



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

STEM EĞİTİMİ BAĞLAMINDA
ÖĞRETMENLERİN EL BECERİLERİNİN
ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cem ÖZKAN

BURSA

2020



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

STEM EĞİTİMİ BAĞLAMINDA

ÖĞRETMENLERİN EL BECERİLERİNİN

ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Cem ÖZKAN

Danışman

Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

BURSA

2020

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim.

Cem ÖZKAN

.../06/2020

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“STEM Eğitimi Bağlamında Öğretmenlerin El Becerilerinin Ölçümü ve Değerlendirmesi” adlı Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Danışman

Cem ÖZKAN

Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi ABD Başkanı

Prof. Dr. Ahmet KILINÇ

T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Matematik ve Fen Bilgisi Eğitimi Dalı'nda 801631016 numara ile kayıtlı Cem ÖZKAN'ın hazırladığı “STEM Eğitimi Bağlamında Öğretmenlerin El Becerilerinin Ölçümü ve Değerlendirmesi” konulu Yüksek Lisans çalışması ile ilgili tez savunma sınavı, 12/06/2020 günü 10.00-11.30 saatleri arasında yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin/çalışmasının **(başarılı/başarısız)** olduğuna **(oybirliği/oy çokluğu)** ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu Başkanı)
Prof. Salih ÇEPNİ
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Emine Çil
M.Sıtkı Koçman Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Ahmet Kılınc
Bursa Uludağ Üniver.

ÖNSÖZ

Temel bilimlerde ilköğretim ve ortaöğretim kazanımları kapsamındaki fen bilgisine dair 7 den 70 e her yaşta insanın etkileneceği deneyler tasarlamak, deney düzenekleri geliştirmek ve yapmak benim için hem var oluşu anlamaya yardımcı olmakta hem de hayat motivasyonu sağlamaktadır. Bu uğraş alanı benim idealimdir, tutkumdur. Bunu sağlam bir altyapı ile gerçekleştirmek amacı ile bilim eğitimi alanında yüksek lisans yapmamın yararlı olacağını düşündüm.

Danıştığım Prof. Dr Salih ÇEPNİ, 2015 yılından beri beni hem motive ederek hem çalışmalarına yön vererek desteklemiştir. Bu araştırmanın gerçekleşmesinde, tezin ortaya çıkmasında tüm aşamalarındaki katkılarından dolayı kendisine saygı ile çok teşekkür ediyorum. Diğer yandan özellikle test içeriklerinde ve araştırmanın geçerlik ve güvenilirliği yönünde yaptığı kritikler ile katkılarından dolayı Bursa Uludağ Üniversitesi, Teknik Bilimler MYO, Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Bölüm Başkanı Prof. Dr. Rıdvan ARSLAN hocama saygı ile çok teşekkür ediyorum. Ayrıca hazırladığım tanıma/deneyim ve beceri testlerine katılarak araştırmanın gerçek değerini ortaya koyan ve burada isimlerini veremeyeceğim tüm katılımcılara saygı ile çok teşekkür ederim.

Hem bugüne kadarki okumalarım hem hayat deneyimim hem de bu araştırmadan edindiğim birikimlere dayalı olarak şunu söyleyebilirim; bilimin temel özelliklerinden biri olan deney yapmak hayatın her boyutunda önemli bir belirleyicidir; kafamızdaki öngörülerini, modelleri, kalıpları hayatın gerçeği ile test etmek yani o fikrin gerçekliğini test etmek, denemek hem bireysel gelişmemiz hem toplumsal ilerlemede çok önemli, çok belirleyici bir davranıştır. Her ne kadar karanlık fabrikalar çağına girdiğimiz bir dönemde, her şeyin robotlarla yapılacağı bir çağda yaşasak da, testler ve deneyler için hayata dokunmanın daima kaçınılmaz olduğunu düşünüyorum. Dokunmanın temel aracı ellerimizdir. Yarınlarda ellerin

yerine daha duyarlı biyo-teknolojiler gelecek olsa bile, bunlara muhtemelen üstün el ya da süper el denilecek ve bunların beynimizde bağlı olduğu sinir ucu lokasyonu değişmeyecektir.

Sonuç olarak gelişen teknolojinin gelişiminin el becerilerinin önemini azaltmayacağını anımsatarak “STEM Eğitimi Bağlamında Öğretmenlerin El Becerilerinin Ölçümü ve Değerlendirmesi” konulu Yüksek Lisans Tezimin ülkemize ve insanlık alemine yararlı olmasını diliyor, bana bu okuma, araştırma imkanını sağlayan ülkeme teşekkürlerimi sunuyorum.

Cem Özkan

Özet

Yazar	: Cem ÖZKAN
Üniversite	: Bursa Uludağ Üniversitesi
Ana Bilim Dalı	: Matematik ve Fen Eğitimi Ana Bilim Dalı
Bilim Dalı	: Fen Eğitimi Bilim Dalı
Tezin Niteliği	: Yüksek Lisans Tezi
Sayfa Sayısı	: XVI+116
Mezuniyet Tarihi	:
Tez	: STEM Eğitimi Bağlamında Öğretmenlerin El Becerilerinin Ölçümü ve Değerlendirmesi
Danışmanı	: Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

STEM EĞİTİMİ BAĞLAMINDA ÖĞRETMENLERİN EL BECERİLERİNİN ÖLÇÜMÜ VE DEĞERLENDİRMESİ

Bu tezin amacı STEM etkinliklerinde sıklıkla kullanılan el aletlerini öğretmenlerin ne derecede tanıdıklarını belirlemek, bunların kullanımında el beceri düzeylerini ortaya çıkarmak ve elde edilen bulguları değerlendirmektir. Çalışmada betimsel araştırma yöntemlerinden karşılaştırmalı araştırma deseni kullanılmıştır. Hedef kitle öğretmenler olmasına rağmen karşılaştırma yapmak amacı ile teknisyen ve öğrenci grupları da oluşturulmuştur. 4 gruptan oluşan örneklem büyüklüğü toplam 48 kişidir. Öğretmen adayları grubu 10 kişiden, öğretmen grubu 12, MYO öğrenci grubu 15 ve teknisyen grubu 11 kişiden oluşmaktadır. Veri toplamak için araştırmacı tarafından orijinal tanıma/deneyim ve beceri testleri geliştirilmiştir. STEM etkinliklerinde sıklıkla kullanıldığı düşünülen 35 tane el aleti fotoğraflar ile bir soru kitapçığı oluşturulmuştur. Soru kitapçığı vasıtası ile katılımcılardan bu aletleri ne derece tanıdıkları ve ne kadar deneyimledikleri sorularak veri toplanmıştır. STEM etkinliklerinde popüler olan araç gereci temsilen benzer boyutlarda, benzer elektronik elemanların olduğu bir devre geliştirilerek beceri testinde kullanılmıştır. El becerisinin ölçümü için katılımcılardan bu devrenin sökülmesi ve yeniden monte edilmesi istenmiştir. Testler sonucu elde edilen veriler her iki test içinde Cronbach's Alfa güvenirlik katsayısı SPSS programı yardımı tahkik edilmiştir. Tanıma/deneyim Testi için 0,981 ve El Beceri Testi için 0,881 gibi yüksek güvenirlik değerleri hesaplanmıştır. El aleti tanıma test bulgularına göre %91 ortalama tanıma yüzdesi ile en başarılı grup teknisyenler olmuştur. MYO öğrencileri %81, öğretmenler %52 iken öğretmen adaylarının tanıma düzeyleri %42 de kalmıştır. Deneyim beyanı testi bulgularına göre teknisyenlerin sorgulanan 35 el aletinden ortalama 30 tanesini deneyimledikleri belirlenmiştir.

Sırası ile MYO öğrencilerinin 26, öğretmenlerinin 15 ve öğretmen adaylarının ise ortalama 12 el aletini deneyimledikleri anlaşılmıştır. El beceri düzeyleri, her katılımcı için ölçülen 6 farklı beceri ögesinin verileri üzerinde yapılan hesaplamalar ile yüzdeler olarak ifade edilmiştir. Buna göre teknisyenler ortalama %90 ile beceri düzeyi en yüksek grup olmuştur. MYO öğrencilerde %55, öğretmenlerde %56 ve öğretmen adaylarında ise %44 lük beceri düzeyleri bulgularına ulaşılmıştır. Bulgular tanıma/deneyim ve beceri düzeyleri hakkında bilgi vermekle birlikte, bu verilerden hareketle öğretmenlere dair yeterlilik ya da yetersizlik anlamında bir yargıda bulunulması güçtür. Bu amaçla bu pilot çalışmanın birikimi ile güvenilirliği daha yüksek testler ve yeterlilik/yetersizliklerin sonuçlarına dair yeni araştırmalar yapılması gerekir. Bununla birlikte bulgulara dayanılarak bazı değerlendirmeler yapılabilir. El aleti tanıma ve deneyim beyanı ile el beceri testlerinde öğretmenlerin teknisyenlere göre oldukça düşük başarı düzeyine sahip olduğunun belirlenmiş olması, olası bir sorun alanına işaret etmesi açısından anlamlıdır. Deneyim beyanı testlerinde 35 tane el aletinden yalnızca 5 tanesini deneyimlemiş olan son sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının varlığı pratik beceri yoksunluğu açısından çok düşündürücü bir sonuçtur. Ters manada diğer önemli bir bulgu da yüksek el becerilerinin henüz farkında olmayan öğretmenlerin varlığıdır. Bu tür testlerle belirlenmesi durumunda, pratik becerileri yüksek öğretmenlere STEM eğitim sisteminde aktif görevler verilebilir. Öte yandan pratik bilgi ve el becerisi seviyesi düşük öğretmenlerin zorluklarla yüzleşmemek için pratik uygulama yönü olan etkinlikler yapmaya direnç gösterme tutumunun önemli bir sorun kaynağı olduğu düşünülmektedir. Literatürde STEM pedagojisi yönünden pratik becerilerin göz ardı edilmiş olduğu söylenebilir. Bu Tezin araştırma konusu olarak el aletlerini tanıma/deneyim ve becerili kullanma hususunun seçilmesinin, STEM eğitim pedagojisi yönünden önemli bir boşluğun gündeme gelmesine vesile olması temenni edilir

Anahtar Sözcükler: Pratik beceriler, Öğretmen El Becerisi, STEM El Aletleri, STEM Öğretmeni, Teknisyen El becerisi,

Abstract

Author : Cem ÖZKAN

University : Bursa Uludağ University

Field : Mathematics and Science Education

Branch : Primary Education

Degree Awarded : Master's

Page Number : XVI+116

Degree Date :.....

Thesis :The Efficiency of the Song Repertoire on the Musical
Development Level of Pre-school Children Aged Six Years Old

Supervisor : Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

MEASUREMENT AND EVALUATION OF TEACHERS 'HAND-ON SKILLS IN THE CONTEXT OF STEM EDUCATION

The aim of this thesis is to determine to what extent teachers familiar with hand tools, which are frequently used in STEM activities, to reveal hand skill levels in their use and to evaluate the findings obtained. Comparative research design, which is one of the descriptive research methods, was used in the study. Although the target audience is teachers, technicians and student groups have also been created for comparison. The sample size consisting of 4 groups is 48 people in total. The teacher candidates group consists of 10 people, the teacher group 12, the Vocational School student group 15 and the technician group 11 people. Original recognition / experience and skill tests were developed by the researcher to collect data. A question bookshop was created with 35 hand-held photographs, which are thought to be used frequently in STEM events. Data were collected by asking the participants how much they knew and experienced these tools through the question booklet. A circuit with similar dimensions and similar electronic components was developed and used in skill testing to represent the tools that are popular in STEM activities. The participants were asked to disassemble and reassemble this circuit for measurement of dexterity. Cronbach's Alpha reliability coefficient SPSS program has been verified in both tests. High reliability values such as 0,981 for Recognition / Experience Test and 0,881 for Hand Skill Test were calculated. According to the handpiece recognition test findings, the most successful group was technicians with 91% average recognition percentage. While Vocational School students were 81% and teachers 52%, the teacher candidates' recognition levels remained at 42%. According to the experience declaration test findings, it was determined that technicians experienced an average of 30 of the 35 hand tools questioned. It was understood that Vocational School students experienced 26 hand tools, 15 teachers and 15 pre-service teachers experienced tools. Hand skill levels are expressed as a

percentage with the calculations made on the data of 6 different skill items measured for each participant. Accordingly, technicians were the group with the highest skill level with an average of 90%. Skill levels of 55% in vocational high school students, 56% in teachers and 44% in teacher candidates were found. Although the findings provide information about recognition / experience and skill levels, it is difficult to judge teachers in terms of competence or inadequacy. For this purpose, it is necessary to conduct more research on the accumulation and reliability of this pilot study and the results of the qualifications / deficiencies. However, some evaluations can be made based on the findings. It is meaningful that hand teachers recognition and experience declaration and hand skill tests show that teachers have a very low level of success compared to technicians in terms of pointing to a possible problem area. The presence of senior pre-service science teachers who have experienced only 5 of the 35 hand tools in the experience statement tests is a very thought-provoking result in terms of practical skill deprivation. Another important finding in the reverse sense is the presence of teachers who are not yet aware of high hand skills. If determined by such tests, teachers with high practical skills can be assigned active tasks in the STEM education system. On the other hand, the attitude of teachers with low level of practical knowledge and dexterity to resist doing activities with practical application in order not to face difficulties is an important source of problem. In the literature, it can be said that practical skills have been ignored in terms of STEM pedagogy. It is hoped that the selection of hand tools to know / experience and skillful use as the subject of this thesis will be an important gap in terms of STEM education pedagogy.

Keywords: Practical skills, STEM Hand Tools, STEM Teacher, Teacher Hand Skill, Technician Hand Skill

Tez çalışmalarım süresince maddi, manevi desteklerinden dolayı bir özveri abidesi olan sevgili annem Sevim ÖZKAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

	Sayfa No
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	i
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI.....	ii
JÜRİ İMZA TUTANAĞI.....	iii
ÖNSÖZ	iv
ÖZET	vi
ABSTRACT	ix
İÇİNDEKİLER.....	xi
TABLolar LİSTESİ	xiv
ŞEKİL ve GRAFİKLER LİSTESİ	xv
KISALTMALAR	xvi
I. Bölüm: Giriş	1
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Problem Cümlesi ve Alt problemler.....	5
1.3.Araştırmanın Amacı.....	5
1.4.Araştırmanın Önemi.....	5
1.5. Varsayımlar.....	6
1.6.Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
1.7.Tanımlar.....	7
2. Bölüm: Kavramsal Çerçeve.....	8
2.1. STEM Eğitimi.....	8
2.1.1. STEM nedir?.....	8
2.1.2. STEM eğitimin kaynağı ve gelişimi.....	10
2.1.3. Ülkemizde iş dünyasının STEM görüşü.....	11
2.1.4. STEM eğitime eleştirel yaklaşımlar.....	11

2.1.3. Mühendislik.....	13
2.1.6. STEM eğitimi pedagojik alan bilgisi.....	13
2.1.7. STEM öğretmen eğitimleri.....	16
2.1.8. STEM öğretmen eğitim içerikleri.....	16
2.2. STEM Eğitimi Bağlamında El Becerileri.....	17
2.2.1. El emeğinin azalan önemi.....	18
2.2.2. STEM eğitimi ve el beceri ilişkisi.....	19
2.2.3. Politeknik Eğitimi.....	20
2.2.4. Rousseau Ekolu: Hayatın içinde öğrenme.....	21
2.2.5. Teknik Beceriler Yaklaşımı.....	22
2.2.6. El becerileri.....	23
2.2.7. Teknoloji Tasarım Dersi.....	25
2.2.8. STEM ve sanat.....	25
2.2.9. Maker Hareketi, Fab Lab ve STEM.....	26
2.2.10. Teknoloji eğitimi.....	28
2.3. Literatür Taraması.....	29
2.3.1. Eğitimde pratik çalışmaların önemine dair araştırmalar.....	30
2.3.2. Benzer test ve ölçeklere dair araştırmalar.....	35
2.3.3. Problem durumuna dair diğer araştırmalar.....	38
3.Bölüm: Yöntem.....	43
3.1. Araştırma Modeli.....	43
3.2. Evren ve Örneklem.....	43
3.3. Veri Toplama Araçları.....	45
3.3.1. STEM İlişkili El Aleti Tanıma-Deneyim Testi	45
3.3.2. STEM El Becerisi Testi Beceri.....	46

3.4. Verilerin Analizi.....	50
4. Bölüm: Bulgular.....	54
4.1. Bilgi Testlerine Dair Bulgular.....	54
4.2. Beceri Testlerine Dair Bulgular.....	58
5. Bölüm: Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	65
5.1. Bilgi Testlerine Dair Bulguların Değerlendirilmesi.....	65
5.2. Beceri Testlerine Dair Bulguların Değerlendirilmesi.....	67
5.3. Tartışma ve Öneriler.....	71
5.3.1. Pratik becerilerin önemi ve mevcut testlerinin değerlendirilmesi...	71
5.3.2. Pratik becerinin gereği, yoksunluğu ve yeterliliği.....	77
5.3.3. Öğretmenlerin DIY kültürü edinmeleri.....	80
5.3.4. El becerisinde cinsiyetin rolü.....	81
5.3.5. Testlerin geliştirilmesine dair öneriler.....	81
Kaynakça.....	84
Ek 1: Bir STEM Atölyesinde Gerekli Olan El Aletlerini Tanıma Seviyeleri. Bel.Testi.....	101
Ek 2: El Aletlerini Tanıma ve Kullanma Seviyelerini Belirleme Testi Cevap Kağıdı.....	110
Ek 3: El Aleti Kullanma Beceri Testi Kayıt ve Gözlem Formu.....	111
Ek 4: Beceri Seviyelerini Belirleme Testi Yönlendirici Devre Şeması.....	112
Ek 5: Etik Kurul Onayı.....	113
Özgeçmiş.....	114
Tez Tez Çoğaltma ve Elektronik Yayımlama İzin Formu.....	116

Tablolar Listesi

<i>Tablo</i>	<i>Sayfa</i>
1. Yurdumuzda Gerçekleştirilen STEM Öğretmen Eğitimi İçerikleri.....	17
2. El Becerisi ve STEM Eğitimi İlişkisi Literatür Aramaları Yayın Sayıları.....	29
3. Örneklem Grupları.....	43
4. Tanıma-Deneyim Testi Değerlendirme Rubriği	46
5. Beceri Testi Değerlendirme Kriterleri.....	48
6. Beceri Testi Süre Puan Kademeleri	49
7. Verilerin korelasyon yönünden anlamlılıkları	53
8. El Aleti Tanıma - Grup Ortalamaları Bulguları	54
9. El Aleti Deneyim Beyanı - Grup Ortalamaları Bulguları	56
10. Adet Bazlı El Aleti Tanıma ve Deneyim Beyanı Ekstrem Bulguları	57
11. Test Devresi Sökü Süreleri.....	58
12. Test Devresi Montaj Süreleri	59
13. LED Fonksiyonları.....	59
14. Montajlanan Devre Düzeneginin Görsel Uyumu.....	60
15. Demontaj ve Montaj Süresince Torna Vida Kullanımı	61
16. Demontaj ve Montaj Süresince Parmak Hakimiyeti.....	62
17. El Beceri Endeksleri	62

Şekil ve Grafikler Listesi

<i>Şekiller</i>	<i>Sayfa</i>
1. Tasarım Süreci Modeli.....	15
2. Beceri Test Devresi.....	47
3. El Beceri Testinden Bir Uygulama Örneği.....	48
4. Diğer Beceri Testi Uygulama Örnekleri.....	50

<i>Grafikler</i>	<i>Sayfa</i>
1. El Becerisi Başarı Puanlarının Normal Dağılım Eğrileri.....	63

Kısaltmalar

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
STEM	: Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik İngilizce baş harfleri
STEAM	: Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik İng. baş harfleri
ABD	: Amerika Bileşik Devletleri
AB	: Avrupa Birliği
NSF	: National Science Foundation, USA
HERI	: ABD’de Yükseköğretim Araştırma Enstitüsü
ABET	: ABD Mühendislik Akreditasyon Kurumu
TÜSİAD	: Türkiye Sanayici ve İşadamları Derneği
THY	: Türk Hava Yolları
DIY	: Do It Yourself, kendin yap kültürünün kısaltması
OECD	: Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü
K-12	: Ana okulundan lise son sınıfa kadar kast edilen tüm sınıf seviyeleri
MYO	: Meslek Yüksek Okulu
LED	: Light Emitting Diode, ışık yayan diyot

1. Bölüm

Giriş

Dünyada refah içinde güvenli bir gelecek için inovasyon (yenileşim) becerileri gelişkin nesiller yetiştirmeyi amaçlayan eğitim politikalarının önemsendiği görülmektedir. Bu anlamda ilgili popüler yayınlarda sıklıkla STEM eğitime vurgu yapılmaktadır. Bu tez kapsamında, kavramsal çerçeve bölümde literatürde fazla ele alınmamış olan *STEM eğitimi ile el becerisi ilişkisi ve bu bağlamda öğretmenin durumu* detaylı şekilde incelenecektir. Bu bölümde öncelikler Problem Durumu alt başlığında uygarlık içinde STEM in yeri ve bu bağlamda el becerisinin anlamı açıklanarak araştırma konusunun çerçevesi çizilecektir. Daha sonra araştırmanın amacı, önemi ve problem cümlesi ifade edilecektir. Ayrıca sınırlılıklar, varsayımlar, tanımlar ve kısaltmalar alt başlıkları ile araştırmanın yol haritasının ortaya çıkarılmasına yardımcı olunacaktır.

1.1. Problem Durumu

Uygarlık tarihi yerküre tarihinin çok küçük bir kısmıdır. Bilim insanları tarafından evrenin yaşının 13,5 milyar yıl, yerkürenin yaşının 4,5 milyar yıl olduğu söyleniyor. İlk bakterilerin yeryüzünde görülmesinden bu yana, 3,5 milyar yıl içinde milyonlarca canlı türü yeryüzünü soluk mavi bir küreye (Sagan, 2018) çevirmiştir. Modern insanın (homosapiens'in) en eski fosilleri ise sadece 100 bin yıl öncesine aittir. O gün avcılık toplayıcılık yaparak hayat mücadelesini veren insanlar, bugün yarattıkları konfor ve güveni süper akıllı kentlerle garanti altına alma yolundadırlar (Özkan, 2018).

Japonya Bilim, Teknoloji ve Yenilik Ofisinden Yuko Harayama yaptığı bir söyleşide, 2016'da Japon Bakanlar Kurulunun, ulusal strateji belgesinde Toplum 5.0'ı temel bir kavram olarak kabul edildiğini belirtmiştir. Harayama Toplum 5.0 kavramını şöyle açıklık getirmiştir: Avcılık ve toplayıcılıkla geçimini sağlayan insan toplulukları *Toplum 1.0* ile ifade edilir. *Toplum 2.0* tarımla geçimini sağlayan feodal toplum düzenidir, *Toplum 3.0* ile Endüstri

Devrimi ile sanayileşme temelinde ulus toplum yapısı anlatılır. *Toplum 4.0* ile elektrik, haberleşme ve otomasyonun gelişiminin önde olduğu bilgi toplumları düzeni isimlendirilir. İnternetin, sensörlerin yaygınlaşması ve yapay zekanın gelişimi ile inşaa olan insan merkezli refah toplumlarının, başka bir deyişle süper akıllı toplumların sosyal düzeni *Toplum 5.0* ile ifade edilir. Toplum 5.0 için Japonya hükümetinin düşlediği gelecekteki hayat <https://www.gov-online.go.jp/cam/s5/eng/>, internet adresinde kısa bir video film ile canlandırılmıştır (Harayma, 2017). Ana vurgunun inovasyon-dijitalleşme olduğu, nesnelerin interneti (IoT), yapay zeka (AI), 3 boyutlu baskı, biyoteknoloji, artırılmış gerçeklik ve robotik gibi yenilikçi bilgi tabanlı teknolojilerin katma değer üretmesine odaklanan Toplum (Society) 5.0 kavramı, süper akıllı bir toplumu (super smart society) hedefleyen Japonya'nın liderlik ettiği yeni bir yaklaşım gibi görünmektedir.

Teknolojik gelişime paralel olarak endüstrinin evrimi de anlamlı olarak dört aşama ile ifade edilmektedir; Endüstri 1.0 buhar makinesinin icadı, Endüstri 2.0 elektrik kullanımının yaygınlaşması, Endüstri 3.0 bilgisayar ve otomasyonun endüstride kullanılması ilişkilidir. Son olarak Endüstri 4.0. (Dördüncü Sanayi Devrimi) 21. yüzyılın başından bu yana şekillendiği ifade edilmektedir. Endüstr 4.0 her yerde mobil internet ile karakterize edilen devrimci bir değişim; daha ucuz, daha küçük, daha çok ve daha güçlü sensörler (nesnelerin İnterneti-IoT); yapay zeka ve makine öğrenmesi ile karakterize olmaktadır. Başka bir deyişle karanlık fabrikalar örneğinde olduğu gibi üretimdeki tüm unsurların birbiriyle haberleşmesine, tüm proseslerin sensörlerle akıllı yazımlarla en verimli şekilde çalışması sağlanarak yüksek katma değer oluşumu Endüstri 4.0 ile ifade edilmektedir (Özsoylu, 2017).

Günümüzde Toplum 5.0 ve bunun karşılığı Endüstri 4.0 gelişirken, değer yargıları, beklentiler, ekonomik dengeler iş olanakları ve meslekler yeniden yapılandığı söylenmektedir. Bu gelişmeleri yakalamak ve ekonomik açıdan dünya ülkeleri ile rekabet edebilir hale gelmek için eğitimde de bu çağa uygun insan kaynağını yetiştirmenin gereği ifade edilmekte ve

amacı ile birtakım yenilikler yapılması tartışılmaktadır (MEB, 2018c; UNESCO 2019; YOK, 2019). Bu gerekliliğin bir çözümü olarak ABD'nin öncülük ettiği STEM eğitim yaklaşımı benimsenmiş ve ekonomik rekabette özellikle gençlerin fen ve mühendislik okuryazarlığı yönünden iyi bir eğitim alması hedefleri belirlenmiştir. Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinden oluşan STEM eğitimi, öğrencilere mühendislik okuryazarlığı kazandırmayı, onları bilim ve mühendislik kariyerlerine yönlendirmeyi ve dolaylı olarak toplumun zenginliğini, refahını artıracak insan kaynağını yetiştirmeyi hedefler. STEM eğitimi genellikle bu dört disiplinin gerçek yaşam problemleri bağlamında bütünleştirilmesine dayalı bir eğitim yaklaşımı olarak görülür ve projeye dayalı öğrenmeye vurgu yapar (Akkoyunlu, 2019).

Ülkemizde de 2017 ve 2018 yılı müfredat değişikliklerindeki mühendislik uygulamaları üniteleri ile STEM eğitimi Türk Eğitim Sistemine dâhil edilmiştir (MEB, 2018a). Programa göre öğretmenlerden öğrencilerini hayat bağlamı olan problemlere yönlendirmeleri beklenmekte ve bu problemleri çözmelerinde, projeye dönüştürmelerinde öğrencilerine rehberlik etmeleri de istenmektedir. Fakat öğretmenlerin bu uygulamalara rehberlik edebilmeye hazır oluş düzeylerinin yeterli olduğunu söylemek güçtür. STEM kavramlarını kullanma yönünde öğretmenlerin kendilerini yetersiz gördüklerini ortaya koyan araştırmalar mevcuttur (Kızılay, 2016). Birçok araştırma ve yayında da STEM eğitiminde başarı için öğretmenlerin konuda yeterli bir eğitim almış olması gerektiğini belirtilmektedir (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Gökbayrak ve Gökbayrak, 2017; Yıldırım ve Altun, 2015).

STEM eğitiminin başarıyla uygulanması için öğretmenlerimizin özgüven kazanabilecekleri nitelikli eğitimlerden geçmesi gereği ortadadır. Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) bu konuda öğretmenlere yönelik yaygın eğitim için bir strateji geliştirmiştir (MEB 2016). Fakat henüz STEM öğretmen eğitiminin yaygın olarak yapıldığı uygulamalar hayata

geçirilememiştir. Buna rağmen birçok MEB ilçe müdürlüklerince düzenlenen STEM öğretmen eğitimlerine basın internet taramalarında rastlanması dikkat çekicidir (Milliyet, 2018a; Milliyet,2018b; Milliyet,2018c). Fakat bunların içerikleri araştırıldığında STEM pedagojik alan bilgisi ile daha çok birtakım ticari setlerin tanıtımına odaklandığı anlaşılmaktadır. Bu eğitimlerin yeterli olduğunu söylemek güçtür.

Milli Eğitim Bakanlığımızın Vizyon 2023 Belgesinde ifade ettiği öğrenci beceri geliştirme merkezleri gündemdedir. Mevcut durum dikkate alındığında becerilerin hangi etkinlikler üzerinden nasıl geliştirileceği henüz netlik kazandığını söylemek güç görünüyor. Beceri geliştirme merkezleri fikrinin sözde kalmaması için bu becerileri bilimle bütünleştirebilecek altyapıya sahip öğretmenler yetiştirmenin önemi büyüktür. Fen öğretmenlerimizin bilgi ve becerilerini bütüncül uygulamalara dönüştürebildiği söylenemez. Şu anda yapılan birçok eğitim faaliyeti, kendi bilgi alanı içine kapalı, yani kuantumludur (Çepni, 2019).

STEM eğitimi araştırmalarında sıkça ifade edilen kazanımlarından biri de el becerisinin gelişimidir (Öztürk, 2019; Yıldırım, 2017). Öğretmen eğitimi programlarının yapılandırıldığı günümüzde el becerisinin, STEM eğitiminin başarısı için ele alınması gereken konulardan biri olduğu söylenebilir. Öğrenciler tasarım süreçlerinden sonra uygulama aşamasına geçtiklerinde bu sürece öğretmenlerin rehberlik etmesi ve riskli işlerde tedbir almaları ya da gerektiğinde uygulamayı bizzat yapmaları gerekmektedir. Eğer bir öğretmen kendisini el aleti kullanma becerisi yönünde veya ilgili araç gereci tanımak bakımından yeterli görmüyorsa öğrencilerine bu konuda gereken liderliği yapamayacağı söylenebilir. Diğer yandan süper akıllı toplumların inşa edildiği günümüzde Endüstri 4.0 ın toplumun tüm kesimlerinde yarattığı etkilerden biri olarak el emeğinin gözden düştüğü, buna paralel olarak tüm eğitim çevrelerinde el becerilerinin (laboratuvar, atölyeler tasarım süreçleri, vb.) göz ardı edildiği çıkarımı yapılabilir.

Bir öğretmen öğrencileri ile yapacağı bir STEM etkinliğinde, örneğin Arduino kartın klemensine bir kabloyu bağlamakta güçlük çekerse, bu durum öğrenciler ve öğretmen için güven kaybı ve geri çekilme nedeni olabilir. Bu örnek fiilden hareketle bu nitelikteki STEM etkinliklerinde yaygın olarak kullanılan el aletlerini öğretmenlerin tanımalarında ve kullanma becerilerinde bir eksiklik olup olmadığının ortaya konulması gerektiği söylenebilir.

1.2. Problem Cümlesi ve Alt problemler

STEM eğitimi kapsamında sıklıkla kullanılacak el aletleri yönünden öğretmenlerin tanıma/deneyim düzeyleri ve STEM etkinliklerinde gerekli olduğu düşünülen el beceri düzeyleri nasıldır?

1.Fen öğretmenlerinin STEM etkinlikleri ile ilişkili olabilecek el aletlerini tanıma/deneyimleme düzeyleri, alandaki profesyonellerle karşılaştırıldığında nasıldır?

2.Fen öğretmenlerinin (STEM etkinlikleri ile ilişkili olabilecek el aletlerinin kullanımındaki) el becerileri, ilgili üretim alanındaki profesyonellerle karşılaştırıldığında hangi düzeydedir?

1.3. Araştırmanın Amacı

Bu tezin amacı öğretmenlerin bazı STEM etkinliklerinde ihtiyaç duydukları el aletlerini tanıma ve kullanma düzeylerini tespit etmek, STEM etkinliklerinde sıklıkla başvurulan araç gereçlerin kullanımında el becerilerini ölçmek ve sonuçlarını değerlendirmektir. Ayrıca, STEM el becerisi ve STEM el aleti bilgi testlerini geliştirmek bu çalışmanın temel amaçları arasında yer almaktadır.

1.4. Araştırmanın Önemi

STEM öğretmenlerinin el becerisinin belirlenmesi yönünde literatürde bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. Dolayısı ile STEM öğretmen eğitimlerinin yapılandırıldığı günümüzde yararlı olarak düşünülen bu tür bilgi ve deneyim birikiminin kritik öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan ihtiyaç duyulan bulguları elde etmek için bu süreçte iki yeni

veri toplama araçları araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Altı boyutlu *STEM El Becerisi Testi* ve iki boyutlu *STEM İlişkili El Aletleri Tanıma-Deneyim Testi* olarak isimlendirilen testlerin ilgili literatüre kazandırılması bu çalışmanın diğer özgün boyutları olarak değerlendirilmektedir.

1.5. Varsayımlar

El becerisi ölçümünde el aleti olarak tornavida seçilmesindeki temel gerekçe yaygın yapılan STEM etkinliklerinde kullanılan elektrik elektronik donanımlarda sık kullanılması ihtiyacından kaynaklanmıştır. Tüm el aletlerini kullanılarak yapılacak bir test çalışması daha doğru sonuç verecek olmakla birlikte bunun pratik olarak yapılması çok güç olduğundan el aleti olarak yalnızca temel bir araç olan tornavida seçilmiştir. Bu durumda araştırmanın temel varsayımlardan biri; tornavida kullanım becerisi olan kişiler diğer el aletlerini de aynı düzeyde beceri ile kullanmaya yatkındır.

El aleti tercihindeki varsayıma benzer bir varsayım da tercih edilen malzeme ve donanımlara ilişkindir. Yaygın kullanılan STEM malzemelerinin elektrik elektroniğe dair olması ile ilişkili olarak direnç, LED, klemens gibi elektronik ekipmanlar kullanılmış, fakat bu malzemelere el hakimiyeti olan kişilerin karton, metal, ahşap ve plastik gibi malzeme ve gereçlerin kullanımına da hâkim oldukları varsayılmıştır

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Özellikle beceri testinin tek tek yapılması, zaman alıcı dikkatli bir gözlemle veri toplanmasını gerektirmesi nedeni ile bir yüksek lisans araştırması kapsam ve olanakları içerisinde örneklemler sayıları ve gruplar genişletilememiştir. Fakat araştırmanın problem durumunda ifade edilen pratik etkinliklerden kaçınma sorununu yaşamayacağı açık olan örneğin DIY kültürüne sahip fen öğretmenleri ile ve/veya uygulamalı proje ödülleri olan fen öğretmenlerinden oluşturulacak gruplarla rasgele oluşturulan ve sayıca çok daha büyük

(örneğin 100 kişiden oluşan) öğretmen gruplarının karşılaştırılmasının problem durumunda belirtilen sorunların anlaşılması bakımından daha anlamlı olacağı açıktır.

Diğer yandan araştırmanın problem durumunda ifade edilen sorun bağlamında öğretmenlerin STEM el aletlerini tanıma, deneyimleme ve kullanma beceri düzeyleri ile bu öğretmenlerin nitelikli STEM etkinliği yaptırma durumlarının karşılaştırılmasının da Tez kapsamında yapılabilmesinin değerli olacağı açıktır. Ancak öğretmenlerin nitelikli STEM etkinlikleri yaptırıp yaptırmadıklarının ölçümü onların sözlü beyanlarına göre yapılması durumunda yeteri kadar güvenilir veriler olmayacağı düşünüldüğü için bu şekilde bir veri kazanımı yoluna gidilmemiştir.

1.7. Tanımlar

STEM el becerisi; Bu araştırma kapsamında ifade edilen el becerisi kavramı ile fizyolojik psikomotor yeterlilikler bütünü kast edilmemiştir. Yani amaç fen öğretmenlerinin psikomotor becerilerinin eksikliğinin olup olmadığının araştırılması değildir. Burada STEM el becerisi kavramı ile kastedilen motor beceri ve tecrübe ile kazanılan STEM ilişkili el aletlerini kullanma becerileridir.

STEM el aletleri; STEM projeleri yapılmak istendiğinde ilişkili malzemeleri işlerken veya ilgili araçların montajını yaparken gerekli olan temel el aletleridir. Bunlar DIY kültürü kapsamında kullanılan el aletleri ile örtüşür.

Profesyonel grup-Teknisyenler; Bu çalışmada el beceri testi fen öğretmenlerine uygulandığında bunun anlamlı olması için ilişkili el aletlerini iş yaşamlarında kullananların aynı ölçekte karşılaştırılması Yöntem Kısmında açıklandığı gibi gerekli görülmüştür. Seçilen bu meslek mensupları alandaki profesyoneller olarak teknisyen grubu diye anılmıştır. Bu çalışmada teknisyen grubu olarak Bursa'da büyük bir sanayi kuruluşunun elektronik bakım departmanı profesyonelleri kast edilmiştir.

2. Bölüm

Kavramsal Çerçeve

Araştırma konusu olan STEM etkinliklerinde öğretmenlerin el becerileri ifadesinde geçen, STEM kavramı hakkında temel bilgi ve yaklaşımları tanımak ve el becerisi kavramı ile eğitim arasındaki ilişkilere dair bilgi sahibi olmak için aşağıda iki başlıkta gerekli açıklamalar yapılmıştır. Bu kısımda son olarak Tezin konusuyla ilişkili görülen araştırmaların özetleri literatür taraması alt başlığı altında verilmiştir.

2.1. STEM Eğitimi

Bu başlık altında STEM Eğitimi hakkında yeterli bir bilgiye sahibi olmak için öncelikle STEM in ne olduğu ve kökenlerinin nelere dayandığı açıklanacaktır. STEM'in mühendislikle nasıl örtüştüğü gösterilecektir. Ülkemizde STEM farkındalığını göstermek üzere Türkiye Sanayici ve İşinsanları Derneği'nin (TÜSİAD) konudaki yaklaşımları açıklanacaktır. STEM konusunun ülkemizde bir yönü ile ticarileşmesine dikkat çekmek için konu hakkındaki eleştirilere de yer verilecektir. Diğer yandan eğitimbilim bağlamında STEM'in nasıl ele alındığı ve ne gibi öğretmen eğitimleri olduğuna dair bilgiler de verilecektir.

2.1.1. STEM nedir? STEM eğitimi tanımında bir fikir birliği olduğu söylenemez. STEM kavramının orijini olan ABD'de dahi uzmandan uzmana farklı şekillerde yorum olabilmektedir. Küresel açıdan bakıldığında da bölgesel farklılıklara göre tariflerde değişiklikler görülebilmektedir. Yani STEM eğitiminin ne olduğu ve sınıflarda nasıl uygulandığı ile ilgili olarak yaşananların farklı farklı olduğu söylenebilir (Polgampala, Shen ve Huang, 2017; Ritz ve Fan, 2015). Diğer yandan STEM eğitimi gelişiminin bitmediği ve iyileştirme yollarının hala tartışıldığı söylenmektedir (Scott, 2009).

ABD Ulusal Bilim Vakfı (NSF) ilk olarak 1990'larda bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik ile ilgili programlara atıfta bulunmak için anılan disiplinlerini baş harflerini

kullanarak STEM terimini kullanmış olsa da, STEM için açık bir tanım vermemiştir. Bu tanım eksikliği, ülke genelinde ve kurumlar arasında farklı anlayışlar ve uygulamalarının çoğalmasına yol açmış, eğitimciler arasında karışıklık yaratan çok sayıda yoruma neden olmuştur. Ancak yaygın anlayıştan yararlanarak STEM eğitimini, iki veya daha fazla STEM disiplininin gelen kavram ve hedeflerin tek bir projede işlendiği pedagojik bir yaklaşım şeklinde tanımlayabiliriz (Karataş, 2017). Bu yolla öğrenciler bu kavramlar ve/veya uygulamalar arasında bağlantılara maruz kalırlar, bu esnada kavramları öğrenirler ve/veya uygulamasını başarırlar (Havice ve diğerleri, 2018; Ntemngwa ve Oliver, 2018). STEM eğitimde disiplin alanlarının birbirine bağlı doğası, entegre STEM eğitimi fikrine yol açmıştır. Entegre STEM eğitimi, eğitim amaçlı olarak STEM içindeki dört alanın iki veya daha fazlasını birleştirmeye yönelik çabalar olarak tanımlanabilir. Burada öğrenciler gerçek hayattan seçtikleri ve tanımladıkları problemleri çözmeye teşvik edilir, STEM eğitiminin amaçlarına ulaşmak bakımından gerçek hayattaki uzmanlardan yararlanmaları tavsiye edilir ve başkalarıyla birlikte çalışmaları istenir.

Uluslararası Teknoloji ve Mühendislik Eğitimcileri Derneği tarafından 2017 yılında amaca bağlı bir tanım şöyle yapılmıştır; Bütünleştirici (entegre) STEM eğitimi, teknoloji ve mühendislik tasarımına dayalı pedagojik yaklaşımların kasıtlı olarak, fen ve matematik eğitiminin içeriğini ve uygulamalarını teknoloji içeriği ve uygulamaları yoluyla öğretmek için uygulanmasıdır (Lambert ve diğerleri, 2018). Fakat mühendislik, STEM faaliyetleri sırasında merkeze alınmak durumundadır. Öyle ki Liston'a (2018) göre mühendislik, bilimi, matematiği ve teknolojiyi bütünleştiren bir yapıştırıcıdır.

Araştırmalarla STEM eğitimi girişimlerinin matematik ve fen alanındaki sınav puanlarını iyileştirdiği ve kariyer tercihlerinde bu alanlara yönelimi artırdığı gösterilmiştir. Ayrıca, özellikle proje tabanlı öğrenmeyi kullanarak öğrencileri aktif kılmak ve motivasyonlarını artırmak için iyi bir araç olarak görülmektedir (Ntemngwa ve Oliver, 2018).

STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, fene karşı tutum ve başarılarını olumlu etkilediğine dair çok sayıda araştırma ve yayın mevcuttur (Yenilmez ve Balbağ 2016). STEM eğitiminin inovasyon ve ekonomik gelişimle ilişkisi konusunda paydaşlar arasında açık bir fikir birliği vardır. STEM eğitimi, hayatla bağlantılı, disiplinler arası bilgi ve becerileri geliştirir ve öğrencileri inovasyona dayalı bir ekonomiye hazırlar. STEM eğitiminin öncelikli hedefi, yeni nesli yenilikçi (inovatif) zihniyetle yetiştirmektir (Corlu, Capraro ve Capraro,2014; Moore ve Smith, 2014).

2.1.2. STEM eğitimin kaynağı ve gelişimi. STEM eğitimi kavramı ilk olarak ekonomik kaygılarla ilişkili olarak ABD’de gündeme gelmiştir. 1993 yılında NSF’nin STEM hakkında bir raporunda 1983 yılındaki bir başka rapora atıf yaparak “Dünyayı teknoloji çağına sürükleyen ve yönlendiren ulus, kendi çocuklarına 21.yy için gerekli olan entelektüel araçlara sahip olmayı başaramıyor.” şeklindeki ifadesi bu kaygının tarihi kaynağı olarak gösterilebilir. Aynı Vakfın 1998 yılında bir başka raporunda Eric Mazur’un, yüzyılın (20.yy) başından beri ABD’nin, önde gelen bilim adamlarını yetiştirmede ilk sırada olmasına rağmen ülkenin fen ve matematik eğitimi alanında ön sıralarda yer almamasının ironik olduğuna dair ifadesi ve 21.yy da ülkenin refahını, bilim ve teknolojiye üstün yerini kaybetmemek için şimdi harekete geçmek gerektiği yönündeki uyarısı (NSF, 1998), STEM eğitimin kaynağı yönünden anlamı görünmektedir.

ABD’de Yükseköğretim Araştırma Enstitüsü’nün (HERI’nin) uzun süreli araştırmalarına dayanan bir çalışması, 1980’li yılların ortalarında, matematik ve fen bilim dallarını seçen gençlerin yüzdesindeki düşüşe dikkat çekmiştir (Seymour, 2001). Diğer milletlerle kıyaslandığında, ABD öğrencilerinin başarısının, ulusun bilimsel inovasyonda dünya lideri rolüyle tutarsız görüldüğü ifade edilmiştir. Lisansüstü bilim eğitimi ve bilimsel işgücünde yabancı öğrenci ve akademisyenlerin artan varlığı, bazı bilim çevrelerinde endişe kaynağı yaratmıştır (Kuenzi 2008).

Başkanlığı döneminde Obama, ABD'nin gelecekteki refahı için yeni bir temel oluşturmada STEM eğitimini hedef göstererek, üç temel önceliği ifade etmiştir: i- STEM okuryazarlığını artırmak, böylece tüm öğrencilerin bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarında eleştirel düşünebilmesini sağlayabilmek; ii- matematik ve fen öğretiminin kalitesini arttırmak, böylece uluslararası sınavlarda Amerikalı öğrencilerin performanslarını yükseltmek; iii- kadınlar ve azınlıklar dâhil olmak üzere az temsil edilen gruplar için STEM eğitim ve kariyer fırsatlarını genişletmek (Obama, 2010).

2.1.3. Ülkemizde iş dünyasının STEM hakkındaki görüşü. Birçok ülke uluslararası ekonomik rekabette geri kalmamak veya pozisyonlarını koruyabilmek için STEM konusunu önemsemekte ve eğitim sistemlerini bu yönde yenilemektedirler (Çepni, 2017a). Türk iş insanlarının da bu bilinçte olduğu anlaşılmaktadır. TÜSİAD'ın Görüş Dergisinin Ağustos 2014 sayısında Doç. Dr. Selçuk R. Şirin'in aşağıdaki ifadeleri Kurumun STEM'in ekonomi üzerindeki etkisine bakış açılarını göstermektedir:

Ekonomide elbette doğal kaynakların bir rolü var ama katma değeri yüksek sektörlerin temelinde bilim ve teknoloji yatıyor. İşte bu yüzden 53 kişinin çalıştığı 5 yıllık bir şirket olan WhatsApp 19 Milyar dolara satılabiliyor. Bu küçük şirket Türk Telekom, TÜPRAŞ, Türk Hava Yolları ve Petrol Ofisi gibi Türkiye ekonomisinin devlerinin piyasa değerlerinin toplamından daha fazla bir fiyata satılıyorsa bizim bilim ve teknoloji eğitimini artık her zamankinden daha fazla ciddiye almamız gerekiyor. O halde Türkiye'de öğrencilerin STEM alanındaki mevcut durumu nedir sorusunu sormamız gerekiyor (TÜSİAD, 2014, s.1).

2.1.4. STEM eğitime eleştirel yaklaşımlar. STEM eğitiminin nereden kaynaklandığına bakıldığında, iş çevreleri ve politika yapıcılarının buna öncülük ettiği anlaşılmaktadır. Bir anlamda milli eğitim kurumlarından ekonomik savaşa uygun insan kaynağı yetiştirilmesi isteniyor. Eğitimcilerin önüne konulan bu siparişin eğitimciler

tarafından nasıl anlaşıldığı, esas amacın ne olduğu ve nasıl öğretileceği eğitimcilerin kafasında net değildir. Diğer yandan STEM'i oluşturan 4 disiplinin ontolojik ve epistemolojik olarak birbirinden ayırık olduğu açıkken ifade edilen entegrasyonun sınırlılığına dikkat çekilmektedir (Kılınç, Demirbağ ve Yılmaz, 2018). Ayrıca, ABD ve AB ülkelerinde bu eğitime olan ihtiyaç STEM alanlarındaki yerli insan kaynağı eksikliğine ve bu alanlara talebin azlığına dayansa da ülkemizde durum farklıdır. Biz de temel bilimlere talebin az gibi görünmesinin gerçekçi olduğunu söylemek güçtür. ABD'deki sorundan farklı olarak bizde problemin kaynağında iş olanaklarının azlığı yatmaktadır. Yani ABD'deki durumdan tamamen farklıdır. Keza mühendislik bölümlerine tıp fakültelerine olan aşırı talep buna işaret olarak gösterilmektedir (Kılınç ve diğerleri, 2018). Bu tespitler ülkemizde STEM eğitime ihtiyaç olmadığı şeklinde de yorumlanmamalıdır. Bizde mühendis sayısı ve mühendisliğe talep az olmamasına rağmen mühendislik eğitiminde ve mühendislerin mesleki yeterliliklerinde nitelik eksikliği de üzerinde durulması gereken bir başka problemdir (Özkan, 2002).

Çepni (2017b), STEM eğitimi adı altında yapılmaya başlanan uygulamaları değerlendirirken, bunların birçoğunda Maker Hareketi (Do It Yourself) ile ilişkilendirilen setlerin STEM'in özü gibi gösterilmeye başlandığının ve bu yolla lego, robot setler gibi ürün satışlarının öne çıkmasıyla yakında sınıfların arkalarının araç gereç çöplüğüne döneceğini ifade etmiştir. Çepni (2017b), özel okullarda bu konunun bir reklam olarak kullanılması, geliştirilen atölyelerinde yapılan öğrenci çalışmalarının STEM olarak lanse edilmesi, hazır yazılmış programların hazır setlere yüklenmesi ile çizgide giden düzeneklere robotik denmesinin STEM'le ilgisini olmadığı, elektronik kartlar (Arduino), robotik, yapay zeka, 3D printer olmadan STEM olmaz algısının yanlışlığı, bir kaç günlük öğretmen eğitimleri ile STEM'in basite alınması gibi birtakım sakıncalı durumlara dair önemli uyarılar yapmıştır.

Diğer yandan STEM eğitim kursu adı altında yüksek ücretlerle verilen özel kursların niteliği ciddi şekilde tartışmaya açıktır. Bu kursların bir diğer sakıncası STEM eğitimi gibi ülke politika yapıcıları için dahi beka meselesi olarak görülen bir eğitim problemini basite indirgeyerek pazarlamaya yönelmesi ve bu hali ile sertifika dağıtılmasıdır.

2.1.5. Mühendislik. Çağımızda maddi zenginliğimizin ana kaynağı olan mühendisliktir denilebilir. Mühendislik tanımına bakıldığında STEM eğitimi içeriği ile hemen hemen örtüştüğü görülür. ABD Mühendislik Akreditasyon Kurumunun (ABET'in) mühendislik tanımı; “Mühendislik, matematik ve fen bilim dallarından, ders çalışma, deney yapma ve uygulama yolları ile kazanılmış bilgileri akıllıca kullanarak, doğanın kuvvetleri ve maddelerini insanoğlu yararına sunmak üzere ekonomik olan yöntemler geliştiren bir meslektir” şeklindedir (Sakarya Üniversitesi [SÜ], 2018).

2.1.6. STEM eğitimi pedagojik alan bilgisi. MEB Öğretim Programlarında öğrenciyi temel alan öğrenme ortamlarında problem, proje, argümantasyon, iş birliğine dayalı öğrenme vb. yöntemlerin benimsenmesi öngörülmüştür. Özellikle Fen Bilimleri Dersi öğretim programında bilimin uygulama ve ekonomiye girdi üretme özelliğine vurgu yapılmıştır. Bu amaçla her bir ünite, konu ve kazanım göz önüne alınarak günlük hayat bağlamında, ihtiyaçları gidermeye yönelik teknolojiler üretilmesi hedeflenmiştir (MEB 2018a). MEB ortaöğretim programlarında açık bir ifade olmasa bile ilköğretim programlarında doğrudan mühendislik uygulamaları ifadesi kullanılarak ve yukarıda açıklanan içeriği ile aslında programa STEM eğitimi özelliği kazandırıldığı söylenebilir (Çepni ve Ormancı, 2017). Programdaki şu ifadeler bunun göstergesi sayılabilir:

Bu yaklaşım çerçevesinde fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları başlığı altında her bir üniteye paralel şekilde ve her bir kazanıma içkin olarak bilim ve girişimcilik, dersin gündemine bütünü ayrılmaz bir parçası hâlinde dâhil edilmiştir. Sonuç olarak öğrenme ve öğretme sürecinde öğretmenimizin rehberliğiyle öğrenciler,

bilimsel bilgiyi mühendislik uygulamalarıyla bütünleştirerek ürüne dönüştüreceklerdir. Yıl sonunda da bilim şenliği ile okul paydaşlarının tamamına sunacaklardır (MEB, 2018a, s.11).

STEM eğitiminde disiplinler arası entegrasyon iki şekilde olabilir. Birincisi bağlam entegrasyonu, hayatın içinden seçilen problemin çözümünde dört disiplinin birlikteliğinde bir çözüm süreci ile sağlanan entegrasyondur. İkincisi içerik entegrasyonudur, bunda ise bir disiplinin içerikleri diğer disiplinlerle ilişkilendirilerek verilir (Buyruk ve Korkmaz, 2016; Ritz, 2015).

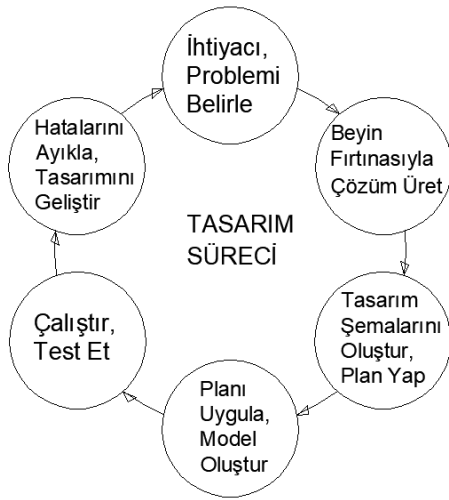
STEM eğitiminde pedagoji alan bilgisi olarak öğretme-öğrenme ilişkisinde birçok yaklaşım söz konusudur. Literatürde STEM eğitimi için anılan pedagojik yaklaşımlardan bazıları aşağıda sıralanmıştır; (MEB 2018c; MEB 2019a; Yıldırım, 2018)

- + Proje tabanlı öğrenme,
- + Probleme dayalı öğrenme,
- + Bağlam temelli öğrenme,
- + Argümantasyon tabanlı öğrenme,
- + 5E öğrenme modeli,
- + Oyun tabanlı eğitim
- + Tasarım temelli öğrenme
- + Yapıcı öğrenme modeli (doğaçyapma)
- + Sorgulama tabanlı öğrenme
- + Tam öğrenme modeli
- + STEM Student on Stage (STEM SOS) modeli

STEM ile öğrencilerin gerçek hayat bağlamlı deneyimlerle karşı karşıya gelmesi beklenir. Aslında yalnızca öğrenciler değil, hepimiz her gün birçok zorlukla karşılaşır ve bu karşılaştığımız zorlukları da bir şekilde çözmeye çaba harcarız. Çözmeye çalışırken de başarı

için ister istemez eleştirel düşünceyi, eleştirel bakış açısını işin içine doğal olarak sokarız. Yani STEM becerileri, hayatın içindeki öğrenmede zaten doğal olarak vardır (Jorgensen, 2017).

MEB programlarının da amaçladığı gibi öğrencilerin günlük hayattan seçecekleri problemlerin çözümünde tasarım temelli bir yaklaşım seçilmesi ile öğrencilerin mühendislik becerilerini tanımlarına yardımcı olunacaktır. Mühendislik Tasarım Temelli Eğitim, K-12 ye kadar tüm sınıf seviyelerine uygulanabilir olması, problem çözme becerilerini geliştirme, eleştirel düşünme becerileri, disiplinler bakış açısı kazandırması, üst düzey düşünme becerileri geliştirme yani 21.yy becerileri yönünden öğrencilerin gelişmesi bakımında STEM eğitiminde merkezde olması gereken bir öğretim yöntemidir (Aydın, Saka ve Guzey, 2018).



Şekil-1 Tasarım Süreci Modeli

Tasarım süreci modeli Şekil-1 de gösterildiği gibi problemin tanımlanması, çözümlerin geliştirilmesi, tasarımın oluşturulması, geliştirilen tasarım için prototip yapımı, prototipin denenmesi ve eksikler varsa düzeltilerek geliştirme yapılması şeklinde bir döngüden oluşmaktadır. Tasarım süreçleri STEM disiplinlerini işe koştugu için STEM eğitiminin amaçladığı bağlam entegrasyonunu da doğal şekilde sağlamaktadır (Altan, Yamak ve Kırıkkaya, 2016; Carter ve Burgin 2018; Liston, 2018).

2.1.7. STEM öğretmen eğitimleri. STEM konusunda eğitim fakültelerinde bu isim altına dersler olmadığı gibi MEB'nin da sistemli bir meslek içi eğitim programı henüz oluşturulmamıştır. Benzer yapısal çözümlerin ABD'de de henüz gerektiği gibi tesis edilemediği belirtilmektedir (Francis ve diğerleri, 2018).

Yıldırım ve Selvi'nin (2016) yaptığı bir araştırmada öğretmenler, STEM konusunda eksikleri bulunduğunu, üniversitede konudaki eğitimlerin yetersiz olduğunu belirtmişler ve özellikle de mühendislik eğitimi konusunda kendilerini eksik gördükleri anlaşılmıştır. STEM ile ilgili yeterli derecede bilgi ve deneyim sahibi olmayan öğretmenlerin zorluk yaşamaları doğaldır. MEB öğretim programlarındaki yeniliklerin başarılı bir şekilde uygulanması isteniyor ise bu yeniliklerin öğretmen adaylarına ve öğretmenlere öğretilmesi öncelikli bir ihtiyaç durumudur (Gökbayrak ve Gökbayrak, 2017).

MEB, program yenilikleri ile birlikte STEM eğitiminin nasıl verilmesi gerektiği konusunda çalışmalar ve yayınlar yapmaya, bölgesel pilot uygulamalar gerçekleştirmeye başlamıştır. STEM alanlarında bütünlük içerikte proje ve problem tabanlı öğrenme pedagojilerini içeren doğrudan öğrenci merkezli öğrenme yaklaşımı ile gerçek hayat problemleri bağlamında projelerin üretildiği disiplinler arası öğrenme ders planları hazırlanması ve STEM eğitiminin bilgi ekonomisi, dijital ekonomi, sanayi 4.0 gibi kavramlarını içermesi yönünde hazırlıklar yapılmaktadır (MEB 2018c).

2.1.8. STEM öğretmen eğitim içerikleri. Ülkemizdeki üniversitelerde de kurs şeklinde STEM öğretmen eğitimleri gerçekleştirilmektedir; İstanbul Aydın Üniversitesi, Muş Alparslan Üniversitesi, Yeditepe Üniversitesi, Bahçeşehir Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi STEM öğretmen eğitimi kurs ve programları bunlara örnek gösterilebilir (Kızılay 2018). Diğer taraftan MEB il ya da ilçe müdürlüklerinin organize ettiği STEM kurslarının da birçok yerde gerçekleştirildiği basından izlenebiliyor (Milliyet, 2018a; Milliyet, 2018c). Bu kurslarda genelde 5 gün toplam 30-40 saatlik bir eğitim

planladığı görülüyor. Eğitimlere genelde fen öğretmenleri katılmakla birlikte Teknoloji Tasarım, Matematik, Fizik dersleri öğretmenleri ile sınıf öğretmenleri ve Görsel Sanatlar dersi öğretmenlerinin de katıldığı anlaşılmaktadır.

İskenderun Teknik Üniversitesi'nin Sürekli Eğitim Merkezi (ISTE-SEM, 2018), Van İl Milli Eğitim Müdürlüğü (Milliyet 2018b), Sakarya Üniversitesi SAÜSEM, İstanbul Medipol Üniversitesi (Medipol, 2018) ve bir özel eğitim kuruluşunun (ÖZEL, 2018) eğitim içerikleri bu tez çalışması kapsamında incelenmiş ve Tablo-1 de gruplandırılarak gösterilmiştir.

Tablo 1

Yurdumuzda Gerçekleştirilen STEM Öğretmen Eğitimi İçerikleri

Pedagojik Alan Bilgisi	Teknoloji Eğitimi	Atölyeleri
STEM Eğitimi Nedir	Robotik Uygulamaları	İnovasyon Atölyesi
STEM Ders Planı Hazırlama	Temel Programlama	STEM
STEM-A Nedir	Arduino Eğitimi	Proje-Problem Taban
Proje Tabanlı Öğrenme	Veri Okuma ve Analizi,	
Sorgulama Tabanlı Öğrenme	Yapay Zeka,	
Bağlam Temelli Öğrenme	Artırılmış Gerçeklik	
21.yy Becerilerini Tanıtmak	3D Yazıcılar,	
Tasarım Döngüsü	Bulut Bilişim,	
5E Modeli	Nesnelerin İnterneti,	
STEM Eğitimi Değerlendi.	Lego WeDo 2.0	

Yurtdışından bir karşılaştırma olması açısından, Avustralya da Scitech Bilim Merkezinin düzenlediği STEM öğretmen eğitimi içerikleri dikkate alındığında atölye ve sınıf uygulamalarında pedagoji ve teknolojiyi geliştirmeyi/tanıtmayı amaçladığı görülmektedir. Öğretmen eğitiminde entegre STEM eğitimi, BSB, tasarım ve mühendislik süreçleri, atölyeler ve uygulamalar ile teknoloji eğitimi yönünden kodlama ve robotik eğitimlerinin öne çıktığı anlaşılmaktadır (Murcia ve Pepper 2018).

2.2. STEM Eğitimi Bağlamında El Becerileri

Bu başlık altında STEM eğitiminde el becerisi ile ilişkili olan kavram ve yaklaşımlar, digital literatürün izin verdiği ölçüde açıklanmaya çalışılmıştır. Genel, meslek, politeknik ve teknoloji eğitimi kavramları arasındaki farkların yanında el becerisinin yeri ve önemi araştırılmıştır. Aslında Tezin amacına en uygunu teknoloji eğitim alanı olduğu düşünülebilir. Çünkü teknoloji kullanımı denildiğinde yalnızca problemlerin çözümünde teknoloji geliştirme anlaşılmaz aynı zamanda ve daha çok uygun (bir tornavidadan yazılım uygulamalarına kadar) teknolojik araçların, çözümlerin kullanımı anlaşılır (Velikova ve diğerleri, 2018).

Bu araştırmada el becerisi denildiğinde imalatın rutin yükünü taşıyan el emeği kavramı anlaşılmalıdır. Bu araştırmada el becerisi, kinestetik zekânın bir boyutu ve temas halinde olduğumuz varlıkların doğasını dokunarak tanıma ve onları kullanma (manipüle etme) yetisi anlamında bir kavram olarak ele alınacaktır.

2.2.1. El emeğinin azalan önemi. İnsanlık tarihine bakıldığında ilk olarak mucitlerin anonim olduğu ve binlerce yıl süren, yavaş teknolojik gelişim süreci söz konusudur. Rönesans'tan sonra bilimsel yöntemlerin etkisi ile mucit bilim adamları dönemine geçildiği ve teknolojik gelişimin hızlandığı anlaşılmaktadır. Günümüzde ise bilginin hızla arttığı, teknolojik gelişmelerin bireysel olmaktan çok kolektif çabalarla sağlanabildiği görülmektedir (Türkcan, 2011). Mucitler çağından sonra giderek teknolojide ortaya bir yenilik koyabilmek için o problem durumunun matematikle ifade edilmesi, modellenmesi gibi soyut becerilerin daha çok kullanımını gerektirmektedir. Özellikle 2.Dünya Savaşından sonra Batıda mühendislik alanında soyut emek ve el emeği arasında büyük bir kültürel bölünme olduğu ve beyaz yakalı profesyoneller olarak mühendislerin teknolojik gelişimde belirleyici olmaya başladıkları görülmektedir (Rolston ve Cox 2015).

Düşük sosyal etkileşim, düşük yaratıcılık veya düşük hareketlilik ve yoğun el emeği içeren işlerin otomasyonla makinelere yaptırılması günümüzde endüstrinin genel bir özelliği olmuştur. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) için yapılan araştırmalar, 21

OECD ülkesinde işlerin otomasyona geçiş hızının yıllık ortalama % 9 olduğunu tahmin etmektedir. Örneğin Avustralya'nın işgücünün % 40'ının (beş milyondan fazla insanın) önümüzdeki 10 ila 20 yıl içinde işlerini otomasyona terk etme ihtimali ifade edilmektedir. Son 50 yılda, yüksek vasıflı işçilerin istihdamında tutarlı bir büyüme beklenirken, orta vasıflı işçilerin payındaki büyük düşüşün sürmesi ile istihdamın beceri kompozisyonunda önemli değişiklikler olacağı belirtilmektedir (Siekmann ve Korbel, 2016).

Teknoloji ilerledikçe üretimde el emeğinin giderek daha küçük paylara sahip olduğu yaygın bir kanı haline gelmiştir. Yapay zekâlar, insansız robotlar ve karanlık fabrikalar gibi geleceğin teknolojileri bağlamında bu payın daha da küçüleceği öngörülebilir. Fakat bu yaygın kanaatin aksine, el emeğinin üretimdeki payı küçülse de el becerisinin teknoloji geliştirmedeki yeri için aynı şeyi söylemek güçtür. İlgilendikleri alandaki varlıkların doğasını bilmeden, ona dokunmadan, içinde olmadan, onu tanımadan, onu kullanmadan araştırmacıların, mühendislerin problem durumunda bir yenilik sağlamaları mümkün görünmemektedir. Yani teknoloji geliştirmek için ilgili nesneye temas etmek, onun doğasını tanımak gerekir. Bu yönü ile teknoloji ne kadar ileri giderse gitsin, el emeğinin üretimdeki payı ne kadar küçülürse küçülsün teknoloji geliştirmede kinestetik becerilerin, dokunma fiilinin değerini yitireceğini iddia edecek bir argüman henüz ortaya konulamamıştır (Rolston 2015)

2.2.2. STEM eğitiminde el becerinin yer. Mevcut STEM eğitimi uygulamalarına bakıldığında öncelikle içerik ve bilişsel hedeflere odaklanmış gibi görünmektedir. Oysa içerik bilgisinin yanı sıra, el becerileri ve teknoloji okuryazarlığı kazanımları da bir o kadar önemlidir. STEM ile ilgili görevleri yerine getirmek için gerekli beceriler arasında bilişsel, manipülatif, teknolojik beceriler ile işbirliği ve iletişim becerileri bulunmaktadır. Manipülatif beceriler, belirli bir kariyere veya mesleğe özgü olabilecek bilimsel ve / veya teknik ekipman,

aparat, örnek ve maddelerin doğru ve güvenli bir şekilde kullanılması ve kullanılması ile ilgili psikomotor becerilere atıfta bulunur (Siekman ve Korbel, 2016)

STEM eğitimi, öğrenciyi aktif konuma getiren, fen ve matematik bilgisini günlük hayata transfer eden etkinlikleri hedeflemesi ile öğrencilerin pratik çalışmalarını öne çıkarmaktadır. STEM eğitimi K-12 sınıf seviyelerinde yeni nesle mühendislik kültürü kazandırmaya çalıştığına göre bu alanın eğitim aktörleri de pratik becerileri bir ölçüye kadar kazanmalıdır denilebilir. Örneğin bir öğretmen öğrencilerine fen dersi kapsamında Arduino Kart ile STEM etkinlikleri yaptırıyor ise en azından kabloyu kartın klemenslerine bağlayacak kadar tornavida kullanma deneyimine, becerisine sahip olması beklenir.

2.2.3. Politeknik eğitimi. Sanayi Devriminden sonra fabrika olgusu meydana çıkmış ve bir ihtiyaca dönüşmüştür. Böylece fabrikalarda çalışan insanların iş eğitimi gündeme gelmiştir. Dünya görüşlerine bağlı olarak bu eğitim iki modelle ifade edilmiştir. Liberal batı ülkelerinin benimsediği modelde bu meslek okulu olarak adlandırılmıştır. Sosyalizmi benimseyen ülkelerde ise bu model politeknik okullar olarak isimlendirilmiştir. Sol blok ülkelerdeki politeknik eğitimin amacı, öğrencilerin yalnızca çeşitli araç ve gereçlerin kullanımına aşina olmasına ve pratik becerilerin geliştirilmesine yardımcı olunması değil, aynı zamanda çocukların emek dünyasının içine girerek işbirliği yapma ve profesyonelce öğrenmeyi tanımlarını sağlamaktır (Semrad ve Skrabal, 2017).

Bu eğitim modelinde ilkokula başlayan çocuklara el becerileri ve yaratıcılıklarını geliştirmek için el işi dersleri verilirdi. Çocuklar, 7. sınıftan itibaren teknik resim dersi uygulamasına başlarlar ve ayrıca 5. sınıftan itibaren işyerlerinde doğrudan üretimin içine gönderilirler, hem eğitilirler hem çalışırlardı (Demir ve Duruhan, 2019). İşyerlerinde “üretim atmosferi” olarak isimlendirilen, öğrencilerin yaşına uyarlanmış üretim koşulları sağlanırdı (Black, 1998).

Politeknik eğitiminin o dönem popüler olan ismi Blonski, Marx ve Dewey'in fikirlerinden etkilenerek Almanya'da Kerschensteiner tarafından uygulamaya konan el sanatçılığına dayanan meslek okulu anlayışından ayrılır (Semrad ve Skrabal, 2017). Blonski ders kitapları ile bir öğrenim sistemi yerine okulu iş yaşamına entegre ederek hayatın içinde öğrenmeyi önermiştir. Kuruşcev döneminde çocuklar sekiz yıl politeknik iş okuluna devam ettikten sonra üretim odaklı iş okullarına gönderiliyorlardı. Ülkemizdeki Köy Enstitülerinin de o dönem politeknik eğitim akımlarının incelenerek ülkemize özgü geliştirilmiş bir eğitim modeli olduğu söylenebilir (Arslan ve Topçu, 2010). STEM eğitim yaklaşımı hayat içinden problemlere odaklanması yönü ile politeknik eğitimi zengin bağlam fırsatlar sağlayabilir. Ayrıca Tez konumuz olan STEM kapsamındaki pratik beceriler problemi de okulların doğrudan endüstrinin içine taşınması ile de doğal bir çözüme kavuşmuş olmaktadır. Yani politeknik eğitimi uygulayan ülkelerde pratik beceriler eğitimin doğası gereği kazandırıldığı söylenebilir.

2.2.4. Rousseau ekolu: Hayatın içinde öğrenme. Dewey'in çağdaşı pedagoğlardan Prof İ.Hakkı Baltacıoğlu' da benzer bir eğitim yaklaşımıyla çocuğun, hayatın içinde ve verim prensibi ile eğitilmesi gerektiğini savunuyordu. O hem kendi ekolünü hem de Kant, Pestalozzi, Froebel, Tolstoy, John Dewey, Montessori'yi de Rousseau'ya bağlar (Demir ve Duruhan, 2019). Rousseau'dan bu yana, ilerici K-12 eğitim sistemi kuramcıları, geleneksel eğitimi sorgulamakta ve daha pratik, deneysel, öğrenci merkezli yaklaşımlar (Yapılandırmacılık) geliştirmektedirler. Eğitimin daha deneysel olması ve gerçek dünyadaki nesnelere, olgulara bağlanması gerektiği düşüncesi John Dewey'e, (bizde Baltacıoğlu'na) götürülecek kadar eskidir (Blikstein 2013). Bir yönü ile de Baltacıoğlu'nun ve Dewey'in bu fikirlerinden etkilenerek geliştirilmiş olan Köy Enstitüleri yaparak, yaşayarak öğrenmeye dayalı ulusal bir eğitim başarısı olarak halen üzerinde çok konuşulan bir konudur (Özkan, 2012).

John Dewey (1859-1952) pragmatik ve deneyimsel eğitim alanında öncü fikirleri ile en çok atıf yapılan düşünürdür. Pragmatizm kavramının eğitim bağlamında anlaşılmasında şu dört prensip ifade edilmektedir: İlk prensip, pratik sonuçlara dayalı olan şeyleri incelemektir. Pragmatizmin ikinci özelliği, bilgi edinimi doğal olarak etkileşimli olduğu yani düşünce doğal bağlamından koparılamayacağıdır. Pragmatizmin üçüncü prensibi hayat bağlamının önemlidir, örneğin çeşitli malzemelerin nasıl davrandığını ve bunları nasıl kullanacağını bileyebilme, yalnızca somut deneyimlerle elde edilebilir. Dördüncü özellik düşkünlüktür. Hatalar öğrenme sürecinin bir parçası olarak görüldüğü anlamına geldiğinden, olumsuz tecrübeler aynı zamanda eğitiminin doğal bir parçasıdır (Niiranen ve Rissanen, 2017). Görüldüğü gibi Dewey in “hayatı okulla ilişkilendirme” ve “tüm çalışmaların ihtiyaçlarla bağlantılı olduğu” şeklindeki görüşleri pragmatik eğitim anlayışı STEM eğitim ilkeleri ile büyük ölçüde örtüşmektedir. Örneğin düşkünlük özelliği, hatalardan öğrenme olarak tasarım döngüsünde önemli bir yere sahiptir, ya da hayatla ilişkilendirme görüşü STEM entegrasyonuna atıf yapmaktadır.

2.2.5. Teknik Beceriler Yaklaşımı. Literatürde Teknik Beceriler Yaklaşımına dair kaynak bulmakta güçlük çekildiği söylenebilir. Bu konu ülkemizde laboratuvar kullanımı ile ilgili yaklaşımların içinde anıldığı ve genellikle bir paragraf açıklama ile sınırlı olduğu görülmüştür. Ayas (2019) ve diğer kaynaklarda benzer şekilde laboratuvar araçlarının kullanımının ve deney düzeneklerinin kurulmasının teknik becerilerin gelişimini sağladığı ve dolaylı olarak öğrencilerin fen dersi etkinliklerindeki başarılarının arttığı ifade edilir.

Literatür taramalarında teknik beceriler yaklaşımının, 1960lı yıllarda mikro öğrenme ve teknik beceriler kavramları ile gündeme geldiği düşünülebilir. Fakat ilgili makalelerden bu yaklaşımın derslerde özel eğitim materyalleri, eğitim filmleri gibi araçlarla öğrenciye (kişiye) özel eğitim verilmesini anlatan ve geleneksel öğretmen davranışını değiştirmeyi amaçlayan bir yaklaşım olduğu anlaşılıyor (Allen ve Cooper, 1970). Öğretmen adayının sınıf

içi öğretme faaliyeti kamera kaydına alınır, bu tekrar izlenerek daha iyi yapılması yönünde değerlendirme yapılır (Peker, 2009; Suleiman, 2014). Dolayısı yukarıda ifade edilen Ayas ve diğer kaynakların ifade ettiği teknik beceriler yaklaşımının bu kaynaktan geliştiği ilişkisini kurmak güç görünmektedir.

Literatürde pratik beceriler ile STEM ilişkisinin fazla araştırılmamış bir alan olduğu belirtilmiş idi. Ancak laboratuvarın eğitimdeki yeri ve pratik beceriler ile ilişkisi fen eğitimindeki köklü yeri ile koşut olarak araştırmalara daha çok konu edilmiştir. Dolayısı ile Tez konusuna referans edilen araştırmalar için daha çok laboratuvar etkinlikleri ile pratik beceriler bağlamındaki çalışmalardan yararlanılmıştır.

2.2.6. El becerileri. Canlılar ilk kez karşılaştıkları bir aktivitede o işi istendiği gibi yapamayabilir. Bunu gerektiği gibi başarabilmesi için yeteri kadar tekrarlaması gerekir. İşin karmaşıklığına bağlı olarak bu beceri kazanımı için tekrar etme sayısı artabilir. Bu özellik beynin Serebellum bölgesi ile ilgilidir. Serebellum, kasların kasılıp gevşemesinin zaman koordinasyonundan sorumludur. Bunun yanında beceri kazanmayı etkileyen faktörler, benzer aktiviteleri yapmış olmak, motivasyon, o işte kullanılan aletlerini tanıyarak olmak, gibi etkenlerdir (Şen, 2012). El becerisi de bu anlamda psikomotor, kinestetik beceriler kapsamında değerlendirilmelidir. Gerçi kinestetik beceri ile düşünme arasındaki etkileşim açıklamasına dair yeteri kadar araştırma olduğu da söylenemez (Rolston 2015).

İnsanların uygarlığı geliştirme başarısı yalnızca akademik zeka (IQ) ile açıklanabilir mi? Çoklu Zeka Kuramına göre yedi farklı zeka insan beyninde birlikte çalışarak davranışlarımızı belirlemektedir. Bu zekâ türleri; Dil, Matematik, Uzamsal, Kinestetik, Müzik, Sosyal ve Öze Dönük zekâlardır. Dolayısı ile insanlar bir zeka türü ile değil, tüm zeka türleri ile birlikte tanımlanmalıdır (Korkmaz, 2001). Ancak bu zekâ türleri arasında STEM uzmanlıkları için matematik zekâ, uzamsal zekâ (Wai, Lubinski ve Benbow, 2009) ve kinestetik zekâ daha kritik görünmektedir. Matematik zekâyı dışarıda tutarak; insanlar gerçek

hayatta 3 boyutlu bir hacmin içinde gerçek nesnelere elleri ile dokunarak yaşarlar. Yani hayatın içindeki insanın beyinde uzamsal zekâ ve kinestetik zeka önemli rol oynar. Öte yandan Kinestetik Zekâ fiziksel becerilerin gelişimini sağlamakta, bu da bireylerde koordinasyon, denge, hız, el becerisi ve esneklik şeklinde kendini göstermektedir (Korkmaz 2001). Dolayısı ile el becerisi yalnızca imalatın rutin yükünü taşıyan bir angaryayı temsil ediyor gibi görünmemelidir. Kinestetik zekânın bir boyutu olarak görülmelidir. Diğer yandan insanın doğa ile akıllı temasında temel araç ellerimiz olduğundan el becerisi insanın medeni varlığında çok önemli bir yere sahiptir.

Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesinin internet sitesinde (2018) verdiği tanıma göre: Mühendislik, fen ve matematik bilgisi kullanarak insanın problem ve ihtiyaçlarına dair çözüm geliştiren bir meslek olduğuna ve insan bir biyolojik varlık olarak doğanın, gerçek hayatın bir parçası bulunduğuna göre mühendisin faaliyetleri de gerçek hayat deneyiminden koparılamaz. Bu bağ, mühendislik eğitiminde öğrencileri pratik ve gerçek dünyaya ait uygulamalı deneyimlere dâhil etmek anlamına gelir. “Uygulamalı” vurgusu, eller veya duyuvarın meşgul olduğunu kast ederek etkili bir öğrenmenin gerçekleşeceğine işaret eder (Rolston ve Cox 2015). Mühendislik eğitimlerinde öğrenciyi uygulamanın içine sokmak önemli bir hedefdir. Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde yaygınlaşmamış olsa da Aktif Eğitim adı altında öğrencilerin probleme dayalı olarak eğitildiği bir model denenmiştir (Çiçek ve diğerleri, 2004). Sonuç olarak mühendislik öğrencileri dahil, tüm öğrenciler öğrenme konularına dair pratik hayatı deneyimlemeli ve asgari pratik becerileri kazanmış olarak mezun olmalıdır. Üst paragraflarda vurgulanan ayırmda yani üretimde el emeğinin payının azalması, el aletlerini yeterince kullanamayan, pratikten uzak mühendislerin yetişmesine bir dayanak olmamalıdır. Mühendislik eğitiminin K-12 sınıf seviyelerindeki karşılığı diyebileceğimiz STEM eğitimi için de el becerisinin öneminin aynı şekilde geçerli olduğu söylenebilir.

2.2.7. Teknoloji Tasarım Dersi. Ülkemizde daha önce el becerilerini geliştirmeleri bakımından iş eğitimi adı ile verilen ders müfredattan kaldırılarak yerine teknoloji tasarım dersi getirilmiştir. Bu yeni ders öğrencilerin ortaokul programlarında 7 ve 8. sınıf seviyelerinde görülen bir derstir. Teknoloji Tasarım Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018b) ve Teknoloji Tasarım Öğretmenleri için Kılavuz (MEB 2019b) kitapları incelendiğine her okul için bir alanın atölye ve işlik olarak hazırlanması gereği belirtilmesine rağmen ve iş güvenliği ile ilgili kazanımlar olmasına rağmen el becerileri ile ilgili hiçbir kazanımın tanımlanmamış olması dikkat çekicidir. Bunun yerine endüstriyel tasarım, teknolojik yenilik ve girişimcilik gibi kazanımlara yer verildiği görülmektedir.

Finlandiya'da ise teknoloji eğitimi, temel eğitimden bağımsız bir konu değildir. Onlarda el sanatları eğitimi, özellikle teknik el sanatları, teknoloji eğitiminin temelini oluşturmaktadır. El sanatları, öğrencilerin aktif olarak deney, araştırma, icat, problem çözme ve tasarım becerileri geliştirdiği uygulamalı etkinlikleri içeren pratik bir konudur. Teknik ve tekstil sanatı eğitim atölyelerinde, öğrenciler projelerini oluştururken çeşitli malzemeler ve tekniklerle çalışırlar (Niiranen ve Rissanen, 2017). Eskiden ülkemizde de el işi derslerinde bir ölçüde bu kazanımlar söz konusu idi. Ancak bugün Teknoloji Tasarım dersinin daha çok tasarım ve girişimciliğe odaklandığı anlaşıyor.

2.2.8. STEM ve sanat. Bauhaus Ekolu ile 20.yy ın başında metal, baskı, dokuma çömlekçilik, sahne ve duvar resmi gibi hem sanat ve zanaatı buluşturan atölyeler kurulmuştur. Bu eğitimde farklı zanaat ve sanat bilgileri bir arada öğretilmesi ile endüstride ürünlerin çeşitlendiği bir devirde endüstriyel tasarımların kalitesini korunmuş olduğu iddia edilir. Bundan dolayı o dönem yalnız sanatçı olacaklar için değil, bütün halkın bu nitelikte bir eğitimden geçmesi gerektiği düşüncesi oluşmuştur (Kanmaz, 2015).

STEM eğitimin temelinde yatan; ürün geliştiren, inovasyon yapan insan yetiştirme idealinin tamamlayıcısı olarak ürünün estetiği düşünülerek dört disipline sanat da eklenmiştir.

Birçok kaynakta STEM yerine, sanatı (“art”) temsilen A harfi de kısaltmaya katılarak STEAM şeklinde yazılarak sanatın önemine vurgu yapılmıştır.

Ayrıca sanat zaten STEM bileşenlerinin her biriyle sıkı sıkıya ilişkilidir. Matematik ve sanat, eski Mısır'ın altın oranından günümüz fraktal sanatına kadar uzun bir tarihsel ilişkiye sahiptir. Mühendislik ve sanat arasında mimarlık, mühendislik ve endüstriyel tasarım alanlarında olduğu gibi birçok doğrudan bağlantı vardır. Tanınmış bir Rönesans sanatçısı, mühendisi olan Leonardo da Vinci, sanat ile mühendislik arasındaki bağı temel örneğidir. Sanat ve teknolojiler arasındaki bağlantılar günümüzün rekabetçi ortamında daha da önem kazanıyor. Sanatsal tasarıma saplantılı şekilde bağlı olan Steve Jobs yönetimindeki Apple'ın, teknolojik olarak çekici ve güzel ürünler geliştirmesi buna güzel bir örnek olarak gösterilebilir (Chung, 2014). Artık çağımızda estetikten uzak bir endüstriyel ürün düşünülmemektedir.

2.2.9. Maker Hareketi, Fab Lab ve STEM. Günümüzde STEM eğitimi ile ilişkilendirilen Maker Hareketi, DIY (Do It Yourself-kendin yap) kültüründen kaynaklanan sosyal ve felsefi temelleri olan bir olgudur (Akbaba 2017). Maker Hareketi insanların kişisel olarak ya da kendi toplulukları için değer taşıyan ve değer yaratan şeyleri tasarlamak, oluşturmak ve geliştirmek için meşgul oldukları bir süreçtir. Kendin Yap (DIY), tasarımcının veya yaratıcının kendi belirlediği projeleri tamamlamak için kendilerine ve/veya topluluklarına dayanan bir özerklik kültürüdür. DIY, kapitalizmin dayattığı tüketim kültürüne karşı kendini daha az bağımlı hissetme çabası ile bir fikir geliştirmekten, onu fiziksel olarak gerçeğe dönüştürmekten ve onu diğer insanlarla paylaşmaktan duyulan zevk ve değer duygusudur. 1970 dolaylarında punk kültürünün kurumsal sistemlere daha az bağımlılık sağlayan yönü ile orijinal DIY ruhu ile ilişkilendirilebileceği ifade edilmektedir (Brahms, 2014; Bullock ve Sator, 2015).

Maker Hareketi için, DIY kültürünün teknoloji alanlarına, özellikle elektrik devrelerini ve bilgisayar yazılımlarını kullanan teknolojilere çağdaş bir şekilde yayılması

olduğu da söylenebilir. Aslında Maker Hareketi çoğu kez tüketim bağımlılığına karşı, eşyaları yeniden değerlendirme ve onarım çabaları olduğu da söylenebilir. 2005 yılında, Dale Dougherty, büyüyen Maker Hareketine destek olmak için "Maker Movement" terimini kullandı ve 2005 yılında O'Reilly Media, STEM projelerini vurgulayan Make Magazine'i başlattı. Gayri resmi, ders dışı kökenlerine rağmen bu hareket, eğitim toplulukları tarafından STEM öğrenmesini teşvik etmek için bir mekanizma olarak değerlendirildi, yaratıcılık, heyecan ve inovasyonun itici gücü olarak ele alındı (Bullock ve Sator, 2015; Jill ve Janson, 2018).

Maker Hareketi'nin de bir jargonu oluşmuş durumda; ilgili toplulukların üyeleri ve web siteleri, Arduino, 3D-baskı, mikrodenetleyiciler ve Raspberry Pi gibi terimleri, çalışmalarlarıyla ilgili sohbetlerde sıkça kullanıyorlar. Bu nedenle Maker Hareketi'ne girme, özel teknik bilgiye sahip olmayanlar için korkutucu görünebilir. İşin dışında kalanlar için Maker Hareketinin jargon olarak görülebileceği söylenebilir. Bir eleştirmen, bilim okuryazarlığı, sorgulama, STEM ve onun sanattan beslenen çocukları olan STEAM gibi bir listede sadece Maker Hareketi'nin bir sonraki jargon parçası olup olmadığını sormak yerinde bir başlık gibi göründüğünü belirtiyor (Bullock ve Sator, 2015).

MakkerLab, prototipleme atölyeleri, daha yaygın merkezler olarak Fab-Lab, demokratik üretim kültürünün Endüstri 4.0 eşiğinde yeni bireysel üretim üsleridir. Fab Lab, imalat laboratuvarları, vatandaşların kendi nesnelere tasarlamak ve yapmak için dijital ve temel imalat ekipmanlarına erişebilecekleri ortak atölyelerdir. Hızla çoğalıyorlar ve "üreticilerine" çevresel ve sosyal faydaları benimsemeyi seven bir ideoloji olan seri üretim ve tüketime bir alternatif sunduğu ifade edilmektedir (Kohtala 2017). Fab Lab açık/özgür bir atölyenin modern şeklidir. İlgili taraflar, kendi yaratıcı fikirlerini uygulamak için uygun cihazlarla (3D yazıcı, lazer kesici, CNC freze makinesi vb.) tasarımlarını serbestçe üretme olanağına sahiptir. Şu anda dünya çapında 600'den fazla Fab Laboratuvarı vardır ve bunlar disiplinler arası bir araştırma ve geliştirme tesisi olarak giderek önem kazanmaktadır. Birçok

ülke bugün Fab-Lab atölyelerinde üretim olanakları K-12 sınıfları ile STEM eğitimi bağlamında iş birliği çözümleri içindedir (Stelzer ve Pollak 2016).

2.2.10. Teknoloji eğitimi. Günümüzde mesleki-teknik eğitim dendiğinde insanları branşlarına göre mesleklerin gereklerine göre eğitmek, işyerlerinde üretici olacak şekilde yetiştirmek anlaşılmalıdır (Tuncer ve Tanaş, 2015). Teknoloji eğitimi ise öğrencilerin mevcut teknolojileri anlama ve kullanma, teknolojik sorunlara çözüm üretme yönlerinden yetkinlik ve özgüvenlerini geliştirmek için tasarlanmış planlı süreçlerdir. Teknoloji eğitimi, teknolojik bir toplumun bilgili üyeleri olarak öğrencilerin entelektüel ve pratik gelişimine katkıda bulunur (Black, 1998; Şenel ve Gençoğlu, 2003).

Teknolojinin hızla değişmesi karşısında bireylerin yeni araçlardan en verimli şekilde yararlanabilmeleri için buna uygun becerileri kazanmaları istenir, bu ise teknoloji eğitimi ile olabilir. Burada genel eğitim ve mesleki-teknik eğitim ile teknoloji eğitimi arasındaki ayrıma dikkat etmek gerekiyor. Aslında mesleki teknik eğitim bireylerin doğrudan istihdamına yönelik eğitimler veriyor olsa da ileri toplumlarda bir bireyin hem genel hem mesleki eğitimi birlikte alması beklenir. Tersine de geçerlidir, genel eğitim alan bir birey de gelecekte hangi mesleği seçeceğine dair bilgisi olması için meslekler hakkında genel bilgilere sahip olması gerekir. Teknoloji eğitimi genel eğitim içinde bu tamamlayıcılığı sağlayabilir. Öyleki teknoloji eğitimi ile bireyler kendi yetenek ve ilgilerini keşfederek ilerde doğru meslek seçimine destek olurlar. Avrupa ülkelerinde teknoloji eğitimi yaklaşımlarında teknolojik alanlarda ve geleneksel zanaat konularında el becerisi kazandırmak önemli yer tutmaktadır (Şenel ve Gençoğlu, 2003).

Buraya kadar *STEM Eğitimi* ve *STEM Eğitimi Bağlamında El Becerileri* başlıkları altında araştırma konusunun teorik bağlamı çeşitli boyutları açıklanmaya çalışılmıştır. STEM eğitiminin teorik çerçevesi hayat bağlamının vurgulanması Tez konusu açısından önemli görülmektedir. Hayatın içinde ihtiyaçlar ana motivasyondur. İhtiyaçların çözümü, insanın

tüm zeka türlerinin harekete geçirmesi ile gerçekleşir. Bu noktada kinestetik beceriler (el becerileri) de problem çözmenin ayrılmaz bir parçasıdır. Fakat genel olarak STEM eğitiminde, özel olarak öğretmen eğitimlerinde el becerileri literatürde göz ardı edilmiş bir alandır. Göz ardı edilen bu alan STEM eğitiminde Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi (TPACK) nin içinde analog teknolojik beceriler kapsamında olmalıdır. Dolayısı ile buraya kadar göz ardı edilen alanın çevresini ortaya çıkaracağını düşündüğümüz alıntılar yapılarak literatürdeki boşluk gösterilmeye çalışılmıştır.

2.3. Literatür taraması

Araştırma problemi bağlamında el becerisi ve STEM eğitimi arasındaki ilişkileri araştıran çalışmaları literatürde bulmakta zorluk yaşanmıştır. İlişkili olabilecek kavramlarla bağlantılı araştırmalardan bazılarında aşağıda yer verilmiştir. Bunları açıklamaya başlamadan önce Google Akademik web tarayıcılarında ilişkili bazı anahtar kavramlar sorgulandığında kaç yayın sayısı olduğuna dair bilgi verilecektir. Bunda amaç; düzenlenen Tablo -2 incelendiğinde görüleceği gibi yapılan tarama çalışmalarının ne denli geniş kapsamlı bir çerçevede ele alındığı hakkında bilgi verebileceği düşüncesidir.

Tablo 2

El Becerisi ve STEM Eğitimi İlişkisi Literatür Aramaları Yayın Sayıları

anahtar kavramlar	yayın sayı.	anahtar kavram desenleri						
		desen (1)	desen (2)	desen (3)	desen (4)	desen (5)	desen (6)	desen (7)
“technology literacy education”	174							
“screwdriver use”	230							
“technical skills approach”	241					✓		
“polytechnic education”	6.240				✓			✓
“hand skills”	9.560						✓	
“manipulative skills”	17.200	✓						
DIY maker	21.100		✓					
“Manual Dexterity”	75.800							
“STEM education”	102.000			✓	✓			
“teacher education”	142.000	✓	✓					
“technology design”	167.000							

“practical work”	250.000	✓	✓	✓		✓	✓
“technical training”	333.000						
“technology education”	339.000			✓			
“science education”	1.240.000	✓	✓			✓	✓
yayın aralığı 2018 ve sonrası		✓	✓	✓			
yayın sayısı		100	51	126	3	36	66

Tablo-2 de anahtar kavramlar arama sonucu ulaşılan yayın sayıları azlığına göre sıralanmıştır. Ayrıca örnek arama desenleri, tik işaretleri ile gösterilmiştir. Örneğin desen (3) de 2018 yılı sonrası yayınlar dikkate alınarak “STEM education”, “practical work” ve “technology education” kavramları birlikte aratılmış ve sonuçta 126 yayına ulaşılmıştır. Bu yolla onlarca desen oluşturularak binlerce yayın tarayıcı üzerinden araştırılmıştır. Buna rağmen araştırma problemini doğrudan yanıtlayan araştırmalara rastlanmamıştır. Genel olarak konuda kısıtlı bir literatür olduğu söylenebilir. Aşağıda ilişkili olarak değerlendirilen ve araştırma problemi çevresine dair araştırmalar üç alt başlıkta toplanarak kısa bilgiler verilmiştir.

2.3.1. Fen Eğitiminde pratik çalışmaların önemine dair araştırmalar. Bu Tezin araştırma konusu olan öğretmenlerin el becerisi, fen eğitiminde pratik çalışmalar kapsamı içinde değerlendirilebilir. Pratik çalışma birçok yerde laboratuvar faaliyetleri ve deney etkinlikleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu Tezde pratik çalışma kavramını Millar’ın (2004) tanımlamalarına uygun olarak, gerçek nesne ve materyalleri manipüle etmeyi ve buna bağlı olarak gözlem yapmayı da içeren öğrenme ve öğretme etkinliği olarak ele alıyoruz.

Abrahams ve Sağlam (2010) İngiltere’de 393 fen bilgisi öğretmeni ile yaptıkları bir anket çalışmasında pratik çalışmanın fen öğretimindeki önemine dair 1963 yılında yapılan bir araştırmanın referansında öğretmenlerin bu algılarında bir değişiklik olup olmadığı araştırılmıştır. Buna göre lise seviyesinde pratik çalışmanın önemi azalmışken ortaokul seviyesinde bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir.

Günümüzde öğretim uygulamalarında kavramsal bilginin, üretildiği durumlardan, kullanıldığı ortamlardan soyutlanabileceği varsayımı üzerine kurulu bir eğitim yapısının hala etkili olduğu söylenebilir. Brown, Collins ve Duguid (1989) yayınladıkları bir makalede bu varsayımın kaçınılmaz olarak öğrenme etkinliğini sınırladığını savunmaktadır. Bilginin, geliştirildiği ortamın ve kullanıldığı faaliyet, bağlam ve kültürün bir ürünü olduğunu iddia etmiş ve konvansiyonel okul anlayışımızda kültürün etkisinin çok sık göz ardı edildiğini belirtmişlerdir.

STEM üzerine yapılan birçok araştırmada öğretmenlerin ya da aday öğretmenlerin ilişkili gördükleri temalar arasında el becerisi en çok atıf alanlardan biridir (Öztürk, 2019; Yıldırım, 2017). Örneğin uygun laboratuvar olanaklarına sahip öğrenciler üzerinde yapılan araştırmalarda STEM eğitimlerinin öğrenme etkisi incelendiğinde frekansı en yüksek olan kodlardan biri de öğrencilerin el becerilerinin geliştiğine dair olan tespitlerdir (Sarı, Alıcı ve Şen 2017).

Bir başka araştırmada K-12 STEM eğitiminin başarısının önündeki engeller olarak ifade edilen 10 maddeden sonuncusu öğrencilerin pratik eğitim eksikliği olarak gösterilmiştir. STEM eğitiminde öğrenciler için uygulamalı eğitim eksikliğinin giderilmesi denildiğinde laboratuvarlarda kullanılan veya gelecekte işlerinde karşılaştıklarına benzeyen makineleri ve el aletlerini deneyimlemek anlaşılmalıdır. Böylece öğrenciler STEM alan kariyerlerinin ne olduğuna dair fikir sahibi de olacaklardır (Balyk ve diğerleri, 2018; Ejiwale 2013).

Virtic ve Sorgo, Slovenya’da 2015 yılında yaptıkları bir araştırmada ortaokul öğrencilerinin el aleti kullanmalarını ve teknik deneyimlerini anket yolu ile araştırarak bunu okul başarıları ve STEM alanlarına olan eğilimleri yönü ile incelemişlerdir. Gelecekteki okul tercihlerinde okul başarılarının etkili olduğu görülmüş fakat pratik deneyimleri ile okul tercihleri arasında anlamlı şekilde bir ilişki bulunamamıştır. Bu bulgudan hareketle “Bir

oyuncağı bile tamir etmemiş öğrenciler arasından yetişecek mühendisleri işe almayı bekleyebilir miyiz?” sorusunu tartışmaya açmışlardır.

Literatürde ortaöğretimde öğrenci becerileri tanımında teknik beceriler grubu içinde teknolojiyi uygulama başlığı altında el becerisi uygulama kapasitesine sahip olmaya atf yapan araştırmalar mevcuttur (Ackehurst, Polvere ve Erzinger 2019). Diğer yandan el becerisi STEM becerileri içinde teknolojik beceriler bağlamında da görülmektedir (Siekmann ve Korbel, 2016).

Mühendislik öğrencileri ile yapılan bir araştırmada pratik uygulama dendiği zaman yaygın olarak bir motorun yeniden yapılması veya bir tornavida kullanılması gibi geleneksel uygulamaların algılandığı belirlenmiştir (Sianez, Fugère ve Lennon 2010). Bu araştırma aslında önemli bir tartışma konusuna yer vermektedir. Bilgisayar tabanlı teknolojik faaliyetlerin uygulamalı faaliyetler olarak kabul edildiğinin tartışılması. Örneğin bilgisayarlı CAD tasarımı, 3D yazıcı kullanma ve stereo - litografi teknolojisi, kullanıcısı yönü ile uygulamalı mı yoksa elle yapılmayan nitelikte bir iş midir?

İngiltere’de okullarda fen derslerinde pratik uygulamaların durumunu araştıran bir çalışmada bir parlamenterin mecliste aşağıdaki konuşmayı yaparak 'Fen Öğretimi' konulu bir tartışma başlatması ilginçtir:

Sınıfta fen öğretiminin yeni yollarını ve özellikle de 21. yüzyıl becerileri ile ilişkili olan fen derslerini yakından takip ediyorum. İki genç öğretmenin ve gözlemlediğim öğrencilerin coşkusundan etkilendim, ancak ziyaret ettiğim iki okuldaki derslerden sonra öğrencilerle konuştuğumda dile getirilen bir konu dikkatimi çok çekti; Lütfen daha pratik işler yapabilir miyiz? (Dillon, 2008, s.4)

Araştırmada genel olarak okulların hem sınıf içinde hem de sınıf dışı ortamlarda yeteri pratik işler yapılmadığı ve kalitesinin dengesiz olduğu iddia edilmiştir. Okullarda yürütülen

pratik çalışmaların miktarının ve kalitesinin, bilimdeki ulusal sınavların etkisinin bir sonucu olarak olumsuz yönde olduğu belirtilerek endişelerin arttığı ifade edilmiştir (Dillon, 2008).

Finlandiya’da yapılan bir araştırmada öğrencilerin zanaat derslerinde elleri ile yapıp ettikleri öğrenme süreçleri araştırılmıştır. Elleri kullanarak bir şeyler yaparak ve yaratarak öğrenme, Fin zanaat ve teknoloji eğitiminde her zaman kilit unsur olmuştur. Onlarda zanaat, öğrencilerin deney, araştırma, icat, problem çözme ve tasarım becerilerini aktif olarak uyguladıkları birçok uygulamalı etkinlik içeren pratik bir konudur. Buradaki pragmatik eğitim Dewey’e dayanır ve felsefesi dört başlıkta toplanır: Birincisi, öğrenmenin pratik sonuçlara dayandırılarak gerçekleştirilmesidir. Başka bir deyişle kişinin kararları, başarı olasılığına göre veya eylemlerinin sonuçlarının farkında olarak bir hareket tarzı seçerek belirlenir. İkincisi pragmatistlerin, bilgi edinmenin doğası gereği etkileşimli olduğu için düşünmenin hayatın içinden çıkarılamayacağı gerçeğidir. Üçüncü ilke bağlamın önemi yani öğrenme ortamıyla da ilişkisidir. Dördüncü yanılma hakkıdır, hatalar öğrenme sürecinin bir parçası olarak görülür ve teknoloji eğitiminin doğal bir parçasıdır. Araştırmanın bulgularına göre öğrencilere teknolojik imkanlara erişerek pratik bir şekilde çalışma fırsatları sunulması durumunda becerilerini birçok yönden geliştirme potansiyeline sahip olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca, sosyal etkileşim ve akranlardan öğrenmenin zanaat ve teknoloji eğitimi derslerinde oldukça etkili bir bileşen olduğu kanıtlanmıştır (Niiranen, 2019)

Pakistan’da yapılan bir çalışmada özel kolej fizik öğretmenleri ile devlet okulu fizik öğretmenlerinin pratik çalışmalar yapmadaki yeterlilikleri karşılaştırılmıştır. Deneyler için fizik aparatı kurma konusunda her iki sistemin öğretmenlerinin de yeterli olduğu belirlenmiş, Bununla birlikte, özel okul fizik öğretmenleri deney hatalarını tanımlama, doğru deneysel değerleri elde etme ve yeni pratik düzenekler tasarlama konusunda daha becerikli olduğu belirlenmiştir Fakat her iki sistemin öğretmenlerinin de düşük maliyetli, günlük hayat içinde

bulunabilecek, pratik öğretim materyalleri tasarlama yönünden yeterli olmadıkları saptanmıştır (Faize ve Dahar, 2011).

Driel, Beijaard ve Verloop (2001) öğretmenlerin pratik bilgileri bağlamında mesleki gelişimlerini inceledikleri araştırmalarında; öğretmenlerin, geçmişteki çabaları, mevcut bilgileri, inançları ve tutumları dikkate alınmadığı için başarısız olduğu gözlemlemiştir. Fen bilgisi öğretmenleri, pratik faaliyetlerde bulunurken deneyimlerini, resmi bilgileri ve kişisel inançları ile bütünleştirdiklerini belirtmişlerdir.

Nivalainen ve arkadaşlarının (2010) Finlandiya’da yaptıkları bir araştırmada öğretmenlerin pratik çalışmalarda yaşadıkları zorlukları ele almışlardır. Deneysel içerikli pratik çalışmaların planlanması ve uygulaması sırasında katılımcıların tartışmaları kaydedilmiş ve araştırma verileri olarak kullanılmıştır. En çok öne çıkan zorluklar dört temel kategorileri tanımlanmıştır; laboratuvar cihazları ile ilişkili zorluklar, yetersiz fizik bilgisi, öğretim yaklaşımlarına dair zorluklar ve genel organizasyonel zorluklar. Katılımcıların yaşadıkları en büyük zorluklarından biri de cihazların kullanımında karşılaştıkları problemler olmuştur. Birçok katılımcı bu cihazlarla daha önce hiç karşılaşmamış olduklarını ya da kendi kullandıkları cihazlarına benzemediğini ifade etmişler.

Rubani ve ark. (2017) Malezyada meslek lisesi öğretmen adayları ile yaptıkları bir araştırmada pedagojik pratik bilgiler yönünden katılımcıların öz yeterliklerini ölçmüşlerdir. 475 öğretmen adayı ile yapılan anket çalışmada 5 li likert ölçeği kullanılmıştır. Anketlerin sonucuna göre öğretmen adaylarının atölye aletlerini tanıdıkları ve yeterli beceri ile kullanabildikleri sonucuna varılmıştır.

Patricia (1990) fen bilgisi öğretmenlerinin laboratuvar beceri performans için geliştirdiği çok boyutlu bir değerlendirme yaklaşımında yedi öğretmen üzerinde çalışarak 7 boyut belirlemiştir: pedagoji, içerik, malzeme ve ekipman, yönetim, öğrenci bilgisi, iklim ve

iletişim. Buna göre öğretmenlerin pratik becerileri malzeme ve ekipman boyutunda kullanım becerileri, bilgisi ve güvenlik alt boyutları içinde ele alınmıştır.

NSTA (2012) bir araştırma raporunda pedagojik içerik bilgisinin, öğretmenin konuyu öğretebilmesi için ihtiyaç duyduğu bilgi beceriyi ifade ettiğini belirterek, fen derslerindeki güvenlik konusunu da bu kapsamda değerlendirir. Araştırmada güvenlik konusunun önemini göstermek amacı ile verilen bilgiye göre; ABD de eğitim kurumlarında meydana gelen 1.000 kimyasal kazanın nedenlerini araştırılmış ve okullardaki kaza oranının kimya endüstrisinde meydana gelen orandan 10 ila 50 kat daha fazla olduğunu bulunmuştur.

2.3.2. Benzer test ve ölçeklere dair araştırmalar. El becerileri yönü ile öğretmenlerimizin durumunu ölçmek üzere hazır bir ölçek var mı diye yapılan araştırmada STEM eğitime yönelik bir test olmadığı görülmüştür. El becerisini ölçmeye yönelik testler vardır. Ancak bu testlerde el becerisi; “araçları, aletli ya da aletsiz nesnelere bir araya getirme, koordineli hareket ettirme” yeteneği olarak görülerek ölçülmesi için geliştirilen testlerdir. Örneğin Purdue Pegboard Testi; bir endüstri psikologu olan Joseph Tiffin tarafından Purdue Üniversitesi’nde 1948 yılında geliştirilmiştir (Tiffin ve Asher 1948). Purdue Pegboard Testi hem kas koordinasyonları yönünde sağlık bireylerin belirlenmesinde hemde el becerisi gereken işlerde insan kaynakları departmanlarının kullandıkları bir testtir (Rivera ve diğerleri, 2019).

Yüz yıldır çokça test geliştirilmiş ve modifiye edilmiştir. Bazı bilinenler;

- Pennsylvania Bi-Manuel Worksample
- Minnesota Rate of Manipulation-Turing
- Purdue Pegboard
- Crawford Screws
- Crawford Smal Parts Dexterity Test
- Roeder Manipulative Aptitude Test ‘leridir (Robintte, Ervin ve Zehner, 1987).

Bu testler çok farklı yerlerde kullanılmıŒtır. Örneğin bu tür beceri testleri Almanya gibi ölkelerde gençlerin meslek seçimlerinde etkili Œekilde kullanılmaktadır. Benzer Œekilde ölkemizde de kariyer eğilim belirleme amaçlı bazı sanayi bölgelerinde de başarı ile uygulanmıŒtır (Ankara Sanayi Odası [ASO], 2018). Fakat bu Tez kapsamındaki el becerisi yalnızca kinestetik beceriyi ölçmenin ötesinde bir hedefi vardır. Bu yalnızca ölçölmek istenen unsurlardan biridir. Kinestetik beceri yanında STEM alanının sık kullanılan el aletlerini ve malzemelerini tanınması, aşına olması ve onları kullanma becerisini bir bütün ölçölmek istenmektedir.

Ölkemizde yeni mezun fizik öğretmenleri ile yapılan bir çalıŒmada okullarda laboratuvarlarda kullanılan aparat ve ekipmanın yeterli düzeyde tanınmadığı sonucuna ulaŒılmıŒtır. Bu yön bilgi eksikliği, laboratuvar olanaklarının azlığı, vb noksanlıklar öğretmenleri laboratuvar etkinliklerinden uzaklaŒtırmaktadır. ÇalıŒmada ulaŒılan bulgulara göre mekanik, elektrik ve manyetizma deneylerinde başvuru olan cihaz ve ekipmanların büyük oranda bilinmediği gösterilmiŒtir (Gölçiçek ve Kanlı, 2018).

Nijerya’da Chijioke and Okoye (2012) yaptıkları bir araŒtırmada teknik ve mesleki eğitim alanında öğrencinin pratik becerilerini değerlendirmek için bir ölçek geliŒtirmişlerdir. ÇalıŒmada radyo, televizyon ve elektronik işlerindeki pratik beceriler esas alınmıŒtır. GeliŒtirilen ölçme aracı “Elektronik Sistem Beceri Değerlendirme Ölçeği” Œeklinde isimlendirilmiş ve Nijerya Ulusal Teknik Sertifika’sı (NTC) için müracaat edilmiŒtir. Katılımcının ürettiği mamul, projeden organizasyona ve montajdan test ve devreye almaya kadar 6 ana görev alanı temel alınarak hazırlanan toplam 61 pratik beceri öğesi 5 likert ölçeği ile puanlandırılmıştır. El becerisi ile ilişkilendirilebilecek 8 alt öğe mevcuttur; bunlar üretilen devrenin sağlamlığı ve eksiksiz yapılması üzerine kontrolleri içermektedir.

Yine Nijerya’da Effiong ve Nkwo (2014), fizik öğretmenleri üzerinde yaptıkları bir araŒtırmada öğretmenlerin pratik becerilerini ölçmüşlerdir. West African Senior Secondary

Certificate Examination (WASSCE) standart sorularından uyarlanarak araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan test, katılımcı beyanı esasına göre hazırlanmış ve Physics-teacher Practical Ability Test (P-PAT) şeklinde isimlendirilmiştir. P-PAT'daki performans puanı öğretmenin fizik pratik becerisinin (bağımlı değişken) bir ölüsünü temsil etmektedir. Testte llen pratik beceriler şunları kapsamaktadır: i. Manipülatif beceriler ii. Gözlem / kayıt becerileri iii. Sonuçları yorumlama iv. Deney yapma yeteneğidir.

lkemizde Harman (2012) sınıf ğretmenliği bölümünde okuyan 72 ğretmen adayı örnekleme ile yaptđđ bir çalışmada laboratuvar araç gereçlerini ne lde tanıyıp tanımadıklarını araştırmıştır. Bu amaçla geliştirilen test ile yapılan ölümler sonucunda test için seçilen 34 araç gerecin büyük çoğunluğunu ğretmen adaylarının bildiği tespit edilmiştir.

Temiz ve Kanlı (2005) niversite 1.sınıf da fizik laboratuvarı dersine kayıt yaptıran 242 ğrenci ile yaptıkları bir çalışmada katılımcıların lise döneminde ders kitaplarındaki deneylerde geçen laboratuvar araçlarına dair tanıma ve deneyim leği geliştirmiş ve uygulamıştır. Buna göre öğrencilerin çoğunluğunun deney araçlarını görmeden, kullanmadan mezun olduklarını tespit etmiştir.

Bir dönem ABD de lise laboratuvar uygulamalarında öğrencilerin performansını değerlendirmek için gözleme dayanan yöntemlerden biri, öğrencilerin önceden belirlenmiş belirli ölçütler pratik test yöntemidir. Burada pratik beceri, pratik görevlerin hızlı ve güvenli bir şekilde yerine getirilmesi; operasyonun veya bileşenlerinin başarılı bir şekilde tamamlanması puanlanır, pratik beceriler toplam laboratuvar becerileri içinde % 25-30 gibi bir puan skalasına sahiptir. Bu puanlar için gözlem kriterleri; cihaz verimli ve güvenli bir şekilde monte edildi mi? Öğrencinin ne yapmak istediğini anladığını gösteren herhangi bir kanıt var mı? Cihazın montajı aksilik olmadan gerçekleştirildi mi? gibi gözlem sorularını içermektedir. (Hofstein ve Giddings, 1980)

2.3.3. Problem durumuna dair diğer araştırmalar. ABD’de STEM öğretmenlerinin nitelikleri ile ilgili bir literatür taramasında ele alınan çalışmalarında araştırılan nitelikler arasında el becerisi olmadığı görülmüştür (Nguyen ve Redding, 2018). Yine Arslan ve Özpınar’ın 2008 yılında yaptıkları bir araştırmada doküman analizi yaparak belirledikleri öğretmen nitelikleri içinde el becerisi doğrudan belirtilmemiştir. Araştırmada eğitim teknolojilerini kullanma başlığı ile belirtilen nitelikler söz konusudur. Bu anlamda beceri dendiğinde öğretmenlerden teknoloji okur-yazarı olmaları ve özellikle bilgi teknolojilerini etkili şekilde kullanmaları beklenmektedir. Araştırmada öğretmen adaylarına “Günlük hayatınızda eğitim teknolojilerinden -özellikle bilgisayar ve ürünleri- yararlanıyor musunuz? Nasıl?” sorusuna verdikleri yanıtlardan bu cihazları (bilgisayar, internet, kamera, vs.) kullanımlarında kendilerini yeterli hissettikleri belirlenmiştir. Bu araştırmada da teknoloji kullanımına dair tanımlanan öğretmen nitelikleri içinde el becerilerinin dikkate alınmadığı söylenebilir.

Çok sayıda proje ve etkinliğin gözden geçirilmesiyle, STEM eğitiminde 3K başarı faktörleri önerilmiştir; katılım, kapasite ve kalıcılık. Üçlemenin üç teması, başarılı STEM eğitim programlarının doğasını genel olarak yansıttığı söylenebilir. Kapasite, STEM disiplinlerinde arzu edilen çözümlerin geliştirilebilmesi için gerekli bilgi ve becerilerin kazanılmasıdır. Burada kapasite kavramının bir yönü ile teknoloji okuryazarlığını ifade ettiği söylenebilir (Thompson 2014).

ABD’de yapılan bir araştırmada STEM etkinliklerinde başarısızlık yaşayan öğrencilerin motivasyonlarının kırılması ve geri çekilmeleri incelenmiş, STEM eğitimlerine bu başarısızlıklarla mücadele için verilebilecek çözüm önerileri araştırılmıştır. Buna göre başarısızlığın STEM süreçlerinin doğal bir parçası olduğu ifade edilmesi ile normalleştirilmesi, zaman kısıtları gibi stres artırıcı kısıtlamaların en aza indirilmesi, eğitimci olarak projelere doğrudan girmeye direnmeleri ve gençlerin problemlerine dair soru

üretmelerini teşvik etmeye, yol göstermeye destek olmaları gereğine işaret edilmiştir (Maltese, Simpson ve Anderson, 2018). Burada STEM etkinliğindeki projenin başarısız olması ile öğrencinin bir pratik deneyim yaşadığı düşünülmektedir. Bu pratik deneyimin öğretici bir yönünün de el kol kafa koordinasyonunu içermesi olduğu söylenebilir.

ABD de yetişkin 14 maker (maker hareketine katılan kişiler) ile anket yapılarak gerçekleştirilen bir başka çalışmada STEM okuryazarlığını nasıl tarif ettikleri araştırılmıştır. Maker hareketinde problem çözme sosyal bir olgudur ve akran ağıyla iletişim yoluyla gerçekleştirilir. Bir şeyi, özellikle de ilk kez yapmak, çoğu zaman bir problemi birbiri ardına adım adım çözmekle olur. Maker hareketi bağlamında bilgi paylaşma büyük önem verildiği ve bu yolla tornavida kullanımı ile temsil edilebilecek geleneksel pratik uygulamalar ile yazılım tabanlı dijital uygulamaları arasında değerli bir arayüz yaratıldığına vurgu yapılmıştır (Raymond ve ark., 2016)

Son zamanlarda bir başka çalışmada DIY topluluklarının güncel ortak özellikleri araştırılmıştır. Online bir ankete katılan 800 maker'ın yanıtlarına göre katılımcıların %80i kendi kendilerine öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuç maker'ların öz-egitim yoluyla resmi eğitim olanaklarını genişlettikleri göstermektedir (Milne, 2014).

STEM eğitmenleri ilgilendikleri projelerde yapım süreçlerinde hangi hususlarda ne derece hakim olduklarını tartabilirler. Buna göre öğrencilerine destek vermek noktasında eksik kaldıkları, kalabilecekleri noktalarda mentor desteği alabilirler. Mentorluk konusu projelerin başarısı yönünden önemli bir belirleyici olduğu anlaşılmaktadır (Nelson ve diğerleri, 2017).

Ülkemizde Bitlis'te fen öğretmenleri üzerinde yapılan bir çalışmada öğretmenlerin laboratuvar uygulamalarına dair öz yeterliliklerini araştırılmıştır. Bu amaçla öğretmenler, 18 maddelik laboratuvar uygulamaları için geliştirilmiş likert tipi öz-yeterlik ölçeği ile test

edilmiştir. Buna göre öğretmenlerin laboratuvarlardaki araçları yeteri kadar bilmediği, kullanmadığı ve bakımını yapamadıkları belirlenmiştir (Geçer ve Zengin 2016).

Yine ülkemizde Kahraman ve Polat (2017) ın fen öğretmenlerinin laboratuvar çalışmalarına dair kaygılarını belirlemek için yaptıkları bir araştırmada önce 55 öğretmeden yazılı olarak görüşlerini alarak belirledikleri maddelerle geliştirdikleri test ile 110 öğretmen üzerinde çalışma yapmışlardır. Buna göre en çok frekans olan maddelerin başında laboratuvar aletlerini ve malzemelerini tanıma ve kullanma becerilerine dair kaygıların geldiği belirlenmiştir.

Batı (2018), laboratuvar uygulamalarında Türkiye’de nasıl, ne gibi sorunlarla karşılaşıldığı vd belirlenmesi amacı ile 2000-2015 yılları arasında yapılan araştırmaları incelemiştir. Elde edilen verilere göre sorunlar; öğrencilerin genelde izleyici pozisyonunda kaldığı, laboratuvar uygulamaları için yeterli zaman ve fiziki olanakların olmadığı, hayat bağlamının kurulmasında eksik kalındığı ve öğretmen yetersizlikleri şeklinde ifade edilmiştir.

Fen eğitiminde veya STEM etkinliklerinde pratik beceriler bakımından bağlantılı olan bir konuda laboratuvar ve atölyelerin güvenliği sorunudur. Literatürde bu konuda da çalışmalar vardır. Aydoğdu ve Şener’in (2016) altı fen öğretmeni ile yarı yapılandırılmış görüşmelerde elde ettiği bulgulara göre; güncel mevzuatta laboratuvarında kullanılacak malzemelerin ambalaj, etiket, sembolleri ve malzemelerin depolanmasına dair bir mevzuat olmasına rağmen, MEB ders kitaplarında önerilen etkinliklerde, güvenlik konusunda yönlendirici bir bilgi bulunmadığı belirlenmiştir.

Eryılmaz, Ertaş ve Şen (2018) öğretmen adayları üzerinde yaptıkları bir araştırmada fen laboratuvarında açık uçlu deney yapma süreçlerini incelemiştir. Buna göre öğretmen adaylarının deney yapma esnasında bilim içeriğinde zorlanmadıklarını fakat deney düzeneklerini kurulmakta ve deney sonucu veri eldesinde güçlük çektiklerini belirlemiştir.

Tekbıyık ve Tepe (2017) medya ve internet üzerinden yaptıkları bir vaka araştırmasında 2001-2017 yılları arasında laboratuvar ve deney etkinliklerinde yaşanan kazaları araştırmıştır. Tespit ettikleri 34 kazanının çoğunluğunun deney tüpü patlaması ya da civa teması olduğu anlaşılmıştır. Kazaya daha çok öğrenciler sebebiyet vermiş olmasına rağmen öğretmenlerin de kazalara yol açtığı belirlenmiştir.

Wilsona ve Lowb (2015) Avustralya'da fizik dersinde mekanik kavramların öğrenilmesinin cinsiyete göre nasıl değiştiğini araştırmışlardır. Literatürde fizik dersi başarılarında erkeklerin lehine bir farklılık olduğunu ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır. Bu farkın nedeni, kimi araştırmacılarca doğuştan gelen genetik farklılıkla açıklanırken, başka araştırmacılar tarafından ise insan beyninin küçük yaşlardaki yüksek plastitesine bağlı olarak kültürün bir sonucu olduğuna dayandırılır. Wilsona ve Lowb (2015), 618'i erkek, 224'ü kadın olmak üzere 842 lise 11.sınıf öğrencileri ile yapılan araştırma sonucunda mekanik kavrayış konusunda yüz üzerinden değerlendirme notlarına erkeklerin kadınlara oranla 10 puan daha başarılı olduğu belirlemişlerdir.

Sonuç olarak bağlamından koparılmış okul bilgisinin öğrencilerde onların hayatlarında problem çözücü araçlara dönüştüğü söylenemez. Otomasyonun endüstride yaygınlaşmasının, buna bağlı olarak el emeğinin gözden düşmesinin etkisi ile uygulamadan kopuk fen eğitimi anlayışı yaygınlaşmış olduğu söylenebilir. Gerçi el becerisine literatürde öğrenme ve öğretme yeterlilikleri içinde değinilmış olsa bile bunlar nitel tespitlerdir. Fakat el becerilerine eğitim programlarında kazanımlar içinde yer verildiği görülmemiştir. Diğer yandan PISA sınavlarındaki başarıları ile kendini gösteren Finlandiya'da el sanatları, el işi beceri kazanımları ilköğretimin ana amaçlarından biri olarak görülmektedir. Öte yandan birçok ülkede olduğu gibi bizde de teknik beceri denildiğinde 3D yazıcı, bilgisayar kullanma ve kod yazma gibi beceriler akla gelmektedir. Oysa kazandırılacak beceriler, teknoloji okuryazarı olmakla sınırlandırılmayacağı gibi teknoloji okuryazarlığı da bilişim becerileri ile

sınırlandırılmaz. Literatürde STEM eğitimlerinin öğrenenlerin el becerilerini geliştirdiğine dair bulgulara sıklıkla rastlanmasına rağmen özellikle el becerilerine odaklanmış çalışmalar yok denecek kadar azdır.

Tartışma bölümünde de irdelendiği gibi STEM eğitiminde, teknoloji eğitiminde ya da fen eğitiminde el becerilerinin yerindeliği, gerekliliği yeteri kadar tarif edilmezse bilim okuryazarlığında hayat bağlamının eksik kaldığı söylenebilir. Literatürde teknoloji okuryazarlığı neredeyse yalnızca dijital beceriler üzerinden tartışılmaktadır. Bu Tez çalışması ile göz ardı edilen el becerilerinin (analog beceriler) pedagojik açıdan bilim eğitiminde hayat bağlamı eksikliğini bir tamamlayıcısı olduğunun gösterilmesi arzu edilmektedir.

3. Bölüm

Yöntem

Bu bölümde araştırma sorularını yanıtlamak amacı ile geliştirilen veri toplama araçları tanıtılacak ve fakat öncelikle aracın kullanılmasında esas alınan araştırma modeli belirtilerek, evren ve örneklem açıklanacaktır.

3.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada betimsel araştırma yöntemlerinden karşılaştırmalı araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırma probleminde ifade edilen meslek grupları arasındaki bilgi ve beceri düzeylerinin karşılaştırılması gereğinden dolayı bu yöntem uygun görülmüştür.

Karşılaştırmalı çalışmalar farklı toplum kesimlerinin benzerlik ve farklılıklarını ortaya çıkartmak amacı ile antropologlar, eğitimciler gibi araştırmacılar tarafından uzun zamandan beri kullanılmaktadır (Çepni, 2014).

Literatürde benzer amaçlarla kullanılan herhangi bir ölçek bulunamadığı için bu çalışmada araştırma sorularını yanıtlayabilmek amacıyla yeni, orijinal testler geliştirilmiştir. Öğretmenlere uygulanan bu testlerde anlamlı sonuçlar çıkartmak için ya örneklemin yeteri kadar büyük olması ya da örneklem küçük ise öğretmenler dışında mukayese edilecek başka bir meslek grubuna da testlerin uygulanması düşünülmüştür. Tez kapsamında bir ölçek geliştirecek kadar büyük bir örneklem yaratmak ve uygulamak oldukça güç görünmektedir, literatürde en küçük örneklem için 500 kişi olması gereği vurgulanmaktadır (Çepni, 2014). Bu nedenle tezimizde mukayese grupları yaratılmasının olanaklar dâhilinde uygun bir çözüm olacağı değerlendirilmiştir.

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evreni iki meslek grubu ve onların mesleki eğitim aşamasındaki olan öğrencileri kapsamaktadır. Evren tüm fen öğretmenleri, tüm fen öğretmen adayları, tüm

elektrik-elektronik teknisyenleri ve elektrik-elektronik teknikerliği öğrencilerini kapsamaktadır.

Örnek grupları: Öğretmen grubu Nilüfer İlçesinde bir ortaokulda çalışan fen öğretmenleri ve Bursa Uludağ Üniversitesinde yüksek lisans yapan öğretmenlerden arasından gönüllü rastgele seçilmiş kişilerden oluşturulmuştur. Öğretmen adayları grubu ise yine Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Öğretmenliği Bölümünde okuyan son sınıf öğrencilerinden isteklilerden rastgele seçilmiş öğrencilerden meydana getirilmiştir. Diğer yandan bilgi beceri yönü ile mastır seviyeyi belirlemek için Bursa’da otomotiv sektöründe büyük bir sanayi kuruluşunun elektronik laboratuvarındaki bakım teknik personeli uygun bir karşılaştırma grubu oluşturabileceği düşünülmüş, Tez amacı belirtilerek endüstri kuruluşundan gerekli izinler alınmış ve yapılan görüşmeler sonucu anılan departmandaki tüm teknisyenler araştırmaya dahil edilmiştir. Ayrıca Bursa Uludağ Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Elektrik Bölümü son sınıf öğrenciler içinden gönüllü olanlar da aynı testlerde ölçülmüştür. Bu örneklem gruplarına ait bilgiler Tablo 3 de verilmiştir.

Tablo 3

Örneklem Grupları

	f	Kadın	Erkek	Ortalama Yaş	Ortalama Deneyim
Öğretmen Adayı	10	6	4	24,3	-
Öğretmen	12	8	4	35	11,7
MYO Öğrenci	15	-	15	20,5	-
Teknisyen	11	-	11	31,4	10,6

Tablo 3 incelendiğinde toplam katılımcı sayısının 48 kişi oldu görülmektedir. Profesyonel grupların yani öğretmen ve teknisyenlerin mesleki tecrübelerinin 11 yıl civarında olduğu anlaşılmaktadır. Diğer yandan profesyonel teknisyen ve teknikerlik öğrenci grupları yalnızca erkeklerden oluşmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın amacına uygun veri toplamak için yani öğretmenlerin STEM etkinliklerinde sıklıkla kullanılan el aletlerini ne ölçüde tanıdıklarını, deneyimlediklerini ve ne derecede beceri ile kullandıklarını ortaya koymak için orijinal *STEM İlişkili El Aletleri Tanıma-Deneyim Testi* ve *STEM El Becerisi Testi* geliştirilmiştir.

3.3.1. STEM İlişkili El Aleti Tanıma-Deneyim Testi. Test öğretmenlerin, bir STEM atölyesinde büyük olasılıkla kullanılması düşünülen el aletlerini tanıyıp tanımadıklarını ve bunlarla olan deneyimlerini açığa çıkarmayı hedeflemiştir. Bu amaçla geliştirilip kullanılan test Ek-1 de verilmiştir.

Bir STEM atölyesinde sıklıkla kullanılacak el aletlerini belirlemek için maker atölyelerinin, bilim merkezlerinin benzer mekanlarında yazarın kişisel gözlemleri ve MEB meslek liseleri ve Meslek Standartları Kurumu kaynaklarından (MYK, 2011; MYK, 2018) elektrik, elektronik ve mekatronik teknisyenliğinde kullanılması gerekli el aletleri listesi ve görsellerinden yararlanılarak ilk aşamada 64 tane el aleti görseli ve tanımları geniş ir liste olarak düzenlenmiştir. Hazırlanan test maddeleri konuyla ilgili akademisyenler tarafından kontrol edilmiştir. Kontrol sonucu, STEM öğretmenleri için geçerli olabilecek bir listede bu denli madde sayısının fazla olduğu ve pratik olarak yanıtlanmasının ciddi zorluk içereceği, bunun azaltılmasında yarar olacağı yönünde görüşler dikkate alınarak madde sayısı 42'ye indirilmiştir. Sonrasında teknisyen örneklem grubu olan Bursa'da bulunan büyük bir sanayi kuruluşunun elektronik laboratuvarı yöneticilerinden de tanıma ve deneyimi ölçmeyi amaçlayan test için görüş istenmiştir. Onlar da özellikle mekanik el aletlerine dair maddelerin azaltılmasını önermişlerdir. Böylece son aşamada tanıma ve deneyim bildirimlerini içeren test 36 madde ile sınırlandırılmıştır.

Tanıma-Deneyim Testi için bir soru kitapçığı hazırlanmıştır. Fakat her deneğe ayrı bir soru kitapçığı vermek hem israf hem ek bir maliyet olacağı düşünülerek bunun yerine her bir

denek için bir yanıt formu oluşturulmuştur (EK 2). Denekler yanıtlarını elle yazarak, açık uçlu olacak şekilde Ek-2 gösterilen formu doldurmuşlardır. Yanıtların değerlendirilmesinde kullanılmak üzere bir rubrik oluşturulmuş (Tablo-4) ve buna göre 0/1/2 ham puanlar veri tablolarına işlenmiştir. Puan atamalarında kullanılan rubrik aşağıdaki gibidir;

Tablo -4

Tanıma-Deneyim Testi Değerlendirme Rubriği

	Yetersiz (0 puan)	Eksiği var (1 puan)	Tam (2 puan)
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?	-ifade yok -hatalı isim -farklı bir amaç -belirsiz ifadeler	-andıran bir ifade -benzer bir isim -isim yok işlev var -aleti tanıdığı anlaşılıyor	-ismini biliyor -amacı tam ifade ediyor
b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?	-ifade yok -hiç görmedim -belirsiz ifadeler -tanımadığı halde	-reel görmüş -dokunmuş -kullanmayı denemiş	-birçok defa kullanmış -ustaca kullanıyor

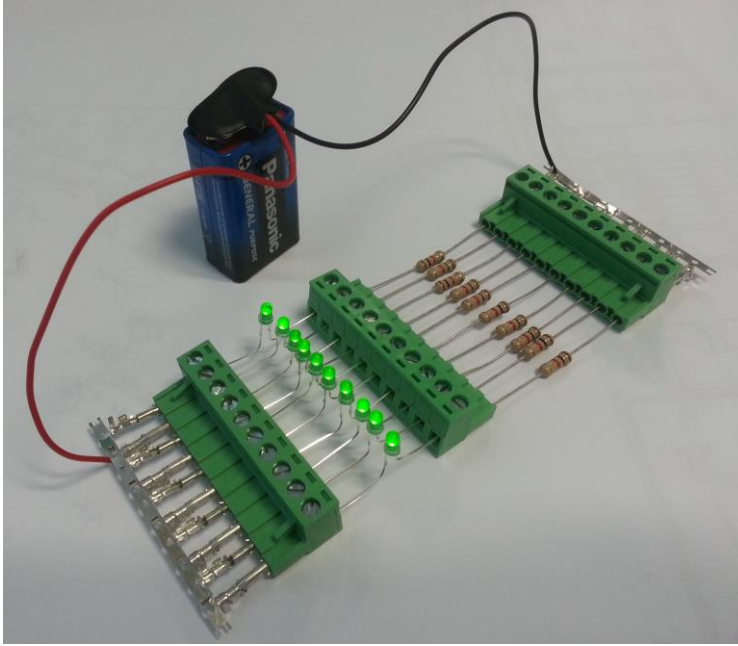
Rubrik hazırlanırken kategorileri en az sayıda tercih edilmesinin nedeni olası ölçüm hatalarının azaltılmasıdır. Rubrikte içerikler katılımcının resmi gösterilen o el aletinin tanıyıp tanımadığına odaklanmıştır. Tanıma kavramının bileşenlerine bakılırsa, daha önce görmüş olmak, ne olduğunu anımsamak ve tam bilgisine sahip olmak anlamlarını içermektedir. Deneyim beyanlarının değerlendirilmesi için de benzer yaklaşım söz konusudur. Buna göre kategori tanımları yapılmıştır. Testlere verilen yanıtların da rubrik içerikleri ile çelişmediği, içinde kaldığı olduğu görülmüştür.

36 maddelik testin sonuçları dikkate alınarak iç tutarlılık anlamında SPSS paket programı kullanılarak Cronbach Alfa güvenilirliğine bakılmıştır. Alfa; 0,981 ile çok yüksek bir güvenilirlik değerine sahip olduğu görülmüştür.

3.3.2. STEM El Becerisi Testi Beceri. Test için STEM etkinliklerinde popüler olan Arduino Kartlar ve bununla birlikte sık kullanılan araç gereci temsil etmesi amacı ile benzer boyutlarda, benzer elektronik elemanlarla bir devre tasarlanmıştır (Şekil-2).

Şekil 2

Beceri Test Devresi

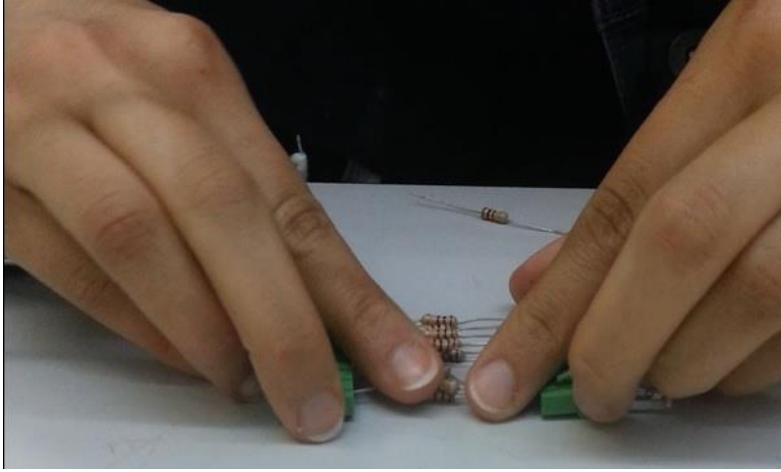


El becerisi ölçümü için katılımcıdan bu devrenin önce sökülmesi ve ardından geri montajının yapılması istenir. Katılımcı bu işlemleri yaparken süre tutulması ve aşağıda detayları verilen kriterlere göre gözlem yapılması şeklinde bir ölçme işlemi tasarlanmıştır.

Test aracı, 10 tane her birinde birbirine seri bağlı LED ve direnç devresinin yine birbirine paralel bağlanmasından oluşturulmuştur. Dirençlerin devredeki fonksiyonu hem beceri kapsamını genişletmektir hem de 9V luk pilin etkisi ile LED lerin bozulmaması, kararlı çalışmalarının sağlanmasıdır. Resimde de görüldüğü gibi 3 tane klemens (yeşil) grubu LED leri vidalı olarak düzeneğe bağlar iken dirençler klemenslerin geçmeli tarafları kullanılarak devre yapısına bağlamaktadır. Deneklerden yalnızca LED ler ve dirençleri önce sökmeleri ve devreyi aynı şekilde tekrar montajlanması istenmiştir. Deneklere işlem sırasında parmaklarını ve kendilerine verilen klemenslere uygun 1 tane tornavidayı kullanabilecekleri belirtilmiştir. Deneklere test öncesi testin nasıl gerçekleştirileceğine dair sözlü bilgi verilmiş ve ayrıca devre şemasını gösteren bir yönlendirici levhası teslim edilmiştir (Bakınız Ek 4).

Şekil 3

El Beceri Testinden Bir Uygulama Örneği



LED lerde yön önemlidir. Denekler işleme başlamadan önce bu konuda uyarılarak, LED (+) ve (-) yönü kendilerine tanıtılmıştır. Katılımcılara yeteri kadar sözlü açıklama yapılmış ve devre şemasını gösteren yönlendirme levhası ile de yazılı olarak bilgilendirilmiştir. Katılımcı hazır olduğunu belirttiğinde kronometre ile süre tutularak beceri testleri başlatılmıştır. Beceri testinde 6 öge kritik edilerek katılımcılar gözlenmiştir;

Tablo -5

Beceri Testleri Değerlendirme Kriterleri

Değerlendirme Öğeleri	Ölçekler	Öge Ağırlığı
Sökü zamanı	saniye	3
Montaj zamanı	saniye	5
LED fonksiyon	kaç LED çalışıyor	2
Görsel uygunluk	0-1-2-3	4
Tornavida hakimiyeti	0-1-2	3
Parmak hakimiyeti	0-1-2-3	3

Her kriterin endeks ağırlıklarına göre nasıl sayısallaştırıldığı üstte Tablo-5 de belirtilmiştir. Sökü zamanı, montaj zamanı ve LED fonksiyonu objektif ölçekler barındırması yanında, ortaya çıkan devrenin başlangıçtaki düzgünlüğüne göre ne hale geldiğinin

değerlendirilmesi, tornavidayı kullanmada el aletine hakimiyet ile düzeneği eli ile kavrayışı ve kontrol edişindeki hakimiyet 3 ya da 4 kademeli bir ölçme ile gözlemcinin kısmen subjektif değerlendirmelerini de içermektedir. Toplam objektif ve subjektif gözlemlerin ağırlıkları eşit tutulmuştur. Bir ölçüde içinde hata barındırma ihtimali vardır. Belki subjektif gözlem içeren üç kriter tek bir gözlem kriteri olarak da verilebilirdi. Ancak gözlemi bu yolla üç kritere ayırarak biçimlendirmek te ki amaç olası gözlem hatalarını azaltmaktır.

Sökü ve montaj zamanları toplam (kapsam dışı 5 denekle birlikte toplam) 53 denek üzerindeki tecrübe ve veri dağılımları dikkate alınarak negatif eğimle kademelendirilerek 4 ölçekli puan grupları oluşturulmuştur. Bu kademelendirme tercihlerinin getirdiği hatalar da söz konusudur. Kademelendirme aşağıda verilmiştir;

Tablo -6

Beceri Testleri Süre Puan Kademeleri

Sökü Zamanı	Ölçek	Montaj Zamanı	Ölçek
0-59 sn	3	0-360 sn	3
60-120 sn	2	361-720 sn	2
121-300 sn	1	721-1200 sn	1
301 sn ötesi	0	1201 sn ötesi	0

Montaj işleminde süreyi yalnızca kinestetik beceriler belirlemez aynı zamanda bu alet ve gereçlerle yaşanan deneyimlerde sürenin kısalması yönünde belirleyicidir. Fakat sökü süresi için bir alan deneyimine ihtiyaç yoktur. Bu doğrudan kinestetik becerileri ölçtüğü söylenebilir. Sökü ve montaj zamanı kriterlerinde 4 kademeli bir ölçek belirlenmesinin nedeni subjektif ölçeklerle uyumlu olmasının arzu edilmesidir. Örneğin tornavida hakimiyeti 3 puan olan bir kişinin sökü zaman kriteri de 3 puansa bunun anlamlılığını değerlendirmek daha kolaydır. Yoksa 1/T (Hz) gibi bir skala da belirlenerek daha hassas analiz yapılabilirdi. Ancak bu durumda hassasiyet tek bir kriter için geçerli olacaktır. LED fonksiyonları kriterinde devre

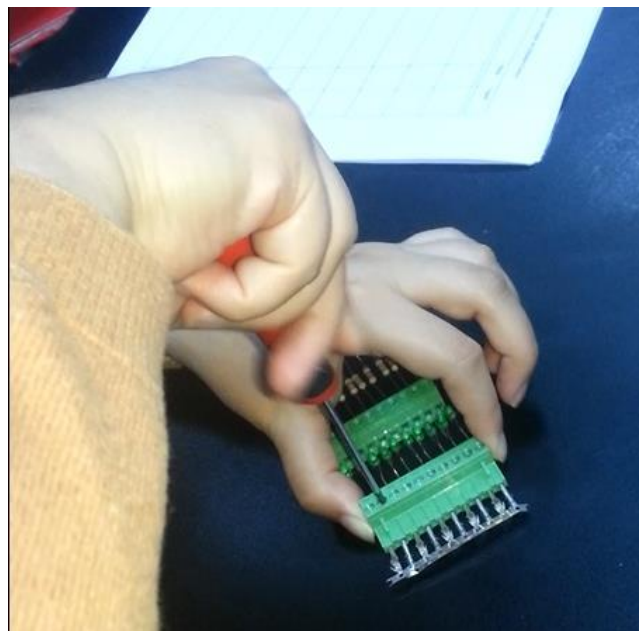
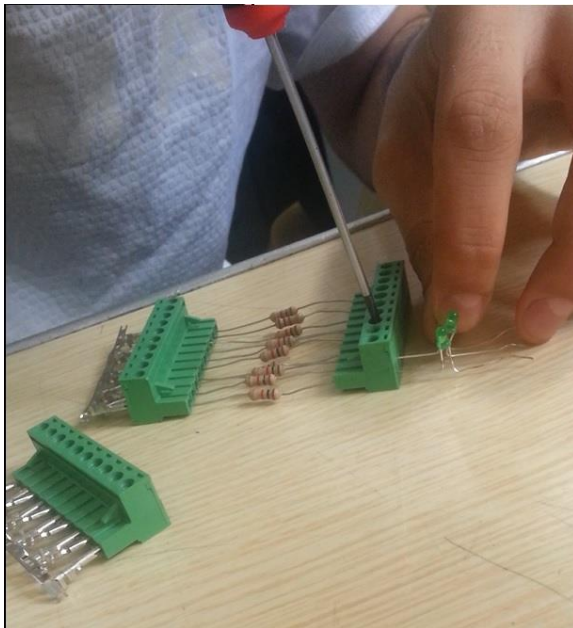
tamamlandığında enerji verilir ve kaç LED'in ışık verdiği sayılır, 10 LED de yanıyorsa tam puan verilir.

Bir ölçüde sübjektif ölçümlerin olduğu 3 kriterin ölçeklerinin belirlenmesinde yazarın uzun dönemli elektrik mühendisliği uygulama tecrübesi etkili olmuştur. Burada el becerileri yazarın mesleki deneyimlerine dayandırılarak; mükemmel, kontrolsüz, hakim, acemice vb sıfatlarla gözlem anında katılımcının davranışları gözlenerek ölçülendirilmiştir. Ölçü kategorileri Bulgu Kısımında sonuçları ile birlikte verilmiştir.

Yaygın olarak kullanılan mevcut el beceri testlerinde tek ölçünün süre olduğu görülmektedir, o testler daha çok kişinin psikomotor bozukluklarını ölçmek amacı ile kullanılmaktadır (O'Connor Test, 2019). Dolayısı ile geliştirilen beceri testinde yalnızca süre ölçülmemiş, STEM el aleti beceri endeksinde belirtilen altı faktör farklı ağırlıklarda değerlendirilmiştir. Ağırlıklar yukarıda Tablo-5 da belirtilmiştir. Ölçümlerin kaydı için test esnasında doldurulmak üzere hazırlanan Kayıt ve Gözlem Formu Kullanılmıştır (Ek 3).

Resim 4

Diğer Beceri Testi Uygulama Örnekleri



Testin sonuçları dikkate alınarak kriterlerin iç tutarlılık anlamında Cronbach Alfa güvenilirliğine SPSS paket programı kullanılarak bakılmıştır. Alfa değeri; 0,881 ile yine çok yüksek bir güvenilirlik değerine sahip olduğu görülmüştür.

3.4. Verilerin Analizi

Tanıma-Deneyim Testi cevap kağıtları rubriklere göre okunarak hazırlanan büyük tabloya ham veriler olarak kayıt edilmiştir. Sağlanan veriler bir bu excel tablosu yardımı ile her madde tek tek ele alınarak 0/1/2 kademeleri ile puan atamaları yapılmıştır. Sonra ham veriler SPSS programına aktararak madde tutarlılığı yönünden Cronbach Alfa güvenilirliğine hesaplanmıştır. Alfa: 0,981 gibi yüksek bir değer bulunmuştur. Güvenirlik açısından ayrıca gönye maddesi 9.soru olarak sorulmuş ve ardından tekrar 26.madde de tekrar sorulmuştur. Tanıma sorusunda da deneyim beyanında da madde 9 ve madde 26 yı yanıtlayanların tamamı dikkate alındığında yanıtlarda %2 den küçük bir sapma olmuştur. Bu sonuçla da Tanıma-Deneyim Testinin güvenilirliğinin yeterli olduğu değerlendirilebilir.

Belirtildiği gibi cevap rubriğine göre yanıtlara puan atamaları üç dereceli şekilde yapılmıştır: Soruları tam olarak yanıtlayanlar, yetersiz olanlar ve yarım yanıt verenler şeklinde. Testin hem tanıma boyutu için hem de deneyim beyanı boyutu için bu 3 kategoride frekanslar belirlenmiştir. Buradan hareketler her bir kategorinin bu anlamda ortalama değerleri hesaplanmıştır. Kategorilerin hayat bağlamında en iyi çağrışımı yapacak şekilde kategorilere isimler atanmıştır. Şöyle ki kendilerine sorulan el aletini tanıdığı eksiksiz anlaşılana *tam*, bir ölçüde tanıdığı anlaşılana *fikri var* ve açıkça hiç bilmiyor olduğu anlaşılana da *tanımıyor* şeklinde kategori isimleri verilmiştir. Yine 35 el aleti içinde deneyimi olduğu eksiksiz anlaşılana *sık kullanıyor*, bir ölçüde de olsa deneyim yaşadığı anlaşılana *deneyimi var* ve açıkça hiç dokunmadığı anlaşılması durumu için de *deneyimi yok* şeklinde kategori isimleri verilmiştir. Diğer yandan her bir katılımcının bu kategorideki sayıları, başarı durumları 0/1/2 çarpanları ile çarpılarak elde edilen değerlerin yüzdelik olarak ifadesi de başarı puanları

olarak hesaplanmıştır. Böylece isimlendirilen kategoriler ortalama adetleri, bunların yüzdeleri ve başarı puanları Bulgular kısmında tablolar halinde verilmiştir.

El Beceri Testi gözlem formundaki notlar okunarak, hazırlanmış olan büyük tabloya ham veriler olarak kayıt edilmiştir. Sağlanan veriler bir excel tablosu yardımı ile her faktör tek tek ele alınarak objektif gözlemlere ilişkin süreler ve LED fonksiyon sayıları ile subjektif gözlem verileri de 0/1/2 ve 0/1/2/3 kademeleri ile puan şeklinde atamaları yapılarak kayıtları yapılmıştır. Daha sonra puan ölçekleri aynılaştırılarak katılımcıların faktör puan verileri SPSS programına aktarılarak madde tutarlılığı yönünden Cronbach Alfa güvenilirliğine kontrol edilmiştir. Hesap sonucu alfa: 0,881 gibi yüksek bir değer bulunmuştur.

El Beceri Endeksinin 6 farklı gözlem ögesi bulunmaktadır. Bunların üçü objektif ögelerdir. Yukarıda değinildiği gibi diğer 3 tanesi araştırmacının bir ölçüde subjektif gözlemlerini içermektedir. Subjektif gözlemlerde hatanın kabul edilebilir bir noktaya çekilmesinde, ölçmenin geçerliliğinin sağlanmasında iki argüman söz konusudur. Birincisi gözlemdeki ölçü kategorilerini azaltmaktır. Hatayı en aza indirmek için aranan özelliğin varlık ya da yokluğunu 3 ya da 4 kategoride, seviyede ifade etmek etkili bir yol olarak değerlendirilmiştir. Örneğin bir özellik yoktur, tamdır veya ara bir değerdir. Bu 0/1/2 ile ifade edilebilir. Böylelikle hatalar sınırlandırılabilir. Diğer yandan araştırmacı 32 yıllık bilfiil elektrik mühendisliği meslek deneyimine sahiptir. İş yaşamı boyunca yüzlerce usta, çırak ve kalfa ile çalışmış olmasının, onlarla birlikte elektrik tesisatı yapımında malzemelerin şekillendirilmesi sürecinde el becerilerini gözlemlemiş olması, testlerin izlenmesi esnasında aranan varlık yokluk özelliklerinin atanmasında belirleyici olmuştur. Bu mühendislik tecrübesi araştırma kapsamındaki subjektif gözlemlerin geçerliliğinin sağlanmasında diğer dayanak olarak değerlendirilmiştir. Cronbach Alfa güvenilirlik değerinin yüksek çıkmış olması da bu yaklaşımı desteklemiştir.

Veriler SPSS paket programında beceri, tanıma ve deneyim bağımlı değişkenleri ile katılımcı yaşı ve mesleki deneyimi bağımsız değişkenler arasında korelasyon olup olmadığı incelenmiştir. Sonuçlar Tablo-7 de belirtilmiştir.

Tablo 7

Verilerin korelasyon yönünden anlamlılıkları

	El Becerisi		El Aleti Tanıma		El Aleti Deneyim	
	p	r	p	r	p	r
Yaş	0.28	0,161	0.99	0,001	0.51	0,099
Deneyim	0.16	0,206	0.65	0,068	0.26	0,166

Tablo-7 incelendiğinde katılımcıların yaşları ve deneyimleri (mesleki tecrübeleri) ile bilgi, beceri, (el aleti) deneyim arasında istatistiksel olarak anlamlı bir korelasyon olmadığı görülmüştür.

Ancak beceri, tanıma ve deneyim bağımlı değişkenleri ile gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığı araştırılmıştır. Grupların normal dağılım olduğu görülerek tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmış ve 0,001'den küçük bir p değeri bulunmuştur. Buna göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmüştür.

Yine SPSS paket programı yardımı ile katılımcıların beceri, tanıma ve deneyim başarı puanları arasında bir korelasyon durumu tahkik edilmiştir. Buna göre $p < 0.001$ küçük olmak üzere istatistiksel olarak anlamlı ve lineer bir korelasyon olduğu görülmüştür.

4. Bölüm

Bulgular

Testler sonucu elde edilen ham veriler düzenlenip gerekli işlem tabloları oluşturulmuş, tablolardaki verilere bazı istatistik yöntemler uygulanarak verilerin anlamlılıklarına bakılmıştır. Bu yolla araştırma kapsamında sorduğumuz her bir soruya ait veriler gerekli araştırma sorusu ile ilişkilendirilerek irdelenmiştir. Bulgular iki alt başlıkta verilmiştir. Önce *STEM İlişkili El Aletleri Tanıma-Deneyim Testine* dair bulgular, ham verilerin nasıl işlendiği açıklanarak ve sonuçları ile belirtilmiştir. Ardından *STEM El Becerisi Testine* dair bulgular benzer şekilde açıklanmıştır.

4.1. Tanıma-Deneyim Testine Dair Bulgular

Tablo-8 da Tanıma-Deneyim Testine ait *El Aleti Tanıma Grup Ortalamaları* bulguları özetlenerek toplu olarak sunulmuştur. Bulgular hem kaç tane el aletinin tanındığına dair bulguları gösterilmiş hem de bunların yüzdelik durumlarını belirtilmiştir. Ayrıca yöntem kısmında tarif edildiği şekli ile gruplara göre katılımcılarının el aletlerini tanıma başarı puanları yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 8

El Aleti Tanıma - Grup Ortalamaları Bulguları

Gruplar	El Aleti Tanıma Grup Ortalamaları								
	Tam		Fikri var		Tanımıyor		Toplam		Başarı puanı (%)
	ad	%	ad	%	ad	%	ad	%	
Öğretmen Adayı	12	34	6	18	17	48	35	100	42
Öğretmen	15	42	7	21	13	37	35	100	52
MYO Öğrenci	25	71	6	19	4	11	35	100	81
Endüstri Teknisyen	30	86	2	6	3	8	35	100	91

Tablo 8’de öğretmen adayları el aletlerini tanıma açısından gruplar bazında kategorik dağılımlarına bakıldığında 35 el aletinden 17 tanesini hiç tanımadıkları 12 tanesini ise tam olarak bildiği görülmektedir. Öğretmenlerde ise hiç tanımayan oldukları el aleti 37 adet olmuştur. Tam olarak tanıyabildikleri el aleti sayısı 15 dir. durum biraz daha ba ve başarı puanları gösterilmiştir. MYO öğrencilerinin tanıma sayılar öğretmen gruplarından belirgin şekilde yüksektir. Buna göre 35 el aleti içinden tanımadıkları sadece 4 tanesidir. Diğer yandan tam olarak tanıyabildikleri el aletlerinin sayısı 25 olmuştur. Endüstride çalışan teknisyen grubu daha da iyi bir seviye olmak üzere tanıyamadığı el aleti sayısı sadece 3 dür. Tam olarak tanıyabildikleri el aleti sayısı 30 dur. Tablo 8 de görülen adet bilgileri grupları kategorik ortalamalarıdır. Tablo 10 da ayrıca katılımcı bireylerin ekstrem tanıma düzeyleri hakkında bilgi verilmiştir.

Tablo 8 de başarı puanları incelendiğinde öğretmenlerin ortalaması %52 dir. Aday öğretmenler %42 ile öğretmenlerden 10 puan daha alt düzeydedir. Teknisyen grupları belirgin şekilde el aletlerini daha iyi tanımışlardır. Buna göre MYO öğrencilerini tanıma başarı puan ortalaması %81 iken teknisyenlerin ki %91 seviyesindedir. Yine teknisyenler de de öğrenci grubu ile profesyonel grup arasından %10 puanlık bir başarı farklı oluşması dikkat çekicidir.

Tablo-9 da Tanıma-Deneyim Testine ait *El Aleti Deneyimi Grup Ortalamaları* bulguları özetlenerek toplu olarak sunulmuştur. Bulgular hem kaç tane el aletinin tanındığına dair bulguları gösterilmiş hem de bunların yüzdeler durumlarını belirtilmiştir. Ayrıca yöntem kısmında tarif edildiği şekli ile gruplara göre katılımcılarını el aletlerini tanıma başarı puanları yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 9

El Aleti Deneyim Beyanı - Grup Ortalamaları Bulguları

Gruplar	Deneyim Beyanı Grup Ortalamaları								Başarı puanı (%)
	Sık kullanıyor		Deneyimi var		Deneyim yok		Toplam		
	ad	%	ad	%	ad	%	ad	%	
Öğretmen Adayı	1	2	11	18	23	65	35	100	18
Öğretmen	3	8	12	21	20	57	35	100	25
MYO Öğrenci	5	14	21	19	9	25	35	100	44
Endüstri Teknisyen	18	86	12	6	5	14	35	100	70

Tablo-9 da katılımcıların el aletlerini kullanma deneyimleri hakkındaki beyanları bulguları incelendiğinde tanıma düzeylerinin belirgin şekilde altında kaldığı görülmektedir. Özellikle profesyonel teknisyen grubu dışındaki grupların sık kullandıkları bir alet sayısı çok düşüktür. Öğretmen gruplarının hiç deneyimi olmadıkları el aleti sayısı yüksektir. Öğretmen adayları 23 el aletini hiç deneyimlememişken öğretmenler 20 tane el aletini hiç kullanmamıştır. MYO öğrencilerin sık kullandıkları el aletlerini sayısı az olduğu gibi hiç kullanmadıklarının sayısı da nispeten düşüktür. Ancak profesyonel teknisyen grubu ise 18 tane el aletini sık kullanıyorken hiç deneyimlemediği el aleti sayısı sadece 5 dir.

Buna göre Tablo 9 da el aleti deneyim başarı puanları incelendiğinde öğretmen adayları ortalama %18 puan ile deneyimli olma hali ile en düşük seviyededir. Öğretmenlerin, %25 ile biraz daha iyi bir seviyede olduğu söylenebilir. Yine teknisyenler %70 deneyimleme durumu ile en yüksek puana sahip gruptur. Fakat MYO öğrencilerinin, %44 puandadır. Bu bulgulara bakılarak profesyonel teknisyen grubu hariç diğer gruplar için tanıdıkları el aletlerini yarısı kadarını deneyimlemiş oldukları söylenebilir. Teknisyenlerse tanıdıkları el aletlerinin büyük çoğunluğunu kullanmış oldukları anlaşılmaktadır.

Tablo-10 de katılımcı grupların tanıma ve deneyimleme testi sonuçlarına göre adet bazlı ekstrem bulgular verilmiştir. Tanıma verilerinde grupların içinde el aletlerin tam olarak en çok kim tanımış ise o kişinin sayısal değeri ekstrem veri olarak tabloya girilmiştir. El aletini tanımayanlar arasında en az kim tanıdı ise o kişinin tanımadığı el aleti sayısı tabloya girilmiştir. Benzer bir yaklaşım deneyim beyanı bulguları için düzenlenmiş ve deneyim veri ekstremleri ortalama değerlerle karşılaştırılacak şekilde Tablo 10'a yansıtılmıştır.

Tablo-10

Adet Bazlı El Aleti Tanıma Testi ve Deneyim Beyanı Ekstrem Bulguları

Gruplar	El Aleti Tanıma (ad)				El Aleti Deneyimi (ad)			
	Ortalama		Ekstremler		Ortalama		Ekstremler	
	tam	tanımıyor	tam	tanımıyor	sık kullanıyor	deneyimi yok	sık kullanıyor	deneyimi yok
Öğretmen Adayı	12	17	18	25	1	23	5	30
Öğretmen	15	13	28	27	3	20	9	28
MYO Öğrenci	25	4	35	11	5	9	26	20
Endüstri Teknisyen	30	3	33	4	18	5	32	13

Tablo-10 de görüldüğü gibi el aleti tanıma verilerine göre öğretmen adayları içinde 35 el aletinden sadece 10 tanesini tanıyabilen hatta öğretmenler içinden yalnızca 8 el aletini tanıyabilen olduğu görülmektedir. Ancak öğretmenler içinde teknisyen ortalamasına yakın olacak derecede 28 tane el aletini tanıyabilen öğretmenlerin olması da dikkat çekicidir.

Yine Tablo 10 da deneyim bulgularına dair ekstremler incelendiğinde öğretmen adaylarında 35 el aletinden sadece 5 tanesini deneyimlemiş olanların varlığı düşündürücüdür. Keza öğretmenlerin durumunu da benzerdir, sadece 7 tane gibi oldukça düşük sayıda el aleti deneyimlemiş olmaları da anlamlı görünmektedir. Öte yandan öğretmen gruplarının sıklıkla kullandıkları el aletleri sayısı incelendiğinde daha çarpıcı sonuçlar söz konusu olmaktadır.

Öğretmen adaylarının sıklıkla kullandıkları el aleti sayısının en yüksek değerinin 5 olması öğretmenlerinkinin 9 olması da üzerinde tartışılmasını gerektirmektedir.

4.2. Beceri Testlerine Dair Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi öğretmenlerin el becerilerinin diğer gruplar ile karşılaştırılmasıdır. Bu amaçla hazırlanan genel bir karşılaştırma tablosu sunmadan önce tez kapsamında Yöntem Kısmında belirtilen el beceri endeksi öğelerine ait bulgular verilmiştir. Endeksi oluşturan 6 öğe, grup üyelerinin başarı kategorilerine göre frekans dağılımlarını gösteren tablolar halinde belirtilmiştir.

Tablo-11 de el beceri testinde katılımcıların devre düzeneği sökme süreleri ölçümlerinin gruplara göre düzenlenmiş halini gösterilmiştir.

Tablo 11

Test Devresi Sökme Süreleri

Gruplar	Sökme Sürelerine Göre Grupların Dağılımı									
	0-59 sn		60-120 sn		121-300 sn		301 sn ötesi		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Öğretmen Adayı	-	-	3	30	6	60	1	10	10	100
Öğretmen	-	-	8	67	4	33	-	-	12	100
MYO Öğrenci	1	6	12	81	2	13	-	-	15	100
Endüstri Teknisyen	6	54	5	46	-	-	-	-	11	100

Tablo 11'e bakıldığında profesyonellerin çoğunluğunun sökme süresi 60 sn den kısa olduğu görülmektedir. Öğretmenlerin ve MYO öğrencilerinin çoğu ise 60-120sn süre dilimi içinde söküyü tamamladıkları tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının sökme sürelerini ise daha uzun olduğu görülmektedir. Bununla birlikte bir öğretmen adayı 5 dakikadan (301 sn den) uzun bir sürede sökme işlemini tamamlaması katılımcının psikomotor becerilerde bir yavaşlığa işaret ediyor olabilir.

Tablo 12 de sökülen devrenin yeniden montajı için geçen süreler, gruplara göre karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 12

Test Devresi Montaj Süreleri

Gruplar	Montaj Sürelerine Göre Grupların Dağılımı									
	0-360 sn		361-720 sn		721-1200 sn		1201 sn ötesi		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Öğretmen Adayı	-	-	2	20	6	60	2	20	10	100
Öğretmen	2	16	6	50	3	25	1	9	12	100
MYO Öğrenci	-	-	9	60	5	34	1	6	15	100
Endüstri Teknisyen	4	36	7	64	-	-	-	-	11	100

Grafik-2 den görüleceği gibi, öğretmen adaylarının büyük kısmı 12-20 dakika (721-1200 sn) arasında söktükleri devrenin montajını tamamlayabilmiştir. Diğer grupların çoğunluğunun montaj süresi 6-12 dakika (361-720sn) arasındadır. Ancak 6 dakika (360sn) gibi kısa bir süre içinde 4 teknisyen ve 2 öğretmenin devre montajını tamamlamış olması bu katılımcıların üstün ele becerilerine işaret ediyor olabilir.

Tablo 13 de devre kurulduktan sonra enerji verildiğinde kaç tane LED lambanın yandığı yönünde devrenin fonksiyonelliği gözlenmiştir.

Tablo 13

LED Fonksiyonları

Gruplar	LED Fonksiyon Başarımı Gruplara Göre Dağılımı											Grup Başarı Puanı (%)
	0 LED	1 LED	2 LED	3 LED	4 LED	5 LED	6 LED	7 LED	8 LED	9 LED	10 LED	
	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	
Öğretmen Adayı	2	-	-	1	-	-	2	-	1	2	2	61
Öğretmen	1	-	1	1	-	2	-	-	1	1	5	68
MYO Öğrenci	1	-	-	1	-	1	1	1	4	5	1	72
Endüstri Teknisyen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	7	96

Tablo 3 de belirtildiği gibi, profesyonel teknisyen grubunun çoğunluğunun kurduğu devrelerde tüm LED'lerin çalışır durumda olduğu belirlendi. MYO grubu ve öğretmenlerin kurduğu devrelerde ise çoğunlukla bir iki eksik ile 8-9-10 çalışır LED görülmüştür. Öğretmen adaylarının kurdukları devrelerin LED fonksiyonelliği açısından durumlarına bakıldığında başarımın grafikte kümelenildiği bir bölge olduğunu söylemek güçtür. Diğer yandan kurdukları devrede hiçbir lambası yanmayan katılımcıların gruplar dağılımı montaj sürelerine dair bulguların gösterildiği Tablo 11 de 1201 sn den uzun süren montaj grubundaki frekans dağılımı ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ham veri tablosu incelendiğinde bu kişilerin aynı katılımcılar olduğu görülmüştür. Yani 20 dakikadan uzun sürede devreyi kurabildikleri halde devre de hiçbir LED in çalışmamış olması dikkat çekicidir. Ayrıca tüm grupların LED lambaların çalışma fonksiyon başarıları %60 dan fazladır.

Buraya kadar sunulan beceri endeksinin üç ögesi esasen objektif bir gözlem esasına dayalıdır. Şimdi verilecek diğer üç öge ise araştırmacının mesleki deneyiminin desteği ile oluşturduğu kademelendirme sonucu bir ölçüde subjektif gözlemleri içermektedir. Gözlem hatalarının az olması için de kademelendirmeler birkaç kategori ile sınırlandırılmıştır.

Tablo 14 de katılımcılar devreyi tamamladıklarında oluşan düzenek yapısının görsel yönden uygun, derli toplu görünümlü oluşunun 4 kategoride (uyumsuz, kabul edilebilir, uygun ve mükemmel) değerlendirmesi sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 14

Montajlanan Devre Düzeneginin Görsel Uyumu

Gruplar	Montaj Sonrası Devrenin Görsel Uyumu									
	Uyumsuz		Kabul edilebilir		Uygun		Mükemmel		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Öğretmen Adayı	1	10	3	30	6	60	-	-	10	100
Öğretmen	1	8	4	34	6	50	1	8	12	100
MYO Öğrenci	2	13	11	73	1	7	1	7	15	100
Endüstri Teknisyen	-	-	-	-	2	19	9	81	11	100

Tablo 14 de profesyonel teknisyen grubunun çoğunluğunun kurduğu düzenek “mükemmel” uygunlukta görülmektedir. Öğretmen ve öğretmen adayları “iyi” grubunda değerlendirilmiş iken, MYO teknikerlik öğrencilerinin çoğunluğunun ise daha alt kategoride yani “kabul edilebilir” ve “uyumsuz” olduğu görülmektedir. Birçok beceri ögesinde öğretmen gruplarında daha başarılı olan MYO öğrencileri görsel uyum da bu grupların gerisine düşmesi anlamı görünmektedir.

Tablo 15 de katılımcıların devre düzeneğini demontaj (sökü) ve montaj süresince tornavidayı nasıl bir beceri ile kullandığının gözlemi 3 seviyede (acemice, yeterli, ustaca) değerlendirilmiştir.

Tablo 15

Demontaj ve Montaj Süresince Tornavida Kullanımı

Gruplar	Katılımcıların Tornavida Kullanımındaki Ustalıkları							
	Acemice		Yeterli		Ustaca		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Öğretmen Adayı	6	60	4	40	-	-	10	100
Öğretmen	5	42	4	33	3	25	12	100
MYO Öğrenci	-	-	14	93	1	7	15	100
Endüstri Teknisyen	-	-	-	-	11	100	11	100

Tablo 15 de görüldüğü gibi profesyonel teknisyen grubunun tamamı tornavidayı “ustaca” kullanmıştır. Öğretmenler içinden her kategoride katılımcıya rastlanmıştır. Ancak öğretmen ve öğretmen adaylarının çoğunluğunun tornavidayı “acemice” kullandığı söylenebilir. MYO öğrencilerinin tornavida kullanımlarını “yeterli” seviyede olduğu görülmüştür.

Tablo 16 da katılımcıların devre düzeneğini demontaj ve montaj süresince devre elemanlarını nasıl bir beceri ile kavradıkları 4 seviyede (kontROLSÜZ, eşik üstü, hâkim, mükemmel) değerlendirilmiştir.

Tablo 16

Demontaj ve Montaj Süresince Parmak Hakimiyeti

Gruplar	Katılımcıların Parmak Hakimiyetlerinin Gruplara Göre Dağılımı									
	Kontrolsüz		Eşik üstü		Hakim		Mükemmel		Toplam	
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Öğretmen Adayı	1	10	5	50	4	40	-	-	10	100
Öğretmen	1	8	5	42	6	50	-	-	12	100
MYO Öğrenci	-	-	7	46	8	54	-	-	15	100
Endüstri Teknisyen	-	-	-	-	2	19	9	81	11	100

Tablo 16 da yansıtıldığı gibi profesyonel teknisyen grubunun, parmakları ile devre elemanlarına “mükemmel” bir şekilde hâkimiyet kurdukları gözlenmiştir. Diğer gruplarının parmak hakimiyetleri genellikle “eşik üstü” ve “hakim” seviyelerde değerlendirilmiştir. Ancak öğretmen gruplarında birer katılımcının parmak hakimiyetinin kontrolsüz olduğu gözlenmiştir.

El beceri endeksinin öğelerinin katılımcı gruplara göre başarımlar ölçümleri yukarıda tablolar halinde verilmiştir. Öge faktörleri ve puan kademeleri Yöntem Bölümünde belirtilmişti, buna göre öge puanları öge faktörleri ile çarpılarak her katılımcı için ortalamalar hesaplanarak buradan hareketle de grupların standart sapmaları (SS) ortalamaları, maksimum ve minimumları yüzdelerden bulunarak genel beceri düzeyleri belirlenmiş ve Tablo- 17 da verilmiştir.

Tablo-17

El Beceri (Puanı) Endeksleri

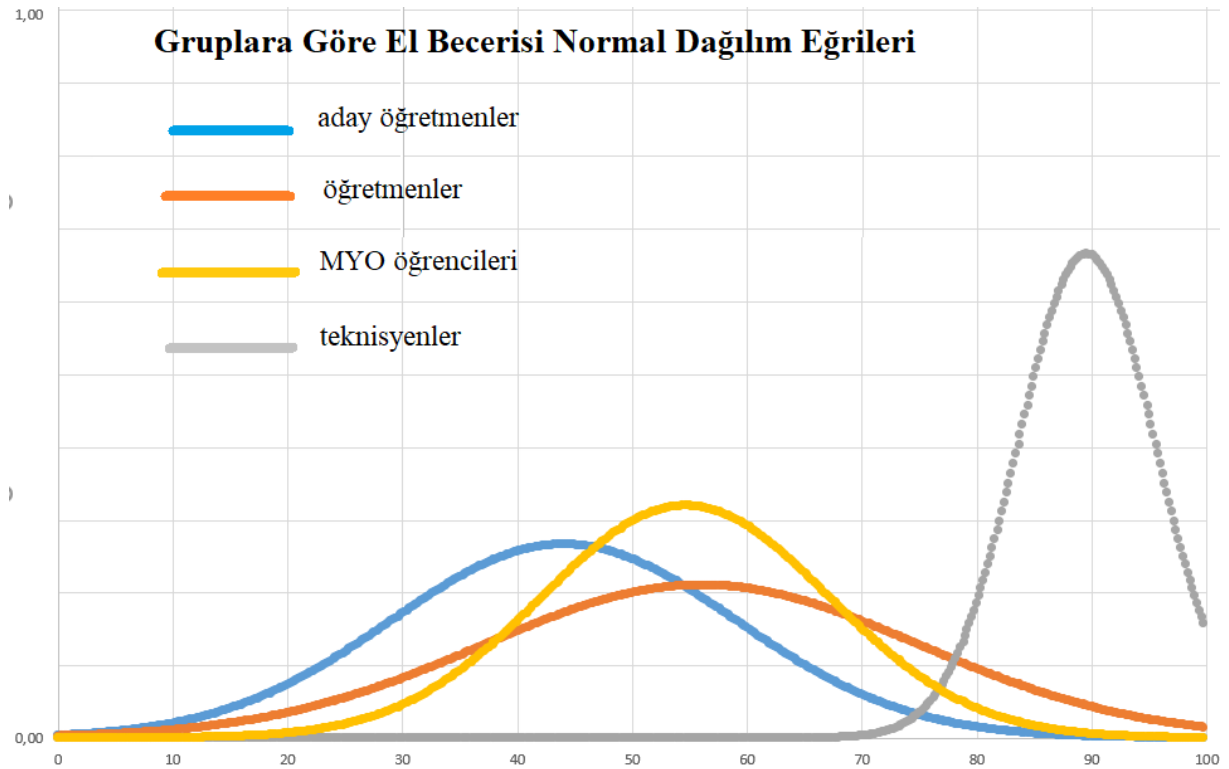
	El Becere Endeksi (%)			
	SS	Ortalama	Maksimum	Minimum
Öğretmen Adayları	15,2	44	70	15
Öğretmenler	19,3	56	90	22
MYO Öğrencileri	12,5	55	75	25
Teknisyenler	6,0	90	99	75

Öğretmen adaylarının el becerileri başarı ortalamaları %44 ile en düşük çıkarken, öğretmenler ile MYO teknikerlik öğrencilerinin başarıları hemen hemen aynı çıkmıştır. Profesyonel grup olan sanayideki elektronik bakım teknisyenleri grubunun yüksek bir beceri seviyesine ulaştığı görülmüştür. Minimum değerler dikkate alındığında profesyonel grup hariç diğer grupların yüzdeleri oldukça düşük olduğu görülmüştür. Bu durum standart sapmalarla da anlamlı bir ilişki içinde olduğu söylenebilir. Fakat öğretmenler içinden profesyonel grubun ortalaması düzeyde %90 gibi beceriye sahip öğretmenler olduğu da dikkat çekmektedir.

Grafik 1 de katılımcı gruplarının El becerisi başarı puanlarının normal dağılım eğrileri gösterilmiştir. Yatay eksen başarı puanlarını gösterirken, dikey eksen frekans yoğunluğunu göstermektedir. Eğer araştırma örneklemini evreni iyi bir şekilde temsil ettiğini kabul edersek, Gauss Denklemine uygulanarak gruplar bazına elde edilen eğriler grafikte gösterilmiştir.

Grafik 1

El Becerisi Başarı Puanlarının Normal Dağılım Eğrileri



Grafik 1 incelendiğinde tasarlanan ve uygulanan Beceri Testinin amaçlandığı gibi teknisyenleri STEM ilişkili popüler el aletlerinin kullanımında gerçekten de mastır grup olduğu ve onun ölçümünde standart sapmanın görece olarak diğer gruplardan oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bununla beraber öğretmen gruplarının standart sapmasını daha büyük olduğu görülmektedir. El beceri ölçeği bir anlamda mesleki bir ölçek olduğu söylenebilir. Bu anlamda öğretmenlerin eğrisinin yatıklığı anlamı görünmektedir. Öğretmenlerin eğrisinin Teknisyen Grubunun içine giren kısmı için ustalık düzeyinde becerili öğretmenlerin var olduğu anlamı çıkartılabilir.

5. Bölüm

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu kısımda bulgular iki alt başlık halinde ayrıntılı değerlendirilmiştir. Üçüncü alt başlıkta ise tartışılmak istenen hususlar açıklanacak ve önerilerde bulunulacaktır.

5.1. Tanıma-Deneyim Testine Dair Bulguların Değerlendirilmesi

Araştırma problemlerinden ilki şöyledir: “Fen öğretmenlerinin STEM etkinlikleri ile ilişkili olabilecek el aletlerini tanıma düzeyleri, alandaki profesyonellerle karşılaştırıldığında nasıldır?”. Bu problemin yanıtını dair bulgular Tablo 8, Tablo 9 ve Tablo 10 verilmişti. Bu veriler aşağıda etraflı şekilde değerlendirilmiştir.

Profesyonel teknisyen grubu yanında öğrenci teknisyen grubu (MYO öğrencileri) ile öğretmen grubu yanında bunların üniversite düzeyinde eğitim alan gruplarının da testlere dâhil edilmesi, öğrenci gruplarının araştırmanın problem bağlamının çevresi olarak değerlendirilmiş olmasındandır. Araştırma öğretmenlere odaklanmış olsa bile bunun öğretmenlerin dünyasının arka planı olarak öğretmen adaylarının araştırmaya dahil edilmesi ile bir ölçüde mümkün olabilir. Sonuçta öğrenci gruplarından gelecek bilgi öğretmene dair bulguların daha kapsamlı değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Tablo 8 da el aleti tanıma dair veriler incelendiğinde öğretmen grupları ve teknisyen gruplarının tanıma başarı seviyelerinde bir kademelenme görülmektedir. Öğretmen ve öğretmen adayları %42-52 bandında kümelenirken, teknisyen ve MYO öğrencileri %81-91 bandında kümelendiği anlaşılıyor. Ayrıca profesyonellere göre öğrenciler yaklaşık 10 puan kadar düşük seviyedir. Bu tespitten çıkacak sonuçlar şunlar olabilir; birincisi öğrenciler profesyonel hayata geçmeden önce bu alandaki öğrenmelerini önemli ölçüde tamamlamaktadırlar. Diğer bir sonuç; Tablo 3 deki grupların yaş ortalamaları, bu veriler ile birlikte incelendiğinde, öğrencilerin profesyonellerden ortalama 11 yıl daha genç olduğu,

dikkate alınarak bu kadar yıl mesleki deneyimin takriben 10 puanlık bir bilgi düzey artışı sağladığı iddia edilebilir.

Öte yandan Tablo 9 da deneyim beyanına dair bulgularında öğrencilikten meslek hayatına geçişle teknisyen grubunda 11 yıl mesleki deneyimle 44 puandan 70 puana % 59 gibi bir deneyim artışı söz konusu iken öğretmenlerde 18 puandan 25 puana %39 gibi daha az bir deneyim artışı söz konusu olduğu anlaşılmıştır. Buradan iki sonuç çıkarılabilir; hem öğretmen grubu hem teknisyen grubu her ikisi de el aletlerinin tanınmasından ziyade deneyim kazanmak bakımından öğrencilikten meslek hayatına geçişte daha büyük oranda öğrenme sağladıkları görülmüştür. Fakat teknisyenlerin yıllar itibariyle el aleti deneyimde daha büyük oranda öğrenme gerçekleştirmiş olmaları, bu el aletlerinin onların profesyonel meslek hayatlarında önemli bir yere sahip olması ile ilişkilendirilebilir.

Tablo 8 da el aleti tanıma başarı puanı ortalamalarına bakıldığında öğretmen gruplarının teknisyen gruplarına göre belirgin şekilde düşük düzeyde puan aldıkları görülür. Öğretmenlerin el aletlerini tanıma ortalama puanı %52 ölçülmüş iken profesyonel teknisyenlerin ortalaması %91 ölçülmüştür. Burada belirtilen yüzdelerlik puanlar, gerçek durum hakkında bir fikir vermekle birlikte, yapılan testlerden hareketle öğretmenlere ait yeterlilikler anlamında kesin bir yargıda bulunmak güçtür. Sonraki alt başlıklarda tartışılacağı gibi öğretmenlerin beceri düzeylerinin yeterli olup olmadığı hakkında yargıda bulunabilmek için daha geniş çaplı araştırmalar yapmak gerekir.

Tanıma – Deneyim Testinde STEM etkinliklerinde kullanılabilecek 35 tane popüler el aleti esas alınmıştır. Bunların içinde makas, cetvel, falçata, cımbız, çekiç, gibi eğitim öğretim faaliyetleri içinde sıklıkla kullanılan, hatta günlük hayatta çocukların dahi aşına olduğu araç gereçler bulunmaktadır. Tablo 8 da grupların kaç tane el aleti tanıdıklarına dair de bilgiler verilmiştir. Tablo 9 de ise aynı şekilde deneyimlenen el aletlerinin sayısı hakkında bulgular verilmiştir. Tablo 10 gruplara göre adet bazlı ekstrem bulgular ortalamalar ile karşılaştırılarak

verilmiştir. Tablo 10 incelendiğinde öğretmen adayları grubunda yalnızca 10 tane el alet tanıyabilen ve sadece 5 tane el aleti deneyimleyen katılımcıların var olduğu tespit edilmiştir. Hatta öğretmen adaylarının sık kullandıkları el aleti ortalama sayısının yalnızca 1 tane olması da oldukça düşündürücüdür. Öyle ki bu kişilerin son sınıfta okuyan öğretmen adayları olduğu da göz önüne alındığında bu sonuçlar yeni nesil fen öğretmenlerinin pratik uygulamalardan ne denli uzak olduğuna dairi bir fikir verebilir ve üzerinde özellikle durulması gereken bir problem olduğu da söylenebilir. Benzer bir yorum da öğretmenler için yapılabilir. Şöyle ki Tablo 10 incelendiğinde yalnızca 8 tane el aletini tanıyabilen ve sadece 7 tanesini deneyimleyen öğretmenlerin bulunması düşündürücüdür. Bu sonucun örneklem azlığı ve/veya ölçüm hatalarına bağlı olduğu da söylenebilir. Fakat sorgulanan el aletlerinin içinde yukarıdan anıldığı gibi temel eğitim araç gereçleri varken öğretmenlerin pratik bilgi becerileri üzerinde daha çok çalışılması gerektiği rahatlıkla söylenebilir.

5.2. Beceri Testine Dair Bulguların Değerlendirilmesi

Araştırmanın ikinci alt problem şöyledir: “Fen öğretmenlerinin STEM el becerileri, ilgili üretim alanındaki profesyonellerle karşılaştırıldığında hangi düzeydedir?”. Bu amaçla hazırlanan genel karşılaştırma bulguları Tablo 17 de El Beceri Endeksi başlığı ile verilmiştir. Ancak önce endeks hesabında kullanılan öğelere dair bulgulara verilecektir.

Endeks, Yöntem Kısmında belirtildiği gibi 6 ögenin gözlem puanlarının ağırlık faktörleri ile çarpılarak hesaplanan ortalamalardan elde edilmektedir. Elbette bu ağırlık oranlarının (Tablo 5 e bakınız) değiştirilmesi endeks puanlarını da bir ölçüde değiştirecektir. Eğitim hayatı, iş hayatı ve sosyal hayat içinde el becerisinin yeri farklı boyutlarda ele alınabilir. Bu konu yeteri kadar derin ve yoğun araştırıldığında söz konusu endeksin öğelerinin ağırlık oranları da gerçeği en doğru şekilde yansıtacak şekilde değiştirilebilir, geliştirilebilir. Ancak öğelerin çarpan ağırlıkları değiştirilerek yapılan endeks hesapları arasında önemli farklılıklar görülmemiştir. Çünkü genellikle beceri endeksini oluşturan alt

öğelerin gözlem puanları birbirleri ile bir ölçüde uyumludur, yani aralarında pozitif lineer korelasyon bulunduğundan ağırlık çarpanlarının değişimi katılımcıların endeks puanlarını anlamlı şekilde değiştirmeyeceği söylenebilir.

Tablo 11 de *Test Devresi Sökü Süreleri ögesi* incelenmiştir. Nizami şekilde montajlı haldeki devrenin sökülme süreleri ölçülmüştür. Sökü sürelerinin montaj sürelerinden ayrı olarak ölçülmesinin nedeni sökünün montaj gibi o konuda özel beceri kazanmayı gerektirmeyen yalın el becerisi veya el çabukluğunun ölçümü olarak görülebileceği düşüncesi idi. Kayıtlar saniye cinsinden tutulmuş olsa da saniye hassaslığının ölçümün niteliği yönünden gereksiz bir hassasiyet olması nedeni ile sökü süreleri, veriler de dikkate alınarak 1 dk, 2 dk, 6 dk ve 6 dk ötesi olmak üzere 4 kategoride değerlendirilmiştir. Veriler incelendiğinde teknisyen gruplarının iki kişi hariç tamamı 2 dakika içinde söküyü tamamlamış iken öğretmen gruplarının bir kişi hariç tamamı 6 dakika içinde söküyü tamamlayabilmiştir. Buradan öğretmenlerin el çabukluğunun teknisyen gruplarına göre oldukça geride olduğu söylenebilir. Ancak bulgular incelendiğinde öğretmenlerin ortalama 11 yıl daha fazla meslek deneyimine sahip olmalarına bağlı olarak öğretmen adaylarına göre daha çok el çabukluğuna sahip oldukları anlaşılıyor. Benzer ilişki yine benzer yıl farkından kaynaklı olarak teknisyen grubu ile tekniker öğrenci grupları için de geçerlidir.

Tablo 12 de *Test Devresi Montaj Süreleri ögesi* incelenmiştir. Devre elemanları sökülü vaziyette iken devrenin yeniden nizami halde çalışır vaziyete getirilmesi süreleri ölçülmüştür. Kayıtlar saniye cinsinden yapılmış olsa da saniye hassaslığının ölçümün niteliğinin anlamlandırılması yönünden gereksiz bir hassasiyet olması öngörülerek sökü süreleri yine veriler de gözetilerek 6 dk, 12 dk, 20 dk ve ötesi olmak üzere yine 4 kategoride değerlendirilmiştir. Bulgular incelendiğinde öğretmen adayları hariç diğer grupların çoğunun 12 dakika içinde montajlarını tamamladıkları görülmüştür. Burada dikkat çeken husus 6 dakika içinde 4 tane teknisyene rağmen 2 tane de öğretmenin olmasıdır. Buradan

çıkarılabilecek önemli sonuçlardan biri de bazı öğretmenlerin el becerilerinin yüksek olduğudur.

Tablo 13 de *Test Devresi Montaj Sonrası LED Fonksiyonları ögesi* incelenmiştir. Devre tamamlandığında çalışan, ışık veren LED sayıları ölçümlenmiştir. Devre 10 LEDli bir düzenek olduğundan bu öge 10 kategoride değerlendirilmiştir. Teknisyenlerin kurduğu devrelerde LEDlerin tamamı ya da bir eksikle tümü çalışır haldedir. Fakat öğretmen adaylarının daha başarısız olduğu görülmektedir. Devrenin çalışmasında elektriksel iletimin sağlanması yani LEDin yönü, iletken teması gibi teknik bilginin de beceriye eşlik etmesi ölçülmek istenmiştir: Yani bilginin beceriye kılavuzluk etmesi. LED fonksiyon başarımında öğretmen ve teknisyenlerin aday öğretmen ve MYO öğrencilerinden belirgin şekilde daha üstün olması deneyime bağlı olduğu düşünülen teknik bilginin beceriye kılavuzluk etmesi ile açıklanabilir.

Tablo 14 de *Montajlanan Devre Düzeneginin Görsel Uyumu* ögesi incelenmiştir. Katılımcılar devreyi tamamladıklarında oluşan düzenek yapısının görsel yönden uygun, derli toplu görünümlü oluşu, 4 kategoride (uyumsuz, kabul edilebilir, uygun ve mükemmel) değerlendirmiştir. Sonuçlar incelendiğinde iki kişi hariç teknisyen grubunun kurduğu devreler mükemmel görünümlüdür. Ancak MYO öğrencilerinin ise öğretmen gruplarından daha fonksiyonel devreler kurmalarına rağmen görsel bakımdan daha başarısız bir performans ortaya koymaları dikkat çekicidir. Bu sonuç öğretmen gruplarının teknisyen gruplarına göre görsel uyuma daha fazla önem verdiklerine bir gösterge olduğu söylenebilir.

Tablo 15 de *Demontaj ve Montaj Süresince Tornavidaya Kullanımı* ögesi incelenmiştir. Devre düzeneği demontaj (sökü) ve montaj süresince katılımcıların tornavidayı nasıl bir beceri ile kullandığı 3 kategoride (acemice, yeterli, ustaca) değerlendirilmiştir. Grafik incelendiğinde teknisyen grubunu tamamının tornavidayı ustaca kullandığı gözlenmiştir. 3 öğretmen ile 1 MYO öğrencisinin de bu becerileri ustalık düzeyindedir. MYO öğrencilerini

hemen tamamı tornavidayı yeteri bir beceri kullandığı gözlenmiştir. Ama öğretmen adayların çoğunluğu tornavidayı acemice kullandığı gözlenmiştir. Buradan çıkarılacak en önemli sonuç öğretmen adaylarının tornavidayı şimdiye kadar ya çok az ya da hiç kullanmadıkları olabilir. Bu sonucu El Aleti Deneyim Beyanı Testleri sonuçları doğrulamaktadır; buna göre öğretmen ve öğretmen adayların üçte biri bu aletin deneyiminin sorgulandığı testin 2. maddesine verdikleri yanıtta göre zaten grupların yaklaşık $\frac{1}{3}$ tornavidayı hiç kullanmadıklarını beyan etmiştir. Deneyimi olanların da çoğunluğunun ustalık kazanacak denli tornavida ile çalışmadıkları beceri testi gözlemleri ile ortaya konulmuştur. Benzer yargılar bir ölçüde öğretmen grubu katılımcıları için de geçerlidir.

Tablo 16 de *Demontaj ve Montaj Süresince Parmak Hakimiyeti* ögesi incelenmiştir. Düzeneğin demontaj (sökü) ve montaj süresince katılımcıların devre elemanlarını nasıl bir beceri ile kavradıkları 4 seviyede (kontROLSÜZ, EŞİK, HÂKİM, MÜKEMMEL) değerlendirilmiştir. Yine bu sonuçlara göre teknisyenlerin hâkimiyetlerinin mükemmel olduğu söylenebilir. Ayrıca diğer grupların eşik seviyede ve normal bir hâkimiyette olduğu görülüyor. Burada esas ölçülen, bir aletin kullanım becerisi değil, ellerin, parmakların tuttuğu nesnelere kavrayışlarındaki hâkimiyettir. Teknisyen grubu zaten meslekleri gereği her gün bu nesnelere ile haşır neşir iş gördüklerinden devre elemanlarına tam ve mükemmel bir hâkimiyet kurmaları zaten beklenen bir durumdur.

Tablo 17 de yukarıda detaylı olarak yorumlanan 6 ögenin bulgularının bir bileşkesi olarak belirlenen El Beceri Endekslerinin gruplara göre dağılımları verilmiştir. Bu hali ile incelendiğinde öğretmenlerin el aletlerini kullanım yönünden becerilerinin profesyonel gruba göre düşük olduğu açıktır. Öğretmenler %56 düzeyinde bir beceri ortalamasına sahipken teknisyenler %90 ile belirgin şekilde profesyonel farkını ortaya çıkılmıştır. Bu beklenen bir sonuç olmakla birlikte araştırma sorusunun deneysel olarak yanıtlanması ile bilimsel olarak gösterilmiş olmaktadır. Bunun yanında araştırmanın sağladığı diğer bilgiler önemli sonuçlar

sağlayabilir. Örneğin Tablo 17 incelendiğinde becerileri (%15) çok düşük öğretmen adayları ve becerileri çok yüksek (%90) öğretmenler dikkat çekiyor. Bunalar dair sonuçlar aşağıda tartışma bölümünde değerlendirilmiştir. Öte yandan Grafik 1 de grupların Beceri Endeks puanlarının normal dağılım eğrileri gösterilmiştir. Teknisyen grubunun standart sapmasının küçük olması ve 90 puanda tepe yapması beceri testinin doğru kurgulandığına dair bir göstergedir denilebilir. Keza profesyonel teknisyen grubu el becerisinin mastır seviyesini göstermesi amacı ile araştırmaya dahil edildiği Yöntem Kısmında belirtilmişti, dolaysı ile bu anlamda fonksiyonunu yerine getirdiği söylenebilir. Öğretmen grubun dağılım eğrisinin yatık olması ve tüm puan aralıklarına yayılmış olması da anlamlı görünmektedir. Öğretmenler, başka mesleklerin profesyonel el aletlerine odaklı olmadığı için endeksinin bu şekilde bir dağılım göstermesinin de önemli bir bilgi olduğu iddia edilebilir: Bir ortalama beceri düzeyi sağında ve solunda uçlarda üstün becerililer ile becerisiz öğretmelerin varlığı bu bulgularla ortaya konmaktadır. Her iki ekstrem bölge de bulunan öğretmenler STEM eğitiminin başarısı için önemli bir yere sahip olduğu açıktır.

5.3. Tartışma ve Öneriler

Genel olarak fen eğitiminde özel olarak STEM eğitiminde öğretmenlerin pratik becerilerini nicel olarak ölçen, değerlendiren araştırmalara literatürde fazla rastlanmamıştır. Bu yönden bu tezin amacı olan el becerilerinin ölçülmesi bağlamında pratik becerilerin eğitimdeki yeri, pratik becerilerin ölçümü hususları aşağıda dört alt başlıkta tartışılacaktır.

5.3.1. Pratik becerilerin önemi ve mevcut testlerinin değerlendirilmesi. Toplum 5.0, Endüstri 4.0 kavramlarının ifade ettiği yeni toplumun arifesinde, el emeği önemini yitirmeye devam etmektedir. Bu bağlamda bilim eğitiminde el becerisinin durumu burada yeniden tartışılacaktır. Pratik beceriler, el becerileri, manipülatif beceriler, analog beceriler gibi kavramlar birbirlerine yakın fakat farklı kavramlardır. Her birinin insanın dokunma fiili ile doğrudan bağı vardır. Esasen hedeflenen, konvansiyonel teknolojilere hakim olan uzamsal

ve kinestetik beceriler kümesidir. Örneğin bir tornavida ile bir vidanın sıkılması gibi, çekiçle çivi çakarken çekicinin ataletini hissetmek gibi veya teneke makası ile bir metal levhayı keserken parmakların kasılma kuvveti ile levhanın kesi uzunluğu gibi veya bir hoparlörün ayar düğmesini çevirirken dönme açısının ses şiddetini nasıl kontrol ettiği gibi. Bu tezde el becerisi denildiğinde hedef, dokunduğumuz ve kontrol ettiğimiz nesne veya aygıtların ataletini tanıyarak davranma süreçlerindeki beceri kümesidir.

Bilişim teknolojilerinin gelişimi ve hayatımızın her noktasında ağırlığını hissettirmesi ile konvansiyonel üretim ve el emeğine olan ihtiyaç azalmış ve buna bağlı olarak fen eğitimi alanında da BİT, yazılım ve robotik gibi konular popüler olmuştur (Kızılay 2018; Murcia ve Pepper 2018). Yükselen teknolojinin eğitime yansımaları ile eğitim araştırmalarında bilişim teknolojileri ve bu yön beceriler öne çıkmış fakat el becerilerinin dahil olduğu manipülatif beceriler göz ardı edilmiştir (Özkan ve Çepni, 2019). Bu noktada Koehler ve Mishra, (2009) soruna analog-dijital teknolojik beceri kavramları ayırımına dikkat çekerek yaklaşmıştır. Araştırmacılar bilişim teknolojilerinin gelişimi ile eğitimcilerin yalnızca dijital becerilere odaklandığını, analog becerileri göz ardı ettiğini ifade etmiştir. Bu göz ardı tutumunun kaynağında ne olabilir? Dokunma fiilinin öneminin göz ardı edilmesinin kaynağında yetişkinlerin bir kavram yanılgısı olabilir; el emeği ile el becerisinin eş anlamlı düşünülmesi. Bu kavram yanılgısı, pratik becerilerin ihmalinde bir rol oynamış olabilir. Araştırma bulguları el becerilerini ne denli ihmal edildiğini de açıkça ortaya konulduğu düşünülmektedir. Öğretmen ve öğretmen adaylarının el aletlerine tanıma ve deneyimleme düzeylerinin ne denli düşük olduğu bulgularla açık şekilde ortaya konulduğu söylenebilir.

Bilimin ana izleği doğadır. Doğanın anlaşılması da insanın doğa ile temasıyla başlıyor, deney ve gözlemlerle devam ediyor; bu temasın bir ölçüde kinestetik (psikomotor) becerileri gerektirdiğini söyleyebiliriz. Dolayısı ile bilim faaliyetinde insanın doğa ile temasının kaçınılmaz olduğu görünüyor. Teknolojide de benzer bir hal vardır. Şöyle

ki teknolojik ürün ve çözümler, önünde sonunda makine-insan arayüzünde bir değer transferini sağlamak durumundadır. Örneğin otomobilin pilot koltuğuna geçerek pedal ve direksiyona tutunarak aracı kullanmak gibi ya da bilgisayarda klavye kullanmak gibi ya da saç kurutma makinesini tutmak ve fan hızına göre saçlarımızdan mesafesini ayarlamak gibi. Sonuçta teknolojik ürün beş duyu organımızın biri ya da birkaçı ile temasla değere dönüşür. Ama bilim ve teknoloji eğitiminde ya da temel amacı teknoloji rekabeti, inovasyon olan STEM eğitiminde bu boyutun hemen hemen hiç ele alınmadığını görüyoruz. Öğretmenler için hazırlanan MEB Teknoloji Tasarım Dersi Kılavuzu kitabında el becerisine dair herhangi bir kazanıma yer verilmemiş olması buna iyi bir örnek teşkil edebilir (MEB 2019b).

İnovasyona konu ürün hangi varlıkları içeriyorsa geliştiricileri, o nesnelere tanımalı, doğasını bilmeli ve onları manipüle edilebilmelidir. Yani geliştirilecek varlıkların fonksiyonlarına göre nesnelere davranışlarını, ataletlerini hissetmeleri gerekir, bu da ancak analog becerilerle, dokunarak olur. Teknoloji ne kadar kompleks ve sofistike teknikler içerirse içersin sonuçta ürün geliştirme ve prototip yapma süreci bir anlamda içinde teknoloji tarihini saklar, bu bir memeli embriyosunun ana rahimde evrim süreçlerini yaşamasına benzetilebilir. Bir prototip atölyesinde konvansiyonel teknik alet ve olanaklar en yenileri ile birlikte bulunur. Çekiçten, mengeneden, havıyadan, osiloskopa, 3D yazıcıdan elektron mikroskobuna kadar. Prototip atölyeleri olan Fab-Lab'lar buna iyi örneklerdir. Bu mekanlar tasarımcıların ürünlerini yapabilmeleri için gereken temel mekanik elektrik elektronik tezgahlarından başka yüksek teknolojinin getirdiği CNC kesici, 3D yazıcı gibi makineler ile donatılmıştır (Kohtala 2017; Stelzer ve Pollak 2016). Görüldüğü gibi teknoloji geliştirmek, bir tasarımı hayata geçirmek söz konusu ise ister bir fabrikanın ar-ge laboratuvarı olsun, isterse yeni nesil Fab-Lab gibi merkezler olsun daima (analog) temel el aletleri ve (dijital) yüksek teknoloji takım tezgahları ile bir aradadır. Elbette inovatif geliştirme süreci analog beceriler ile dijital (kavramsal ve bilişsel) becerilerin her ikisini birlikte içerir. Birbirlerine zıt gibi görünen

analog ve dijital beceriler arasında yaratıcı bir denge olmalıdır. Mühendislikte bu denge bir sarkaca benzetilir; teknolojik gelişim teori ile pratik arasına gidip gelirken gelişim hasıl olur (Dutson ve diğerleri, 2003). Elbette burada becerilerin değerinde bir ayırım yapılmak istenmiyor fakat bilim ve teknoloji okur-yazarlığında, inovasyonda yetkin bireyler yetiştirmek için doğru bir beceri kombinasyonunu gençlerimize kazandırmamız gerektiği ifade edilmek isteniyor. Bu beceri dengesine belki Finlandiya'nın eğitim sistemi örnek gösterilebilir (Niiranen, 2019). Dolayısı ile hedefimiz göz ardı ettiğimiz analog (pratik) becerilerin önce gereğini fark ettirmek ve sonra öğretmenlerimize pratik becerileri yeteri kadar kazandırmak olmalıdır. Yani STEM eğitimi, bilim eğitimi denildiğinde, bunun teknolojik pedagojik içerik bilgisi denildiğinde yalnızca bilişim teknolojileri anlaşılmalıdır (Arslan ve Özpınarın 2008; Nguyen ve Redding, 2018), bunun yanında öğretmenlerin asgari pratik beceri ihtiyaçları da anlaşılmalıdır. Bu anlamda gerçekleştirilen araştırma önemli bir ihtiyaca karşılık gelmekle birlikte, öğretmenlerin asgari pratik becerilerinin belirlenmesi yönünden bir bilgi alanına giriş niteliğinde olduğu da söylenebilir.

Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi (TPACK-"tee-pak" olarak telaffuz ediliyor) için, üç "temel" bileşenin (içerik, pedagoji ve teknoloji) teknolojiyle birleştirildiği etkili öğretim bilgisidir denilebilir. Etkili öğretmenler, teknoloji, pedagoji ve içerik bilgisini eşzamanlı olarak entegre ederek, TPACK'i öğretimlerinde her an devreye sokarlar (Koehler ve Mishra, 2009). Bu bakış açısına göre araştırma konumuz olan STEM eğitimi temelindeki el aletleri bilgi ve becerisi, TPACK kapsamında değerlendirilmelidir. Aslında STEM eğitimi kapsamında kullanılan malzeme ve teknikler örneğin, el aletlerinden başka legolar, arduino kartlar, yazılımlar vd de tümü ile bu kapsamda sayılabilir (bakınız Tablo -1). Bunlar teknolojik pedagojik içerik bilgisi kapsamındadır. Fakat mevcut literatürde teknoloji denildiğinde çoğunlukla yeni piyasaya sürülen pahalı teknolojik araç gereç ve dijital teknolojiler anlaşılmaktadır. Oysa yukarıda değinildiği gibi teknoloji kelimesi analog ve

dijital, yeni ve eski teknolojileri de kapsar. Literatürdeki STEM pedagojisi yönünden pratik becerilerin göz ardı edilmiş olduğuna ve bunu eğitimsel bir kavram yanılgısı (teknoloji denilince yalnızca dijital teknolojilerin anlaşılması) olabileceğine yukarıda değinilmiştir. Şimdi bu zaviyeden bakıldığında bu tezin el aletlerini bilmeyi ve becerili kullanmayı ele almış olması STEM eğitiminin pedagojisi yönünden önemli bir boşluğu gündeme getirdiği söylenebilir.

Bu tez çalışması öğretmenlerin pratik becerilerinin TPACK bağlamında ele alındığı pilot bir çalışma olarak değerlendirilmelidir. Bilim eğitimi kapsamında pratik beceriler konusunda daha fazla araştırmalar yapılmalıdır. Yoksa MEB in fen eğitimi programının beklentileri karşılanması gecikebileceği gibi 2023 Vizyon Belgesinde (MEB, 2019c:25) belirtilen, Tasarım-Beceri Atölyelerinde el becerisinden yoksun öğretmenlerin görevli olması gibi umut kırıcı durumlarla dahi karşılaşılabilir. Tablo-10 de görüldüğü gibi öğretmenlik stajını yapan fakat bu sınıfa kadar sadece 5 tane el aleti kullanmış öğretmen adaylarının varlığı anımsanırsa ve bu el aletlerin içinde cetvel, makas, falçata, çekiç gibi çok temel araç gereçlerin de olduğu düşünülürse önemli bir sorunla karşı karşıya olunduğu anlaşılabilir.

Bu tezin önemli bir zorluğu, benzer nitelikte örnek alınabilecek test veya ölçek çalışmalarının bulunmamasıdır. Literatürde var olan çalışmalardan bazılarını gözden geçirerek ihtiyaç duyulan ölçekler arasındaki farkların gösterilmesi yararlı olabilir.

Nijerya'da yapılan bir araştırmada meslek lisesi öğrencilerinin pratik çalışmalarını değerlendirmek için geliştirilen ölçek ders kapsamında uygulamalı proje süreçlerinde öğrencilerin performans alanlarına göre değerlendirmesini içermektedir (Chijioke ve Okoye, 2012). Ölçekte toplam 61 değerlendirme maddesinden yalnızca 8 tanesi tezimizin odaklandığı el becerilerine dair kriterlere benzer olmakla birlikte, süreci dikkate almadan ürüne odaklanması, el aletlerine dair bilgi / becerileri içermemesi ve ayrıca yalnızca meslek lisesi öğrencilerini ölçmesi ile bu tezde geliştirilen testten ayrılmaktadır. Yine Nijerya'da Effiong ve Nkwo

(2014) nın fizik öğretmenleri üzerinde yaptıkları bir araştırmada öğretmenlerin pratik becerilerini ölçmek için bir araç geliştirmişlerdir. Ancak burada öğretmenlerin beyanları değerlendirildiği için bir anlamda öz yeterlik ölçümü yapıldığı söylenebilir. Dolayısı ile Tezimizdeki testlerin hedef katılımcı kitlesi ile örtüşmüş olsa da ölçülmek istenen boyut ve kapsam bakımından oldukça farklılık arz etmektedir. Harman (2012) nın geliştirdiği laboratuvar araçlarını tanıma testinde ise 34 tane araç gerecin fotoğrafları gösterilerek öğretmen adaylarının bilgileri ölçülmüştür. Benzer fotoğraf tanıma yöntemi uzun yıllardır kullanılan Banat Mekanik Testi (Özakpınar, 1957) için de geçerlidir. Fotoğraf kullanma yönünden ölçme tekniği bakımından bu tezin tanıma/deneyim test yöntemi ile örtüşmektedir. Fakat Harman (2012) ın seçtiği laboratuvar araç gereçlerinden 34 adedinin hiçbiri bu tez kapsamındaki el aletleri ile çakışmamıştır. Diğer yandan Mekanik Kavrayış testi ise mekanik kazanımlara yönelik kavrama düzeyi ölçen maddeleri içermektedir. Temiz ve Kanlı (2005) nın geliştirdikleri test, 242 üniversite birinci sınıf öğrenci üzerinde çalışmış olmasından dolayı geçerlilik yönünden örnek alınabilir. Ancak çalışma hem lise fizik kitaplarındaki deneylerde tarif edilen araç gereçlere odaklanması yönü ile hem de hedef kitle yönü ile bu tezin kapsamı ile örtüşmemektedir. Yine ülkemizde fizik öğretmenlerin elektromekanik deneylerde kullanılan çeşitli aparat ve donanımların işlevini bilip bilmediği yönünde Gülçiçek ve Kanlı'nın (2018) yapmış olduğu bir başka araştırmada seçilen aletler bu tezdeki el aletleri ile karşılaştırıldığında yalnızca avometrenin her iki listede olduğu görülmüştür. Gülçiçek ve Kanlı'nın araştırmasında avometrenin %80 civarındaki bilinirlik düzeyi bu Tezdeki aynı maddenin başarı puanı ile uyumlu olduğu görülmüştür. Elbette tek bir aletin çakışması ve bulguların tutarlılığı ile ölçümlerin güvenilirliği hakkında güçlü bir yargıda bulunulamaz.

Yukarıda sıralanan benzer test ve ölçekler bu tezin veri toplama aracı ile karşılaştırmasını özetlemek gerekirse; tanıma / deneyim testi yöntemi ile bir ölçüde benzerlikler bulunsa bile, hem kapsam yönünden hem de uygulamalı el beceri ölçümü

yöntemi bakımından nitel ve nicel farklara sahiptir. Her şeyden önce öğretmenlerin pratik becerilerine ve doğrudan el becerisine odaklanan ve nicel olarak ölçen herhangi bir test veya ölçüğe literatürde rastlanmamıştır. Ancak buradan hareketle bu tez kapsamında geliştirilen ölçme aracının benzer araştırmaların ışığında ve bu çalışmanın sağladığı deneyimle geçerliği ve güvenilirliği yüksek bir ölçüğe dönüştürülmesi tavsiye edilir. Yapılacak yeni araştırmalara bağlı olarak STEM öğretmenleri el becerisi yeterlilik düzeyleri tanımlanabilir. Şöyle ki yapılacak olan araştırmalarda çok daha büyük örneklemeler üzerinde çalışılabilir. Yeni çalışmalar, aşağıda son paragraflarda belirtilen ölçmeyi etkileyen unsurlar dikkate alınarak yapılabilir ve bu suretle yeterlilik düzeyleri belirlenebilir.

5.3.2. Pratik becerilerin gereği, yoksunluğu ve yeterliliği. Öğretmenlerin el becerilerinin yüksek düzeyli olmadığı Tablo 17 de gösterilmişti. Buna göre teknisyenlerin el beceri başarımları düzeyleri %90 iken, öğretmenlerin ki %56 dır. Fakat öğretmenlerin el beceri düzeylerinin yetersiz olduğunu bu bulgularla iddia etmemiz güçtür. Yani öğretmenler için *temel STEM el becerileri* ya da *STEM pratik beceri düzeyleri* denilebilecek türden asgari beceri düzeyi kriterlerine ihtiyaç vardır. Ancak el aleti tanıma ve deneyim beyanı ile el beceri testlerinde öğretmenlerin teknisyenlere göre oldukça düşük düzeyde yüzdelerle sahip olduğunun belirlenmiş olması, olası bir sorun alanına işaret etmesi açısından anlamlıdır. Bu noktada STEM öğretmenleri için (fen öğretmenleri dahil) asgari el beceri yeterliliğinin bu mesleğin icrasında gerekli midir tartışmalıdır. Başka bir ifade ile fen öğretmeni olmak için el becerisi kazanmış olmaya gerek var mıdır denilebilir. Böyle bir yeterlilik talebi öğretmenlerden usta çıkartma sonucunu mu doğurur? Bunu yanıtlamadan önce öğretmenin pratik beceri ihtiyacının kaynağı tanımlanmalıdır: etkinlik, deney ya da model tasarımı yapımı söz konusu ise öğretmenin hem *i-* örnek olması bakımından, hem *ii-* ortam güvenliğinin sağlanması yönünden, hem *iii-* meslek sevgisi gereği deney hobisinin sonucu hem de *iv-* özgüven kazanma ve etkinliklerden kaçmama için *bir ölçüde* pratik bilgi ve beceri sahibi

olması beklenir. Yani özellikle STEM alanında çalışan öğretmenlerden ustalık düzeyinde olmasa da STEM projelerinde genelde kullanılan malzeme ve el aletlerinin kullanımını, dinamik doğasını ve riskleri *bir ölçüde* tanıyor olmalarının beklenmesi yanlış olmaz. Deneysel ve model tasarım uygulamaları esnasında güvenlik konusunun öğretmenlerin sorumluluklarına biraz daha vurgu yapmak gerekli olabilir. Tekbıyık ve Tepe (2017) laboratuvar kazalarına dair araştırmalarında deney güvenliğinin sağlanmasında öğretmenin rolünü ve dolayısıyla sorumluluğunu ortaya koymuştur. Öğretmen yeterliliklerine dair yayınlarda tanımlı beceriler içinde el becerisine doğrudan bir atıf olmamakla beraber pratik beceriler bir şekilde ifade edilmiştir. Bunlar ise nitel bir mahiyettedir (Arslan ve Özpınarın 2008; Nguyen ve Redding, 2018). Oysa yeterlilik düzeyleri, ancak bu tez kapsamında geliştirilen ölçme araçları gibi testlerle nicel olarak ölçülebilir olmalıdır. Bu yeterlilik düzeyleri ölçüm ihtiyacı Teknolojik Pedagojik İçerik Bilgisi kapsamında ele alınması gerekir. Bu düzeylerin belirlenmesi ile en az düzeyde beceri kazandırılması ya da var olan becerilerin açığa çıkarılması için lisans döneminde atölye dersleri ya da öğretmenlere hizmet içi eğitimler verilmesi tavsiye edilebilir.

Öğretmenlerin pratik becerilerden yoksun olmasının yarattığı sorunlar neler olabilir? Bu yoksunluk bir anlamda öğretmenin pedagojik eksikliği olarak da görülmelidir. İlerideki araştırmalara ışık tutması amacıyla ile yoksunluk bağlamında birkaç kritik hususu burada açmakta yarar olabilir. Eğer öğretmenlerin pratik bilgi ve beceriler yönünden eksiklikleri var ise mesela el beceri zorlukları ile yüzleşmekten kaçınacaklarından dolayı pratik etkinlik yapmayacaklarını söylemek yanlış olmaz. Öğretmenlerin pratik çalışmalarda yaşadıkları zorluklara dair literatürde araştırmalara rastlanmıştır. Nivalainen ve arkadaşlarının (2010) Finlandiya’da yaptıkları bir araştırmada öğretmenlerin yaşadıkları en büyük zorluklardan birinin cihazların kullanımına dair olduğunu belirlemişlerdir. Batı’nın (2018) yaptığı araştırmada ise öğretmenlerinin hemen tamamının (%86) laboratuvarın etkili olduğunu ifade

etmelerine rağmen hemen hiçbirinin bu olanağı kullanmadığı ifade edilmiştir. Yine aynı araştırmada öğretmenlerin laboratuvar araç-gereçlerine hâkim olmamaktan ve laboratuvar uygulamalarında deneyimsiz olmaktan kaynaklı endişeli tutumlarının belirlendiğini bildirilmiştir. Eryılmaz, Ertaş ve Şen (2018) yaptıkları araştırmada öğretmen adaylarının laboratuvar deneylerinde deney düzenek montajlarında zorlandıkları belirlenmiştir. Bu tez kapsamında öğretmenlerin tanıma/deneyim ve beceri düzeylerinin profesyonellere göre düşük olduğu zaten ifade edilmişti. Daha önemlisi özellikle Tanıma-Deneyim Testi içinde makas, cetvel, falçata, cımbız, çekiç, gibi çok sık kullanılan araç gereçler de bulunmasına rağmen sadece 5 tane el alet deneyimlediği belirlenen öğretmenler vardır (Tablo 10). Bu öğretmenlerin mesleğe başladıklarında bu türden zorluklarla yüzleşmemek için etkinliklerden kaçınacaklarını düşünmek yerinde bir yargıdır. Fakat bu durumu bir problem olarak ortaya koymak için üst madde de belirtildiği gibi bu testleri evrensel bir ölçeğe dönüştürecek yeni çalışmalara ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar yalnızca yeterlilik düzey ölçüm araçlarının geliştirilmesi değil aynı zaman beceri yoksunluklarının yarattığı olası sorunların da araştırılmasını amaçlamalıdır. Yeni araştırmaların bulgularına göre öğretmen eğitimlerine eklenecek atölye ve dersler olmalıdır. O zaman bu eğitimler sonucu bu kazanımlara sahip öğretmenlerde beceri eksikliğinin getireceği kaygıların ortadan kalkacağı ve etkinlikten kaçınma olumsuzluğunu da gidereceği söylenebilir. Ancak kapsamlı yeni araştırmalardan sonra; örneğin %50 altında puan alanlar için “yetersiz”, %90 nın üstünde puan alanlara “mükemmel” vb gibi ölçekler getirilebilir.

Bulgularda dikkat çeken bir husus da yüksek becerili öğretmenlerin sayıca az olmalarına rağmen beceri ortalamasını yükseltmiş olmasıdır. Öyle ki bu öğretmenler veri tablolarına geri dönülüp çapraz olarak el aleti tanıma/deneyim testi bulguları incelendiğinde düşük düzeyli olanlarının varlığı dikkat çekmektedir. Buradan çıkarılabilecek sonuçlardan biri araştırma grubu içerisinde yüksek kinestetik becerilerinin henüz farkında olmayan

öğretmenlerin varlığıdır. Ayrıca uzamsal zeka testleri ve geliştirilecek beceri testleri ile yüksek el becerili ve uzamsal zekaya sahip öğretmenler belirlenebilir. Özel eğitimlerden geçirilerek bu öğretmenlere STEM eğitim sisteminde aktif görevler verilebilir. Böylece sistemin kalıcı başarısı sağlanmış olabilir. Örneğin MEB her okula ya da her eğitim bölgesindeki BİLSEM lere (MEB, 2019c) bir usta STEM öğretmeni sıfatı ile öğretmen atayabilir. Bu durumda bu seçkin öğretmenlerin etkisi ile STEM eğitiminin amaçları yönünde faydalı ve kalıcı sonuçlara ulaşabilir.

5.3.3. Öğretmenlerin DIY kültürü edinmeleri. Araştırılması gereken konulardan biri de bizde fen öğretmenlerinin DIY kültüründen ne derece etkilendikleri ve kendi kendilerine proje yapıp yapmadıkları konusudur. Maker Hareketi, STEM öğrenmesini teşvik etmesi yönü ile eğitimciler tarafından önemsenmektedir (Bullock ve Sator, 2015; Jill ve Janson, 2018). Maker hareketi DIY kültürü kökleri ile aslında erişkin bireylerin bir davranışı olarak görülmelidir. Bu yönü K-8 sınıf seviyelerine kadar öğrenci etkinliklerini bu tanımda değerlendirmek güç görünmektedir. Ancak bu kültürün araç gereçlerini tanıma ve bağımsız olarak teknoloji üretme, ortaya bir cihaz koyma heyecanı eğitim açısından önemli görülebilir. Aslında DIY kültürüne daha çok fen ve teknoloji öğretmenlerinin ilgi göstermelerini beklemek anlamlı olabilir. Gerçekten DIY kültürü veya Maker Hareketi kavramları ile ifade edilen etkinliklerin öğrencileri hedeflemesinden daha önemlisi belki öğretmenlerin bu kültüre ne derece sahip olduğudur. Öğretmenin beceri düzeylerine bakılmaksızın kendi kendine bir DIY etkinliği yapma, bu yön topluluklara dahil olma heyecan ve aktivitesi içinde olması, STEM eğitimi yönünden öğretmenlerden beklenen bir özelliktir denilebilir. Tez konusu bağlamında özellikle kinestetik ve uzamsal becerileri yüksek öğretmenlerin bu tür etkinliklere teşvik edilmesi MEB için önemli bir öğretmen yönlendirme uygulaması olabilir. Bunun için de yine STEM öğretmen yeterliği ölçeğinin geliştirilmesi önemli görülmektedir.

5.3.4 El becerisinde cinsiyetin rolü. Wilsona ve Lowb (2015) mekanik kavrayış yönünden cinsiyet farkını inceledikleri araştırmalarında tornavidanın fonksiyonuna odaklanarak tornavida aletindeki fiziği dair soruları referans almışlardır. Bu soru yapısı ile araştırma bulguları bu tezin pratik beceriler yönündeki bulguları ile karşılaştırılabilir. Wilsona ve Lowb (2015) kadın erkek arasında mekanik kavrayıştaki başarı farkını kültürün cinsiyete dair yarattığı farka bağlama eğilimindedir. Bu farkı, erkek çocukların kızlardan daha çok tornavida kullanmaya teşvik edildiği gibi kültürel değerlerin oynadığı role bağlamaktadır. Tornavidanın doğasına dair soruların yanıtlanmasında erkeklerin ortalama puanı %51 iken kadınların ki %37 dir. Fakat bu fark özellikle orta ve düşük puan alanların farklarından kaynaklandığını, yüksek puanlı gruplar karşılaştırıldığında farkın azaldığı hatta kadınların puanlarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna dayanarak mekanik kavrayış beceri farkının insan beyninin küçük yaşlardaki yüksek plastitesine ve bunu besleyen kültürel yapıya bağlı olabileceği savunulmaktadır. Bu tezin kadın örneklemini küçük olmakla beraber veriler incelendiğinde el aleti becerisi yönünden yönünden erkeklerin daha başarılı olduğu belirlenmiştir. El becerisi ile cinsiyet arasında yüksek korelasyon görülmüştür. Hatta Wilsona ve Lowb'un (2015) kadın/erkek başarı oranları ile hemen hemen aynı oranlarda bir fark bulunmuştur. Fen Bilgisi Dersi öğretmenlerinin önemli bir kısmının kadınlardan oluştuğu göz önüne alınarak bulgunun yaratacağı sorunlar ve çözümleri de yeni araştırmalara konu olması gerektiği söylenebilir.

5.3.5 Testlerin geliştirilmesine dair öneriler. Testlerin ilk defa uygulanmasına bağlı olarak görülen noksanlıklar ve mevcut çalışmaların deneyimleri dikkate alınarak yukarıda bahsedilen *STEM öğretmen el beceri düzeyleri* için evrensel (geçerliliği güçlü) bir ölçek geliştirmek mümkün olabilir. Yeni çalışmalar yapacak olanlara referans olması niyeti ile aşağıda iyileştirici önerilerde bulunulmuş ve kritik hususlar ifade edilmiştir;

- El aleti tanıma testleri ve deneyime dair testlerin açık uçlu olması denekler açısından düşünme, yazma gibi zaman zorluklarını getirmiştir. Oysa deneyim sorgulamasının likert tipi (Chijioke and Okoye, 2012) dereceli seçenekli yapılması, tanıma testinde de çeldiricileri etkili kullanarak yine çoktan seçmeli bir yapıya kavuşturulması, hem denekleri hem de verilerin işlenmesinde rubriğin getireceği hataları azaltmak ve büyük örneklerde çözümlenmeyi kolaylaştırmak yönünden oldukça yararlı olabilir.

- Test süresince zaman ölçümü yapılmasının deneklerde oluşturduğu gerilim; bu hem sözlü olarak ifade edilmiş hem de deneklerin davranışlarına yansımıştır. Bazı denekler bu nedenle panik dahi yaşamıştır. Bunun yarattığı baskının etkisinin nasıl azaltılabileceği araştırılmalıdır.

- Kullanıldıkça LED ve dirençlerin tel bacaklarındaki şekil bozuklukları yeni deneklerin montajlarında bir ölçüde zorluklar yarattığı gözlenmiştir. Bu zorluğun önüne geçmek için daha sık komponent değiştirme yapılabilir.

- Denekler klemenslerin yapısını iyi bilmedikleri için bazıları kapalı klemens gözüne hatalı olarak komponent uç bağlantısı yapmaya çalışmışlar ve zaman kaybetmişlerdir. Devre şekli bu hataya düşmeyi azaltacak yönde şekilsel düzenlemeler yapılmalıdır.

- Kullanılan dirençler küçük olan çeyrek Watt'lık dirençlerdir. Bunların klemenslere montajı geçmelidir. Birçok denek bu 10 tane paralel direncin klemenslere geçmeli montajında zorluk yaşamıştır. Kinestetik becerileri yüksek olan bazı denekler ise dirençlerin tek tarafını önce kolayca montajlayıp diğer tarafı iki el on parmak marifeti ile alıştırarak kolayca yapabilmişlerdir. Burada direnç bacaklarının daha kalın olmasının montajı kolaylaştırma durumu ayrıca tartışılabilir.

- Subjektif gözlemlerin yapısı analiz edilerek büyük örneklerde geçerlik ve güvenilirlik için bir gözlemcinin tüm örneklemei gözleyemeyeceği bu durumda çözümler

geliştirilmesi tartışılmalıdır. Örneklem büyüklüğü bu anlamda geliştirilecek çözümlere bağlı olabilir.

- Tanıma/Deneyim Testinde tüm aletlerin tanınırlığı, deneyimi aynı şekilde derecelendirilmiştir. Gelişmiş testlerde bunlara nispi puan yapısı getirilebilir. Bir makasın puanı ile karga burnu aletinin deneyimi eşit puanla verilere dahil edilmesi durumu test geliştirme sürecinde tartışılmalıdır.

Sonuç olarak yapılan araştırmada fen öğretmenlerin STEM ilişkili el aletleri yönünden tanıma/deneyim ve beceri düzeylerinin düşük olduğu görülmüştür. STEM eğitiminin ülkemizde istenen amaçlara ulaşması için ilgili öğretmenlerin yalnızca teorik bilgi de yetkin olmaları değil aynı zamanda el becerileri yönü ile de asgari bir yeterliliğe sahip olmaları gerektiği söylenebilir. Bu yeterlilik düzeylerinin belirlenmesi için ve bu becerilerin öğretmenlere kazandırılması için yeni çalışmaların yapılması gereği ortadadır. Diğer yandan STEM başarısında bu yeterliliklere sahip öğretmenlerin de MEB tarafından eğitim sistemi içinde yeni imkan ve sorumluluklarla donatılmasının önemli olduğu ifade edilebilir.

Kaynakça

- Abrahams, I. & Sağlam, M. (2010). A study of teachers' views towards practical work in secondary schools in England and Wales. *International Journal of Science Education*, 2010, 32 (06), 753-768.
- Ackehurst M., Polvere R. & Erzinger T. (2019). *VET for secondary school students: acquiring an array of technical and non- technical skills - support document*. National Centre for Vocational Education Research, Australia.
- Akbaba C. (2017). *Okullarda maker ve STEAM eğitim hareketlerinin incelenmesi*, (Yüksek Lisans Projesi). Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- Akkoyunlu B. (2019). *Policy briefing 1: Introducing STEM PD net to policy makers* European STEM Professional Development Centre Network, erişim tr:10.10.2019, <http://stem-pd-net.eu/en/briefings/>
- Allent D. W. & Cooker J. M. (1970). *Microteaching, ERIC Clearinghouse on Teacher Education, Washington, D.C*, Office of Education (DREW), Washington, D.C.-NCEC, internet erişim tarihi 29.09.19, <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED041190.pdf>
- Altan E. B., Yamak H. & Kırıkkaya E..B., (2016). FeTeMM eğitim yaklaşımının öğretmen eğitiminde uygulanmasına yönelik bir öneri: Tasarım temelli fen eğitimi, *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2016, Cilt 6, Sayı 2, 212-232.
- Arslan S. & Özpınar İ. (2008). Öğretmen nitelikleri: İlköğretim programlarının beklentileri ve eğitim fakültelerinin kazandırdıkları, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)* Cilt 2, Sayı 1, Haziran 2008, sayfa 38-63.
- Aslan B. & Topçu İ. (2010). Politeknik eğitimin ortaya çıkışı ve uygulamaları, *e-International Journal of Educational Research*, Volume: 1 Issue: 2- Autumn 2010 pp.17-34
- ASO, Asomedyay, (2018). ASO'dan mesleki yönlendirmede büyük başarı, *Ankara Sanayi Odası Yayın Organı*, Kasım-Aralık 2018

- Ayas A. (2019). Fen Bilgisi Öğretiminde Laboratuvar Kullanımı, Anadolu Üniversitesi, internet erişim tarihi 29.09.19, <http://kisi.deu.edu.tr/bulent.cavas/ders/rapor2.pdf>
- Aydın G., Saka M. & Guzey S. (2018). 4-5-6- 7. ve 8. Sınıf öğrencileri için mühendislik bilgi düzeyi ölçeği, *İlköğretim Online*, 2018; 17(2): s.750-768.
- Aydoğdu, C. & Şener, F. (2016). Fen eğitiminde laboratuvar kullanım tekniğinin ve güvenliğin önemi ve CLP tüzüğüne getirileri üzerine bir araştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi (ESTÜDAM) Eğitim Dergisi*, 1 (1), 39-54.
- Black P. (1998). An international overview of curricular approaches and models in technology education, *The Journal of Technology Studies*, internet erişim tarihi: 29.11.19, <https://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTS/Winter-Spring-1998/black.html>
- Balyk N., Barna O., Shmyger G. & Oleksiuk V. (2018). Model of professional retraining of teachers based on the development of STEM competencies, 2018 ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, Kyiv, Ukraine, May 14-17, 2018.
- Batı K. (2018), Türkiyede fen eğitimi ve kimya eğitimi laboratuvar uygulamalarına genel bir bakış, *Doğu Anadolu Sosyal Bilimlerde Eğilimler Dergisi*, 2/1, 2018
- Bircan M. A., Köksal Ç. & Cımbız A. T. (2019). Türkiye'deki STEM merkezlerinin incelenmesi ve STEM merkezi model önerisi, *Kastamonu Education Journal*, 27(3), 1033-1045.
- Blikstein P. (2013). Digital fabrication and “making” in education; The democratization of invention, *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, 4, 1-21
- Brahms L. J. (2004). *Making as a learning process: identifying and supporting family learning in informal settings*, (degree of Doctor of Philosophy), University of Pittsburgh 2014

- Brown J.S., Collins A. & Duguid P. (1989). Situated cognition and the culture of learning, *Educational Researcher* 32-42
- Bullock S, M. & Sator A. J. (2015). Maker pedagogy and science teacher education *Journal of the Canadian Association for Curriculum Studies* Volume 13 Number 1 2015, ss: 60-87
- Buyruk B. & Korkmaz Ö. (2016). FeTeMM Farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenilirlik çalışması, *Türk Fen Eğitim Dergisi*, Cilt 13, Sayı 2, 61-76.
- Carter V. & Burgin S. (2018). The challenges of figure overuse in STEM education: Lessons learned from the recent history of science education, K-12 *STEM Education* Vol. 4 No. 1, Jan-Mar 2018, ss.305-311
- Chijioke, O.P. & Okoye K. R. E. (2012). Development and validation of instrument for assessing practical skills in building electronics systems in Nigerian Technical Colleges, *Journal of Emerging Trends in Engineering and Applied Sciences (JETEAS)* 3(5): 779-785
- Chung C. J. (2014). Integrated STEAM education through global robotics art festival (GRAF), *Integrated STEM Education Conference (ISEC)*, Mar. 2014, ss. 1-6
- Çepni S. (2014), *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*, Celepler Mat. Trabzon
- Çepni S. (2017a). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, Editör, Çepni S.,Pegem Yayınevi Ankara
- Çepni S. (2017b). *STEM nereye koşuyor*, BAAK Astronomi Kulübü STEM Paneli, 27.05.2017, internet sitesi: <https://baak.org.tr/wp-content/uploads/2017/06/afis-son-214x300.jpg>
- Çepni S. (2019), Fen bilimleri ders deneyle öğretilmeli, *Derin Marif Dergisi*, <http://www.derinmaarif.com/fen-bilimleri-dersi-deneyle-ogretilmeli/>).

- Çepni S. & Ormancı Ü. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, Editör, Çepni S., Pegem Yayınevi Ankara
- Çiçek T., Seyrankaya A., Cöcen İ., Yenice U., Malayoğlu U., Onur A.H., Kahraman B. & Şafak S. (2004), *Mühendislik aktif eğitiminde mesleki becerilerin kazanılması*, 1.Ulusal Mühendislik Kongresi, İzmir
- Çorlu M. S., Capraro R. M. & Capraro M. M., (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation, *Education and Science*, 2014, Cilt 39, Sayı 171, ss 74-85.
- Demir O. & Duruhan K., (2019). İsmayıl Hakkı Baltacıoğlu'nun özgün eğitim sistemi ve bu sistemin zamanın çağdaş eğitim yaklaşımları ile karşılaştırılması, *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi (UEAD)*, Yıl: 2019 Cilt:3 Sayı:1 Sayfalar: 1-25
- Dillon J. (2008). A Review of the research on practical work in school science, *King's College London*
- Diñer, H. (2014). STEM eğitimi ve işgücü: Bilgi ekonomisinin olmazsa olmazı, *TÜSİAD GÖRÜŞ Dergisi* Ağustos 2014 tarihli 85. sayısı, <https://tusiad.org/tr/yayinlar/gorus-dergisi/item/7882-tusiad-gorus-dergisi-no-85>
- Driel, J. H., Beijaard, D. & Verloop, N. (2001), Professional development and reform in science education: The role of teachers' practical knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 2001/38, 137–158
- Dutson A., Green M., Wood K. & Jensen D. (2003). *active learning approaches in engineering design courses*, Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, USA
- Effiong, R.U.U. & Nkwo N.I. (2014), Assessment of physics teachers' practical skills capacity as basis for improving teacher retraining programmes, *World Educators Forum*, Volume 4 No. 1, November, 2014,

- Ejiwale, J. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*. Vol.7 (2) pp. 63-74.
- Eryılmaz Ö.M., Ertuş H. K. & Şen, A. İ. (2018). Fen bilgisi öğretmenliği lisans öğrencilerinin açık uçlu deneylere ilişkin görüşleri: Deney günlükleri. *Sakarya University Journal of Education*, 8(3), 158-175
- Faize F.A. & Dahar M. A. (2011), Physics teachers' competency in practical skills - a comparison of 'O' level and federal board students' views in Pakistan, *European Journal of Social Sciences* – Volume 19, Number 4 (2011)
- Francis, K., Gabriela A. Y., Chapman, O., Cherkowski, G., Dodsworth, D., Friesen, S., ... Turner, J. (2018). *Forming and transforming STEM teacher education*, 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), 686-694.
- Geçer A.K. & Zengin R. (2016), Science teachers' qualifications towards laboratory practises and encountered problems, *International Journal of Education and Research* Vol. 4 No. 1 January 2016;249-249
- Gökbayrak S. & Gökbayrak Z. (2017). *WIN-WIN STEM çalıştayı sonrasında fen bilgisi öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşleri*, FATİH Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesi, 17 - 18 Kasım 2017
- Guzey S. S., Moore T. J. & Harwell M., (2016). Building up STEM: An analysis of teacher-developed engineering design-based stem integration curricular materials, *Journal of Pre-College Engineering Education Research* 6:1 (2016) 11–29.
- Gülççek Ç. & Kanlı U. (2018), Pre-service physics teachers' recognition of apparatuses used in mechanics and electricity and magnetism experiments, *Universal Journal of Educational Research* 6(12):2864-2874, 2018.

- Harman G. (2012), Sınıf öğretmeni adaylarının fen ve teknoloji öğretiminde kullanılan laboratuvar araç gereçleri ile ilgili bilgilerinin incelenmesi, *Dünyadaki eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, February 2012, Volume 2 Issue 1 Article 18
- Harayama Y. (2017). Society 5.0: Aiming for a new human-centered society, *Hitachi Review*, 2017 ,Vol. 66, No. 6 , ss:8-13.
- Havıce W., Havıce P., Waugaman C. & Walker K. (2018). Evaluating the effectiveness of integrative STEM education: Teacher and administrator professional development, *Journal of Technology Education* Vol. 29 No. 2, Spring 2018 ss:73-90.
- Hofstein, A. & Giddings, G. (1980). *Science education center, trends in the assessment of laboratory performance in high school science instruction*. Technical Report No.20. Iowa Univ., Iowa City. Science Education Center.
- ISTE-SEM, (2018). *STEM öğretmen eğitimi*, Seminer program adı, İskenderun Teknik Üniversitesi, 29 Ocak 2018 <http://sem.iste.edu.tr/egitimler/stem-ogretmen-egitimi>.
- Jørgensen E. S. (2017). Çağrılı bildiri, *FATİH Projesi Eğitim Teknolojileri Zirvesi*, 17 - 18 Kasım 2017.
- Kanmaz E. (2015). Bir eğitim kurumu olarak bauhaus'un günümüz görsel tasarım eğitimine getirileri, *Journal of educational sciences* June 2015.
- Kahraman M. & Polat D. (2017), Anxiety scale for science teachers' laboratory work and teaching: validity and reliability Analysis, *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Eğitim Fakültesi Dergisi* 30 (2), 2017, 757-780
- Karataş, (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi*, Editör, Çepni S.,Pegem Yayınevi Ankara
- Kılınç A., Demirbağ M. & Yılmaz Ş. (2018). STEM alanları bilim insanlarının fen, matematik, mühendislik ve teknoloji arasındaki ilişkiler hakkında inançları: STEM

- için pedagojik bir çerçeve, *Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*,31 (2), 2018, ss: 365-480.
- Kızılay E. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının FETEMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri, *The Journal of Academic Social Science Studies*,(47), ss.403-417.
- Kızılay E. (2018). Türkiye’de öğretmen eğitimi konusunda STEM çalışmaları, *Tarih Okulu Dergisi (TOD)*, Haziran 2018, Yıl 11, Sayı XXXIV, ss. 1221-1246.
- Koehler, MJ & Mishra, P. (2009). (2009). What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Kohtala C., (2017), Making “making” critical: how sustainability is constituted in Fab Lab ideology, *The Design Journal, An International Journal for All Aspects of Design* 20:3, 375-394,
- Korkmaz H (2001). Çoklu zekâ kuramı tabanlı etkin öğrenme yaklaşımının öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi, *Eğitim ve Bilim*, 26(119) 71-78.
- Kuenzi J. J. (2008). Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action, *CRS Report for Congress*, USA.
- Lambert J., C10c C., C10c S. & Sandt D. (2018). Making connections: Evaluation of a professional development program for teachers focused on STEM integration, *Journal of STEM Teacher Education: Vol. 53 : Iss. 1 , Article 2.*
- Liston M. (2018). Designing meaningful STEM lessons, designing meaningful STEM lessons, *Science*, 53 (4) pp 34-37.
- Maltese A.V., Simpson A. & Anderson A., (2018), Failing to learn: The impact of failures during making activities, *Thinking Skills and Creativity Volume 30*, December 2018, Pages 116-124
- Marshall J. A. & Harron J. R. (2018). Making learners: a framework for evaluating making in STEM education, interdisciplinary, *Journal of Problem-Based Learning*, 12(2).

- MEB. (2016). *STEM eğitim raporu*, Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü. Ankara: MEB
- MEB. (2018a). “*Fen bilimleri dersi öğretim programı*”,
<http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>
- MEB. (2018b). *Teknoloji ve tasarım dersi öğretim programı*, MEB, 2018
- MEB. (2018c). *Küresel bağlamda STEM yaklaşımları*, Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, MEB, Ankara.
- MEB. (2019a). *Kazanım merkezli STEM uygulamaları*, MEB Özel Öğretim Kurumları Genel Müdürlüğü, Ocak, 2019, Ankara
- MEB. (2019b). *Teknoloji ve tasarım öğretmenleri için kılavuz*, Baskı Gazi Mesleki Eğitim Merkezi, 2019
- MEB. (2019c). *2023 Eğitim Vizyonu*, internet erişim tarihi 29.09.2019,
<https://2023vizyonu.meb.gov.tr/>
- Medipol (2018), *STEM eğitimi*, İstanbul Medipol Üniversitesi ; internet erişim tarihi 29.09.2019, <https://www.stemistanbul.com/stem-egitmen-egitimi/>
- Millar, R. (2004). *The Role of practical work in the teaching and learning of science. (commissioned paper) committee on high school science laboratories: Role and vision*, Washington DC: National Academy of Sciences, October
- Milliyet, (2018a). *Stem eğitimleri tamamlandı*, Gazete haberi, 07 Eylül 2018,
<http://www.milliyet.com.tr/stem-egitimleri-tamamlandi-zonguldak-yerelhaber-3020231/>

- Milliyet, (2018b). *Van'da 'Stem öğretmen eğitimi' başladı*, Gazete haberi, 25 Eylül 2018, <http://www.milliyet.com.tr/van-da-stem-ogretmen-egitimi-basladi-van-yerelhaber-3053581/>
- Milliyet, (2018c). *Erdek, stem eğitimi'ne hazır*, Gazete haberi, 02 Aralık 2018, <http://www.milliyet.com.tr/erdek-stem-egitimi-ne-hazir-balikesir-yerelhaber-3190106/>
- Milna A. (2014), *What makes a maker: Common attitudes, habits and skills from the Do-It-Yourself (DIY) community*, Mastır Tezi, Simon Fraser University, Canada
- Moore T. J. & Smith K. A. (2014). Advancing the state of the art of STEM integration, *Journal of STEM Education* Volume 15 • Issue 1 January-April 2014, s: 5-10
- MYK, (2011), *İşletme elektrik bakımcısı (seviye 5)* , Mesleki Yeterlilik Kurumu, Resmi gazete tarih sayı; 20.12.2011-28148(Mükerrer)
- MYK, (2018), *Mekatronik sistem operatörü (seviye 5)* , Mesleki Yeterlilik Kurumu, Resmi gazete tarih sayı; 6.12.2018-30617
- Murcia K. & Pepper C. (2018). Evaluating the social impact of a science centre's STEM professional learning strategies for teachers, *Issues in Educational Research*, 28(2), 2018, Australia.
- Nadelson L. S. & Seifert A. L. (2016). Putting the pieces together: A model K–12 teachers' educational innovation implementation behaviors, *Journal of Research in Innovative Teaching*, USA, Volume 9, Issue 1, March 2016, ss: 47-67
- Niiranen S. (2019). Supporting the development of students' technological understanding in craft and technology education via the learning-by-doing approach, *International Journal of Technology and Design Education*, 3 September 2019.
- Niiranen S. & Riissanen T. (2017). *Learning by doing and creating things with hands: Supporting students in craft and technology education, fostering the creativity of youth*

- around the globe*. International Technology and Engineering Educators Association (ITEEA). Retrieved from <https://www.iteea.org/File.aspx?id=115739&v=21dfd7a>
- Nivalainen V., Asikainen M. A., Sormunen K. & Hirvonen P. E. (2010), Preservice and inservice teachers' challenges in the planning of practical work in physics, *J Sci Teacher Educ* (2010) 21:393–409
- Ntemngwa C. & Oliver J. S. (2018). The Implementation of integrated Science Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Instruction using robotics in the middle school science classroom, *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST)*, 6(1), 12-40.
- Nguyen T. D. & Redding C. (2018). Changes in the demographics, qualifications, and turnover of American STEM teachers, 1988–2012, *AERA Open* July-September 2018, Vol. 4, No. 3, pp. 1–13
- NSF. (1993). *The federal investment in science, mathematics, engineering and technology education: where now? what next? executive summary*, Federal Coordinating Council for Science, Engineering and Technology, Washington, DC.
- NSF-NSB. (2010). *Preparing the next generation of STEM innovators: Identifying and developing our nation's human capital*, The National Science Board, National Science Foundation, USA.
- NSF. (1998). *Shaping the future*, Volume II: National Science Foundation Directorate for Education and Human Resources: USA.
- NSTA (2012), *Knowledge base supporting the 2012 standards for science teacher preparation* The National Science Teaching Association, int.erişim 03.05.2020, <https://www.nsta.org/preservice/docs/KnowledgeBaseSupporting2012Standards.pdf>

- Obama, (2010). *Başkan Obama, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimini geliştirmek için “yenilenmeye eğit” kampanyasının büyük genişlemesini ilan edecek*, Beyaz Saray, Basın Sekreteri Ofisi, USA, 16 Eylül 2010
- O’Connor (2019). *O’Connor Finger Dexterity Test* ,
https://www.ncmedical.com/images/pdf/nc70015_oconnor_finger_dexterity_test_020718.pdf
- Özakupınar Y. (1957), *Mekanik istidat üzerine bir araştırma*, Bitirme Tezi, İstanbul Üniversitesi, 1957, int. erişimi; 04.05.2020, <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/99970>
- Özel, (2018), *STEM eğitici eğitimi programı*, Özel STEM Eğitim Programı, İstanbul, <https://zetzeka.com/events/stem-egitimi/>
- Özkan C. (2012). *İsmayıl Hakkı Baltacıoğlu hakkında derleme*,
<https://www.beyaznokta.org.tr/oku.php?id=351>
- Özkan C. (2018). Geleceğimiz için bilim merkezleri, *HBT Herkese Bilim Teknoloji Dergisi*, Sayı 132, 5 Ekim 2018 s:16
- Özkan C. & Çepi S. (2019), ‘STEM öğretmen eğitimine dair tematik inceleme; 2014-2018 yıllar arası’, *1.Uluslararası FMGT Eğitimi Kongre Bildirisi*, 2019, İzmir
- Özsoylu A. F., (2017), Endüstri 4.0, *Çukurova Üniversitesi İİBF Dergisi* Cilt:21. Sayı:1. Haziran 2017 ss.41-64
- Öztürk F. Ö. (2019). stem uygulamalarına ilişkin görüşlerle bu uygulamanın bilimsel tutum ve fen öğretimi öz yeterlik inancı üzerine etkisi, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* e-ISSN:2146-5983 Yıl: 2019 Sayı: 52 Sayfa: 01-38
- Patricia W. (1990), *Assessment of laboratory skills of science teachers via a multi-methods approach*. American Educational Research Association Annual Meeting and National

- Council on Measurement in Education Annual Meeting, Roston, Massachusetts April 18, 1990
- Pawlowski B. (2007). *The SAI guide to building effective STEM education programs*, The National Alliance of State Science and Mathematics Coalitions (NASSMC), USA, 2007
- Peker M. (2009). Genişletilmiş mikro öğretim yaşantıları hakkında matematik öğretmeni adaylarının görüşleri, *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi* Bahar 2009, 7(2), 353-376
- Robinette K. M., Ervin C. & Zehner G. (1987). *Development of a standard dexterity test battery*, Anthropology Research Project, Inc. Harry G. Armstrong Aerospace Medical Research Laboratory.
- Polgampala A. S. V., Shen H. & Huang F. (2017). STEM teacher education and professional development and training: challenges and trends, *American Journal of Applied Psychology*, 6(5): 93-97
- Raymond E.T., Gravel B.E., Kohberger K. & Browne K. (2016), source code and a screwdriver: STEM literacy practices in fabricating activities among experienced adult makers, *Journal of Adolescent & Adult Literacy* Vol. 60 No. 6 pp. 617–627
- Rivera D, Garcia A., Ortega J. E., Alarcos B, Meulen K., Velasco R V. & Barrio C. (2019). Intraindividual variability measurement of fine manual motor skills in children using an electronic pegboard: Cohort study, *JMIR Mhealth Uhealth* 2019 | vol. 7 | iss. 8 | e12434 | p. 1
- Ritz J. M. & Fan S.-C. (2015). STEM and technology education: international state-of-the-art, *Int J Technol Des Educ* (2015) 25:429–451.
- Rolston S. & Coxox E., (2015). Engineering for the real world: Diversity, innovation and hands-on learning, *International Perspectives on Engineering Education, ESSICA* 2015, 261-278

- Rubani S. N. K , Subramaniam T. S. , Ariffin A. Hamzah N. & Bidin M. (2017), Practical knowledge of prospective teachers' in pedagogy, international postgraduate *Conference on Applied Science & Physics 2017*
- Sagan C. (2018:23), *Suluk mavi nokta*, Çev.Süha Sertabiboğlu Ayrıntı Yayınları, İstanbul
- Sarı U., Alıcı M. & Şen Ö.F., (2017), The Effect of STEM instruction on attitude, career perception and career interest in a problem-based learning environment and student opinions, *Electronic Journal of Science Education* Vol. 22, No. 1
- SAÜSEM. (2018). *STEM-(egitici-egitimi)-kursu-(uzaktan-egitim)*, Sakarya Üniversitesi, internet erişim tarihi 15.09.2018 [https://sausem.sakarya.edu.tr/3/2117/Egitim/STEM-\(Egitici-Egitimi\)-Kursu-\(Uzaktan-Egitim\)](https://sausem.sakarya.edu.tr/3/2117/Egitim/STEM-(Egitici-Egitimi)-Kursu-(Uzaktan-Egitim))
- Scott C. E. (2009). *A comparative case study of the characteristics of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) focused high schools*, (Doktora Tezi), USA, George Mason University.
- Raymond E.T., Gravel B. E., Kohberger K & Browne K. (2016). Source code and a screwdriver: STEM literacy practices in fabricating activities among experienced adult makers, *Journal of Adolescent & Adult Literacy* Vol. 60 No. 6, 617-626
- Semrad J. & Skraball M. (2017). Polytechnic education today and the dual system, *International Journal of Teaching and Education* Vol. V, No. 1 / 2017
- Sianez D. M., Fugère M. A. & Lennon C. A T (2010), Technology and engineering education students' perceptions of hands-on and hands-off activities, *Research in Science & Technological Education* Vol. 28, No. 3, November 2010, 291–299
- Stelzer R. & Pollak P., (2016), Fab Lab @ School digitale fertigungstechnologien im unterricht, *Medienimpulse* Jg. 54, Nr. 1, 2016

- Şen H. (2015). Hemşirelikte psikomotor beceri öğretiminde rehber ilkeler: Kalp masajı örneği, *DEUHYO ED Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi* 2012,5 (4), 180-184.
- Şenel A. & Gençoğlu S. (2003). Küreselleşen dünyada teknoloji eğitimi, *Gazi Üniversitesi Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi* Y.11, No.12, S.45-65
- Seymour E. (2001). *Tracking the processes of change in US undergraduate education in Science, Mathematics, Engineering, and Technology*, Issues And Trends
- Siekman G. & Korbel P. (2016). *Defining 'STEM' skills: review and synthesis of the literature*, Support document 1-NCVER, Australian
- Suleiman K. (2014). Impact of microteaching on pre-service science teachers preparation for teaching practice in selected colleges of education in north central Nigeria, School of Education, National Open University of Nigeria.
- Tekbiyik, A. & Tepe, M. (2017). Türkiye'de 2001-2017 yılları arasında yaşanan laboratuvar ve deney kazalarının değerlendirilmesi. *International Journal of Innovative Approaches in Education*, 1(1), 11-20.
- Temiz B.K. & Kanlı U. (2005), Üniversite 1. sınıf öğrencilerinin temel fizik laboratuvar araçlarını tanıma bilgileri. *Milli Eğitim Dergisi*. (2005)168.
- Thompson E. M. (2014). *A formative evaluation of griffin high school integrative Science Technology, Engineering and Mathematics Academy*, Doktora Tezi, The University of Georgia, USA,
- Tiffin J. & Asger E.J. (1948). The purdue pegboard: norms and studies of reliability and validity, *Journal of Applied Psychology*, 32(3), 234-247.
- SÜ, Sakarya Üniv. (2018), <http://www.eee.sakarya.edu.tr/en/icerik/0/23129/abet-engineering-definition>

- Tuncer M. & Tanaş T. (2015). teknik eğitim fakültelerinin teknoloji fakültelerine dönüştürülmesi uygulamasının Delphi tekniğine göre değerlendirilmesi, *Yükseköğretim Dergisi* 2015;5(3):133–146.
- Türkcan E. (2011). *Teknoloji tarihi*, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir
- UNESCO. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century*, IBE International Bureau of Education.
- Velikova E., Mazılı I. M., Ivanova R. V. & Georgieva D. (2018), *About The STEM education*, proceeding of University of Ruse - 2018, volume 57, book 6.4. s:10-14
- Vırtıcı M.P. & Sorgo A., (2015). Can we expect to recruit future engineers among students who have never repaired a toy?, *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12 (2), 249-266
- Wai J., Lubinski D. & Benbow C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance, *Journal of Educational Psychology* 2009, Vol. 101, No. 4, ss: 817– 835.
- Wilsona K.F. & Lowb D.J. (2015), *Smart grils know how to use a screwdriver*, ACSME Proceedings| Transforming practice: Inspiring innovation -Proceedings of the Australian Conference on Science and Mathematics Education, Curtin University, Sept 30th to Oct 1st, 2015, pages 125-131
- Yenilmez K. & Balbağ Z. (2016). Fen bilgisi ve ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının STEM'e yönelik tutumları, *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, Kasım 2016 Cilt: 5 Sayı: 4 Makale No: 30, ss: 301-30.
- Yıldırım B. (2018). STEM uygulamalarına yönelik öğretmen görüşlerinin incelenmesi, *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi* 2018, Cilt 4, Sayı 1, 42-53

- Yıldırım B. & Altun Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi, *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi* Cilt: 2, No: 2, 2015, ss: 28-40.
- Yıldırım B. & Selvi M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses, *Journal of Human Sciences*, 13(3), 3684-3695.
- Yıldırım P. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma, *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi* Sayı. 35 Yıl. 2017

Ekler

Ek - 1

STEM İlişkili El Aletleri Tanıma-Deneyim Testi - UÜ Eğitim Bilimleri Enstitüsü 2019

- 1- Fotoğraftaki el aletinin;
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?
.....
b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?
.....



- 2- Fotoğraftaki el aletinin;
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?
.....
b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?
.....



- 3- Fotoğraftaki el aletinin;
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?
.....
b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?
.....



4- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



5- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



6- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



7- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



8- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



9- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



10- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



11- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



12- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



13- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



14- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



15- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



16- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



.....

.....

17- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



.....

.....

.....



18- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



.....

.....

.....

19- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



.....

.....

20- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



21- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



22- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



23- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



24- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



25- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



26- Fotoğraftaki el aletinin

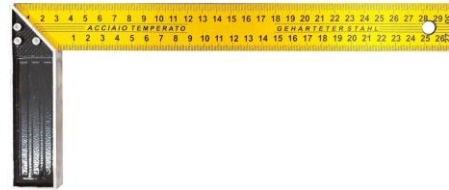
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



27- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

/

.....

28- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



29- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



30- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....

.....



31- Fotoğraftaki el aletinin

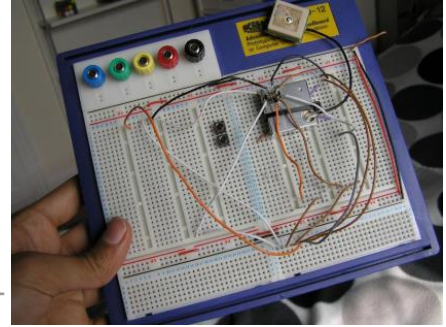
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....

.....



32- Fotoğraftaki el aletinin

a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

.....

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?

.....



.....

33- Fotoğraftaki el aletinin
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?



34- Fotoğraftaki el aletinin
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?



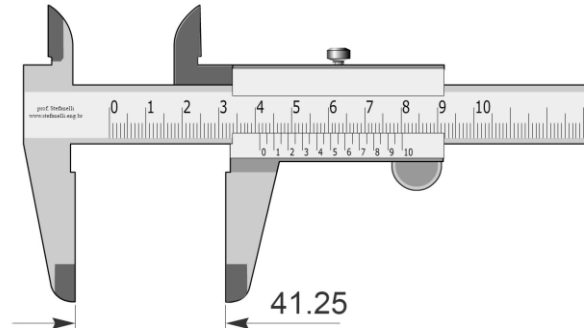
35- Fotoğraftaki el aletinin
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?



36- Fotoğraftaki el aletinin
a- İsmi nedir, hangi amaçla kullanılır?

b- Bu aletin kullanımı ile ilgili deneyiminiz nedir?



Ek - 2**STEM İlişkili El Aletleri Tanıma-Deneyim Testi
Cevap Kağıdı**

Adı	Görevi	Yaşı	Tecrübe Yılı

1	11
2	12
3	13
4	14
5	15
6	16
7	17
8	18
9	19
10	20

Ek-5 Etik Kurulu Onayı



BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULLARI
 (Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)
TOPLANTI TUTANAĞI

OTURUM TARİHİ
31 Mayıs 2019


OTURUM SAYISI
2019-04


KARAR NO 7 : Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Cem ÖZKAN'ın "Bilim Merkezlerinde Öğretmenlere Yönelik STEM Eğitim Modeli Geliştirme Çalışması" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak ölçek sorularının değerlendirilmesine geçildi.

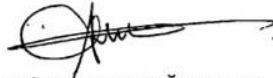
Yapılan görüşmeler sonunda; Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Cem ÖZKAN'ın "*Bilim Merkezlerinde Öğretmenlere Yönelik STEM Eğitim Modeli Geliştirme Çalışması*" konulu tez çalışması kapsamında uygulanacak ölçek sorularının, fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölçeğine ilişkin sorumluluğu başvurucaya ait olmak üzere uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.




Prof. Dr. Feriðün YILMAZ
Kurul Başkanı


Prof. Dr. Abamüslim AKDEMİR
Üye


Prof. Dr. Doğan ŞENYÜZ
Üye


Prof. Dr. Ayşe OĞUZLAR
Üye

Katılmadı
Prof. Dr. Abdurrahman KURT
Üye


Prof. Gülşay GÖĞÜŞ
Üye


Prof. Dr. Alev SINAR UĞURLU
Üye

Öz Geçmiş

Doğum Yeri ve Yılı : Trabzon- 1967

Öğr. Gördüğü Kurumlar	: Başlama	Bitirme	Kurum Adı
Lise	1981	1994	Süleyman Çelebi Li.
Lisans	1984	1988	İTÜ Elektrik Müh.
Yük. Lisans	2016	2020	Bursa Uludağ Ünivers.

Bildiği Yab.Diller ve Düzeyi : İngilizce- Orta

Çalıştığı Kurumlar	: Tarih	Kurum Adı
	1. 1990-1994	Berkit Ltd.
	2. 1994-1996	Elintaş AŞ.
	3. 1996-2001	Göksun Müh. Ltd.
	4. 2001-2002	Era Müh.Müşavirlik AŞ.
	5. 2002-2006	Göçay-Güriş Ortaklığı
	6. 2006-2010	Sinpaş Yapı AŞ.
	7. 2010-2011	Durmazlar AŞ.
	8. 2011-2013	Sinpaş GYO. AŞ.
	9. 2014-2020	İletim Müh Ltd.

Üye Olduğu STK'lar : Elektrik Mühendisleri Odası Üyeliği
BAAK Amatör Astronomi Kulübü Üyeliği

Yayımlanan Makaleler :

Bilimsel Yayınlar

- 1999, 'Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri Yönetmeliğinin Güncelleştirilmesi Çalışmaları', 2.yazar, EEBM 8.Ulusal Kongresi
- 2003, 'Elektrik-Elektronik Mühendisliğinde Mesleki Deneyimlerin Eğitime Aktarılması', 2.yazar, 1. EEBM Eğitimi Sempozyumu
- 2018, 'Elektrik Akımı İle Oluşturulan Yapay Duygular: Bir STEM Öyküsü ve Yarattığı Eğitim Potansiyeli', 1.yazar, Journal of Science, Mathematics, Entrepreneurship and Technology Education Cilt 1, Sayı 1, Aralık 2018
- 2019, 'Elektrik stimülasyonu ile parmak ucu dokunma duyarlılığının incelenmesi', 1.yazar, Elektrik Elektronik Mühendisliği Kongresi EEMKON 2019
- 2019, 'Bir Bilim ve Teknoloji Müzesinde Gürültü Düzeyinin Tespitine Yönelik Pilot İnceleme', 2.yazar, EJERCongress 2019 Conference
- 2019, 'STEM Öğretmen Eğitimine Dair Tematik İnceleme; 2014-2018 Yıllar Arası', 1.yazar, 1.Uluslararası FMGT Eğitimi Kongresi

Mesleki ve Kültürel Yayınlar

- 2002, 'Ulusal Üretkenliğimizde Kopuk Halka:Nitelikli Merak', Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, sayı 887.

2. 2002, 'Mühendislik, Mesleki deneyim ve Odalar', Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, 09.03.02,
3. 2003, 'Modernleşmenin Biçimsel Yönünün Difüzyonu', Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi,
4. 2005, 'Mesleki Deneyimin Paylaşılması-Başlarken', Kaynak Dergisi Mart Sayısı
5. 2005, 'Mesleki Deneyimin Paylaşılması-Ülkemizde Mühendislik ve Temel Sorunlar', Kaynak Dergisi Haziran Sayısı
6. 2005, 'Mesleki Deneyimin Paylaşılması-Ütopya', Kaynak Dergisi Kasım Sayısı
7. 2008, 'Mühendis Odaları Çıkmazları', Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, 04.04.08,
8. 2008, 'Esir Mühendisler', Cumhuriyet Bilim Teknik Dergisi, 05.09.08
9. 2012, 'İsmayıl Hakkı Baltacıoğlu Derlemesi', Beyaz Nokta Vakfı web sitesi
10. 2018, 'Geleceğimiz için Bilim Merkezleri', Herkese Bilim Teknoloji Dergisi 05.10.18

Diğer Profesyonel Etkinlikler: UÜ. Eğitim Fak. İş Eğitimi Bl.de 4 yıl proje dersi ögr.görevlisi (95-99). Türkiye’de düzenlenen ilk bilim şenliği katılımcılığı (birim üretimi, görevli ve izleyici). İst.Deneme Bilim Mrk.de sergilenmiş 5 adet gösteri birimi üretimi.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

Tez Çoğaltma ve Elektronik Yayımlama İzin Formu

Yazar Adı Soyadı	Cem Özkan
Tez Adı	STEM Eğitimi Bağlamında Öğretmenlerin El Becerilerinin Ölçümü ve Değerlendirmesi
Enstitü	Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Ana Bilim Dalı	Matematik ve Fen Eğitimi ABD.
Bilim Dalı	Fen Eğitimi
Tez Türü	
Tez Danışmanı	Prof. Dr. Salih ÇEPNİ
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) İzni	<input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama İzni	<input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasının ertelenmesini istiyorum 1 yıl <input type="checkbox"/> 2 yıl <input type="checkbox"/> 3 yıl <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin vermiyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih: 01.07.2020

İmza: