oranını ayarladı.
- Roketin burnunu en yükseğe uçuş için koni şeklinde tasarladı.
- Roketin havayı sızdıran bölümünü tespit etti ve o bölümü onardı.

Sanat Boyutu:

- Taslak çizimler yapar,
- Roketini beğendiği renge göre boyadı ve süsledi.
- Roketin tasarımında ölçü ve orana dikkat etti.
- Biçimlendirme basamaklarını kullandı(ölçme, çizme, kesme, katlama, yapıştırma).
- Kendine özgü roket tasarımları yaptı.

ÖĞRETİM PROGRAMINDAKİ KAZANIMLAR & NGSS

Fen Bilimleri:

- F.3.3.1.1. Hareket eden varlıkları gözlemler ve hareket özelliklerini ifade eder.
- F.3.3.2.1. İtme ve çekmenin birer kuvvet olduğunu deneyerek keşfeder.
- F.3.3.2.2. İtme ve çekme kuvvetlerinin hareket eden ve duran cisimler üzerindeki etkilerini gözlemleyerek kuvveti tanımlar.
- F.4.3.1.1. Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar (Kuvvetin hızlandırıcı etkisi, kuvvetin yavaşlatıcı etkisi, kuvvetin yön değiştirici etkisi, kuvvetin şekil değiştirici etkisi).
- F.4.4.2.1. Farklı maddelerin kütle ve hacimlerini ölçerek karşılaştırır.

Sosyal Bilgiler:

- S.4.4.1. Çevresindeki teknolojik ürünleri kullanım alanlarına göre sınıflandırır.
- S.4.4.2. Kullandığı teknolojik ürünlerin mucitlerini ve bu ürünlerin zaman içerisindeki gelişimini araştırır.
- S.4.4.3. Teknolojik ürünlerin geçmişteki ve bugünkü kullanımlarını karşılaştırır. Teknolojinin hayatımızda meydana getirdiği değişikliklere dikkat çekilir.

S.4.4.4. Çevresindeki ihtiyaçlardan yola çıkarak kendine özgü ürünler tasarlamaya yönelik fikirler geliştirir.

Matematik:

M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.

M.4.4.1.4. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer.

M.4.2.3.2. Açıyı oluşturan ışınları ve köşeyi belirler, açıyı isimlendirir ve sembolle gösterir.

M.4.2.3.3. Açıları, standart olmayan birimlerle ölçer ve standart ölçme birimlerinin gerekliliğini açıklar.

M.4.2.3.4. Açıları standart açı ölçme araçlarıyla ölçerek dar, dik, geniş ve doğru açı olarak belirler.

a) Dik açı referans alınarak karşılaştırma yapılır.

M.4.2.3.5. Standart açı ölçme araçları kullanarak ölçüsü verilen açıyı oluşturur.

M.4.3.1.3. Doğrudan ölçebileceği bir uzunluğu en uygun uzunluk ölçme birimiyle tahmin eder ve tahminini ölçme yaparak kontrol eder.

Sanat Boyutu:

G.1.1.2. Roketinin tasarımında farklı materyal, malzeme, gereç ve teknikleri kullanır.
G.1.1.10. Roketinin tasarımını oluştururken sanat elemanlarını (renk, çizgi, şekil) ve uygulama basamaklarını kullanır.

G.2.1.6. Roketinin çalışmasında ölçü ve oran-orantıya göre objeleri yerleştirir.

G.4.1.1. Görsel sanat çalışmasını oluştururken biçimlendirme basamaklarını kullanır.

G.4.1.7. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır.

G.4.1.8. Kendi, görsel çalışmasını değerlendirir.

M.4.3.5.2. Kilogram ve gramı kütle ölçerken birlikte kullanır.

NGGS'da yer alan Mühendisliğe İlişkin Kazanımlar:

3-5- ETS1-1- Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır.

3-5- ETS1-2- Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır.

3-5- ETS1-3-Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER

Renkli A4 ve elışı kâğıtları, cetvel, sıvı yapıştırıcı, hassas terazi, metre, boya kalemleri, postitler, bisiklet pompası

GERÇEK HAYAT PROBLEMİ-MÜHENDİSLİK PROBLEMİ

Öğrencilere uzayı merak edenin olup olmadığı sorularak fikirleri alınır. Uzayda nelerin olduğu, bize en yakın gezegenin ne olduğu, uzayda yaşamın olup olmadığı vs. konularında onlarla kısa bir söyleşi yapılır. Bununla birlikte dünyada nüfusun hızla artığını ve ilerleyen yıllarda dünyanın insanlar için yaşanılacak bir yer olmaktan çıkacağı hissettirilir. Ayrıca aslında dünyamıza her an bir göktaşının çarparak dünyadaki yaşamı bitirebileceği anlatılır. Daha sonra öğrencilerin bu konuda fikirleri alınır ve uzayda bir gezegene taşınma fikri gelinceye kadar sürece devam edilir. Fakat öğrencilere oraya yolculuk yapıp taşınabilmek amacıyla ne yapılması gerektiği sorusu yöneltilir.

ETKİNLİĞİN GELECEK NESLİN BİLİM STANDARTLARINDA(NGSS) EK I DA YER ALAN DDO MODELİNE GÖRE VE PROBLEME DAYALI ÖĞRENMEYE GÖRE UYGULANMASI

Süreç	Öğretmen & Öğrenci Davranışları	Dikkat Edilecek Noktalar
5dk	Öğretmen: Öğrencileri sınıf mevcuduna göre gruplara ayırır. Bir isim belirlemelerini ister. Öğrenciler: Öğretmenin belirlediği gruplara katılırlar. Gruplarına bir isim belirlerler.	Grupların homojen(her düzeyden öğrenci) olmasına özen gösterir. Cinsiyet dağılımına dikkat eder.
10dk	Öğretmen: Öğretmen sınıfta problem durumunu açıklar. Öğrencilerden problem durumuna çözüm önerileri getirmelerini ister. Öğrenciler: Öğretmenin anlattığı problemi dinler ve problemi özümsemeye çalışır. Çözüm önerileri sunar.	Öğretmen yanlış anlaşılmalara engellemek için öğrencilerden dönüt alır. Çözüm önerisinin bir ürün (roket) olması gerektiği cevabı oluncaya kadar devam eder. Çözüm önerilerinin anlamlı ve gerçekleştirilebilir olmasına dikkat eder.
5dk	Öğretmen: Öğrencilerden bir roket tasarlayarak uzaya seyahat edebilecekleri fikri gelinceye kadar öğretmen bu sürece devam eder. Öğrenciler: Sorunun çözümüne yönelik bir roket tasarımı fikri önerir.	Öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade etmelerini sağla. Yardıma ihtiyacı olan öğrencilere yardım et.
5dk	Öğretmen: NASA tarafından fırlatılan bir roketin fırlatılma anının aşağıdaki linkten videosunu izlettirir.	Tüm öğrencilerin ve grupların izlemesine özen gösterilir. Roketin

	<p>“https://www.youtube.com/watch?v=SguFmKRXfRo” Öğrenciler: Videoyu izler ve roketin kalkışını etkileyen etmenleri düşünür.</p>	<p>kaç saniyede atmosferin dışına çıktığını ve roketin tasarımına dikkat çekilir.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerden kendi roketlerinin nasıl olması gerektiğiyle ilgili taslak çizim yapmalarını ister. Öğrenciler: Öğrenciler taslak çizimler yapar. Roketinin taslak çiziminde belirttiği ölçülere göre gövdesini, burnunu ve kanatlarını kâğıt üzerine çizer.</p>	<p>Taslak çizimlerde resmin güzelliğinden ziyade fikri ne ölçüde ifade ediyor ona dikkat edilir. Kurşun kalemle çizim yapılır.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Roket yapımında kullanacağı araç-gereç ve malzemeleri belirlemelerini ister. Maliyetini hesaplatır. Öğrenciler: Öğrenciler roket yapımında kullanılan ihtiyaç duydukları araç-gereç ve malzemeleri belirler. Maliyetini hesaplar.</p>	<p>Malzemeleri belirlerken maliyetini, sağlamlığı, roketin havada kalma süresi ve yükselme seviyesini göz önünde bulundururlar</p>
10 dk	Teneffüs	
5dk	<p>Öğretmen: Taslak çizimlerden sonra roketin parçalarının karton ya da kâğıt üzerine öğrencilerden kesmelerini ister. Öğrenciler: Roket parçası çizimlerini düzgün bir şekilde keser.</p>	<p>Düzgün ve ölçülere uyarak parçaların açılımı kesilir.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Roketin parçalarını kestikten sonra yapıştırarak oluşturmalarını ve birleştirmelerini ister. Öğrenciler: Öğrenciler roketin parçalarını oluşturur ve doğru bir şekilde birleştirerek gövde, kanat ve burnunu yapar. Birleştirir.</p>	<p>Uygun birleştirme yöntemlerini öğrencilerin tercih etmelerini sağla (yapıştırma, geçirme vs.). sızdırmazlık konusunda uyarı yap.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Roketin hedefe doğru düzgün bir şekilde gidebilmesi için yapılması gereken şeyleri öğrencilerin düşünmelerini ister. Öğrenciler: Roketin düzgün bir şekilde hedefe doğru (yukarı) hareket edebilmesi için burnunun, kanadının nasıl olması gerektiği, ağırlığının ne kadar olması gerektiğini göz önünde bulundurur. Ağırlık merkezini ayarlar.</p>	<p>Bu süreçte bilgi direkt verilmaz. Öğrencilerin fikirleri sorgulanarak ya da beyin fırtınası yapılarak doğru yol ya da yöntem buldurulur.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Roketlerini yapım aşamasında bisiklet pompasını kullanarak test ederler. Öğrenciler:</p>	<p>Birden çok deneme yapılmasına özen gösterilir.</p>

	Roketini tamamlarken süreçte denemeler yapar. Problemlerini tespit etmeye çalışırlar.	
5dk	Öğretmen Akıllı tahtada bir roketin ağırlığının, kanat sayısının, sızdırmazlık düzeyinin ve çıktığı en yüksek mesafe verilerinin yer aldığı Excel uygulamasında bir tablo oluşturur ve öğrencilerden roketlerine ilişkin bu değerleri tabloya girmelerini ister. Öğrenciler: Roketlerini deneme sonrasında ilgili değerleri ölçerek tabloya kendi gruplarının adıyla girerler.	Ağırlıkla maksimum yükseklik arasında ters orantı olduğu ve optimum kanat sayısının da üç olması gerektiği fark ettirilir.
20dk	Öğretmen: Gruplar denemelerini sonucunda tespit ettiği problemlere çözüm önerip uygulamalarını sağlar. Gruplara tekrar roketlerini tasarlama fırsatı verir. Öğrenciler: Roketin burnundaki problemi fark eder ve en iyi şekilde ayarlar. Roketin kanatlarındaki problemi ve kanatların konumundaki hatayı fark eder ve ayarlar. Gövde kanat ayarını yapar. Gerekirse gövdeyi uzatır ya da kısaltır. Ağırlığı düşünür.	Grup arkadaşlarıyla tartışarak problem olan bölüm konusunda uzlaşırlar.
10dk	Teneffüs	
10dk	Öğretmen: Roketini kendi özgü tasarımlarını ister. Öğrenciler: Roketin dış kısmını taslak çizimine göre renk, oran ve yön kullanarak kendine özgü tasarım yapar. Özgünleştirir.	Grupların birbirinden yaralanmasının önüne geçilir. Özgün tasarım olmasına özen gösterir.
10dk	Öğretmen: Grupların roketlerine marka ve logo belirlemelerini ister. Öğrenciler: Roketine bir marka ve logo belirler.	Marka logo ve slogan etkileyici, akılda kalıcı, projeye ilgili olmasına özen gösterilir.
3dk	Öğretmen: Öğrenciler en uzağa giden roketi belirlemek amacıyla okul bahçesine çıkarır. Öğrenciler: Gruplardan bir kişi aynı anda diğer grupların roket fırlatıcısıyla birlikte 45 derecelik açıyla roketlerini bahçede fırlatır.	Tüm grupların aynı hizada roketlerini fırlatmasına dikkat edilir.
10dk	Öğretmen: Grupların roketlerinin düştükleri mesafe ölçülerek her roketin kat ettiği mesafe hesaplanır. Öğrenciler: Öğrenciler ölçümleri izlerler. Öğretmene yardımcı olurlar.	En uzak mesafenin yanında roketin tasarımı, ağırlığı, maliyeti de göz önünde bulundurularak değerlendirme yapılır.

15dk	<p>Öğretmen: Her grubun tasarladıkları roketleri sırayla sınıfta sunum yaparak paylaşımlarını sağlar. Ayrıca sunuma yapılırken yapım sürecinde deneyimlediklerini de paylaşır.</p> <p>Öğrenciler: Roketlerini ve süreçteki deneyimini sınıfla paylaşır.</p>	<p>Sunum roketlerin nasıl yapıldığı, süreçte ne tür problemlerin yaşandığı, bu problemlerin üstesinden nasıl gelindiğiyle ilgili olmalı. Roketi yaparken en çok dikkatlerini hangi noktaların çektiğini paylaşımlarını iste. Marka ve logoları da sor.</p>
DEĞERLENDİRME(DDO MODELİNE GÖRE)		
<ol style="list-style-type: none"> 1.Hayatında Teknolojinin rolünü ve Teknolojiyle ilgili problemleri fark eder. 2.Mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır. 3.Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji ve Kumano, 2015). 4. Roketin tasarımında sanat ve tasarım elemanlarını kullanır. 		

**EK-12: ŐAZIYE ÖĞRETMENİN ETKİNLİK PLANI: PERVANELER
YARIŞIYOR**



PERVANELER YARIŞIYOR
Sınıf: 4. sınıf
Ana Disiplin: Fen Bilimleri
Entegrasyon Yaklaşımı: Transdisipliner Yaklaşım
Tema: Kuvvet ve Hareket/Elektriğin İletimi/Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları
Süre: 40+40+40+40+40 dakika
ETKİNLİĞİN ÖZETİ
<p>Bu etkinlikte öğrenciler basit elektrik devresini ve elektrik motorunu kullanarak ders çalışırken serinleme ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla bir pervane (vantilatör) tasarımı gerçekleştireceklerdir. Öğrenciler süreçte havayı istenilen hızda ve istenilen bölgeye yönlendirebilmek amacıyla pervanenin kanatlarını optimum düzeyde tasarlamaya çalışacaklar ve süreçte ortaya çıkan problemleri çözmek için uğraşacaklardır.</p>
ÖĞRETMENİN ROLÜ
<p>Öğretmenler ders boyunca bir proje yöneticisi gibi davranırlar. Öğretmen öğrencilerin öğrenme sürecine rehberlik ederek onları destekleyen bir rol üstlenmiştir.</p>
İÇERİK & BOYUTLAR
<p>Teknoloji Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geçmişten ve kendi deneyiminden insanların serinlemek için kullandıkları yöntemlerin farkına varır. - Pervanelerin nerelerde ne amaçla kullanıldığının farkına varır (yel değirmenleri, rüzgâr enerjisi santrali). - Pervanenin havayı yönlendirebilmesi için kanatlarının bükülmesi gerektiğini farkına varır. - Havayı daha iyi yönlendirmek amacıyla pervanenin kanatlarını bükülmesi gerektiğinin farkına varır. - Kanatların açısını optimum şekilde ayarlamak, pervanelerle ilgili merak ettiklerini öğrenmek amacıyla internetten araştırma yapar. - Pervaneyi yapacağı malzemenin avantaj ve dezavantajının farkına varır.
<p>Fen ve Matematik Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pervanenin kanatlarının tasarımında kullanacağı malzemeye (plastik) esneklik, sertlik, kırılganlık, ağırlık kriterlerine göre karar verir. - Kanatların havayı itebilmesi için gereken geometrik şekli belirler. - Elektrik motorunun çalışabilmesi için gerekli basit elektrik devresi elemanlarını belirler. - Pil sayısı ile pervanenin dönüş hızının doğru orantılı olduğunu fark eder.

<ul style="list-style-type: none"> - Pervanenin ayakta kalmasını sağlayan denge kuvvetin için hazırlanan destek mekanizmasının pervanenin gücüne bağlı olduğunu fark eder. - Pervanenin hava akımıyla itme kuvveti oluşturduğunun farkına varır.
<p>Mühendislik Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pervanenin yönünü doğru bir şekilde ayarlar. - Pervanenin sürtünme problemini fark eder ve giderir. - Pervanenin optimum ağırlığını ayarlar. - Optimum kanat sayısını ve büyüklüğünü ayarlar. - Havayı hedefe yönlendirmek amacıyla kanatları bükür. - Problem oluşturan kanadı tekrar tasarlar. - Pervanenin ayakta kalabilmesi için destek mekanizmasını ayarlar. - Pervanenin çalışmasını engelleyen devrede hangi elemanın problem yarattığını tespit eder ve düzeltir.
<p>Sanat Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tasarımlarının şekli, boyutu, yapısı hakkında düşündüler. Araştırmalar yaparak tasarımlarının şeklini kurguladılar. - Tasarımıyla ilgili taslak çizimler yaptılar. - Pervane tasarımlarını özgünleştirdiler. Kendine grubuna özgü pervane tasarladılar. - Pervanenin tasarımında ölçü ve orana dikkat ettiler. - Tasarımında biçimlendirme basamaklarını kullandılar(ölçme, çizme, kesme, katlama, yapıştırma, renklendirme).
<p>ÖĞRETİM PROGRAMLARINDA YER ALAN İLGİLİ KAZANIMLAR & NGSS</p>
<p>Fen Bilimleri:</p> <p>F.4.3.1.1. Kuvvetin, cisimlere hareket kazandırmasına ve cisimlerin şekillerini değiştirmesine yönelik deneyler yapar.</p> <p>F.4.7.1.1. Basit elektrik devresini oluşturan devre elemanlarını işlevleri ile tanır.</p> <p>F.4.7.1.2. Çalışan bir elektrik devresi kurar.</p> <p>F.4.7.1.3. Evde ve okuldaki elektrik düğmelerinin ve kabloların birer devre elemanı olduğunu bilir.</p>
<p>Sosyal Bilgiler:</p> <p>SB.4.4.1. Çevresindeki teknolojik ürünleri, kullanım alanlarına göre sınıflandırır.</p> <p>SB.4.4.2. Teknolojik ürünlerin geçmişteki ve bugünkü kullanımını karşılaştırır.</p> <p>SB.4.4.3. Kullandığı teknolojik ürünlerin mucitlerini ve bu ürünlerin zaman içerisindeki gelişimini araştırır.</p> <p>SB.4.4.4. Çevresindeki ihtiyaçlardan yola çıkarak kendine özgü ürünler tasarlamaya yönelik fikirler geliştirir.</p> <p>SB.4.4.5. Teknolojik ürünleri kendisine, başkalarına ve doğaya zarar vermeden kullanır.</p>
<p>Matematik:</p> <p>M.4.2.3.3. Açılı, standart olmayan birimlerle ölçer ve standart ölçme birimlerinin gerekliliğini açıklar.</p> <p>M.4.2.3.5. Standart açı ölçme araçları kullanarak ölçüsü verilen açığı oluşturur.</p>

<p>M.4.3.1.2. Uzunluk ölçme birimleri arasındaki ilişkileri açıklar ve birbiri cinsinden yazar. M.4.3.2.2. Aynı çevre uzunluğuna sahip farklı geometrik şekiller oluşturur.</p>		
<p>Görsel Sanatlar: G.4.1.1. Görsel sanat çalışmasını oluştururken biçimlendirme basamaklarını kullanır. G.4.1.2. Deneyimlerini farklı fikirler, sanat formları ve kültürel temalarla ilişkilendirerek görsel sanat çalışması oluşturur. G.4.1.3. Görsel sanat çalışmasında kompozisyon birliğini oluşturmak için seçimler yapar.</p>		
<p>NGGS’da yer alan Mühendisliğe İlişkin Kazanımlar:</p> <p>3-5-ETS1-1- Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır. 3-5-ETS1-2- Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır. 3-5-ETS1-3-Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.</p>		
<p>ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER</p>		
<p>Devre elemanları (elektrik devresi) ve elektrik motoru, A4 kâğıdı, karton, mukavva, tahta ve farklı türden plastik malzemeler, renkli eliş kâğıdı, boya kalemleri, yapıştırıcı, makas, cetvel.</p>		
<p>GERÇEK HAYAT PROBLEMİ-MÜHENDİSLİK PROBLEMİ</p>		
<p>Odanızda ders çalışıyorsunuz. Odanız çok sıcak. Klima ya da vantilatör de yok üstelik pencere ve kapları da açamıyorsunuz çünkü hem dışarı daha sıcak hem de kardeşlerin evde gürültü yapıyor. Bu durumda ne yapardınız?</p>		
<p>ETKİNLİĞİN GELECEK NESLİN BİLİM STANDARTLARINDA(NGSS) EK I DA YER ALAN DDO MODELİNE GÖRE VE PROBLEME DAYALI ÖĞRENMEYE GÖRE UYGULANMASI</p>		
Süreç	Öğretmen & Öğrenci Davranışları	Dikkat Edilecek Noktalar
5 dk	<p>Öğretmen: - “Bibili bibili bob!” oyunuyla öğrencilerin ilgi ve motivasyonları yükseltilir. Öğrenciler: - Arkadaşlarıyla birlikte oyuna katılım sağlarlar.</p>	<p>Tüm öğrencilerin oyuna katıldığından geldiğinden emin olun. Kuralları hatırlat.</p>
5 dk	<p>Öğretmen: Öğrencilere problem durumu verilir. Öğrenciler: Öğrenciler problem durumunu dikkatle dinlerler.</p>	<p>Tüm öğrencilerin motive olduklarından emin ol.</p>

5dk	<p>Öğretmen: Öğrencilere söz vererek problemin yönelik çözüm önerilerini söylemelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: Öğrenciler çözüme yönelik fikirlerini söylerler.</p>	Tüm öğrencilerin problemleri belirlemek için uğraştığından emin ol.
5dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerden bir pervane (vantilatör) tasarımı fikri gelinceye kadar öğretmen bu sürece devam eder.</p> <p>Öğrenciler: Sorunun çözümüne yönelik bir pervane tasarımı fikri önerir.</p>	Öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade etmelerini sağla. Yardıma ihtiyacı olan öğrencilere yardım et.
5dk	<p>Öğretmen: Sınıfı 5 ya da 6 şar kişilik gruplara ayırır. Bu aşamadan sonra öğrencilerin ders boyunca grup arkadaşlarıyla işbirliği içinde çalışmalarını gerektiğini söylenir.</p> <p>Öğrenciler: Seçildiği gruba katılır ve grup arkadaşlarını tanır. Gruplarına bir isim bulurlar.</p>	Grupların homojen olmasına ve sınıfın küçük bir temsili olmasına özen göster. Gruplar arasında başarı, cinsiyet gibi etkenler yönünden farklılık olmamalı.
10dk	<p>Öğretmen: Gruplardan pervaneyi nasıl yapmaları gerektiğini düşünmelerini, hangi araç-gereç ve malzemelerin gerektiğini düşünmelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: Grup arkadaşlarıyla pervanelerini nasıl yapmaları gerektiği, hangi araç gereç ve malzemeleri kullanmaları gerektiği konusunda fikir alışverişinde bulunur.</p>	Gerekli araç-gereç ve malzemeleri tahmin etmelerini sağla. Grup arkadaşlarıyla fikirlerini tartışarak pervanenin nasıl yapılacağıyla ilgili fikir alışverişinde bulunmalarını sağla. Demokratik bir tartışma olmasına özen göster.
3dk	<p>Öğretmen: Gruplardan pervaneyi nasıl yapılabileceği ve hangi araç gereç ve malzemelerin kullanılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini paylaşmalarını ister ve gerekli malzemeleri malzeme bölümünden almalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Güneş saatinin yapımıyla ilgili araç gereç ve malzemelerin ve nasıl yapılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini sınıfla paylaşır. Gruplar malzeme bölümünden karar verdikleri malzemeleri seçerler.</p>	Grupların belirledikleri araç gereç ve malzemelerin ve yapım yöntemlerinin karşılaştırılmasını sağla.

2dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerden kullanacakları malzemeleri gerektiği kadar kullanmalarını ve araç gereçleri dikkatli kullanmaları gerektiğini söyler. Grupların gerekli araç gereç ve malzemeleri almalarını sağlayarak güneş saatlerini yapmaya başlamalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Pervanelerin yapım aşamasına geçerler. Malzemelerin gerektiği kadar kullanılmasına özen gösterirler. Araç gereçleri kullanırken dikkatli olurlar.</p>	Öğrencilerin sadece tek tip güneş saati yapmalarını sağla. Gruplardan kendi güneş saatlerini tasarlamalarını iste.
10dk	<p>Öğretmen: Gruplardan pervanelerinin nasıl olması gerektiğine yönelik taslak çizim yapmalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Grubuyla birlikte pervanelerinin nasıl olması gerektiğiyle ilgili taslak çizim yaparlar.</p>	Taslak çizimlerin açık, net ve anlaşılır olmasına dikkat edilir. Çizimler öğrencilerin çizbildiği kadardır.
10dk	Teneffüs	
5 dk	<p>Öğretmen: Grupların taslak çizimlerini inceler. Çizimleriyle ilgili dönüt verir.</p> <p>Öğrenciler: Taslak çizimlerini açıklarlar.</p>	Taslak çizimlerin soruna çözüm üretecek şekilde yapılmış olmasına özen gösterilir. Öğrencilerin fikrini yansıtılmalı.
15 dk	<p>Öğretmen: Grupların pervanelerini yapım aşamasına geçmelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: Gruplar seçtikleri malzemelerle pervanelerini yapmaya başlarlar.</p>	Araç gereç ve malzemeleri kullanırken dikkatli olmaları konusunda öğrencileri uyar.
20dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin pervanelerini doğru bir şekilde tasarlamaları için yapım sürecinde sorular sorarak onların tasarımları üzerinde düzeltme ve ayarlamalar yapmalarını sağlar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hangi elektrik devresi elemanları gerekir? - Havayı nasıl yönlendireceksiniz? - Pervaneniz kaç kaç kanadı olması gerekir? 	Her grubun pervanelerini yapmaya çalıştığından emin ol ve her öğrencinin yapım aşamasında problemlerin çözümüne etkinliğe katılıp katılmadığını kontrol et. Öğrencilerin takım halinde çalışmalarını sağla. Çalışma esnasında taslak çizimlerden yararlanmalarını iste.

	<p>- Ayakta durması için ne yapmayı düşünüyorsunuz?</p> <p>Öğrenciler: Öğrenciler pervanelerini plastik zemin üzerine çizerek buradan modeli keserek çıkartırlar. Pervanenin kanatları tasarlarlar.</p>	
10 dk	Teneffüs	
10dk	<p>Öğretmen: Dileyen gruplara cep telefonunu vererek internetten konuyla ilgili araştırma yapabileceklerini söyler. Öğrenciler: Dileyen gruplar öğretmenin telefonundan internette araştırma yaparlar.</p>	<p>Araştırma pervanelerin en optimum şekilde nasıl yapılması gerektiğiyle ilgili olmalıdır.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Tüm gruplardan pervanelerini değerlendirip test etmelerini ister. Bunun için de 40 cm uzaklığa bir cisim yerleştirip bunu pervanenin ürettiği rüzgâr kuvvetiyle düşürmelerini ister. En uzaktan düşüren grubun birinci olacağını ifade eder. Öğrenciler: Tasarımlarını değerlendirir test ederler.</p>	<p>Eğer hiçbir problem yoksa neden problem olmadığı eğer varsa neden problemlerin olduğu konusunda grup arkadaşlarıyla tartışma başlat.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Tasarımlarında ortaya çıkan problemleri belirlemelerini ister. Öğrenciler: Pervanenin istenilen bölgeye yeteri kuvvette hava üflemesini engelleyen problemleri grup arkadaşlarıyla tespit ederler.</p>	<p>Öğrencilerin problemleri doğru bir şekilde tespit edip etmediklerin kontrol et.</p>
15dk	<p>Öğretmen: Belirlenen problemlere yönelik çözüm önerilerini uygulamalarını ve yaptıkları her değişikliğin etkisini gözlemleyip değerlendirmelerini ister. Öğrenciler: Pervanelerinin doğru bir şekilde çalışmasını sağlamak için belirlediği problemlerin çözümüyle ilgili müdahaleler yapar ve bu müdahalelerin etkisini test eder.</p>	<p>Öğrencilerin yaptıkları müdahalelerin etkisi görmelerini sağla. Problemlerin üstesinden gelinceye kadar değerlendirip test etme sürecinin devam etmesini sağla.</p>
10dk	Teneffüs	

10 dk	<p>Öğretmen: Her grubun tasarımını deneyerek oluşturduğu hava akımının gücüyle en uzak mesafede karşısındaki engeli yıkan pervane tasarımını birinci olarak belirler.</p> <p>Öğrenciler: Tasarımlarıyla birlikte yarışmaya katılırlar.</p>	Birinci gruptan ziyade her grubun çalışmasını değerli olduğu hissettirilir.
15 dk	<p>Öğretmen: Tüm gruplarını deneyimlerini ifade etmeleri sağlanır. Nerede problem yaşandı? Neden sizin pervane daha kuvvetli havayı üfleyemedi? gibi sorular sorarak grupların tasarımları konusunda özeleştirme yapmalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Tasarımları hakkındaki fikirlerini sınıfla paylaşırlar.</p>	Özellikle bir daha fırsat verilmemesi halinde ürünlerinde neyi yapı yapmayacakları sor.
25 dk	<p>Öğretmen Öğrencilere tekrar yapma fırsatı verir.</p> <p>Öğrenciler: Gerekli malzemeleri alarak şu ana kadar yaşadıkları deneyimi de göz önünde bulundurarak pervanelerini tekrar tasarlarlar.</p>	Öğrencilerin ilk tasarımlarındaki hataları tekrar yapmamalarına özen göster.
10 dk	Teneffüs	
15dk	<p>Öğretmen: Tasarımlarına bir marka ve logo üretmeleri istenir.</p> <p>Öğrenciler: Pervanelerine bir marka ve logo belirlerler.</p>	Marka ve logo söyleyişi kolay, akılda kalıcı ve özgün olmasını sağla.
10 dk	<p>Öğretmen: En iyi havayı üfleyen pervaneyi yine belirlemek amacıyla grupların tasarımları test edilir.</p> <p>Öğrenciler: Gruplar tasarımlarını tekrar test ederler.</p>	Test anında öğrencilere sorular yönelterek tasarımlarının iyi ve kötü yanlarını fark etmelerini sağla.
15 dk	<p>Öğretmen: Her grubun tasarladıkları pervaneleri sırayla sınıfta sunum yaparak paylaşımlarını sağlar. Ayrıca sunuma yapılırken yapım sürecinde deneyimlediklerini de paylaşır.</p> <p>Öğrenciler:</p>	Sunum pervanelerin nasıl yapıldığı, süreçte ne tür problemlerin yaşandığı, bu problemlerin üstesinden nasıl gelindiğiyle ilgili olmalı. Saati yaparken en çok dikkatlerini hangi noktaların çektiğini paylaşımlarını iste. Marka ve logoları da sor.

	Pervane ve süreçteki deneyimini sınıfla paylaşır.	
DEĞERLENDİRME(DDO MODELİNE GÖRE)		
<ol style="list-style-type: none">1. Hayatında Teknolojinin rolünü ve Teknolojiyle ilgili problemleri fark eder.2. Mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır.3. Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji ve Kumano, 2015).4. Pervane tasarlarırken sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanır.		



EK-13: TEZCAN ÖĞRETMENİN ETKİNLİK PLANI: UYGUN AYDINLATMA

UYGUN AYDINLATMA
Sınıf: 4. Sınıf
Ana Disiplin: Fen Bilimleri
Entegrasyon Yaklaşımı: Transdisipliner Yaklaşım
Tema: Aydınlatma ve Ses Teknolojileri/ Maddenin Özellikleri/Basit Elektrik Devreleri/Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları
Süre: 40+40+40+40+40 dakika
ETKİNLİĞİN ÖZETİ
Sahip olmayı düşündükleri bir evin kendilerine özel bir bölümünün aydınlatılması yapılacaktır. Bu aydınlatma sürecinde; istenilen bölgenin uygun aydınlatılması, ışığın belirli bir noktada toplanmasını sağlayan hesaplamaların yapılması, ortaya çıkan ürünün görsel ifadesini ve en az masrafla kaliteli aydınlatmanın sağlanması hedeflenmektedir.
ÖĞRETMENİN ROLÜ
Öğretmenler etkinlik boyunca bir proje yöneticisi gibi davranırlar. Öğretmen öğrencilerin öğrenme sürecine rehberlik ederek onları proje tabanlı öğrenme sürecinde onları destekleyen bir rol üstlenecektir.
İÇERİK & KONU
<p>Teknoloji Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geçmişten günümüze kullanılan aydınlatmada kullanılan araç gereçleri fark eder. - Farklı aydınlatma sitemlerini bir makaleden inceler. - Işık kaynağının etrafında yansıtıcı yüzeyler kullanarak istenilen bölgeye yönlendirebileceğini fark eder. - Işığı istenilen bölgeye yönlendirmek amacıyla ışık kaynağının etrafını istenilen bölgenin geometrik şekline göre tasarlaması gerektiğini fark eder.
<p>Fen ve Matematik Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Işığın doğrusal bir şekilde ilerlediğini fark eder. - Aydınlatılacak alanla avizenin geometrik şekli arasındaki ilişkiyi fark eder. - Işık kaynağından çıkan ışınları istenilen bölgeye yönlendirmede avizenin geometrik şeklinin önemini fark eder. - En iyi aydınlatma için avizenin geometrik şekline karar verir (koni). - Basit elektrik devresi elemanları ve görevlerini bilir. - Işık ışınlarının zemine düşeceği yerleri tahmin eder. - Işığı geçiren ve geçirmeyen saydam ve opak malzemeleri fark eder. - Işığın belirli bir noktada nasıl toplanacağını yansıma kurallarına göre hesapladı. - Yükseklik ve pil gücüyle aydınlatma kalitesi arasındaki ilişkiyi fark eder. - Uygun olmayan aydınlatmanın sağlığa zararlarını fark eder.

- Gereksiz ve uygun olmayan aydınlatma israf olduğunun farkına varır.

Mühendislik Boyutu:

- Aydınlatma sisteminin yapılacağı en uygun ev zeminini (odayı) belirler.
- Işığın optimum aydınlatma için şiddeti ve hangi açı ile gelmesi gerektiğinin belirlenmesi.
- Zeminin geometrik şekline göre ışık kaynağının etrafındaki avizenin geometrik şeklini belirler.
- Işığın belirli bir bölgeye yönlendirilmesinde yansıtıcı yüzeyleri kullanır.
- Aydınlatma sisteminin ayakta durabilmesi için destek mekanizması oluşturur.
- Uygun aydınlatma için doğru konumu belirler.
- Aydınlatma sistemiyle zemin arasındaki yüksekliği ayarlar.
- Aydınlatma sistemiyle zemin arasındaki açığı ayarlar.

Sanat Boyutu:

- Aydınlatma sisteminin şeklini, boyutu, yapısı hakkında düşündüler. Araştırmalar yaparak tasarımlarının şeklini kurguladılar.
- Tasarımıyla ilgili taslak çizimler yaptılar.
- Aydınlatma sistemlerinin tasarımlarını özgünleştirdiler. Kendine grubuna özgü avizeler tasarladılar.
- Aydınlatma sisteminin tasarımında ölçü ve orana dikkat ettiler.
- Tasarımında biçimlendirme basamaklarını kullandılar (ölçme, çizme, kesme, katlama, yapıştırma, renklendirme).

ÖĞRETİM PROGRAMLARINDAKİ İLGİLİ KAZANIMLAR & NGSS

Fen Bilimleri:

- F.4.5.1.1. Geçmişte ve günümüzde kullanılan aydınlatma araçlarını karşılaştırır.
- a. Teknolojinin aydınlatma araçlarının gelişimine olan katkısı vurgulanır, kronolojik sıralama ve ayrıntı verilmez.
- b. Aydınlatma araçlarının yaşamımızdaki önemi vurgulanır.
- F.4.5.1.2. Gelecekte kullanılabilecek aydınlatma araçlarına yönelik tasarım yapar.
- F.4.5.2.1. Uygun aydınlatma hakkında araştırma yapar.
- Uygun aydınlatmanın göz sağlığı açısından önemi vurgulanır.
- F.4.5.2.2. Aydınlatma araçlarının tasarruflu kullanımının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemini tartışır.
- F.4.5.3.1. Işık kirliliğinin nedenlerini sorgular.
- F.4.5.3.3. Işık kirliliğini azaltmaya yönelik çözümler üretir.
- F.4.6.1.1. Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir.
- a. Elektrik, su, besin gibi kaynakların tasarruflu kullanılmasının önemi vurgulanır. b. Yeniden kullanmanın önemi üzerinde durulur.
- F.4.7.1.1. Basit elektrik devresini oluşturan devre elemanlarını işlevleri ile tanır.
- F.4.7.1.2. Çalışan bir elektrik devresi kurar.

Sosyal Bilgiler:

- SB.4.4.1. Çevresindeki teknolojik ürünleri, kullanım alanlarına göre sınıflandırır.
- SB.4.4.2. Teknolojik ürünlerin geçmişteki ve bugünkü kullanımlarını karşılaştırır.
- SB.4.4.3. Kullandığı teknolojik ürünlerin mucitlerini ve bu ürünlerin zaman içerisindeki gelişimini araştırır.
- SB.4.4.4. Çevresindeki ihtiyaçlardan yola çıkarak kendine özgü ürünler tasarlamaya yönelik fikirler geliştirir.
- SB.4.4.5. Teknolojik ürünleri kendisine, başkalarına ve doğaya zarar vermeden kullanır.

Matematik:

- M.4.2.1.1. Üçgen, kare ve dikdörtgenin kenarlarını ve köşelerini isimlendirir.
- M.4.2.1.2. Kare ve dikdörtgenin kenar özelliklerini belirler.
- M.4.2.3.1. Düzlemi tanıır ve örneklendirir.
- M.4.2.3.2. Açıyı oluşturan ışınları ve köşeyi belirler, açıyı isimlendirir ve sembolle gösterir.
- M.4.2.3.3. Açıları, standart olmayan birimlerle ölçer ve standart ölçme birimlerinin gerekliliğini açıklar.
- M.4.2.3.4. Açıları standart açı ölçme araçlarıyla ölçerek dar, dik, geniş ve doğru açı olarak belirler.
- a) Dik açı referans alınarak karşılaştırma yapılır.
- b) Geniş açı modelleri incelenirken doğru açıdan büyük olmamalarına dikkat edilir.
- M.4.2.3.5. Standart açı ölçme araçları kullanarak ölçüsü verilen açıyı oluşturur.
- a) Açı ölçmeye yarayan araçların (iletke, gönye vb.) yardımıyla açının, bir ışının başlangıç noktası etrafında döndürülmesi ile oluştuğu fark ettirilir.
- b) Aynı ölçüye sahip açılarının duruşlarındaki farklılığın, açının ölçüsünde etkili olmadığı vurgulanır.
- M.4.3.2.1. Kare ve dikdörtgenin çevre uzunlukları ile kenar uzunlukları arasındaki ilişkiyi açıklar.
- M.4.3.1.3. Doğrudan ölçebileceği bir uzunluğu en uygun uzunluk ölçme birimiyle tahmin eder ve tahminini ölçme yaparak kontrol eder.
- M.4.3.3.1. Şekillerin alanlarının, bu alanı kaplayan birim karelerin sayısı olduğunu belirler.
- a) Tanınan şekillerin yanı sıra kareli kâğıt üzerine çizilen yaprak, el gibi girintili şekillerle de çalışılır.
- b) Örnekler verilirken çevre uzunlukları aynı, alanları farklı şekiller üzerinde çalışmalar yapılır.

Görsel Sanatlar:

- G.4.1.1. Görsel sanat çalışmasını oluştururken biçimlendirme basamaklarını kullanır.
- G.4.1.2. Deneyimlerini farklı fikirler, sanat formları ve kültürel temalarla ilişkilendirerek görsel sanat çalışması oluşturur.
- G.4.1.3. Görsel sanat çalışmasında kompozisyon birliğini oluşturmak için seçimler yapar.

NGGS'da yer alan Mühendisliğe İlişkin Kazanımlar:

<p>3-5-ETS1-1- Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır.</p> <p>3-5-ETS1-2- Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır.</p> <p>3-5-ETS1-3-Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.</p>
ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER
<p>Ana etkinlik için; basit elektrik devresi elemanları, çeşitli renklerde karton, mukavva, A4 kâğıdı, renkli el işi kâğıtları, yapıştırıcı, cetvel, makas, silikon tabancası, silikon, boya kalemleri, tahta çubuklar.</p> <p>Isınma etkinliği için; yumurta, pipet çubuklar, silikon ve silikon tabancası, makas.</p>
GERÇEK HAYAT PROBLEMİ-MÜHENDİSLİK PROBLEMİ
<p>Odanızda kardeşinizle birlikte kalıyorsunuz. Kardeşiniz uyumak istiyor siz de ders çalışmanız gerekiyor. Kardeşiniz ışıklar açık iken uyuyamıyor siz de ders çalışmanız gerekiyor. Bu durumda ne yapardınız?</p>

ETKİNLİĞİN GELECEK NESLİN BİLİM STANDARTLARINDA(NGSS) EK I DA YER ALAN DDO MODELİNE GÖRE VE PROBLEME DAYALI ÖĞRENMEYE GÖRE UYGULANMASI		
Süreç	Öğretmen & Öğrenci Davranışları	Dikkat Edilecek Noktalar
5dk	<p>Öğretmen: Sınıfı 5 ya da 6 şar kişilik gruplara ayırır. Bu aşamadan sonra öğrencilerin ders boyunca grup arkadaşlarıyla işbirliği içerisinde çalışmalarını gerektiğini söyler.</p> <p>Öğrenciler: Seçildiği gruba katılır ve grup arkadaşlarını tanır. Gruplarına bir isim bulurlar.</p>	<p>Grupların homojen olmasına ve sınıfın küçük bir temsili olmasına özen göster. Gruplar arasında başarı, cinsiyet gibi etkenler yönünden farklılık olmamalı.</p>
10dk	<p>Öğretmen: “Kırılmayan yumurtalar” etkinliğiyle öğrencilerin ilgisi artırılır.</p> <p>Öğrenciler: Arkadaşlarıyla birlikte oyuna katılım sağlarlar. Yumurtanın etrafına silikon yapıştırıcıyı kullanarak kırılmasını önlemek amacıyla pipetle kaplar.</p>	<p>Tüm öğrencilerin etkinliğe katıldığından emin olun. 2 metre yükseklikten atılan yumurtalardan kırılmayan yumurtanın grubunu birinci olarak seçer. Ve sonra yeni bir etkinliğin olduğunu söyler.</p>
3 dk	<p>Öğretmen: Öğrencilere problem durumu öğrencilere anlatır.</p>	<p>Tüm öğrencilerin motive olduklarından ve etkinliğe katıldıklarından emin ol.</p>

	<p>Öğrenciler: Öğrenciler öğretmenin anlattığı problem durumunu dinleyerek çözüm için fikirler düşünürler.</p>	<p>Problemi açık net ve anlaşılır bir şekilde ver.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Geçmişten günümüze kullanılan aydınlatma araçları hakkında bilgi içeren materyali dağıtır. Öğrencilerden incelemelerini ister. Öğrenciler: Aydınlatma araçlarıyla ilgili materyali incelerler. Aydınlatma araç ve yöntemlerine örnek verirler.</p>	<p>Uygun aydınlatmanın ne olduğunu araştırmalarını iste. Evinde, okulda ve iş yerlerindeki aydınlatma çeşitlerinden örnek vermelerini iste.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerle problem durumu tartışılır. Problemin yönelik çözüm önerilerini söylemelerini ister. Öğrenciler: Öğrenciler çözüme yönelik fikirlerini söz alarak sınıfla paylaşırlar.</p>	<p>Tüm öğrencilerin problemleri tanımlamaya ve probleme çözüm üretmeye çalıştıklarından emin ol.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerden sadece ders çalışılacak alanı aydınlatacak bir avize tasarımı/aydınlatma modeli fikri gelinceye kadar öğretmen bu sürece devam eder. Öğrenciler: Gruplardan biri sorunun çözümüne yönelik bir avize tasarımı fikrini önerir.</p>	<p>Öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade etmelerini sağla. Yardıma ihtiyacı olan öğrencilere yardım et. Avize tasarımı fikri gelince tüm grupların bu fikre odaklanmalarını ister.</p>
10dk	Teneffüs	
10dk	<p>Öğretmen: Gruplardan avizenin/aydınlatma modelinin nasıl yapılması gerektiğini düşünmelerini, yapımında hangi araç-gereç ve malzemelerin gerektiğini düşünmelerini ister. Öğrenciler: Grup arkadaşlarıyla avizelerini nasıl yapmaları gerektiği, hangi araç gereç ve malzemeleri kullanmaları gerektiği konusunda fikir alışverişinde bulunur.</p>	<p>Gerekli araç-gereç ve malzemeleri tahmin etmelerini sağla. Grup arkadaşlarıyla fikirlerini tartışarak avizenin nasıl yapılacağıyla ilgili fikir alışverişinde bulunmalarını sağla. Demokratik bir tartışma olmasına özen göster.</p>
10dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin belirledikleri aydınlatma modeli ile ilgili düşünmelerini ister. Düşüncelerini bir kâğıda taslak çizim yaparak anlatmalarını ister. Öğrenciler:</p>	<p>Taslak çizimlerin açık, net ve anlaşılır olmalı. Çizimler öğrencilerin çizim yeteneği kadardır. Her grup kendine özgü tasarımını yapar.</p>

	Aydınlatma modelleriyle ilgili taslak çizim yaparlar.	
10dk	<p>Öğretmen: Gruplardan avize modellerini nasıl yapılabileceği ve hangi araç gereç ve malzemelerin kullanılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini paylaşmalarını ister. Öğrencilere oluşturduğu malzeme dükkânından satın almalarını ister. Ve her malzemenin maliyetini hesaplatır.</p> <p>Öğrenciler: Avizelerinin yapımıyla ilgili araç gereç ve malzemelerin ve nasıl yapılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini sınıfla paylaşır. Gruplar malzeme bölümünden karar verdikleri malzemeleri seçerler ve toplam maliyetini hesaplarlar.</p>	<p>Grupların belirledikleri araç gereç ve malzemelerin ve yapım yöntemlerinin karşılaştırılmasını sağlar.</p> <p>Seçilen tüm malzemelerini fiyatı fayda/maliyet bakımından göz önünde bulundurulur.</p>
5dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerden kullanacakları malzemeleri gerektiği kadar kullanmalarını ve araç gereçleri dikkatli kullanmaları gerektiğini söyler. Grupların gerekli araç gereç ve malzemeleri almalarını sağlayarak avize modellerini yapmaya başlamalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Avizelerin yapım aşamasına geçerler. Malzemelerin gerektiği kadar kullanılmasına özen gösterirler. Araç gereçleri kullanırken dikkatli olurlar.</p>	<p>Öğrencilerin sadece tek tip avize modeli yapmalarını engelle. Gruplardan kendi özgün avize modellerini tasarlamalarını iste.</p>
10 dk	Teneffüs	
15dk	<p>Öğretmen: Grupların modellerinin yapına aşamasına geçmelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: Gruplar seçtikleri malzemelerle avize modellerini yapmaya başlarlar.</p>	<p>Araç gereç ve malzemeleri kullanırken dikkatli olmaları konusunda öğrencileri uyar.</p>
15dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerin tasarımlarını doğru bir şekilde yapmaları için yapım sürecinde sorular sorarak onların tasarımları üzerinde düzeltme ve ayarlamalar yapmalarını sağlar:</p>	<p>Her grubun modellerini yapmaya çalıştıklarından emin ol ve her öğrencinin yapım aşamasında süreçteki problemlerin çözümünde aktif rol aldığına etkinliğe katılıp katılmadığını kontrol et. Öğrencilerin takım halinde çalışmalarını sağlar. Çalışma esnasında</p>

	<p>- İstenilen bölgeyi aydınlatmak için nasıl bir model düşünüyorsunuz?</p> <p>- Avizenizin şekli hangi geometrik şekilde olursa istenilen bölge daha iyi aydınlanır?</p> <p>- Işık kaynağıyla aydınlatılacak zemin arasındaki mesafe ne kadar olmalıdır?</p> <p>Öğrenciler: Öğrenciler belirledikleri modele göre ve seçtikleri malzemelerle göre tasarımlarını yaparlar.</p>	taslak çizimlerden yararlanmalarını iste.
10dk	<p>Öğretmen: Tüm gruplardan aydınlatma modellerinin istenilen bölgeyi aydınlatıp aydınlatmadığı konusunda değerlendirip test ederler.</p> <p>Öğrenciler: Gruplar aydınlatma modellerini içeren tasarladıkları evlerde modellerini denerler ve test ederler.</p>	Eğer hiçbir problem yoksa neden problem olmadığı eğer varsa neden problemlerin olduğu konusunda grup arkadaşlarıyla tartışma başlat (Neyi iyi neyi kötü yaptıklarını belirtmek için).
10dk	Teneffüs	
5dk	<p>Öğretmen: Tasarımlarında ortaya çıkan problemleri belirlemelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: İstenilen bölgenin aydınlatılmasını engelleyen problemleri tespit ederler.</p>	Öğrencilerin problemleri doğru bir şekilde tespit edip etmediklerin kontrol et.
15dk	<p>Öğretmen: Belirlenen problemlere yönelik çözüm önerilerini uygulamalarını ve yaptıkları her değişikliğin etkisini gözlemleyip değerlendirmelerini ister. Gruplara aydınlatma sistemlerini tekrar tasarlama fırsatı verir.</p> <p>Öğrenciler: İstenilen bölgenin daha iyi aydınlatılmasını sağlamak amacıyla belirlediği problemlerin çözümüne yönelik müdahaleler yapar ve bu müdahalelerin etkisini test eder. Aydınlatma modellerini tekrar tasarlarlar.</p>	Öğrencilerin yaptıkları müdahalelerin etkisi görmelerini sağla. Problemlerin üstesinden gelinceye kadar değerlendirip test etme sürecinin devam etmesini sağla.
10dk	<p>Öğretmen: Öğretmen istenilen bölgeyi en iyi aydınlatan aydınlatma modelini belirler. Modelin işlevselliğinin yanında tasarımı da değerlendirilir.</p>	Birinci gruptan ziyade her grubun çalışmasını değerli olduğu hissettirilir.

	Öğrenciler: Gruplar en iyi modelleri seçerler.	
15dk	Öğretmen: Tüm gruplarını deneyimlerini ifade etmeleri sağlanır. - Nerede problem yaşandı? - Neden istenen bölgeyi aydınlatamadınız? gibi sorular sorarak grupların tasarımları konusunda özeleştirme yapmalarını ister. Öğrenciler: Kendi ve diğer grupların tasarımlarıyla ilgili fikirlerini ifade ederler.	Özellikle bir daha fırsat verilmemesi halinde ürünlerinde neyi yapıp yapmayacakları sor.
10dk	Teneffüs	
10dk	Öğretmen: Tasarımlarına bir marka ve logo üretmeleri istenir. Öğrenciler: Gruplar aydınlatma modellerine bir marka ve logo belirlerler.	Marka ve logo söyleyişi kolay, akılda kalıcı ve özgün olmasını sağla.
20dk	Öğretmen: Her grubun tasarladıkları modelleri sırayla sınıfta sunum yaparak paylaşımlarını sağlar. Ayrıca sunuma yapılırken yapım sürecinde deneyimlediklerini de paylaşır. Öğrenciler: Aydınlatma modellerini ve süreçteki yaşadıkları deneyimi sınıfla paylaşır.	Sunum modelin nasıl yapıldığı, süreçte ne tür problemlerin yaşandığı, bu problemlerin üstesinden nasıl gelindiğiyle ilgili olmalı. Modeli yaparken en çok dikkatlerini hangi noktaların çektiğini paylaşımlarını iste. Marka ve logoları da sorar.
DEĞERLENDİRME(DDO MODELİNE GÖRE)		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hayatında Teknolojinin rolünü ve Teknolojiyle ilgili problemleri fark eder. 2. Mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır. 3. Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji ve Kumano, 2015). 4. Aydınlatma modellerini tasarlarlarken sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanır. 		

EK-14: SAİME ÖĞRETMENİN ETKİNLİK PLANI: GÜNEŞ FIRINI

SOLAR FIRIN
Sınıf: 4. sınıf
Ana Disiplin: Fen Bilimleri
Entegrasyon Yaklaşımı: Transdisipliner Yaklaşım
Tema: Maddenin Özellikleri/Madde ve Doğası/ Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri/İnsan ve Çevre/Besinlerimiz/ Fen, Mühendislik ve Girişimcilik Uygulamaları
Süre: 40+40+40+40 dakika
ETKİNLİĞİN ÖZETİ
Öğrenciler bu etkinlikte ısı ve ışık kaynağı olan güneşten yararlanarak bir fırın tasarlar. Fırının optimum düzeyde çalışabilmesi için; şekline(boy, en), hangi malzemelerin kullanılması gerektiğine vs. karar verirler. Pişirmek için yeterli ısıya ulaşmış olup olmadığını test ederler.
ÖĞRETMENLER İÇİN BİLGİ NOTU
Öğretmenler ders boyunca bir proje yöneticisi gibi davranırlar. Öğretmen öğrencilerin öğrenme sürecine rehberlik ederek onları destekleyen bir rol üstlenecektir.
İÇERİK & KONU
<p>Teknoloji Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Geçmişten ve kendi deneyiminden yiyecekleri pişirmek için kullanılan araç- gereçler hakkında bir makaleyi okuyarak bilgi edinir. - Geçmişten günümüze kullanılan fırınlarla ilgili makaleyi okuyarak bilgi edinirler. - Bir elektrikli mikro dalga fırını incelerler. - Güneşin ışınlarından faydalanarak yiyecekleri pişirebileceğini fark eder. - Isıyı toplamada ve yansıtımda renklerin ve yansıtıcı yüzeylerin etkisini fark eder. - Fırın kapağının saydam yan duvarlarının ise ışığı yansıtıcı malzemelerden olması gerektiğini bir makaleden ya da araştırarak belirler.
<p>Fen ve Matematik Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fırının pişirme bölmesindeki ısı ve sıcaklık artışının farkına varır. - Isının etkisiyle maddenin hal değişimini fark eder. - Fırının tasarımında geometrik şekillerden yararlanır. - Öğrenciler ısının ışına (radyasyon) yoluyla taşındığının farkına varır. - Saydam, opak maddeleri ve ısıyı geçiren geçirmeyen maddeleri fark ettiler.

<ul style="list-style-type: none"> - Fırınları denerken güneş ışınlarının geliş açısını göz önünde bulundurdular. - Fırınlarını ne kadar güneş ışınlarını toplayacak şekilde tasarladıklarında o kadar sıcaklığın arttığını fark eder. - Kanatların geometrik açısıyla dondurmanın erime hızı arasındaki ilişkiyi fark eder. - Güneşin gökyüzündeki konumunun pişirmeye etkisini fark ettiler. - Her yiyeceğin pişirme ısısının türüne ve miktarına bağlı olduğunu fark eder.
<p>Mühendislik Boyutu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fırının tasarımında en uygun geometrik şekle karar verir. - Isı yalıtımı için fırının açık olan yerlerini kapatır, gerekli önlemleri alır. - Optimum geliş açısı için kanatların açısını güneşe göre ayarlar. - Fırının kullanışlı ve taşınabilir olması için en uygun ebatını belirler. - Fırının zemininde siyah rengi kullanır.
<p>Sanat Boyutu</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fırınlarının şeklini, boyutu, yapısı hakkında düşündüler. Araştırmalar yaparak tasarımlarının şeklini kurguladılar. - Tasarımıyla ilgili taslak çizimler yaptılar. - Fırın tasarımlarını özgünleştirdiler. Kendine grubuna özgü fırınlar tasarladılar. - Fırının tasarımında ölçü ve orana dikkat ettiler. - Tasarımında biçimlendirme basamaklarını kullandılar (ölçme, çizme, kesme, katlama, yapıştırma, renklendirme).
<p>ÖĞRETİM PROGRAMINDAKİ KAZANIMLAR & NGSS</p>
<p>Fen Bilimleri:</p> <p>F.4.1.2.2. Dünyanın hareketlerinin sonuçlarını açıklar. Dünyanın dönmesiyle güneşin etrafında dönmesiyle birlikte gün içerisindeki konumunun değiştiğini fark eder.</p> <p>F.4.1.2.2. Dünya'nın hareketleri sonucu gerçekleşen olayları açıklar.</p> <p>F.4.2.1.1. Canlı yaşamı ve besin içerikleri arasındaki ilişkiyi açıklar.</p> <p>F.4.4.1.1. Beş duyu organını kullanarak maddeyi niteleyen temel özellikleri açıklar.</p> <p>F.4.4.3.1. Maddelerin hâllerine ait temel özellikleri karşılaştırır.</p> <p>F.4.4.4.1. Maddelerin ısınıp soğumasına yönelik deneyler tasarlar.</p> <p>F.4.4.4.2. Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine (erime) yönelik deney tasarlar.</p> <p>F.4.6.1.2. Yaşam için gerekli olan kaynakların ve geri dönüşümün önemini fark eder.</p>
<p>Sosyal Bilgiler:</p> <p>S.4.4.1. Çevresindeki teknolojik ürünleri kullanım alanlarına göre sınıflandırır.</p> <p>S.4.4.2. Kullandığı teknolojik ürünlerin mucitlerini ve bu ürünlerin zaman içerisindeki gelişimini araştırır.</p> <p>S.4.4.3. Teknolojik ürünlerin geçmişteki ve bugünkü kullanımını karşılaştırır. Teknolojinin hayatımızda meydana getirdiği değişikliklere dikkat çekilir.</p>

S.4.4.4. Çevresindeki ihtiyaçlardan yola çıkarak kendine özgü ürünler tasarlamaya yönelik fikirler geliştirir.

S.4.5.1. Teknolojik ürünleri kendisine, başkalarına ve doğaya zarar vermeden kullanır.

Matematik:

M.4.3.1.3. Doğrudan ölçebileceği bir uzunluğu en uygun uzunluk ölçme birimiyle tahmin eder ve tahminini ölçme yaparak kontrol eder.

M.4.4.1.3. Elde ettiği veriyi sunmak amacıyla farklı gösterimler kullanır.

M.4.4.1.4. Sütun grafiği, tablo ve diğer grafiklerle gösterilen bilgileri kullanarak günlük hayatla ilgili problemler çözer.

Sanat:

G.1.1.2. Güneş saati tasarımında farklı materyal, malzeme, gereç ve teknikleri kullanır.

G.1.1.10. Güneş saati tasarımını oluştururken sanat elemanlarını (renk, çizgi, şekil) ve uygulama basamaklarını kullanır.

G.2.1.6. Güneş saati çalışmasında ölçü ve oran-orantıya göre objeleri yerleştirir.

G.4.1.1. Görsel sanat çalışmasını oluştururken biçimlendirme basamaklarını kullanır.

G.4.1.7. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır.

G.4.1.8. Kendi, görsel çalışmasını değerlendirir.

NGGS'da yer alan Mühendisliğe İlişkin Kazanımlar:

- 3-5-ETS1-1- Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır.
- 3-5-ETS1-2- Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır.
- 3-5-ETS1-3- Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

ARAÇ-GEREÇ VE MALZEMELER

Atık karton kutular, mukavva, renkli elışı kâğıtları, siyah karton, boya kalem, yapıştırıcı, makas, cetvel, maket bıçağı, silikon tabancası, silikon, streç film, alüminyum folyo, koli bandı.

GERÇEK HAYAT PROBLEMİ-MÜHENDİSLİK PROBLEMİ

Uçakta yolculuk yaparken düşüyorsunuz. Fakat ne şanslısınız ki hayatta kalıyorsunuz. Ama ne yazık ki uçağı düştüğü yer bir çöl. Yanınızda uçağın enkazından başka bir şey yok. Uçağın içini ziyaret ettiğinizde birkaç günlük yiyecek ve bir buzdolabı dolusu çiğ et var. Acıkınca onları yediniz. Sadece etler kaldı. Yemek için etrafta avlayabileceğiniz küçük

hayvanlar dışında bir şey yok. Ateş yakmak için de uçakta da hiçbir şey bulamadınız. Yiyeceklerinizi pişirmek için ne yaptınız?		
ETKİNLİĞİN GELECEK NESLİN BİLİM STANDARTLARINDA(NGSS) EK I DA YER ALAN DDO MODELİNE GÖRE VE PROJE TABANLI ÖĞRENMEYE (DAVET, TANIMLAMA, GELİŞTİRME, ORGANİZE ETME) GÖRE UYGULANMASI		
Süreç	Öğretmen & Öğrenci Davranışları	Dikkat Edilecek Noktalar
10 dk	Öğretmen: “Ördek nerede?” oyunuyla öğrencilerin ilgi ve motivasyonları yükseltilir. Öğrenciler: Arkadaşlarıyla birlikte oyuna katılım sağlarlar.	Tüm öğrencilerin oyuna katıldığından geldiğinden emin olun. Kuralları hatırlat.
5dk	Öğretmen: Öğrencilere problem durumu drama yöntemiyle verilir. Uçağın düşüş anı, düşüşten sonra yiyecek arayışı dramada verilir. Öğrenciler: Öğrenciler problem durumuyla ilgili dramaya kendiler de bir yolcu olarak katılırlar.	Tüm öğrencilerin motive olduklarından ve etkinliğe katıldıklarından emin ol.
5dk	Öğretmen: Öğrencilerle problem durumu tartışılır. Problemin yönelik çözüm önerilerini söylemelerini ister. Öğrenciler: Öğrenciler çözüme yönelik fikirlerini söylerler.	Tüm öğrencilerin problemleri tanımlamaya ve probleme çözüm üretmeye çalıştıklarından emin ol.
5dk	Öğretmen: Öğrencilerden güneşten yararlanarak etleri pişirebilecekleri fikri gelinceye kadar öğretmen bu sürece devam eder. Öğrenciler: Sorunun çözümüne yönelik bir güneş fırını tasarımı fikri önerir.	Öğrencilerin kendi düşüncelerini ifade etmelerini sağla. Yardıma ihtiyacı olan öğrencilere yardım et
5dk	Öğretmen: Sınıfı 5 ya da 6 şar kişilik gruplara ayırır. Bu aşamadan sonra öğrencilerin ders boyunca grup arkadaşlarıyla işbirliği içinde çalışmalarını gerektiğini söyler. Öğrenciler: Seçildiği gruba katılır ve grup arkadaşlarını tanır. Gruplarına bir isim bulurlar.	Grupların homojen olmasına ve sınıfın küçük bir temsili olmasına özen göster. Gruplar arasında başarı, cinsiyet gibi etkenler yönünden farklılık olmamalı.
10dk	Öğretmen: Gruplardan fırını nasıl yapmaları gerektiğini düşünmelerini, hangi araç-gereç ve malzemelerin gerektiğini düşünmelerini ister. Öğrenciler: Grup arkadaşlarıyla fırınlarını nasıl yapmaları gerektiği, hangi araç gereç ve malzemeleri kullanmaları gerektiği konusunda fikir alışverişinde bulunur.	Gerekli araç-gereç ve malzemeleri tahmin etmelerini sağla. Grup arkadaşlarıyla fikirlerini tartışarak fırının nasıl yapılacağıyla ilgili fikir alışverişinde bulunmalarını sağla. Demokratik bir

		tartışma olmasına özen göster.
10dk	Teneffüs	
5dk	<p>Öğretmen: Gruplardan fırını nasıl yapılabileceği ve hangi araç gereç ve malzemelerin kullanılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini paylaşmalarını ister. Öğrencilere oluşturduğu malzeme dükkânından satın almalarını ister. Ve her malzemenin maliyetini hesaplatırır.</p> <p>Öğrenciler: Fırınların yapımıyla ilgili araç gereç ve malzemelerin ve nasıl yapılması gerektiğiyle ilgili fikirlerini sınıfla paylaşır. Gruplar malzeme bölümünden karar verdikleri malzemeleri seçerler.</p>	Grupların belirledikleri araç gereç ve malzemelerin ve yapım yöntemlerinin karşılaştırılmasını sağla. Dükkândan satın alınan tüm malzemelerini fiyatı fayda/maliyet bakımından göz önünde bulundurulur.
5dk	<p>Öğretmen: Sınıfa getirdiği elektrikli mikrodalga fırını işaret ederek grupların incelemesini ister.</p> <p>Öğrenciler: Mikrodalga fırını incelerler.</p>	Öğrencilere bir fırının tasarımında olması gereken bölümlerini (kapak, pişirme bölmesi) fark etmeleri sağlanır.
5dk	<p>Öğretmen: Öğretmen geçmişten günümüze kullanılan yiyecekleri pişirmede kullanılan yöntemler ve fırınlarla ilgili hazırlanan materyali her gruba dağıtır ve incelemelerini ister.</p> <p>Öğrenciler: Öğrenci grupları dilediklerinde bu materyali incelerler.</p>	Etkinlik süresince grupların gerektiğinde inceleyebileceklerini söyle.
3dk	<p>Öğretmen: Öğrencilerden kullanacakları malzemeleri gerektiği kadar kullanmalarını ve araç gereçleri dikkatli kullanmaları gerektiğini söyler. Grupların gerekli araç gereç ve malzemeleri almalarını sağlayarak avize modellerini yapmaya başlamalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Fırınlarını yapım aşamasına geçerler. Malzemelerin gerektiği kadar kullanılmasına özen gösterirler. Araç gereçleri kullanırken dikkatli olurlar.</p>	Öğrencilerin sadece tek tip fırın yapmalarını engelle. Gruplardan kendi özgün fırınlarını tasarlamalarını iste.
10dk	<p>Öğretmen: Gruplardan fırınlarının nasıl olması gerektiğine yönelik taslak çizim yapmalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Grubuyla birlikte fırınlarının nasıl olması gerektiğiyle ilgili taslak çizim yaparlar. Bir grup üyesi bunu gerçekleştirir.</p>	Taslak çizimlerin açık, net ve anlaşılır olmasına dikkat edilir. Çizimler öğrencilerin çizbildiği kadardır.
5dk	<p>Öğretmen: Grupların taslak çizimlerini inceler. Çizimleriyle ilgili dönüt verir.</p> <p>Öğrenciler: Taslak çizimlerini açıklarlar.</p>	Taslak çizimlerin soruna çözüm üretecek şekilde yapılmış olmasına özen

		gösterilir. Öğrencilerin fikrini yansıtılmalı.
10dk	Öğretmen: Grupların fırınlarının yapım aşamasına geçmelerini ister. Öğrenciler: Gruplar seçtikleri malzemelerle fırınlarını yapmaya başlarlar.	Araç gereç ve malzemeleri kullanırken dikkatli olmaları konusunda öğrencileri uyar.
10dk	Teneffüs	
25dk	Öğretmen: Öğrencilerin fırınlarını doğru bir şekilde tasarlamaları için yapım sürecinde sorular sorarak onların tasarımları üzerinde düzeltme ve ayarlamalar yapmalarını sağlar: - Fırının en iyi şekilde güneş ışınlarını alması için şekli nasıl olmalı? - Güneş ışınlarını fırının pişirme bölmesine nasıl yönlendireceksiniz? - Fırının kaç tane kanadı olması gerekir? - Fırının hangi bölümleri olması gerekir? Vs. Öğrenciler: Öğrenciler fırınlarını atık karton kutularını kullanarak taslak çizimlerine göre yaparlar.	Her grubun modellerini yapmaya çalıştığından emin ol. Her öğrencinin yapım aşamasında problemlerin çözümüne etkinliğe katılıp katılmadığını kontrol et. Öğrencilerin takım halinde çalışmalarını sağla. Çalışma esnasında taslak çizimlerden yararlanmalarını iste.
15dk	Öğretmen: Tüm gruplardan fırınlarını değerlendirip test etmeleri için okul bahçesine çıkılır. Bunun için her grubun fırınının pişirme bölmesine dondurma yerleştirilir. Dondurması en hızlı eriyen grubun birinci olacağını ifade eder. Öğrenciler: Tasarımlarını dışarıda değerlendirir test ederler.	Eğer hiçbir problem yoksa neden problem olmadığı eğer varsa neden problemlerin olduğu konusunda grup arkadaşlarıyla tartışma başlat.
10dk	Teneffüs	
5dk	Öğretmen: Tasarımlarında ortaya çıkan problemleri belirlemelerini ister. Öğrenciler: Fırının istenilen hızda dondurmaya eritmesini engelleyen problemleri tespit ederler	Öğrencilerin problemleri doğru bir şekilde tespit edip etmediklerin kontrol et.
15dk	Öğretmen: Belirlenen problemlere yönelik çözüm önerilerini uygulamalarını ve yaptıkları her değişikliğin etkisini gözlemleyip değerlendirmelerini ister. Gruplara fırınlarını tekrar tasarlama fırsatı verir. Öğrenciler: Fırınlarını dondurmaya hızlı bir şekilde erimesini sağlamak amacıyla belirlediği problemlerin çözümüne yönelik müdahaleler yapar ve bu müdahalelerin etkisini test eder. Fırınlarını tekrar tasarlarlar.	Öğrencilerin yaptıkları müdahalelerin etkisi görmelerini sağla. Problemlerin üstesinden gelinceye kadar değerlendirip test etme sürecinin devam etmesini sağla.

10dk	<p>Öğretmen: Öğretmen dışarıda yine en hızlı dondurması eriyen ve tasarım en güzel olan grubu belirler. Her grubun dondurmasının erime süresi not edilir.</p> <p>Öğrenciler: Fırın tasarımlarıyla birlikte yarışmaya katılırlar.</p>	Birinci gruptan ziyade her grubun çalışmasını değerli olduğu hissettirilir.
15dk	<p>Öğretmen: Tüm gruplarını deneyimlerini ifade etmeleri sağlanır. Nerede problem yaşandı? Neden sizin fırın daha hızlı dondurmaya eritti? gibi sorular sorarak grupların tasarımları konusunda özeleştirme yapmalarını ister.</p> <p>Öğrenciler: Tasarımları hakkındaki fikirlerini sınıfla paylaşırlar.</p>	Özellikle bir daha fırsat verilmemesi halinde ürünlerinde neyi yapı yapmayacakları sor.
10dk	Teneffüs	
15dk	<p>Öğretmen: Tasarımlarına bir marka ve logo üretmeleri istenir.</p> <p>Öğrenciler: Fırınlarına bir marka ve logo belirlerler.</p>	Marka ve logo söyleyişi kolay, akılda kalıcı ve özgün olmasını sağla.
15dk	<p>Öğretmen: Her grubun tasarladıkları fırınları sırayla sınıfta sunum yaparak paylaşımlarını sağlar. Ayrıca sunuma yapılırken yapım sürecinde deneyimlediklerini de paylaşır.</p> <p>Öğrenciler: Fırın ve süreçteki deneyimini sınıfla paylaşır.</p>	Sunum fırınların nasıl yapıldığı, süreçte ne tür problemlerin yaşandığı, bu problemlerin üstesinden nasıl geldiğiyle ilgili olmalı. Fırınları tasarlarlarken yaparken en çok dikkatlerini hangi noktaların çektiğini paylaşmalarını iste. Marka ve logoları da sor.
15dk	<p>Öğretmen: Etkinliğin değerlendirilmesi için “Ben Oradaydım!” ve “Kazanım Kumbarası” etkinliğini gerçekleştirir.</p> <p>Öğrenciler: Her gruptan “Ben oradaydım.....öğrendim!” cümlesini tamamlaması istenir ve ayrıca kazanım kumbarasına bu cümleyi yazarak atar.</p>	Öğrencilerin yazdıkları cümleler kumbara açılarak tekrar sınıfa okunur.
DEĞERLENDİRME(DDO MODELİNE GÖRE)		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Hayatında Teknolojinin rolünü ve Teknolojiyle ilgili problemleri fark eder. 2. Mühendislik problemlerini tanımlar ve sınırlandırır. 3. Problemlerin çözümünde Fen ve Matematiği kullanır (Saito, Gunji ve Kumano, 2015). 4. Fırınlarını tasarlarlarken sanat elemanlarını ve tasarım ilkelerini kullanır. 		

EK-15: ARAŞTIRMA SÜRECİNDE KULLANILAN ÖĞRETİM MATERYALLERİ

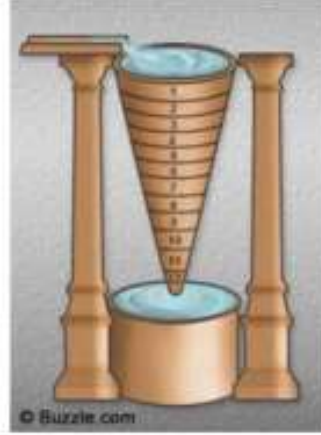
NİÇİN İNSANLAR ZAMANI ÖLÇMEK İSTEMİŞTİR?

Öncelikle insanlar tarımla uğraşırken 'Ne zaman ekim yapmaları gerektiği?', 'Ürünlerin ne zaman toplanması gerektiğini?' bilmek gerekiyordu. Zaman ilerledikçe ne zaman aydınlık olacak ne zaman karanlık olacak bilmekten ziyade, 'Günün ne kadarı geçti? Günün neresindeyiz?' sorularına da cevap bulmak gerekiyordu. Ayrıca herkese göre doğru olan, herkesin kabul ettiği bir zamanı ölçmeye yarayan bir alet kullanmak gerekiyordu.

- Zaman kavramı geçmiş, gelecek ve bugünümüzü anlamlandırma isteğimize ortaya çıkmıştır. Yani yine ihtiyaçlarımız doğrultusunda ortaya çıkardığımız bir kavramdır. İnsanların geçmişte yaşadıklarını anlamlandırma bir düzen ve sıra içine koyma çabasıdır. İlk olarak mevsimlere göre hareket edilmiştir. Örn: 30 kişi yaşamıştı gibi. Ya da 5 kişi önce şu olay olmuştu gibi. Ancak sonraları insanoğlu yıldızların belirli aralıklarla aynı şekilde dizildiklerini fark etti. Artık yıldızlara göre zamanlarını belirleyebiliyorlardı. Ancak asıl gelişme yerleşik hayata geçildiği zaman oluştu. Artık tarım ve hayvancılıkla uğraşılıyor. Bu da tohumların ne zaman ekileceği kışın ve yazın ne zaman geleceğini bilmek önemli hale gelmişti. Önceden bilip ona göre hazırlık yapmaları gerekiyordu.
- M.Ö 4000 yılında sütunlar dikerek gölge saati ortaya çıktı. Ancak güneş ışınları ve dünyanın elips şeklindeki hareketi sebebiyle sürekli zaman kayması oluştu. Bunu aşmak için ortaya bir üçgen parça yerleştirdiler. Bu üçgenin eğimi güneş saatinin bulunduğu yerin enlemine göre ayarlanıyordu. Tabi güneş saati güneş olmadığı zaman çalışmazdı. Bunun içinde mısırlılar su saatini geliştirdiler. Güneş saatiyle hemen hemen aynı zamanda ortaya çıkmıştır. Konik şekli olan bu saatin içindeki su alttaki bir delikten sızdırılıyordu. İçerideki su azaldıkça üzerine işaretlenmiş derecelerden zamanlarını öğreniyorlardı. Tabi bunlardan sonra kum saatleri, sarkaçlı saatler şeklinde giderek gelişerek günümüzdeki hale geldi.

ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

- Suyun belirli bir kaptan diğer bir kaba akış hızına ve akan suyun miktarına göre zamanı belirlemeye yarayan saatlerdir. Çinliler, Mısırlılar ve Hintliler bu saatleri M.Ö 16. yy larda kullanmışlardır. Soğuk Suyun donabilmesi nedeniyle kullanışlığı sınırlıdır.



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

- **Kum Saatleri**
Kum saatleri içinde kum olan altı üstü geniş, beli ince, eşit miktarda bir sıvının ya da çok ince taneli bir katının bir delikten geçerken daima aynı zamanı göstereceği ilkesine dayanarak çalışan saatlerdir. Camilerde ve Kiliselerde dua süresinin ya da Gemilerde nöbet süresinin Belirlenmesinde bu saatler kullanılmaktaydı. Soğuk iklimlerde su saatine göre kullanılabilmesinin yanında ün boyunca zaman ölçümü için çok uygun bir gereç değildi. Bunun için, ya çok büyük yapılması ya da başında her an birinin beklemesi gerekiyordu.



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

- Mum saati

Saat mekanizmasında kısalan mumun gölgesinin, arkadaki bir cetvel üzerindeki boyuna göre zaman belirlenen saattir. İlk olarak nerede kullanıldığı bilinmemektedir. Ancak bu çeşit saatler 520 yılına ait Çinli şair You Jiangu'nun bir şiirinde geçmektedir. Bu şiirde mum üzerindeki derecenin zamanın geçmesini belirlediği anlatılmaktadır. Aynı tip mumlar 10. yüzyılın ilk dönemlerinde Japonya'da da kullanılmıştır. Uzakdoğudaki bu ülkelerde tapınaklar başta olmak üzere çeşitli bitkiler dövülerek toz haline getirilip, sıkıştırılarak bir tüp içinde yerleştirilmesi ile ateşin ulaştığı yere göre zaman hesaplaması yapılmaktaydı. En bilinen mum saati ise İngiltere'de Kral Alfred tarafından kullanılmıştır. Büyük Alfred'in icadı saat, tamamı 72 penny ağırlığında, her biri 12 inç uzunluğunda, aynı kalınlıkta ve 12 eşit parça şeklinde işaretlenmiş 6 mumdan oluşmaktadır. Her mum tamamen 4 saatte ve her işaret 20 dakikada yanmaktadır. Mumlar ağaçtan yapılmış ve özü mumlar gö kutusu içinde durmaktadır. En gelişmiş modellerinden biri ise Ortadoğulu bilim adamı El Cezeri'nin 1206 yılında yaptığı saat kabul ec



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

- Mekanik Saatler



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

- *Sarkaçlı saat*Zemberekli saat* Analog saat* Köstekli saat
- Bu tür saatler güneş saatinden sonra binlerce yıldır kullanılmakta ve halen günümüzde de kullanılmasına devam edilmektedir.
- Bu saatlerin içinde akrep ve yelkovanın hareket etmesini sağlayan belirli bir düzenek vardır.(zemberek, pil..). Mekanik saatler düzeneğe yüklenen bir gücü saat, ölçülü bir şekilde ritmik hareketlere çevirir, bu hareketleri dişlilerleriyle sayar, belli sayılara ulaştığında bunu insanların algılayabileceği bir şekilde, örneğin çan sesi, veya bir kadran üzerinde değişen açılar şeklinde, zaman ölçümü olarak sunar.

ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

- Digital Saatler
- Zaman dilimlerini sayı veya sembollerle ve ışık yardımıyla gösteren saatlerdir. Diğer saatlerden en önemli farkı zamanı gösteriş şeklinin farklı olmasıdır. Ayrıca salise, saniye, dakika ve saatleri ayrıntılı bir şekilde gösterebilir.



ZAMANI ÖLÇMEKTE KULLANILAN ALETLER NELERDİR?

Atom Saati

Atom saati, atomların rezonans frekanslarını sayarak zamanı ölçen bir saat çeşididir. 3 milyon yılda 1 saniye hata yapmalarının ihtimali sadece % 22,522'dir. İlk atom saati 1949 yılında İngiltere'de yapılmıştır. Diğer saatlerden çok üstündür. Bilgisayar çiplerinde, telefonlarında kullanılmaktadır.



GÜNEŞ SAATİNİ TASARLAMA

- Taslak çizimler
- Maliyet hesabı
- Marka bulma
- Logo bulma
- Slogan bulma



TASLAK ÇİZİMLER

Güneş saatinizin genel özelliklerini düşünerek nasıl olmasını gerektiğini gösteren basit çizimlerdir.



TASLAK ÇİZİM

MARKA

Marka güneş saatimiz için karar verdiğimiz bir isimdir. Güneş saatinize söyleşi kolay, akılda kalıcı bir isim bulmalısınız.



LOGO

Logo insanların bizim yaptığımız güneş saatini bilmeleri için belirlediğimizi işaretler. Bazen markanın ismi insanların güneş saatimizi bilmesi için yeterli olmayabilir. Bir de işaret gerekebilir. Dilerseniz markanızı görsel ve farklı desenlerde yazarak logo oluşturabilirsiniz.



SLOGAN

Güneş saatimizi en net ifade eden dikkat çekici cümleye slogan denir.

- Kısa olmalı
- Açık anlaşılır olmalı
- İddalı olmalı
- Güneş saatimizin adı içinde olmalı
- İnanıncı olmalı
- Güneş saatimizin özelliğini yansıtmalı

- Bi **Biskirem** versem!
- Sağlamsa **Lassa!**
- Mutluluğun kapağını aç!
Coca Cola.
- Kirlenmek güzeldir! **Omo**
- Çayda kahvaltıda ne yenir?
Eti
- **Arçelik** demek yenilik demek!
- **Turkcell** bağlan hayata!



YİYECEKLERİ PİŞİRMENİN VE
FIRININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Yiyecekleri Pişirme Yöntemleri



Eski çağlarda insanlar hayvan avlayıp etini yiyorlar veya çevreden topladıkları meyve ve sebzelerle besleniyorlardı. Ancak bunları çiğ yiyorlardı. Yemeğin pişirilmesi ancak ateşin bulunuşundan sonra mümkün olabilmiştir.

Bir tesadüf sonucu yiyeceklerin ateşe tutulduktan sonra daha lezzetli ve daha sağlıklı olduğunu keşfeden insanlar sonradan ateş yakmayı da öğrendiler. Ateşi kontrol etmeyi başardıklarında artık farklı pişirme teknikleri bulmanın da önü açılmış oldu. Başlarda tek bir pişirme yöntemi vardı. O da avlanan hayvanın iki ağaç arasına gerilerek altına ateş yakılması şeklindeydi.

Ocaklar

Daha sonra insanlar yerleşik hayata geçtiler ve evleri oldu. Bu sefer ateşi güvenli bir şekilde evlerinde kullanabilmek için taş ocakları yaptılar.



Yiyecekleri Pişirme Yöntemleri

Daha sonra toprak çömlekler yaptılar ve pişirme işlemini kolaylaştırdılar. Zaman geçtikçe farklı madenler keşfedildi ve farklı kaplar yapıldı. Eski insanlardan günümüze yemek pişirme teknikleri bu şekilde gelişerek ulaşmıştır. Öncelikle yemek yemek için çömlekler, tabaklar icad edildi. Daha sonra diğer demir , bakır gibi madenlerden tencere, tabak, kaşık gibi pişirme araç-gereç ve malzemeleri icad edildi.



Fırınlı Ocaklar

Doğalgazın keşfedilmesiyle de gazla(tüp) çalışan ocaklar ve fırınlar icad edildi. Gazın yanmasıyla ortaya çıkan ateş ve ısı yemekleri pişiriyordu.



Elektrikli Fırın

Daha sonra elektriğin de icad edilmesinden sonra elektrik enerjisini ısıya dönüştürüp yiyecekleri pişiren elektrik fırınları tasarlandı.



Yenilenebilir Enerji

Günümüzde artık yemek pişirmede de yenilenebilir enerji kaynakları olan GÜNEŞ, RÜZGAR'dan yararlanılabilmektedir. Örneğin güneşten yiyeceklerimizi pişirmede yararlanabilir miyiz sizce?



GÜNEŞ

Güneş dünyamızın ısı ve ışık kaynağıdır. Aynı zamanda dünyamızı ısıtır. Biz güneşimizin ısıtma özelliğinden yararlanarak yiyeceklerimizi pişirebiliriz. Mesela güneşle çalışan güneş fırınları var.





T. C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
Özgeçmiş

Adı Soyadı:	Hasan UŞTU	İmza:	
Doğum Yeri:	Gülnar/Mersin		
Doğum Tarihi:	06.05.1984		
Medeni Durumu:	Evli		

Öğrenim Durumu

Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Kuskan İlkokulu	İlkokul	Gülnar/Kuskan	1990-1995
Ortaöğretim	Kuskan Ortaokulu	Ortaokul	Gülnar/Kuskan	1995-1998
Lise	Mut Anadolu Lisesi	Anadolu Lisesi	Mut/Mersin	1998-2002
Lisans	Çukurova Üniv. Eğitim Fakültesi	Sınıf Öğretmenliği Bilim Dalı	Adana	2004-2008
Yüksek Lisans	Çukurova Üniv. Sosyal Bilimler Enst.	Sınıf Eğitimi Bilim Dalı	Adana	2010-2014

Becerileri:	Futbol, voleybol il hakemliği
İlgi Alanları:	Futbol, voleybol, avcılık ve doğa sporları
İş Deneyimi:	2005-2011: Çukurova Üniversitesi, Personel Daire Başkanlığı, İdari Personel 2011-2019: Milli Eğitim Bakanlığı, Öğretmen
Aldığı Ödüller:	
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar:	Prof. Dr. Ayşe MENTİŞ TAŞ, Prof. Dr. Songül TÜMAYA
Tel & Email:	0 (530) 229 01 67 hasanuctu33@gmail.com
Adres	75. Yıl Ortaokulu Müdürlüğü, Ulaşlı Mahallesi, Pk: 80010, Merkez/OSMANİYE