T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ: BİR DELPHİ ÇALIŞMASI

Fatma CANER

(Doktora Tezi)

İstanbul, 2021

T.C.

MARMARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ BİLİM DALI

BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ: BİR DELPHİ ÇALIŞMASI

DETERMINATION OF INTEGRATED STEM TEACHER COMPETENCES: A DELPHI STUDY

Fatma CANER

(Doktora Tezi)

Danışman

Prof. Dr. Feral OGAN-BEKİROĞLU

İstanbul, 2021

Tüm kullanım hakları
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.
© 2021

ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir, aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

__/__/2021

Fatma CANER

ÖZGEÇMİŞ

Eğitim:

2000 - 2005 Lisans - Fizik Öğretmenliği Marmara Üniversitesi, İstanbul

2005 - 2009 Yüksek Lisans - Fizik Öğretmenliği Marmara Üniversitesi, İstanbul

İş Deneyimi:

2019 -Bugüne Marmara Üniversitesi yarı zamanlı öğretim görevlisi

2016 -Bugüne Scientix Projesi Türkiye Elçisi

2017 - 2018 Fen Bilimleri Öğretmeni Yönder Koleji

2014 - 2017 Fen Bilimleri Öğretmeni Özel Sezin Okulu

ÖNSÖZ

STEM eğitimi, içinde bulunduğumuz çağın gerekliliklerini sağlayabilmek, problemlerini çözebilmek, bu problemlere çözümler ve yenilikler üretebilmek için fazlasıyla önem taşımaktadır. İlgili literatür incelendiğinde öğretmenlerin fen bilimlerini, matematiği, teknolojiyi ve mühendisliği bütünleştirebilmeleri için mesleki gelişim programlarına ve lisans ve lisans üstü STEM öğretmen programlarına olan ihtiyacın giderilmesi gerektiği görülmüştür. Aynı zamanda bu programların hangi içerikle hazırlanması gerektiği tartışma konusudur.

Bu araştırmada söz konusu tartışmaya ışık tutmak amacıyla STEM öğretmenlerinin bilişsel özellikler, öğretim becerileri, duyuşsal-güdüleyici özellikler ve öğretmen yakınsak gelişim alanı altında yeterlikleri belirlenmiş; elde edilen bulgular neticesinde de öneriler geliştirilmiştir.

Çalışmam süresince yanımda olan, ufkumun sınırlarını genişleten ve beni cesaretlendiren çok değerli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Feral Ogan-Bekiroğlu'na, desteklerini hiç esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle yardımcı olan değerli hocalarım Doç. Dr. Serkan Özel, Doç. Dr. Mehtap Yıldırım'a, teşekkürlerimi borç bilirim.

Yaşantım boyunca her daim yanımda hissettiğim, bana her türlü desteği ve güveni veren başta babam Ahmet Caner olmak üzere annem ve aileme çok teşekkür ederim.

Fatma CANER

ÖZET

Araştırmanın temel amacı, bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri çerçevesinin oluşturulmasıdır. Delphi metodu, anketler yardımıyla uzmanların görüş birliğine varmasını sağlaması nedeniyle araştırmanın ana metodudur. Bu çalışma, aynı kişilerden sürekli geri bildirim alınarak uygulanan klasik Delphi metodundan farklılık göstermektedir. Araştırmanın güvenirlik ve geçerliğinin arttırılması amacıyla Delphi metoduna eklemeler yapılmış ve metot zenginleştirilmiştir. Değiştirilmiş Delphi metodu dört turdan oluşturulmuş ve STEM uzmanlarının (STEM ile ilgili çalışmalar yapan öğretim elemanları ve STEM eğitimi almış ve uygulamalar yapan öğretmenler) görüşleri alınmıştır. Delphi 1. turun amacı STEM disiplinlerinin her birine yönelik uzman görüşünün alınmasıdır. Bu nedenle, beş deneyimli STEM uzmanından STEM öğretmen yeterlikleri konusunda veri toplanmıştır. Delphi 2. ve 3. turlarda bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri taslak çerçevesi oluşturulmuştur. Delphi 4. turda ise STEM alanında çalışmalar yapan öğretim elemanlarının ve STEM öğretmenlerinin hazırlanan taslak çerçeveye yönelik görüşleri alınmıştır. Araştırma sonucunda bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri kapsamında Bilişsel Özellikler, STEM Öğretim Becerileri, STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler ve STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı olmak üzere 4 yeterlik alanı tanımlanmıştır. Bu yeterlik alanlarının altında 14 bileşen ve 58 yeterlik maddesi oluşturulmuştur. Çalışma STEM öğretmenlerinin mesleki gelişimleri başta olmak üzere, lisans ya da lisansüstü düzeyde STEM öğretmen programlarının gelişimine yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: STEM Öğretmen, Değiştirilmiş Delphi Yöntemi, Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri

ABSTRACT

The main purpose of the research is to create an integrated STEM teacher competencies framework. Delphi method is the main method of research because it enables experts to reach consensus with the help of questionnaires. This study differs from the classical Delphi method, which is applied by receiving continuous feedback from the same people. In order to increase the reliability and validity of the research, additions were made to the Modified Delphi method and the method was enriched. The Delphi method was formed in four rounds, and the opinions of STEM experts (instructors working on STEM and teachers who have received STEM education and practice) were taken. The purpose of Delphi 1st round is to obtain expert opinion on each of the STEM disciplines. Therefore, data on STEM teacher competencies were collected from five experienced STEM experts. An integrated STEM teacher competencies framework was created in Delphi 2nd and 3rd rounds. In the fourth round of Delphi, the opinions of the instructors and STEM teachers working in the field of STEM about the draft framework prepared were taken. As a result of the research, 4 competency areas were defined within the scope of integrated STEM teacher competencies: Cognitive Characteristics, STEM Teaching Skills, Affective-Motivational Characteristics in STEM Teaching and STEM Teacher Zone of Proximal Development. Under these competence areas, 14 components and 58 competence items have been created. The study provides a guiding framework for the development of STEM teacher programs at the undergraduate or graduate level, especially the professional development of STEM teachers

.Keywords: STEM teacher, Modified Delphi Method, Integrated STEM Teacher Competencies.

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYANI ..... **i**
ÖZGEÇMİŞ ..... **ii**
ÖNSÖZ ..... **iii**
ÖZET ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vi**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **x**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xii**

BÖLÜM I: GİRİŞ **1**
1.1. Problem Durumu 1
1.2. Araştırmanın Amacı 3
1.3. Araştırmanın Alt Soruları 3
1.4. Tanımlar 4
1.5. Araştırmanın Önemi 4
1.6. Araştırmanın Varsayımları 6
1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları 6

BÖLÜM II: KURAMSAL ÇERÇEVE **8**
2.1. STEM Eğitimi ve Önemi 12
2.2. STEM Entegrasyonunda Modeller 14
2.3. Bütünleşik STEM Eğitimi 20
2.4. Türkiye'de STEM Eğitimi 26
2.5. STEM Öğretmen Eğitimi 28
2.6. Öğretmen Yeterlikleri 31
2.7. Öğretmen Yeterliklerinin Belirlenmesi 34
2.8. Avrupa Birliği'nde Öğretmen Yeterlikleri 36
2.10. İngiltere'deki Yeterlik Anlayışı ve Öğretmen Yeterlikleri 40
2.11. Amerika Birleşik Devletleri Yeterlik Anlayışı ve Öğretmen Yeterlikleri 45
2.12. Türkiye Yeterlik Anlayışı ve Öğretmen Yeterlikleri 47
2.13. STEM Pedagojik Alan Bilgisi 54
2.14. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri 56
2.15. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Çerçevesi 59

BÖLÜM III: İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 61
3.1. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar 61
3.2. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar 70

BÖLÜM IV: YÖNTEM 81
4.1. Araştırmanın Yöntemi 81
4.1.1. Değiştirilmiş Delphi Metodu 81
4.1.1.1. Değiştirilmiş Delphi Metodunda Uzman Grubun Oluşturulması 84
4.1.1.2. Değiştirilmiş Delphi Metodunda Uygulamanın Gerçekleştirilmesi 85
4.2. Çalışma Grubu 86
4.3. Veri Toplama Süreci 90
4.3.1. Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı 92
4.3.1.1. Odak Grup Görüşme Formu 92
4.3.2. İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı 95
4.3.3. Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı 95
4.3.4. Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı 95
4.4. Verilerin Toplanması 96
4.5. Verilerin Analizi 97
4.5.1. Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi 97
4.5.2. İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi 99
4.5.3. Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi 99
4.5.4. Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi 100
4.5.5. Uzlaşma Ölçütünün Belirlenmesi 100
4.5.6. Araştırmacının Rolü 100
4.5.7. Nitel Verilerin Geçerlik ve Güvenirliği 101

BÖLÜM V: BULGULAR 103
5.1. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı 103
5.1.1. Bilişsel Özellikler: Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 103
5.1.2. Bilişsel Özellikler: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 110
5.1.3. Bilişsel Özellikler: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 111
5.1.4. Bilişsel Özellikler: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 112

5.1.5. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi 115
5.2. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı 117
5.2.1. STEM Öğretim Becerileri: Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 117
5.2.2. STEM Öğretim Becerileri: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 126
5.2.3. STEM Öğretim Becerileri: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 126
5.2.4. STEM Öğretim Becerileri: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 128
5.2.5. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi 130
5.3. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı 133
5.3.1. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 133
5.3.2. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 135
5.3.3. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 135
5.3.4. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 136
5.3.5. STEM öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının D eğerlendirilmesi 137
5.4. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı 139
5.4.1. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Birinci Değiştirilmiş Delphi aşaması bulguları 139
5.4.2. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 141
5.4.3. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 141
5.4.4. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 142

5.4.5. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi 143
5.5. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Çerçevesi 144

BÖLÜM VI: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....148
6.1. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı 148
6.2. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı.....150
6.3. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretiminde Duyuşsal-Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı.....152
6.4. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı.....153
6.5. Öneriler 155
6.5.1. Yükseköğretim Kurulu'na Yönelik Öneriler 155
6.5.2. Milli Eğitim Bakanlığı'na Yönelik Öneriler.....155
6.5.3. Araştırmacılara Yönelik Öneriler 155

KAYNAKÇA.....156

EKLER 172

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 2.1. STEM Eğitiminin Dünya'daki Süreci 9
Tablo 2.2. Bütünleşik STEM Eğitimi 20
Tablo 2.3. STEM Eğitiminin Türkiye'deki Süreci 27
Tablo 2.4. Avrupa Komisyonu Öğretmen Yeterlikleri 38
Tablo 2.5. 2017 Yılında Yayımlanan yeni Genel Yeterlikler 51
Tablo 2.6. Öğrenme ve Öğretme İçin Matematik Bilgisini Geliştirme/İyileştirme 57
Tablo 4.1. Uzman Grup-1 Seçilme Kriterleri 87
Tablo 4.2. Uzman Grup-2 Seçilme Kriterleri 87
Tablo 4.3. Uzman Grup-3 (Öğretmenler) Seçilme Kriterleri 88
Tablo 4.4. Uzman Grup-1 Katılımcılarına Ait Bilgiler 88
Tablo 4.5. Uzman Grup-2 Katılımcılarına Ait Demografik Özellikler 89
Tablo 4.6. Uzman Grup-3 (STEM Öğretmenler) Ait Demografik Özellikleri 89
Tablo 4.7. Veri Toplama Süreci 96
Tablo 5.1. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı Birinci Değiştirilmiş Delphi Bulguları ... 104
Tablo 5.2. Bileşen 1 - Bilişsel Özellikler Bulguları 112
Tablo 5.3. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 113
Tablo 5.4. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı 116
Tablo 5.5. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı Birinci Değiştirilmiş Bulguları .. 119
Tablo 5.6. Bileşen 2: STEM Öğretim Becerileri Bulguları 127
Tablo 5.7. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı :4. Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 129
Tablo 5.8. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı 131
Tablo 5.9. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı Birinci Değiştirilmiş Delphi Bulguları 134
Tablo 5.10. Bileşen 3: STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Bulguları . 136
Tablo 5.11. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı: 4. Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 137
Tablo 5.12. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı 138
Tablo 5.13. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı Birinci Değiştirilmiş Delphi Bulguları 140
Tablo 5.14. Bileşen 4: STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı Bulguları 142

Tablo 5.15. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: 4. Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları 143
Tablo 5.16. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı 144

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. STEM'in Dört Bileşeni 13
Şekil 2.2. STEM Disiplinlerarası Uygulamalar 18
Şekil 2.3. Bütünleşik STEM Eğitimi. 23
Şekil 2.4. STEM Teorik Çatısı 24
Şekil 2.5. STEM Çemgisi 29
Şekil 2.6. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi 30
Şekil 2.7. Avrupa Ülkeleri Öğretmen Yeterlik Çerçeveleri Genel Durum 39
Şekil 2.8. Öğretmen Yeterliklerinin Kavramsal Yapısı 56
Şekil 2 9. STEM Öğretmen Yeterlikleri 58
Şekil 2.10. STEM Öğretmen Yeterlik Alanları 59
Şekil 4.1. Değiştirilmiş Delphi Metodunun Genel Adımları 83
Şekil 4.2. Araştırma Sürecinin Uygulama Basamakları 91
Şekil 4.3. Araştırmanın Nitel Kısmında Kullanılan İçerik Analizi Aşamaları 98
Şekil 5.1. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri 145
Şekil 6.1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Büyüme Görseli 154

KISALTMALAR

MEB	**:**	Milli Eğitim Bakanlığı
NRC	**:**	National Research Council (Amerika Milli Araştırma Konseyi)
OECD	**:**	Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü)
ÖSYM	**:**	Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi
PISA	**:**	Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)
TED	**:**	Türk Eğitim Derneği
TÜSİAD	**:**	Türkiye Sanayicileri ve İşinsanları Derneği
UNESCO	**:**	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü)
YÖK	**:**	Yüksek Öğretim Kurumu

BÖLÜM I: GİRİŞ

Bu bölümde çalışma konusu olarak incelenen problemin ne olduğuna, problem cümlesi ve alt problemlere, araştırmanın amacına, araştırmanın önemine, araştırmanın varsayımlarına, araştırmanın sınırlılıklarına ve son olarak araştırmada adı geçen bazı terimlerin hangi anlamlarda kullanıldığına yönelik bilgi ve açıklamalara yer verilmiştir.

1.1. Problem Durumu

Son yıllardaki bilimsel ve teknolojik ilerlemelerin bu denli hızlı olması, eğitim alanında yeni yaklaşımların uygulanmasını zorunlu kılmaktadır.

Wagner (2008)'e göre 21 yy. öğrencilerinin sınıf ortamında öğrendiği bilgileri yeni durumlara, karşılaştıkları problemlere taşımaları gerekmektedir. Çünkü okulda ya da sınıfta öğrenilenler günlük hayattan kopuk değildir. Günlük hayatta karşılaştığımız birçok problemin çözümünü okul ortamında öğrendiğimiz bilgileri beceriye dönüştürüp problemlerimizi çözebiliriz. Bu beceriler "21. yy becerileri" olarak adlandırılmaktadır. Bunlar sırasıyla;

- Eleştirel düşünme ve problem çözme
- Bilgiye erişebilme ve analiz edebilme
- Sistemler ve bireyler arası işbirliği ve liderlik
- Girişimcilik ve insiyatif alma
- Kıvrak zeka ve uyum sağlama
- Etkili sözlü ve yazılı iletişim
- Merak ve hayal gücü

Bütün bu 21. yy becerileri okul müfredatına, hayat, kariyer, öğrenme ve inovasyon becerileri gibi 21. yüzyılın gerekliliklerine dayanmaktadır (OECD, 2017). Bu sebeple, en önemli noktalardan biri bu becerileri öğrencilere nasıl kazandıracağımız ile ilgilidir. 21. yy. becerilerini kazandırmak için fen, matematik, teknoloji ve mühendisliğin birbirinden kopukluğunu ortadan kaldırmak ve hatta bu dört disiplini birleştirerek yeni bir çatı altında toplamak amacıyla STEM eğitimi oluşturulmuştur (National Academy of Engineering and National Research Council, 2014).

STEM kelime olarak Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin İngilizce karşılıklarının baş harflerinden oluşan bir terimdir. Ancak Bybee (2013)'nin de belirttiği gibi tam ve kesin bir tanımı yoktur. Bazı tanımlamalarda "dört disiplini birleştiren tek bir disiplin" iken bazı tanımlamalarda ise STEM eğitimi disiplini merkeze alıp diğerlerini bağlam olarak kullanan disiplinlerarası bir felsefedir. Ya da bir diğer tanımıyla STEM eğitimi dört disiplin olmasa da en az iki disiplinin birleştirilmesiyle oluşturulan bir çatıdır (Çorlu ve Çallı, 2017).

STEM'in doğuşu Amerika Birleşik Devletleri'nin iş gücünün kalitesini artırmak amacıyla mühendislik eğitimini ilk ve orta öğretimde entegre etmesine dayanmaktadır (Akgündüz vd., 2015). STEM'in anavatanı Amerika Birleşik Devletleri'nde mühendisliğin derslere entegre edilmesi, yetenekli ve başarılı öğrencilere STEM eğitimi verilmesi suretiyle çalışmalar devam etmektedir.

Amerika Birleşik Devletleri başta olmak üzere birçok ülke STEM eğitimine fazlasıyla önem vermekte ve farklı seviyelerde uygulamalar için projeler yürütmekte ve çalışmalar sonucunda müfredat değişiklikleri yapmaktadır. Amerika Birleşik Devleri eski başkanı Barack Obama, Amerika'nın gelecek yıllardaki iş gücü kapasitesinin liselerdeki STEM eğitimine bağlı olduğunu ifade etmektedir (President's Council of Advisors on Science and Technology, 2010). STEM eğitimin amaçları şu şekilde sıralanabilir;

1. STEM okuryazarlığına sahip bireylerden iş gücü üretmek,
2. STEM alanındaki mesleklerin devam ettirilmesini sağlamak,
3. Ülkeler için ekonomik açıdan fayda sağlayacak yenilikler üretebilmek,
4. Gelecekteki iş alanlarında yeterli olabilmek (Thomas, 2014).

Çorlu ve Çallı (2017), ülkemizde ise STEM kısaltmasının 3P şeklindeki temsiliyle üç farklı yorumunun olduğundan bahsetmektedir ve bunlar sırasıyla, Politik STEM, Popüler STEM ve Pedagojik STEM'dir. Politik STEM, toplumun ilgisini artırma ya da daha genç nesilleri bu STEM alanlarına yönlendirme olarak tanımlanırken, Popüler STEM ise bilim, bilim merkezleri, robotik yarışmaları ya da popüler mühendislik olarak adlandırılabilecek olan maker hareketi olarak tanımlanabilmektedir. Bu çalışmada da Pedagojik STEM yorumuna değinilecektir.

STEM eğitiminin amaçlarında da görüldüğü gibi, çağın gerekliliklerini sağlayabilmek, yenilikler üretebilmek ve ekonomik açıdan fayda sağlamak için STEM eğitimi fazlasıyla

önem taşımaktadır. Türkiye'nin küresel ekonomide başarı sağlaması ve rekabet edebilmesi için analiz etme potansiyeline sahip, ekonomik kararlar alabilen ve ekonomik düşünebilen, inovasyon becerilerine sahip STEM alanlarında eğitimli çalışanlarına ihtiyaç vardır (PwC Türkiye ve TÜSİAD, 2017). Özellikle ekonomik açıdan üst sıralarda yer alan Amerika Birleşik Devletleri, Almanya gibi ülkeler başarılarını STEM alanlarına yaptıkları yatırımlara borçludur (Aydeniz, 2017). Diğer bir deyişle STEM eğitiminin yeni nesil bilim insanı yetiştirmekte, STEM alanlarında değişiklikleri gerçekleştirmesinde ve bu alanların teknoloji ile bütünleştirilmesinde etkisi büyüktür.

Fen ve matematik konularının içerisine mühendislik ve teknolojiyi entegre etmenin, fen eğitiminin gelişmesi açısından gerekli olduğunu yapılan araştırmalar göstermektedir (Çepni, 2017). NRC (2012) raporunda bilimin, teknolojinin ve mühendisliğin bütünleştirilmesinin fen öğretmenleri tarafından sağlanabilmesi için mesleki gelişim programlarına olan ihtiyaç giderilmelidir. Ulusal ve uluslararası alan yazın incelendiğinde STEM eğitimine ilişkin mesleki yeterliklerin belirlendiği ancak bütünleşik bir şekilde STEM öğretmen yeterliklerine kapsamlı bir şekilde odaklanılmadığı görülmektedir (Bolotin, 2018). STEM eğitiminin etkin kullanımı için bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi öğretmenlerin farklı noktalardan bakışı, uzman olmadıkları alanlardaki öğrenme sürecini yönetilmesi ve özellikle STEM entegrasyonunu etkili şekilde gerçekleştirebilmesi açısından önemlidir. Bu çalışmada alan uzmanlarının görüşleri alınarak bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi amaçlandığından çalışmanın alan yazında önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesidir. Bu sebeple aşağıdaki araştırma sorusu belirlenmiştir.

Bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri nelerdir?

1.3. Araştırmanın Alt Soruları

Çalışmada araştırma sorusundan yola çıkılarak aşağıdaki alt sorular da belirlenmiştir:

1. Öğretim becerileri açısından bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri nelerdir?
2. Bilişsel özellikler açısından bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri nelerdir?

3. Duyuşsal ve güdüleyici özellikler açısından bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri nelerdir?
4. STEM öğretmen yakınsak gelişim alanı yeterlikleri nelerdir?

1.4. Tanımlar

Öğretmen Yeterliği: Öğretmenlik mesleğini etkili ve verimli biçimde yerine getirebilmek için sahip olunması gereken bilgi, beceri ve tutumlardır (MEB, 2008).

STEM*:* Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation-NSF) tarafından 1990'lı yıllarda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin disiplinler arası bir şekilde bütünleştirilmesidir (Bybee, 2013).

Bütünleşik STEM: Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bir kısmını veya tamamını, konular ve dersler arasındaki bağlantılara dayanan tek bir sınıf, ünite veya derste gerçek dünya sorunları ile birleştirme çabasıdır (Moore ve ark. 2014).

Yakınsak Gelişim Alanı: Bağımsız problem çözme olarak belirlenen gerçek gelişim düzeyi ile daha yetenekli akranlarla işbirliği yaparak ya da yetişkin rehberliğinde problem çözme olarak tanımlanan gizil gelişim düzeyi arasındaki farktır (Vygotsky, 1978). Vygotsky'a göre öğrenmenin gerçekleştiği bölgedir.

1.5. Araştırmanın Önemi

Öğrenme ortamlarında STEM yaklaşımının önemi gün geçtikçe artmaktadır. Günümüzde ABD ve AB ülkelerinin yanında Türkiye'de de STEM eğitiminin yaygınlaştırılmasına dair genel bir politika yürütülmektedir. 30 ülkedeki STEM eğitimini inceleyen raporda, bu ülkelerin yaklaşık %80'inin STEM eğitimini ulusal düzeyde öncelikli alanlarından biri gördüğü vurgulanmaktadır. Aynı raporda bu ülkelerin %30'u STEM eğitiminde ulusal bir strateji belirlerken, %43'ünün ulusal düzeyde STEM eğitimine ile ilgili bir stratejisi yoktur ancak genel eğitim stratejilerinde STEM eğitimi vurgusu yapılmaktadır (Kearney, 2016). Öğretim programları yapılandırılarak STEM eğitimine ait kazanımlara yer verilmekte, öğrenme ortamlarında STEM uygulamalarına başvurulmaktadır. STEM öğretmen hazırlığının, STEM okuryazarlığının kapısını açmak için bir anahtar olarak görülmesine rağmen, öğretmenlerin STEM eğitimini nasıl uygulayacağı, STEM

disiplinlerini nasıl entegre edeceği konusunda kararsızlık yaşanmaktadır (Hsu ve Fang, 2019).

Bütünleşik STEM kavramı nispeten yeni olduğundan, STEM entegrasyonunun detayları ile ilgili fikir birliği eksikliği görülmektedir. Uluslararası politika yapıcılar bir STEM gündemi oluşturulmasını savunmaktadır. Yeni nesil STEM uzmanlarına olan talep ve son yirmi yıldaki STEM eğitim reformlarındaki artış göz önünde bulundurulduğunda öğretmenlerde STEM ile ilgili bilgi, beceri, tutum, değer ve deneyimleri saptamak gerekmektedir (Bong, 2019; Jang, 2016).

Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlendiği bu araştırma neticesinde elde edilen bulguların, STEM yaklaşımını öğrenme ortamlarına taşımak isteyen öğretmenlere katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışma, öğretmenler ve öğretmen adayları için ileride hazırlanacak olan STEM profesyonel gelişim programlarının da çıkış noktası olarak değerlendirilebilir. STEM eğitimi çağın gerekliliklerini sağlayabilmek, yenilikler üretebilmek ve ekonomik açıdan fayda sağlayabilmek için önem taşımaktadır. STEM eğitimi yeni nesil bilim insanı yetiştirmek için fen bilimleri, matematik, mühendislik gibi alanlarda birtakım değişiklikleri ve bu alanların teknoloji ile bütünleşmesini amaçlamaktadır. Uluslararası alan yazın incelendiğinde fen eğitiminde STEM eğitimine ilişkin öğretmen eğitimi çalışmalarının az sayıda olduğu, var olan eğitimlerde de öğretmen eğitimine ve STEM öğretmen yeterliklerine yeterince odaklanılmadığı görülmektedir (Milner-Bolotin, 2018).

Farklı perspektiflerden bakabilmek, uzman olmadıkları alanlardaki öğrenme sürecini yönetebilmek ve STEM disiplinlerindeki entegrasyonu etkili bir şekilde sağlayabilmek adına STEM öğretmen yeterlikleri öğretmenler için yol gösterici olacaktır. Eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğretmen adaylarının STEM alanındaki farkındalıklarının artırılmasının yanı sıra öğretmen yetiştirme programlarının içeriklerinin oluşturulması açısından, STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi önemlidir. Ulusal alan yazın incelemesi yapıldığında öğretmenlerin STEM eğitimine ilişkin mesleki yeterliklerinin belirlendiği görülmüştür (Şahin, 2019). Ancak bu yeterlikler 17 maddeden oluşan genel bir sıralama şeklindedir. STEM öğretmen yeterliklerinin farklı alanlar içerisinde farklı boyutlar şeklinde detaylandırılması STEM eğitiminin etkili kullanımı için uygun olacaktır. Bu sebeple bu çalışmada bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin farklı bileşenler altında belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmada STEM öğretmenlerden beklenen yeterlikleri içeren bir yeterlik çerçevesi sunulacaktır. Çalışmada Delphi metodu, anket kullanımıyla bir grup STEM uzmanının ve STEM öğretmeninin görüş birliğine varmasını sağladığı için ana metot olarak kullanılmıştır. Öğretmen eğitiminde STEM öğretmen yeterliklerinin neler olduğunun bilinmesi daha sonraki farklı araştırmalara da ışık tutacaktır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırma aşağıdaki varsayımlara dayanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu varsayımlar şunlardır:

- Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesine yönelik belirlenen uzmanlar ve STEM öğretmenler konu ile alakalı yeterli ve gerekli nitelikleri taşımaktadır.
- Bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri, STEM alanında çalışan öğretim elemanları ve STEM öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda belirlenebilir.
- Önceden tespit edilen ölçütlere göre belirlenen alan uzmanları ve STEM öğretmenler araştırmaya katılmada gönüllüdür.
- Delphi turlarına katılan tüm alan uzmanları, kendilerine yöneltilen yeterlik ifadelerine ait görüşlerini, kendi düşüncelerini yansıtacak şekilde ortaya koymuşlardır.

1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışma ilk etapta 2018-2019 ve 2019-2020 eğitim öğretim yıllarında beşer katılımcı ile iki kez odak grup görüşmesi şeklinde yapılmıştır. Uygulama süresince kontrol edilemeyen değişkenler göz önünde bulundurulduğunda araştırmanın sonuçları aşağıda belirtilenler ile sınırlıdır.

1. Araştırmanın çalışma grubu ilk etapta Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere ve Türkiye'de STEM üzerine çalışmalar yapan beş Türk akademisyen ile sınırlıdır.
2. Bu etaptaki katılımcılar ile yapılan görüşmeler skype üzerinden alınan ses ve görüntü video kayıtları ile sınırlıdır.
3. Araştırma ikinci etapta STEM üzerine çalışmalar yapan 20 akademisyenin görüşleri ile sınırlıdır.

4. Araştırma son etapta ise 20 STEM öğretmeninin görüşleri ile sınırlıdır.
5. Katılımcıların hepsi Türk olup, Türk eğitim sistemini bilen, lisans eğitimlerini Türkiye'de tamamlamış kişilerdir.

BÖLÜM II: KURAMSAL ÇERÇEVE

Birleşmiş Milletler "Dünyamızı Dönüştürmek" başlıklı 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Gündeminde yoksulluk, iklim değişikliği, gıda kıtlığı, gezegenin korunması gibi küresel meselelerle başa çıkmak ve tüm bireylerin refah ve yaşam kalitesinden zevk almasını sağlamak amacıyla 17 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi belirlemiştir.

Eğitim ve özellikle Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi, bu hedeflerin gerçekleştirilmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır. STEM eğitimi, özellikle Hedef 2 (Sıfır Açlık); Hedef 3 (İyi Sağlık ve Mutluluk); Hedef 6 (Temiz Su ve Sanitasyon); Hedef 7 (Uygun Fiyatlı ve Temiz Enerji); Hedef 9 (Endüstri, Yenilik ve Altyapı); Hedef 12 (Sorumlu Tüketim ve Üretim); Hedef 13 (İklim Hareketi); Hedef 14 (Suyun Altındaki Yaşam); ve Hedef 15 (Karada Yaşam) gibi hedeflere ulaşmakta çözümler getirmekte; Hedef 8 (İnsana Yakışır İş ve Ekonomik Büyüme) ve Hedef 11 (Sürdürülebilir Şehirler ve Topluluklar) ise STEM alanlarında yapılabilecek ilerlemeye büyük ölçüde bağımlıdır. Endüstri 4.0 bağlamında fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin bütünleştirilmesinin bu hedeflere ulaşmada katkısı çok önemlidir (Boon, 2019; UNDP, 2019). Endüstri 4.0 döneminin başlamasıyla değişen düzende yetkinlik talebi çok yönlüdür ve disiplinler arası, bütünleştirilebilir yeterliklerin ihtiyacını doğurmaktadır (Marope, 2017). Diğer taraftan endüstri 4.0 ile birlikte Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) alanları ülkelerin teknolojik ve ekonomik açıdan gelişmeleri için önem kazanmıştır. Teknolojide ilerlemek ve gelişmiş ekonomik düzeye sahip olmak isteyen birçok ülke STEM okuryazarı bir toplum oluşturmayı ve bu unsuru eğitim stratejisinin önemli bir parçası haline getirmeyi amaçlamaktadır (TÜSİAD, 2014).

STEM'in temel özelliği, günlük veya toplumsal sorunları çözmek için fen, matematik, teknik, mühendislik bilgilerinin kullanılarak, bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik öğrenimini daha anlamlı ve bağlamsal hale getirmektir (UNDP, 2019).

STEM okuryazarlığını Bybee (2013) şu şekilde tanımlanmıştır:

- Gerçek yaşam problemleri hakkında soru sorabilmek ve sorunları tanımlamak için lazım olan bilgi, tutumlar, beceriler [ve değerler]. Doğal ve tasarlanmış dünyayı açıklamak ve STEM ile ilgili konularda kanıta dayalı sonuçlar çıkarmak;

- STEM disiplinlerinin karakteristik özelliklerinin, insanın bilgi, sorgulama ve tasarım biçimleri olduğunu anlamak;
- STEM disiplinlerinin maddi, entelektüel ve kültürel çevrelerimizi nasıl şekillendirdiğinin farkında olmak;
- Yapıcı, ilgili ve yansıtıcı bir vatandaş olarak bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik fikirleri eşliğinde STEM ile ilgili konulara katılmayı istemek.

STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar bir taraftan devam ederken tüm sürece baktığımızda önemli dönüm noktalarını görmekteyiz. Bu dönüm noktaları Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1. STEM Eğitiminin Dünya'daki Süreci

1957	İlk yapay uydu olan Sputnik'in fırlatılması	Bu olay, AB ile Rusya arasındaki Uzay Yarışının fitilini ateşledi. Rusya'nın o anlık liderliği, Batı'da büyük bir şaşkınlık yarattı. Fen ve teknoloji eğitiminde geride kalmışlardı ve bu konuda bir şeyler yapılmalıydı. ABD'de, matematik, fen ve yabancı dil eğitimini geliştirmek için, Ulusal Savunma Eğitimine, 1 Milyar USD ayrıldı.
1962	Okul Matematik Projesi	İngiltere'de matematik öğretimindeki değişikliğe gidilmesinin temelleri İkinci Dünya Savaşından önce atılmakla beraber, yeni ders kitaplarının basılarak, matematiğin keşif amaçlı öğretilmesi hızlandırıldı. Kümeler teorisi ve değişik sayma tabanlı sayıların kullanımı gibi kavramlar müfredata alınarak, öğrencilerin matematiği daha fazla sevmeleri amaçlandı. Bu hareket, "çok soyut olduğu" ve "fen ve mühendislik için uygun bir temel olmadığı" gerekçeleriyle, pek çok kişi tarafından eleştirildi. Yaklaşık 10 yıl sonra, bu harekete tepki olarak örneğin daha fazla aritmetik içeren "temellere dönüş" müfredatı uygulandı.
1966	Nuffield Fen Eğitimi Projesi	İngiltere'de öğretmen ve öğrencilerden yeni pratik fikirler ve öğrenci deneyleri aracılığıyla fen bilgisi eğitimini cesaretlendiren rehberler oluşturuldu. Bu projenin parçası olan, öğrencilerin belirli bilgileri hatırlamalarından ziyade, bilimsel fikirleri uygulamalarını esas alan değerlendirme rejimi, öğrenci odaklı öğrenmede bir devrim sayılmaktadır.
1969	Ay'a İlk İniş	STEM eğitimine çok fazla kaynak yaratan Uzay Yarışı zirveye ulaştı. Sonraki on yılda, Batı'da petrol fiyatlarının yükselmesinden kaynaklanan ekonomik kriz sonucu, eğitime ayrılan fonlarda kesintiye gidildi. Okullarda ilk bilgisayarlar görülmeye başlandı. Ay'a inişte kullanılan bilgisayarın hafızası, 2013 yılında kullanılan bir cep telefonunun hafızasından, işlem gücü ise modern bir çamaşır makinesinden azdı.
1980	Performans Değerlendirme Birimi	İngiltere'de 11,13 ve 15 yaşındaki öğrencilerde elektrik ve metallerin kimyası gibi konuları kapsayan fen bilgilerini ve deney aparatlarının kullanımlarını ölçerek, öğrencilerin bilimsel düşünme yollarını araştıran testlerin sonuçlarından hareketle, müfredatta birtakım değişiklikler yapıldı. Bu hareket, İkinci Fen Bilgisi Müfredatı İncelemesine (1980-1989) yol açtı.

Tablo 2.1'in devamı

1980-1989	Çocukların Fen Öğrenimi Projesi (Children's Learning in Science Project CLISP)	Leeds Üniversitesinden Rosalind Driver tarafından yönetilen proje, fen bilgisi eğitiminde "Yapılandırmacılık" yaklaşımının yaygınlaştırılmasına önemli katkılar sağladı. Kısaca, bu yaklaşımda, öğrenciler etraflarındaki dünyayı anlamayı sağlayacak bilgileri oluştururken, öğretmenlerin; • Öğrenenin halen kafasında bulunan bilgilerin önemli olduğunu, • Her bireyin kendi özel anlamını oluşturduğunu, • Anlam oluşturmanın devam eden ve aktif bir süreç olduğunu, • Öğrenmenin kavramsal değişikliklere yol açabileceğini, • Anlam oluşturmanın her zaman inanca yol açmayacağını, • Öğrenenin, kendi öğreniminden sorumlu olduğunu, • Oluşturulan anlamların bazen paylaşabilineceğini anlamaları gerekmektedir.
1982	Singapur Matematiği	Singapur'da, problem çözmeye ve buluşsal model çizimine odaklanan, ülkeye özel bir matematik programı uygulanmaya başlandı. 2003 yılı Uluslar arası Matematik ve Fen Eğitimi Akımları (Trends in International Math and Science Study TIMSS) değerlendirmesine göre, Singapur, 4. Ve 8. Sınıf matematiğinde dünya lideriydi.
1983	Teknik ve Mesleki Eğitim Girişimi (Technical and Vocational Education Initiative TVEI)	TVEI, İngiltere'de 1997 yılında kuruldu, tüm harcamaları Sanayi Bakanlığı tarafından karşılandı (neredeyse 1 milyar dolar). TVEI'nin başlıca iki amacı vardı, birincisi, okul müfredatını, sanayi ve ticaretin ihtiyaçları doğrultusunda değiştirmek, ikincisi, okulu terk eden gençlerin bilgi, beceri ve özellikle de davranış eksiklerinin bir kısmını gidermek. Bu girişim ile mikroişlemciler, pnömatik ve sistem yaklaşımı gibi konular, fen ve teknolojiye giriş yaptı.
1985	Eğitim Bakanlığı'nın 1985 Politikası	İngiltere'de Performans Değerlendirme Biriminin (Assestment of Performance Unit), çocukların fen bilgisi kavramlarını anlamaları ile ilgili bulguları, bilimin, öğrenenlerin dünyayı, kendi bilgilerini yapılandırarak anladıkları aktif bir süreç olduğu yönünde bir bakış açısı oluşturuldu. Bu proje, Inner London Education Authority ILEA'nın 1978/79 yıllarında yayınladığı "Bilimin Anlaşılması" adlı bildirisinin devamıdır. "Uygulamada Olan Bilim" projesinin materyalleri ILEA öğretmenleri tarafından geliştirildi ve okullarda denendi.
1988	Büyük Eğitim Reformu Hareketi, İngiltere, Galler ve Kuzey İrlanda'da, 5-16 yaşları arasındaki öğrenciler için Ulusal Matematik ve Fen müfredatının kullanılmaya başlanması	Fen ve matematik için çekirdek kavramlar saptandı ve tasarım ve teknoloji, bilişim teknolojisi gibi konuları içeren teknoloji bilgisi, temel konu olarak atandı. Çekirdek ve temel kavramlar arasındaki farkların ne olduğu hiçbir zaman netleşmedi. Fen ve matematiğe ait ayrıntılı tanımlamalar 1988'de, teknolojiye ait olanlar ise 1990'a yayınlandı.

Tablo 2.1'in devamı

1990-1999	Bilim Süreçleri ve Kavramlarını Keşfetme Araştırma Projesi (Science Processes and Concepts Exploration (SPACE) research Project)	SPACE araştırması, Wynne Harlen ve Paul Black'in müşterek yönetimi ile, Liverpool Üniversitesi ve Londra'daki King College tarafından yürütülmüştür. Proje, 5-11 yaş aralığındaki ilkokul öğrencilerinin, ışık, ses, güç ve yeryüzü konularındaki kavram yanılgılarını inceledi.
1990-1999	Nuffield Tasarım ve Teknoloji Projeleri	Proje İngiltere'de başlatıldığında teknoloji, ulusal müfredatın bir parçası olduğundan bu proje çok etkili olmuştur. Proje, daha geniş kapsamlı olan "Kapasite Görevlerinde" kullanılacak olan bilgi ve becerilere ulaşmak için "Kaynak Görevlerini" önerdi. Sonuçlar, değişik adlar altında, müfredatın değiştirilmesi için kullanıldı.
1992	"Ulusal Müfredatta Teknoloji- Doğru Anlamak" isimli raporun yazılması	İngiltere'de Mühendislik Konsülü tarafından görevlendirilen Alan Smithers ve Pamela Robinson tarafından yazılan raporda, ulusal müfredattaki teknolojinin hali bir "karmaşa" olarak gösteriliyordu. Rapor, birtakım istişarelere ve bunların sonucunda da, başarı hedeflerinin ve çalışma programının değişmesine yol açtı. Sonuçta, "tasarım ve teknoloji" ile "bilgi teknolojileri" ayrı konular haline getirildi.
2000	Bir okul örneği olarak, STEM için sanayi bağlantısı "Genç İleri görüş"	"Genç İleri görüş", İngiltere'de 14 yaşındaki öğrencilere, gelecekleri için, ürün ve servisleri anlamalarını sağlayacak şekilde, sanayiden rehberle işbirliği yaparak çalışma fırsatı sunan bir müfredat girişimidir.
2002	İngiltere, Galler ve Kuzey İrlanda müfredatında değişiklikler yapılması	Fen ve matematik (ayrıca sadece İngiltere'de Bilişim ve İletişim Teknolojileri), 16 yaşındakiler için hala zorunlu derstir. Tasarım ve teknoloji, sadece 14 yaşındakilere zorunlu olmakla birlikte, tüm okullarda ders olarak okutulmalıdır.
2013	Düzenlenmiş Ulusal Müfredatın Yayınlanması	Düzenlenmiş Ulusal Müfredat, 2014'ten sonra İngiltere'de okullarda zorunlu olmuştur, tüm derslerle ilgili Çalışma programları Eylül 2013'ten sonra okullara dağıtılmıştır.

NOT: "Teaching STEM in the Secondary School", Banks, F. ve Barlex, D. 2014, London: Routledge kitabından alınarak araştırmacı tarafından uyarlanmıştır.

Tablo 2.1'in temelini oluşturan Banks ve Barlex (2014) kaynak İngiltere'de yayınlanmıştır ve İngilteredeki STEM'in tarihsel gelişiminden bahsemtiştir. Dünyadan genel bir bakış oluşturmak adına Amerika ve Avrupa gibi farklı kıtalarda yapılan çalışmalara değinmek gerekmektedir. 1957 yılında ilk yapay uydu olan Sputnik'in fırlatılmasıyla ABD fen bilimleri ve matematik alanlarında eğitim reformlarına gidilmiştir. Diğer bir deyişle, Sputnik STEM disiplinlerinin reformu için bir başlangıç noktası olmuştur (Bybee,2013). 1958 yılında ABD Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA)'yı kurmuş ve STEM eğitimi girişiminin sorumluluğunu da bu sayede başlatmıştır. Bunun yanı sıra STEM alanlarına yönelik öğretim programlarında güncellemelere gerçekleştirilmiş, mühendisler ve öğretmenler ile birlikte çalışmalar yürütülmüştür (Bybee, 2013). Yeni Nesil Fen Standartları (NGSS), Ortak Çekirdek Devlet Matematik Standartları ve K-12 Fen Eğitimi için Bir Çerçeve: Uygulamalar, Kesişen Kavramlar ve Temel Fikirler bu çalışmalara örnektir. 2014

yılında okul öncesinden yüksek öğretime kadar STEM eğitiminin etkili bir şekilde entegre edilebilmesi için de "K-12 Eğitiminde STEM Entegrasyonu: Durum, Beklentiler ve Araştırma Gündemi" raporu hazırlanmış ve STEM eğitimi çalışmalarına ortak bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır (Honey vd. 2014).Avrupa ülkelerinde European Schoolnet bünyesinde Scientix, Future Classroom Lab, Sails, Mascil, S-Team, Sting, Amgen Teach gibi projeler bu çalışmalara örnektir. Bu projeler aracılığı ile fen ve matematik öğretmenleri hem STEM eğitimini benimsenmiş, hem de STEM öğrenme topluluklarının içerisinde bulunup aktif rol alma şansı bulmuştur.

2.1. STEM Eğitimi ve Önemi

Günümüzde fazlasıyla popüler olan eğitim yaklaşımlarından biri STEM eğitimidir. STEM ilk olarak 1990'lı yıllarda Amerika Birleşik Devletlerinin Ulusal Bilim Kurulu (NSF) tarafından Science (Fen), Mathematics (Matematik), Engineering (Mühendislik) ve Technology (Teknoloji) kelimelerinin kısaltması olarak SMET şeklinde oluşturulmuştur. Bu kavram STEM ile ilgili becerilere artan bir talep olması ve küresel rekabet ortamında öğrencilerin geri kalma endişesini gidermek için önerilmiştir (Vasquez, 2015).

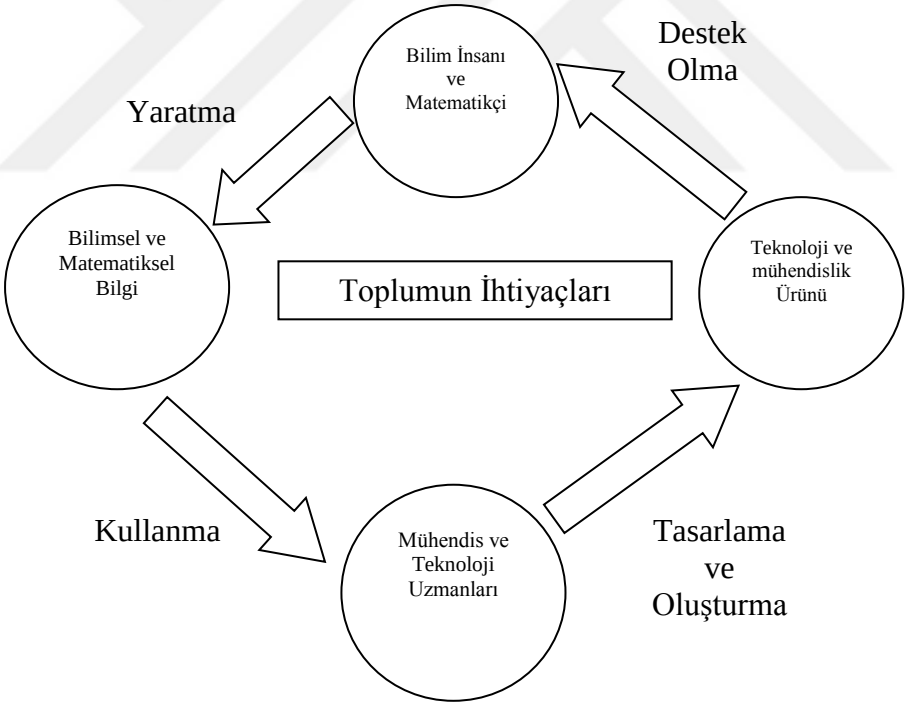
Amerika Birleşik Devletleri'nin Ulusal Bilim Kurulu (NSF) yaklaşık yirmi yıldır STEM'i fen, teknoloji, mühendislik ve matematik olarak birbirinden farklı dört alan olarak kullanmaktadır. STEM, ilk kez 2001 yılında NSF yöneticisi Judith Ramaley tarafından eğitim terimi olarak kullanılmıştır.

Dünyanın bazı bölgelerinde, gençlerin okullarda, üniversitelerde ve kolejlerdeki STEM derslerine ve kariyerleri boyunca STEM alanlarına katılımlarının azalması konusunda bir endişe bulunmaktadır. Öğrencilerde görülen STEM ile etkileşime girme motivasyonundaki bu düşüş, öğrencilerin okulda edindikleri bilgileri gerçek yaşama uyarlayamamasıyla, modası geçmiş içeriklerin zayıf pedagojiyle gerçek bağlamlara uygulanamamasıyla ilişkilendirilmiştir (Milner vd., 1987; Bahar ve Adiguzel, 2016; Sithole vd., 2017). Diğer taraftan iş dünyası da özellikle teknoloji, inovasyonun dünyada öne çıkmasıyla bu yarışta kalabilmek için STEM (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) becerilerine sahip iş gücüne ihtiyaç duymaktadır (Pwc Türkiye ve TÜSİAD, 2017). STEM eğitimi de bu ihtiyacın giderilmesini ve beklenen işgücünün hazırlanmasını sağlayacaktır (Kelley ve Knowles, 2016). Türkiye için de aynı durum geçerlidir, küresel rekabetin içinde yer alabilmek için yeterli miktarda kalifiye işgücüne ihtiyaç bulunmaktadır (Aydeniz ve ark., 2015; TÜSİAD,

2014; Pwc Türkiye ve TÜSİAD, 2017). Bu durumun farkında olarak STEM eğitiminin her öğretim kademesinde desteklenmesi gerekmektedir. Çünkü STEM eğitimi, öğrencilerin daha iyi problem çözmesini, yenilikçi, mucit, kendine güvenen, akılcı düşünen bireyler olmasını hedefleyen bir yaklaşımdır (Morrison, 2006). Bu anlamda fen okuryazarlığından STEM okuryazarlığına bir dönüşüm beklenmektedir. STEM okuryazarlığı kişilerin ekonomik anlamda rekabet yeteneğinin gelişmesini sağlayan, fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği disiplinlerrası bir şekilde uygulayarak öğrenmenin sağlandığı eğitim yaklaşımdır (Tsupros vd., 2009).

STEM eğitiminin üç amacı bulunmaktadır. Bunlar; STEM alanlarında kalifiye işgücünü genişletmek, STEM alanlarında kariyer yapan öğrencilerin sayısını artırmak ve STEM okuryazarı kişi sayısını arttırmaktır (NRC, 2012).

Şekil 1, STEM'in dört bileşeninin (Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) toplumsal ihtiyaçları ve istekleri karşılamak için nasıl birlikte çalıştıklarını göstermektedir.



Şekil 2.1. STEM'in Dört Bileşeni

NOT: "Exploring STEM Competences fort he 21st Century", N. ,Soo Boon, 2019 kaynağından araştırmacı tarafından uyarlanmıştır.

Ancak uzmanlar STEM eğitiminde farklı noktalarda görüş ayrılıklarına sahiptir. Bunlardan biri STEM kısaltmasındaki S'nin (Science) Fen ya da Bilim olarak ele

alınmasıdır. Bu sebeple de STEM eğitimi tanımları araştırmacılar tarafından farklı yapılmaktadır. Bu araştırmada Science'ın karşılığı "Fen" olarak ele alınmıştır. Aşağıda farklı STEM eğitimi tanımlarına yer verilmiştir. STEM eğitimi, fen ve matematik disiplinlerine odaklanmanın yanında mühendislik ve teknoloji disiplinlerini de barındırmaktadır (Bybee, 2010).

Çorlu, Capraro ve Capraro (2014)'ya göre STEM eğitimi; birden fazla STEM disiplininin kesişme noktasında inşa edilen bilgi, beceri ve inançlar iken Akgündüz (2016)'ya göre ise STEM eğitimi fen ve matematik disiplinlerinin mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin sunduğu imkanlarla okul öncesinden yüksek öğretime kadar tüm seviyelerde bütünleştirilmesini esas alan bir öğretim yaklaşımıdır.

STEM eğitiminde karşılaşılan bir diğer görüş ayrılığı ise Şekil 2.1'de bahsedildiği gibi STEM disiplinlerinin en az ikisinin mi yoksa dört disiplinin mi bütünleştirilmesinin yeterli olduğudur. Yapılan tanımlardan ve görüş ayrılıklarından yola çıkarak STEM eğitiminin nasıl olması gerektiği STEM disiplinlerinin nasıl bütünleştirileceği ve ilişkilendirileceği ile ilgilidir. Bu nedenle STEM entegrasyon modelleri bu anlamda önem taşımaktadır.

2.2. STEM Entegrasyonunda Modeller

STEM disiplinleri birbiri ile etkileşimli ve ilişkilidir, birbiri sayesinde gelişmektedir. Bu sebeple STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi ile ilgili de farklı modeller ortaya atılmıştır. Öncelikle bu disiplinlerin tek tek tanımını yapmak uygun olacaktır. Honey ve Schweingruber (2014) STEM disiplinlerini sırasıyla şu şekilde açıklamaktadır;

Fen (Science): fizik, kimya ve biyoloji olarak bildiğimiz fen bilimlerindeki olguların, kavramların ilkelerin öğretilmesi ve pratiğe geçmesi yoluyla gerçek yaşamla bağlantı kurulmasıdır. Fen bilimlerinden elde edilen bilgi sayesinde mühendislik tasarım süreci de beslenmektedir.

Teknoloji (Technology): yaşadığımız modern çağda her şey fen ve mühendisliğin bir ürünüdür ve teknolojik araçlar bu iki disiplinde de kullanılmaktadır.

Mühendislik (Engineering): bilgi ve problem çözme süreci olmanın yanı sıra insan eliyle ürün tasarımı sürecidir ve bu disiplin fen, matematik ve teknolojiyi kullanmaktadır.

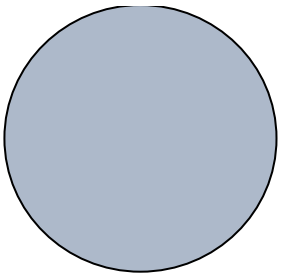
Matematik (Mathematics): nicelikler, sayılar ve mekan arasındaki örüntülerin ve e özelliklerin incelenmesidir. Matematik; fende, mühendislikte ve teknolojide bizzat kullanılmaktadır.

STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi ile ilgili Bybee (2013) dokuz model önermektedir.

1) TEK DİSİPLİN OLARAK STEM PERSPEKTİFİ

FEN

STEM bir fen bilimleri dalına eşittir (veya matematiğe)

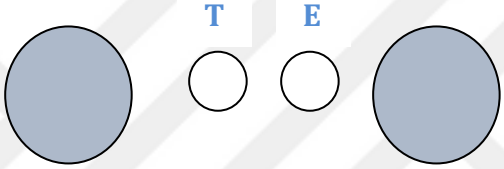


Analoji: Orman ekosisteminin, bir ağaç ile karıştırılması

2) FEN BİLİMLERİ VE MATEMATİK İÇİN KAYNAK OLARAK STEM PERSPEKTİFİ

S **T** **E** **M**

Fen Bilimleri ve Matematiğin ayrı disiplinleridir.

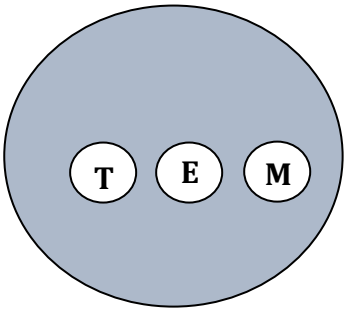


Analoji: Silolar

3) TEKNOLOJİYİ, MÜHENDSİLİĞİ, MATEMATİĞİ BİRLEŞTİREN AYRI BİR FEN BİLİMLERİ DİSİPLİNİ OLARAK STEM PERSPEKTİ

FEN

Duruma göre Teknoloji, Mühendislik veya Matematiği içeren ayrı bilim disiplinidir.

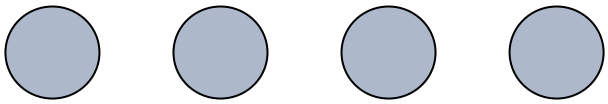


Analoji: Gerektiği zaman kullanılan ayrı odalardan oluşan bir ev.

4) TEKNOLOJİNİN, FEN BİLİMLERİNİN, MÜHENDİSLİĞİN VE MATEMATİĞİN AYRI BİRER DİSİPLİN OLDUĞU STEM PERSPEKTİFİ

S **T** **E** **M**

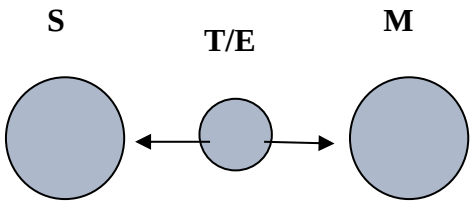
Ayrı Bilim Dalları



Analoji: Silolar

5) FEN BİLİMLERİ VE MATEMATİĞİN TEKNOLOJİ VE MÜHENDİSLİKLE BİRBİRİNE BAĞLANDIĞI STEM PERSPEKTİFİ

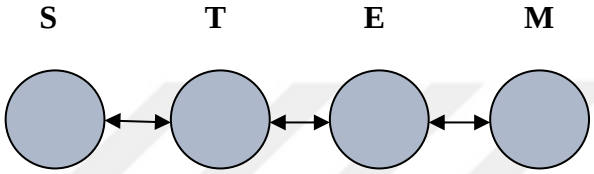
Teknoloji ve mühendislik aracılığı ile fen ve matematik arasında bağlantı kurmadır.



Analoji: Bir alışveriş merkezinde çapa mağazalar, diğer mağazalarla bağlantılıdırlar.

6) FEN BİLİMLERİ, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK, MATEMATİK ARASINDA EŞ GÜDÜM/ KOORDİNASYON OLARAK STEM PERSPEKTİFİ

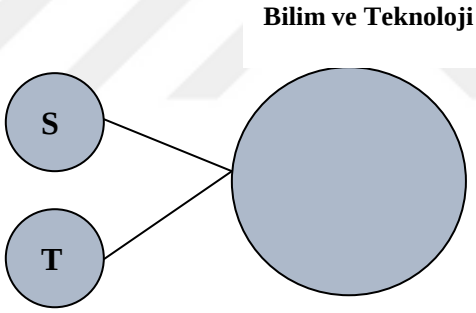
Kavramlar, süreçler ve kaynaklar, disiplinleri ayırmak için sınırlar arasında koordine edilir.



Analoji: Ev inşası için, kaynakların taşeronlar arasında koordine edilmesi

7) İKİ YA DA ÜÇ DİSİPLİNİN BİRLEŞİMİ OLARAK STEM PERSPEKTİFİ

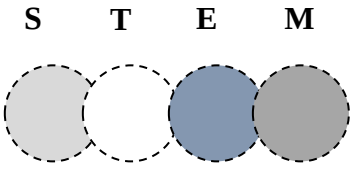
Bir ders oluşacak şekilde iki (veya üç) dersin birleştirilmesidir.



Analoji: Eski iki (veya üç) ürünü birleştirerek yeni bir ürün yaratmak

8) BÜTÜNLEŞİK STEM PERSPEKTİFİ

Birbirine geçerek ve sıralanarak entegre edilmiş disiplinlerdir.

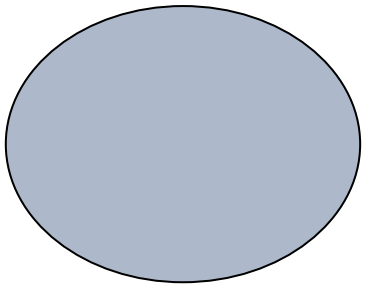


Analoji: Bir otomobil üretim fabrikası

9) DİSİPLİNLER ÖTESİ STEM PERSPEKTİFİ

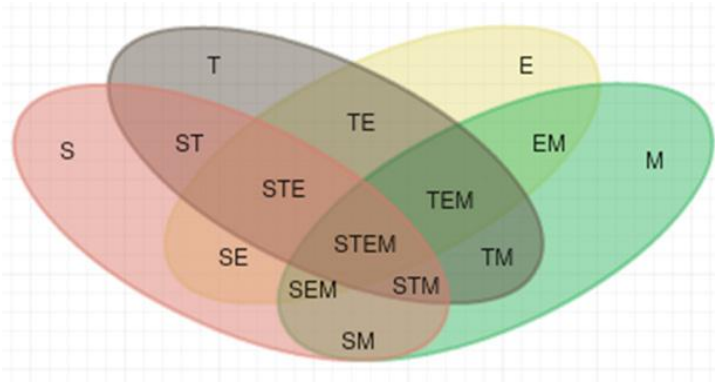
STEM

Disiplinlerötesi



Analoji: Birlikte müzik icra eden dörtlü grup

Görüldüğü gibi STEM eğitiminde birçok farklı perspektif bulunmaktadır. Hiçbir perspektifin birbirinden üstünlüğü ya da doğrusu yanlışı yoktur (Bybee, 2013). STEM'in bir eğitim yaklaşımı olarak görülmesinin nedeni de STEM disiplinlerinin birbiri ile bu derece ilişik olması ve disiplinlerin birbirini beslemesidir. Birçok araştırmacı STEM'i dört ayrı disiplin olarak düşünüyorken, bazıları ise STEM'in iki, üç veya dört disiplinin bir entegrasyonu olduğunu düşünmektedir. STEM'in öncü savunucuları, uygulamalarda Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik'in dördünü de kapsayan disiplinler-arası bir öğretim yaklaşımının benimsenmesi gerektiğini savunmaktadır. Her bir disiplinin kendi tarihi, felsefesi, ilkeleri, bilgi, beceri ve işlevleri olsa da dört disiplini STEM olarak bir araya getirmenin, teorik olarak sağlam ve geçerli olduğu düşünülmektedir (Unesco, 2019). En az iki STEM disiplininin kesişiminden oluşacak STEM disiplinler arası uygulamaları Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 2.2. STEM Disiplinlerarası Uygulamalar

Şekil 2.2, STEM disiplinlerarasıdır, en az iki STEM alanının kesişme noktasında meydana gelir.

Vasquez, Sneider ve Comer (2013), benzer şekilde STEM müfredatını entegre etmek için multidisipliner, disiplinler arası ve disiplinler ötesi olmak üzere üç model sunmaktadır. Bunlar;

Disipliner STEM: İçerikteki kavramlar ve beceriler her disiplinde ayrı ayrı öğrenilir.

Çoklu disipliner (Multi) STEM: Kavramlar ve beceriler, her disiplinde ayrı şekilde ancak ortak bir tema altında öğrenilir. Örneğin yapılar konusunda fen bilimleri sınıfında öğrencilerin en iyi yapı malzemesini seçmek için karşılaştırabilirler. İngilizce dersinde bu alanda çalışan firmalarla görüşme yapıp sonuçlarını sunabilirler. Matematik dersinde bazı binaların yapı giderlerini hesaplayabilirler.

Disiplinler arası (Inter) STEM: Bilgi ve becerileri derinleştirmek amacıyla iki veya daha fazla disiplinden yakın kavramlara ve becerilere yer verilmektedir. Örneğin matematiksel bir model oluşturmak ya da bilimsel bir problemi çözmek için gruplar araç tasarımı yapmada beraber çalışabilirler. Bu aşamada matematik veya fen diye ayırmadan genel bir konu üzerinde durulur. Örneğin 6. sınıf öğrencilerinden geri dönüşüm malzemelerinden araba tasarımı yapmaları istenebilir. Hız, yerdeğişirme, alınan yol gibi kavramlara ve grafik çizimine yer verilebilir.

Disiplinler ötesi (Trans) STEM: İki veya daha fazla disiplinden öğrenilen bilgi ve beceriler, gerçek dünyadaki sorunlara ve projelere uygulanır ve böylece öğrenme deneyimini şekillendirmeye yardımcı olur. Örneğin 5.sınıf öğrencilerinden roller coaster yapmaları istenir. Öğrenciler gerçek hayatta roller coaster'ın nasıl olabileceği konusunda tartışır. Öğrencilerin süreçte kuvvet ve hareket ile matematiksel analizler yapmaları beklenir. Öğrencilere çok detaylı bir komut verilmeden plan yapmaları ve bir ürün geliştirmeleri beklenir. Genellikle problem çözme ve proje tabanlı çalışma ile ilişkilendirilen bu süreçte öğrenciler transdisipliner bir yaklaşım ile STEM aktivitelerini yürütürler. Disiplinler arası yaklaşım yapılandırmacılıktan etkilenen öğrencilerin bilimsel süreç ve matematik becerilerinide içeren üst düzey bilişsel bir faaliyettir (Satchwell ve Loop, 2002). Süreçte grupla ilginç bir konu üzerinde çalışır, işbirliği yapar ve sonuçlarını tartışır, mühendislik becerilerini kullanır (Vasquez vd., 2013).

2.3. Bütünleşik STEM Eğitimi

Bütünleşik STEM eğitimi modeli Stohlmann ve arkadaşları tarafından 2012 yılında "*destek, öğretim, yeterlik ve materyal boyutları*" ele alınarak sunulmuştur. Bütünleşik STEM eğitimi modeli ile Tablo 2.2'de açıklanmaktadır.

Tablo 2.2. Bütünleşik STEM Eğitimi

<table>
<tr><td colspan="2">Destek</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Yakın bir okul ya da üniversite desteği
• Mesleki gelişime katılmak
• Öğretmen işbirliği
• Eğitim programı eğitimi</td></tr>
<tr><td colspan="2">Öğretim</td></tr>
<tr><td>Ders Planlama</td><td>Ders içi uygulamalar</td></tr>
<tr><td>• Bağlantılara odaklanma
• Kavramların belirlenmesi
• Öğrencilerin kavram yanılgılarının belirlenmesi
• Öğrencinin kapasitesinin anlaşılması
• Problem çözme tabanlı
• Öğrenci merkezli
• Ön bilgi ile ilişkilendirme
• Büyük kavram, fikir ve temalara odaklanma
• Teknoloji entegrasyonu
• Gerçek dünya ve kültürel uyum</td><td>• Soru sorma ve varsayımlarda bulunma
• Düşünceyi ön plana çıkarma
• Yansıtıcı yazma
• Anlama modeline odaklanma
• Değerlendirmeyi eğitimin bir parçası olarak görme
• İşbirlikli öğrenme
• Manipülatiflerin etkili kullanımı
• Sorgulama</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yeterlilik</td></tr>
<tr><td colspan="2">• İçerik bilgisi ve pedagojik içerik öz yeterliliğe olumlu katkı
• STEM eğitimine olan inanç
• Planlama ve organizasyon</td></tr>
<tr><td colspan="2">Materyaller</td></tr>
<tr><td colspan="2">• Teknoloji kaynakları
• Teknolojinin geniş kullanımı
• Aktiviteler için kitler
• Oda ve depo
• İyi bir çalışma için masa</td></tr>
</table>

Kaynak: Stohlmann, M., Moore, T. ve Roehrig, G. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research, 2*(1), 28-34.

Bu modelin yanısıra, geniş kapsamlı olarak National Academy of Engineering and National Research Council tarafından Honey ve arkadaşları 2014'de "Bütünleşik STEM Eğitimi" bir çerçeve sunmuştur. STEM eğitimi kavramsal çerçevesi hedefler, sonuçlar,

STEM'in doğası ve kapsamı ve bütünleşik STEM eğitim uygulamaları başlıkları altında sunulmuştur. Bütünleşik STEM eğitimin amaçları;

- STEM okuryazarlığı
- 21. yy. Yeterlikleri
- STEM alanlarındaki iş gücüne hazırlık
- STEM alanlarında öğrencilerin ilgisini çekme ve bağlantılar sağlama olarak belirtilmiştir.

Komiteye göre de bütünleşik STEM eğitiminin çıktılarının ise;

- Öğrenme ve başarı
- 21. yy yeterlikleri
- STEM içeriğinin daha iyi anlaşılması
- Pedagojik alan bilgisinin ve STEM alan bilgisinin artırılması
- STEM kimliğinin gelişimi
- STEM disiplinleri arasında bağlantı yapabilme becerisinin gelişimi olması beklenmektedir.

Komite ABD'de yapılan kısa süreli projeler, dersler ve okul programları değerlendirdiğinde STEM eğitiminin doğasında olan üç unsuru belirlemiştir. Bunlar;

1. STEM disiplinleri arasındaki bağlantı türleri
2. Ana disiplin ve bu disiplinle ilgili vurgu
3. Süre, boyut ve karmaşıklıktır.

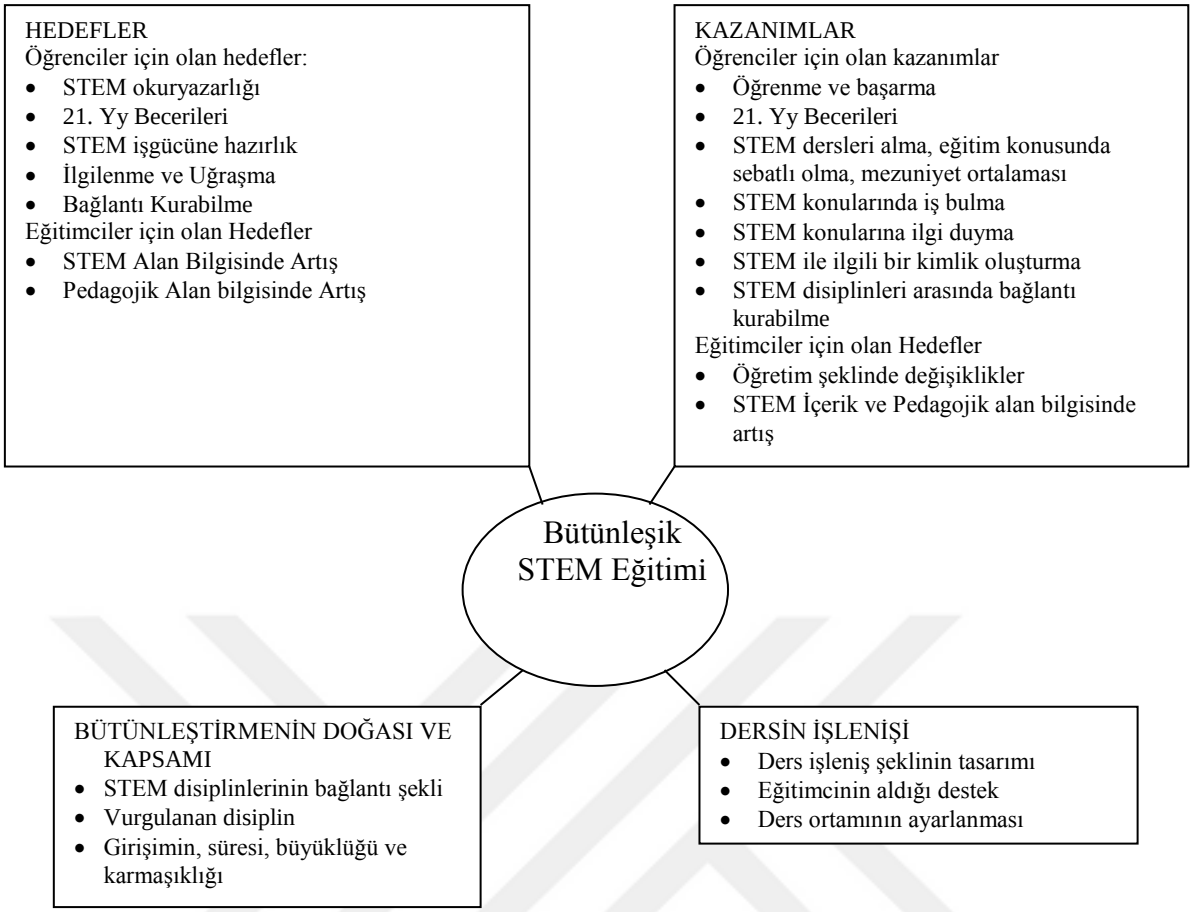
Yine aynı komite STEM eğitiminin uygulanmasını etkileyen üç önemli faktörünü ise öğretim tasarımları, farklı branş öğretmenlerinin desteği ve öğrenme ortamlarının içeriği olduğunu vurgulamıştır. Böyle bir çerçevede STEM'in sadece bir STEM disiplinler etkileşmesi olmadığını anlamaktayız. Disiplinlerarası olmasının yanı sıra, 21. yy yeterlikleri, proje tabanlı öğrenme, öğrenci merkezli pedagoji gibi birçok noktaya bu çerçeve dayandırılabilir. Bir çerçevenin oluşturulabilmesi için öğretmenlerin STEM perspektiflerinin belirlenmesi ve bu perspektifler doğrultusunda onların STEM eğitimini nasıl tanımladığı, disiplinler arasındaki ilişkileri nasıl oluşturduğu önem taşımaktadır.

Honey vd. (2014)'nin hazırladığı bu çerçeve "Bütünleşik STEM Eğitimi"nin tam bir tanımı olmamasından ötürü ve de çok farklı şekillerde uygulanmasından dolayı K-12 eğitiminde STEM entegrasyonu açısından önem taşımaktadır. Bu çerçevenin 4 boyutu bulunmaktadır. Şekil 2.3'de görüldüğü gibi bu boyutlar;

- Hedefler
- Kazanımlar
- Entegrasyonun Yapısı
- Uygulamadır.

Öğrenci için hedefler; STEM okuryazarlığı kazandırmak, 21. yy becerileri, STEM işgücü oluşturmak ve STEM ilgisini arttırmak şeklinde iken, öğretmenler için hedefler ise STEM Alan Bilgisinde ve Pedagojik Alan Bilgisinde artış şeklindedir. Öğrenci kazanımlarını öğrenme ve başarma, 21. yy becerileri, STEM kurslarına katılma, STEM dallarında çalışma (meslek olarak), STEM dallarıyla ilgili bir kimlik oluşturma ve STEM dallarına ait bilgileri bir diğer dala transfer etme oluştururken eğitimciler ile ilgili kazanımlar öğretim şeklinde değişiklikler, STEM Alan ve Pedagojik Bilgisindeki ilerlemedir.

Entegrasyonun yapısında kaynaştırılan disiplinler, baskın olan disiplin, süre, büyüklük, girişimin karmaşıklığı yer almaktadır. En önemli boyut olan dersin işleyişinde ise dersin tasarlanması (mühendislik tasarımı ve problem temelli öğrenme), öğretmene sağlanan destekler (halen çalışan veya öğretmenlik eğitimi alanlar için profesyonel eğitim imkânları, öğrenme toplulukları,) ders ortamının ayarlanması (ders saatlerinin uzatılması, ders planlarının genişletilmesi, takım halinde eğitim verme veya öğretmenlerin çiftler halinde çalışması) yer almaktadır.Ancak bu çerçevede bütünleşik STEM eğitiminin önemli bileşenlerinden biri olabilecek bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerine yer verilmemiştir.Sadece eğitimciler için STEM alan bilgisindeki artışa ve pedagojik alan bilgisine vurgu yapılmıştır. Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin birden fazla boyutu göz önünde bulundurularak daha kapsamlı bir şekilde ele alınması gerektiği düşünülmektedir.



Şekil 2.3. Bütünleşik STEM Eğitimi (Honey vd., 2014).

Herschbach (2011) bütünleşik bir müfredat tasarımının olması gereken asgari üç koşulu şu şekilde sıralamıştır;

(a) entegre bir müfredat tasarımı: altta yatan karşılıklı ilişkileri netleştirmek için farklı çalışma alanlarından konuyu bir araya getirir,

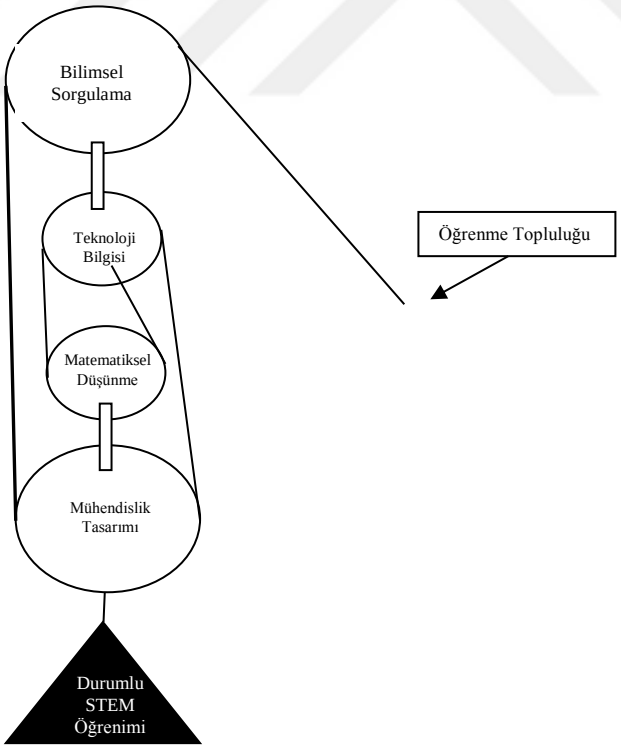
(b) öğrenciler, bilgi kullanımının altında yatan örgütsel, maddi ve sözdizimsel yapıları birleştiren öğrenme deneyimleri yoluyla çalışma alanlarının biçimsel yapısına maruz kalırlar;

(c) öğrenciler resmi, uzmanlaşmış ve uygulamaya yönelik bilgileri kullanan öğrenme deneyimleriyle ilgilenirler. Çünkü bütünleşik öğrenmenin kendisi öncelikle doğrusallığı, kilit adımları, hedefleri ve ayrı konuları barındıran öğretim modelinin aksine; bilginin seçici, düzensiz ve yinelemeli kullanımını ifade etmektedir.

Kelley ve Knowles (2016) çalışmasında bütünleşik STEM eğitimi için kuramsal çerçeve oluştururken bir palanga sisteminden yararlanmıştır. Aşağıda Şekil 2.4'te görüldüğü gibi palanga sistemi kuvvet kazancını dörtte birine düşürecek şekilde tasarlanmış bir makara

düzeneğinden oluşmaktadır. Bu çatıdan hareketle bütünleşik STEM eğitimi; iki ya da daha fazla STEM disiplinini içeren, gerçek yaşam problemlerini bilimsel sorgulamayla çözmek için mühendislik tasarım sürecinin kullanıldığı, sürece teknolojiyi ve matematiksel düşünmenin de dahil edildiği bir süreç yaklaşımı ya da bir süreç felsefesi olarak tanımlanabilir. Diğer bir deyişle; gerçek yaşam problemleri,teknoloji, bilim, matematik ve mühendislik adımları eşliğinde STEM eğitiminin merkezindedir (Özel, 2013).

Görselde de görüldüğü gibi teorik çatıda dört makaradan oluşan bir palanga sistemi bulunmaktadır. Yük olarak da "kalıcı STEM tabanlı öğrenme" verilmiştir. Yük, makaralar yardımıyla mekanik avantaj sağlanarak yukarı kaldırılabilir. Bu yükü daha az kuvvet uygulayarak yukarı kaldıracak olan STEM entegrasyon bileşenleri; mühendislik tasarım süreci, teknoloji okuryazarlığı, matematiksel düşünme ve bilimsel sorgulamadır. Bu karmaşık ilişki bir uyum içerisinde çalışabilir ve kolay hale bu bileşenler ile gelebilir. Kelley ve Knowles (2016)'a göre, bütünleşik STEM eğitiminin basit bir tanımından öte, kavramsal bir çerçeveye ihtiyaç vardır. Bu STEM çerçevesi ile hedefler, amaçlar, sonuçlar, bileşenler ve bu bileşenlerin birbirleriyle ilişkileri ortaya koyulmalıdır.



Şekil 2.4. STEM Teorik Çatısı
(Kelley ve Knowles, 2016)

Bütünleşik STEM eğitiminin en karakteristik özelliklerinden biri "Gerçek Yaşam Problemleri" nin kullanılmasıdır. Bu bağlam, STEM disiplinlerini öğrencilerin gözünde canlandırmakta ve öğrenmelerini derinleştirme potansiyeli taşımakla birlikte, çok fazla detaylı bilgi içerdiğinden, öğrencilerin gerçek soyut yapıyı anlamalarını zorlaştırabilir. Ancak tüm öğrenme şekillerinin temeli olan sosyal ve kültürel deneyimler sayesinde, öğrencilerin birlikte çalışmasını, tartışmalara aktif katılım sağlamasını, ortak karar verme ve elbirliği ile problem çözmeyi destekler. Tüm bunlar göz önüne alındığında Moore ve arkadaşları (2015), STEM entegrasyonu ile ilgili şunları önermektedir;

1. Entegrasyon belirgin bir şekilde yapılmalıdır. Üstü kapalı olarak yapılan entegrasyonu, öğrenciler anlamayabilir.
2. Kullanılan tüm disiplinlerde, öğrencilerin bilgileri desteklenmelidir. Öğrenci diğer disiplinlerde daha önce öğrendiği bilgileri hatırlayamayabilir ya da bağdaştırma yapamayabilir.
3. Daha fazla entegrasyon daha iyi sonuç demek değildir. Ulaşılmak istenen hedeflere, karşılaşılacak zorluklara ve eldeki imkanlara göre plan yapılmalıdır.

Bu önerilerin eşliğinde araştırmacılar, bir STEM entegrasyon çerçevesi geliştirmiştir. "*Sınıfta STEM Entegrasyonu Çerçevesi*", altı ana öğeye sahiptir:

1. Öğrencileri anlamlı öğrenmeye dahil etmek ve içeriğe erişim sağlamak için, bütünleşik STEM öğrenme ortamları motive edici ve ilgi çekici bir bağlam içermelidir. Bu bağlamlar kişisel olarak anlamlı olmalı ve öğrencilerin içerikle bağlantı kurmasına izin vermelidir.
2. Problem çözme, yaratıcılık ve üst düzey düşünme becerilerini geliştirmek için bütünleşik STEM eğitimi, zorlayıcı amaçlar için de ilgili teknolojilerin mühendislik tasarım zorluklarını içermelidir. Bu aynı zamanda mühendislik düşüncesi, teknolojik ilerleme ve tersine mühendislik teknolojilerini içerebilir.
3. STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi, öğrencilerin başarısızlıktan öğrenmelerine ve yeniden tasarım yapmalarına izin vermelidir. Bu, mühendislik düşüncesinin ayırt edici özelliklerinden biridir ve göz ardı edilmemelidir.
4. Öğrenmenin anlamlı olması ve proje ya da probleme dayalı öğrenme zorluklarına katılmak için harcanan zamana değer olabilmesi için, bütünleşik STEM eğitimi, öğrenme faaliyetlerinde standartlara dayalı fen ve / veya matematik hedeflerini içermelidir. Ayrıca, gerçek dünyadaki problemler sadece STEM disiplinlerinin ötesinde disiplinlerarasıdır. Bu, İngilizce / dil sanatları ve sosyal bilgiler gibi diğer disiplinlerin de uygun şekilde dahil edilebileceği anlamına gelir.
5. Öğrencilere standartlara dayalı içeriği derinlemesine öğrenme fırsatı sağlamak için, içeriğin öğrenci merkezli bir şekilde öğretilmesi zorunludur. Öğrenciler, kavramsal bilgilerini derinleştirmek için içerikle uğraşma ve kendileri için düşünme fırsatlarına ihtiyaç duyarlar.

6. Son olarak, bütünleşik STEM öğrenme ortamları, 21. yüzyıl işgücünde yaşam için zorunlu olan takım çalışması ve iletişim yeteneklerini vurgulamalıdır.

Bu araştırmanın kavramsal çerçevesi Moore ve arkadaşları (2015) tarafından başarılı bir STEM eğitimi için belirlenen ve yukarıda altı adım olarak sıralanmış "Sınıfta STEM Entegrasyonu Çerçevesi" ne dayanmaktadır. Moore ve arkadaşları (2015)'nın vurguladığı gibi bütünleşik STEM eğitimi gerçek yaşam problemlerinin mühendislik tasarım sürecinde teknoloji bilgisi, bilimsel sorgulama ve matematiksel düşünme eşliğinde çözümü ile mümkündür.

2.4. Türkiye'de STEM Eğitimi

Türkiye'de STEM eğitimi ilk olarak, Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (BTMM) eğitimi olarak Adıgüzel, Ayar, Çorlu ve Özel (2012) tarafından ortaya atılmıştır.STEM eğitiminin amacı; ilköğretim ve lise öğrencilerinin meraklı, yetenekli olanlarının belirlenmesini sağlayıp onları bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına yönlendirilmesine imkan sağlamaktır (MEB, 2016). Milli Eğitim Bakanlığının ayrı bir STEM eğitim stratejisi bulunmamakta ancak bazı çalışmalar yapılmaktadır (Kearney, 2016). Yayınlanan raporlarda bazı yol haritalarının yanısıra STEM eğitimi ile ilgili stratejiler olduğunu söylemek mümkündür (Akgündüz ve ark. 2015; MEB STEM Eğitim Raporu, 2016; Altunel, 2018; Çolakoğlu ve Gökben, 2018). 2014 yılında STEM eğitiminin önemini belirtmek amacıyla "STEM Zirvesi" gerçekleştirilmiştir (TÜSİAD, 2014). 2016 yılında MEB tarafından "STEM Eğitimi Raporu" hazırlanmış ve "STEM Eğitimi Eylem Planı Önerisi" sunulmuştur (MEB, 2016). 2018 yılında ise fen bilimleri dersi öğretim programı yayımlanmış ve STEM eğitimi entegrasyonuna yer verilmiştir. Fen Bilimleri öğretim programının içinde mühendislik uygulamaları ve tasarım becerileri ile ilgili ifadeler bulunmaktadır (MEB, 2018). Türkiye'de son altı yılda gerçekleşen STEM eğitimi alt yapı çalışmaları Tablo 2.3'de verilmiştir.

Tablo 2.3. STEM Eğitiminin Türkiye'deki Süreci

2014	TUSİAD- STEM Alanında Eğitim Almış İşgücüne Yönelik Talep ve Beklentiler Araştırması	STEM alanlarında nitelikli işgücüne ulaşılabilmesi için eğitim sisteminde analitik, yaratıcı yenilikçi düşünen, problem çözme becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesi, öğretmen eğitiminde gerekli reformların yapılmasına dikkat çekilmiştir.
2014	Avrupa Okul Ağı-Scientix Projesi	Avrupa ülkelerindeki STEM disiplinleri öğretmenleri, eğitim araştırmacıları, STEM uzmanları ve politika belirleyiciler proje kapsamında iş birliğine teşvik edilmektedir. Proje ile Türkiye'nin de dahil olduğu 36 Avrupa ülkesinde STEM öğretmen toplulukları oluşturulmuş ve STEM eğitiminin yaygınlaştırılması amaçlanmaktadır.
2015	İstanbul Aydın Üniversitesi- STEM Eğitimi Türkiye Raporu	Türkiye'de STEM eğtiminin uygulanabilmesi için bir yol haritası ortaya konulmuş ve bir takım öneriler getirilmiştir.
2016	Milli Eğitim Bakanlığı- STEM Eğitimi Raporu	Türkiye'de STEM eğitimine geçişte kullanılabilecek bir model üzerine durulmuş ve STEM Eylem Planı sunulmuştur.
2017	PwC & TÜSİAD -2023'e Doğru Türkiye'de STEM Gereksinim Raporu	STEM becerilerinin önemine vurgu yapılmış, STEM alanlarındaki gelişmelerin ekonomik açıdan ne kadar önem arzettiği belirtilmiştir.
2018	Milli Eğitim Bakanlığı- Öğretim Programlarının Revizyonu	Fen Bilimleri dersi öğretim programına öğrencilerin bilim ve mühendislik arasındaki ilişkiyi anlamaları, disiplinlerarası etkileşimi kavramaları ve öğrenilenleri günlük hayata taşıyabilmeleri için Fen,Mühendislik ve Girişimcilik uygulamaları yerleştirilmiştir.
2018	Milli Eğitim Bakanlığı- 2023 Eğitim Vizyonu	Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin geliştirilmesi kapsamında sanat, kültür, spori bilim ve yaşam temaları altında " tasarım-beceri atölyeleri"nin kurulum planı duyurulmuştur.

Not: Tablo araştırmacı tarafından hazırlanıp sunulmuştur.

Türkiye'de STEM ve STEM eğitimine yönelim, PISA ve TIMMS gibi uluslararası sınavlarda düşük performanslar neticesinde özel sektörün de desteğiyle başlamıştır. Çorlu ve Çallı, (2017)'ya göre STEM eğitimine olan bu yönelimin sebeplerinden biri bilgi toplumuna dönüşümü sağlayarak öğretmenlerin kendilerine özel öğretim programı hazırlama konusunda yetkinlik kazandırılmasıdır. Farklı ülkelerde yapılan çalışmalar neticesinde STEM programları ve içerikleri geliştirilmiş ancak her birinin STEM'den çıkardığı anlamın farklı olması STEM uygulamalarında çeşitlilik yaratmaktadır (Akgündüz ve Ertepınar, 2015). Türkiye'de 2016 yılından itibaren de STEM ya da diğer adıyla FeTeMM pedagojik bir yaklaşım olarak vurgulanmaktadır (Çorlu, 2017).

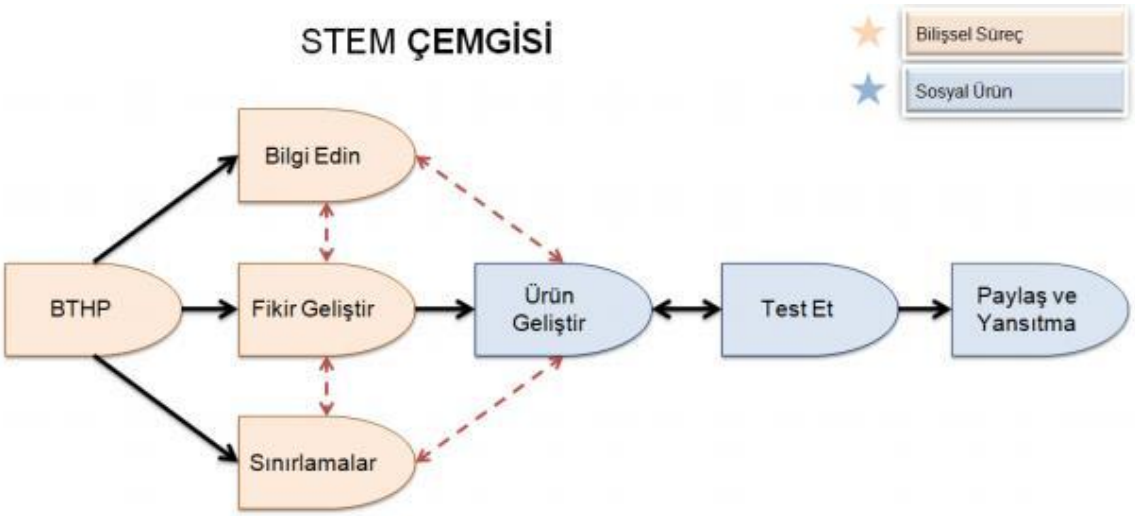
2.5. STEM Öğretmen Eğitimi

İlgili araştırmalar, STEM eğitiminde öğretmenlerin önemine vurgu yapmakta ve öğretmenlerin STEM düşüncesini geliştirmelerinin gerekliliğini belirtmektedir (Reeve, 2015; Radloff ve Guzey, 2016). Ancak Rinke ve ark., 2016'ya göre STEM öğretmen gelişimi henüz iyi tanımlanmamış veya dikkatle incelenmemiştir. Brown (2012), STEM eğitimi araştırmalarında K – 12 öğrencilerinin STEM öğrenmesine odaklandığını, STEM öğretmenlerine daha az dikkat edildiğini vurgulamaktadır. Oysaki STEM öğretim yaklaşımlarında yetkin ve etkili STEM öğretmenlerine ihtiyaç vardır. Balka (2011), STEM'i karmaşık problemleri çözmek ve anlamak için fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramlarını tanımlama, uygulama ve bütünleştirme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Bu tanım Rinke ve arkadaşlarına (2016) göre STEM öğretmen eğitimini karakterize etmekte ve geleneksel modellerden ayırmaktadır. Çünkü bu tanımla birlikte STEM öğretmen eğitimi içerik entegrasyonunu ve STEM okuryazarlığı denilen inovasyon yaklaşımını barındırmaktadır. İçerik entegrasyonunu STEM öğretmen eğitiminin merkezini oluşturmaktadır. Sanders (2009), STEM eğitimi ile ilgili çalışmasında geleneksel eğitim yaklaşımlarının öğrencilere ilgi, motivasyon sağlamadığını belirtmekte ve içeriği günlük ilgi alanlarına harmanlayan ve uygulayan bütünleşik STEM eğitimini önermektedir. Bybee (2013) bu argümanı daha da önce de belirtildiği üzere tek disiplin referansından fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği farklı yollarla birbirine bağlayan disiplinlerarası yaklaşımlara kadar birçok STEM perspektifini tanımlayarak genişletmektedir.

Türkiye'de STEM öğretmen eğitimi üzerine kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmış ve çalışmaların da üniversite bazlı olduğu tespit edilmiştir. Hacettepe Üniversitesi STEM ve Maker Laboratuvarı 2009 yılından itibaren Türkiye'de bilimsel araştırmalara yer vermektedir. Laboratuvarda STEM öğretmen eğitimi çalışmaları, Araştırmaya Dayalı Bilim Öğreniminde Değerlendirme Stratejileri (SAILS) ve Yaşam için Fen ve Matematik (MASCIL) gibi projelere yer verilmiştir. Ortadoğu Teknik Üniversitesinde BİLTEMM eğitimi uygulama ve araştırma merkezi STEM alanlarında öğretmenlere, öğrencilere eğitim vermek, projeler geliştirmek ve atölyeler düzenlemek için kurulmuştur. Muş Alpaslan Üniversitesi'nde 2013 yılında STEM Laboratuvarı kurulmuştur. Bu kapsamda fen bilimleri öğretmen adaylarına ve farklı branşlardaki öğretmenlere eğitim verilmektedir (Yıldırım, 2016).

İstanbul Aydın Üniversitesi de aynı şekilde STEM çalışmalarına önderlik etmiş ve STEM öğretmen eğitimlerine yer vermiştir. Akgündüz ve Ertepınar (2018) eğitim fakültesinde STEM öğretmen gelişim ve öğretim program içeriğinin oluşturulmasını vurgulamış ve eğitim fakültesinde STEM öğretimi dersi için STEM bilgisi, alan bilgisi, disiplinlerarası bağlantılar, mühendislik tasarımı, dersi planlama, değerlendirme ve 21. yy becerilerini bileşen olarak ele almıştır. Çalışmada, STEM öğretmen yeterlikleri de bileşenler ve bileşenlere ait yeterlik maddeleri şeklinde sıralanmıştır. Ancak bu bileşenlerin nasıl belirlendiği, yeterlik maddelerinin nasıl oluşturulduğuna ilişkin ayrıntıya yer verilmemiştir.

STEM öğretmen eğitimi ile ilgili çalışma yetersiz olmakla birlikte en detaylı çalışmanın "*STEM:Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi"* nin olduğu görülmektedir. Diğer çalışmalardan farklı olarak STEM Çemgisi, STEM uygulamalarının bir yol haritası olarak öngörülmektedir (Çorlu ve Çallı, 2017). STEM Çemgisi, bilişsel süreç ve sosyal ürün olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. STEM öğretmenler, STEM ders planı hazırlamak için hedef kazanımları belirleyerek sürece başlar. Merkeze alınan disipline ait kazanımlar yazıldıktan sonra diğer STEM disiplin ya da disiplinlerine ait kazanımlar yazılır. Ardından kullanılan materyaller ve sonrasında ise ders planı tasarlanırken faydalanılan kaynaklar belirtilir. STEM Çemgisi'nin başlangıç noktası öğretmenler ve öğrencilerin 21. yüzyıla ait ilgi alanlarına dayanan Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP)'dir. Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP); birden fazla değişkenin karmaşık yapısının incelenmesine olanak sağlayan, öğrencileri önceden belirlenmiş doğrulara yöneltmeyen, sınırlamaları olan ve iyi tanımlanmış bir problem olmalıdır.



Şekil 2.5. STEM Çemgisi
(Çorlu ve Çallı, 2017)

İlk olarak, Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP) ile birlikte sınırlamalar öğrencilerde merak uyandırıp motive edecek şekilde sunulur. Bilgi edinme bölümü öncesi öğrenciler takımlarını oluştururlar. Öğrencilere yönlendirme yapılmadan araştırma yapmaları için zaman ve ortam sağlanmalıdır. Öğrencilerin içerik hakkında tartışmaya başlamaları için öğretmenin hazırladığı sorular bu anlamda çok önemlidir. Bu bölümde öğrenciler BTHP'nin çözüm yolları için farklı kaynaklardan bilgi toplamaktadır. İkinci olarak, fikir geliştirme bölümüne geçilir ve öğretmen takımları ziyaret ederek süreci denetlemelidir. Öğretmen öğrencilerin geliştirebileceği bazı fikirleri ya da problem çözüm yollarını öngörmeye çalışmalıdır. Çünkü öğrencilerin fikirleri için onlara sorulabilecek sorulara hazırlıklı olmalıdır. Bu aşamadan sonra öğrenciler artık ürün geliştirme bölümüne geçer. Bu bölümde öğretmen, öğrencilerden tasarımlarının taslak çizimlerini hassas ölçümler ile çizmelerini ister. Test etme bölümünde öğrenciler tasarlamış oldukları ürünleri sınırlılıklar doğrultusunda test ederler. Son olarak, paylaşma ve yansıtma bölümünde öğrenciler tasarladıkları ürünleri paylaşırlar. Öğretmen öğrencilerini cesaretlendirecek ve onların ilgilerini çekecek STEM etkinlikleri planlamalıdır (Çorlu ve Çallı, 2017).



Şekil 2.6. STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi
(Çorlu, 2017)

Şekil 2.6'da verilen STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi, STEM öğretmenler, STEM öğretmen eğitimcileri ve araştırmacıları için geliştirilmiş ve öğretime yönelik bir yol

haritasıdır (Çorlu, 2017). STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi İlkeleri bu şekilde sıralanabilir:

- **Eşitlik:** Her öğrenciye ulaşabilmesini sağlama;
- **Disiplinler Arasılık:** Merkezindeki branşa ait hedef kazanımlara ilave olarak diğer STEM disiplinleri ile bütünleşebilme;
- **Alanda Derinlik:** Merkezinde yer alan disipline ait bilgi ve becerileri geliştirmeyi hedefleyip özgün bir şekilde ana kazanımlar ve ek kazanımlar ile destekleyebilme;

- **İlgililik:** 21. yy yaşamına parallel olarak öğrenci ve öğretmenlerin gerçek yaşam deneyimleri ile ilişkili olabilme (Çorlu ve Çallı, 2017).

Son yıllarda STEM eğitimi çalışmaları ülkemizde hızla artmakta ancak STEM'in öğretim programlarındaki yeri ve öğrenme ortamlarında nasıl uygulanacağı konularında herhangi bir görüş birliğine varılmadığı görülmektedir (Çepni, 2018). Yapılan çalışmalar incelendiğinde henüz bütünleşik STEM öğretmenlerinin hangi niteliklere sahip olması ve hangi yeterlikleri edinmesi gerektiği konusunda yeterli ilerleme sağlanamadığı ve ortak bir kanıya varılamadığı görülmektedir.

2.6. Öğretmen Yeterlikleri

Matthews (2017)'a göre nitelikli eğitim için öğretmenler çok önemlidir ve "öğretmenler; konusuna hakim, öğrencileriyle ilgili, hevesli ve yetkin, internete ve yeni teknolojilere aşina olmalı ve günümüzde artık "daha fazlasını" yapmalıdır". Daha fazlasını yapabilmek adına da yerel müfredatlar oluşturmalı, müfredat yorumlamalı ve diğer disipliler ile ilişkiler kurmalıdır. Ancak "daha fazla"sını yapabilmek adına öğretmenlerin önü nasıl açılabilir? Diğer bir deyişle, öğretmenlerin daha fazlasını yapması ne demektir? Bunun için neler gereklidir? Bu soruların öğretmenlerin branşları göz önüne alınarak cevaplandırılması gerekmektedir.

Günümüzde eğitim dünyasının dönüşümü söz konusudur. Online eğitimlerin önem kazandığı bu günlerde öğretmen yeterlikleri ön plan çıkmaktadır. Öğretmenlerin niteliğinin ve yeterliklerinin özellikle öğrencilerin eğitiminde son derece önemli olduğunu araştırmalar göstermektedir (TED, 2009). Birleşmiş Milletler (2020) dünya geneline bakıldığında öğrencilerin en az %91'inin okulların ara vermesinden etkilendiğini ifade etmektedir. Salgın

hastalık sebebiyle dünya genelinde uzaktan eğitim çare olarak görülmektedir. Öğretmenler, özendirici söylemleri sayesinde öğrencileri içinde bulundukları kaos ortamından kurtarılmasını sağlayabilir. Eğitim ve öğretimin en önemli parçası öğretmenler, maddi ve manevi tüm yeterlikleri bu dönemde sergileyebilmelidir. Bu sebeple de öğretmenlerin sahip olduğu bilgi ve becerilerin geliştirilmesi söz konusudur. Öğretmenlerin küresel koşullara ayak uydurabilecek yeterliklere sahip olması gerekliliği onları kendilerini yenilemeye yöneltmektedir. Öğretmenlerden beklenen sadece kendi mesleklerine özgü bilgi ve becerilerilere sahip olması değildir. Aynı zamanda öğretmenlerden kendilerini yaşanılan değişimlere ve gelişmelere hazırlıklı olmasını sağlayacak genel yeterliklere de sahip olması beklenmektedir (Avrupa Komisyonu, 2013). Öğretmen yeterlikleri; eğitimin kalitesini artırma, öğretmen eğitimi sisteminde reform yapma, öğretmenlik mesleğini daha cazip hale getirme ve öğretimin kalitesini değerlendirme ihtiyaçları sebebiyle tanımlanmalıdır (Avrupa Komisyonu, 2018).

Yeterliğe dayalı eğitim (YDE) ile ilgili literatüre bakıldığında "yeterlik" kavramının tam olarak ne ifade ettiği hem uluslararası hem de ulusal kaynaklarda yeterince açıklanamayan, kesin bir fikir ve tanımının olmadığı bir kavram olarak görülmektedir. Disipline, tanımlayan araştırmacının bakış açısına, tanımlandığı ülkedeki yeterlik anlayısına göre bile tanımlar değişmektedir (Avrupa Komisyonu, 2013; Le Deist ve Winterton, 2005).

Yeterlik kavramı İngilizcede "*competence*" (yeterlik) ve "*competency*" (yeterlilik) kavramlarıyla açıklanmaktadır. Competence "*bir şeyi iyi yapabilme yetenegi*", competency kelimesi ise " *belli bir iş için gerekli olan beceri*" olarak açıklanmaktadır. Yeterlik ve yeterlilik kavramları birbirilerinin yerine kullanılan benzer kavramlar olsa da yeterlik daha islevsel alanları kapsayan bir kavram iken yeterlilik davranışsal alanlarla ilgilidir (Le Deist ve Winterton, 2005). Yeterlik için farklı tanımlar mevcuttur;

- Yeterlik belli bir alanda etkili bir insan eylemiyle sonuçlanan bilgi, beceri, değerler tutumlar ve istekliliğin birleşimi olarak tanımlanmaktadır (Crick, 2008).
- Yeterlik bilginin en uygun şekilde yorumlanması ve uyarlanabilmesi anlamına gelmektedir (Haste, 2009).
- Yeterlik bireyin ideal koşullar altında ne bildiği ve ne yapabildiği olarak tanımlanırken performans ise o anki mevcut koşulllarda ne yapıldığı olarak açıklanmaktadır (Eraut, 1998).

Öğretmen yeterlikleri "öğretmenlerin öğretmenlik mesleğini etkili ve verimli biçimde yerine getirebilmek için sahip olunması gereken bilgi, beceri ve tutumlar" olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2017). Genellikle de Türkçe kaynaklarda "öğretme yeterlikleri" ifadesi kullanılmakta, yabancı kaynaklarda ise "öğretmen standartları" şeklinde ifade edilmektedir. Öğretmen standartları öğretmenlerin mesleki özellikleri, bilgi, anlayış ve becerilerini kapsamaktadır (TDA, 2007).

Öğretmen yeterliklerinin farklı ülkelerdeki uygulamaları göz önüne alındığında farklı modeller kullanıldığı görülmektedir. Örneğin, İngiltere'de öğretmen standartları öğretmenlerin mesleki gelişim düzeyi göz önüne alınarak oluşturulurken, ABD'de çocukların gelişim evreleri dikkate alınarak yapılandırılmıştır. Türkçe çalışmalarda "yeterlik, standart ve nitelik" kavramlarının öğretmen yeterlikleri ile ilgili yapılan çalışmalarda birbirinin yerine kullanılması kavram kargaşası yaratmaktadır (TED, 2009). İngilizcedeki karşılıkları kullanılarak kavram kargaşasını gidermek mümkün olabilir.

"Teacher Competencies" öğretmenlerin sahip olması gereken bilgi, beceri ve tutumların kapsamlı listelendiği bir kavramdır ve davranış düzeyinde ayrıntılar içermektedir. Neticesinde öğretmenlik mesleğinin teknik ayrıntılarını göstermektedir. "Teacher Standards" ise öğretmenlerden beklenen bilgi, beceri ve tutumların genel bir çerçevesini sunmada kullanılan bir kavramdır. Davranış boyutunda değil, sadece sahip olunması gereken bilgi, beceri ve tutumlara ait genel ifadeler oluşudur. Bu çalışmada STEM öğretmenlerin bilgi, beceri ve tutumları ayrıntılı ele alındığından ve detaylı listelendiğinden "STEM Öğretmen Yeterlikleri" ifadesi kullanılmıştır.

Öğretmen yeterliklerinin tanımlanması ve belirlenmesi öğretmenlik mesleğinin doğası düşünüldüğünde karmaşıktır. Bunun nedeni öğretmenlerin neleri bilmesi ve yapabilmesi beklentisinin de sürekli değişmesidir. Öğretmenlerden ders kitaplarında sunulan bilginin öğrenciye aktarılmasından daha fazlasını yapması beklenmektedir. Toplumsal dönüşüm içinde olduğumuz bu günlerde de eğitim dünya çapında bu değişimlerden etkilenmektedir. Online eğitim için yeni teknolojiler kullanılarak yapılan günümüzdeki eğitimde öğretmenlerin geleneksel işlevlerinin değişmesi zorunluluk haline gelmiştir. Yeterlikler listesi oluşturmak öğretmen yeterliklerini tanımlamadığından yeterliklerin uygulamaya dönüştürülmesi için yapısal, finansal ve yönetsel düzenlemeleri içeren öğretmen yeterlikleri yol haritası önerilmektedir (TED, 2009). Bu yol haritasının 6 adımı aşağıdaki gibidir:

1. Öğretmen yeterliklerinin uygulanması ve öğretmen eğitiminin kalitesinin geliştirilmesi için Öğretmen Yetiştirme Türk Milli Komitesi, YÖK, MEB ve eğitim fakültelerinin işbirliği içinde çalışması.
2. Öğretmen yetiştirmede Eğitim Fakültelerinin mevcut altyapı ve öğretim elemanı eksiklerinin giderilmesi ve öğretmen yetiştirmede uygulamaların çağın gerekliliklerine uygun olarak yeniden düzenlenmesi.
3. Öğretmenlik mesleği yeterliklerinin stajyerlik dönemi ile ilişkilendirilmesi.
4. Öğretmenlik mesleği yeterliklerinin hizmetiçi eğitim ile ilişkilendirilmesi.
5. Öğretmenlik mesleği yeterliklerinin eğitim bilimleri alanında ve öğretim programlarında gelişmelerle uyumlu bir biçimde tanımlanması.
6. Yeterliklerin uygulanmasına aşamalı olarak ve yönetilebilir ölçekte başlanması.

2.7. Öğretmen Yeterliklerinin Belirlenmesi

Öğretmen yeterliklerinin kimler tarafından belirleneceği en önemli sorunlardan biridir. Çünkü bu süreç, belirlenen yeterliklerin uygulanabilir olmasını ve aynı zamanda yeterlikler ile ilgili tüm tarafların katılımını gerektirmektedir (TED, 2009). Bu sebeple Türk Eğitim Derneği (TED) öğretmen yeterliklerinde aşağıdaki soruların cevaplandırılmasını önermektedir:

1. Öğretmen yeterliklerinin belirlenmesinde temele alınan varsayımlar, kuramsal tercihler, kabuller ve bilgi tabanı neleri içermektedir? Öğretmen yeterlikleri, özellikle ulusal düzeyde tanımlanıyorsa, öğretmenin neleri bilmesi ve neleri yapabilmesinin ortak bir eğitim vizyonu ve bilgi tabanına göre tanımlanması gerekir. Yeterliklerin dayandığı kavramsal çerçeve, varsayımlar, temel kabuller belirlenmeden yeterliklerin neleri kapsayacağı ve nasıl yapılandırılacağı sistematik bir bütünlük içinde belirlenemez. Yeterliklere aynı anlamları yükleyebilmek ve yeterliklerden aynı şeyleri anlayabilmek büyük ölçüde yeterliklerin dayandığı kavramsal dayanakların ve çerçevenin ne kadar iyi açıklandığına bağlıdır.
2. Öğretmen yeterliklerine yön veren ulusal eğitim hedefleri ve eğitim politikaları nelerdir? Öğretmen yeterliklerinin ulusal eğitim hedefleri ve eğitim politikaları ile ilişkisi anlaşılabilir bir şekilde açıklanmalıdır. Unutulmamalıdır ki, öğretmenlik yeterlikleri çocuklara ve gençlere ulusal eğitim hedef ve politikalarının gerçekleşmesi için nelerin nasıl öğreteceğinin, yani bu işi yapacak öğretmenin işinin hangi bağlamda ve nasıl yapılacağının yapı taşlarının tanımlanmasıdır.
3. Öğretmen yeterliklerinin hizmet öncesi öğretmen eğitimi ve stajyerlik dönemi mesleki gelişim ile ilişkisi nasıl kurgulanacaktır?
4. Öğretmenlik yeterliklerinin hizmet öncesi öğretmen eğitimi, stajyerlik dönemi ve sonrası sürekli mesleki gelişim ile ilişkilendirilmesi ve yeterliklerin kazandırılmasının sağlanması nasıl bir örgütsel ve yönetsel yapı ve düzenleme ile gerçekleştirilecektir? Hangi stratejiler kullanılacaktır?

5. Yeterliklerin öğretmen olabilmek ile ilişkisi nasıl oluşturulacaktır? Yeterliklere dayalı lisanslama ya da sertifikasyon yapılacak mıdır?
6. Yeterliklere dayalı lisanslama ya da sertifikasyon yapılacaksa, bu hangi kurum tarafından, nasıl, hangi yöntem ve stratejilerle yapılacaktır?
7. Öğretmenlerin seçimi yeterlikler temele alınarak gerçekleştirilecekse, seçme yöntem ve stratejileri neler olacaktır? Öğretmen yeterliklerinin önemli bir kısmı testlerle ölçülebilir olmadığına göre, ölçümleme kim tarafından ve nasıl yapılacaktır?
8. Yeterliklere sahip olmamanın ya da asgari bir standardın altında yeterlik göstermenin sonuçları ve yaptırımları neler olacaktır?

Öğretmen yeterliklerinin belirlenmesinde temel ilkeler yeterliklerin esnek olması, yeterliklerde ortak dil kullanımı, yeterliklerin güvenilir olması ve yeterliklerin basit ve şeffaf olması şeklindedir. Yeterliklerin belirlenmesi esnasında izlenecek aşamalar TED (2009)'a göre şu şekilde sıralanmıştır;

1. Öğretmen yeterlikleri konusunda kavramsal bir çerçevenin tanımlanması; öğrenme ve öğretme konusunda, öğretmenlerin neleri bileceği ve neleri yapabileceği konusunda temel yaklaşımların, kuramsal temellerin ve kabullerin belirlenmesi.
2. Mesleki yeterlikler çerçevesi ya da genel ilkelere dayalı olarak tüm öğretmenlerin sahip olması gereken, ortak bir eğitim anlayışına ve bilgi temeline dayalı genel yeterliklerin belirlenmesi.
3. Genel yeterliklerin kapsadığı bilgi, tutum-değer-inanç ve performans öğelerinin belirlenmesi.
4. Farklı gelişim evrelerinde mesleki yeterliklerin (örneğin, erken çocukluk dönemindeki çocukların eğitiminden sorumlu öğretmenlerle ergenlik dönemindeki öğrencilerin eğitiminden sorumlu öğretmenlerin yeterliklerinin) farklılaşacağı varsayımından hareketle, genel yeterliklerin öğrencilerin gelişim evreleri ile ilişkilendirilmesi.
5. Öğretmenlerin mezuniyet, stajyerlik ve stajyerlik sonrası dönemlerinde yeterliklerin niteliğinin değişeceği noktasından hareketle, mesleki yeterliklerin mesleğin farklı evreleri ile ilişkilendirilmesi.
6. Genel yeterlikler çerçeve olarak kabul edilerek, özel alan yeterliklerinin geliştirilmesi.
7. Yeterliklerin öğretmen yetiştirme ve sürekli mesleki gelişim, öğretmenlik mesleği kariyer sistemi ve uygulamaları, öğretmenlerin lisanslanması ya da sertifikasyonu, performans değerlendirme sistemi gibi öğelerle ilişkilendirilmesi.

Türkiye'de yeterliklerin belirlenmesinde bu aşamaların birçoğunun gerçekleştirilmediği görülmektedir ve o sebeple bu adımlara dikkat edilmesi önerilmektedir (TED, 2009). Bu çalışmada ABD Öğretmenlik Mesleği Standartları Ulusal Kurulunun (NBPTS) belirlediği standartlardan yola çıkılarak bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin çerçevesi şu şekilde belirlenmiştir.

1. Önerme: STEM öğretmeni kendisini öğrencilerin STEM öğrenmesine adamıştır.
2. Önerme: STEM öğretmeni öğrettiği STEM içeriğini ve bu içeriği öğrencilere nasıl öğretileceğini bilir.
3. Önerme: STEM öğretmeni öğrencilerin STEM öğrenmesini yönetmek ve izlemekten sorumludur.
4. Önerme: STEM öğretmeni STEM kurgulama/ uygulamalarını sistematik olarak düşünür ve deneyimlerinden öğrenir.
5. Önerme: STEM öğretmeni STEM öğrenme topluluklarının üyesidir.

Diğer taraftan öğretim bir görevden çok daha fazlası olduğundan, öğrenme ve topluma dair değerler ve varsayımlar içerdiğinden öğretmen yeterlikleri ulusal bağlamlarda farklı şekilde yorumlanmaktadır (Avrupa Komisyonu, 2013). Bu sebeple dünyada öğretmen yeterliklerinin nasıl yorumlandığına bakmak gerekmektedir.

2.8. Avrupa Birliği'nde Öğretmen Yeterlikleri

Avrupa Birliği ülkelerinde öğretmen eğitimi ve öğretmen yeterlikleri ülkeden ülkeye farklılık göstermektedir. Özellikle öğretmenlerin mesleğe geçiş ve mesleki gelişim sürecinde bu farklılıklar görülmektedir. Öğretim; 'karmaşık, dinamik bilgi, beceri, anlayış, değerler ve tutum kombinasyonlarını gerektirmektedir; bunların edinilmesi ve geliştirilmesi, dönüşlü, amaçlı bir uygulama ve yüksek kalitede geri bildirim gerektiren kariyer boyu süren bir çabadır (Avrupa Komisyonu, 2013). Dolayısıyla da öğretmen gelişimi, üniversiteden başlayıp bir öğretmenin kariyeri boyunca devam eden bir süreç olarak kabul edilir. Bir öğretmen yeterlik çerçevesi bir profesyonel olarak bir öğretmenin bilmesi, anlaması ve yapabilmesi gerektiğine ilişkin ifadelerin bir koleksiyonudur (Avrupa Komisyonu, 2018).

Avrupa Komisyonu, 2013 yılında yayımladığı "Supporting Teacher Competence Development for Better Learning Outcomes" (Daha İyi Öğrenme Çıktıları İçin Öğretmenlerin Yeterlik Gelişimini Destekleme) adlı raporda öğretmen yeterliklerini 6 kategoriye ayırmıştır. Avrupa Komisyonu (2013), yeterlik çerçevesinin oluşturulmasının öğretmenlerin mesleki gelişiminin değerlendirilebilmesi ve incelenebilmesi için bir araç olabileceğini vurgulamaktadır. Rapor, öğretmen yeterliklerinin ayrı ayrı alanlardan ziyade bir bütünlük içerisinde değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır.

Bu rapora göre öğretmenin sahip olması gereken yeterlikler şu şekildedir;

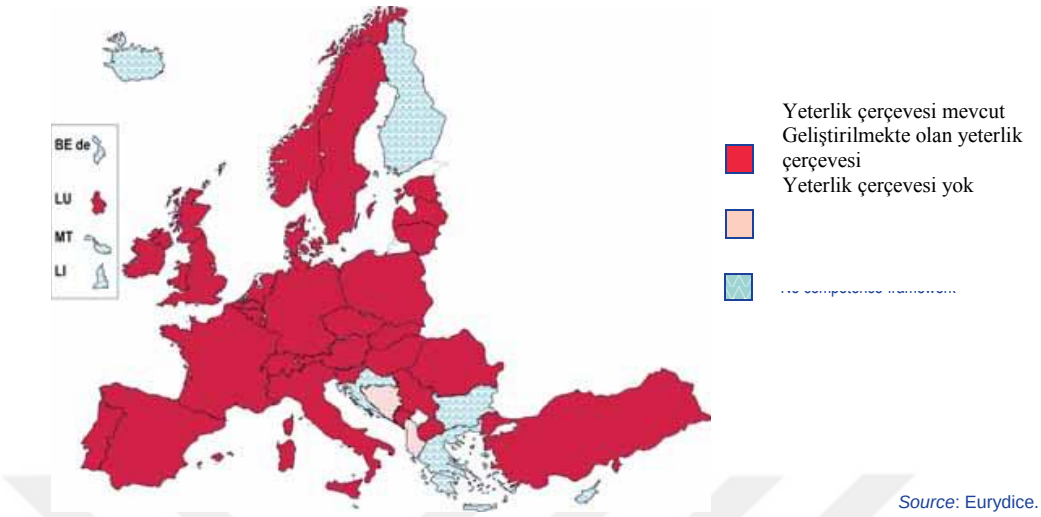
- Yansıtma temelli gelişimin temsilcisi olan öğretmen
- Alan bilgisi uzmanı olan öğretmen
- Yetenekli öğretmen
- Sınıf aktörü (oyuncu) olan öğretmen
- Sosyal değişimin temsilcisi olan öğretmen ve
- Hayat boyu öğrenen öğretmendir.

Avrupa Komisyonu'nun (2013) önerdiği öğretmen yeterlikleri Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4. Avrupa Komisyonu Öğretmen Yeterlikleri

Yeterlik Alanları
Bilgi ve Anlayış
– Alan bilgisi – Pedagojik Alan Bilgisi (PAB), konu alanının içeriği ve yapısı ile ilgili kapsamlı bilgi: • Görevlerin, öğrenme ortamlarının ve hedeflerin bilgisi • Öğrencilerin ön bilgileri, tekrarlanan ve konuya özel öğrenme zorluklarının bilgisi • Öğretim yöntemleri ve öğretim programı materyallerinin stratejik bilgisi – Pedagojik bilgi (öğrenme ve öğretme süreçlerinin bilgisi) – Öğretim programı bilgisi (öğretim programındaki konuların bilgisi - örneğin, konuya özel içeriğin planlı ve rehberli öğrenimi) – Eğitim bilimlerinin temelleri (kültürlerarası, tarihi, felsefi psikolojik sosyolojik bilgi) – Eğitim politikalarının bağlamsal, kurumsal, örgütsel unsurları – Kaynaştırma ve kültürel farklılıklarla ilgili konular – Öğrenmede teknolojinin etkili kullanımı – Gelişim psikolojisi – Grup süreçleri ve dinamikleri, öğrenme kuramları, güdülenme ile ilgili konular – Ölçme değerlendirme süreçleri ve yöntemleri
Beceriler
– Öğretimin planlanması, yönetilmesi ve koordinasyonu – Öğretim materyalleri ve teknolojilerinin kullanılması – Öğrencilerin ve grupların yönetilmesi – Öğrenme/öğretme hedeflerinin ve süreçlerinin izlenmesi, uyarlanması ve değerlendirilmesi – Mesleki kararların alınması ve öğrenmenin/öğretmenin iyileştirilmesi amacıyla kanıtların ve verilerin (okulun öğrenme çıktıları, dış değerlendirme sonuçları) toplanması, analizi ve yorumlanması – Okuldaki uygulamalarla ilgili bilgi edinmek amacıyla araştırma bilgisini kullanma, geliştirme ve oluşturma – İş arkadaşları, veliler ve sosyal hizmetlerle iş birliği yapma – Uzlaşma/Görüşme becerileri (eğitimle ilgili çeşitli paydaşlar, aktörler ve çevreler) – Bireysel ve mesleki topluluklarla öğrenim için yansıtıcı, üstbilişsel ve kişilerarası iletişim becerileri – Karşılıklı etkileşimde bulunan değişik düzeydeki dinamikler ile (büyük ölçekli hükümet politikalarından bölgesel düzeydeki okul ortamlarına ve mikro düzeydeki sınıf ve öğrenci dinamikleri) şekillenen eğitim ortamlarına uyum sağlama
Eğilimler: İnançlar, tutumlar, değerler, adanmışlık
– Epistemolojik farkındalık (uzmanlık alanıyla ilgili konuların temel özellikleri, tarihi gelişimi ve mevcut durumu, diğer alanlarla ilişkisi) – İçerik yoluyla becerilerin öğretilmesi – Transfer edilebilir beceriler – Çalışma ve araştırma yapma dâhil değişime, esnekliğe sürekli öğrenime ve mesleki gelişime yönelik eğilimler – Tüm öğrencilerin öğrenmesine destek olmak için adanmışlık – Avrupa vatandaşları olarak öğrencilerin demokratik tutum ve davranışlarını geliştirmeye yönelik eğilimler (farklılıkların ve çok kültürlülüğün değerini bilme dahil) – Öğretmenin kendi öğretimine yönelik eleştirel tutumları (inceleme, tartışma, sorgulama uygulamaları) – Takım çalışması, işbirliği ve sosyal ağ kurmaya yönelik eğilimler – Öz yeterlik duygusu

Avrupa ülkelerinde öğretmen yeterlik çerçeveleri ayrıntılı olarak Şekil 2.7'de sunulmuştur.



Şekil 2.7. Avrupa Ülkeleri Öğretmen Yeterlik Çerçeveleri Genel Durum (Birch, Balcon ve Bourgeois, 2018)

Görselde de anlaşıldığı üzere Avrupa'daki kırmızıyla gösterilen ülkelerin üst düzey eğitim otoritesi tarafından tanımlanan bir öğretmen yeterlik çerçevesine sahip olduğu görülmektedir.

Ancak Belçika'nın Almanca Konuşan Topluluğu, Bulgaristan, Yunanistan, Hırvatistan, Kıbrıs, Malta, Finlandiya, İzlanda ve Lihtenştayn gibi ülkelerde öğretmen yeterlik çerçevesi bulunmamaktadır. Arnavutluk- Bosna Hersek geliştirme sürecindedir. Öğretmen yeterliklerinin detay seviyesi ülkeden ülkeye değişebilmektedir. Yedi ülkenin eğitim sisteminde, öğretmen yeterlik alanları listelenmektedir. Ancak ne gerektirdiklerine dair daha fazla ayrıntı verilmemektedir. Bu ülkeler; Belçika Fransız Topluluğu, İspanya, İtalya, Macaristan, Avusturya, Slovakya ve İsviçre'dir.

Öğretmen yeterlik çerçeveleri başlangıçta başlangıç öğretmen eğitimi programlarının akredite edilmesi gibi belirli bir amaç için geliştirilmiş olsa da, daha geniş amaçlara hizmet edebilirler. Bir öğretmen yeterlik çerçevesi, farklı paydaşlar için bir referans aracı olabilir. Yeterlik çerçevesi, bir öğretmenin çeşitli gelişim aşamaları için bir referans aracı olmalıdır.

Dört kategoride düzenlenmiş dokuz farklı kritere göre öğretmen yeterlik çerçevelerinin farklı kullanımları hakkında bilgi vermektedir:

1. Başlangıç Öğretmen Eğitimi (BÖE): BÖE'nin sonunda edinilecek öğrenme çıktılarının tanımlanması;
2. Mesleğe giriş: öğretmen akreditasyonu / lisanslama kriterleri, seçim / işe alım kriterleri, tümevarım sonunda öğretmen yeterliklerinin değerlendirilmesi;
3. Mesleki Gelişim (MG): Mesleki Gelişim programları geliştirmek, öğretmenlerin mesleki gelişim planlarını hazırlamak;
4. Diğer: öğretmen değerlendirme / değerlendirme kriterleri, öğretmen terfi, disiplin prosedürleri / ciddi suiistimal vakaları.

Öğretmen yeterlik çerçevelerine sahip eğitim sistemlerinin üçte birinden fazlası, bunları öğretmenlerin kariyerleri boyunca, yani hem BÖE hem de MG için kullanır. Belçika (Flaman Topluluğu), Almanya, Estonya, Fransa, İtalya, Litvanya, Avusturya, Romanya, Birleşik Krallık (dört ülkenin tümü) ve Türkiye için de durum budur. Öğretmen yeterlik çerçevelerine sahip eğitim sistemlerinin neredeyse yarısı, bunları ilk aşama için kullanır, ancak MG için kullanmaz. Özellikle Belçika (Fransız Topluluğu), Çek Cumhuriyeti, Danimarka, İrlanda, İspanya, Lüksemburg, Macaristan, Hollanda, Polonya, Portekiz, Slovenya, Slovakya, İsveç, İsviçre ve Norveç'te durum böyledir.

Üç ülkede, öğretmen yeterlik çerçevesi MG ile ilgili olarak kullanılır ancak BÖE (eski Yugoslav Makedonya Cumhuriyeti, Karadağ ve Sırbistan) için kullanılmaz.

2.10. İngiltere'deki Yeterlik Anlayışı ve Öğretmen Yeterlikleri

Yeterliğe Dayalı Eğitim (YDE) anlayışının Avrupa kıtasına geçişi İngiltere'de olmuştur. İngiltere, Galler ve İskoçya'da kabul edilen mesleki nitelikler belirlenen yeterlik standartlarıdır (Le Deist ve Winterton, 2005). Diğer bir deyişle, İngiltere'de YDE becerilerin ve işlevsel yeterliklerin belli bir iş alanında o iş için istenilen "standart"larda sunulmasına dayandırılmaktadır. İngiltere'de ise "Öğretmenler için Mesleki Standartlar" Öğretmen Geliştirme Ajansı (TDA) tarafından beş farklı düzey olarak belirlenmiştir. Birinci düzey, akredite edilmiş öğretmen eğitimi kurumlarından mezun olanların öğretmenlerin kabul edilmesi için gerekli yeterlikleri göstermektedir. Bu düzeydeki öğretmenler stajyer olarak kabul edilmektedir. Stajyerlik sonrası öğretmenlerden temel yeterlikleri kazanmış olması beklenir. Yeterliklerin ikinci düzeyini bu temel yeterlikler oluşturmaktadır. Başlangıç sonrası öğretmenlik standartları üçüncü düzeydeki yeterlikleri temsil etmektedir. Mükemmel öğretmen standardı olarak tanımlanan yeterlikler ise dördüncü düzeyi

göstermektedir. Standartlar hiyerarşik bir şekilde oluşturulduğundan bir üst basamakta yer alan standartları karşılayan öğretmenlerin önceki basamaktaki standartları da karşılamış olması gerekir (TDA, 2007). Ancak sonraki süreçte kariyer basamakları dikkate alınmadan tüm öğretmenler için geçerli olan yeterlikler belirlenmiştir (Department of Education, UK., 2013). İngiltere öğretmenlik yeterlikleri, öğretmen hakkını kazanan tüm öğretmenlerin kariyerlerinin başlangıcında neleri biliyor ve yapabiliyor olduklarını gösteren temel bir çerçevedir. Yeterlikler öğretmenlere kendi öz-değerlendirmelerini yapmalarına ve meslektaşlarından öğretmenlik uygulamalarına yönelik geri bildirim almalarına yönelik temel alanları içermektedir. Kariyer basamaklarında ilerledikçe öğretmenlerden çalıştıkları okullar ve koşullar da dikkate alınarak yeni değerlendirme sistemi doğrultusunda öğretmenlik meslek bilgi ve becerilerini geliştirmeleri ve derinleştirmeleri beklenmektedir. Aşağıda İngiltere Öğretmenlik Yeterlikleri açıklanmaktadır (Department of Education, UK., 2013).

Giriş: Öğretmenlerin birincil görevi öğrencilerinin eğitimidir ve işlerinde mümkün olan en yüksek standartların kazanılmasından sorumludur. Öğretmenler dürüstlük ve doğrulukla hareket etmeli, iyi bir alan bilgisine sahip olmalı, öğretmenlik bilgi ve becerilerini güncellemeli ve öz eleştiri yapmalı, güçlü mesleki ilişkiler kurmalı ve ebeveynlerle öğrencilerin yararına en uygun olacak biçimde iş birliğinde bulunmalıdır.

1. Bölüm: Öğretim

Öğretmen,

1. Öğrencilerine ilham verecek, onları güdüleyecek ve zorlayacak yüksek beklentiler belirlemelidir.

- Öğrenciler için karşılıklı saygıya dayalı güvenli ve ufuk açıcı bir ortam sağlar.
- Farklı özgeçmişe, yeteneğe ve eğilimlere sahip öğrencileri daha da kamçılayacak amaçlar belirler.
- Öğrencilere model olabilmesi amacıyla tutarlı bir biçimde olumlu tutum, değer ve davranışlar sergiler.

2. Öğrencilerin ilerleme kaydetmesini sağlamalıdır.

- Öğrencilerin yeteneklerinin ve ön koşul bilgilerinin farkındadır ve öğretimi bunları dikkate alarak planlar.
- Öğrencilerin başarı ve gelişiminden sorumludur.
- Öğrencilerin kendi gelişimlerini yansıtmalarında ve yeni ortaya çıkan gereksinimlerini gidermede onlara rehberlik eder.
- Öğrencilerin nasıl öğrendiğine ve bunun öğretim üzerinde nasıl bir etki yarattığına yönelik bilgi ve anlayış sergiler.
- Öğrencilerin kendi çalışmalarına yönelik sorumlu ve bilinçli bir tutum takınmalarını cesaretlendirir.

3. İyi bir alan ve öğretim programı bilgisi sergilemelidir.

- İlgili konular ve öğretim programına yönelik bilgi sahibidir, öğrencilerin konulara ilgi göstermesini sağlar ve yanlış anlamları ortadan kaldırır.
- İlgili konu ve öğretim programı ile ilgili gelişmeleri yakından takip eder ve bilginin değerini yüceltir.
- Özel alan bilgisinden bağımsız olarak, okuryazarlığın ve anlatım yeteneğinin geliştirilmesine ve standart İngilizcenin doğru kullanımına yönelik yüksek standartlar belirler ve bu konuda sorumluluk alır.
- Eğer erken okuma yazma öğretiyorsa, birleşimli seslerin sistematiğinin nasıl olduğunu açıkça ortaya koyar.
- Eğer erken matematik öğretiyorsa, uygun öğretme stratejilerini açıkça uygular.

4. İyi yapılandırılmış ders planları hazırlamalı ve uygulamalıdır.

- Zamanı etkili kullanarak bilgiyi aktarır ve öğrenilenleri geliştirir.
- Öğrenme aşkını ve öğrencilerin entelektüel merakını geliştirir.
- Öğrencelerin edindikleri bilgi ve anlayışı pekiştirip daha da geliştirebilmeleri amacıyla ödev ve diğer sınıf dışı görevler belirler.
- Gerçekleştirdiği dersler ve uygulamalara yönelik sistematik yansıtma yapar.
- Kendi alanındaki öğretim programının tasarlanıp geliştirilmesine katkı sağlar.

5. Öğretimi öğrencilerin gereksinimleri doğrultusunda düzenlemelidir.

- Her öğrencinin etkili bir biçimde öğrenebilmesini sağlamak için uygun yaklaşımları kullanarak öğretimi ne zaman ve nasıl farklılaştıracağını bilir.
- Bir dizi etmenin öğrencinin öğrenmesine nasıl ket vurabileceğini ve bunların üstesinden nasıl gelebileceğini bilir.
- Çocukların fiziki, sosyal ve zihinsel gelişiminin bilincindedir ve öğretimi farklı gelişim çağındaki öğrencilere göre düzenler.
- Özel eğitime gereksinim duyan, üstün yetenekli, İngilizce anadili olmayan ve engelli öğrenciler dahil tüm öğrencilerin gereksinimlerini bilir; öğretimi bu farklı gereksinimleri dikkate alarak düzenler.

6. Doğru ve verimli bir ölçme değerlendirmede bulunur.

- Öğretim programı ve konu alanıyla ilgili ölçme ve değerlendirmeyi nasıl yapacağını bilir.
- Ölçme değerlendirmede biçimlendirici ve düzey belirleyici değerlendirme araçlarını kullanır.
- Ölçme değerlendirmeden elde ettiği veriyi ilerlemenin izlenmesi, amaçların belirlenmesi ve sonraki derslerin planlanmasında kullanır.
- Öğrencilere düzenli olarak yazılı ve sözlü dönüt verir ve öğrencilerin bu dönütlere cevap vermelerini cesaretlendirir.

7. İyi ve güvenli bir öğrenme ortamının sağlanabilmesi için davranışları etkili yönetmelidir.

- Okulun davranış politikasına uygun olarak, sınıfta nasıl davranılıp hareket edilmesine yönelik açık kurallar belirler; sınıf içi ve dışında iyi ve nazik davranışların sergilenmesinde ve geliştirilmesinde sorumluluk alır.
- Uygun davranışların sergilenmesinde yüksek beklentiler ortaya koyar; övgü, yaptırımlar, ödül gibi bir dizi strateji ve araçları düzenli ve tutarlı kullanarak bir disiplin çerçevesi oluşturur.
- Öğrencileri derse dahil edecek ve güdüleyecek yaklaşımları kullanarak dersi etkili bir biçimde yönetir.
- Öğrencilerle iyi ilişkiler kurar, otoriteyi sağlar ve gerektiğinde kararlı davranır.

8. Diğer mesleki sorumluluklarını yerine getirmelidir.

- Okul ortamına ve çevresine olumlu katkıda bulunur.
- Meslektaşlarıyla etkili mesleki ilişkiler kurar ve ne zaman tavsiye alacağını ve uzman desteğinden nasıl yararlanması gerektiğini bilir.
- Meslektaşlarıyla etkili mesleki ilişkiler kurar ve ne zaman tavsiye alacağını ve uzman desteğinden nasıl yararlanması gerektiğini bilir.
- Meslektaşlarından aldığı dönüt ve tavsiyeler ışığında öğretimini geliştirmeye yönelik sorumluluk alır.
- Ebeveynlerle öğrencilerin başarı, mutluluk ve sağlıklarına yönelik etkili iletişim kurar.

2. Bölüm: Kişisel ve mesleki davranış

Bir öğretmenden kişisel ve mesleki davranış kurallarını yüksek standartlarda ve tutarlı bir biçimde sergilemesi beklenmektedir. Aşağıdaki ifadeler bir öğretmenin kariyeri boyunca uyması gereken standartları belirleyen mesleki ve kişisel davranış kurallarını tanımlamaktadır.

- Öğretmenler mesleklerinde toplumun kendilerine olan güvenini korur ve okul içinde ve dışında yüksek etik ve davranış standartlarını sürdürür. Bunu yaparken;
  - Öğrencilere adil davranır, karşılıklı saygıya dayalı ilişkiler kurar ve ilişkilerinde her zaman öğretmenin mesleki konumuna uygun biçimde sınırlar gözetir,
  - kanuni zorunluluklar çerçevesinde öğrencilerin sağlığını ve mutluluğunu göz önünde bulundurur,
  - diğerlerinin haklarına saygı ve hoşgörü gösterir,
  - Britanya'nın değerlerine (demokrasi, hukukun egemenliği, bireysel özgürlükler ve karşılıklı saygı ve farklı görüş ve inançtakilere karşı hoşgörü gibi), zarar verecek davranışlarda bulunmaz,
  - kişisel düşüncelerin başkalarının hassasiyetlerine zarar verecek ya da kanunların çiğnenmesine sebep olacak biçimde ifade edilmesine izin vermez.
- Öğretmenler çalıştıkları okul ortamına, ilkelerine ve uygulamalarına saygı duymalı ve bunlara yüksek standartlarda katılım göstermelidir.
- Öğretmenler, mesleki görev ve sorumluluklarını belirleyen yasal çerçevelerin bilincinde olmalı ve her zaman bu çerçevelere uygun hareket etmelidir.

2.11. Amerika Birleşik Devletleri Yeterlik Anlayışı ve Öğretmen Yeterlikleri

Yeterlik kavramı ilk defa Amerika Birleşik Devletleri'nde ortaya çıkmıştır. İlk olarak White (1959), üstün performans ve yüksek motivasyon ile ilişkili kişilik özelliklerini tanımlamak için yeterlik terimini tanıtmış olarak kabul edilmektedir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yeterliğin öz-farkındalık, öz-düzenleme ve sosyal beceriler gibi bilişsel becerilerin de ötesinde beceri ve yetenekleri içerdiği görüşü öne çıkmıştır. Diğer bir deyişle de Amerikan yaklaşımında, iyi verim alınabilmesi için bireysel özelliklerin daha ön plana çıkarıldığı bir yeterlik kavramı dikkati çekmektedir (Le Deist ve Winterton, 2005).

ABD'de öğretmen yeterlikleri eyaletler düzeyinde farklılıklar göstermektedir ve yeterlikler yerine "standartlar" kavramı kullanılmaktadır. Council of the Chief State School Officers'ın (2013) bir alt kurumu olan "Interstate Teacher Assessment and Support Consortium" (InTASC), Eyaletler Arası Öğretmen Değerlendirme ve Destek Konsorsiyumu öğretmen yeterliklerini belirlemiştir. InTASC temel öğretmen standartlarını dört temel kategoriden toplamıştır.

1. Öğrenen ve Öğrenme

Standart 1: Öğrenen Gelişimi: Öğretmen, öğrenmenin her bireyde bilişsel, dilbilimsel, sosyal-duygusal ve fiziki alanlarda farklı gerçekleştiğini bilir ve bunu anlar ve öğrenim deneyimlerini bu gelişim farklılıklarına uygun biçimde tasarlar ve uygular.

Standart 2: Öğrenme Farklılıkları: Öğretmen, her bir öğrencinin hedeflenen yeterlilikleri kazanabilmesi için öğrencinin bireysel farklılıklarını, kültürel ve toplumsal özelliklerini kabul eden bir anlayış geliştirir.

Standart 3: Öğrenme Ortamları: Öğretmen, bireysel ve işbirlikçi öğrenmeyi desteklemek ve olumlu sosyal iletişimi, öğrenmede aktif katılımı ve öz-güdülenmeyi cesaretlendirmek için diğer kişilerle birlikte bu ortamların hazırlanmasını sağlar:

2. İçerik

Standart 4: İçerik Bilgisi: Öğretmen, temel kavramları, araştırma araçlarını, öğrettiği alanlarla ilgili yapılan bilir ve öğrencilerin bu alana erişimini ve alan bilgisinde yeterliğe ulaşmalarını sağlayacak öğrenme ortamlarını yaratır.

Standart 5: İçeriğin Uygulanması: Öğretmen temel kavramların birbiri ile nasıl ilişkilendirileceğini bilir ve öğrencilerinin eleştirel düşünme, yaratıcılık ve işbirlikli problem çözme becerilerini kullanarak onların gerek yerel gerekse küresel düzeyde gerçek meselelerde ilgilenmelerini sağlayacak bakış açıları sunar:

3. Öğretim Uygulamaları

Standart 6: Değerlendirme: Öğretmen, öğrencilerin kendi öğrenme gelişimlerini ve süreçlerini izleyecekleri, öğretmenlerin ve öğrencilerin alacakları kararlarda onlara rehberlik edecekleri bir dizi değerlendirme yöntemini bilir ve uygular.

Standart 7: Öğretimin Planlanması: Öğretmen, her öğrencinin belirlenen öğrenme amaçlarını istenilen düzeyde başarabilmesini sağlamak amacıyla içerik bilgisini, öğretim programının disiplinler arası becerileri, öğretmenlik meslek bilgisini ve aynı zamanda öğrenci ve toplum bilgisini kullanarak öğretimi planlar.

Standart 8: Öğretim Stratejileri: Öğretmen, öğrencilerin derinlemesine bir içerik bilgisine sahip olmalarını ve bunlar arasındaki ilişkiyi anlamalarını ve edindikleri bilgiyi gerçek ortamlara transfer edebilecek becerileri kazanmalarını sağlayacak çok çeşitli öğretim stratejileri bilir ve uygular.

4. Mesleki Sorumluluk

Standart 9: Mesleki Öğrenim ve Etik Uygulamalar: Öğretmen, sürekli mesleki gelişimle meşgul olur ve kendi uygulamaları ve bunların öğrenenler, aileler, diğer çalışanlar ve toplum üzerindeki etkilerini kanıtları inceleyerek değerlendirir ve gerekli gördüklerini her öğrencinin gereksinimine cevap verebilecek biçimde değiştirir.

Standart 10: Liderlik ve İş Birliği: Öğretmen, öğrencilerin öğrenmeleriyle ilgili sorumluluk alma, öğrencileriyle, aileleriyle, iş arkadaşlarıyla, diğer okul çalışanlarıyla ve toplumun diğer bireyleriyle iş birliği yapmak, öğrenimin geliştirilmesini sağlamak ve mesleğin ilerlemesi için liderlik rolleri ve fırsatları arar.

2.12. Türkiye Yeterlik Anlayışı ve Öğretmen Yeterlikleri

Öğretmen yeterlikleri ilk olarak 1998 yılında eğitim fakültelerinin düzenlenmesi amacıyla YÖK tarafından belirlenmiş ve 4 başlıkta toplanmıştır. Bunlar;

- Konu Alanı ve Alan Eğitimine İlişkin Yeterlikler,
- Öğretme-Öğrenme Sürecine İlişkin Yeterlikler (Planlama, Öğretim Süreci, Sınıf Yönetimi, İletişim)
- Öğrencilerin Öğrenmelerini İzleme, Değerlendirme ve Kayıt Tutma
- Diğer Mesleki Yeterlikler

Sonraki yeterlik belirleme çalışmasını Milli Eğitim Bakanlığı üstlenmiş ve "Öğretmen Yeterlikleri Komisyonu" kurulmuştur (MEB, 2017). Bu komisyon hem ulusal hem de uluslararası literatürdeki yeterlikler incelemiş, YÖK/ Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi sonuçlarından da yola çıkarak 2002 yılında öğretmen yeterliklerini belirlemiştir. Bu yeterlikler "genel kültür bilgi ve becerileri", "eğitme-öğretme yeterlikleri" ile "özel alan bilgi ve becerileridir" (MEB, 2017).

2006 yılında "Öğretmenlik Mesleği Genel Yeterlikleri" taslak belgesini hazırlamak için Temel Eğitime Destek Projesi (TEDEP) kapsamında akademisyenler, öğretmenler, müfettişler ve sendika temsilcilikleri gibi farklı kesimlerden temsilciler bir araya gelerek çalıştaylar düzenlemiştir (MEB, 2017). Öğretmenlik mesleği genel yeterliklerinin, ana yeterlik, ana yeterliklere ait alt yeterlikler ve bu alt yeterliklere ait performans göstergeleri şeklinde belirlenmesinin en uygun yöntem olacağı kararlaştırılmıştır. Öğretmen yeterliklerinin bilgiyi kapsamasının yanında beceri ve tutumları da kapsaması kabul edilmiştir. Bu yeterlikler şu şekildedir:

A. Kişisel ve Mesleki Değerler - Mesleki Gelişim

Öğretmen öğrencilerini birey olarak görür ve değer verir. Öğrencilerin sosyal ve kültürel farklılıklarını, yaptıklarını ve ilgilerini dikkate alarak en yüksek düzeyde öğrenmeleri ve gelişmeleri için çaba harcar. Öğrencilerinde geliştirmek istediği kişilik özelliklerini kendi davranışlarında gösterir. Diğer öğretmen, yönetici ve uzmanların deneyimlerinden faydalanır. Öz değerlendirme yaparak değişim ve sürekli gelişim için çaba harcar. Yeni bilgi ve fikirlere açıktır, kendisini ve kurumu geliştirmede aktif rol oynar. Mesleği ile ilgili mevzuatı öğrenir.

Alt Yeterlikler;

A1. Öğrencilere Değer Verme Anlama ve Saygı Gösterme,

A2. Öğrencilerin Öğrenebileceğine ve Başaracağına İnanma,

A3. Ulusal ve Evrensel Değerlere Önem Verme,

A4. Öz Değerlendirme Yapma,

A5. Kişisel Gelişimi Sağlama,

A6. Mesleki Gelişmeleri İzleme ve Katkı Sağlama,

A7. Okulun İyileştirilmesi ve Geliştirilmesine Katkı Sağlama,

A8. Mesleki Yasaları İzleme, Görev ve Sorumlulukları Yerine Getirme,

B. Öğrenciyi Tanıma

Öğretmen, öğrencinin tüm özelliklerini, istek ve ihtiyaçlarını bilir, geldiği ailenin ve çevrenin sosyo-kültürel ve ekonomik özelliklerini bilir.

Alt Yeterlikler;

B1. Gelişim Özelliklerini Tanıma

B2: İlgi ve İhtiyaçları Dikkate Alma

B3. Öğrenciye Değer Verme

B4. Öğrenciye Rehberlik Etmek

C. Öğretme ve Öğrenme Süreci

Öğretmen, öğretme ve öğrenme sürecini planlar, uygular ve yönetir. Öğrencilerin öğrenme sürecine etkin katılımını sağlar.

Alt Yeterlikler;

C1. Dersi Planlama

C2. Materyal Hazırlama

C3. Öğrenme Ortamlarını Düzenleme

C4. Ders Dışı Etkinlikler Düzenleme

C5. Bireysel Farklılıkları Dikkate Alarak Öğretimi Çeşitlendirme

C6. Zaman Yönetimi

C7. Davranış Yönetimi

D. Öğrenmeyi, Gelişimi İzleme ve Değerlendirme

Öğretmen öğrencilerin gelişim ve öğrenmelerini ve değerlendirir. Öğrencilerin kendilerini ve diğer öğrencilerin öğrenmelerini değerlendirmelerini sağlar.

Alt Yeterlikler;

D1. Ölçme ve Değerlendirme Yöntem ve Tekniklerine Belirleme

D3. Değişik Ölçme Tekniklerini Kullanarak Öğrencinin Öğrenmelerini Ölçme

D3. Verileri Analiz Ederek Yorumlama, Öğrencinin Gelişimi ve Öğrenmesi Hakkında Geri Bildirim Sağlama

D4. Sonuçlara Göre, Öğrenme Öğretme Sürecini Gözden Geçirme

E. Okul Aile ve Toplum İlişkileri

Öğretmen, okulun bulunduğu çevrenin sosyo-kültürel ve ekonomik özelliklerini tanır. Aileleri ve toplumu eğitim sürecine ve okulun gelişimi ile ilgili çalışmalara katılmaları yönünde teşvik eder.

Alt Yeterlikler;

E1. Çevreyi Tanıma

E2. Çevre Olanaklarından Yararlanma

E3. Okulu Kültür Merkezi Haline Getirme

E4. Aileyi Tanıma ve Ailelerle İlişkide Tarafsızlık

E5. Aile Katılımı ve İşbirliği Sağlama

F. Program ve İçerik Bilgisi

Öğretmen, Türk Milli Eğitim Sisteminin dayandığı temel değer ve ilkeler ile özel alan öğretim programının yaklaşım, amaç, hedef, ilke ve tekniklerini bilir ve uygular.

Alt Yeterlikler;

F1. Türk milli Eğitiminin Amaçları ve İlkeleri

F2. Özel Alan Öğretim Programı Bilgisi ve Uygulama Becerisi

F3. Özel Alan Öğretim Programını İzleme, Değerlendirme ve Geliştirme

MEB 2006 yılında "Temel Eğitime Destek Projesi" kapsamında belirlenen bu öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri 6 temel genel yeterlikten ,31 alt yeterlik ve 233

performans göstergesinden meydana gelmektedir. Belirlenen yeterlikler uluslararası alanda kabul gören yeterliklerle kapsam ve içerik olarak örtüşmektedir (TED, 2009). Ancak yeterliklere ait performans göstergelerinin ölçülebilir ve gözlenebilir olması gereklidir. Bu sebeple yeterliklerdeki bazı ifadelerin performans göstergesi olarak kullanılması uygun değildir. Gözlenebilir ve ölçülebilir yeterliklerin belirlenmesi, yeterliklerin açık, sade ve anlaşılır bir dil kullanılarak sunulması yeterliklerin daha gerçekçi olmasını sağlayacaktır (Alan, 2019).

2017 yılında eğitim alanında yapılan yenilikler neticesinde öğretmen yeterliklerinin güncellenmesi ihtiyacı oluşmuştur. YÖK, ÖSYM, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, UNESCO, OECD gibi ulusal ve uluslararası kurumların yanı sıra akademisyenler, öğretmenler ve paydaş katılımı ile bu ihtiyacın karşılanması sebebiyle toplantılar düzenlenmiş, farklı ülkelerdeki yeterlikler incelenmiş ve öğretmen genel yeterlikleri güncellenmiştir (MEB, 2017). Genel yeterlik şu şekilde tanımlanmıştır;

> Her bir öğretmenlik alanı için ayrı bir özel alan yeterliği belirlemek yerine, genel yeterliklere alan bilgisi ve alan eğitimi bilgisi yeterlikleri eklenmiş, böylece her bir öğretmenin kendi alanına ilişkin yeterliklerini de kapsayacak mahiyette bütünsel ve tek bir metin oluşturulmuştur.

Öğretmen genel yeterlikleri, *mesleki bilgi, mesleki beceri* ve *tutum ve değerler* olmak üzere üç temel yeterlik alanı altında toplanmış, 11 alt yeterlik ve bunlara yönelik 65 performans göstergesi belirlenmiştir. 2017 yılında yayımlanan yeni genel yeterlikler (MEB, 2017) Tablo 2.5'te gösterilmiştir.

Tablo 2.5. 2017 Yılında Yayımlanan yeni Genel Yeterlikler

MEB Yeterlik Alanları	
A	**YETERLİK ALANI: MESLEKİ BİLGİ** **Kapsam:** Bu yeterlik alanı, öğretmeninin öğretmenlik mesleğine ilişkin sahip olması gereken alan bilgisi, alan eğitimi bilgisi ve mevzuat bilgisi yeterliklerini kapsamaktadır.
YETERLİKLER	**YETERLİK GÖSTERGELERİ**
A1. ALAN BİLGİSİ Alanında sorgulayıcı bakış açısını kapsayacak şekilde ileri düzeyde kuramsal, metodolojik ve olgusal bilgiye sahiptir.	**A1.1.** Alanı ile ilgili konu ve kavramları analiz eder. **A1.2.** Alanındaki temel kuram ve yaklaşımların alanına yansımalarını yorumlar. **A1.3.** Alanı ile ilgili temel bilgi ve veri kaynaklarını sınıflandırır. **A1.4.** Alanına ilişkin temel araştırma yöntem ve tekniklerini sınıflandırır. **A1.5.** Milli ve manevi değerlerin alanına yansımalarını yorumlar.
A2. ALAN EĞİTİMİ BİLGİSİ Alanın öğretim programı ve pedagojik alan bilgisine hâkimdir.	**A2.1.** Alanın öğretim programını tüm öğeleriyle açıklar. **A2.2.** Alanın öğretim programını, ilgili diğer öğretim programları ile ilişkilendirir. **A2.3.** Öğrencilerin gelişim ve öğrenme özelliklerine ilişkin bilgisini öğretim süreçleriyle ilişkilendirir. **A2.4.** Alanın öğretiminde kullanılabilecek farklı strateji, yöntem ve teknikleri karşılaştırır. **A2.5.** Alanın öğretim süreçlerinde kullanılabilecek ölçme ve değerlendirme yöntemlerini karşılaştırır. **A2.6.** Alanın öğretiminde milli ve manevi değerlerden nasıl yararlanacağına karar verir.
A3. MEVZUAT BİLGİSİ Birey ve öğretmenler olarak görev, hak ve sorumluluklarına ilişkin mevzuata uygun davranır.	**A3.1.** Vatandaş olarak bireysel hak ve sorumluluklarını açıklar. **A3.2.** Türkiye Cumhuriyeti Anayasasının içeriğini açıknlar. **A3.3.** Atatürk'ün eğitim sistemimize katkılarını değerlendirir. **A3.4.** Öğretmenlik mesleğini ilgilendiren mevzuatı açıklar. **A3.5.** Eğitim paydaşlarının hak ve sorumluluklarını ayırt eder.
B	**YETERLİK ALANI: MESLEKİ BECERİ** **Kapsam:** Bu yeterlik alanı, öğretmeninin sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalarıyla ilgili eğitim öğretimi planlama, öğrenme ortamları oluşturma, öğretme ve öğrenme sürecini yönetme ile izlime ve değerlendirme yeterliklerini kapsamaktadır.
YETERLİKLER	**YETERLİK GÖSTERGELERİ**
B1. EĞİTİM ÖĞRETİMİ PLANLAMA Eğitim öğretim süreçlerini etkin bir şekilde planlar.	**B1.1.** Planlarını alanın öğretim programına uygun olarak hazırlar. **B1.2.** Öğretim sürecini çevresel şartları, maliyeti ve zamanı dikkate alarak planlar. **B1.3.** Öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve sosyokültürel özeliklerini dikkate alarak esnek öğretim planları hazırlar. **B1.4.** Öğretim sürecini planlarken milli ve manevi değerleri dikkate alır.

Tablo 2.5'in devamı

B2. ÖĞRENME ORTAMLARI OLUŞTURMA Bütün öğrenciler için etkili öğrenmenin gerçekleşebileceği sağlıklı ve güvenli öğrenme ortamları ile uygun öğretim materyalleri hazırlar.	**B2.1.** Sağlıklı, güvenli ve estetik öğrenme ortamları düzenler. **B2.2.** Kazanımlara uygun öğretim materyalleri hazırlar. **B2.3.** Öğrenme ortamlarını öğrencilerin bireysel farklılıklarını ve ihtiyaçlarını dikkate alarak düzenler. **B2.4.** Öğrenme ortamlarını dersin kazanımlarına göre düzenler. **B2.5.** Öğrencilerle etkili iletişim kurabileceği demokratik öğrenme ortamları hazırlar. **B2.6.** Öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini geliştirici öğrenme ortamları oluşturur. **B2.7.** Öğrencilerin milli ve manevi değerleri içselleştirmesine katkıda bulunacak öğrenme ortamları oluşturur.
B3. ÖĞRETME VE ÖĞRENME SÜRECİNİ YÖNETME Öğretme ve öğrenme sürecini etkili bir şekilde yürütür.	**B3.1.** Alanın eğitim ve öğretimi için gerekli olan becerileri sergiler. **B3.2.** Öğretme ve öğrenme sürecinde zamanı etkili kullanır. **B3.3.** Öğrencilerin öğrenme süreçlerine aktif katılımlarını sağlar. **B3.4.** Derslerini öğrencilerin günlük yaşamlarıyla ilişkilendirir. **B3.5.** Öğretme ve öğrenme sürecini yürütürken, özel gereksinimleri olan öğrencileri dikkate alır. **B3.6.** Uygulamalarında, çalıştığı çevrenin doğal, kültürel ve sosyo-ekonomik özelliklerini dikkate alır. **B3.7.** Öğrencilerin derslerde analitik düşünmelerine yönelik etkinlikler düzenler. **B3.8.** Eğitim öğretim faaliyetlerinde ilgili kişi, kurum, kuruluş ve meslektaşları ile işbirliği yapar. **B3.9.** Öğretme öğrenme sürecinde bilgi ve iletişim teknolojilerini etkin olarak kullanır. **B3.10.** Öğretme öğrenme sürecinde uygun strateji, yöntem ve teknikleri kullanarak etkili öğrenmeyi gerçekleştirir. **B3.11.** Öğretme ve öğrenme sürecinde uygun araç, gereç ve materyalleri etkin kullanır. **B3.12.** Sınıfta istenmeyen davranış ve durumlarla etkin ve yapıcı bir şekilde baş eder.
B4. ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME Ölçme ve değerlendirme, yöntem, teknik ve araçlarını amacına uygun kullanır.	**B4.1.** Alanına ve öğrencilerin gelişimsel özelliklerine uygun ölçme ve değerlendirme araçları hazırlar ve kullanır. **B4.2.** Ölçme ve değerlendirmede süreç ve sonuç odaklı yöntemler kullanır. **B4.3.** Ölçme ve değerlendirmeyi objektif ve adil olarak yapar. **B4.4.** Ölçme ve değerlendirme sonuçlarına göre öğrencilere ve diğer paydaşlara doğru ve yapıcı geribildirimleri verir. **B4.5.** Ölçme ve değerlendirme sonuçlarına göre öğretme ve öğrenme süreçlerini yeniden düzenler.
C	**YETERLİK ALANI: TUTUM VE DEĞERLER** **Kapsam:** Bu yeterlik alanı, öğretmenlik mesleği genel tutum ve değerlerini içeren, öğrenciye yaklaşım, milli, manevi, evrensel değerler, iletişim ve iş birliği ile kişisel ve mesleki gelişim yeterliklerini kapsamaktadır.

Tablo 2.5'in devamı

C1. MİLLİ, MANEVİ VE EVRENSEL DEĞERLER Milli, manevi ve evrensel değerleri gözetir.	**C1.1.** Çocuk ve insan haklarını gözetir. **C1.2.** Bireysel ve kültürel farklılıklara saygılıdır. **C1.3.** Öğrencilerin milli ve manevi değerlere saygılı, evrensel değerlere açık bireyler olarak yetişmelerine katkıda bulunur. **C1.4.** Doğal çevre ile tarihsel ve kültürel mirasın korunmasına duyarlıdır.
C2. ÖĞRENCİYE YAKLAŞIM Öğrencilerin gelişimini destekleyici tutum sergiler.	**C2.1.** Her öğrenciye insan ve birey olarak değer verir. **C2.2.** Her öğrencinin öğrenebileceğini savunur. **C2.3.** Öğrencilerin kişisel gelişimini ve geleceğini planlamalarında rehberlik yapar. **C2.4.** Tutum ve davranışlarıyla öğrencilere rol model olur.
C3. İLETİŞİM VE İŞBİRLİĞİ Öğrenci, meslektaş, aile, ve eğitimin diğer paydaşları ile etkili iletişim ve işbirliği kurar.	**C3.1.** Türkçeyi kurallarına uygun ve etkili biçimde kullanır. **C3.2.** Etkili iletişim yöntem ve tekniklerini kullanmaya özen gösterir. **C3.3.** İnsan ilişkilerinde empati ve hoşgörüyü esas alır. **C3.4.** Meslektaşlarıyla bilgi ve deneyim paylaşımına açıktır. **C3.5.** Eğitim öğretim faaliyetlerinde ailelerle işbirliği yapar. **C3.6.** Okul gelişimine yönelik faaliyetlere aktif olarak katılır.
C4. KİŞİSEL VE MESLEKİ GELİŞİM Öz değerlendirme yaparak, kişisel ve mesleki gelişimine yönelik çalışmalarına katılır.	**C4.1.** Mesleğini severek ve isteyerek yapar. **C4.2.** Paydaşlardan gelen görüş ve önerilerden de yararlanarak öz değerlendirme yapar. **C4.3.** Kişisel ve mesleki yönden kendisini geliştirmeye yönelik faaliyetlerde bulunur. **C4.4.** Kişisel bakımına ve sağlığına özen gösterir. **C4.5.** Kültürel ve sanatsal etkinliklere katılır. **C4.6.** Mesleki etik ilkelere uyarak mesleki bağlılık ve saygınlığını korur. **C4.7.** Türkiye ve dünya gündemini takip eder.

MEB (2017) öğretmen yeterlikleri çerçevesi, hem öğretmen adaylarının yetiştirilmesinde hem de hizmet içindeki öğretmenlere mesleki gelişimin kapısını aralamada bir referans kaynağı sunmaktadır. Ayrıca hizmet-içindeki öğretmenlerin güçlü ve zayıf yönlerini belirlemede rehberlik etmesi öngörülmektedir. Objektif bir değerlendirme sistemiyle söz konusu yeterlikler dikkate alınarak öğretmenlerin performanslarının da değerlendirilebileceği ifade edilmektedir (Alan, 2019).

Ulusal ve uluslararası öğretmen yeterlikleri incelendiğinde ortak noktalar bulunmaktadır. Bunlardan ilki yapılandırmacı yaklaşımın öğretmen yeterliklerinde ele alınmış olmasıdır. Bilginin öğrenen tarafından yapılandırılması, gerçek dünya problemleri ile sürecin ilişkilendirilmesi, eski ve yeni öğrenilenlerin birleştirilmesi, sorgulama ve eleştirel düşünme ele alınan önemli kısımlardır. Aynı şekilde öğretmenin de rolü bilgiyi sunan, aktarandan ziyade bir rehber, süreci kolaylaştıran olarak verilmiştir. Diğer bir ortak nokta ise öğretmenlerin mesleki gelişimini önemsemesi ve öğrenme topluluklarının

içerisinde bulunmasıdır. Öğretmenlerin branşı ne olursa olsun kendini sürekli yenilemesi gerektiği, yaşam boyu öğrenen olmayı seçmesi önemlidir (Avrupa Komisyonu, 2013).

Öğretmenlerin mesleki yeterliklerini tanımlamak ve değerlendirmek tarafsız, basit olmalıdır. Bunun yanında yeterlikler kesin değildir, çünkü tarihsel ve kültürel olarak değişime ve tartışmaya açıktır. Bu sebeple de açık olmalı ve fazla ayrıntılı olmamalıdır (Conway ve ark., 2009). Bu çalışmada bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri belirlenirken yeterlik çerçevesi Türkiye eğitim sistemi ile Türkiye kültürüne dayandırılmıştır. Öğretmen yeterlikleri belirlenirken uzmanlar ve öğretmenler tarafından müzakere edilmiş, bir konsensüse gidilmiştir. STEM öğretmenlerin mesleki çalışmalarının tüm boyutları ele alınmıştır. STEM öğretiminin gelişim döngüsü içerdiği anlayışı benimsenmiştir. Öğretmenleri teşvik edecek şekilde ifade edilmiş, her STEM öğretmenini profesyonel anlamda büyümeye motive etmek amaçlanmıştır. Açık, basit ve herkes tarafından anlaşılabilir olmasına dikkat edilmiştir.

2.13. STEM Pedagojik Alan Bilgisi

Etkili STEM öğretimi yapabilmek adına sahip olunması gereken STEM öğretmen yeterliklerinin bilgi, beceri ve tutumlar olduğu düşünülürse ilk olarak karşımıza pedagojik alan bilgisi çıkmaktadır (Williamson& Clevenger-Bright, 2008).Pedagojik Alan Bilgisi, (PAB) Shulman tarafından (1987) "öğretmenlerin kendi alanlarına özgü özel içerik ve pedagoji karışımı" olarak tanımlanmıştır. Diğer bir deyişle PAB, öğretmenlerin disipline ait konu bilgisini öğrenciler için daha anlaşılır bir forma dönüştürürken kullandığı özel bir bilgidir. Literatürde de bir çok araştırmacı PAB'ı farklı şekillderde modellese de (örneğin Grossman, 1990; Gess-Newsome, 2015) en yaygın olarak kullanılan modellerden biri Magnusson ve ark. (1999)'nın hazırladığı modeldir. Bu modelde PAB fen öğretimine yönelimler, öğrencinin bilgisi, müfredat bilgisi, öğretim strateji bilgisi ve değerlendirme bilgisi olmak üzere beş bileşene ayrılmaktadır. Benzer şekilde Srikoom ve ark. (2018), da etkili STEM eğitimi için bir STEM öğretmeninin uygun Pedagojik Alan Bilgisine (PAB) sahip olması gerektiğini belirtmektedirler. Araştırmacılar STEM için PAB'ı, Grossman (1990), Tamir (1998), Magnusson vd. (1999), Park ve Oliver (2008) ve Saxton vd. (2014) tarafından ortaya atılmış modellerden yola çıkarak kavramsallaştırmıştır. Buna göre STEM için pedagojik alan bilgisinin 5 bileşeni vardır.

1. STEM Öğretimine Yönelim; Öğretmenin STEM öğretimi ve öğrenimi ile ilgili hedefler ve kazançlar hakkındaki bilgi ve inançları; a) süreç b) etkinlik odaklı, c)proje temelli d) sorgulama e) destekli sorgulama
2. STEM Müfredat Bilgisi; Öğretmenin, öğrencilerin neleri bildiğini, daha sonra neleri öğreneceklerini bilmesi, yapılan etkinlikler ve kullanılan aletler hakkında bilgi sahibi olması. Belirli müfredat programları ve materyalleri hakkında bilgidir.
3. Öğrencilerin STEM'i Ne Kadar Anladıklarını Bilmek; STEM öğretiminde öğrencilerin ön bilgilerine ait inançlarını içerir. Öğrencilerin bir konuyu anlamak için önceden bilmesi gereken konular bilme, öğrencilerin kavram yanılgılarını, öğrenme zorluklarını, onları motive eden hususları, öğrenme stillerini, yetenek farklarını ve ilgilerini de içermektedir.
4. STEM Öğretimi için Öğretim Stratejileri Bilgisi; Konuya özel stratejileri, STEM öğretiminin amaçları ile tutarlı STEM öğretmeye yönelik yönelimleri içermektedir.
5. STEM Ölçme-Değerlendirme Bilgisi; Öğretmenlerin STEM öğreniminin değerlendirilmesine yönelik araçların, yaklaşımların ve faaliyetlerin bilgisini içeren değerlendirme yöntemlerine ilişkin bilgi anlamına gelir.

Günbatar ve ark. (2020) ise bütünleşik STEM için PAB ile ilgili ne anlatılmak istendiğini dört bileşende tanımlamaktadır.

1-Öğrenen: Öğretmenlerin öğrencilerin bir ürünün tasarımı esnasında karşılaşabilecekleri olası zorluklar, öğrencilerin öğrenmelerini ve / veya bir ürünün tasarımını engelleyebilecek alternatif kavramlar hakkındaki bilgileri

2-Müfredat: Öğretmenlerin STEM eğitimi için müfredat hedefleri ve müfredatta STEM ile ilgili amaçlar ve hedefler hakkındaki bilgileri

3-Öğretim Stratejisi: Öğretmenlerin entegre STEM sınıfına uygulanabilecek stratejiler hakkındaki bilgileri

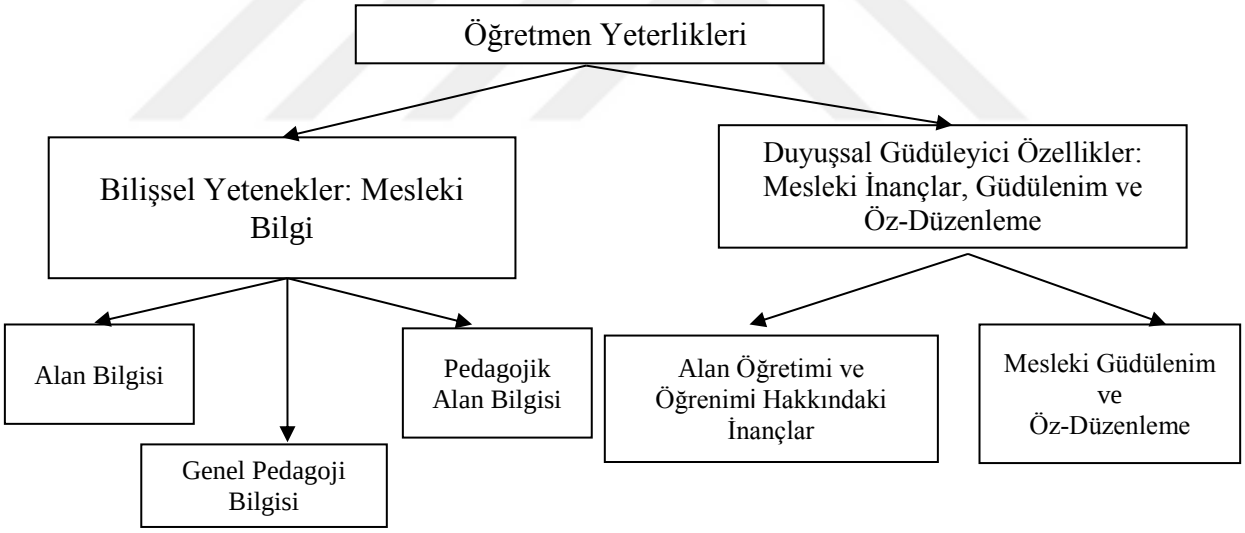
4-Ölçme-Değerlendirme: Öğretmenlerin öğrencilerin çabalarını hem süreç hem de tasarladıkları ürünler aracılığıyla değerlendirme bilgileri

STEM öğretmen niteliği dendiğinde akla yeterlikler gelse de pedagojik alan bilgisi bu anlamda kullanılmaktadır. Vossen ve ark. (2019)' a göre ise STEM için PAB, öğretmenlerin STEM ders planı tasarlamasını, bu planı uygulamasını ve tasarımlarında öğrencilerin bilimsel ve matematiksel bilgileri kullanmalarına yardımcı olmasını gerektirir. Ancak STEM disiplinlerinin etkin bütünleştirilmesi, günlük yaşam bağlamı sağlanması ve STEM öğretmeninin kendi öğrenmesini sürekli düzenlemesi düşünüldüğünde STEM-PAB yanında

STEM öğretim becerilerine ve duyuşsal-güdüleyici özelliklere de ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

2.14. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri

Alan yazın incelendiğinde son yarım yüzyılda, eğitim araştırmacıları öğretmen bilgilerinin gelişimini araştırmak için çoklu kavramsal çerçeveler önermişlerdir (Abbitt, 2011; Ball, Thames ve Phelps, 2008; Blömeke ve Delaney, 2012; Corrigan, Gunstone, ve Dillon, 2011; Hourigan ve Donaghue, 2013). Blömeke ve Delaney (2012), hazırladığı kavramsal çerçevede öğretmen yeterliklerini bilişsel yetenekler (mesleki bilgi) ve duyuşsal güdüleyici özellikler olarak iki kısma ayırmıştır. Şekil 2.8'de görüldüğü gibi, bilişsel yetenekler; alan bilgisi, genel pedagoji bilgisi ve pedagojik alan bilgisini kapsarken, duyuşsal güdüleyici özellikler ise alan öğretimi ve öğrenimi hakkındaki inançları, mesleki güdülenmeyi ve öz-düzenlemeyi içermektedir.



Şekil 2.8. Öğretmen Yeterliklerinin Kavramsal Yapısı
(Blömeke ve Delaney, 2012)

Blömeke ve Delaney, (2012) tarafından açıklanan matematik öğretmenlerine ait yeterlikler de Tablo 2.6'da verilmiştir. Öğretmen yeterlikleri matematik müfredat bilgisi, matematik öğrenimi ve öğretimi için planlama bilgisi, öğrenme ve öğretme için matematik bilgisini geliştirme/iyileştirme olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır.

Tablo 2.6. Öğrenme ve Öğretme İçin Matematik Bilgisini Geliştirme/İyileştirme

Matematik Müfredat Bilgisi	• Uygun öğrenme hedeflerinin oluşturulması • Farklı değerlendirme formatlarını bilmek • Muhtemel yolları seçmek ve müfredat içindeki bağlantıları görmek • Öğretim programındaki temel fikirleri belirlemek • Matematik Program bilgisi
Matematik Öğrenimi ve Öğretimi İçin Planlama Bilgisi	• Uygun etkinlikleri planlamak veya seçmek • Değerlendirme/ölçme formatını seçmek • Kavram yanılgıları dahil tipik öğrenci yanıtlarını tahmin etmek • Matematik ilgili fikirleri temsil etmek için uygun yöntemleri planlamak • Didaktik yöntemleri ve öğretim tasarımlarını bağlamak • Matematik problemlerini çözmek için farklı yaklaşımları tanımlamak • Matematik derslerini planlamak
Öğrenme ve Öğretme İçin Matematik Bilgisini Geliştirme/İyileştirme	• Öğrencilerin matematikle ilgili çözümlerini veya argümanlarını analiz etmek veya değerlendirmek • Öğrencilerin sorularının içeriğini analiz etmek • Kavram yanılgıları dahil tipik öğrenci yanıtlarını teşhis etme • Matematik kavramlarını/ prosedürlerini açıklamak • Verimli sorular üretmek • Beklenmeyen matematik ile ilgili sorulara yanıt vermek • Uygun geri bildirim sağlamak.

Yu, Luo, Sun ve Strobel (2012), mühendislik eğitimi için kavramsal bir öğretmen yeterlik modeli oluşturmuştur. Bu modeldeki boyutlar; mühendislik kavramı bilgisi, mühendislik becerileri, mühendislik disiplinleri hakkında bilgi, mühendislik pedagojik içerik bilgisi, mühendisliğe yönelik tutumlar, mühendislik öğretimine karşı tutumlar ve mühendisliğin diğer konularla entegrasyonu şeklindedir. Öğretmen yeterlik modelindeki boyutlar aşağıda açıklanmıştır.

Boyut 1. Mühendislik Kavramı Bilgisi: Bu boyut, sistemler, kısıtlamalar, modelleme, optimizasyon vb. gibi temel mühendislik içeriğini ifade eder.

Boyut 2. Mühendislik Becerileri: Bu boyut, görselleştirme, eskiz ve mühendislik grafikleri gibi mühendislik becerilerini ifade eder; takım çalışması ve sözlü ve yazılı iletişim becerisi geliştirme tasarım, prototipleme vb.

Boyut 3. Mühendislik Disiplinleri Hakkında Bilgi: Bu boyut inşaat mühendisliği, mekanik, elektrik vb. Gibi farklı disiplinler hakkındaki bilgileri ifade eder.

Boyut 4. Mühendislik Pedagojik İçerik Bilgisi: Bu boyut, mühendisliği öğretmek için gerekli olan özel pedagojileri ifade eder. Bunlar genel pedagojik bilginin ötesine geçer.

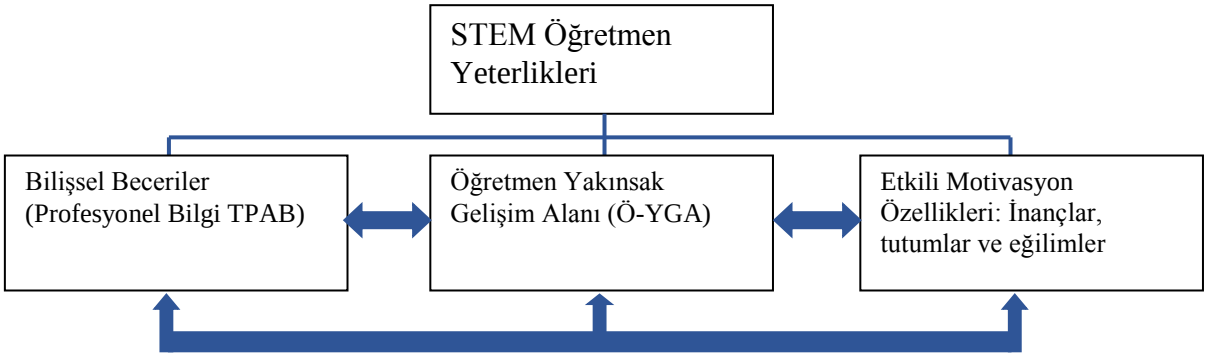
Boyut 5. Mühendisliğe Yönelik Tutumlar: bu boyut duygusal bileşenleri ve mühendisliğe yönelik genel tutumu ifade eder.

Boyut 6. Mühendislik Öğretimine Karşı Tutumlar: Bu boyut, öğretmenlerin mühendislik öğretimine yönelik tutumlarını ifade eder.

Boyut 7. Mühendisliğin Diğer Konularla Entegrasyonu: bu boyut, mühendisliği diğer konu alanları bağlamında entegre etmeyi amaçlayan yeterlilikleri ifade eder.

Mühendislik eğitimi için belirlenen öğretmen yeterlik modeli, bütünleşik STEM öğretmen modeli için bir fikir oluşturabilir çünkü boyut ve alt boyutlarında matematik, fizik ve teknoloji gibi alanlara ait bileşenler bilgi, beceri ve tutum şeklinde görülmektedir. Ancak yine de kapsamı gereği mühendislik disiplinine ait kavramları fazlasıyla kapsadığı, odağın mühendislik olduğu görülmektedir.

Bütünleşik STEM eğitiminin başarılı bir şekilde entegre edilebilmesi veya uygulanabilmesi için, STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi anahtar bir rol oynamaktadır (Song, 2017; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; Johnson, Peters-Burton ve Moore, 2015). Milner-Bolotin (2018) STEM öğretmen yeterliklerini Şekil 2.9'da görüldüğü gibi üç bölüme ayırmıştır. Bunlar; Bilişsel Beceriler (Profesyonel Bilgi Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi), Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı (Ö-YGA) ve Etkili Motivasyon Özellikleri: İnançlar, tutumlar ve eğilimlerdir.



Şekil 2 9. STEM Öğretmen Yeterlikleri
(Milner-Bolotin, 2018)

Milner- Bolotin (2018), çalışmasında yeterliklerin yukarıda da görüldüğü gibi başlıklarını vermiş, bu başlıkların içeriklerine ve ayrıntısına yer vermemiştir. Oysaki anlaşılabilir olması için başlıkların içindeki bileşenlerin ve yeterliklerin madde madde sunulmasının uygun olacağı düşünülmektedir. Bu çalışmanın amacı da STEM öğretmen yeterliklerini sadece yeterlik alanları olarak sunmak değil, bu yeterlik alanlarını ve yeterlik alanlarının içerdiği maddeleri belirlemektir.

2.15. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Çerçevesi

Bu araştırmada, bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri Blömeke ve Delaney (2012), Song (2017) ve Milner-Bolotin, (2018) tarafından oluşturulan teorik çerçevelerin sentezine dayanmaktadır. Bahsedilen çalışmalardaki yeterlik alanları göz önüne alındığında, bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri için "Bilişsel Özellikler", "STEM Öğretim Becerileri", "STEM Öğretiminde Duyuşsal –Güdüleyici Özellikler" ve "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı"olmak üzere dört yeterlik alanından bahsedebilir. Buradan hareketle STEM öğretmen yeterlikleri için bir çerçeve hazırlanmış ve Şekil 2.10'da sunulmuştur. Hazırlanan çerçevede, "Bilişsel Özellikler" ile " STEM Öğretim Becerileri" yeterlik alanları Song (2017)'nin çalışmasından, "STEM Öğretiminde Duyuşsal-Güdüleyici Özellikler" bileşeni Blömeke ve Delaney (2012)'nin teorik çerçevesinden alınarak düzenlenmiştir. Son olarak "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı" yeterlik alanı ise Milner-Bolotin (2018) tarafından oluşturulan teorik çerçeveden alınmıştır.

Bu çerçevedeki yeterlik alanlarının bileşenlerini belirlemek ve bu bileşenlere ait yeterlik maddelerini tespit etmek ise araştırmanın amacıdır.



Şekil 2.10. STEM Öğretmen Yeterlik Alanları

Hazırlanan bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri çerçevesinde, akran iş birliği sayesinde STEM öğretmenlerinin yeterliklerinin potansiyel olarak artacağı düşünülmektedir. Bu yaklaşım, Vygotsky'nin önerdiği Yakınsak Gelişim Alanının öğretme

ve öğretmen eğitimi bağlamına uyarlanmasıdır (Vygotsky, 1978, Milner-Bolotin, 2018). Bu uyarlama, Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı (Ö-YGA) olarak tanımlanacaktır. Öğretmenin yakınsak gelişim bölgesi, alan (teorik) bilgisi, pedagojik bilgisi ve becerilerden oluşan mevcut öğretim bilgisi seviyesi ile başkalarının desteğiyle elde edilecek potansiyel bilgi seviyesi arasında bir öğrenme alanı olarak düşünülmektedir (Blanton vd., 2005). Dolayısıyla öğretmenin meslektaşları, alanındaki araştırmacılar, içinde bulunduğu öğrenme toplulukları, gözlemler, hizmet öncesi ve hizmet içi katıldığı kurslar bu bölgenin gelişimini destekler. Öğretmenin Yakınsak Gelişim Alanını geliştirmek için, öğretmenlerin öğretim yaşamları boyunca sürekli olarak yeni hedefler tanımlamaları gerekir (Shabani vd., 2010). Bu sebeple de öğretmenler alan ve pedagojik bilgilerini daima güncellemeli ve sorgulamalı, alandaki diğer kişilerle etkileşime girmeli ve uygulamalarını sürekli olarak yansıtmalıdır (Milner-Bolotin, 2018). STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı yukarıda belirtildiği gibi çerçevede hem alan bilgisini hem pedagojik bilgisini ve becerileri içerdiğinden bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin temel boyutunu oluşturmaktadır. Diğer boyutların bu alandan beslendiği düşünülmektedir.

Hazırlanan çerçevede, Bilişsel Özellikler yeterlik alanının öğretmenlerin STEM disiplinleri hakkındaki bilgisine ve STEM disiplinleri arasındaki bağlantıyı yapabilmesine dayalı olduğu; STEM Öğretim Becerileri yeterlik alanının STEM ders kurgulama ve uygulamayla ilişkili olduğu, STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler yeterlik alanının ise STEM öğretmenlerinin mesleki güdülenim ve STEM disiplinleri hakkındaki inançlarıyla ilgili olduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM III: İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, STEM yaklaşımına ait öğretmen eğitimi araştırmaları ve STEM eğitiminin öğrenme ortamlarında kullanılmasına yönelik araştırmalardan bahsedilmektedir.

3.1. Yurt Dışında Yapılan Araştırmalar

Brown (2011), çalışmasında Teksas Fen Bilimleri, Matematik ve Teknoloji Öğretmen Yetiştirme Akademilerinin etkili olup olmadığını değerlendirmiştir. 14 matematik, fen bilimleri ve teknoloji öğretmeninin mesleki gelişim ve öğretmen yetiştirmedeki iyi uygulamalarını ve bu uygulamaların güçlü ve zayıf yönlerini, katılımcıların akademiyi nasıl algıladıklarını ve pedagojik bilgilerini incelemiştir. Araştırmada, akademilerin etkili meslek gelişimin üç özelliği olan içeriğe odaklanma, aktif öğrenme ortamları ve fırsatları sunma ve sürdürülebilir olma gibi özelliklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda öğretmen yetiştirme akademilerinin içerik bilgisini güçlendirme, profesyonel olarak kendini adamış ve istekli öğretmenler yetiştirme gibi de önemli özellikleri barındırması gerektiği vurgulanmıştır.

Asghar ve ark. (2012) çalışmalarında ABD'nin, Maryland eyaletinde, John Hopkins ve Morgan State Üniversiteleri tarafından ortaklaşa yürütülen bir profesyonel gelişim programına katılan, ortaokul matematik ve fen bilgisi öğretmenlerinin, problem temelli öğretim algılarının değişiminin ölçülmesini amaçlamıştır. 41 kişiden oluşan katılımcı öğretmenler en fazla 5 kişiden oluşan gruplara ayrılmış ve gruplara çözmeleri için karmaşık bir problem sunulmuştur. Örneğin bir grup katılımcıdan güneş pillerinin elektrik ve manyetik temellerini anlamaları ve güneş enerjisiyle çalışan bir oyuncak yapmaları istenmiştir. Bir başka gruptan ise mümkün olabilecek en çevre dostu ampul çeşidini belirlemeleri istenmiştir. Katılımcılar, kendi aralarında iş birliği yaparak problem için deneyler tasarlayıp gerçekleştirmişler, çözümler üretmişler ve çözümleri arkadaşlarına sunmuşlardır. Bu esnada, öğretmenlere sadece rehberlik verilmiş, çözüm için neleri bilmeleri gerektiklerini kendileri belirlemişlerdir. Program sırasında toplanan veriler değerlendirildiğinde, aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir.

- Eğitimden önce problem temelli STEM eğitiminin, disiplinler arası bir yaklaşım olduğunun farkında olmayan öğretmenler, bu yaklaşımın birden farklı disiplini

kapsadığını ve bu disiplinlerin öğrencilere bütünleşik bir şekilde verilmesi gerektiğini fark etmişlerdir.

- Katılımcı öğretmenlerin %88'i, problem temelli STEM yaklaşımının onlara yeni fikirler öğrettiğini, %91'i eleştirel düşünmelerine yardım ettiğini belirtmiştir.

Capobianco ve Rupp (2014) araştırmalarında öğretmenlerin planladıkları ve gerçekte uyguladıkları tasarım tabanlı Mühendislik eğitimleri incelenmiştir. Araştırma, ABD'de, üniversite-okul işbirliği içinde gerçekleşen bir profesyonel gelişim programına (The Science Learning Through Engineering Design (SLED) katılan, 5.ve 6. Sınıflara STEM eğitimi veren 6 öğretmen üzerinde yapılmıştır. Katılımcı öğretmenlere 2 haftalık yoğun yaz eğitimi verildikten sonra, üniversite elemanları tarafından eğitim yılı boyunca takip edilmiştir. Yaz okulu boyunca, öğretmenler, takım halinde çalışarak, yıl içinde öğrencilerine uygulatmak üzere, 2 adet STEM ders tasarımı üzerine çalışmışlar. Bu tasarım görevleri, a) ders hedefleri, b) akademik standartları, c) temel bilimsel kavramları d) gün bazında ilerleyiş programını e) ders etkinlik detaylarını f) bilimsel kavramların derslere yerleştirme şeklini g) kullanılacak malzeme ve kaynakları h) mühendislik uygulaması ile ilgili detayları i) değerlendirme formlarını içermektedir. Her ekip, 2 adet uygulama planını yaz okulu sonunda teslim etmiş ve yıl içinde bu etkinlikleri öğrencilerine uygularlarken, araştırmayı yapan kişiler tarafından her hafta 2-4 saat arası dersleri izlenmiştir. Öğretmenlerin STEM etkinliklerini izleyen araştırmacılar bu süreci değerlendirmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki öğretmenler vakitlerinin büyük kısmını, mühendislik tasarım sürecinin ilk basamaklarına (problem tanımı, günlük hayatla ilişkilendirme, çözüm önerileri sunma vb.) ayırmaktadır. Öğretmenlerin mühendislik tasarım sürecinin ileriki evreleri olan tasarımı test etme, hatalardan ders çıkarma, ürünü yeniden tasarlama gibi aşamalara vakitsizlikten yer veremedikleri gözlemlenmiştir. Öğretmenler, uyguladıkları ilk STEM etkinliğinde daha düşük performans gösterirken, ikinci etkinlikte performansları oldukça yükselmiş. Bu noktada öğretmenler için tecrübenin önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Öğretmenlerin bilimsel temelleri etkinliklere uyarlamada yetersiz kaldığı gözlemlenmiştir. Tasarlanan etkinlikler olması gereken bilimsel temelleri içermediğinden araştırmacılar bu durumu öğretmenlerin fen bilimleri bilgilerinin yetersizliğine bağlamaktadır.

Moore, Glancy, Tank, Kersten, Smith (2014) STEM eğitiminin 4 bacağından biri olan mühendislik disiplini için, resmi bir tanımlama olmamasından dolayı, mevcut literatürü tarayarak lisans eğitimi ve profesyonel gelişim eğitimi veren kurumların tanımladıkları

kriterleri de inceleyerek mühendislik eğitimi konusunda uzman kişilerin görüşlerine başvurmuşlar ve kuramsal bir mühendislik çerçevesi oluşturmaya çalışmışlar.

Kaliteli bir mühendislik eğitimi için aşağıdaki temel bileşenler listelenmiş;

1) Fen, Matematik ve Mühendislik bilgilerinin probleme uygulanması
2) Tasarım süreci
    a) 2.1- Problemin tanımı ve problem hakkında detaylı bilgi
    b) 2.2- Planlama ve Uygulama
    c) 2.3- Test etme ve Değerlendirme
3) Mühendislik Düşünce Tarzı (EThink)
4) Mühendislik Kavramları (Müşterinin ihtiyaçları, tasarım kısıtları, mühendislik türleri)
5) Mühendislik Araçları (Mühendislik teknikleri örn. DNA İzolasyonu, Yetenekler örn. Akış diyagramı çizilmesi, Excel kullanımı, Aletler örn. El aletleri, CAD tasarım programları, yazılımlar)
6) Sorunlar, Çözümleri ve Etkileri (Dünyamızda halen yaşanan sorunlar, bunların çözümleri ve bu çözümlerin yaratacağı etkiler)
7) Ahlaki Değerler (doğal kaynakların ve müşterilerin kaynaklarının etkin kullanımı, güvenlik, toplum sağlığı, telif hakları)
8) Takım çalışması
9) Mühendislikle alakalı İletişim
    a) Çözümlerin ve süreçlerin, teknik bilgisi olan kişilere anlatılması, raporlar
    b) Çözümlerin ve süreçlerin, teknik bilgisi olmayan kişilerin anlayabileceği şekilde anlatılması

Lin ve Williams (2015) Tayvan'lı öğretmen adaylarının bilgi, değer, öznel normlar, algılanan davranış kontrolü ve tutumlarının, STEM eğitimi vermeye olan yatkınlıklarını ölçmek amacıyla bir çalışma yapmıştır. STEM eğitimi alan 139 öğretmen adayı ile yapılan çalışmada yüksek davranışsal kontrol ve öznel normlara sahip öğretmen adaylarının, STEM eğitimi vermeye daha fazla kararlı olduğu bulunmuştur. Ayrıca bulgulara göre cinsiyetin, STEM eğitimi vermeye olan isteklilik üzerine bir etkisi olmadığı görülmüştür. Çalışmada fen bilimleri ve teknoloji öğretmen adaylarına 31 sorudan oluşan 7 kademe ölçekli bir anket uygulanarak onların STEM bilgi ve tutumlarını ölçmek amaçlanmıştır. Ankete katılan öğretmen adayları daha önceden haftada 3 saat olmak üzere 18 hafta boyunca STEM eğitimi

almışlardır. Sonuçlar analiz edildiğinde bilgi, tutum, öznel normlar (çevrenin etkileri; diğer öğretmenlerin tutumu, yöneticilerin desteği vb.) ve algılanan davranış kontrolünün (işin zorluk derecesini, bu zorlukları nasıl aşabileceğini bilmek), STEM eğitimi verme eğilimi ile doğrudan ilintili olduğu ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, katılımcıların eğitim aldıkları branşlara göre incelendiğinde, en yüksek STEM bilgisine, fizik öğretmen adaylarının sahip olduğu görülmüştür.

Vehuni (2015), çalışmasında öğretmen adaylarının Yeni Nesil Fen Standartlarının gerektirdiği şekliyle STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesinin bir parçası olarak mühendisliği öğretme konusundaki algılarını incelemiştir. Nitel analizler yardımıyla yaptığı araştırmada, öğretmen adaylarının kendi alanlarına olan inançlarının ve öğretmen yetiştirme programlarındaki deneyimlerinin STEM disiplinlerine ait öz yeterliklerini ve STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesiyle ilgili pedagojik bilgilerini etkilediğini tespit etmiştir. Araştırmada, bütünleşik öğretim ile ilgili pedagojik bilginin zayıf olması, bütünleşik STEM veya mühendislik ile ilgili ders planlamaya yönelik uygulamaların yetersiz olması ve öğretmen adaylarının STEM disiplinlerini bütünleştirmeye yönelik beklentirlerinin belirsiz olması gibi engellerin varlığına vurgu yapmıştır.

Salami, Makela ve Miranda (2015) yaptıkları araştırma ile disiplinler arası STEM profesyonel gelişim programlarının öğretmenlerin eğitim davranış ve tutumları üzerine olan etkileri incelenmiş ve değerlendirilmiştir. Araştırma, A.B.D'nin Colarado eyaletinde düzenlenen, STEM profesyonel gelişim programına katılan 29 ortaokul ve lise öğretmeni üzerinde yürütülmüştür. Öğretmenlere öncelikle 5 gün boyunca, STEM eğitimi verilmiş ve bu eğitimleri sınıflarında eğitim yılı içerisinde uygulamaları istenmiştir. 12-15 hafta arasında değişen süreler içinde uygulanan bu etkinliklerde öğretmenler diğer branş öğretmenleriyle takım çalışması yaparak, öğrencilere biyomedikal projeler tasarlatmışlardır. Uygulamaları sırasında öğretmenlere Kimya, Biyoloji, Elektrik Mühendisliği ve Bilgisayar Mühendisliği dallarında araştırmalar yapan 6 adet doktora öğrencisi rehberlik etmiştir. Öğretmenlere ön test ve son test uygulanmış ve bu sonuçlar değerlendirildiğinde verilen STEM profesyonel gelişim programının öğretmenlerin disiplinler arası eğitim, ekip çalışması, öğretmen tatmini ve değişime direnme tutumları üzerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığı tespit edilmiştir. Araştırmaya katılan, Fen Bilimleri, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik öğretmenleri arasında, disiplinler arası STEM eğitimi konusunda en düşük özgüveni, Fen Bilimleri öğretmenleri göstermiştir. Ayrıca, üniversite mezunu öğretmenlerin mezun olmayanlara

göre, değişime daha fazla direnmekte olduğu ortaya çıkmıştır. Fakat yapılan demografik incelemede, üniversite mezunu olan öğretmenlerin tecrübelerinin daha fazla olduğu görülmüştür. Çalışmada, disiplinler arası STEM eğitimine olumlu yaklaşan öğretmenlerin, ekip çalışmasına da olumlu tavır takındıkları gözlemlenmiştir. Özellikle ortaokul öğretmenleri, mühendislik tasarımı için yeterli deneyime sahip olamamaktan yakınmışlardır.

Rinke, Gladstone, Browni Kinlaw ve Cappiello (2016), yaptığı araştırmada fen bilimleri ve matematik derslerini STEM altında birleştiren STEM'e özgü öğretmen öğretmen yetiştirme ilkelerinin üzerine inşa edilen STEM öğretmen eğitimi modelinin sonuçlarını incelemiştir. Deneysel bir çalışma olan araştırmada, STEM dersini alan öğretmen adaylarının geleneksel ders alan öğretmen adaylarına göre daha kazançlı olduğunu belirtmiştir. Özellikle, ders planı hazırlama, içerik bütünleştirme, derse mühendisliği, tasarımı ve sanatı entegre etmede STEM öğretmen eğitimi modelinin kazanç sağladığı vurgulanmaktadır. Öğretmen adaylarının STEM okuryazarlıklarının da arttığı belirtilmiştir.

Radloff ve Guzey (2016), yaptığı çalışma ile öğretmen adaylarının STEM'i nasıl kavramlaştırdığını araştırmıştır. Çalışmada öğretmen adaylarının STEM perspektifleri bu görsel kavramlaştırmalar incelenerek oluşturulmuştur. Bu çalışmada STEM disiplinlerinin bir biri ile ilişkisini açıklamak için iç içe yuvarlanmış, disiplinler ötesi, birbirine bağlanmış, üst üste binme, sıralı ve silo haline getirilmiş olarak altı farklı STEM kavramlaştırma görselinden bahsedilmiştir. İlave olarak da yedi yeni STEM kavramlaştırma görseli belirlenmiştir. Öğretmen adayları STEM'in tanımını öğretim tasarımı, disiplin, entegrasyon ve bunların dışında olarak dört farklı temada yapmıştır. Sınıf öğretmen adayları STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi daha çok birbiri ile bağlantılı olarak açıklamaktadır. Aynı zamanda bu çalışma ile ortaya çıkmamış ancak başka STEM perspektif modellerinin de olabileceğinden bahsedilmiştir (Bybee, 2013). Bu perspektifler bizlere STEM eğitim içeriği oluştururken bir bakış açısı sağlayabilir ya da öğretmen eğitiminde STEM müfredatı oluşturmada yol gösterici olabilir.

Song (2017) Kore'de STEM öğretmen yeterliklerini bilişsel özellikler, öğretim becerileri, etkili özellikler olarak üç kısıma ayrılmıştır.

Bilişsel Özellikler: Diğer disiplinler ile bağlantı yapabilme becerisi, bütünleşik STEM kavramının idrakı, disiplinler arası bilgiye dayalı yaratıcılık, konunun sınırlarının da ötesinde esnek düşünebilme, diğer STEM disiplinleri hakkında bilgi, gerçek dünya

problemlerini ve teknolojiyi bilimsel olarak anlayabilmek, problemleri kapsamlı ve çok yönlü olarak tanımak olarak tanımlanmıştır.

Öğretim Becerileri: Farklı değerlendirme yöntemleri, öğretimde bilgisayar teknolojilerini kullanmak, proje tabanlı müfredat, öğrenci merkezli etkinlikler, öğrenci özerk ama sorumlu davranabilmesi, öğretmenin öğrenmeyi desteklemesi ve rehberlik etmesi, fen ve teknoloji ile ilgili meslek seçimine teşvik, derste öğrenilen bilginin kullanılması şeklinde açıklanmıştır.

Duyuşsal-Güdüleyici Özellikler: Öğrencilerin başaracağına inanma ve sabır, diğer öğretmenler ile iletişim ve iş birliği, konu sınırlaması olmadan açık fikirli olma, STEM sınıfını iyileştirmek için sürekli çabalama ve kendini değerlendirme, diğer konulardaki bilgi eksikliği endişesinin üstesinden gelebilme, bütünleşik STEM eğitimi için isteklilik ve heves olarak belirtilmiştir.

Radloff ve Guzey (2017) yaptığı diğer bir başka çalışmasında öğretmen adaylarının video analizler ve yansımalar doğrultusunda STEM'i kavrayışlarını incelemiştir. Öğretmen adayları, STEM öğretiminin pedagojiden öğrenci etkileşimine ve etkili STEM ünitelerinin bileşenlerine kadar bir çok konu ile ilişkili olduğunu fark etmiştir. Öğretmen adaylarının STEM mesleki gelişimleri için etkili bir çok çalışmaya ihtiyaç olması sebebiyle bu çalışmada ek olarak fizik öğretmen adaylarının STEM mesleki gelişim ihtiyaçları da belirlenecektir.

Öğretmen eğitiminde STEM mesleki gelişim ihtiyaçlarının belirlenmesi ile ilgili bir çalışmayı da Shernoff vd. (2017) yapmıştır. Öğretmenler STEM entegrasyonunda en çok planlama ve işbirliği için zamana, mesleki gelişim olanaklarına, STEM kaynaklarına, STEM kültürünün artırılmasına, zümreler arası işbirliğine ve daha fazla ders saatine ihtiyaç duymaktadır. Diğer taraftan öğretmenler STEM entegrasyon sürecinde okul yönetimi, STEM disiplinlerinin içerik ve standartlarının anlaşılamaması, teknolojik araçların ve kaynakların yetersizliği gibi konularda da zorluklar yaşamaktadır.

Sandall, Sandall ve Walton (2018) yaptığı çalışmada alanında uzman 13 STEM eğitimcisinin görüşleri doğrultusunda bütünleştirilmiş STEM programlarının nasıl uygulanacağı ile ilgili 10 bileşen belirlenmiştir. Bunlar sırasıyla;

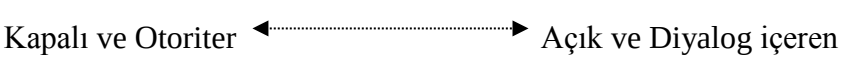
- Entegrasyon, Proje Tabanlı Öğrenme ve Tasarım Temelli Eğitim
- STEM İçeriği Oluşturma

- Öğretmenler için Profesyonel Gelişim Programları ve Öğretmen İş birliği
- Zaman Yönetimi (Planlamak ve iş birliği yapmak için)
- Alternatif Ölçme Yöntemleri
- Takım Çalışmaları ile Öğretmenler Arası İş Birliği
- İstekli Olma (Çalışmaya, bir şeyleri uyarlamaya ve öğrenmeye istekli olma)
- Otantik, Geçerli ve Anlamlı Deneyimler
- Liderlik (STEM'in uygulanmasında, aktivitelerin oluşturulmasında liderlik gösterme)
- Sanayii, İş Dünyası ve Dışarıdan Gelen Destekler şeklindedir.

Çalışmada tanımlanan 10 olgu, bütünleştirilmiş STEM'in kritik bileşenlerini oluşturmaktadır. Bunlardan herhangi birinin eksik olması, araştırma katılımcılarının öngördüğü bütünleştirilmiş STEM yaklaşımının büyük ölçüde azalacağı yönündedir. Tanımlanan 10 olgu, uygulama faktörleridir çünkü bütünleşik STEM, tanımlanmış fenomenin varlığı olmadan uygulanamaz. Bu bileşenler veya olgular STEM öğretmen yeterliklerinin neler olabileceği konusunda fikir vermekte ancak öğretmen yeterliği olarak uygun başlıklar altında gözden geçirilmelidir.

Srikoom ve ark. (2018), etkili STEM eğitimi için bir STEM öğretmeninin uygun Pedagojik Alan Bilgisine (PAB) sahip olması gerektiğini belirtmektedirler. Bu araştırma Tayvan'da öğretmenlere, öncelikle 3 gün süren yüz-yüze atölye eğitimi verilerek yapılmıştır. Bunu, akademik yıl boyunca devam eden, aylık toplantılar izlemiştir. Atölye eğitimi sırasında öğretmenlere, genel STEM kavramları ve mühendislik tasarım süreci tanıtılmış, ders planları oluşturulmuş ve öğretmenler, tasarladıkları bir STEM dersini, arkadaşlarına sunarak, geribildirim almışlardır. Araştırma, bu eğitime katılan 29 öğretmenden 6'sıyla yapılmıştır. Öğretmenlere, STEM eğitimi ve STEM entegrasyonu ile ilgili algılarını ölçmek için ön ve son testler uygulanmıştır. Diğer veriler de toplanarak, öğretmenlerin hareketlerinden 4 boyut oluşturulmuştur.

1. Öğretmenin rolü ve ders anlatımı;



2. STEM Bağlamı (anlamlı, güdüleyici, gerçek dünya problemlerin ve STEM meslekleriyle alakalı)

   Uydurma / Otantik değil ⟷ Otantik/ Gerçek dünya problemi

3. Tasarım sürecine öğrencinin katılımı (Tekrarlamalı, başarısızlığa izin veren, fikirleri geliştiren, takım çalışmalı, 21. Yüzyıl yeteneklerini kapsayan)

   Ürün Odaklı ⟷ Öğrencilerin düşüncelerine odaklı

4. İçerikle olan Bağ (Temel kavramların bütünleştirilmesi, mühendislik tasarı sürecinin dahli, yaparak öğrenme)

   Sadece süreç ⟷ Kavramları Derinlemesine Öğrenme

1. Boyut: Araştırmacılar, öğrenci odaklı eğitim modelini desteklemek, öğrencileri motive ve süreç ile meşgul etmek için, öğretmenin, çok miktarda ve doğru soruları sorması gerektiğini düşünmektedirler. Mesela, problemin tanıtımı sırasında öğretmenler, öğrencilerin konu hakkında düşünmesini sağlayacak sorular sorması gerektiğini belirtiyorlar. Bu sorular, öğrencileri düşünmeye sevk etmekle birlikte, öğrencilerin konu hakkında önceden neler bildiklerini de anlamayı sağlar.

2. Boyut: Araştırmalar, bazı öğretmenlerin STEM kariyerleri hakkında yeterince bilgilerinin olmadığını, bu sebeple de, aktiviteleri ile STEM kariyerleriyle arasında yeterince bağlantı kuramadıklarını belirtiyorlar.

3. Boyut: Mühendislik sürecini, fen ve matematiğe entegre etmek, bu dersleri tek başına vermekten daha fazla kavramsal anlama ve dolayısı ile eğitime daha fazla adanmışlık gerektirmektedir (Capobianco and Rupp, 2013). Bu sebeple, araştırmacılar, mühendislik eğitiminin, temel bilgi kısmına dahil edilerek, öğretmenlere, fen ve matematik kadar ayrıntılı verilmesi gerektiğini düşünmekteler.

4. Boyut: Araştırmacılar, öğretmenlerin, sadece içeriğe veya sürece değil, öğrencilerin öğrenme yönelimlerine (yetenek, tutum, vb) de odaklanmaları gerektiğini belirtiyorlar. Öğretmenlerin STEM eğitimi verirken, hangi modeli uygularlarsa uygulasınlar, tek amaçlarının, tasarım sırasında öğrencilere yeni bilgiler oluşturtmak olduğunu belirtiyorlar.

Araştırmacılar ayrıca, öğretmenin "ne yaptığının" öğretmenin "ne bildiği" ile doğrudan ilintili olduğunu belirtmektedir. Çok fazla öğretim tekniği bilen öğretmen, sorgulama (inquiry) yöntemini de bilir ve öğrencilere sorgulatıcı sorular sorar. Öğrencilerinin yaşlarına göre hangi konuları öğrenebileceğini, neleri bildiklerini ve hangi konulara ilgi duyduklarını bilen öğretmen, öğrencilerin ilgi duyabileceği birkaç bağlam tasarlayabilir.

Araştırmacıların bahsettiği bir başka konu da, öğretmenlerin matematiği entegre ederken, sadece belli ve basit konuları ele aldıkları, bu konudaki standartları dikkate almadıkları, bilmedikleri konularda diğer öğretmenlerle işbirliği yapmadıklarıdır. Teknoloji entegrasyonu ile ilgili olarak ta, genç öğretmenlerin akıllı telefon, tablet ve bilgisayar gibi son moda dijital teknolojiyi işin içine kattıkları, daha tecrübeli öğretmenlerin ise, "insan yapısı her şey teknolojidir" diyerek, basit aletleri aktivitelerine kattıklarını gözlemişler. Bu konuda yorum yapamıyorlar çünkü teknoloji konusunda tam bir tanımlama yok. Herschbach'a göre 2 farklı teknoloji anlayışı bulunmakta: 1- Mühendislik bakış açısı 2- Beşeri bilimler görüşü (beşeri bilimler görüşü, belirli bir insan çabasına yanıt olarak teknolojinin insan amacına odaklanır.) Bununla birlikte araştırmacılar, beşeri bilimler görüşünün benimsenmesini, bu görüşün teknolojiye olan tutuma daha uygun olduğunu düşündüklerini de belirtiyorlar.

Bütünleşik STEM eğitimi farklı disiplinlerin bir öğretmen ya da bir öğretmen topluluğunun işbirlikçi çalışması sonucu yapılabilir. Moore (2019), STEM entegrasyonunu bağlam entegrasyonu, içerik entegrasyonu ve araç/uygulama entegrasyonu olarak üçe ayırmaktadır.

Bağlam Entegrasyonu: Öğretim hedefleri bir disiplinin içeriğine odaklandığında ve içeriği daha alakalı hale getirmek için diğer disiplinlerden içerik kullanıldığında gerçekleşir.

İçerik Entegrasyonu:"Büyük fikirleri" vurgulamak için içerik alanlarının tek bir müfredat aktivitesiyle birden fazla disiplinin birleştirilmesi şeklindedir ve sınıf ortamında daha yaygındır.

Araç/Uygulama Entegrasyonu: Öğretilecek ana disiplin başka bir disiplinden bir araçla desteklenmesiyle gerçekleşir. Örneğin; Web 2.0 araçlarının fen veya matematik derslerinde kullanılması örnek verilebilir.

Diğer taraftan Moore (2019) Ulusal STEM Summit'de STEM entegrasyonun tiplerini farklı şekillerde sunmuştur;

- Bir öğretmen, tek disiplin: Bir öğretmenin tek başına STEM ders kurgulama, uygulama ve planlaması şeklindedir.
- Birden fazla öğretmen, tek disiplin + Grup planlaması: Öğretmenlerin zümre olarak STEM ders kurgulama, uygulama ve planlama yapması ve sınıflarında ayrı ayrı uygulamasıdır.
- Birden fazla öğretmen, farklı disiplinler +Grupça öğretim: Bu entegrasyon tipinin en önemli özelliği farklı disiplinlere ait öğretmelerin, problemin farklı noktalarına disiplinsel bir bakış sağlaması, STEM ders kurgulama, uygulama ve planlama yapmasının yanında her disipline ait öğretmenin kendi sınıfında ayrı ayrı STEM etkinlik uygulaması yapmasıdır.
- Birden fazla öğretmen, farklı disiplinler +Birlikte Öğretim (Co-Teaching): Farklı disipline ait öğretmenlerin beraber planlama yapması, disiplinsel bakışı ortaya koymaya çalışmasıdır. Ancak 3. Entegrasyon tipinde olduğu gibi öğretmenler ayrı ayrı uygulama yapmaz, aynı sınıfta beraber uygulama yapar.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde yurt dışında yapılan STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların daha çok öğretmenlerin STEM eğitimine ait bilgilerine, algılarına, bütünleşik STEM eğitim anlayışlarına ve STEM eğitimi uygulamak için gerekli becerilerin gelişimini belirlemeye yönelik olduğu görülmektedir.

3.2. Yurt İçinde Yapılan Araştırmalar

STEM eğitimi ile ülkemizde yapılan araştırmalar kronolojik olarak aşağıda listelenmiştir.

Çorlu, Capraro, Capraro (2014), öğretmenlik bilgisi alanlarında dünyada ve ülkemizdeki eğitim reform girişimlerini incelemiş ve kuramsal bir çerçeve oluşturmuştur. Oluşturulan modelin bir çıktısı olan fen ve matematik arasındaki etkileşime yoğunlaşıldığında ve öğretmenlerin sadece uzman oldukları alanda öğretmenlik bilgisine sahip olmalarının yeterli olmayacağı sonucuna varılmıştır. Ülkemizin ihtiyacı olan insan gücün varlığını tespit etmek ve bu gücün yetiştirilmesi için öğretmenlerin farklı alanlarda da kendilerini geliştirmesi gerektiği savunulmaktadır.

Çevik ve ark. (2017), araştırmalarını Karaman'da 118 fen, matematik ve bilişim öğretmeni ile yapmıştır. Araştırmada veri toplama aracı olarak Buyruk ve Korkmaz'ın (2016) geliştirmiş olduğu 'FeTeMM Farkındalık Ölçeği' kullanılmıştır. 2 alt boyuttan oluşan ölçeğin her bir boyutu ile cinsiyet ve branş değişkenleri arasında herhangi bir anlamlılık bulunamamıştır. Ancak mezun olunan fakülte türü, eğitim durumları ve mesleki kıdem değişkenleri ile ölçeğin her iki boyutu arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Sonuçta eğitim fakültesi mezunu olan öğretmenler ile genç öğretmenlerin olumlu yönde FeTeMM farkındalığı var iken, mesleki kıdemi fazla olan öğretmenler ve ön lisans mezunu öğretmenlerin olumsuz yönde FeTeMM farkındalıklarının olduğu araştırmacılar tarafından belirtilmiştir.

Çolakoğlu ve Gökben (2017), çalışmalarında STEM eğitimini okullarda uygulayabilecek öğretmenler yetiştirmek için üniversite eğitim programlarında yapılması gereken iyileştirmeler konusunda önerilerde bulunabilmek amacıyla, öğretmen yetiştiren eğitim fakültelerinin STEM eğitimi konusundaki mevcut çalışmalarını gözden geçirmiş ve yurtdışı örneklerini incelemişlerdir. Bu çalışmada, Türkiye'deki tüm eğitim fakültelerinin STEM eğitimi durumu, tez çalışmaları, eğitim programları, ulusal ve uluslararası kaynaklardan desteklenen projeleri, STEM konusunda yaptıkları etkinlikler ve hazırlanmış raporlar incelenmiştir. Araştırma sonuçlarından eğitim fakültelerindeki öğretim üyelerinde konuyla ilgili farkındalık ve ilgi düzeyi yüksek olmasına rağmen STEM eğitimi alanında kurumsal düzeyde yeteri kadar uygulama ve hazırlık yapılmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Çelikkıran ve Günbatar (2017), araştırmalarında STEM eğitimi uygulamalarının disiplinler arası bakış açısı kazandırma ve kimya alan bilgisi/öğrenilenleri hatırlama/pekiştirme noktasında önemli katkılar sunduğunu belirtmişlerdir. Özellikle tasarımın yapılmasına yönelik yapılan araştırma ve bunun sonucunda tasarım yapma basamaklarının en öğretici noktalar olarak belirtildiği bu araştırmada, öğretmen adayları özellikle kullanılacak malzemelere, ürünün nasıl tasarlanacağına karar verme ve gerekli bilgiyi edinme-araştırma noktasında zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Yıldırım (2017), araştırmasında öğretmen adaylarının çoğunluğunun fen, teknoloji matematik ve mühendislik arasında ilişki olduğunu öne sürmesine rağmen teknolojinin ve mühendisliğin bu süreçte kullanılmasında ve bu doğrultuda fen öğretiminin tasarlaması konusunda kendini yeterli hissetmediklerini belirtmiştir. Öte yandan fen, teknoloji, matematik ve mühendislik entegrasyonuna ilişkin olarak tüm öğretmen adayları disiplinler

arası yaklaşımla fen öğretimi yapılmasının avantajlarından (öğrenci/öğretmen/ülke açısından) bahsettiğini ifade etmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının büyük bir kısmı, disiplinler arası öğretimin gerçekleştirildiği bir fen öğretimini başarılı bir şekilde uygulayabilmeleri için, lisans öğrenimleri süresince bu konuda öğretmen adaylarına bilgi ve tecrübe kazandıracak derslerin olması gerektiğini belirtmiştir. Sonuç olarak, öğretmen adaylarının fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğe dayalı fen öğretiminin yapılması hakkında genel olarak olumlu algıya sahip oldukları fakat disiplinler arası yaklaşıma uygun olarak fen öğretimi tasarlama-uygulama anlamında öğrencilerden önce kendilerinin bu konuda bilgi ve deneyime ihtiyaç duydukları belirlenmiştir.

Kırılmazkaya (2017), çalışmasında bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği lisans programında öğrenim görmekte olan üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adaylarından oluşan katılımcılarının STEM öğretimi yönelim düzeylerini incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre, sınıf öğretmeni adaylarının bilgi, tutum, değer, sübjektif ölçüt ile algılanan davranış kontrolü ve davranış yönelimi boyutlarına ilişkin olarak görüşlerinin, genel olarak olumlu olduğu ve öğretmen adaylarının cinsiyet, sınıf düzeyi ve mezun olunan lise türüne göre farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Aslan Tutak, Akaygün ve Teksezen (2017) çalışmasında STEM eğitimi yaklaşımı ile hazırlanmış İşbirlikçi STEM Eğitimi Modülünün matemataik ve kimya öğretmen adaylarının STEM eğitimi algılarına etkisini incelemiştir. Nitel analiz yöntemi kullanılarak yapılan araştırmada modülün öğretmen adaylarının STEM eğitimi algılarında belirli düzeyde değişiklik gözlenmesini sağladığı görülmüştür. Öğretmen adayları tasarım temelli fen eğitiminin motive edici olduğunu, özellikle sorgulamayı güçlendirdiğini ve STEM öğretmen eğitimi için projelere katılmanın önemini belirtmişlerdir. Öğretmen adayları aynı zamanda hizmete başladıklarında kendilerini bu alanda geliştirmek istediklerini de ifade etmişlerdir.

Gökbayrak ve Karışan (2017) yaptıkları çalışmada, STEM yaklaşımıyla hazırlanmış etkinlikler içeren derslerin, Doğu illerindeki bir devlet üniversitesinde öğrenim görmekte olan Fen Bilgisi Öğretmenliği Anabilim Dalı'ndaki 50 üniversite üçüncü sınıf öğrencisi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Etkileri ölçmek için "Bilimsel Süreç Becerileri Testi (BSB testi)" kullanılmıştır. Uygulama sonrasında STEM temelli fen laboratuvarı etkinliklerine katılan deney grubu öğrencileri ile tümevarımsal fen laboratuvarı uygulamalarına katılan kontrol grubu öğrencilerinin BSB testi başarı puanlarının analiz

sonuçlarına göre; grupların BSB testi başarı puanları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Bu bulgu STEM temelli etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini artırdığı şeklinde yorumlanmaktadır.

Belek (2018), STEM etkinliklerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarına, STEM eğitim yaklaşımına ve fen öğretimine yönelik düşüncelerine etkisini incelemiştir. Deneysel yapılan araştırmada karma yöntem kullanılmıştır. Bulgulara bakıldığında STEM eğitimi yaklaşımının fen bilimleri öğretmen adaylarının fen bilimleri öğretmeye ilişkin düşüncelerinin gelişimini olumlu etkilediği ve STEM eğitimine olan yönelimlerini arttırdığı görülmüştür. Ancak çalışmada STEM eğitimi yaklaşımının fen bilimleri öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarına anlamlı bir etkisi de bulunamamıştır. STEM eğitimi sonrasında ise öğretmen adaylarının problem çözme, yaratıcı düşünme becerilerinin geliştiği ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine olan ilgilerinin de arttığı tespit edilmiştir.

Bakırcı ve Kutlu (2018) yaptıkları araştırmada, Türkiye'nin bir doğu vilayetinde farklı ortaokullarda görev yapan 10 Fen Bilimleri öğretmeni ile görüşerek veri toplamışlardır. Bu çalışmada öğretmenler, FeTeMM yaklaşımının, öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve ilgilerini artıracağını, çok yönlü düşünmelerini sağlayacağını, laboratuvar kullanımını artıracağını ve karar verme becerilerini geliştireceğini dile getirmişlerdir. Ayrıca, FeTeMM yaklaşımıyla öğrencilerin bilgiyi yaparak yaşayarak öğreneceklerini, araştırma-sorgulama ve yaratıcı becerilerini geliştireceklerini, problem durumuna uygun ürün tasarlayacaklarını ve konuları somutlaştırarak öğreneceklerini ve bilimsel süreç becerilerini geliştireceklerini belirtmişlerdir. Fakat bununla beraber, FeTeMM eğitiminde öğretmenlerin yeterli bilgiye sahip olmadıkları da tespit edilmiştir.

Baran ve ark. (2018), çalışmalarında 211 öğretmene ulaşarak veri toplamışlardır. Verilerin analizi sonucunda, *k*atılımcı öğretmenlerin FeTeMM farkındalık düzeylerinin orta düzeyde olduğu, cinsiyet, yaş, medeni hal, mesleğini sevme durumu, eğitim durumları, hizmet süreleri, kadro derecesi, tartışmalı konuları işleme durumu, yöntem ve teknikleri kullanmada karşılaşılan zorluk, bilimsel gelişmeleri takip etme, bilimsel sempozyumlara katılma, bilimsel proje yapma, derslerinde teknoloji kullanma, ekonomik durumları ve branşlarının FeTeMM farkındalık düzeyleri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını orta çıkarmıştır. Bununla beraber derslerinde FeTeMM etkinlikleri yapan katılımcı öğretmenlerin farkındalık düzeylerinin anlamlı bir şekilde daha yüksek olduğu, öğrencilerin

dersleri sevmeleri konusunda sorumluluk hissedenlerin ve buna paralel olarak öğrencilerin başarısı konusunda sorumluluk hissedenlerin farkındalık düzeylerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Özbilen (2018), çalışmasında fen öğretmenlerinin diğer branşlara oranla STEM modelini daha iyi tanıdıkları ve daha çok kullandıklarını tespit etmiştir. Ayrıca fen ve matematik öğretmenlerinin, kendi branşlarını STEM modelinin vazgeçilemez temel taşlarından biri olduğunu düşündükleri bulunmuştur. Buna karşın öğretmenlerin modeli uygulamaktan çekindikleri, bu çekincenin temelinde de öğretmen yeterlilikleri, malzeme ve iş birliği eksikliği gibi nedenler olduğu belirlenmiştir.

Özçelik ve Akgündüz (2018) araştırmalarında, üstün/özel yetenekli öğrenciler için yapılan STEM eğitimi ile öğrencilerin elde ettikleri kazanımları değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Sonuç olarak üstün/özel yetenekli öğrenciler için yapılan STEM eğitiminin öğrencilerin fen ve matematik kazanımları ile yaratıcılık, eleştirel düşünme, işbirliği yapma ve iletişim kurma gibi 21. Yüzyıl becerileri elde etmesini sağladığı tespit edilmiştir.

Yıldırım ve Türk (2018) ise çalışmalarında, İstanbul ilindeki 28 ortaokul fen ve matematik öğretmeni ile görüşmüşler ve 8 soruluk bir anketi uygulamışlardır. Veriler incelendiğinde, öğretmenlerin kendilerini STEM eğitimi için yeterli görmedikleri ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğretmenler, iyi bir STEM öğretmeninin STEM, pedagoji ve 21. yy becerileri konusunda bilgili olması gerektiği konusunu vurgulamışlardır. Bununla birlikte, öğretmenler, STEM eğitiminin gerekliliğine inanmakla beraber, uygulama sırasında sorunlar çıkabileceğini de eklemişlerdir. Son olarak ta, STEM eğitimi alan öğretmenlerin, Mühendislik ve Teknolojiye olan tutumlarının olumlu olarak değiştiği saptanmıştır.

Ünal (2019), STEM eğitimi almış ortaokul matematik öğretmenlerinin STEM eğitimine ilişkin tutumları ve STEM odaklı etkinliklerin matematik dersi konularının öğretimi ve matematiksel becerilerin gelişimi bağlamındaki kullanışlılığına ilişkin görüşlerini değerlendirmiştir. Çalışma 36 ortaokul matematik öğretmeni ile yapılmış ve öğretmenler temel seviye STEM eğitimi alanlar, ileri seviye STEM eğitimi alanlar olarak ikiye ayrılmıştır. Bulgular, öğretmenlerin STEM eğitimi almasının farkındalık oluşturduğunu ancak etkinliklerin kullanışlılığında farklı görüşler olduğunu göstermektedir. Öğretmenler müfredattaki zaman sınırlılığına ve materyal eksikliğine dikkat çekmektedir. Robotik setler ile yapılan etkinlikler öğretmenler tarafından daha ilgi çekici bulunmuştur. Diğer taraftan

robotik setlerin de kullanışlılık, zaman ve materyal bilgisi kısıtlarına sahip olduğu öğretmenler tarafından vurgulanmıştır. İleri seviye STEM eğitimi almış öğretmenler ise Scratch, Mblock gibi programlama dillerine vurgu yaparak matematik becerilerini geliştirebildiklerini ifade etmişlerdir.

Bulut (2019), yaptığı çalışmada Bilim ve Sanat Merkezlerinde görev yapan öğretmenlerin özel yetenekli öğrencilere yapılan STEM uygulaması ve genel STEM eğitimi yaklaşımı hakkındaki görüşleri değerlendirmiştir. Kirlenen Karanlık teması kullanılarak yapılan STEM uygulaması sonrasında uygulamayı yapan ve gözlemci olarak katılan öğretmenlerden görüşler alınmıştır. Değerlendirmeler neticesinde STEM eğitim modelinin özel yetenekli öğrencilerin 21. yy becerilerini kazanmaları ve geliştirmelerine katkı sağlayacağı ve Bilim Sanat Merkezlerinde geliştirilip yaygınlaştırılarak uygulanmasının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

Türk (2019), eğitim fakültelerinin lisans programlarına yerleştirilmek üzere STEM öğretim programı tasarlamak, uygulamak ve etkililiğini de tespit etmek amacıyla bir çalışma gerçekleştirmiştir. Bu amaçla, öğretim elemanlarının, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin görüşleri alınarak ihtiyaç analizi yapılmıştır. Yapılan analizler neticesinde STEM öğretim programı tasarlanmış ve uygulanıp değerlendirilmiştir. Bulgulara bakıldığında öğretim elemanlarının genelinin STEM eğitimi yaklaşımı hakkında bilgi sahibi olduğu, öğretmenlerin tamamının ise bilmediği görülmüştür. Öğretmen adaylarının da bir kısmının bilgisi mevcuttur. Ayrıca, öğretmen yetiştirme programlarının öğretmen adaylarına bütünleşik öğretmenlik bilgisi kazandırmadığı, kazandırmamasının da çoğunlukla lisans programları ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Öğretmenler ve öğretim elemanları STEM eğitimi ile ilgili öğretmen yetiştirme lisans programlarında bir ders olması, bu dersin özellikle STEM alanlarını bütünleştirme etkinliklerini kapsaması ve ders planı hazırlama çalışmalarının dahil edilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Diğer taraftan eğitim fakültesindeki öğretim elemanlarının mühendislik fakültesindeki öğretim elemanlarına göre bütünleşik öğretmenlik bilgisine sahip olma konusunda kendilerini daha yetersiz gördüğü görülmüştür. Araştırmada, fen bilimleri öğretmenlerin derslerini fen dışındaki STEM disiplinleri ile ilişkilendirdiği ve bu ilişkilendirme sürecindeki en büyük engelin öğretmen kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Çok kapsamlı yapılan bu çalışmada 14 hafta süresince uygulanan STEM öğretim programının öğretmen adaylarının STEM eğitimi yaklaşımına göre ders planı hazırlama yeterliklerinin gelişiminde etkili olduğu görülmüştür. STEM

öğretim programı uygulamadan önce öğretmen adayları disiplinlerarası yaklaşımı bilmediğinden yaklaşıma ait görüş bildirmemiş, uygulamadan sonra ise bu kavramı öğrendiği tespit edilmiştir. Araştırmanın diğer bir önemli sonucu ise, öğretmen adaylarının STEM öğretim programı uygulamadan önce disiplinlerarası yaklaşımla verilen eğitimde en etkin unsuru öğretim programı görmesiyken uygulama sonrası öğretmeni görmeye başlamasıdır. Uygulanan STEM öğretim programının öğretmen adaylarının fen bilimleri dersini diğer derslerle ilişkilendirme ile ilgili yeterlik algılarını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Araştırmanın neticesinde Yükseköğretim Kurulu'na STEM öğretim programının öğretmen yetiştirme programlarında seçmeli ya da zorunlu ders olarak ilave edilmesi önerilmektedir. Bunun yanı sıra öğretmen yetiştirme programlarının STEM eğitimi yaklaşımının ilişkilendirilebileceği derslerin içeriklerinde STEM disiplinlerini bütünleştirmeye yönelik içeriklere, öğrenme- öğretme sürecinde ise STEM alanlarını bütünleştirmeye yönelik uygulamalara yer verilmesi, üniversitelerde ise STEM merkezleri kurulması önerilmektedir. Öğretim elemanları için yapılan önerilerde de öğretmen yetiştirme programlarındaki derslerin içeriğinde yeni eğitim yaklaşımlarının yer verilmesi, öğrenme-öğretme sürecinde öğrenci merkezli yöntem ve teknikleri kullanmaları ve de uygulamalara öncelik vermeleri yer almaktadır. Araştırmada Milli Eğitim Bakanlığı'na öğretmenlere STEM eğitimi ile ilgili farkındalık ve STEM eğitimi yaklaşımı uygulayabilecek yeterlikleri kazandırabilecek mesleki gelişim eğitimleri düzenlemesi önerisi getirilmiştir.

Tunç (2019), yaptığı araştırmada "STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi"'ne yönelik geliştirilen ve uygulanan hizmet içi eğitim programının öğretmenlerin mesleki gelişimine katkısını belirlemiş ve verilen hizmet içi eğitimin değerlendirmesini yapmıştır. Araştırma sürecinde "STEM: Bütünleşik Öğretmenlik Çerçevesi" ile ilgili bir hizmet içi eğitim tasarısı geliştirilmiş ve MEB'e bağlı devlet okullarında görev yapan 23 öğretmene beş günlük STEM eğitimi verilmiştir. Eğitim sonrası katılımcı öğretmenlerin STEM kazanımlarına sahip olup olmadıkları araştırılmış ve bulgular neticesinde katılımcı öğretmenlerin eğitim sonrasında STEM kazanımlarına sahip oldukları görülmüştür. Öğretmenler, bu tarz eğitimlerin devamını dilediklerini beyan etmiştir. Uygulamalarda karşılaşılan en temel zorlukların ise başında öğretmen yeterlikleri, malzeme ve iş birliği eksikliği gelmektedir. Bunun yanısıra, STEM eğitiminin ders programlarına yerleştirilmesinin kısmen mümkün olduğunu, ders saatlerinin yetersizliğini, kalabalık sınıflarda uygulama güçlüğünü, materyal temini ve takibi konusundaki sıkıntılar yaşanabileceğini bulgular göstermiştir. Ancak yine de araştırmada hizmet içi STEM

eğitimlerinin öğretmenlerin kişisel ve mesleki gelişimine katkılarına ve mesleki öğrenme topluluğu oluşturmaya yönelik katkılarına değinilmiştir.

Çalik (2020), çalışmasında STEM temelli robotik etkinlikleri ve basit malzemelerle gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının hipotetik-yaratıcı akıl yürütme becerisi, yaşam boyu ve yapılandırmacı öğrenme gelişimi üzerine etkisini araştırmıştır. Öğretmen adaylarına 14 hafta boyunca STEM ve STEM temelli robotic eğitimleri verilmiş ve hipotetik-yaratıcı akıl yürütme becerisi, yaşam boyu öğrenme ve yapılandırmacı öğrenme eğilimlerine yönelik ön test ve son test puanları karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılık gösterdiği gözlemlenmiştir. Yansıtıcı günlük verilerine bakıldığında da öğretmen adaylarının STEM etkinliklerini faydalı, eğlenceli ve ilgi çekici bulduğu belirlenmiştir.

Özkan (2020), çalışmasında STEM eğitimi bağlamında öğretmenlerin el becerilerinin ölçümünü ve değerlendirmesini yapmıştır. 10 öğretmen adayı, 12 öğretmen, 15 meslek yüksek okulu öğrencisi ve 11 teknisyen ile yapılan çalışmada el beceri testinde öğretmenlerin teknisyenlere göre oldukça düşük başarı düzeyine sahip olduğu belirlenmiştir. Deneyim beyanı testlerinde de fen bilgisi öğretmen adaylarında pratik beceri eksikliği görülmüştür. Diğer taraftan, öğretmenler el becerilerinin farkında değildir. Pratik bilgi ve el becerisi seviyesi düşük öğretmenlerin zorluklarla karşılaşmamak için pratik uygulamalı etkinliklere direnç gösterme tutumu olduğu belirlenmiştir.

Kaya (2020), Türkiye'de STEM eğitimi üzerine yapılan nitel çalışmaların eğilimlerini ortaya çıkarmak için bir meta sentez araştırması hazırlamıştır. 122 makalede 50 nitel çalışmaya ulaşmış ve çalışmalarda hedef kitlenin daha çok öğretmenler olduğu vurgulanmıştır. STEM eğitimi üzerine yapılan nitel çalışmalar beceri gelişimi, öğrenme faaliyetleri ve ilişkilendirme, tutum, kariyer tercihleri, STEM eğitiminde yaşanan problemler ve diğer olmak üzere altı farklı temada toplanmıştır. Araştırmacıların daha çok teorik çalışma hazırlama ve STEM eğitimi ile ilgili paydaşların görüş ve önerilerini alma eğiliminde olduğu görülmektedir. STEM eğitimi alanında içerik geliştirmeye yönelik araştırmalara eğilimin az olması sebebiyle bu tarz araştırmalar önerilmektedir.

Değirmenci (2020), çalışmasında STEM eğitimi almış 122 öğretmenin STEM uygulamalarında teknoloji ve mühendislik disiplinlerinde karşılaştığı sorunları belirlemiştir. Çalışmada öğretmenlerin STEM uygulamaları öz yeterlikleri ile eğitimde teknoloji

kullanımı kaygıları arasında ilişki olup olmadığı belirlenmiş ve STEM eğitimi hakkındaki görüşleri de alınmıştır. Çalışma sonucunda STEM uygulamaları öğretmen öz yeterlikleri ile cinsiyet ve öğretmenlik görev süresi arasında anlamlı bir fark olmadığı; eğitim düzeyleri, branş ve aldıkları STEM eğitimi sayıları ile anlamlı bir fark olduğu bulunmuştur. Öğretmenlerin almış oldukları STEM eğitimi doğrultusunda öğrencilere rehberlik etme konusunda teknoloji ve mühendislik disiplinlerinde kendilerini kısmen yeterli hissettikleri görülmüştür. Öğretmenlerin kendilerini en yetersiz hissettikleri alan ise mühendislik tasarım süreci olmuştur. Öğretmenler, aldıkları STEM eğitiminin yetersiz olduğunu, teorik eğitimlerden ziyade uygulamaya dayalı eğitimlerin gerekliliğine vurgu yapmıştır. Araştırmacı, STEM uygulamalarını derslerde daha etkili hale getirmek için öğretmenlerin öz yeterliklerini artıracak çalışmaların başlatılması gerektiğini, STEM öğretmen eğitimlerinin ise bir yıl boyunca düzenli olarak ya da modüler olarak uzmanlar tarafından verilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu sebeple, bu araştırmanın amacı olan bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi ve bu yeterliklere göre STEM öğretmen eğitimlerinin hazırlanması önem taşımaktadır.

Ertuğrul- Akyol (2020), 21. yy becerileri göz önünde bulundurularak hazırladığı çalışmasında STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine olan etkisini araştırmıştır. Çalışmasının nicel aşamasında deney ve kontrol gruplu öntest/sontest yarı deneysel desen kullanırken nitel aşamasında ise durum çalışmasını tercih etmiştir. 32 öğretmen adayından oluşan deney ve kontrol grubunda deney grubu ile robotik ve kodlama temelli STEM etkinlikleri, kontrol grubunda ise basit malzemeler ile STEM etkinlikleri gerçekleştirmiştir. Uygulamalar deney grubunda 12, kontrol grubunda ise 8 hafta sürmüştür. Elde edilen bulgular neticesinde hem basit malzemeler kullanılarak yapılan STEM etkinliklerinin hem de robotik ve kodlama temelli STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine olumlu yönde etki ettiği bulunmuştur. Robotik ve kodlama temelli STEM etkinliklerinin basit malzemelerle yapılan STEM etkinliklerine göre daha fazla olumlu etki sağladığı tespit edilmiştir. Odak grup görüşmesi ve yarı yapılandırılmış görüşmeler doğrultusunda nicel araştırma sonuçlarını destekler nitelikte robotik ve kodlama temelli STEM etkinliklerinin oldukça etkili olduğu belirlenmiştir.

Ulusal ve uluslararası alan yazın incelendiğinde, yurt dışında yapılan çalışmaların öğretmenlerin/ öğretmen adaylarının STEM eğitimiyle ilgili algılarına, bütünleşik STEM eğitimine ilişkin anlayışlarına, STEM entegrasyon çerçevelerine ve STEM eğitimini uygulamak için gereken becerilerine, STEM eğitimine olan tutumlarına, STEM pedagojik alan bilgisine ve Kore'deki STEM öğretmen yeterliklerini belirlemeye yönelik olduğu tespit edilmiştir. Yurt içinde yapılan çalışmaların ise öğretmenlerin/öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarına, STEM eğitimine ilişkin tutumlarına ve algılarına, STEM eğitimine yönelik öz-yeterlik düzeylerini belirlemeye, STEM eğitimi ile görüşlerine ve STEM eğitiminde karşılaşılan sorunlara, STEM eğitiminin öğretmen adaylarının problem çözme, eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine olan etkisine yönelik olduğu saptanmıştır.

Purzer ve Shelley (2018), bütünleşik STEM eğitiminde öğrencilerin STEM yeterliklerinin problemin kapsamı oluşturma, kanıta dayalı karar verme, fikir akıcılığı, mühendislik etiği, mühendislik tasarım sürecini yönetme bilinci, teknik iletişim, takım çalışması olduğunu vurgulamıştır. Öğrencilerin bu yeterlikleri kazanması ve bütünleşik STEM eğitiminin başarılı bir şekilde entegre edilebilmesi için, STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi önemli bir rol oynamaktadır (Song, 2017; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; Johnson, Peters-Burton ve Moore, 2015). Ancak literatüre bakıldığında bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin tanımlanmasında belirsizliğin devam ettiği söylenebilir. Ancak Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin yeterlik alanlarında ortak noktaların varlığından söz edebiliriz. Milner-Bolotin (2018)'in vurguladığı üzere " Bilişsel Özellikler" ve "Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı"; Song (2017)'un belirttiği gibi "Öğretim Becerileri" ve "Duyuşsal ve Güdüleyici Özellikler" STEM öğretmen yeterlik alanlarını belirlemede yol gösterici olmuştur.

Ulusal alan yazın incelemesinde öğretmenlerin STEM eğitimine ilişkin mesleki yeterliklerinin belirlendiği görülmüştür (Şahin, 2019). Ancak bu yeterlikler 17 maddeden oluşan genel bir sıralamadır. STEM öğretmen yeterliklerinin bileşenler altında detaylandırılması STEM eğitiminin etkili kullanımı için uygun olacaktır. Akgündüz (2018) "STEM Öğretmeni Yeterlilikleri"ni STEM Bilgisi, Alan Bilgisi, Ders Planlaması, 21.yy Becerileri, Disiplinlerarası Bağlantılar, Mühendislik Tasarımı, STEM Kariyer Bilgisi, Değerlendirme ve STEM Laboratuvarı Bilgisi şeklinde başlıklarda sıralamış ancak bu

yeterlikleri nasıl belirlediğini açıklamamıştır. Bu anlamda çalışmanın literatüre katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

BÖLÜM IV: YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, çalışma grubu, veri toplama süreci, veri toplama araçları ve verilerin analiz süreçlerine ilişkin bilgiler yer almaktadır.

4.1. Araştırmanın Yöntemi

Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesini amaçlayan bu çalışmada STEM uzmanları ve STEM öğretmenleri arasında uzlaşma sağlamak için Değiştirilmiş Delphi metodu kullanılmıştır. Delphi metodu, Rand Corporation tarafından kontrollü ve geri bildirimli bir dizi anket kullanılarak bir grup uzman arasında en güvenilir fikir birliğini sağlamak için geliştirilmiştir (Dalkey & Helmer, 1963). Özellikle öğretim programı geliştirmek ve öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi amacıyla eğitimsel amaçlarda fikir üretmek ve değişiklikler yapmak için uygun bir araştırma yöntemidir (Helmer, 1966). Landeta (2006)'nın belirttiği üzere Delphi metodu farklı görüşlere sahip uzmanlar arasında anketler kullanarak fikir birliğine varmanın en güvenilir yöntemidir. Bu çalışmada uzmanlardan elde edilen görüşler üzerinde fikir birliğine varılarak STEM öğretmen yeterliklerinin oluşturulması amaçlandığından, Delphi metodu bu çalışmada araştırmanın amacını karşılayacak bir yöntem olarak görülmüştür. Çalışmada STEM disiplinlerinin etkili bir şekilde bütünleştirilmesi amaçlandığından odak grup görüşme ile başlanmıştır. Bu nedenle çalışmanın yöntemi "Değiştirilmiş Delphi Metodu"(McKenna,1994) olarak adlandırılabilir.

Bu bölümde ilk olarak Değiştirilmiş Delphi metodu ve bu metodun özellikleri ile aşamaları sunulacaktır. İkinci olarak da bu çalışmada bu metodun nasıl uygulandığı ve nasıl yapılandırıldığı detaylı olarak açıklanacaktır.

4.1.1. Değiştirilmiş Delphi Metodu

Delphi metodu adını Delphes isimli antik kentten almış ve Olaf Helmer ve Norman Dalkey tarafından geliştirilmiştir (Adıgüzel, 2016). Delphi metodu, bir grup uzmanın fikirlerini ortaya çıkarmak ve bu fikirleri düzenlemek için uygulanan bir dizi prosedür olarak tanımlanmaktadır (Dalkey, 1967). Delphi çalışmalarının bir yöntem mi yoksa bir teknik mi olduğu hakkında farklı bakış açıları bulunmaktadır (Howard, 2015). Bu sebeple de Mead ve Moseley (2001) ise " Delphi Yaklaşımı" ifadesinin kullanımını önermektedir.

Literatüre bakıldığında Delphi metodunu Helmer (1967), bilgilendirilmiş sezgisel yargıların etkili bir şekilde kullanılma teşebbüsü olarak nitelendirmektedir. Diğer bir tanıma göre ise bir grup uzmanın tanımlanmış bir problem hakkında yüz yüze gelmeden görüşlerini bildirmesi tekniğidir ve problem durumuna yönelik "uzlaşma aracı" olarak kullanılır (Davidson, 2013). Bu yaklaşımda katılımcıların herhangi bir etki altında kalmadan kendi düşünce ve önerilerini belirtmeleri önemlidir. Delphi metodu, eğitim programlarının geliştirilmesi ve tasarlanması sürecinde, programa ilişkin ihtiyaçların belirlenmesinde ve öğretmen yeterliklerinin belirlenmesinde kullanılır (Adıgüzel, 2016).

Delphi metodunun amacı özellikle karmaşık konularla baş edebilmek için uzmanlardan geniş kapsamlı fikirler toplamak, uzmanların görüşlerini yeniden düzenlemek ve ön görülen tahminler neticesinde fikir birliğine varmaktır (Brewer, 2007). Delphi metodunun genel olarak özellikleri şu şekildedir;

1. Tekrarlama ve kontrollü geri besleme: Delphi metodu geri bildirimlere dayalı bir yöntemdir. Ardışık olarak anket turlarından oluşan bir süreci içerir. Dolayısıyla süreçte uzmanlara dikkatli geri bildirim vermeyi kapsayan bir tekniktir. Her bir turda katılımcıların belirttikleri görüşler araştırmacı tarafından düzenli bir şekilde katılımcılar ile paylaşılır (Adıgüzel, 2016).

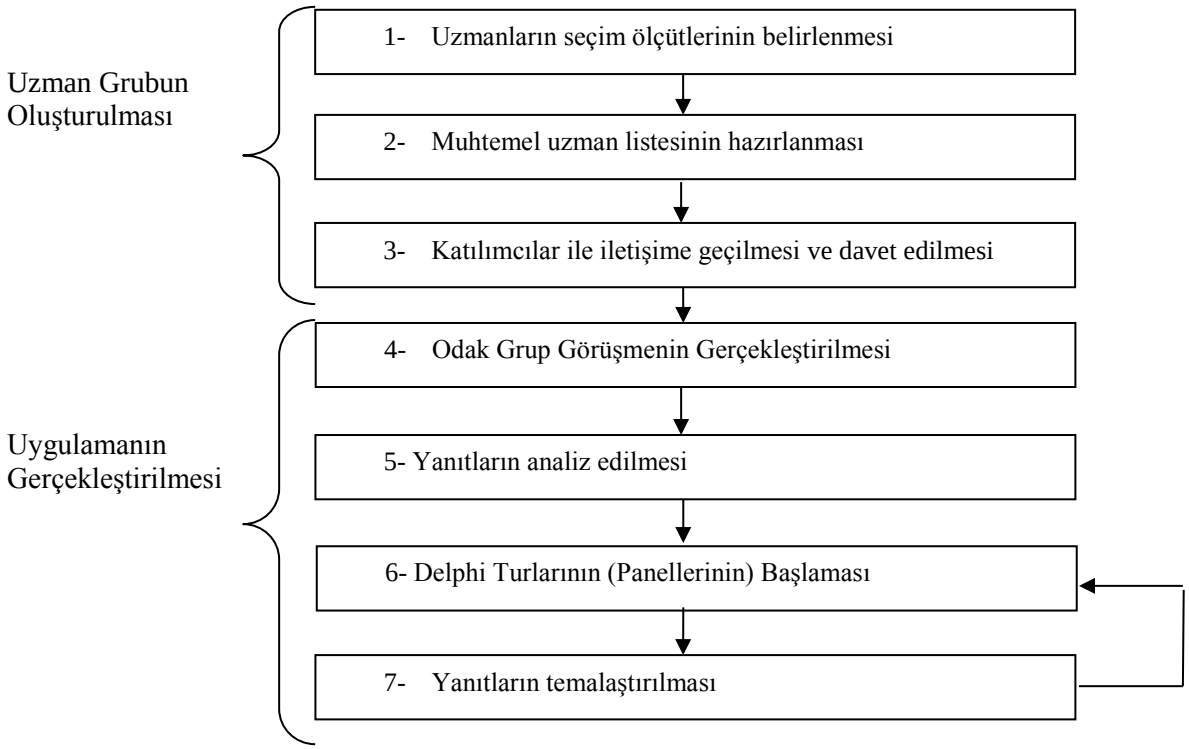
2. Anonimlik: Delphi metodu katılımcıların kimlik bilgileri gizlidir. Uzman grubun bir araya gelmemesi veya birbirini tanımamaları gerekmektedir. Bunun nedeni, katılımcıların birbirlerinden etkilenmemesi, katılımcıların görüşlerini ayrı ayrı belirtmesi ve grup içindeki baskın bireylerin etkisini azaltmaktır (Dalkey, 1967).

3. İstatiksel Grup Yanıtı: Delphi metodu, olasılıklı örneklem hesabına dayanmadığı, uzman katılımcıların görüşlerini barındırdığı için nitel bir çalışma olarak görülmektedir (Ekionea, Bernard ve Plaisent, 2011'den aktaran Adıgüzel, 2016). İstatiksel yöntemler katılımcıların uzlaşı maddelerinin tespitinde kullanılır. Bunun için de daha çok merkezi ortalama ölçütleri, Wilcoxon testi ve Kendall uyuşum katsayısı kullanılır (Murry ve Hommons, 1995; Adıgüzel, 2016).

Ancak Delphi metodunun uygulanış şekli çalışmanın amacına ve kapsamına bağlı olarak değişmektedir. Uzmanlar arasındaki etkileşimsizlik yöntemin olumlu bir özelliği olarak görülse de, yeni fikirlerin oluşması için katılımcılar arasındaki etkileşim önemli olabilmektedir (Van de Ven ve Delbecq, 1974). Bu çalışmada, STEM disiplinlerinin etkili

bir şekilde bütünleştirilebilmesi, uzmanların görüşlerini tek bir kaynak gibi görülmesinin giderilmesi ve etkileşim sağlanması amacıyla uzmanlarla odak grup görüşmeleri yapılarak başlanmıştır. Daha önce de bahsedildiği üzere, bu sebeple bu çalışma "Değiştirilmiş Delphi Metodu"(McKenna,1994) olarak adlandırılmaktadır.

Değiştirilmiş (Modified) Delphi metodu, klasik Delphi metodundaki süreç değiştirildiğinden bu adı almıştır. İlk turda odak grup görüşmesi ya da yüz yüze görüşmeler ile süreç başlar ve tur sayısı değişebilir (McKenna, 1994). Diğer taraftan ilk turdan sonraki süreçlerde anonimlik özelliği devam eder. Bazı Değiştirilmiş Delphi çalışmaları daha nicel bilgiler de içerebilmektedir (Skulmoski, Harman ve Krahn, 2007). Değiştirilmiş Delphi metodunda odak grupları ve grup görüşmeleri ilk turda gerçekleşir ve ilk turdan sonraki yanıtlar anonimdir. Değiştirilmiş Delphi tmetodunda uzman katılımcı sayısı ile ilgili farklı görüşler bulunmaktadır. Welty (1972), panel üyelerinin sayısının fazla olmasının büyük bir gereklilik oluşturmadığını belirtmektedir. Verimli bir sürecin gerçekleşmesi çalışma desenine de bağlı olmaktadır. Brockhoff (1975) tarafından yapılan deneysel çalışmalarda, ideal koşullar sağlanması halinde dört kişiden oluşan grupların da çok iyi bir performans gösterebilecekleri kanıtlanmaktadır. Şekil 4.1'de Değiştirilmiş Delphi metodunun uygulanmasındaki iki temel aşama ve süreçteki 7 basamak verilmiştir.



Şekil 4.1. Değiştirilmiş Delphi Metodunun Genel Adımları
(Adıgüzel, 2016'dan araştırmacı tarafından uyarlanmıştır)

4.1.1.1. Değiştirilmiş Delphi Metodunda Uzman Grubun Oluşturulması

Değiştirilmiş Delphi çalışmalarında uzmanların belirlenmesi en önemli konulardan biridir (Hsu ve Sandford, 2010; Adıgüzel, 2016). Bunun nedeni, seçilen uzmanların ya da uzman grubun çalışmasının üstünlüğünü ve geçerliliğini etkilemesi olarak düşünülebilir (Clayton, 1997). Değiştirilmiş Delphi çalışmalarına bakıldığında uzman grubun seçilmesi; konu ile ilgili uzmanlıkları, konum ve statüleri, zaman olarak uygunlukları, politik ve ticari baskılardan bağımsız olmaları dikkate alınarak yapılmaktadır (Ekionea, Bernard ve Plaisent, 2011). Uzman grubun konuyla ilgili farklı alanlardan oluşturulması ideal kabul edilirken, sadece bilim insanları ile sınırlandırılmaması önerilmektedir. Çalışmaya davet edilecek uzmanların önceden belirlenmiş temel ölçütleri sağlaması beklenmektedir. Değiştirilmiş Delphi çalışmasına davet edilecek uzmanlar için ölçütler;

a) araştırılan konu hakkında bilgi ve deneyim sahibi olması ,
b) katılım için istekli olması,
c) uzmanın Değiştirilmiş Delphi çalışması sürecince yeterli zamanının olması
d) iletişim becerilerinin iyi olmasıdır (Adler ve Ziglio, 1996).

Değiştirilmiş Delphi çalışmasında oluşturulacak uzman grubun büyüklüğü ile ilgili farklı sayılar önerilmektedir, diğer bir deyişle kaç kişi olması gerektiği konusunda fikir birliği bulunmamaktadır (Howard, 2015; Ekineo, Bernard ve Plaisent, 2011). Çalışmanın amaç ve kapsamına bağlı olarak 7-18 kişi ile sınırlandırılması önerildiği gibi, 30-50 uzman ile 100 veya dahafazla uzmana kadar genişletebileceği vurgulanmaktadır (Adıgüzel, 2016).

Özetle, katılımcıların belirlenmesi süreci dört aşamalı olarak şu şekildedir;

1. Uzmanların seçimine yönelik ölçütlerin belirlenmesi: Uzman grup seçimi oluşturulurken konuyla ilgili ulusal ve uluslararası yayınları olmak, konu alanında çalışıyor olmak ve konu ile ilgili alan eğitimi almış olmak gibi ölçütler benimsenebilir.
2. Uzman listesinin oluşturulması ve uzmanların kodlanmaları: Uzmanların ölçütleri belirlendikten sonra ise muhtemel bir liste oluşturulur. Listede uzmanların isim-soyisim, görev, unvan, çalıştıkları kurum, e-mail bilgileri ve ülkeleri gibi bilgilere yer verilir. Her uzman için bir kod belirlenebilir.

3. Katılımcılar ile iletişime geçilmesi: Muhtemel uzman listesi belirlendikten sonra mail ya da telefon aracılığı ile uzmanlar ile iletişime geçilir. Çalışmanın amacı, yöntemi ile ilgili paylaşımlarda bulunulur ve katılmaları yönünde teyit istenir.
4. Uzmanların çalışmaya davet edilmesi: Uzmanlardan teyit alındıktan sonra mail ya da telefon ile detaylı bilgi paylaşımı yeniden yapılır. Bu paylaşımda çalışmanın aşamaları, süresi, analiz yöntemi hakkında bilgiler verilir. Uzmanların hangi iletişim kanallarını tercih ettikleri öğrenilir. Uygulamanın sağlıklı şekilde sürdürülebilmesi için internet tabanlı teknolojiler posta ya da faks gibi geleneksel kabul edilen yöntemlere göre daha çok tercih edilmektedir (Adıgüzel, 2016).

4.1.1.2. Değiştirilmiş Delphi Metodunda Uygulamanın Gerçekleştirilmesi

Klasik bir Delphi çalışmasında ilk olarak seçilen uzman grubun araştırma soruları ile ilgili olarak bilgi ve görüşlerini ortaya çıkarmak amacıyla açık uçlu bir form kullanılmaktadır. Bu form uzman katılımcılara anonim şekilde gönderilir. Klasik Delphi çalışmasındaki anonimlik, gruptaki diğer uzmanların baskısını ortadan kaldırmak ve özgür düşüncelere ulaşmak içindir. Diğer bir deyişle, uzmanların yüz yüze gelmemelerinin ve diğer uzmanların kim olduklarını bilmemelerinin sonucu olarak çoğunluğun kararına katılma gibi psikolojik etkilerin ortadan kaldırılması istenmektedir (Clayton, 1997). Schmidt (1997) ise ilk aşamanın beyin fırtınası yapmak olduğunu belirtmiştir. Bu aşamada klasik Delphi çalışmasından farklı olarak çalışmanın amacına bağlı olarak ilk turda odak grup görüşmesi ya da yüz yüze görüşmeler ile de süreç başlayabilir (McKenna, 1994).

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının bu aşamasında elde edilen veriler, içerik analiz yöntemi ya da betimsel analiz yöntemi ile nitel analiz yöntemleri uygulanarak analiz edilmektedir. Analizler neticesinde kısa kısa ifadeler elde edilmekte ve bir sonraki aşamada uzmanlara geri bildirim olarak sunulmak üzere hazırlanmaktadır. Bu aşamada; likert tipi araç oluşturmadan, her bir yanıt için uzmanlardan yorum ve eleştiri istenir. Uzmanlardan elde edilen ifade ile ilgili olumsuz düşünceleri varsa bunları açıklamaları ya da gerekçelendirmeleri beklenmektedir. Gerekçelendirme yapılması verilerin çeşitlendirmesine yardımcı olabilir ve bu nedenle de olumsuz gelen düşünceler olumlu gelenlere göre daha dikkatli incelenmesi gerekmektedir (Skulmoski, Harman ve Krahn, 2007; Adıgüzel, 2016). Sonraki aşamada uzmanlardan elde edilen yanıtların temalara ve alt temalara ayrılıp düzenlenerek uzmanlara yeniden gönderilmesi gerekmektedir. Görüşler arası tutarlılık için her bir temaya ve alt temaya ilişkin görüşbirliği /görüş ayrılığı formülü önerilmekte ve

uzmanlar arasında %70 ve üzeri bir uzlaşı beklenmektedir (Miles, Huberman ve Saldana, 2013). Analizlerde merkezi eğitilim ölçülerinden yararlanılacaksa da temalar likert formuna dönüştürülmekte ve her bir ifadenin frekansı, yüzdesi, ortalama değeri, ortancası ve çeyrekler arası farkı hesaplanmaktadır. Çeyrek sapma ve ortanca ile yapılan analizlerde yüzdelikler ile ortanca arasındaki mesafe azaltılmak istenir (Adıgüzel, 2016). Holey ve arkadaşları (2007) ise Değiştirilmiş Delphi çalışmalarında öznelliği azaltmak için Kappa değerine bakılmasını önermektedir. Kappa değeri, çalışmaya katılanların görüşlerinin istikrarını göstermektedir.

4.2. Çalışma Grubu

Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerini tespit etmeye yönelik belirlenen öğretim elemanları ile STEM eğitimi almış ve uygulama yapan öğretmenler araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır. Scheele (2002), uzman seçiminde başarılı bir grup oluşturmak için çalışmadan doğrudan etkilenen, çalışmayla alakalı olarak tecrübesi bulunan uzmanların dahil edilmesini önermektedir. Bu sebeple uzman grup kendi içinde üç gruba ayrılmıştır.

1. Uzman Grup-1: 1., 2. ve 3. tur Değiştirilmiş Delphi çalışmasına katılan STEM alanında çalışmalar yapan öğretim elemanları (odak grup)
2. Uzman Grup-2: 4. Tur Değiştirilmiş Delphi çalışmasına katılan STEM alanında çalışmalar yapan öğretim elemanları
3. Uzman Grup-3: STEM alanında çalışmalar yapan, STEM öğretmen eğitimi almış ve STEM etkinliği hazırlayıp uygulayan öğretmenler

Uzmanları belirlemek için öncelikle yapılan literatür incelemesinin yanı sıra STEM eğitimi ve STEM öğretmen eğitimi alanındaki çalışmalar incelenmiş ve uzman havuzu oluşturulmuştur. Değiştirilmiş Delphi metodunun en önemli aşamalarından biri çalışmada yer alacak katılımcıların belirlenmesi olduğundan katılımcıların konu hakkında uzmanlık bilgisine sahip olmaları göz önünde bulundurulmuştur. Değiştirilmiş Delphi çalışmalarının etkili bir şekilde yürütülebilmesi için araştırma konusunu irdeleyebilen, nitelikli uzmanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Uygulamaya katılan uzmanların yeterli olması, yanıtların niteliğini artırmakta, çalışmanın sonuçlarına ait önyargıları azaltmakta ve de çalışmanın güvenilirliğini artırmaktadır (Powell, 2003; Adıgüzel, 2016). Uzman Grup-1, odak grup olarak belirlendiğinden STEM disiplinlerinden en az ikisinde uzmanlık sahibi olan, STEM

alanında aktif araştırma,yayın yapan ve proje yürüten beş öğretim elemanından oluşmaktadır. Uzman Grup-1 seçilme kriterleri Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Uzman Grup-1 Seçilme Kriterleri

Kriterler:	
UA-**U**zmanlık **A**lanı	• UA1-Biyoloji eğitimi alanında eğitimi alıp STEM eğitimi üzerine çalışmalar yapmak • UA2-Kimya eğitimi alanında eğitim alıp STEM eğitimi üzerine çalışmalar yapmak • UA3-Fizik eğitimi alanında eğitim alıp STEM eğitimi üzerine çalışmalar yapmak • UA4-Matematik eğitimi alanında eğitim alıp STEM eğitimi üzerine çalışmalar yapmak • UA5-Bilişim ve Teknoloji alanında eğitim alıp STEM eğitimi üzerine çalışmalar yapmak • UA6- Mühendislik eğitimi alıp STEM Eğitimi üzerine çalışmalar yapmak
SATSO-**S**TEM **A**lanında **T**ecrübe **S**ahibi **O**lma	• SATSO1-STEM alanlarında akademik yayın yapma (makale, bildiri, tez) • SATSO2-STEM Alanlarında Proje Yürütme
Gİ-**G**önüllülük/**İ**steklilik	• Gİ1-Sürece dahil olma • Gİ2-Geri bildirimde bulunma
TBO-**T**ürkiye ile **B**ağlantılı **O**lma	• TBO1-Türkiye'de eğitim görme • TBO2-T.C. Eğitim Sistemini Bilme

Uzman Grup-2 ise STEM disiplinlerinde uzman, yayın yapan öğretim elemanından oluşmaktadır. Uzman Grup-2 seçilme kriterleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Uzman Grup-2 Seçilme Kriterleri

Kriterler:	
UA-**U**zmanlık **A**lanı	• UA1-Matematik eğitimi alanında eğitim alıp STEM eğitimi üzerine çalışmalar yapmak • UA2- Fen eğitimi alanında eğitim alıp STEM Eğitimi üzerine çalışmalar yapmak • UA3-Bilişim ve Teknoloji alanında eğitim alıp STEM eğitimi üzerine çalışmalar yapmak
SATSO-**S**TEM **A**lanında **T**ecrübe **S**ahibi **O**lma	• SATSO-STEM alanlarında akademik yayın yapma (makale, bildiri, tez)
Gİ-**G**önüllülük/**İ**steklilik	• Gİ-Sürece dahil olma
TBO-**T**ürkiye ile **B**ağlantılı **O**lma	• TBO1-Türkiye'de eğitim görme • TBO2-T.C. Eğitim Sistemini Bilme

Değiştirilmiş Delphi turlarına seçilecek uzmanlar problem durumu ile temel bilgilere sahip olan ve yeterli bilgisi olan, objektif ve aynı zamanda rasyonel davranabilen kişiler

olmalıdır (Tersine ve Riggs, 1976). Buna göre Tablo 4.1 ve 4.2'de gösterildiği gibi Uzman Grup-1 ve Uzman Grup-2 katılımcılarının seçilmesinde dört temel kriter bulunmaktadır. STEM disiplinlerinde uzmanlık sahibi olma (fen, fizik, kimya, biyoloji, matematik, mühendislik ve bilişim teknolojilerinde), STEM alanında deneyim edinmiş olma, Türk eğitim sistemini bilme ve çalışmaya istekli olma kriterlerdendir. Uzman Grup-3'ü oluşturan STEM öğretmenler için de belirlenen dört kriter bulunmaktadır. Tablo 4.3'de bu kriterler verilmiştir.

Tablo 4.3. Uzman Grup-3 (Öğretmenler) Seçilme Kriterleri

Kriterler:	
Branş	• Fen Bilimleri Öğretmeni • Matematik Öğretmeni • Bilişim ve Teknoloji Öğretmeni • Sınıf Öğretmeni
STEM Eğitimi Alma	• En Az 5 Günlük STEM Eğitimi (Teorik+ Uygulama)
STEM Ders Kurgulama ve Uygulama Tecrübesi Olma	• En az 4 STEM Kurgulaması ve Uygulaması
Gönüllülük/**İ**steklilik	• Sürece dahil olma

Tablo 4.2'de görüldüğü gibi Uzman Grup-3'ün seçimi için kriterler; branş, en az 5 günlük uygulamalı STEM eğitimi alma, STEM ders kurgulama ve uygulama tecrübesi olma ve gönüllülüktür. Böylece daha kapsamlı ve detaylı bir uzman belirleme yaklaşımı belirlenmiştir.

Çalışma grubundaki Uzman Grup-1 katılımcıları odak grup olduğundan öncelikle mail yoluyla onlarla irtibata geçilmiş ve çalışmanın içeriğinden bahsedilmiştir. Çalışmanın Uzman Grup-1 katılımcılarının uzmanlık alanları STEM disiplinlerinden en az ikisini içermektedir. Çalışmaya katılan Uzman Grup-1 demografik özellikleri Tablo 4.4'de görülmektedir.

Tablo 4.4. Uzman Grup-1 Katılımcılarına Ait Bilgiler

Unvan	Cinsiyeti	Uzmanlık Alanı	Deneyim Süresi
Doç. Dr.	Kadın	Biyoloji ve STEM Eğitimi	7 yıl
Prof.Dr.	Erkek	Fen ve STEM Eğitimi	8 yıl
Doç Dr.	Kadın	Fizik Eğitimi, Mühendislik ve STEM Eğitimi	7 yıl
Doç. Dr.	Erkek	Matematik, Teknoloji ve STEM Eğitimi	8 yıl
Dr.	Kadın	Bilişim Teknolojileri ve STEM Eğitimi	6 yıl

Uzman Grup-2 katılımcıları için ise STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar yapan 30 öğretim elemanı belirlenmiş ve mail yoluyla irtibata geçilmiştir. 20 öğretim elemanı geri dönüş yapmış ve çalışmaya dahil olmuştur. Çalışmaya katılan STEM alanında çalışma yapan öğretim elemanlarına ait demografik özellikler Tablo 4.5'deki gibidir.

Tablo 4.5. Uzman Grup-2 Katılımcılarına Ait Demografik Özellikler

Değişkenler		N	%
Uzmanlık Alanı	• Matematik ve STEM Eğitimi	4	20
	• Bilişim ve Teknoloji ve STEM Eğitimi	3	15
	• Fen ve STEM Eğitimi	13	65
Ünvan	• Prof. Dr.	4	20
	• Doç Dr.	10	50
	• Dr. Öğretim Üyesi	6	30
Cinsiyet	• Kadın	10	50
	• Erkek	10	50

Araştırmanın bir diğer katılımcıları ise STEM eğitimi almış, okullarında STEM etkinlikleri hazırlayan ve uygulayan öğretmenlerdir. STEM eğitimi ile ilgili çalışmalar yapan 30 STEM öğretmen ile telefon aracılığıyla iletişime geçilmiş ve 20 STEM öğretmenden geri dönüş alınmıştır. Tablo 4.6'da STEM öğretmenlere ait demografik özellikleri içermektedir.

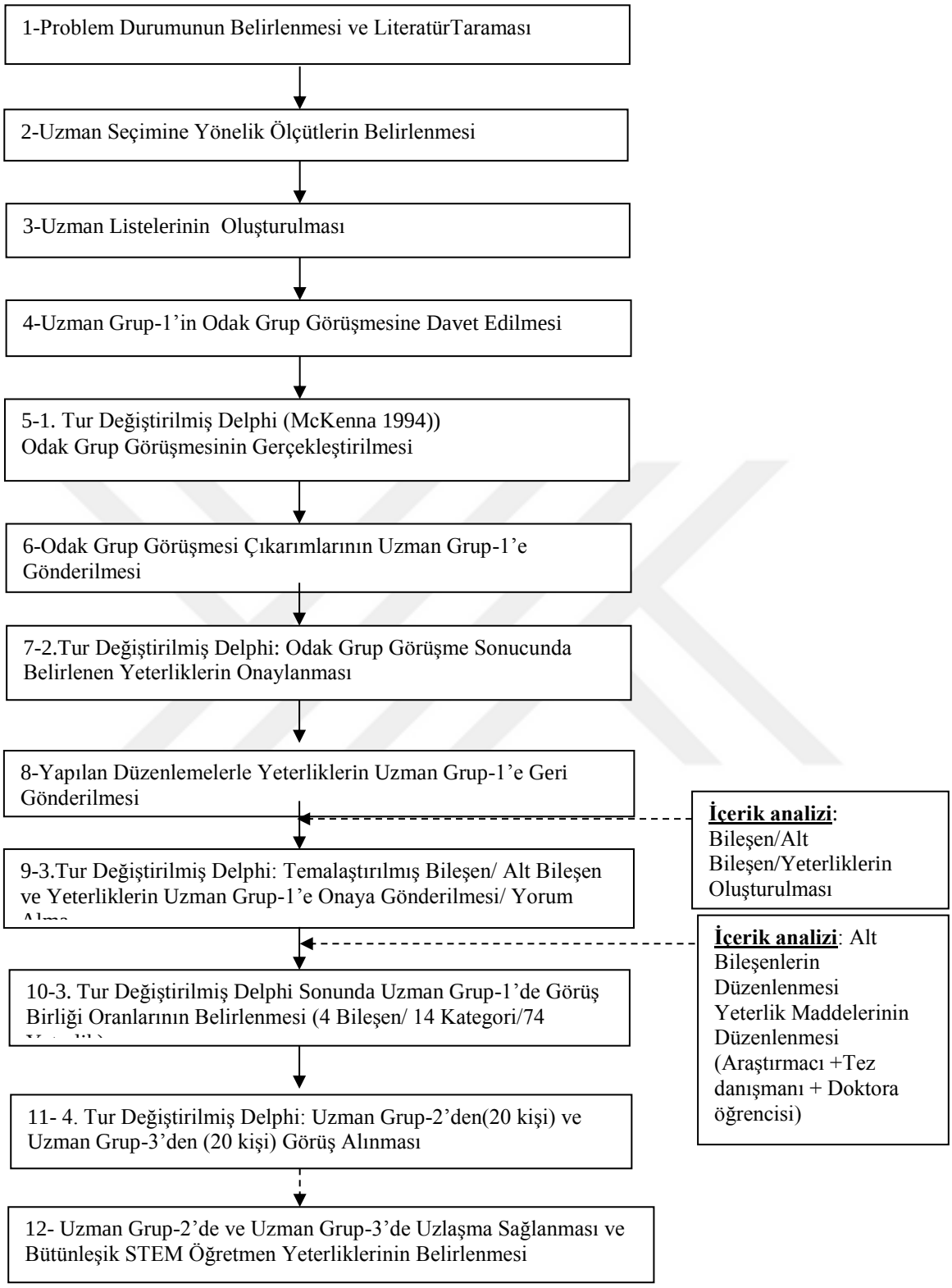
Tablo 4.6. Uzman Grup-3 (STEM Öğretmenler) Ait Demografik Özellikleri

Değişkenler		N	%
Uzmanlık Alanı	• Fen Bilimleri Öğretmeni	7	35
	• Matematik Öğretmeni	5	25
	• Bilişim ve Teknoloji Öğretmeni	3	15
	• Sınıf Öğretmeni	5	25
Uzmanlık Ölçütü	• STEM etkinlikleri hazırlama ve uygulama	20	100
Ünvan	• STEM Koordinatör Öğretmen	5	25
	• STEM Öğretmen	15	75
Cinsiyet	• Kadın	13	65
	• Erkek	7	35

4.3. Veri Toplama Süreci

Çalışmada STEM uzmanlarının ve STEM öğretmenlerinin görüşleri alınarak bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla Değiştirilmiş Delphi aşamaları ile görüşler alınmış, analiz edilmiş ve yeterlik maddeleri oluşturulmuştur. Veri toplama aracı olarak odak grup görüşme formu ve Delphi anketleri kullanılmıştır. Bu bölümde veri toplama süreci aşama aşama açıklanacaktır. Delphi turlarının sayıları araştırmanın konusuna göre ve amacına göre iki, üç ve dört olacak şekilde değişebilir (Adıgüzel, 2016). Bu çalışmada uzman katılımcılardan yeterli veri toplanabilmesi ve STEM öğretmenlerin de görüşlerine başvurulmasından ötürü tur sayısı dört olacak şekilde belirlenmiştir. İlk turdaki Değiştirilmiş Delphi aşamasında odak grup görüşme formu kullanılmıştır. Delphi turlarında kullanılan anketler ise çevrimiçi form olarak gönderilmiştir.

Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesine ilişikin araştırma sürecinin nasıl yürütüldüğüne dair basamaklar Şekil 4.2'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Araştırma Sürecinin Uygulama Basamakları

4.3.1. Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı

İlk aşama, çalışmanın en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır. Bu aşamada STEM alanında uzun yıllardır çalışmalar yapan beş öğretim elemanı ile öz bir grup oluşturulmuş ve odak grup görüşmesi yapılmıştır. Değiştirilmiş Delphi metodunda açıklandığı üzere süreç odak grup görüşmesi ile başlamıştır. Odak grup görüşmeleri grup içindeki etkileşimden yararlanarak bir konu hakkında derinlemesine inceleme yapılması esasına dayanır ve gruplar bireylere göre daha yaratıcı olabilir ve daha kısa sürede daha fazla seçenek üretebilir (Yıldıırm ve Şimşek, 2013). Buradan hareketle, çalışmada ilk üç tura sadece Uzman Grup-1 katılımcılarının dahil olması ile STEM öğretmen yeterlikleri ile ilgili derinlemesine çalışmak ve yeterlik taslağını üretmek amaçlanmıştır. Morgan (1996)'ın, odak grup görüşmelerinde araştırmacıların kendi deneyimlerinden hareketle birbiri ile etkileşime girerek olayları çoklu bakış açısı ile değerlendirdiğini savunmasının bu amacı desteklediği düşünülmektedir. Bu çalışmada da STEM disiplinlerinin bütünleşik olarak ele alınmasından ötürü fizik, kimya, biyoloji, matematik ve bilişim teknolojilerinden birer uzmanla odak görüşmeleri yapılmış ve çoklu bakış açısı ortaya konulmaya çalışılmıştır. Baribeau (2010), odak grup görüşmelerinden katılımcı sayısını 4-12 katılımcı olarak önermektedir.

4.3.1.1. Odak Grup Görüşme Formu

Odak grup görüşme formu, Uzman Grup-1'deki öğretim elemanlarının bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri ile ilgili görüşlerinin belirlenmesi amacıyla araştırmacı ve tez danışmanı tarafından hazırlanmıştır. Görüşme nitel araştırmalarda sık kullanılan veri toplama araçlarındandır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Görüşme formları kendi içerisinde yapı bakımından yapılandırılmış, yarı yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üç çeşittir. Odak grup görüşme formu yarı yapılandırılmış bir görüşme formudur. Yarı yapılandırılmış bir görüşme formunda sorular önceden hazırlanır ancak görüşme sırasında esneklik sağlanarak soruların tartışılmasına, düzenlenmesine izin verilir. Çünkü katılımcılardan spesifik bilginin toplanması, formdaki soruların açıklığa kavuşturulması esastır (Merriam ve Grenier, 2019).

Yarı yapılandırılmış görüşmeler hem sabit seçenekli cevaplamayı hem de ilgili alanda derinlemesine araştırma yapmayı sağlamaktadır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2019). Bu araştırmadaki odak grup görüşme formu Büyüköztürk vd. (2019)'nin belirttiği aşamalar dikkate alınarak hazırlanmıştır.

- İlk olarak araştırmada araştırma sorusu dikkate alınarak alan yazın taraması yapılmıştır. Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi için önce alan yazından STEM yeterlik alanları belirlenmiş ve bu yeterlik alanlarına göre toplam 15 adet soru hazırlanmıştır. Araştırmanın amacıyla doğrudan ilgili, istenilen türden veriyi elde etmede kolaylık sağlayacak sorular olmasına dikkat edilmiştir.
- Uzman Grup-1 için hazırlanan görüşme formunun kapsam geçerliliği için tez danışmanının da görüşüne başvurulmuştur. Formda yer alacak soruların araştırmanın amacına ve alt amaçlarına uygun olmasına dikkat edilmiştir.
- Odak grup görüşme formu hazırlandıktan sonra iki STEM öğretmen ile pilot çalışma yapılmış ve gelen dönütler sonucunda forma son hali verilmiştir.
- Odak grup görüşme, katılımcılarla yüz yüze olarak 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Ocak-Şubat ayları arasında araştırmacı ve tez danışmanı tarafından iki defa yapılmış ve 2,5 saat sürmüştür.. Görüşmeler skype üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Odak grup görüşmesinde sorulması planlanan sorular için literatür taraması yapıldığında belli başlı üç çalışmaya ulaşılmıştır. Bunlar literatürde açıklandığı üzere Srikoom vd. (2018)'nin "STEM Pedagojik Alan Bilgisi", Song (2017)'un "Kore STEM Öğretmen Yeterlikleri" ve Milner-Bolotin (2018)'in "STEM öğretmen yeterlikleri"dir. Bu kaynakların ortak özelliği içeriklerin teorik olarak sunulmuş olması ve yeterliklerin ayrıntılı açıklanmamış olmasıdır. Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinde yer alması gereken yeterlik alanları çıkarılmış (Şekil 2.10) ve bir bütünleşik STEM Öğretmen yeterlikleri çerçevesi oluşturulmuştur.

Bu yeterlik alanlarına ait bileşenler ve bileşenlere ilişkin yeterlik maddelerinin belirlenmesi için de yukarıda yarı yapılandırılmış görüşme protokolü ile açıklanan "Odak Grup Görüşme Formu" (EK-1) hazırlanmıştır.

Bu sorular aşağıda sunulmuştur:

1. Mühendislik tasarım süreci açısından değerlendirildiğinde STEM öğretmenin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
2. STEM ders planı hazırlama açısından baktığımızda STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
3. Sorgulama ve sorgulamayı yürütme açısından bakarsak STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?

4. Proje Tabanlı Öğrenme, Tasarım Temelli Öğrenme ya da Problem Tabanlı Öğrenme açısından değerlendirdiğimizde STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması beklenir?
5. STEM öğretmeninin hazırlayacağı STEM etkinlik yönergeleri konusunda dikkat etmesi gereken hususlar nelerdir? Bu yönergenin içeriğinin olmazsa olmazı nelerdir?
6. Teknolojiyi etkin kullanma bir STEM öğretmen yeterliği midir?
7. STEM öğretmen, öğrencilerini nasıl ölçüp değerlendirmelidir?
8. STEM öğretmeninin alan bilgisi (fizik, kimya, matematik, biyoloji vb.) pedagojik bilgi ve pedagojik alan bilgisi bakımından yeterli olduğunun göstergesi/ ölçütü/ kanıtı nedir?
9. STEM öğretmeninin alanı dışındaki diğer STEM disiplinlerine ilişkin alan bilgisinin yeterli olduğunun ölçütü nedir?
10. STEM müfredat bilgisi yeterliği neleri içermelidir? Günlük yaşam bağlamı oluşturarak MEB kazanımlarını ilişkilendirmek STEM müfredat bilgisi yeterliğini oluşturur mu? STEM müfredatı hakkında ne düşünüyorsunuz?
11. Disiplinlerarası bağlantı yapabilme bir yeterlik midir? Bunu yapabilmek için uygun öğretim stratejileri nelerdir?
12. STEM öğretmen, hayat boyu öğrenen mi olmalıdır? Mesleki gelişimine/ araştırmalara/ eğitimlere ne derece önem vermelidir?
13. Meslektaşları, veliler ve paydaşlarla iletişimde bulunmak ve iş birliği yapmak STEM öğretmeninin işine yarar mı? Nasıl?
14. STEM öğretmeni plan yaparken hangi öğrenci özelliklerini dikkate almalıdır? Öğrencilerin öğrenme zorluklarının, öğrenme stillerinin farklılığı ve kavram yanılgılarının farkında olmak STEM yeterliği midir?
15. STEM öğretmeninin, öğrencilerin kariyer planlamasındaki rolü sizce nedir? Nasıl olmalıdır?

Literatür desteğiyle oluşturulan bu sorular Uzman Grup-1'in STEM öğretimi konusunda derinlemesine düşünmesini, sorulara ilişkin bilgi ve deneyimlerini ortak bir havuzda toplamayı amaçlamıştır. Odak grup görüşmedeki Uzman Grup-1'in dönütlerine göre de Delphi anketi oluşturulmuştur.

4.3.2. İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı

Birinci Değiştirilmiş Delphi aşamasındaki odak grup görüşmesinden sonra toplanan veriler analiz edilerek bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin yeterlik alanları, bileşenleri ve yeterlikler belirlenmiştir. İlk etapta, toplam dört yeterlik alanı, 15 bileşen ve 132 yeterlik oluşturulmuştur. Bu yeterlikler 2. Tur Delphi anketi (EK-2) aracılığıyla Uzman Grup-1 katılımcılarına bileşenlerin ve yeterliklerin onaylayıp onaylamadığını tespit etmek amacıyla sorulmuştur. Bu aşamada yeterlik maddelerini süzme/katışıksız/net bir şekilde belirleyebilmek adına ikili ölçek kullanılmıştır. Diğer taraftan, oluşturulan bu anketin amacı odak grup görüşmesinde beş uzmanın bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesine yönelik ortaya çıkan her ifadeyi yine aynı uzman grubunun tek tek değerlendirmesini sağlamaktır.

4.3.3. Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı

İkinci Değiştirilmiş Delphi aşamasından sonra veriler analiz edilmiş ve tekrar eden yeterlikler birleştirilmiş ve düzenlenmiştir. Bu aşamada tez danışmanının ve STEM alanında yüksek lisans yapmış doktora öğrencisinin yeterlik maddelerinin düzenlenmesinde, alt temaların temaya dönüşümünde görüşü alınmıştır. Yeterlik alanları ve bileşenler de yeniden düzenlenerek araştırmacılara gönderilmek üzere son hali anket olarak hazırlanmıştır. Oluşturulan bu ankette ise dört yeterlik alanı, 14 bileşen ve 74 yeterlik bulunmaktadır. Bu aşamada katılımcılardan hem bileşenleri hem de yeterlikleri yapılan son düzenlemeler neticesinde 74 maddeyi göz önünde bulundurarak tekrar değerlendirmeleri ve yeterliği onaylayıp onaylamadığını gerekçesi ile birlikte belirtmeleri istenmiştir. Bu 3. Tur Delphi anketi (EK-3) ile istikrar elde edilmeye çalışılmış ve yeterlik maddeleri için uzlaşma oranları hesaplanmıştır. Dört yeterlik alanıyla birlikte 14 bileşen ve 74 STEM öğretmen yeterliğinde görüş birliği sağlanmıştır.

4.3.4. Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması ve Veri Toplama Aracı

Üçüncü Değiştirilmiş Delphi aşamasında beklenen uzlaşma oranlarının elde edilmesinden sonra elde edilen yeterlikler hakkında Uzman Grup-2'deki ve Uzman Grup-3'deki STEM öğretmenlerin görüşü alınmıştır. Bu amaçla dört yeterlik alanından, 14 bileşenden ve 74 yeterlik maddesinden oluşan 5'li likert tipi (Kesinlikle Gereksiz-Gereksiz-Kısmen Gerekli- Gerekli- Kesinlikle Gerekli) bir 4.Tur Delphi anketi (EK5) oluşturulmuştur. Çünkü Değiştirilmiş Delphi çalışması açık uçlu sorular ve bu sorulardan

alınan cevaplar neticesinde geliştirilen likert tipi ölçeğin birden fazla kez uygulanmasını ve uzman görüşünün toplanmasını içermektedir (Clayton, 1997; Van der Schaaf ve Stokking, 2011). Görüş birliğine varıldığında ya da yeteri kadar bilgi değişime uğradığında süreç sona erebilir (Linestone ve Turoff, 2002). Diğer taraftan bir çok farklı likert olmasına karşın 5'li likertin yeterli olduğu düşünülmektedir (Leung, 2011). 5'li likertin yaygın olarak kullanılması da uygulamalarda kolaylık sağlamaktadır

Bu sebeple 4. Tur Delphi anketi Uzman Grup-2'deki ve Uzman Grup-3'deki katılımcılara uygulanmıştır. Veri toplama süreci Tablo 4.7'de özetlenmiştir.

Tablo 4.7. Veri Toplama Süreci

	1. Tur	2. Tur	3. Tur	4. Tur
Uzman Katılımcı Sayısı	5 STEM Uzmanı (Uzman Grup-1)	5 STEM Uzmanı (Uzman Grup-1)	5 STEM Uzmanı (Uzman Grup-1)	20 STEM uzmanı (Uzman Grup-2) 20STEM Öğretmen (Uzman Grup-3)
Cevaplama Oranı	%100	%100	%100	%100
Veri Toplama Aracı	Odak Grup Görüşme Formu	2. Tur Delphi Anketi	3. Tur Delphi Anketi	4. Tur Delphi Anketi
Toplanan Veriler	STEM Öğretmen yeterlik alanlarının bileşenleri ve yeterlik maddeleri	Belirlenen eterlik maddeleri için görüş birliği düzeyi	Belirlenen her bileşen ve yeterlik maddeleri için nihai görüş birliği düzeyi	STEM öğretmen yeterlikleri için fikir birliği sağlama

4.4. Verilerin Toplanması

Bu araştırmada verilerin toplanması iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşama, alan yazın taramasıyla elde edilen açık uçlu sorular eşliğinde yarı yapılandırılmış odak grup görüşmesidir. İkinci aşama ise odak grup görüşmesi neticesinde elde edilen verilerden oluşturulan ve maddeleştirilen Delphi anketleridir. Delphi anketleri kullanılarak Uzman Grup-1'den ön bir STEM öğretmen yeterlik çatısı oluşturulmuş, Uzman Grup-2 ve Uzman Grup-3 ile de görüş birliğine gidilmiştir.

Değiştirilmiş Delphi metodu, son yıllarda eğitim alanındaki bir çok problem durumunun çözümünde kullanılmaktadır. Çünkü eğitim araştırmalarında öngörülerde bulunma, geleceğe ait karar verme önemlidir (Demirel, 2007). Değiştirilmiş Delphi metodu ölçütleri belirlenen katılımcılarla odak grup şeklinde başlamıştır ve STEM öğretmen yeterliklerini belirleyecek

etkili sorular tespit edilerek odak grup görüşmede bu soruların cevapları aranmıştır. Sonraki süreçte çevrim içi anketler hazırlanarak süreç devam etmiştir. Buna göre 1. Tur Değiştirilmiş Delphi odak grup görüşme ile başlamış ve doküman analizi neticesinde hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu (EK-1) katılımcılara yöneltilmiştir. Bu sorularla bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin, yeterliklerin ait olduğu bileşenler ve yeterlik alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Odak grup görüşme, biri 100 dakikalık ve 60 dakikalık olmak üzere 2 defa olarak toplamda yaklaşık 2,5 saat sürmüştür. Bu odak grup görüşme neticesindeki verilere içerik analizi yapılmış, sonraki turlarda kullanılacak anketlerin maddeleri oluşturulmuştur. 2. Tur Delphi anketi (EK-2), 1. Tur Değiştirilmiş Delphinin ardından katılımcıların verdikleri geri bildirimlerden yola çıkılarak hazırlanmıştır. Tüm uzman katılımcılar katılım sağlayarak yeterlik maddelerinin %93'ünü onaylamıştır. 2. Tur Delphi anketinde 4 yeterlik alanı, 15 bileşen ve 123 yeterlik maddesi elde edilmiştir. 3. Tur Delphi anketi (EK-3), bir önceki turdaki maddelere içerik analizi yapılarak ve alınan geri bildirim düzenlenerek oluşturulmuştur. Ortak olan maddeler çıkarılıp, düzenlemeler yapılıp araştırmacı haricinde 2 uzman görüşü alınarak son hali verilmiştir. Yeterliklerin yanısıra yeterlik alanı ve bileşenler için de Uzman Grup-1'den onay alınmıştır 4 Yeterlik Alanı, 14 Bileşen ve 74 yeterlik elde edilmiştir. Her madde için 5 uzman katılımcılardan gelen yanıtlara göre uzlaşma yüzdesi hesaplanmıştır. EK- 4'de uzlaşma oranları görülmektedir. Son aşamada ise 4. Tur Delphi anketi (EK-5) Uzman Grup-2'ye ve Uzman Grup-3'e uygulanmıştır.

4.5. Verilerin Analizi

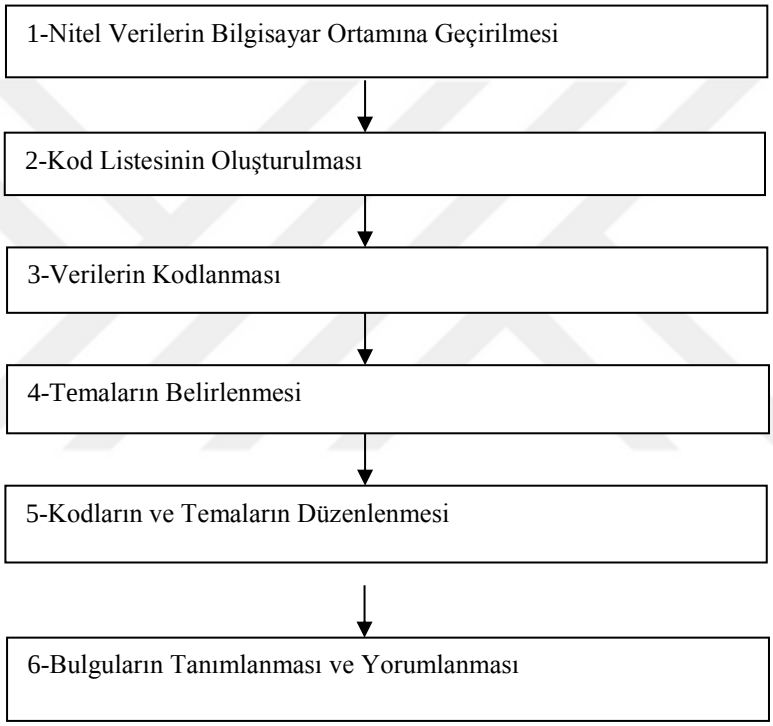
Değiştirilmiş Delphi metodu, hem nitel hem de nicel analiz süreçlerini içermektedir. Yapılan çalışmada nitel analiz ile başlanmış ve nicel analiz ile devam edilmiş olduğundan analiz aşamaları sırasıyla bu bölümde paylaşılacaktır.

4.5.1. Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi

İlk aşama olarak odak grup görüşmesi sonucu elde edilen verilerin analizinde nitel analiz kullanılmıştır. Araştırmada toplanan verilerin detaylı bir şekilde irdelenmesi, kod ve temaların oluşturulması amaçlandığından nitel veri analizlerinden içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi, belirli kurallara bağlı olarak kodlamalar ile içeriğin daha küçük kategoriler şeklinde özetlendiği sistematik bir tekniktir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün,

Karadeniz ve Demirel, 2019). İçerik analizinin amacı içeriği kategorilerle ilişkilendirmek ve daha nitelikli sonuçlar elde etmektir (Downe-Wamboldt, 1992).

Bu süreç aynı zamanda anlam verme süreci olduğundan anlamlar ve algılar araştırmanın bulgularını oluşturmaktadır (Merriam ve Grenier, 2019). İçerik analizi yapılan veri toplama aracı bu aşamada "Odak Grup Görüşme Formu"dur. İçerik analizinde birbirine benzeyen veriler belirli kodlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek anlamlı bir biçimde düzenleme/yorumlama yapılır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Veri toplama araçları ile elde edilen verilere Şekil 4.3'de belirtilen basamaklar eşliğinde içerik analizi yapılmıştır.



Şekil 4.3. Araştırmanın Nitel Kısmında Kullanılan İçerik Analizi Aşamaları

Veri analizinden önce çalışma grubundaki uzman katılımcıları nitelemek için kısaltmalar oluşturulmuş ve elde edilen veriler bu kısaltmalar dikkate alınarak bilgisayara aktarılmıştır. Odak grup görüşme formundaki her soru için verilen cevaplar benzerliklerine göre gruplandırılmış ve kodlanmıştır. Tüm kodlar elde edildikten sonra yeniden gözden geçirilmiştir. Verilerden elde edilen kavramlar dikkate alınarak kodlama yapılmıştır. Bu şekilde kodlama yapılması araştırmacı tarafından kavramsal yapının oluşturulmasını sağlamaktadır. Daha sonra ilişkili kodlar biraraya getirilmiş ve kodları en iyi şekilde kapsayacak temalar belirlenmiştir. Yapılan tematik kodlama ile toplanan veriler kategorileştirilmektedir (Miles ve Huberman, 1994). Nitel veri analizi yapılırken hazırlanan

tablolar ile kodlar ve temalar sunulmuştur. Nitel araştırmalarda yanlılığı azaltmak, tema ve kodlar arasında karşılaştırma yapmak adına veri analizinde kod ve tema tabloları ile veriyi sunmak önemlidir (Merriam ve Grenier, 2019). Daha anlaşılabilir olması için STEM öğretmen yeterlik alanları tema, yeterlik alanlarının bileşenleri alt tema, yeterlik maddeleri ise kodlar olarak bulgularda verilmiştir.

4.5.2. İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi

İkinci aşamada, birinci aşamadan elde edilen veriler maddeleştirilmiş ve II. Delphi anketi oluşturulmuştur. Bu anket, Uzman Grup-1'deki STEM uzmanlarına yeniden doğrulatma amacıyla sorulmuştur. Bunun amacı katılımcıların fikirlerinin değişme olasılığından dolayıdır. Bu durum aynı zamanda veri analizinden sonra bulguların katılımcılar tarafından irdelenmesini ve katılımcıların görüşlerini yansıtıp yansıtmadığını belirlemek içindir.Bununla iç geçerliliğin sağlanmasına dikkat edilmiştir. Katılımcılar 132 maddeden 123 yeterlik maddesini onaylamıştır.

4.5.3. Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi

İkinci aşamadan sonra yeniden bir içerik analizine başvurulmuştur. İçerik analizinde benzeyen veriler belirli kodlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirilerek düzenleme ve yorumlama yapılmıştır. Diğer bir deyişle, tekrar eden, aynı kapsama sahip yeterlik maddeleri düzenlenmiştir. Bu analizi araştırmacı dışında tez danışmanı ve yüksek lisansını STEM alanında yapmış doktora öğrencisi daha gerçekleştirmiş ve kodlayıcılar arası uyum % 80 olarak belirlenmiştir. Bu güvenirlik yüzdesi "Görüş Birliği" ya da "Görüş Ayrılığı" şeklinde belirlenerek Miles ve Huberman (1994)'ün önerdiği üzere Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) x100 formülü ile hesaplanmıştır. 15 bileşen 14 bileşene, 123 yeterlik maddesi ise yeni düzenleme ile 74 maddeye düşürülmüştür.

Bu aşamada Uzman Grup-1'deki katılımcılara III. Delphi anketi 74 madde olarak en son hali ile son olarak gönderilmiş ve katılımcılardan gelen yanıtlara göre her yeterlik maddesi için ön uzlaşma yüzdeleri hesaplanmıştır. Uzlaşma yüzdeleri Uzman Grup-1'in katılımcılarının 74 yeterlik maddesini onaylayıp onaylamamasına göre belirlenmiştir. Yeterlik maddeleri %80 ve %100 olarak katılımcılar tarafından onaylanmıştır.

4.5.4. Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Veri Analizi

Nicel veri analizinin yapıldığı bu aşamada ise uzlaşan Uzman Grup-1'deki katılımcılardan elde edilen veriler, 4 yeterlik alanı, 14 bileşen ve 74 yeterlik maddesi 5'li likert tipi anket şeklinde Uzman Grup-2'deki katılımcılara ve Uzman Grup-3'deki STEM öğretmenlerine uygulanmıştır. Elde edilen verilerde nicel veri analiz programı yardımıyla her madde için ortalama, ortanca ve çeyrekler arası açıklık değeri hesaplanmıştır. Değiştirilmiş Delphi metodunda uzlaşma ölçütünün belirlenmesi konusunda farklı görüşler bulunduğundan (Diamond vd. 2014) en sonki aşamada görüş birliği için öncelikle Kendall katsayısına bakılmış ve uyuşum katsayısı hesaplanmıştır.

Uzman Grup-2 ve Uzman Grup-3 için (20 STEM uzmanı ve 20 STEM öğretmeni) Kendall uyuşum katsayısı 0,152'dir (Kendall's W:0,152, p>0,05). Yani cevaplayıcılar arasında zayıf düzeyde de olsa anlamlı bir uyum bulunmaktadır. Son aşamada, 74 yeterlik ifadesinden medyan değeri 5,00 olan maddeler seçilmiş, medyan değeri 5,00'ın altında kalan maddeler elenmiştir. Hem medyan değeri 5,00 olan hem de çeyrekler arası açıklık (IQR-Inter Quantile Range) değeri 1,00 ve 1,00'ın altında maddelerde görüş birliği olduğu düşünülmektedir.

4.5.5. Uzlaşma Ölçütünün Belirlenmesi

Değiştirilmiş Delphi metodunda uzlaşma ölçütünün belirlenmesi konusunda farklı görüşler bulunmaktadır (Diamond, Grant, Feldman, Pencharz, Ling, Moore ve Wales, 2014). Görüş birliği sağlama ölçütleri olarak Kappa istatistiği, korelasyon katsayısı, kendall katsayısı, yüzde anlaşma oranı, medyan sıralaması gibi farklı ölçütlere bakılabilmektedir. Bu çalışmada da görüş birliği için öncelikle kendall katsayısına bakılmış ve uyuşum katsayısı hesaplanmıştır. Kendall katsayısı 0'dan farklı ise cevaplayıcılar arasında uyum bulunmaktadır. Diğer taraftan dördüncü aşamanın da verilerinin analiz edilmesiyle istatiksel ölçülerden çeyrekler arası açıklık (IQR-Inter Quantile Range) ve medyan uzmanlık ölçütü olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada medyan değeri 5,00 ve IQR değeri 1,00 ile 1,00'in altında olan maddeler üzerinde uzlaşma sağlandığı kabul edilmiştir.

4.5.6. Araştırmacının Rolü

Araştırmanın desenine bağlı olarak verilerin toplanması ve verilerin analiz sürecinde araştırmacının rolü farklılık göstermektedir. Değiştirilmiş Delphi çalışmasında araştırmacı odak grup sorularının hazırlanması ve sorulmasında, anketlerin katılımcılara göre

hazırlanmasında, anketlerin katılımcılara ayrı ayrı gönderilmesinde, katılımcılardan gelen dönütlere göre anketlerin düzenlenmesinde ve yapılandırılmasında birincil derecede rol üstlenmiştir. Ayrıca, katılımcılardan gelen yanıtların analizi ve geribildirimin sağlanması görevlerini de araştırmacı üstlenmiştir. Çalışma süreci 18 ay sürmüştür. Değiştirilmiş Delphi katılımcılarının bu süreci takip etmesi büyük önem taşımaktadır (Adıgüzel, 2016). Araştırmacı, katılımcıların bu süreç içinde tutulması için belirli aralıklarla mail yoluyla hatırlatmalar, gerektiğinde ise bireysel görüşmeler yapmıştır. Değiştirilmiş Delphi sürecinin sağlıklı bir şekilde tamamlanması için panel üyelerini sürecin içinde tutmaya çalışmıştır. Araştırmacı, fizik öğretmenliği lisans programı mezunu olup 2014-2018 yılları arasında fen bilimleri öğretmeni olarak özel eğitim kurumlarında görev yapmıştır. 2016 yılından bu yana Avrupa'da STEM eğitimin yaygınlaştırılmasını amaç edinen Scientix projesinin Türkiye elçisi olarak görev yapmaktadır. 2017 yılında TÜSİADSTEM programına dahil olmuş ve STEM öğretmen eğitimi almıştır. 5., 6. ,7. ve 8. sınıf öğrencilerine STEM ders kurgulama ve uygulama yapmıştır. Fizik öğretmeni adaylarına yönelik STEM Öğretmen eğitimi dersleri vermiştir. Araştırmacı bu süreçlerde edindiği tecrübelere ve bireysel çıkarımlarına dayanarak STEM eğitiminin ilk etapta yetkin öğretmenlerin yetiştirilmesi ile etkili olacağı düşüncesine sahiptir.

4.5.7. Nitel Verilerin Geçerlik ve Güvenirliği

Araştırmanın nitel verilerinin geçerlik ve güvenirliğinin sağlanması için yapılan çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

İç geçerlik, "araştırma bulgularının gerçekleri gösterme düzeyini" göstermektedir (Merriam ve Grenier, 2019). Araştırmada iç geçerliğin sağlanması için teorik çatı, araştırma sorusu ve araştırmanın yönteminin birbirinine uyumu dikkate alınmıştır.Özellikle, oluşturulan tablolar araştırmanın amacına uygun şekilde hazırlanmış, verilerin kendi içinde tutarlı olup olmadığı ile ilgili olarak tez danışmanından ve STEM alanında yüksek lisans yapmış doktora öğrencisinden görüş alınmış ve ilgili bölümler gözden geçirilmiştir.

Dış geçerlik, araştırmada elde edilen sonuçların benzer gruplara ya da ortamlara aktarılabilirliği ile ilgili olduğundan araştırmacıdan okuyucuyu araştırmanın tüm aşamaları ile detaylı bilgilendirilmesi beklenir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmada katılımcıların seçilmesi, veri toplama araçlarının hazırlanması, verilerin toplanması ve verilerin analizi ile ilgili ayrıntılı açıklama yapılarak dış geçerlik sağlanmaya çalışılmıştır.

Dış güvenirlik, araştırma sonuçlarının benzer ortamlarda aynı şekilde elde edilip edilemeyeceğine ilişkindir (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırmanın geçerliğini sağlamada yapılan açıklamalar güvenirliğin sağlanmasında da etkilidir (Miles, Huberman ve Saldana, 2013). Araştırmanın çalışma grubunun, verit toplama araçlarının, veri toplama sürecinin ve analizlerinin detaylı açıklanması bu anlamda dış güvenirliği sağlama çabasıdır.

İç güvenirlik*, aynı veriler kullanılarak baika araştırmacıların aynı sonuçlara varıp varamayacağı ile ilgilidir* (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Bu nedenle iç güvenirliği sağlamak amacıyla Uzman Grup-1 katılımcılarından elde edilen veriler katılımcıların sözlü ifadelerinden alıntılarla bulgular kısmında verilmiştir.

BÖLÜM V: BULGULAR

Bu bölümde yapılan analiz ve değerlendirmeler neticesinde bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerini ortaya koymak amacıyla belirlenen "Bilişsel Özellikler", "Öğretim Becerileri", "Duyuşsal Güdüleyici Özellikler" ve "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı" olmak üzere dört yeterlik alanı bulunmaktadır. Her bir yeterlik alanı için dört aşamalı Değiştirilmiş Delphi çalışması ile elde edilen bulgular sırasıyla sunulmaktadır.

5.1. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı

Bu bölümde, "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanı altında dört aşamalı Değiştirilmiş Delphi çalışmasından elde edilen bulgular sunulmaktadır.

5.1.1. Bilişsel Özellikler: Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşama için birinci grup katılımcılara aşağıdaki sorular sorulmuştur:

1. STEM öğretmeninin alan bilgisi (fizik, kimya, matematik, biyoloji vb.) pedagojik bilgi ve pedagojik alan bilgisi bakımından yeterli olduğunun göstergesi/ ölçütü/ kanıtı nedir?
2. STEM öğretmeninin alanı dışındaki diğer STEM disiplinlerine ilişkin alan bilgisinin yeterli olduğunun ölçütü nedir?
3. STEM müfredat bilgisi yeterliği neleri içermelidir? Günlük yaşam bağlamı oluşturarak MEB kazanımlarını ilişkilendirmek STEM müfredat bilgisi yeterliğini oluşturur mu? STEM müfredatı hakkında ne düşünüyorsunuz?
4. Disiplinlerarası bağlantı yapabilme bir yeterlik midir? Bunu yapabilmek için uygun öğretim stratejileri nelerdir?

Uzman Grup-1'deki katılımcıların verdiği cevaplar değerlendirilmiş ve içerik analizi yapılmıştır. Analiz neticesinde ortaya çıkan bulgular "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanı altında düzenlenerek "STEM Alan Bilgisi", "Disiplinlerarası Bağlantı Kurma" ve "Müfredat Bilgisi" altında toplanmıştır. Uzman görüşlerine ait bulgular Tablo 5.1'de gösterilmektedir.

Tablo 5.1. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı Birinci Değiştirilmiş Delphi Bulguları

Tema	Alt Tema	Kod
Bilişsel Özellikler	STEM Alan Bilgisi	Tasarıma yeni başlayanların öğrencilerin hatalarını bilir. Öğrencilerini etkinlik süresince neden-sonuç ilişkisi kurmaya yönlendirir. STEM etkinlikleri ve içeriği ile farklı zamanlarda farklı öğrencilere hitap eder. Öğrencilerine fen ve matematik bilgisini ölçecek sorular sorar. Öğrencilerin karar verme süreçlerini irdeler. Öğrencilerini öncelikle problemi anlamaya yöneltir. Mühendislik tasarım süreci basamaklarını adım adım ezberlemektense bunları bilir ve uygular. Öğrenme surecine rehberlik eder. Öğrencilerin başarılı ve etkin katılımını sağlar ve doğru yönlendirir. Öğrenme aktivitesine bağlı olarak öğrencilerin alan bilgisini derinlemesine öğrenmesini sağlar. Öğrencilerine uygun sorular sorar ve onları değerlendirir. Bağlama bağlı olarak alan bilgisine ve pedagojik bilgiye sahiptir. Öğrencilere yeterli derecede anlamlı, günlük hayat ile karşılığı olan projeler sunar. Alan bilgilerini anlamlı bir şekilde bütünleştirir. Mühendislik tasarım sürecinin yönetimi için de pedagojik, ölçme ce değerlendirme bilgisine sahiptir. Tasarım odaklı düşünceye hakimdir. Öğrencilerin sahip olması gereken becerileri öne çıkarır. Öğrencilerin öğrenme zorluklarının, öğrenme stillerinin farklılığının, ilgilerinin ve kavram yanılgılarının farkındadır. Mühendislik ve fen bilimleri dilini kullanır. Kendi alanı üzerine yoğunlaşarak da STEM aktivitesi hazırlar. Grup öğretimi yapar. Diğer disiplinler ile ilgili alan bilgisinde farkındalık düzeyine sahiptir. Farklı disiplinlerin de bağlantısı olması sebebiyle oluşabilecek kavram yanılgılarının farkındadır. Öğrencilerin ilgi alanlarının da farkındadır. Öğrenme yürüyüşlerini uygular. Mühendislik tasarım süreci basamaklarını beceri düzeyinde içselleştirir. Mühendislik tasarım sürecini başka alanlara da uygular. Dersin içeriğine ait kavram yanılgılarını bilir. Öğrencilerini iyi tanır. Öğrenci ve velilerin bakış açılarını değiştirir. Merak uyandıran projelerin varlığı ile onları yönlendirir. Disiplinleri bütünleştirip öğrencilerine sunar. Öğretmen diğer disiplinlerde de kendini geliştirir. Yeterli içerik ve bağlam bilgisine sahiptir. Kendi seviyesine göre tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir. Tasarımı farklı bağlamlara adapte edeceğini bilir, tasarımları uygular ve süreci değerlendirir.
	Disiplinler-arası Bağlantı Kurma	Disiplinlerarası bağlantılar için ön hazırlık yapar ve bu bağlantıları planlar. Disiplinlerarası bağlantıları planlar, gerekli ilişkileri kurar. Bilgiyi uygun bağlama ve probleme uyarlar. Disiplinler arası bağlantı yapmak için uygun öğretim stratejisi belirler. Disiplinler arası bağlantıları planlar. Bağlama da uygun olacak şekilde disiplinler arasında bağlantı yapar. Disiplinler arası bağlantılar için farklı bir alanda da uzmanlaşır.
	Müfredat Bilgisi	Konuya, şartlara göre diğer disiplinleri de katarak bütünleşik STEM aktivitesi hazırlar.

Tablo 5.1 incelendiğinde STEM alan bilgisi alt teması mühendislik tasarım süreci eşliğinde fen bilimleri, matematik ve diğer disiplinlerinin anlamlı öğrenilmesine odaklanma olduğu

saptanmıştır. STEM öğretimine yönelim ve öğrencilerin STEM anlamasına odaklanma bu alt tema için göze çarpmaktadır. Diğer taraftan disiplinlerarası bağlantı kurma alt teması ise STEM disiplinlerinin birbiri arasındaki harmoniyi sağlama olarak düşünebilir. Müfredat bilgisi alt teması da STEM'in her konu ile ilişik olduğunu, her konuya ait STEM aktivitesi hazırlanabileceğine vurgu yapmaktadır.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının birinci aşamasında Uzman Grup-1 'den elde edilen görüşler doğrultusunda "Bilişsel Özellikler" teması altında 44 yeterlik maddesi kodlanmıştır. Bu aşamada her katılımcının her belirttiği ifade yeterlik maddesi olarak görülmüştür.

Uzmanlardan U1, STEM öğretiminde öğretmenlerin öğrencilerinin tasarıma yeni başlayanlarının hatalarını bilmesi ve öğrencilerini neden-sonuç ilişkisi kurmaya yönlendirmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ayrıca, STEM içeriğini farklı zamanlarda farklı öğrencilere uygulaması, uygularken de fen ve matematik bilgisini ölçecek sorular sorması gerektiğini eklemiştir. U1, STEM öğretmenlerin öğrencilerinin karar verme süreçlerini irdelemesinin ve öğrencileri problemi anlamaya yöneltmesinin altını çizmiştir. Özellikle de STEM öğretmenlerin mühendislik tasarım süreci basamaklarını adım adım ezberlenmektense bu basamakları bilip uygulaması gerektiğini belirtmiştir. Uzman Grup-1 katılımcılarının açıklamalarının yanlarına ifadeden çıkarılan yeterlik maddeleri küçük punto ile yazılmıştır.

> "*STEM açısından farklı bakış açıları var. Mühendislik tasarım süreci merkezinde bakıyorum ben. O sebeple de mühendislik tasarım süreci önemli. Ancak dikkat edilmesi gereken şeyler var. Bilimsel sorgulamada olduğu gibi öğretmenler mühendislik tasarım sürecinde de basamakları adım adım ezberlemektense anlasınlar". (U1)* Mühendislik tasarım süreci basamaklarını adım adım ezberlemektense bunları bilir ve uygular.

Uzmanlardan U3, süreçte mühendislik ve fen bilimleri dilinin kullanılması gerektiğini vurgulamıştır.

> "*Biz çalışmalarımızda daha çok dizayna odaklanıyoruz, merkez fikir gibi düşünüyoruz. Ancak öğretmenler sadece eğlenceli ve ilgi çekici bir aktivite hazırlayayım diye düşünmesin. Aktivite içinde fen bilimleri ve matematik uygulansın. Adımları sadece takip etmesinler, bu konuları da uygulasınlar" (U3)* Disiplinleri bütünleştirip öğrencilerine sunar.

Uzmanlardan U2, STEM öğretmenlerin mühendislik tasarım süreci ile ilgili tasarım odaklı düşünmeye hakim olması ve bu süreçle ilgili de tecrübesi olması gerektiğini belirtmiştir. Mühendislik tasarım sürecinde bağlama bağlı olarak alan ve pedagojik bilgiye sahip olması gerektiğini de eklemiştir.

> *"Mühendislik tasarım süreci ile ilgili iki önemli nokta var. Bunlardan birincisi tasarım odaklı düşünceye sahip olmalılar. İkincisi de mühendislik tasarım süreci ile ilgili tecrübeleri olması gerekir. Dizayn yapıp başarısız olup iyileştirme yapmalılar. Yeterli tecrübeleri olsun ki öğrencilerine yardımcı olabilsin. Bunun yanı sıra bağlama bağlı olarak alan bilgilerine sahip olmalı. Pedagojik bilgisi de olması gerekir. Öğrencilere nasıl etkili öğrenme ortamı sunulur, nasıl tasarım temelli, sorgulama temelli ve problem temelli öğretim yapılabilir bunların bilgisi önemli. Bu öğretme yöntemleri ile ilgili öğretmenlerin pedagojik ve ölçme ve değerlendirme bilgilerinin olması gerekiyor"* Bağlama bağlı olarak alan bilgisine ve pedagojik bilgiye sahiptir. Mühendislik tasarım sürecinin yönetimi için de pedagojik, ölçme ce değerlendirme bilgisine sahiptir. Tasarım odaklı düşünceye hakimdir.

Uzmanlardan U4, mühendislik tasarım süreci basamaklarını beceri düzeyinde içselleştirmesi gerektiğini ve bu süreci başka alanlara da uygulaması gerektiğini savunmuştur.

> *"Mühendislik tasarım sürecinde sadece bilgi değil, beceri de olması lazım. Bu beceriyi kullanabileceği en iyi yer dersini tasarlarken. Öğretim tasarlamayı MTS ile yapacak, revize edebilecek ki öğrenciye yansıyabilsin. Şu kısmı önemli, bunun bir reçete gibi anlaşılmaması, beceri düzeyinde basamakları içselleştirerek uygulaması. Öğretmen mühendis değil. Bahsettiğimiz orda düşünce tarzı. Bu bakış açısını kullanması iyi olacaktır."* Mühendislik tasarım süreci basamaklarını beceri düzeyinde içselleştirir.

Bir diğer uzman U5 ise, mühendislik tasarım süreci ile ilgili görüşlerini şu şekilde sıralamıştır.

> *"Süreçte yeterli içerik ve bağlam bilgisine sahip olmalıdır ve tasarım süreci ile öğretmiş olduğu bağlam arasındaki bağlantıyı da yakalamış olmalıdır. Tasarımı farklı bağlamlara nasıl adapte edebileceğini de bilir. Tasarımları uygular ve süreci değerlendirir. Ayrıca bu süreçte kendi seviyesine göre de problem çözme becerisine sahiptir."* Yeterli içerik ve bağlam bilgisine sahiptir. Tasarımı farklı bağlamlara adapte edeceğini bilir, tasarımları uygular ve süreci değerlendirir. Kendi seviyesine göre tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.

Uzmanlardan U1, STEM öğretmenin alan bilgisi ile ilgili öğretmenin nasıl sorular sorduğunun önemli olduğunu, öğrencilerin fen ve matematik bilgisini ölçecek sorular sorması gerektiğini ve "STEM rehberliği"nin yapılması gerektiğini belirtmektedir.

> *"Öğretmen çocuklara anlatırken nasıl sorular soruyor ona bakalım. Tasarım kavramlarını anlıyor mu öğretmen bu da önemli. Ya da tasarıma yeni başlayanların hatalarını bilmek lazım. Tasarıma yeni başlayan kişi hemen problem çözmeye atlar, problemi kurmaz. Ama öğretmenin öncelikli olarak öğrenciyi problemi anlamaya yöneltmesi gerekir. Öğretmenin neye zaman harcadığı da çok önemli. Çocukların nedenlerini, sebeplerini anlatmasına mı, karar verme prosedürüne mi, yoksa prototip kurup yapma gösterimine mi zaman ayırıyor. Bunlara bakalım."* Tasarıma yeni başlayanların öğrencilerin hatalarını bilir. Öğrencilerini etkinlik süresince neden-sonuç ilişkisi kurmaya yönlendirir.

Uzmanlardan U3, STEM öğretmenin alan bilgisi yeterliğinde söylem analizi yapılması gerektiğini belirtmektedir. Ayrıca, mühendislik kavramlarını ve fen dilini ne kadar kullandığı, bunları nasıl entegre ettiğinin önemli olduğunu vurgulamaktadır.

> *"Biz STEM öğretmeninin alan bilgisine "discourse (söylem) analizi" yaparak bakıyoruz. Öğretmenin kullandığı mühendislik kavramları… Bununla ilgili yayımlanmış makalemiz var. Öğretmenin kullandığı mühendislik kavramları neler, nasıl kullanıyor bunları, ne kadar kullanıyor? Mühendislik dili ve fen dilini de ne kadar kullanıyor, bunları ikisi birlikte nasıl entegre ediyor bunlara bakarız."* Mühendislik ve fen bilimleri dilini kullanır.

Uzmanlardan U4, alan bilgisinin yeterliğini belirlemede STEM öğretmenin söylem ve yansıma bölümleri ile öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletmesi ve öğrencilerine öğrenme yürüyüşleri (learning walks) uygulamasının önemli ölçütler olduğunu eklemiştir.

> *"Ben bu nitel tekniklerin yanında öğrenme yürüyüşlerini kullanmayı öneriyorum. İlave olarak yaptıkları üzerine yansıma bölümleri. Ne yaptınız? Nereler eksik oldu? Nereler tam oldu? Geriye dönüp bakılan noktalar."* Öğrenme yürüyüşlerini uygular. Söylem ve Yansıma bölümleri ile öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.

U2 ise, STEM alan bilgisi ile ilgili STEM öğretmende bulunması gereken yeterlikleri şu şekilde belirtmiştir;

> *"Öğrenme sürecine rehberlik edebilmesi, öğrencilerin başarılı ve etkin katılımını sağlayabilmek ve öğrencileri doğru yönlendirebilmek."* Öğrenme surecine rehberlik eder.

U5 ise STEM öğretmenlerin alan bilgisini etkili kullanmadaki görüşünü net bir ifadeyle şu şekilde belirtmiştir:

> *"Disiplinlerini bütünleştirip öğrencilerine sunar ve öğretmen diğer disiplinlerde de kendini geliştirir. (Ancak burada öğretmen eğitimi çok önemlidir)"* Diğer disiplinler ile ilgili alan bilgisinde farkındalık düzeyine sahiptir.

Uzmanlar genel olarak STEM öğretmeninin kendi alanı dışındaki diğer STEM disiplinlerine ilişkin alan bilgileri hakkında iş birliğine başvurmayı önermektedir. Uzmanlar şu ifadeleri kullanmıştır.

> *"STEM etkinliği hazırlamak için diğer branş öğretmenlerin iş birliğine başvurur" (U1)* STEM etkinliği hazırlamak için diğer branş öğretmenlerin iş birliğine başvurur.

> *"Diğer disiplinler ile ilgili alan bilgisinde farkındalık düzeyine sahiptir ve iş birliğine başvurup destek alır" (U4)* İş birliğine başvurup destek alır.

Bazı uzmanlar ise bu konuda daha farklı bakış açıları getirmekte ve şu şekilde belirtmektedir. Bu noktada farklı görüşlerin olduğu görülmektedir.

> *"Konuya, şartlara göre diğer disiplinleri de katarak bütünleşik STEM aktivitesi hazırlar, kendi alanı üzerine yoğunlaşabilir."(U3)* Konuya, şartlara göre diğer disiplinleri de katarak bütünleşik STEM aktivitesi hazırlar.

> *"Alan bilgilerini anlamlı bir şekilde bütünleştirir ve öğrenme aktivitesine de bağlı olarak öğrencilerin alan bilgilerini derinlemesine öğrenmesini sağlar. (U2)* Alan bilgilerini anlamlı bir şekilde bütünleştirir.

> *"Öğretmen diğer disiplinlerde de kendini geliştirir." (U5)* Öğretmen diğer disiplinlerde de kendini geliştirir.

Uzmanlar, STEM müfredatı hakkında ortak görüşlere sahiptir. "STEM müfredatı" ifadesinin içeriği kalıplaştırmaya yönelttiğinin ve bunun da STEM felsefesine aykırı olduğunu belirtmektedirler. Özellikle STEM yaklaşımının müfredat ile özgürlüğünün elinden alınacağını düşünmektedirler ve şu şekilde görüşlerini sunmaktadırlar.

> *"STEM dersi olması güzel bir şey ama kalıba sokmamak lazım. STEM lider öğretmenleri olabilir ve onlar öğretmeni sınıfta destekler." (U1)*

"STEM müfredatı ile kalıplaştırmak STEM felsefesine aykırı. STEM uzmanları, öğretmenlerin iş yükünü azaltmak, materyal desteği sağlamak ve iş birliği sağlayıp diğer branş öğretmenlerinin beraber çalışmasına fırsat sağlar." (U4)

"STEM uzmanları aracılığı ile STEM derslerinde proje yapılıyor. Müfredatı yok. Olmaması daha iyi çünkü öğretmen içeriği belirler. Öğretmenlere özgürlük tanınmalı." (U3)

"Müfredat değil de STEM proje veri tabanı olabilir. İngiltere'de STEM koçu/ STEM uzmanı yok mesela." (U5)

Çalışmaya katılan uzmanlara göre, disiplinler arası bağlantı yapabilme STEM öğretmenlerde olması gereken bir diğer yeterlik bileşenidir. Uzmanlar bu bağlantıyı yaparken uygun öğretim stratejisini de öğretmenin belirlemesi gerektiğine dikkat çekmektedir. Uzmanlardan U2, bunun kesinlikle önemli bir yeterlik olduğunu vurgulamaktadır. STEM öğretmen bilgiyi uygun bağlama ve probleme uyarlar. Bunun yanı sıra disiplinler arası bağlantıları da planlar ve gerekli ilişkileri kurar.

"Bu bence kesinlikle bir yeterliktir. Öğretmen disipliner bilgileri bilmeden etkili bir şekilde onlar arasındaki ilişkiyi kuramaz. Kursa bile öğrencilere bunu etkili şekilde anlatamaz. Bunu yapabilmenin en etkin yolu bilgiyi bağlama ve problemlere uyarlayabilmektir."(U2) Bilgiyi uygun bağlama ve probleme uyarlar**.**

Diğer uzmanların ise görüşleri aşağıdaki gibidir.

"Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar ve bu bağlantıları planlar." (U1) Disiplinlerarası bağlantılar için ön hazırlık yapar ve bu bağlantıları planlar.

"Disiplinler arası bağlantı yapmak için uygun öğretim stratejisi de belirler." (U4) Disiplinler arası bağlantı yapmak için uygun öğretim stratejisi belirler.

"Bağlama uygun olacak şekilde disiplinler arasında bağlantı yapar." (U3) Bağlama da uygun olacak şekilde disiplinler arasında bağlantı yapar.

"Öğretmen eğitimi her şeyin başı aslında ve çok önemli. Disiplinler arası bağlantılar için farklı bir alanda da öğretmenler uzmanlaşır." (U5) Disiplinler arası bağlantılar için farklı bir alanda da uzmanlaşır.

Genel olarak değerlendirildiğinde uzmanlar, çalışmanın 1. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasında STEM öğretmen yeterliklerinin bilişsel özellikler temasına ait yeterlikleri belirleyerek ikinci aşamada değerlendirilmek üzere bir yeterlik havuzu oluşturmuştur. Sonraki aşamalardaki düzenlemeler ileriki bölümlerde açıklanacaktır.

5.1.2. Bilişsel Özellikler: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada 1. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanı altındaki 44 yeterlik maddesi için uzmanlardan onay alınmıştır. Oluşturulan bu anket ile uzmanlarda görüş ya da fikir değişikliği olup olmadığı aranmıştır.Uzman Grup-1'e yeterlik maddeleri gönderilmiş ve onaya sunulmuştur. 6 yeterlik maddesi onaylanmamıştır. Onaylanmayan maddeler aşağıda verilmiştir.

1. Bağlama bağlı olarak alan bilgisine ve pedagojik bilgiye sahiptir.
2. Tasarım Odaklı düşünceye hakimdir.
3. Öğrencilerin sahip olması gereken becerileri öne çıkarır.
4. Öğrencilerin ilgi alanlarının da farkındadır.
5. Öğrenme yürüyüşlerini (learning walks) uygular.
6. Bağlama da uygun olacak şekilde disiplinler arasında bağlantı yapar.

Bu maddelerin çıkarılmasıyla "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanında 38 yeterlik maddesi elde edilmiştir. Ayrıca uzmanlara eklemek istedikleri noktalar sorulmuştur. Gelen ek görüşler aşağıdaki gibidir.

STEM Alan Bilgisi-*"Öğrencilerin ilgi alanlarının farkında olması durumunu bu alt başlık altında tutmazdım. Öğrenme yürüyüşleri de bu alt başlık altında olmamalı bence. Öğrenme yürüyüşleri değerlendirme başlığı altında düşünülebilir. Kendi alanını derinlemesine bilme bu başlık altında düşünülebilir."(U4)*

Gelen bu geribildirim ile öğrenme yürüyüşleri ile ilgili "Öğrenme yürüyüşlerini uygular." yeterliği Öğretim Becerileri yeterlik alanındaki ölçme ve değerlendirme bileşenine kaydırılmıştır.

Disiplinler Arası Bağlantı Kurma-*"Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder. Mesleklerle ilgili bilgi sahibi olur. İş birliği yapar.."(U4)*

*Gelen bu açıklama ile de "*STEM meslekleri ile bilgi sahibidir"yeterliğine ulaşılmıştır.

Müfredat Bilgisi-"*Kendi disiplini ile ilgili müfredatı bilir ve uygulayabilir. Diğer disiplinlere ait müfredatlar hakkında bilgi sahibidir. Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler."(U4)*

Bu ekleme ile "Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir.", "Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir", "Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler." yeterlik maddeleri eklenmiştir.

5.1.3. Bilişsel Özellikler: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada 2. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanında yeniden düzenlemeye gidilmiştir. Böylece yeterlik maddeleri hem basitleştirilip hem de aynı noktaya işaret eden yeterlik maddeleri revize edilmiştir. Özellikle tekrar eden ve aynı kapsama sahip yeterlik maddeleri düzenlenmiştir.

Bir önceki aşamada "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanı, "STEM Alan Bilgisi", "Disiplinlerarası Bağlantı Kurma", "Müfredat Bilgisi" bileşenlerinden oluşmaktaydı ancak düzenleme ile bu bileşenlerin yanına "Teknoloji Okuryazarlığı" da eklenmiştir. Bu düzenlemede bir önceki aşamada oluşturulan tema, alt tema ve kodlar tez danışmanı ve STEM alanında yüksek lisans yapmış doktora öğrencisi tarafından yeniden değerlendirilmiştir. Kodlayıcılar arası uyum, "Görüş Birliği" ya da "Görüş Ayrılığı" şeklinde belirlenerek Miles ve Huberman (1994)'ün önerdiği şekilde belirlenmiştir. Bu düzenleme ile "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanı, 4 bileşen ve 24 yeterlik maddesinden oluşmaktadır. Aşağıda düzenlenmiş hali ile "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanına ait yeterlik maddeleri Tablo 5.2'de görülmektedir. Bu analizden sonra Uzman Grup-1'deki katılımcılara 3. Tur Delphi anketi en son hali ile son olarak gönderilmiş ve katılımcılardan gelen yanıtlara göre de her yeterlik maddesi için uzlaşma yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 5.2. Bileşen 1 - Bilişsel Özellikler Bulguları

1. STEM Alan Bilgisi		Uzlaşma Yüzdesi
1-	Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.	%100
2-	Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir.	%100
3-	STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.	%100
4-	Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir.	%100
5-	Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.	%100
6-	Farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla oluşabilecek kavram yanılgılarını bilir.	%80
7-	Mühendislik tasarımını, farklı bağlamlara nasıl adapte edeceğini bilir.	%100
8-	Tasarıma yeni başlayan öğrencilerin ön bilgilerini ölçebilir (veya bilir).	%100
9-	Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden- sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir.	%100
10-	Öğrencilerinin fen ve/veya matematik bilgisini ölçüp (ve geri bildirim verip) mühendislik dilini de kullanarak öğrencilerin öğrenmelerini destekler.	%100
2. STEM Disiplinleri Arası Bağlantı Kurma Bilgisi		
11-	Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar.	%100
12-	Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar.	%100
13-	Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar.	%100
14-	Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler.	%100
15-	Disiplinler arası bağlantı kurabilmek için farklı bir alanda da uzmanlaşır.	%100
16-	Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.	%100
3. STEM Müfredat Bilgisi		
17-	Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir.	%100
18-	Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir.	%100
19-	Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.	%100
20-	Epistemolojik açıdan disiplinlerin neden birbiri arasında bağlantıları olduğunu bilir.	%100
4. Teknoloji Okuryazarlığı		
21-	STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.	%100
22-	Farkındalık düzeyinde eğitim teknolojilerini bilir.	%100
23-	Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular.	%100
24-	Teknolojik araçları kullanarak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik planlama yapar.	%100

Bu aşamada "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanındaki bileşenlerin adlandırmasında "STEM Alan Bilgisi", "STEM Disiplinlerin Arası Bağlantı Kurma", "STEM Müfredat Bilgisi" ve "Teknoloji Okuryazarlığı" tercih edilmiştir. Çünkü bu şekilde bir isimlendirmenin içeriği daha iyi kapsadığı düşünülmektedir.

5.1.4. Bilişsel Özellikler: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu son aşamada ise 3. Tur Değiştirilmiş Delphi turu sonuçlarında elde edilen "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanını 24 madde 5'li likert tipi ankete dönüştürülmüştür. Oluşturulan anket Uzman Grup-2'deki katılımcılara ve Uzman Grup-3'deki STEM eğitimi almış, okullarında STEM etkinlikleri kurgulama ve uygulama yapan öğretmenlere gönderilerek onlardan her bir maddeyi 1 (Kesinlikle Gereksiz) – 5 (Kesinlikle Gerekli) ölçeğinde değerlendirilmeleri istenmiştir. Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinde hem STEM

uzmanlarının hem de STEM öğretmenlerinin görüşü alınmıştır. Uzman grup ve STEM öğretmenlerden elde edilen verilerin istatiksel analizi sonucunda her bir maddenin ortalama, medyan ve çeyrekler arası açıklık değerleri hesaplanmış ve Tablo 5.3'de bu değerler verilmiştir.

Tablo 5.3. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

	Ortalama	Median	IQR (Çeyrekler Arası Açıklık)
STEM Alan Bilgisi (SAB)			
1- Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.	4,70	5,00	0,75
2- Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir.	4,65	5,00	0,75
3- STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.	4,73	5,00	1,00
4- Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir.	4,35	5,00	1,00
5- Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.	4,58	5,00	1,00
6- Farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla oluşabilecek kavram yanılgılarını bilir.	4,40	4,00	1,00
7- Mühendislik tasarımını, farklı bağlamlara nasıl adapte edeceğini bilir.	4,53	5,00	1,00
8- Tasarıma yeni başlayan öğrencilerin ön bilgilerini ölçebilir (veya bilir).	4,40	5,00	1,00
9- Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden- sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir.	4,68	5,00	0,75
10- Öğrencilerinin fen ve/veya matematik bilgisini ölçüp (ve geri bildirim verip) mühendislik dilini de kullanarak öğrencilerin öğrenmelerini destekler.	4,45	5,00	1,00
STEM Disiplinleri Arası Bağlantı Kurma Bilgisi (SDBKB)			
11- Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar.	4,63	5,00	1,00
12- Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar.	4,60	5,00	1,00
13- Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar.	4,75	5,00	0,00
14- Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler.	4,68	5,00	1,00
15- Disiplinler arası bağlantı kurabilmek için farklı bir alanda da uzmanlaşır.	3,58	3,50	1,00
16- Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.	3,80	4,00	1,75
STEM Müfredat Bilgisi (SMB)			
17- Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir.	4,85	5,00	0,00
18- Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir.	4,23	4,00	1,00
19- Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.	4,55	5,00	1,00
20- Epistemolojik açıdan disiplinlerin neden birbiri arasında bağlantıları olduğunu bilir.	4,33	4,00	1,00
Teknoloji Okuryazarlığı (TO)			
21- STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.	4,38	5,00	1,00
22- Farkındalık düzeyinde eğitim teknolojilerini bilir.	4,20	4,00	1,00
23- Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular.	4,45	5,00	1,00
24- Teknolojik araçları kullanarak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik planlama yapar.	4,28	4,00	1,00

Tablo 5.3'de görüldüğü üzere, yapılan istatistiksel analizler neticesinde medyan değeri 5,00'ın altında olan "Farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla oluşabilecek kavram yanılgılarını bilir.", "Disiplinler arası bağlantı kurabilmek için farklı bir alanda da uzmanlaşır.", "Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.", "Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir.", "Epistemolojik açıdan disiplinlerin neden birbiri arasında bağlantıları olduğunu bilir.", "Farkındalık düzeyinde eğitim teknolojilerini bilir." "Teknolojik araçları kullanarak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik planlama yapar." yeterlik maddeleri elenmiştir. Aynı zamanda "Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder." yeterlik maddesinin çeyrekler arası açıklı değeri de 1,00'ın üzerinde olduğu görülmektedir. "Bilişsel Özellikler" yeterlik alanında görüş birliği sağlanan 17 yeterlik maddesi olduğu görülmektedir. Tablo'da görüldüğü üzere uzmanların ve öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda ortalama değeri yüksek olan yeterlik maddesi "Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir." olmuştur. Bu maddedin medyan değerinin 5,00 ve çeyrekler arası açıklık değerinin 0,00 olduğu görülmektedir. Bu maddeyi 4,75 ortalama ve yine 0,00 çeyrekler açıklık değeri ile "Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar." yeterliği takip etmektedir. Öğretmenin STEM içerik ve bağlam bilgisine sahip olması gerektiğine ait madde ise 4,73 ortalama değeri ile bu maddeleri izlemiştir. Bu maddenin medyan değeri 5,00 ve çeyrekler arası açıklık değeri ise 1,00'dir. Uzmanların ve öğretmenlerin önemli bulduğu diğer madde ise "Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir." yeterlik maddesi olmuştur. Bu maddenin medyan değeri 5,00 ve çeyrekler arası açıklık değeri 0,75'dir.

"Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden- sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir." ve "Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler." yeterlik maddeleri 4,68 ortalama değeri ve 5,00 medyan değerine sahiptir. Uzmanlar ve öğretmenler için önemli görülen diğer bir madde ise ortalaması 4,65 olan "Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir." olduğu görülmektedir. Bu yeterlik maddesinin ardından da 4,60 ortalamayla "Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar" yeterlik maddesi gelmektedir. Diğer taraftan 4,35 ortalama, 5,00 medyan ve 1,00 çeyrekler arası açıklı ile "Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir." yeterlik maddesi görüş birliği sağlanan ancak uzmanların ve öğretmenlerin en az gerekli gördüğü yeterlik maddesi olmuştur. Yine benzer şekilde 4,38 ortalamayla "STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir

kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.” yeterlik maddesi de en az gerekli görülmektedir.

Tablo’da uzmanlar ve öğretmenler tarafından daha az önemli görülen yeterlik maddelerine bakıldığında medyan değerlerinde düşüş görülmektedir. Bunun yanı sıra bu maddelerin çeyrekler arası açıklık değerleri ise artmaktadır. “Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.” yeterlik maddesi bunu destekler niteliktedir. Bu maddenin medyanı 4,00 ve çeyrekler arası açıklık değerinin ise 1,75 olduğu görülmektedir.

5.1.5. Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Dört aşamada gerçekleştirilen Değiştirilmiş Delphi çalışmasının dördüncü ve aynı zamanda son aşamasının gerçekleştirilmesi ile uzmanların ve öğretmenlerin yeterlik maddeleri üzerinde uzlaşma sağlayıp sağlayamadıkları incelenmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda uzlaşma ölçütleri belirlenmiş ve birinci uzlaşma ölçütüne göre medyan değeri 5,00’in altında olan yeterlik maddeleri üzerinde uzmanların ve öğretmenlerin uzlaşma sağlayamadığı kabul edilmiştir.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının dördüncü ve son aşamasında elde edilen bu analizler neticesinde 24 maddeden 7’sinin medyan değerinin 5,00’in altında olduğu görülmektedir. Bu maddeler Tablo ‘da görüldüğü üzere “Farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla oluşabilecek kavram yanılgılarını bilir.”, “Disiplinler arası bağlantı kurabilmek için farklı bir alanda da uzmanlaşır.” , “Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.”, “Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir.”, “Epistemolojik açıdan disiplinlerin neden birbiri arasında bağlantıları olduğunu bilir.”, “Farkındalık düzeyinde eğitim teknolojilerini bilir.” “Teknolojik araçları kullanarak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik planlama yapar.” yeterlik maddeleri elenmiştir. Birinci uzlaşma ölçütünü sağlayamayan bu maddeler üzerinden uzmanların ve öğretmenlerin görüş birliğine varamadıkları kabul edilmiştir. Geriye kalan 17 madde, ikinci ölçüt olan çeyrekler arası açıklığın 1,00 ve 1,00’den küçük olması ölçütüne göre yeniden değerlendirilmiş ve çeyrekler arası açıklık değeri 1,00’in üzerinde olan herhangi bir maddeye rastlanmamıştır. Son olarak bu yeterlik maddelerinin önem sırasını belirlemek amacıyla bu maddelere 5 veren uzman ve öğretmenlerin yüzdesi hesaplanarak sıralanmıştır. Bu sıralama Tablo 5.4’te verilmiştir.

Tablo 5.4. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı

Bilişsel Özellikler	Frekans	5 Veren Uzman ve Öğretmenlerin Yüzdesi
SMB1-Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir.	34	85
SDBKB2-Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar.	32	80
SAB1-Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.	30	75
SAB2-Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir.	30	75
SAB9-Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden- sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir.	30	75
SAB3-STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.	29	72,5
SDBKB4-Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler.	29	72,5
SDBKB1-Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar.	26	65
SAB10-Öğrencilerinin fen ve/veya matematik bilgisini ölçüp (ve geri bildirim verip) mühendislik dilini de kullanarak öğrencilerin öğrenmelerini destekler.	25	62,5
SDBKB2-Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar.	25	62,5
SMB3-Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendidisiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.	25	62,5
TD3-Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular.	25	62,5
SAB4-Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir.	24	60
SAB7-Mühendislik tasarımını, farklı bağlamlara nasıl adaptedeceğini bilir.	24	60
SAB5-Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.	23	57,5
TD1-STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.	22	55
SAB8-Tasarıma yeni başlayan öğrencilerin ön bilgilerini ölçebilir (veya bilir).	21	52,5

* SAB-STEM Alan Bilgisi
* SDBKB-STEM Disiplinleri Arası Bağlantı Kurma Bilgisi
* SMB-STEM Müfredat Bilgisi
* TO-Teknoloji Okuryazarlığı

Tablo 5.4'te görüldüğü üzere 40 uzmanın ve öğretmenin 34'ü (%85) "Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir." yeterlik maddesine en yüksek değeri (5) vermiştir. Bu maddeyi uzman ve öğretmenlerin 32'sinin (%80) en üst değeri verdiği "Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar." yeterlik maddesi izlemiştir. 30 (%75) uzman ve öğretmenin tam değer vererek önemli gördüğü sonraki maddeler ise "Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.", "Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir.", "Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden-

sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir.” olarak belirlenmiştir. Yine 29 uzman ve öğretmenin 5 vererek değerlendirdiği maddeler “STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.”, “Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler.” şeklindedir. Bu maddeleri “Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar.” yeterlik maddesi izlemiş ve bu yeterlik maddesine 26 (%65) uzman ve öğretmenin tam değer vermiştir. 25 (%62,5) uzman ve öğretmen ise “Öğrencilerinin fen ve/veya matematik bilgisini ölçüp (ve geri bildirim verip) mühendislik dilini de kullanarak öğrencilerin öğrenmelerini destekler.”, “Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar.”, “Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.” ve “Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular.” maddelerine 5 tam değer vermiştir. “Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir.” ve “Mühendislik tasarımını, farklı bağlamlara nasıl adapte edeceğini bilir.” maddeleri ise 24 (%60) uzman ve öğretmenden tam puan almıştır. Geriye kalan “Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.” maddesi 23 uzman ve öğretmenden, “STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.” maddesi 22 uzman ve öğretmenden ve son olarak da ” Tasarıma yeni başlayan öğrencilerin ön bilgilerini ölçebilir (veya bilir).” yeterlik maddesi 21 uzman ve öğretmenden en yüksek değer olan 5 tam değerini almıştır.

Genel olarak Bilişsel Özellikler yeterlik alanını değerlendirdiğimizde STEM uzman ve öğretmenlerinin 4 bileşen ve 17 STEM öğretmen yeterlik maddesi belirlendiği görülmektedir.

5.2. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı

Bu bölümde, “STEM Öğretim Becerileri” yeterlik alanı altında dört aşamalı Değiştirilmiş Delphi çalışmasından elde edilen bulgular sunulmaktadır.

5.2.1. STEM Öğretim Becerileri: Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşama için Uzman Grup-1 katılımcılarına aşağıdaki sorular sorulmuştur:

1. Mühendislik tasarım süreci (MTS) açısından değerlendirildiğinde STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?

2. STEM ders planı hazırlama açısından baktığımızda STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
3. Sorgulama ve sorgulamayı yürütme açısından bakarsak STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
4. Problem tabanlı öğrenme- tasarım temelli öğrenme-proje tabanlı öğrenme açısından bakarsak STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
5. STEM öğretmeninin hazırlayacağı STEM etkinlik yönergeleri konusunda dikkat etmesi gereken hususlar nelerdir? Bu yönergenin içeriğinin olmazsa olmazı nelerdir?
6. Teknolojiyi etkin kullanma bir STEM öğretmen yeterliği midir?
7. STEM öğretmen, öğrencilerini nasıl ölçüp değerlendirmelidir?
8. STEM öğretmeni, plan yaparken hangi öğrenci özelliklerini dikkate almalıdır? Öğrencilerin öğrenme zorluklarının, öğrenme stillerinin farklılığının, ilgilerinin ve kavram yanılgılarının farkında olmak STEM yeterliği midir? STEM öğretmen, öğrencilerin STEM aktivitelerini anlama/ öğrenme ile ilgili başka ne gibi yeterliklere sahip olmalıdır?

Uzman Grup-1'deki uzmanların verdiği cevaplar değerlendirilmiş ve içerik analizi yapılmıştır. Analiz neticesinde ortaya çıkan bulgular "STEM Öğretim Becerileri" yeterlik alanı altında düzenlenerek kodlanmıştır. Uzman görüşlerine ait bulgular Tablo 5.5'de gösterilmektedir.

Tablo 5.5. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı Birinci Değiştirilmiş Bulguları

Tema	Alt Tema	Kod
Öğretim Becerileri	Öğretim Stratejisi Belirleme	Hangi sorularını soracağını, hangi stratejileri kullanacağını ve neyi ölçeceğini belirler.
		Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.
		Tasarım temelli öğrenme, Proje tabanlı öğretim gibi modellerden birini seçer ve STEM ders planı oluşturur.
	STEM Ders Planı Hazırlama	Sınıf içindeki bağlamı, yaşanan bir problemi kullanarak bir STEM ders planına dönüştürür.
		Verilere dayandırarak ders tasarımında değişiklikler yapar.
		Ders planı adapte eder.
		Öğrencilerini tanıyıp onların farklılıklarını göz önünde bulundurur ve bunu ders planına yansıtır.
		Ders planında diğer branş öğretmenlerinin katkısının olmasını sağlar.
		Söylem, argümantasyon ve kritik düşünmeye ders planında yer verir.
		Amacının sadece aktiviteyi tamamlamak olmadığının farkındadır.
		Öğrenci odaklı STEM ders planı oluşturur ve süresini belirler.
		Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.
		Öğrenci merkezli ders planı oluşturur.
		Aktivitenin içerisine fen ve matematik konularını yerleştirir.
		Konuya göre mühendislik aktivitesi belirler.
		Genel bir STEM ders planını uygun seviyeye dönüştürebilir.
		Plandan kazanımlara ilerler.
		Öğrenciyi dersin kazanımlarına götürecek yolu adım adım hazırlar.
		Ders planında öğrencilere başarı kriterleri belirler ve öğrencilerin bu başarı kriterlerini gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.
		Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.
		Ders planını uyguladıktan sonra hangi kısım işlediğine, hangi kısım işlemediğine, hangi öğrencilerde neden işlemediğine bakarak ders planını modifiye eder.
	STEM Yönerge Hazırlama	Tasarım sürecini içeren (problemin kurulumun, bilgiyi toplama vb) yinelemeli bir mühendislik defteri hazırlar.
		Öğrencilerin süreçte ne yapacaklarını, ne kadar süreceğini içeren bir yönerge hazırlar.
		Laboratuvar aktivitelerini, hipotezlerini, verilerini kaydettikleri; analizlerini yaptıkları; ilk ve son tasarımlarını çizdikleri bir yönerge şeklinde –adım adım olmayan- rapor hazırlar.
		Gerektiğinde STEM aktivitesinin amacını veren öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak araç olarak kullanılabilecek bir yönerge hazırlar. (Parça parça da olabilir)
		Başarı kriterlerinin yanında yönerge kağıdı ile de öğrencileri sorular sorarak yönlendirir.
	Sorgulama Temelli Öğretim	Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve soru sormayı kullanır.
		Öğrenciye soru üretebilmesi için geçerli bir içerik sunar.
		Muhakeme odaklı etkinlikler yapar.
		STEM proje konusunu belirlemede içsel sorgulama yapar.
		Sorular sorarak muhakemeye imkan tanır.
		Öğrencilere merak uyandıracak problemler kurar.
		Öğrencilerin soru üretmesini sağlar.
		Öğrenciye soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.
		Söylem ve Yansıma bölümleri ile öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.
		Öğrenciye soru sorabileceği bütüncül bir ders dizayn eder.
		Öğrencilere muhakeme örnekleme yapabilecekleri, problemlerini ve problemlerini nasıl çözdüklerini sunabilecekleri ortam sunar.
		Üstbiliş bilgisine sahiptir ve bunu dersinde modere eder.

Tablo 5.5'in devamı

Öğretim Becerileri	Teknoloji Okuryazarlığı	STEM etkinliklerinde, pedagojik açıdan öğrencileri motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini kullanır STEM etkinliklerinde, hayatı kolaylaştıran olarak teknolojiyi kullanır ya da teknolojiyi üretir. Farkındalık düzeyinde teknolojik bilgiye sahiptir. Gerekli dijital teknolojilere neyi ölçmek istediğine ve ne yaptığına bağlı olarak karar verir. Teknoloji ile ilgili bilgisi yoksa uzmanından destek alır.
	Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma	STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını cinsiyet farklılıklarını göz önünde bulundurur. Öğrencilerdeki değişiklikleri göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir. Dersin içeriğine ait kavram yanılgılarını bilir. Farklı öğrencilere hitap edecek ders tasarımı hazırlar. Farklı disiplinlerdeki/branşlardaki konuları öğrencilerin seviyesine uygun şekilde bütünleştirir.
	Ölçme ve Değerlendir-me	Öğrencilerin kavramsal öğrenmesi için ön ve son test uygular. STEM aktivite sürecini başlangıca göre değişiklikleri saptayabilmek ve sonraki çalışmalarda uygulayabilmek adına ölçer. Öğrencilerin başlangıçtaki sondaki fikir değişikliğini tespit eder. Öğrencilerin hem bilgilerini hem de becerilerini ölçer. Yıl sonunda MEB becerileri ölçmeli. Mühendislik tasarım sürecinin yönetimi için de pedagojik, ölçme ve değerlendirme bilgisine sahiptir. Raporlar ve mühendislik defterini rubrikler aracılığla ölçer. Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini sağlar. Öğrencilerdeki değişimleri ilk ürün-son ürün karşılaştırması, diğer öğrencilerle etkileşimi, içerik olarak nitel değerlendirir. Performansın bütünsel olarak holistik ölçmesini yapar. Beceriler için biçimlendirici değerlendirme yapar. Sürece dayalı değerlendirme yapar. Değerlendirme yaparken farklı yöntemler kullanır.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının birinci aşamasında Uzman Grup-1'den elde edilen görüşler doğrultusunda diğer tema olarak "Öğretim Becerileri" belirlenmiş ve 60 yeterlik maddesi kodlanmıştır. Her katılımcının her belirttiği ifade yeterlik maddesi olarak görülmüştür. Bu yeterlikler kendi içerisinde "Öğretim Stratejisi Belirleme", "STEM Ders Planı Hazırlama", "STEM Yönerge Hazırlama", "Sorgulama Temelli Öğretim", "Teknoloji Okuryazarlığı", "Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma" ve "Ölçme ve Değerlendirme" olarak gruplandırılmıştır.

Uzmanlardan U2, STEM ders planı hazırlarken STEM öğretmeninin sahip olması gereken yeterlikler konusunda öğrenci odaklı ders planı hazırlamasının, öğrenci farklılıklarının ders planına yansıtılmasının, diğer branştaki öğretmenlerden katkı sağlanmasına imkan tanımasına, kritik düşünmeye ve argüman oluşturmaya yer vermesinin altını çizmiştir. Uzman Grup-1 katılımcılarının açıklamalarının yanlarına ifadeden çıkarılan yeterlik maddeleri yazılmıştır.

"Amacın sadece aktiviteyi tamamlamak olmadığının farkındadır, öğrenci odaklı STEM ders planı hazırlar ve süresini belirler. Öğrencilerini tanıyıp onların farklılıklarını göz önünde bulundurur, bunu da ders planına yansıtır. Ders planında diğer branş öğretmenlerinin katkısının olmasını sağlar ve aynı zamanda da argümantasyon, söylem ve kritik düşünmeye ders planında yer verir."(U2) Öğrenci odaklı STEM ders planı oluşturur ve süresini belirler. Söylem, argümantasyon ve kritik düşünmeye ders planında yer verir. Öğrencilerdeki değişiklikleri göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir. STEM etkinliği hazırlamak için diğer branş öğretmenlerin iş birliğine başvurur.

Diğer bir uzman U3 ise STEM öğretmeninin ders planında farklılaştırılmış öğretim yapmasına, konuya bağlı olarak mühendislik aktivitesi belirlemesine ve bunun muhakeme odaklı olmasına ve aktivitelerin fen ve matematik konularını yerleştirmesine dikkat çekmiştir.

"Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar. Konuya göre mühendislik aktivitesi belirler ve aktivitenin içine fen ve matematik konularını yerleştirir. Bu etkinlikler muhakeme odaklı etkinliklerdir."(U3) Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar. Konuya göre mühendislik aktivitesi belirler. Muhakeme odaklı etkinlikler yapar. Aktivitenin içerisine fen ve matematik konularını yerleştirir.

U-4 ise STEM öğretmenlerin ders planı hazırlamada sahip olması gerek yeterlikleri şu şekilde sıralamıştır.

"Genel bir STEM ders planını uygun seviyeye dönüştürür. Plandan kazanımlara ilerler. Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapar ve sürece dayalı değerlendirme yapar." Genel bir STEM ders planını uygun seviyeye dönüştürebilir.Plandan kazanımlara ilerler.

Sürece dayalı değerlendirme yapar.

Uzmanlardan U1 ders planının esnekliğine vurgu yapmış ve ders planını adapte edebilmesine değinmiştir. Verilere dayalı da ders tasarımında değişiklikler yapabilmesinin önemini belirtmiştir. Öğrenci farklılıklarının göz önünde bulundurulmasına dikkat çekmiştir.

"Öğrencilerdeki değişiklikleri göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir. Ders planında esneklik önemli, ders planını adapte eder ve verilere dayandırarak ders tasarımında değişiklikler yapar. Sınıf içindeki bağlamı, yaşanan bir problemi kullanarak bir STEM ders planına dönüştürür." (U1) Öğrencilerdeki değişiklikleri göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir. Ders planı adapte eder.

Daha detaylı bir şekilde STEM ders planı hazırlama üzerine STEM öğretmen yeterliklerini U5 şu ifadelerle sıralamıştır.

> *"Öğrenciyi dersin kazanımlarına götürecek yolu adım adım hazırlar. Dersin içeriğine ait kavram yanılgılarını bilir. Farklı öğrencilere hitap edecek ders tasarımı hazırlar öğretmen. Farklı disiplinlerdeki konuları öğrencilerin seviyesine uygun şekilde bütünleştirir. Dersin içeriğine ait kaynakları, malzemeleri, seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar. Hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını ve neyi ölçeceğini belirler. Ders planını ders özeti yerine işleyen bir mekanizma olarak görür. Ders planını uyguladıktan sonra hangi kısmın işlediğine hangi kısmın işlemediğine, hangi öğrencilerde neden işlemediğine bakarak ders planını modifiye eder. Ders planında öğrencilere başarı kriterleri belirler ve öğrencilerin bu başarı kriterlerini gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder." (U5)* Öğrenciyi dersin kazanımlarına götürecek yolu adım adım hazırlar. Farklı öğrencilere hitap edecek ders tasarımı hazırlar. Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar. Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür. Ders planını uyguladıktan sonra hangi kısım işlediğine, hangi kısım işlemediğine, hangi öğrencilerde neden işlemediğine bakarak ders planını modifiye eder. Hangi sorularını soracağını, hangi stratejileri kullanacağını ve neyi ölçeceğini belirler. Ders planında öğrencilere başarı kriterleri belirler ve öğrencilerin bu başarı kriterlerini gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.

Uzmanlardan U5, STEM öğretmeninin sorgulama temelli öğretim yapma ile ilgili şu yeterliklere sahip olması görüşündedir.

> *"Öğrenciye soru sorabileceği bütüncül bir ders dizayn eder ve öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabilecekleri problemlerini ve problemlerini nasıl çözdüklerini sunabilecekleri ortam sunar. Ayrıca üstbiliş bilgisine sahiptir ve bunu dersinde modere eder." (U5)* Öğrenciye soru sorabileceği bütüncül bir ders dizayn eder. Öğrencilere muhakeme örnekleme yapabilecekleri, problemlerini ve problemlerini nasıl çözdüklerini sunabilecekleri ortam sunar. Üstbiliş bilgisine sahiptir ve bunu dersinde modere eder.

Diğer uzmanlar özellikle STEM öğretmenlerin sorgulamayı yürütme açısından yeterliklerini de şu şekilde belirtmiştir.

> *"Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve soru sormayı kullanır." (U1)* Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve soru sormayı kullanır.

> *"Öğrencilerinin soru sormasını sağlar ve öğrencilerde merak uyandıracak problemler kurar." (U4)* Öğrencilere merak uyandıracak problemler kurar. Öğrencilerin soru üretmesini sağlar.

"Sorular sorarak muhakemeye imkan tanır. STEM proje konusunu belirlemede sorgulama yapar.(U3) Sorular sorarak muhakemeye imkan tanır. STEM proje konusunu belirlemede içsel sorgulama yapar.

"Öğrenciye soru üretebilmesi için geçerli bir içerik sunar. Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi verir. Öğrenciye soru sormayı zenginleştiren tecrübeler de kazandırır." (U2) Öğrenciye soru üretebilmesi için geçerli bir içerik sunar. Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi verir. Öğrenciye soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.

Uzmanlar STEM öğretmeninin öğretim stratejisi belirlemede STEM etkinliğinin amacına yönelik tasarım temelli ya da proje tabanlı modellerden birini seçebileceği konusunda hemfikirdir. Görüşleri de aşağıdaki gibidir.

"Tasarım temelli öğrenme, proje tabanlı gibi modellerden birini seçer ve STEM ders planı oluşturur." (U1) Tasarım temelli öğrenme, Proje tabanlı öğretim gibi modellerden birini seçer ve STEM ders planı oluşturur.

"Öğrencilerin günlük hayat ile ilgili sorunlarını tespit eder ve öğrencilere yeterli derecede anlamlı, günlük hayat ile karşılığı olan projeler sunar. Belirlediği günlük hayat sorunlarının tasarım temelli modellerle çözmeye yönlendirir." (U2) Öğrencilerin günlük hayat ile ilgili sorunlarını tespit eder. Öğrencilere yeterli derecede anlamlı, günlük hayat ile karşılığı olan projeler sunar.

"Öğrenci merkezli ders planı oluşturur." (U3) Öğrenci merkezli ders planı oluşturur.

"Proje tabanlı öğrenme ile farklı öğrencilere hitap eden uzun süreli (dört/ beş dersin hedeflerini içeren) bir ders tasarımı yapar. (U5) Farklı öğrencilere hitap edecek ders tasarımı hazırlar.

Uzmanlar STEM etkinlik yönergeleri hazırlayarak STEM öğretmeninin süreci yönlendirmesindan yanadır. Hazırlanacak yönerge ile ilgili mühendislik defteri, rapor, yönerge kağıdı gibi tanımlamalar vardır. Bu konudaki görüşler aşağıdaki gibidir.

"Başarı kriterlerinin yanında yönerge kağıdı ile de öğrencileri sorular sorarak yönlendirir. Öğretmen öğrencilerinin nasıl öğrendiğini bilir zaten." (U5) Başarı kriterlerinin yanında yönerge kağıdı ile de öğrencileri sorular sorarak yönlendirir.

"Öğrencilerin süreçte ne yapacaklarını, ne kadar süreceğini içeren bir yönerge hazırlar." (U2) Öğrencilerin süreçte ne yapacaklarını, ne kadar süreceğini içeren bir yönerge hazırlar.

"Tasarım süreçlerini içeren (problemin kurulumu, bilgi toplama vb) yinelemeli bir mühendislik defteri hazırlar." (U1) Tasarım sürecini içeren (problemin kurulumun, bilgiyi toplama vb) yinelemeli bir mühendislik defteri hazırlar.

"Laboratuvar aktivitelerini, hipotezlerini, verilerini kaydettikleri; analizlerini yaptıkları; ilk ve son tasarımlarını çizdikleri bir yönerge şeklinde- adım adım olmayan- rapor hazırlar" (U3) Laboratuvar aktivitelerini, hipotezlerini, verilerini kaydettikleri; analizlerini yaptıkları; ilk ve son tasarımlarını çizdikleri bir yönerge şeklinde –adım adım olmayan- rapor hazırlar.

"Gerektiğinde STEM aktivitesinin amacını veren öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak araç olarak kullanılabilecek bir yönerge hazırlar. (Parça parça da olabilir)" (U4) Gerektiğinde STEM aktivitesinin amacını veren öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak araç olarak kullanılabilecek bir yönerge hazırlar. (Parça parça da olabilir)

Uzmanlar STEM öğretmen yeterliklerini teknolojiyi etkin kullanma açısından değerlendirdiğinde her ürünün teknoloji olduğu kanısındadır. Teknolojik araçları kullanılması gerektiğinde farkındalık düzeyinde bilgisi yoksa uzmandan ya da branş öğretmeninden destek alması gerektiğini belirtmektedirler. Teknolojiyi etkin kullanma ile ilgili görüşler aşağıdaki gibidir.

"STEM etkinliklerinde pedagojik açıdan öğrencileri motive edici, dikkatlerini toparlayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini kullanır." (U1) STEM etkinliklerinde, pedagojik açıdan öğrencileri motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini kullanır

"STEM etkinliklerinde, hayatı kolaylaştıran olarak teknolojiyi kullanır ya da teknolojiyi üretir. Farkındalık düzeyinde teknolojik bilgiye sahiptir. Eğer bilgisi yoksa uzmanından destek alır." (U4) Farkındalık düzeyinde teknolojik bilgiye sahiptir. Teknoloji ile ilgili bilgisi yoksa uzmanından destek alır.

"Kullanacağı projeye göre teknoloji kullanımına dikkat eder ve gerekli dijital teknolojilere neyi ölçmek istediğine ve ne yaptığına bağlı olarak karar verir." (U5) Gerekli dijital teknolojilere neyi ölçmek istediğine ve ne yaptığına bağlı olarak karar verir.

STEM öğretmeninin ölçme ve değerlendirme üzerine yeterlikleri hakkında uzmanlar farklı görüşlere sahiptir. Bu görüşler aşağıdaki gibidir.

"Öğrencilerin kavramsal öğrenmesi için ön ve son test uygular. STEM aktivite sürecini başlangıca göre değişiklikleri saptayabilmek ve sonraki çalışmalarda

uygulayabilmek adına ölçer. Öğrencilerin başlangıçtaki sondaki fikir değişikliğini tespit eder. Her iki yöntem de olmalı." (U1) Öğrencilerin kavramsal öğrenmesi için ön ve son test uygular. Öğrencilerin başlangıçtaki sondaki fikir değişikliğini tespit eder.

"Öğrencilerdeki değişimleri ilk ürün-son ürün karşılaştırması, diğer öğrencilerle etkileşimi, içerik olarak nitel değerlendirir. Performansın bütünsel olarak holistik ölçmesini yapar. (Beceriyi ölçemeyiz, asıl istediğimiz o beceriler) Öğrencilerin becerilerini gözlemler. Beceriler için biçimlendirici değerlendirme yapar." (U4) Öğrencilerdeki değişimleri ilk ürün-son ürün karşılaştırması, diğer öğrencilerle etkileşimi, içerik olarak nitel değerlendirir. Performansın bütünsel olarak holistik ölçmesini yapar. Beceriler için biçimlendirici değerlendirme yapar.

"Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini sağlar. Raporlar ve mühendislik defterini rubrikler ile ölçer. Kısa süreli STEM aktivitelerinde gerek yok. "(U3) Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini sağlar. Raporlar ve mühendislik defterini rubrikler aracılığla ölçer.

"Dersi planlarken hangi becerileri ölçeceğini belirler ve bunun için biçimlendirici değerlendirme yapar. Değerlendirme yaparken farklı yöntemler kullanır. Öğrencilerine verilerini kaydedecek ortamlar sunar, sözel sunum ortamı yaratır. Takım çalışmasını, iletişimi ve öğrencilerin birbiri ile kullandığı dili ölçer.(U5) Beceriler için biçimlendirici değerlendirme yapar. Değerlendirme yaparken farklı yöntemler kullanır.

STEM öğretmeninin öğrencilerin hangi özelliklerini dikkate alması gerektiği konusunda uzmanlar öğretmenin öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarının farkında olması gerektiğinin üzerinde durmuştur. Bunun yanı sıra şu görüşleri belirtmiştir.

"STEM etkinlikleri ve içeriği ile farklı zamanlarda farklı öğrencilere hitap eder." (U1) STEM etkinlikleri ve içeriği ile farklı zamanlarda farklı öğrencilere hitap eder.

"Farklı disiplinlerin de bağlantısı olması sebebiyle oluşabilecek kavram yanılgılarının farkındadır. Öğrencilerin ilgi alanlarının da farkındadır. "(U4) Farklı disiplinlerin de bağlantısı olması sebebiyle oluşabilecek kavram yanılgılarının farkındadır. Öğrencilerin ilgi alanlarının da farkındadır.

"Öğrencilerin öğrenme zorluklarının, öğrenme stillerinin farklılığının, ilgilerinin ve kavram yanılgılarının farkındadır." (U3) Öğrencilerin öğrenme zorluklarının, öğrenme stillerinin farklılığının, ilgilerinin ve kavram yanılgılarının farkındadır.

"Dersin içeriğine ait kavram yanılgılarını bilir, evet çünkü öğrencilerini iyi tanır." (U5) Dersin içeriğine ait kavram yanılgılarını bilir. Öğrencilerini iyi tanır.

5.2.2. STEM Öğretim Becerileri: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada 1. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "STEM Öğretim Becerileri" yeterlik alanı altındaki 60 yeterlik maddesi için uzmanlardan onay alınmıştır. Oluşturulan anket ile uzmanlarda görüş ya da fikir değişikliği olup olmadığı aranmıştır. Uzmanlara yeterlik maddeleri gönderilmiş ve onaya sunulmuştur. 3 yeterlik maddesi onaylanmamıştır. Onaylanmayan maddeler aşağıda verilmiştir.

1. Ders planında diğer branş öğretmenlerinin katkısının olmasını sağlar.
2. Söylem, argümantasyon ve kritik düşünmeye ders planında yer verir.
3. Amacının sadece aktiviteyi tamamlamak olmadığının farkındadır.

Bu maddelerin çıkarılmasıyla "STEM Öğretim Becerileri" yeterlik alanında 57 yeterlik maddesi elde edilmiştir. Ayrıca uzmanlara eklemek istedikleri noktalar sorulmuştur. Gelen ek görüşler aşağıdaki gibidir.

Öğretim Stratejileri Belirleme- "*Bence burada STEM öğretmeni için özel bir durum yok. Derse uygun öğretim stratejisini diğer öğretmenler gibi belirlemli." (U4)*

STEM Ders Planı Hazırlama- *Plandan kazanımlara ilerler ile kastım kazanımlara göre plan hazırlamasından ziyade gerçek hayat problemlerine uygun kazanımları işler.(U4)*

Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma- *"Öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır. Bu ilgi ve ihtiyaçlara yönelik uyarlamalar gerçekleştirir." (U4)*

Gelen geri bildirimler diğer yeterliklerle örtüştüğünden ekleme yapılmamıştır.

5.2.3. STEM Öğretim Becerileri: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada 2. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "STEM Öğretim Becerileri" yeterlik alanında yeniden düzenleme yapılmıştır. Yeterlik maddelerinden aynı noktaya işaret eden yeterlik maddeleri revize edilmiştir. Özellikle tekrar eden ve aynı kapsama sahip yeterlik maddeleri düzenlenmiştir. Aşağıda düzenlenmiş hali ile "Öğretim Becerileri" yeterlik alanına ait 6 bileşen ve bu bileşenlere ilişkin yeterlik maddeleri tespit edilmiştir. Bu düzenlemede bir önceki aşamada oluşturulan tema, alt tema ve kodlar tez danışmanı ve STEM alanında yüksek lisans yapmış doktora öğrencisi tarafından yeniden değerlendirilmiştir. Kodlayıcılar arası uyum, "Görüş Birliği" ya da "Görüş Ayrılığı"

şeklinde belirlenerek Miles ve Huberman (1994)'ün önerdiği şekilde belirlenmiştir. Bu düzenleme ile "Öğretim Becerileri" yeterlik alanı, 6 bileşen ve 31 yeterlik maddesinden oluşmaktadır. Aşağıda düzenlenmiş hali ile "Öğretim Becerileri" yeterlik alanına ait yeterlik maddeleri Tablo 5.6'da görülmektedir. Bu analizden sonra Uzman Grup-1'deki katılımcılara 3. Tur Değiştirilmiş Delphi anketi en son hali ile son olarak gönderilmiş ve katılımcılardan gelen yanıtlara göre de her yeterlik maddesi için uzlaşma yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 5.6. Bileşen 2: STEM Öğretim Becerileri Bulguları

1. STEM Ders Planı Hazırlama		Uzlaşma Yüzdesi
25-	Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler.	%100
26-	Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler.	%100
27-	Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar.	%100
28-	Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak ders planı hazırlar.	%100
29-	STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.	%100
30-	Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.	%100
31-	Genel bir STEM ders planını öğrenci seviyesine uygun hale dönüştürüp adapte eder.	%100
32-	Öğrencilerin belirlenmiş hedefleri gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.	%100
33-	Ders planını uyguladıktan sonra değerlendirir ve gerekirse revize eder.	%100
34-	Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.	%100
2. STEM Öğretim Stratejisi Belirleme		
35-	STEM ders kurgulama ve uygulama sürecinde hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını belirler.	%100
36-	Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.	%100
3. STEM Yönergesi Hazırlama		
37-	Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar.	%100
38-	STEM aktivitesinin amacını veren, öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak yönerge ile öğrencileri yönlendirir.	%100
4. Sorgulama Temelli STEM Öğretimi Yapma		
39-	Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.	%100
40-	Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar.	%100
41-	Merak uyandıracak günlük yaşam problemleri kurar.	%100
42-	Söylem ve yansıma stratejilerini kullanarak öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.	%100
43-	Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır	%100
44-	Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar.	%100
45-	Üst-biliş bilgisine sahiptir ve bunu dersine adapte eder.	%100
5. Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma		
46-	STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.	%100
47-	Öğrencilerin STEM ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır.	%100
48-	Öğrencilerdeki farklılıkları göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir.	%100
6. STEM Öğretim ve Öğrenimini Ölçme ve Değerlendirme		
49-	Öğrencilerin ön bilgisi ile süreç sonundaki bilgisini karşılaştırır.	%100
50-	Öğrencilerin ilk ürün-son ürün karşılaştırmasını yapar.	%100
51-	Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.	%100
52-	Sürece dayalı değerlendirme yapar.	%100
53-	Öğrencilerin diğer öğrencilerle etkileşimini takip eder.	%100
54-	Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini yapar.	%100
55-	Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer.	%100

Bu aşamada "Öğretim Becerileri" olarak adlandırılan yeterlik alanında bir düzenlemeye gidilmiş ve "STEM Öğretim Becerileri" şeklinde yeniden düzenlenmiştir. "STEM Öğretim Becerileri" yeterlik alanının 6 bileşeninde de bir takım düzenlemeler yapılmış ve bileşenler "STEM Ders Planı Hazırlama", "STEM Öğretim Stratejisi Belirleme", "STEM Yönergesi Hazırlama", Sorgulama Temelli STEM Öğretimi Yapma", Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma" ve " STEM Öğretim ve Öğrenimini Ölçme ve Değerlendirme" olarak değiştirilmiştir.

5.2.4. STEM Öğretim Becerileri: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu son aşamada ise 3. Tur Değiştirilmiş Delphi turu sonuçlarında elde edilen "STEM Öğretim Becerileri" yeterlik alanını 31 madde 5'li likert tipi ankete dönüştürülmüştür. Oluşturulan anket Uzman Grup-2'deki ve Uzman Grup-3'deki STEM eğitimi almış, okullarında STEM etkinlikleri kurgulama ve uygulama yapan öğretmenlere gönderilerek onlardan her bir maddeyi 1 (Kesinlikle Gereksiz) – 5 (Kesinlikle Gerekli) ölçeğinde değerlendirilmeleri istenmiştir. Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinde hem STEM uzmanlarının hem de STEM öğretmenlerinin görüşü alınmıştır. Uzman grup ve STEM öğretmenlerden elde edilen verilerin istatiksel analizi sonucunda her bir maddenin ortalama, medyan ve çeyrekler arası açıklık değerleri hesaplanmış ve Tablo 5.7'de bu değerler verilmiştir.

Tablo 5.7. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı :4. Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

	Ortalama	Median	IQR (Çeyrekler Arası Açıklık)
1. STEM Ders Planı Hazırlama			
25- Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler.	4,75	5,00	0,00
26- Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler.	4,75	5,00	0,00
27- Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar.	4,63	5,00	1,00
28- Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak ders planı hazırlar.	4,53	5,00	1,00
29- STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.	4,70	5,00	0,00
30- Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.	4,10	4,00	1,75
31- Genel bir STEM ders planını öğrenci seviyesine uygun hale dönüştürüp adapte eder.	4,38	4,50	1,00
32- Öğrencilerin belirlenmiş hedefleri gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.	4,70	5,00	1,00
33- Ders planını uyguladıktan sonra değerlendirir ve gerekirse revize eder.	4,75	5,00	0,75
34- Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.	4,43	5,00	1,00
2. STEM Öğretim Stratejisi Belirleme			
35- STEM ders kurgulama ve uygulama sürecinde hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını belirler.	4,68	5,00	1,00
36- Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.	4,63	5,00	1,00
3. STEM Yönergesi Hazırlama			
37- Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar.	4,58	5,00	1,00
38- STEM aktivitesinin amacını veren, öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak yönerge ile öğrencileri yönlendirir.	4,60	5,00	1,00
4. Sorgulama Temelli STEM Öğretimi Yapma			
39- Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.	4,60	5,00	1,00
40- Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar.	4,68	5,00	1,00
41- Merak uyandıracak günlük yaşam problemleri kurar.	4,80	5,00	0,00
42- Söylem ve yansıma stratejilerini kullanarak öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.	4,48	5,00	1,00
43- Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır	4,65	5,00	1,00
44- Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar.	4,68	5,00	1,00
45- Üst-biliş bilgisine sahiptir ve bunu dersine adapte eder.	4,38	4,00	1,00
5. Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma			
46- STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.	4,78	5,00	0,00
47- Öğrencilerin STEM ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır.	4,48	5,00	1,00
48- Öğrencilerdeki farklılıkları göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir.	4,50	5,00	1,00
6. STEM Öğretim ve Öğrenimini Ölçme ve Değerlendirme			
49- Öğrencilerin ön bilgisi ile süreç sonundaki bilgisini karşılaştırır.	4,58	5,00	1,00
50- Öğrencilerin ilk ürün-son ürün karşılaştırmasını yapar.	4,35	5,00	1,00
51- Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.	4,70	5,00	1,00
52- Sürece dayalı değerlendirme yapar.	4,78	5,00	0,00
53- Öğrencilerin diğer öğrencilerle etkileşimini takip eder.	4,63	5,00	1,00
54- Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini yapar.	4,45	5,00	1,00
55- Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer.	4,30	5,00	1,00

5.2.5. STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Dört aşamada gerçekleştirilen Değiştirilmiş Delphi çalışmasının dördüncü aşamasının gerçekleştirilmesiyle uzmanların ve öğretmenlerin yeterlik maddeleri üzerinde uzlaşma sağlayıp sağlayamadıkları incelenmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda uzlaşma ölçütleri belirlenmiş ve birinci uzlaşma ölçütüne göre medyan değeri 5,00'in altında olan yeterlik maddeleri üzerinde uzmanların ve öğretmenlerin uzlaşma sağlayamadığı kabul edilmiştir.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının dördüncü ve son aşamasında elde edilen bu analizler neticesinde 31 maddeden 3'ünün medyan değerinin 5,00'in altında olduğu görülmektedir. Bu maddeler Tablo 'da görüldüğü üzere "Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.", "Genel bir STEM ders planını öğrenci seviyesine uygun hale dönüştürüp adapte eder." ve "Üst-biliş bilgisine sahiptir ve bunu dersine adapte eder." yeterlik maddeleri elenmiştir. Birinci uzlaşma ölçütünü sağlayamayan bu maddeler üzerinden uzmanların ve öğretmenlerin görüş birliğine varamadıkları kabul edilmiştir. Geriye kalan 28 madde, ikinci ölçüt olan çeyrekler arası açıklığın 1,00 ve 1,00'den küçük olması ölçütüne göre yeniden değerlendirilmiş ve çeyrekler arası açıklık değeri 1,00'in üzerinde olan herhangi bir maddeye rastlanmamıştır.

Yeterlik maddelerinin önem sırasını belirlemek amacıyla bu maddelere 5 veren uzman ve öğretmenlerin yüzdesi hesaplanarak sıralanmıştır. Bu sıralama Tablo 5.8'de verilmiştir.

Tablo 5.8. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı

STEM Öğretim Becerileri	Frekans	5 Veren Uzman ve Öğretmenlerin Yüzdesi
STSÖY3-Merak uyandıracak günlük yaşam problemleri kurar.	33	82,5
ÖFGB1-STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.	32	80
SDPH5-STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.	32	80
SDPH2-Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler.	32	80
ÖFGB1-STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.	32	80
SDPH1-Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler.	31	77,5
SÖÖD4-Sürece dayalı değerlendirme yapar.	31	77,5
SDPH9-Ders planını uyguladıktan sonra değerlendirir ve gerekirse revize eder.	30	75
SÖÖD3-Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.	29	72,5
SDPH3-Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar.	29	72,5
SDPH8-Öğrencilerin belirlenmiş hedefleri gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.	29	72,5
SÖSB2-Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.	28	70
STSÖY5-Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.	28	70
STSÖY6-Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar.	28	70
SÖÖD5-Öğrencilerin diğer öğrencilerle etkileşimini takip eder.	28	70
SÖSB1-STEM ders kurgulama ve uygulama sürecinde hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını belirler.	27	67,5
STSÖY2-Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar.	27	67,5
SYH2-STEM aktivitesinin amacını veren, öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak yönerge ile öğrencileri yönlendirir.	27	67,5
SYH1-Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar.	26	65
SÖÖD1-Öğrencilerin ön bilgisi ile süreç sonundaki bilgisini karşılaştırır.	26	65
SDPH4-Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak ders planı hazırlar.	25	62,5
STSÖY1-Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.	24	60
SDPH10-Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.	24	60
ÖFGB3-Öğrencilerdeki farklılıkları göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir.	24	60
SÖÖD2-Öğrencilerin ilk ürün-son ürün karşılaştırmasını yapar.	24	60
ÖFGB2-Öğrencilerin STEM ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır.	23	57,5
SÖÖD6- Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini yapar.	22	55
SÖÖD7- Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer.	21	52,5

* SDPH-STEM Ders Planı Hazırlama
* SÖSB -STEM Öğretim Stratejisi Belirleme
* SYH-STEM Yönergesi Hazırlama
* STSÖY-Sorgulama Temelli STEM Öğretimi Yapma
* ÖFGÖB-Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma
* SÖÖD-STEM Öğretim ve Öğrenimini Ölçme ve Değerlendirme

Tablo 5.8'de görüldüğü üzere 40 uzman ve öğretmenin 33'ü (%82,5) "Merak uyandıracak günlük yaşam problemleri kurar." yeterlik maddesine en yüksek değeri (5) vermiştir. Bu maddeyi uzman ve öğretmenlerin 32'sinin (%80) en üst değeri verdiği "STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.", "STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.", "Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler." ve "STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur." yeterlik maddeleri izlemiştir. 31 (%77,5) uzman ve öğretmenin tam değer vererek önemli gördüğü sonraki maddeler ise "Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler." ve "Sürece dayalı değerlendirme yapar" olarak belirlenmiştir. Yine 30 uzman ve öğretmenin 5 vererek değerlendirdiği madde "Ders planını uyguladıktan sonra değerlendirir ve gerekirse revize eder." şeklindedir. Bu maddeleri "Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.", "Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar." Ve "Öğrencilerin belirlenmiş hedefleri gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder." yeterlik maddeleri izlemiştir. Bu yeterlik maddelerine 29 (%72,5) uzman ve öğretmenin tam değer vermiştir. 28 (%70) uzman ve öğretmen ise "Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.", "Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.", "Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar." ve "Öğrencilerin diğer öğrencilerle etkileşimini takip eder." maddelerine 5 tam değer vermiştir. "STEM ders kurgulama ve uygulama sürecinde hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını belirler.", "Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar." ve "STEM aktivitesinin amacını veren, öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak yönerge ile öğrencileri yönlendirir." maddeleri ise 27 (%67,5) uzman ve öğretmenden tam puan almıştır. "Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar." ve "Öğrencilerin ön bilgisi ile süreç sonundaki bilgisini karşılaştırır." maddeleri 26 (%65) uzman ve öğretmenden tam puan olan 5 tam değerini almıştır. "Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak ders planı hazırlar." 25 (%62,5) uzman ve öğretmenden tam puan alırken, "Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.", "Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.", "Öğrencilerdeki farklılıkları göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir." Ve "Öğrencilerin ilk ürün-son ürün karşılaştırmasını yapar." yeterlik maddeleri ise 24 (%60) uzman ve

öğretmenden tam puan almıştır. Son olarak da "Öğrencilerin STEM ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır." maddesi 23 (%57,5) uzman ve öğretmenden, "Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini yapar." yeterlik maddesi 22 (%55) ve "Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer." yeterlik maddesi ise 21 (%52,5) uzman ve öğretmenden 5 tam değerini almıştır.

Genel olarak STEM Öğretim Becerileri yeterlik alanını değerlendirdiğimizde STEM uzman ve öğretmenlerinin 6 bileşen ve 28 STEM öğretmen yeterlik maddesi belirlendiği görülmektedir.

5.3. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı

Bu bölümde, "STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler" yeterlik alanı altında dört aşamalı Değiştirilmiş Delphi çalışmasından elde edilen bulgular sunulmaktadır.

5.3.1. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: Birinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşama için Uzman Grup-1'deki katılımcılara aşağıdaki sorular sorulmuştur:

1. STEM öğretmen, hayat boyu öğrenen mi olmalıdır?
2. Mesleki gelişimine/araştırmalara/eğitimlere ne derece önem vermelidir?

Uzman Grup-1'deki uzmanların bu iki soruya verdiği cevaplar değerlendirilmiş ve içerik analizi uygulanmıştır. Analiz neticesinde ortaya çıkan bulgular "STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler" yeterlik alanı altında "Mesleki Gelişime Önem Verme", "Hayat Boyu Öğrenen Olma" bileşenlerine ayrılmıştır. Uzman görüşlerine ait bulgular Tablo 5.9'da gösterilmektedir.

Tablo 5.9. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı Birinci Değiştirilmiş Delphi Bulguları

Tema	Alt Tema	Kod
STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler	Hayat Boyu Öğrenen Olma	Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi verir.
		Öğrencilerin günlük hayat ile ilgili sorunlarını tespit eder.
		STEM meslekleri ile bilgi sahibidir.
		Hevesli ve motivasyonu yüksektir.
		Sürdürülebilir olması için iç motivasyonları yüksektir.
		Öğrenmeyi sever ve devamlı bir değişim içindedir.
		Alan bilgisini ve pedagojik bilgisini de devamlı yeniler.
		Öğrenmeye açıktır, iş birliğine yatkındır.
	Mesleki Gelişime Önem Verme	Kendi geliştirilmesi gereken yönlerini görür ve fark eder.
		Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişimlere katılır.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının birinci aşamasında Uzman Grup-1'den elde edilen görüşler doğrultusunda diğer bir tema olarak "Duyuşsal-Güdüleyici Özellikler" belirlenmiştir. Bu bileşende 10 yeterlik maddesi kodlanmıştır. Her katılımcının her belirttiği ifade yeterlik maddesi olarak görülmüştür.

Uzmanlar STEM öğretmenlerin hayat boyu öğrenen olması gerektiğini, iş birliğine açık olması gerektiğini vurgulamışlardır. Uzman Grup-1 katılımcılarının açıklamalarının yanlarına ifadeden çıkarılan yeterlik maddeleri yazılmıştır.

> *"Öğrenmeyi sever ve devamlı değişim içindedir. Alan bilgisini ve pedagojik bilgisini de devalı yeniler. Öğrenmeye açık ve de iş birliğine yatkındır. Diğer branştan öğretmenlerle ya da dünya çapında diğer öğretmenlerle iş birliği içinde çalışma yapar. Velilerle de iş birliği yapabilir, onları etkinlik sürecine dahil eder." (U5)* Öğrenmeyi sever ve devamlı bir değişim içindedir. Öğrenmeye açıktır, iş birliğine yatkındır. Alan bilgisini ve pedagojik bilgisini de devamlı yeniler.

> *"Sürdürülebilir olması için iç motivasyonları yüksektir."(U4)* Hevesli ve motivasyonu yüksektir.

> *"Hevesli ve motivasyonu yüksektir, kendi gelişimine önem verir." (U3)* Hevesli ve motivasyonu yüksektir. Kendi geliştirilmesi gereken yönlerini görür ve fark eder.

> *"Sürekli öğrenen ve uygulayandır. Bu olanakları tabii sistemin de sağlaması gerekir. Öğretmen ne kadar istese de sistem olmazsa bunu tek başına başaramaz. Etkili öğretmen sürekli öğrenen ve uygulayan öğretmendir." (U2)*

5.3.2. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada 1. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler" yeterlik alanı altındaki 10 yeterlik maddesi için uzmanlardan onay alınmıştır. Oluşturulan anket ile uzmanlarda görüş ya da fikir değişikliği olup olmadığı aranmıştır. Uzmanlara yeterlik maddeleri gönderilmiş ve onaya sunulmuştur. Tüm yeterlik maddeleri onaylanmıştır. Uzmanlardan U4 ek görüşte bulunmuştur ve görüşü belirtildiği şekilde yeterlik maddesi olarak alınmıştır.

Mesleki Gelişimine Önem Verme- "Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişimlere katılır. Diğer disiplinlerle ilgili gelişmeleri takip eder." (U4) Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişimlere katılır. Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişimlere katılır.

5.3.3. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada 2. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler" yeterlik alanında yeniden düzenleme yapılmıştır. Yeterlik maddelerinden aynı noktaya işaret eden yeterlik maddeleri revize edilmiştir. Özellikle tekrar eden ve aynı kapsama sahip yeterlik maddeleri düzenlenmiştir. Bu düzenlemede bir önceki aşamada oluşturulan tema, alt tema ve kodlar tez danışmanı ve STEM alanında yüksek lisans yapmış doktora öğrencisi tarafından yeniden değerlendirilmiştir. Kodlayıcılar arası uyum, "Görüş Birliği" ya da "Görüş Ayrılığı" şeklinde belirlenerek Miles ve Huberman (1994)'ün önerdiği şekilde belirlenmiştir. Aşağıda bu yeterlik alanda yeniden düzenlenmiş hali ile 2 bileşen altında yeterlik maddeleri görülmektedir. Bu analizden sonra Uzman Grup-1'deki katılımcılara 3. Tur Değiştirilmiş Delphi anketi en son hali ile son olarak gönderilmiş ve katılımcılardan gelen yanıtlara göre de her yeterlik maddesi için uzlaşma yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 5.10. Bileşen 3: STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Bulguları

1. STEM Mesleki Gelişimine Önem Verme	Uzlaşma Yüzdesi
56- Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.	%100
57- Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir.	%100
58- Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler.	%100
59- Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular.	%100
60- Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir.	%100
61- Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır.	%100
62- Diğer disiplinlerle ilgili gelişmeleri takip eder.	%100
2. STEM Kariyer Planlamada Destek Verme	
63- Öğrencilerin STEM ilgi alanlarının farkındadır.	%100
64- Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunup yönlendirme yapar.	%100
65- STEM kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur.	%100
66- STEM meslekleri ile ilgili bilgi sahibidir.	%100

5.3.4. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

"STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler" yeterlik alanının son aşamasında 3. Tur Değiştirilmiş Delphi sonuçlarından elde edilen 11 yeterlik maddesi 5'li likert tipi ankete dönüştürüldükten sonra daha geniş bir gruptaki STEM uzmanlarına ve STEM öğretmenlere gönderilmiştir. Her bir maddeyi 1 (Kesinlikle Gereksiz) - 5 (Kesinlikle Gerekli) ölçeğinde değerlendirmeleri istenmiştir. Uzman grup ve STEM öğretmenlerden elde edilen verilerin istatiksel analizi sonucunda her bir maddenin ortalama, medyan ve çeyrekler arası açıklık değerleri hesaplanmış ve Tablo 5.11'de yer verilmiştir.

Tablo 5.11. STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı: 4. Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

	Ortalama	Median	IQR (Çeyrekler Arası Açıklık)
1. STEM Mesleki Gelişimine Önem Verme			
56- Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.	4,75	5,00	0,00
57- Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir.	4,58	5,00	1,00
58- Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler.	4,73	5,00	0,75
59- Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular.	4,80	5,00	0,00
60- Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir.	4,70	5,00	1,00
61- Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır.	4,65	5,00	1,00
62- Diğer disiplinlerle ilgili gelişmeleri takip eder.	4,28	4,00	1,00
2. STEM Kariyer Planlamada Destek Verme			
63- Öğrencilerin STEM ilgi alanlarının farkındadır.	4,48	5,00	1,00
64- Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunup yönlendirme yapar.	4,40	4,00	1,00
65- STEM kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur.	4,25	4,00	1,00
66- STEM meslekleri ile ilgili bilgi sahibidir.	4,60	5,00	1,00

5.3.5. STEM öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının D eğerlendirilmesi

Dört aşamada gerçekleştirilen Değiştirilmiş Delphi çalışmasının son aşaması olan dördüncü aşamasının gerçekleştirilmesiyle uzmanların ve öğretmenlerin yeterlik maddeleri üzerinde uzlaşma sağlayıp sağlayamadıkları belirlenmiştir. Uzlaşma ölçütleri belirlenmiş ve birinci uzlaşma ölçütüne göre medyan değeri 5,00'in altında olan yeterlik maddeleri üzerinde uzmanların ve öğretmenlerin uzlaşma sağlayamadığı kabul edilmiştir.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının dördüncü aşamasında elde edilen analizler neticesinde 11 maddeden 3'ünün medyan değerinin 5,00'in altında olduğu görülmektedir. Bu maddeler Tablo 'da görüldüğü üzere "Diğer disiplinlerle ilgili gelişmeleri takip eder.", "Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunup yönlendirme yapar." ve "STEM kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur." yeterlik maddeleridir ve elenmiştir. Birinci uzlaşma ölçütünü sağlayamayan bu maddeler üzerinden uzmanların ve öğretmenlerin görüş birliğine varamadıkları kabul edilmiştir. Geriye kalan 8 madde, ikinci ölçüt olan çeyrekler arası açıklığın 1,00 ve 1,00'den küçük olması ölçütüne göre yeniden değerlendirilmiş ve çeyrekler arası açıklık değeri 1,00'in üzerinde olan herhangi bir maddeye rastlanmamıştır.

Yeterlik maddelerinin önem sırasını belirlemek amacıyla bu maddelere 5 veren uzman ve öğretmenlerin yüzdesi hesaplanarak sıralanmıştır. Bu sıralama Tablo 5.12'de verilmiştir.

Tablo 5.12. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı

STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler	Frekans	5 Veren Uzman ve Öğretmenlerin Yüzdesi
SMGÖV-4 Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular.	33	82,5
SMGÖV-1 Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.	31	77,5
SMGÖV-3 Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler.	30	75
SMGÖV-5 Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir.	28	70
SMGÖV-6 Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır.	27	67,5
SMGÖV-2 Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir.	25	62,5
SKPDV-4 STEM meslekleri ile ilgili bilgi sahibidir.	25	62,5
SKPDV-1 Öğrencilerin STEM ilgi alanlarının farkındadır.	23	57,5

* SMGÖV -STEM Mesleki Gelişimine Önem Verme
* SKPDV-STEM Kariyer Planlamada Destek Verme

Tablo 5.12'da görüldüğü üzere 40 uzmanın ve öğretmenin 33'ü (%82,5) "Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular." yeterlik maddesine en yüksek değeri (5) vermiştir. Bu maddeyi uzman ve öğretmenlerin 31'inin (%77,5) en üst değeri verdiği "Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.." yeterlik maddesi izlemiştir. 30 (%75) uzman ve öğretmenin tam değer vererek önemli gördüğü sonraki madde ise "Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler." olarak belirlenmiştir. Yine 28 (%70) uzman ve öğretmenin 5 vererek değerlendirdiği madde "Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir." şeklindedir. Bu maddeleleri "Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır." yeterlik maddesi izlemiştir. Bu yeterlik maddesine 27 (%67,5) uzman ve öğretmenin tam değer vermiştir. 25 (%62,5) uzman ve öğretmen ise "Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir." ve "STEM meslekleri ile ilgili bilgi sahibidir." maddelerine 5 tam değer vermiştir. "Öğrencilerin STEM ilgi alanlarının farkındadır." maddesi ise 23 (%57,5) uzman ve öğretmenden tam puan almıştır.

Genel olarak STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler yeterlik alanını değerlendirdiğimizde STEM uzman ve öğretmenlerinin 2 bileşen ve 8 STEM öğretmen yeterlik maddesi belirlendiği görülmektedir.

5.4. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı

Bu bölümde ise, "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı" altında dört aşamalı Değiştirilmiş Delphi çalışmasından elde edilen bulgular sunulmaktadır.

5.4.1. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Birinci Değiştirilmiş Delphi aşaması bulguları

Bu aşama için Uzman Grup-1 katılımcılarına aşağıdaki sorular sorulmuştur:

1. Meslektaşları, öğrenci ebeveynleri ya da diğer paydaşlarla iletişimde bulunmak ve iş birliği yapmak STEM öğretmenin işine yarar mı? Nasıl?
2. STEM öğretmeninin, öğrencilerin kariyer planlamasındaki rolü sizce nedir, nasıl olmalıdır?

Uzman Grup-1'in bu iki soruya verdiği cevaplar değerlendirilerek içerik analizi yapılmıştır. Analiz neticesinde ortaya çıkan bulgular "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı" düzenlenerek kodlanmıştır. Uzman görüşlerine ait bulgular Tablo 8.1'de gösterilmektedir.

Tablo 5.13. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı Birinci Değiştirilmiş Delphi Bulguları

Tema	Alt Tema	Kod
STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı	İş Birliği (Meslekdaş-Veli- Paydaş)	Diğer öğretmenlerle yaratıcı bir süreç oluşturmak adına fikir alış-verişi yapar. Farklı disiplinlerden ve alanlardan farklı fikirler alır. Ebeveynlerle uzman olarak STEM etkinliklerinde iş birliği yapar ve ebeveynleri bir "kaynak" olarak görür. STEM etkinliği hazırlamak için diğer branş öğretmenlerin iş birliğine başvurur. İş birliği yaparak hem öğrenci hakkında hem de öğrenme ortamı planlamasında yeni bilgiler edinir. Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için ebeveynlerle iş birliği yapar. İş birliğine başvurup destek alır. Farkındalık düzeyinde teknolojik bilgiye sahiptir, eğer bilgisi yoksa uzmanından destek alır. Uzmanlıklar ve motivasyon açısından ebeveynler ile iş birliği kurar. Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapar. Veliler ile işbirliği yapar ve onları etkinlik sürecine dahil eder. Matematik, biyoloji, kimya ve bilişim öğretmenleri ile beraber branşları bütünleştirerek planlama yapar.
	Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma	Diğer branştan öğretmenlerle ya da dünya çapında diğer öğretmenlerle iş birliği içinde çalışma yapar.
	Kariyer Planlamada Destek Verme	Öğrencilerine kariyer seçimleri konusunda destek olur, onların vizyonlarının geniş olmasını sağlar. Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunar ve kariyerin değişkenliği ile ilgili de onları bilgilendirir. Kariyer planlamada öğrencilerine yönlendirme yapar. Kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur. Öğrencilerine kariyer seçimleri konusunda destek olur, onların vizyonlarının geniş olmasını sağlar.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının birinci aşamasında Uzman Grup-1'den elde edilen görüşler doğrultusunda son tema olarak "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı"(Ö-YGA) belirlenmiştir. Bu bileşen için 18 yeterlik maddesi kodlanmıştır. Her katılımcının her belirttiği ifade yeterlik maddesi olarak görülmüştür. Bu yeterlikler de kendi içerisinde "Meslekdaş-Veli-Paydaşlar ile İşbirliği", "Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma" ve "Kariyer Planlamada Destek Verme" şeklinde gruplandırılmıştır.

Uzmanlar STEM öğretmenlerin meslektaş-veli-paydaş iş birliğine açık olmasında ve bu özelliğin bir yeterlik olarak görülmesinde hemfikirdir. Özellikle diğer branşlardan öğretmenler ile iş birliği, fikir alış-verişi yapmalarının gerekli olduğunu şu şekilde belirtmişlerdir. (Uzman Grup-1 katılımcılarının açıklamalarının yanlarına ifadeden çıkarılan yeterlik maddeleri yazılmıştır.)

"Diğer öğretmenlerle yaratıcı bir süreç oluşturmak adına fikir alış-verişi yapar. Sonra, farklı disiplinlerden ve alanlardan farklı fikirler alır. Ebeveynlerle uzman olarak STEM etkinliklerinde iş birliği yapar. Ebeveynleri bir "kaynak" olarak görür." (U1) Diğer öğretmenlerle yaratıcı bir süreç oluşturmak adına fikir alış-verişi yapar. Farklı disiplinlerden ve alanlardan farklı fikirler alır. Ebeveynlerle uzman olarak STEM etkinliklerinde iş birliği yapar ve ebeveynleri bir "kaynak" olarak görür.

"Uzmanlıklar ve motivasyon açısından ebeveynler ile iş birliği kurar ve öğrencilerini kariyer planlamada yönlendirir. " (U4) Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için ebeveynlerle iş birliği yapar. Kariyer planlamada öğrencilerine yönlendirme yapar.

"Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için ebeveynlerle iş birliği yapar.Bunun yanı sıra da öğrencilerin kariyer seçimlerinde destek olur, böyle vizyonlarını açar." (U3) Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için ebeveynlerle iş birliği yapar. Öğrencilerine kariyer seçimleri konusunda destek olur, onların vizyonlarının geniş olmasını sağlar.

"Matematik, biyoloji, kimya ve bilişim öğretmenleri ile beraber branşları bütünleştirerek planlama yapar. Diğer branştan öğretmenlerle ya da dünya çapında diğer öğretmenlerle iş birliği içinde çalışma yapar. Bunun yanı sıra veliler ile de iş birliği yapar ve onları sürece dahil eder." (U5) Matematik, biyoloji, kimya ve bilişim öğretmenleri ile beraber branşları bütünleştirerek planlama yapar. Diğer branştan öğretmenlerle ya da dünya çapında diğer öğretmenlerle iş birliği içinde çalışma yapar.

5.4.2. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: İkinci Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada 1. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı" altındaki 18 yeterlik maddesi için uzmanlardan onay alınmıştır. Oluşturulan anket ile uzmanlarda görüş ya da fikir değişikliği olup olmadığı aranmıştır. Uzmanlara yeterlik maddeleri gönderilmiş, onaylarına sunulmuştur. Tüm yeterlik maddeleri onaylanmıştır. Uzmanlardan U4 ek görüşte bulunmuştur.

Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma- "Bir öğrenme topluluğu içinde yer alır." (U4)

5.4.3. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Üçüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Bu aşamada ise 2. Tur Değiştirilmiş Delphi aşamasının sonuçlarından elde edilen "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı"nda yeniden düzenleme yapılmıştır. Özellikle

tekrar eden ve aynı kapsama sahip yeterlik maddeleri düzenlenmiştir. Bu düzenlemede bir önceki aşamada oluşturulan tema, alt tema ve kodlar tez danışmanı ve STEM alanında yüksek lisans yapmış doktora öğrencisi tarafından yeniden değerlendirilmiştir. Kodlayıcılar arası uyum, "Görüş Birliği" ya da "Görüş Ayrılığı" şeklinde belirlenerek Miles ve Huberman (1994)'ün önerdiği şekilde belirlenmiştir. Aşağıda 2 bileşen altında yeterlik maddeleri görülmektedir. Bu analizden sonra Uzman Grup-1'deki katılımcılara 3. Tur Değiştirilmiş Delphi anketi en son hali ile son olarak gönderilmiş ve katılımcılardan gelen yanıtlara göre de her yeterlik maddesi için uzlaşma yüzdeleri hesaplanmıştır.

Tablo 5.14. Bileşen 4: STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı Bulguları

1. Meslekdaş, Paydaş ve Veliler ile İş Birliği	Uzlaşma Yüzdesi
67- Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır.	%100
68- Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar.	%100
69- Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır.	%100
70- Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar.	%100
71- Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için veliler ile iş birliği yapıp onları öğrenme sürecine dahil eder.	%100
2. STEM Öğrenme Topluluklarinin İçinde Bulunma	
72- Diğer disiplinden öğretmenlerle ulusal çalışmalara katılır.	%100
73- Uluslararası iş birliği içinde olup çalışma yapar.	%80
74- Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır.	%80

5.4.4. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Dördüncü Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

Son aşamada, 3. Tur Değiştirilmiş Delphi turu sonuçlarından elde edilen "STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı" yeterlik alanını 8 madde olarak 5'li likert tipi ankete dönüştürülmüştür.Oluşturulan anket Uzman Grup-2'deki STEM uzmanlarına ve Uzman Grup-3'deki STEM öğretmenlerine gönderilmiş ve görüşleri alınmıştır. Katılımcılar 1 (Kesinlikle Gereksiz)- 5 (Kesinlikle Gerekli) ölçeğinde değerlendirme yapmışlar ve istatiksel analizler neticesindeki değerler Tablo 5.15 elde edilmiştir.

Tablo 5.15. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: 4. Değiştirilmiş Delphi Aşaması Bulguları

	Ortalama	Median	IQR (Çeyrekler Arası Açıklık)
1. Meslekdaş, Paydaş ve Veliler ile İş Birliği			
67- Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır.	4,68	5,00	1,00
68- Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar.	4,80	5,00	0,00
69- Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır.	4,73	5,00	0,00
70- Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar.	4,58	5,00	1,00
71- Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için veliler ile iş birliği yapıp onları öğrenme sürecine dahil eder.	3,90	4,00	2,00
2. STEM Öğrenme Topluluklarinin İçinde Bulunma			
72- Diğer disiplinden öğretmenlerle ulusal çalışmalara katılır.	3,93	4,00	2,00
73- Uluslararası iş birliği içinde olup çalışma yapar.	3,80	4,00	2,00
74- Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır.	4,35	5,00	1,00

5.4.5. STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı: Değiştirilmiş Delphi Çalışması Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Dört aşamada gerçekleştirilen Değiştirilmiş Delphi çalışmasının son aşamasında uzmanların ve öğretmenlerin yeterlik maddeleri üzerinde uzlaşma sağlayıp sağlayamadıkları belirlenmiştir. Uzlaşma ölçütleri belirlenmiş ve birinci uzlaşma ölçütüne göre medyan değeri 5,00'in altında olan yeterlik maddeleri üzerinde uzmanların ve öğretmenlerin uzlaşma sağlayamadığı kabul edilmiştir.

Değiştirilmiş Delphi çalışmasının dördüncü aşamasında elde edilen analizler neticesinde 8 maddeden 3'ünün medyan değerinin 5,00'in altında olduğu görülmektedir. Bu maddeler Tablo 'da görüldüğü üzere "Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için veliler ile iş birliği yapıp onları öğrenme sürecine dahil eder.", "Diğer disiplinden öğretmenlerle ulusal çalışmalara katılır." ve "Uluslararası iş birliği içinde olup çalışma yapar." yeterlik maddeleridir ve elenmiştir. Birinci uzlaşma ölçütünü sağlayamayan bu maddeler üzerinden uzmanların ve öğretmenlerin görüş birliğine varamadıkları kabul edilmiştir. Geriye kalan 5 madde, ikinci ölçüt olan çeyrekler arası açıklığın 1,00 ve 1,00'den küçük olması ölçütüne göre yeniden değerlendirilmiş ve çeyrekler arası açıklık değeri 1,00'in üzerinde olan herhangi bir maddeye rastlanmamıştır.

Yeterlik maddelerinin önem sırasını belirlemek amacıyla bu maddelere 5 veren uzman ve öğretmenlerin yüzdesi hesaplanarak sıralanmıştır. Bu sıralama Tablo 5.16'da verilmiştir.

Tablo 5.16. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı

STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı	Frekans	5 Veren Uzman ve Öğretmenlerin Yüzdesi
İB-2 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar.	34	85
İB-3 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır.	33	82,5
İB-1 Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır.	29	72,5
B-4 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar.	28	70
SÖTİB-3 Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır.	21	52,5

* İB-Meslekdaş, Paydaş ve Veliler ile İş Birliği

* SÖTİB -STEM Öğrenme Topluluklarinin İçinde Bulunma

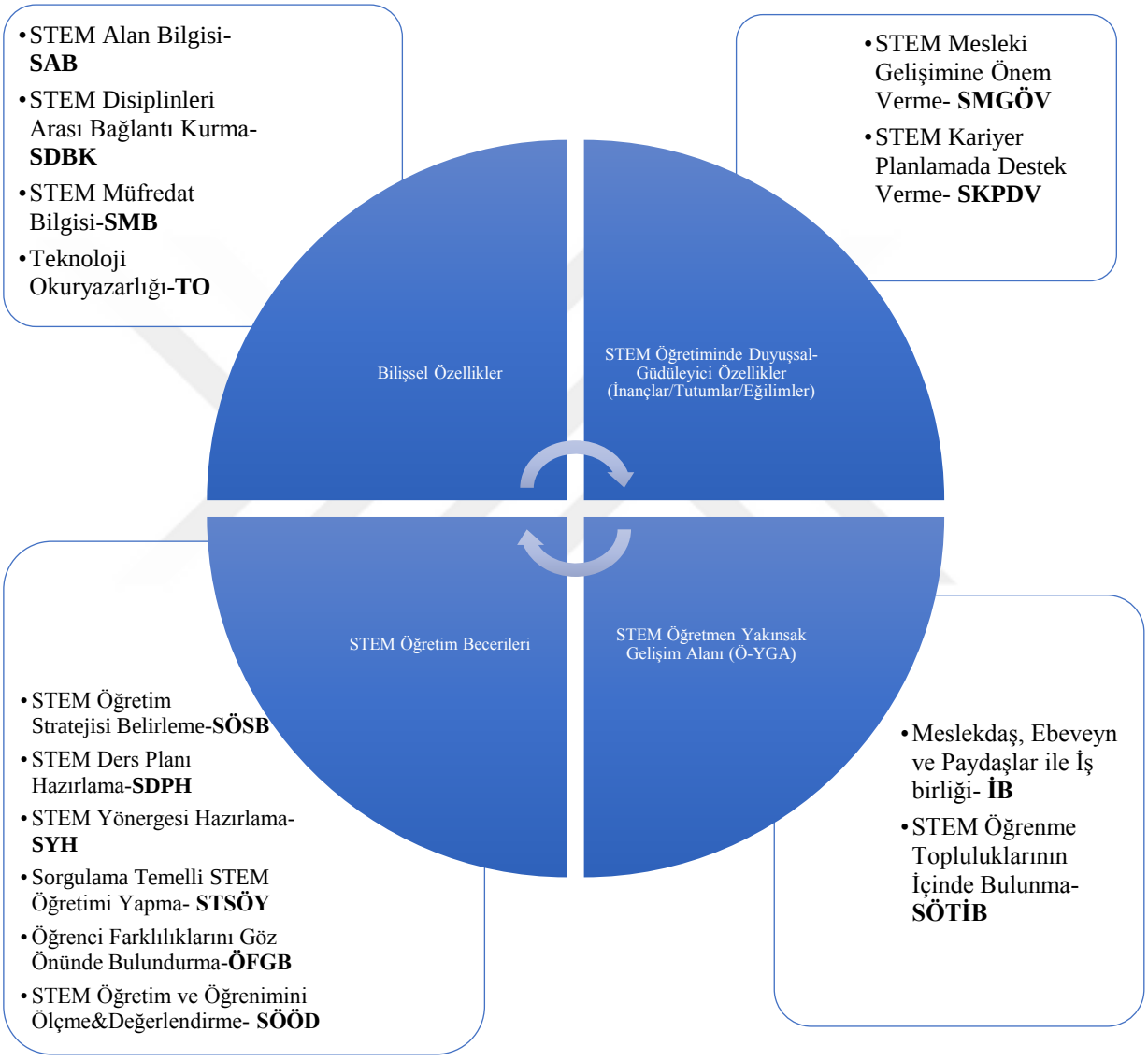
Tablo 5.16'da görüldüğü üzere 40 uzmanın ve öğretmenin 34'ü (%85) "Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar." yeterlik maddesine en yüksek değeri (5) vermiştir. Bu maddeyi uzman ve öğretmenlerin 33'ünün (%82,5) en üst değeri verdiği "Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır." yeterlik maddesi izlemiştir. 29 (%72,5) uzman ve öğretmenin tam değer vererek önemli gördüğü sonraki madde ise "Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır." olarak belirlenmiştir. Yine 28 (%70) uzman ve öğretmenin 5 vererek değerlendirdiği madde "Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar." şeklindedir. Bu maddeleleri "Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır." yeterlik maddesi izlemiştir. Bu yeterlik maddesine 21 (%52,5) uzman ve öğretmenin tam değer vermiştir.

Genel olarak STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanını değerlendirdiğimizde STEM uzman ve öğretmenlerinin 2 bileşen ve 5 STEM öğretmen yeterlik maddesi belirlendiği görülmektedir.

5.5. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Çerçevesi

Gerçekleştirilen bu çalışmada STEM öğretmen eğitiminde kullanılabilecek bütünleşik STEM öğretmen yeterlik çerçevesinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda STEM uzmanlarının ve STEM eğitimi almış STEM öğretmenlerinin görüş ve deneyimlerine odaklanılmıştır. Bulgular neticesinde Şekil 6.1'de yer alan bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri çerçevesi oluşturulmuştur. Bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri

için 4 yeterlik alanı ve bu yeterlik alanlarını niteleyen 14 bileşen ve 58 yeterlik maddesi tespit edilmiştir. Değiştirilmiş Delphi çalışması sonucunda ortaya çıkarılan yeterlik alanları Bilişsel Özellikler, STEM Öğretim Becerileri, STEM Öğretiminde Duyuşsal Güdüleyici Özellikler ve STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı olmak üzere bütünleşik STEM öğretmen yeterlik çerçevesini oluşturmaktadır.



Şekil 5.1. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri

Bütünleşik STEM öğretmen yeterlik çerçevesine göre, bilişsel özellikler yeterlik alanı; STEM alan bilgisi, STEM disiplinleri arası bağlantı kurma, STEM müfredat bilgisi ve teknoloji okuryazarlığı bileşenlerinden oluşmaktadır. STEM öğretim becerileri yeterlik alanı ise altı bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; STEM öğretim stratejisi belirleme, STEM ders planı hazırlama, STEM yönergesi hazırlama, sorgulama temelli STEM öğretimi yapma,

öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurma ve STEM öğretimve öğrenimini ölçme ve değerlendirme şeklindedir. STEM öğretiminde duyuşsal -güdüleyici özellikler yeterlik alanında ise STEM mesleki gelişimine önem verme ve STEM kariyer planlamada destek verme olmak üzere iki bileşen bulunmaktadır. Son bileşen olan STEM öğretmen yakınsak gelişim alanı da iki bileşen içermektedir. Bunlar; meslekdaş, ebeveyn ve paydaşlar ile iş birliği ve STEM öğrenme topluluklarının içinde bulunmadır.

Warford (2011), öğretmen eğitiminde öğretmen yakınsak gelişim alanını kullanmakta ve öğretmen yakınsak gelişimi alanını (Ö-YGA) "öğretmenlerin yardım almadan kendi başlarına yapabilecekleri ile daha yetenekli diğer kişilerden yardım yoluyla elde edebilecekleri yakın düzey arasındaki mesafe olarak tanımlamaktadır. Warford (2011)'e göre yakınsak gelişim alanından farklı olarak öğretmenlerde bu alan kendi kendine yapı oluşturma (teachers' self-scaffolding) ile başlamakta ve diğer düzenlemelere ilerlemektedir. Öğretmen yeterliklerinin de bu yapı oluşturma ve düzenlemelere ilerleme yolunda geliştiği düşünülmektedir. STEM öğretmen yeterlik alanlarının temelinde STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı'nın (STEM- ÖYGA) varlığı düşünülmektedir. Bu alanın genişlemesi ya da diğer bir deyişle bu alanda düzenlemeye gidilmesi diğer alanlardaki öğretmen yeterliklerinin de genişlemesi olarak düşünülebilir. Öğretmenlerin meslekdaşları, paydaşları veya veliler ile iş birliği yapması ya da STEM öğrenme topluluklarının içinde bulunması STEM öğretim becerilerinin de gelişmesine olanak sağlayacağına inanılmaktadır. İlave olarak, bilişsel, duyuşsal ve güdüleyici özelliklerindeki bilgilerinin artmasını, STEM öğretmenin mesleki gelişimine önem vermesini ve STEM kariyer planlamada destek vermesini de etkileyeceği düşünülmektedir. Tschannen-Moran ve ark. (1998), destekleyici meslektaşlar ile işbirliğinin, öğretmenlerin deneyim ve öz-yeterlik eksikliğinden dolayı özgüvenlerini kaybettiklerinde onları destekleyebileceğini savunmaktadır. Warfrod (2011) son yüzyıldaki yeniliklerin, Vygotsky'nin modelini dolaylı olarak da olsa desteklediğini ve öğretmen yakınsak gelişim alanı (Ö-YGA)'yı öğretmen eğitimi programlarına entegre edilebilecek makul bir teklif olarak gördüğünü belirtmektedir. Günbatar ve ark. (2020), bütünleşik STEM gelişimi için öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgilerinin zenginleştirilmesi konusunda geliştirdikleri modelde mentorle çalışmayı önermektedir. Mentorle çalışma STEM öğretmenlerinin yakınsak gelişim alanlarının zenginleştirilmesi ile ilgilidir. Ayrıca Shabani ve ark. (2010) da öğretmenlerin yakınsak gelişim alanını doğrudan etkileyen faktörlerden birinin meslektaşlar ve mentorler ile işbirliği olduğunu

vurgulamaktadır. Buradan hareketle, STEM öğretmen yeterliklerinin kazandırılmasında ya da yeterliklerin geliştirilmesinde bu alanın gizil bir itici güç olduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM VI: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın sonuçları doğrultusunda elde edilen STEM öğretmen yeterliklerinin her yeterlik alanı ayrı başlıklar altında literatür eşliğinde değerlendirilip tartışılacaktır.

6.1. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri Bilişsel Özellikler Yeterlik Alanı

Gerçekleştirilen 4 aşamalı Değiştirilmiş Delphi çalışmasının sonucunda bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri çerçevesinin bilişsel özellikler bölümünü STEM uzmanlarının ve öğretmenlerinin önem sırasına göre belirledikleri 4 bileşen ve 17 yeterlik maddesi bulunmaktadır.

Literatüre bakıldığında biliş kavramını tanımlamak zordur, çünkü kesin tanımı bulunmamaktadır. Ancak çalışmada bilişsel özelliklerin STEM öğretimi yapmak için gerekli bilgi ve muhakeme süreçleriyle ilgili olduğu söylenebilir. Araştırmacılar herhangi bir alandaki öğretim ile ilgili bilişi incelemek için teorik modeller kullanmakta ve bu alanı bilmenin onu öğretmek için gerekli, ancak yeterli olmayan bir koşul olduğunu kabul etmektedir. Shulman'ın (1987) belirttiği gibi öğretmenlerin "içerik ve pedagojinin bir karışımı olan pedagojik alan bilgisi"ne sahip olması gerektiği ile açıklanabilir. Çalışmada STEM öğretmenlerinin STEM'i bilmelerinin yanısıra nasıl öğretmeleri gerektiğine de odaklanılmıştır. Bu bölümden sonraki yeterlik alanları olan STEM öğretim becerileri, STEM öğretim becerilerinde duyuşsal güdüleyici özellikler ve STEM öğretmen yakınsak gelişim alanı ile bazı araştırmacıların bahsettiği gibi STEM pedagojik alan bilgisi(STEM-PCK) (Saxton ve ark. 2014; Srikoom ve ark. 2018) için de bir alt yapı oluşturulmuştur olacaktır.

Ball ve ark. (2008) ve Hill ve ark. (2008) konu alan bilgisini ortak alan bilgisi, özel alan bilgisi ve yatay alan bilgisi olarak üçer ayırmasına benzer şekilde çalışamada da bilişsel özellikler yeterlik alanı, STEM alan bilgisi, STEM disiplinleri arası bağlantı kurma bilgisi, müfredat bilgisi ve teknoloji okuryazarlığı şeklinde dört bileşene ayrılmıştır. Bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri bilişsel özellikler yeterlik alanı, literatürdeki diğer çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Örneğin Song (2017)'nin önerdiği STEM öğretmen yeterliklerinde bilişsel özellikler bileşenindeki maddeler "**Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.", "STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir." y**eterlik maddeleri ile örtüşmektedir. Bu yeterlik maddeleri Srikoom ve ark.

(2018)'nın STEM pedagojik alan bilgisi tanımındaki STEM öğrenme bağlamı boyutuyla ilişkilendirilebilir. Bu boyutta öğretmenlerin STEM disiplinlerinde içerik bilgisi geliştirmeye ihtiyaç duyduğu üzerine vurgu yapılmış ve mühendislik tasarım süreci için de ayrı bir boyut belirlenmiştir. Yapılan çalışmada, araştırmacılar öğretmenlerin mühendislik tasarımına veya tasarım sürecine ilişkin anlayışlarını geliştirmelerini ve bunu STEM öğretiminin temel bilgisi olarak kabul etmelerini önermiştir. Bu yaklaşımın STEM öğretmenlerin bilişsel özelliklerdeki **"Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir." ve "Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir."** yeterlik maddeleri ile yakından ilgili olduğu görülmektedir.

Saxton ve ark. (2014), sadece STEM içerik bilgisinin değil, aynı zamanda tüm öğrencilerin toplumda başarılı üyeler olarak görevlendirilebilmesi için 21. yüzyıl becerilerinin de STEM eğitiminin bir parçası olması gerektiğini belirtmiştir. Bu sebeple **"Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar."** ve **"Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden- sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir."** yeterlik maddeleri ile bağlantılı olduğu söylenebilir.

Dare ve ark. (2018), STEM entegrasyon derecesinin öğretmenlerin disiplinler arasında açık ve anlamlı bağlantıların nasıl kurulacağına ilişkin farkındalığıyla ilgili olabileceğini belirtmektedir. Bu nedenle de etkili STEM entegrasyonları için **"Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler."** ve **"Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar."** yeterlik maddeleri önem taşımaktadır.

Bilişsel özelikler yeterlik alanındaki bir diğer bileşen STEM müfredat bilgisidir. Herschbach (2014)'ın STEM eğitiminin öğrencileri yalnızca bilginin öğrenilme biçimine değil, aynı zamanda uygulanma biçimlerine de etkili bir şekilde maruz bırakacak yeni bir müfredat reformuna yönlendireceği görüşü önem taşımaktadır. Çünkü esas gerekli olan şey, öğrencilere bilginin nasıl formüle edildiği ve teknik uygulamalar için nasıl kullanıldığına ilişkin deneyimler sağlamaktır. Bu sebeple **"Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir."** ve **"Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.**" yeterlik maddeleri bu deneyimleri destekler niteliktedir.

Bilişsel özellikler yeterlik alanındaki bir diğer bileşen olan teknoloji kullanımı ile ilgili farklı görüşler ve perspektifler bulunmaktadır. Uluslararası Teknoloji Eğitimi Derneği (ITEA), öğrencilerin teknolojik olarak okuryazar olmaları için neleri bilmesi ve yapabilmesi gerektiğini tanımlayan ve K-12 sınıflarında teknolojik okuryazarlık için içerik standartlarının ana hatlarını veren Teknolojik Okuryazarlık Standartlarını geliştirmiştir (ITEA, 2007). Ancak Johnson ve ark. (2015) ise STEM Yol Haritası'nda açıkça haritalanmış hiç bir teknoloji ve mühendislik standardı ortaya koymamıştır.

Herschbach (2009)'un önerdiği gibi mühendislik ve beşeri bilimler olmak üzere iki farklı teknoloji kullanımı görüşü bulunmaktadır. Mühendislik görüşü, araçsal perspektif olarak tanımlanırken (Mitcham, 1994; Feenberg, 2006); beşeri bilimler görüşü belirli bir insan çabasına yanıt olarak teknolojinin insan amacına odaklanır. Diğer taraftan insanlar tarafından yapılan tüm malzemeler "teknoloji" olarak kabul edilir. Bu ikilem, eğitimciler arasında hala tartışılmaktadır. Teknolojik okuryazarlık bileşenindeki **"STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir."** ve **"Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular."** yeterlik maddeleri de STEM öğretmenlerinin teknoloji ve mühendisliği bir arada uyumlu bir şekilde kullanmasına işaret eder. Barak (2014)'ün önerdiği, mühendislik ve teknolojinin yakından ilişkili olduğunu ve teknoloji eğitiminde birlikte öğretilmeleri gerektiğine benzemektedir. Özetle, sadece içerik bilgisi edinmek STEM öğretmenleri bu amaca ulaştırmaz; pedagojik alan bilgisi eşliğinde STEM etkinlikleri kurgulama ve uygulama, STEM öğretmen gelişimi için önemli noktalardır.

6.2. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretim Becerileri Yeterlik Alanı

Bu bölümde STEM etkinlikleri kurguluma ve uygulama kısmına değinilecektir. Johnson ve ark. (2015), STEM öğretiminin esnek alan bilgisi, pedagojik alan bilgisi ve yansıtıcı uygulamalar gerektiğine ve STEM öğretmenlerinin bilgi ve beceri eşliğinde bu öğretimi gerçekleştirebileceğine dikkat çekmektedir. Bir önceki bölüme STEM öğretimi kurgulama bilgisine değinilmiş ve bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerine bakış açısı sağlanmıştır. Bu bölümde ise daha çok STEM öğretimi uygulama becerisi kısmına odaklanılacaktır. STEM öğretim becerileri yeterlik alanı, STEM Ders Planı Hazırlama, STEM Öğretim Stratejisi Belirleme, STEM Yönergesi Hazırlama, Sorgulama Temelli STEM Öğretimi

Yapma, Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma ve STEM Öğretim ve Öğrenimini Ölçme- Değerlendirme olmak üzere 6 bileşeni kapsamaktadır.

Hsu ve Fang (2019) STEM ders planı hazırlamada öncelikle 5 adımdan oluşan bir STEM içerik çatısı oluşturmayı önermektedir. Bu çatı oluşturulduktan sonra STEM ders planı hazırlanmasının önemini vurgulamaktadırlar. Bu STEM içerik çatısı; gerekli temel yetkinliklerin belirlenmesi, gerçek dünya bağlamı veya problemin seçilmesi, destekleyici kaynakların ve araçların hazırlanması, öğrencilerin ilgisini çekmek için bir dizi etkinliklerin tasarlanması ve seçilen temel yetkinlikleri değerlendirmek için bir değerlendirme tablosunun geliştirilmesi şeklindedir. STEM içerik çatısındaki başlıklar göz önüne alındığında araştırmacılar STEM ders planında şu başlıkları önerilmektedir;

1. Gerekli Temel Yeterlikler – (Gerekli temel yeterliklerin belirlenmesi: Analojik sorgulama, niceliksel düşünme, yansıtıcı yetenek)
2. Problem ve Amaçlar- (Gerçek dünya bağlamı veya problemin seçilmesi: Problemin çözümü için tasarım yapma, model geliştirme ve test etme)
3. Kullanılan Kaynaklar ve Araçlar- (Destekleyici kaynakların ve araçların hazırlanması: İnternet siteleri, Web 2.0 araçları, tasarım programları, 3D yazıcılar)
4. STEM Etkinlik Tasarımı- (Sorunu tanımlama ve olası bir çözüm için sorunu birkaç göreve bölme; model için bir analoji bulma ve modelin tasarım diyagramını çizme (analojik akıl yürütme); malzeme seçimleri ve hesaplamalarla bir plan yapmak (nicel düşünme); prototip inşa etmek; prototipin nasıl çalıştığını test etmek; tasarımın ayarlanması/ değiştirilmesi ve yeniden test edilmesi (yansıtma yeteneği); STEM öğrenimi üzerine düşüncelerini yazmak (yansıtıcı yetenek); modelin yapısının gösterilmesi)
5. Değerlendirme Rubriği Geliştirme- (Seçilen temel yeterlikleri değerlendirmek için bir değerlendirme tablosu geliştirilmesi: Akranların geribildirimi ve öğretmenlerin STEM temel yetkinliklerine ilişkin değerlendirmesi)

Bu STEM ders planı çatısı "**Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler.**" , **"Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler.", "Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.", "Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar", "Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim**

hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar.” , “STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.”, “Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.”, “Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.”, “Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.”, “Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar.”, “Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar.”, “Sürece dayalı değerlendirme yapar.” ve “Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer.” gibi yeterlik maddeleri ile uyum sağlamaktadır.

Jolly (2017), öğretmenlerin STEM öğreniminin uygulamalı sorgulamaya ve keşfetmeye dayalı olarak gerçekleşmesine imkan tanıması gerektiğini vergulamaktadır. Bu bağlam “**Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.”** yeterlik maddesi ile ilişkilidir.

6.3. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretiminde Duyuşsal-Güdüleyici Özellikler Yeterlik Alanı

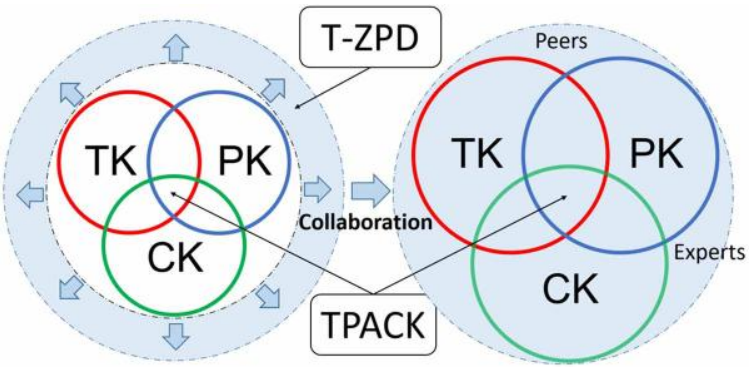
Bu bölümde ise, STEM öğretiminde duyuşsal-güdüleyici özellikler kısmına değinilecektir. STEM öğretiminde duyuşal- güdüleyici özellikler STEM öğretmelerinin inançları, tutumları ve değerleri ile yakından ilgilidir. Bu yeterlik alanı, STEM Mesleki Gelişimine Önem Verme ve STEM Kariyer Planlamada Destek Verme şeklinde 2 bileşeni içermektedir. Chan ve arkadaşları (2019), disipline özgü öğretmenlere farklı uzmanlık alanlarındaki eğitimcilerle işbirliği yapmalarını veya disiplinler arası konulara odaklanan kendi kendine öğrenmeye katılmalarını ve hatta STEM gibi önde gelen disiplinlerarası kurslara dahil olmalarını önermektedir. **“Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.”, “Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler.”, “Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular.”** ve **“Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır.”** yeterlik maddeleri bu bağlamda ilişkilidir. Srikoom ve ark. (2018) STEM öğretmen yeterliklerinde duyuşsal özelliklerde bütünleşik STEM eğitimi için isteklilik ve heves, diğer disiplinler hakkında bilgi eksikliği endişesinin üstesinden gelme ve öğrencilerin başaracağına inanma ve sabır gibi yeterliklere yer vermiştir. Çalışmadaki “Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir.”,” Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için

özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir.” yeterlik maddeleri ile uyumludur.

6.4. Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterlikleri STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı

Ejiwale (2013) K-12’de disiplinler arası bir çalışma olarak STEM eğitiminin önündeki engelleri tanımlarken ilk olarak nitelikli öğretmen eksikliğine vurgu yaparken. Srikoom ve ark. (2018) da öğretmenlerin birbiriyle iş birliği yapmasının azlığından bahsetmektedir. Öğretmenlerin yaşadığı tüm diğer zorlukları, engelleri ve eksiklikleri giderebilmek adına STEM öğretmen yakınsak gelişim alanından bahsetmek gerekmektedir. STEM öğretmen yakınsak gelişim alanı (STEM Ö-YGA); işbirliğinin bir sonucu olarak STEM öğretmenlerinin bilişsel ve duyuşsal özellikleri ile STEM öğretim becerilerinin bir kombinasyonu olarak tanımlanabilir. Öğretmenlerin “STEM yeterliklerinin gelişimini besleyen atardamar” olarak da gösterilebilir. Milner-Bolotin (2018) akranlarla ya da daha deneyimli öğretmenler, veliler ve paydaşlar ile işbirliği sonucunda öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgilerinin genişleyeceğini belirtmektedir. Bu bağlam, bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinde de “**Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır**.”, “**Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar.”**, “**Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır.”** ve “**Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar**.” maddeleri ile uyumludur. Bu işbirliğinin gerçekleşebilmesi için aynı emelleri benimsemiş öğretmenlerin bir arada olması önem taşıdığından **“Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır.**” yeterlik maddesi de bu durumu destekler niteliktedir. STEM öğrenme topluluğu bir profesyonel öğrenme topluluğu olarak düşünülebilir. Profesyonel öğrenme toplulukları, birbirlerinden öğrenmek, bireysel üyelerin kapsamının ötesinde bir vizyonu benimsemek, öğretimdeki zorlukların üstesinden gelmek ve değişimi teşvik etmek isteyen öğretmenler için mükemmel bir kaynak haline gelmiştir (Tam, 2015).

Milner-Bolotin (2018) akranlarla ve daha deneyimli öğretmenlerle işbirliği nedeniyle öğretmenlerin teknolojik pedagojik alan bilgilerini büyümesini aşağıdaki görselde göstermiştir. Soldaki görüntüdeki açık mavi alan, STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanını (STEM Ö-YGA) göstermektedir.



Şekil 6.1. Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Büyüme Görseli

Sonuç olarak; son on yıldır, eğitim araştırmacıları öğretmen bilgisinin gelişimini araştırmak için çok sayıda kavramsal çerçeve önermişlerdir (Blömeke ve Delaney, 2012; Saxton, Burns, Holveck, Kelley, Prince, Rigelman ve Skinner, 2013). Bu çerçeveler, gelecekteki STEM öğretmenlerinin STEM öğretimini nasıl öğrendiklerini ve nasıl uyguladıklarını detaylı incelemek için kullanılabilir. Elde edilen bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri çerçevesi ile STEM öğretmenini;

1. Anlamlı, günlük hayatla ilişkilendirilmiş STEM odaklı sorular yaratmakla meşgul,
2. Bu soruların yanıtlanmasını sağlamak için gerekli dökümanları hazırlayıp ön hazırlık yapan,
3. Soruların yanıtlanmasını mühendislik tasarımı sürecine yedirebilen ve teknoloji ile zenginleştirilmiş STEM öğrenme ortamları sunan,
4. Yeni sorularla öğrencilerin sorgulamasına, yinelemesine imkan tanıyan ve onları STEM kariyerlerinde onları destekleyen,
5. Mesleki gelişimine özen gösteren,
6. İş birliğine açık ve STEM öğrenme topluluklarının içinde olan biri olarak nitelendirebiliriz.

Etkili STEM öğretimi, STEM alan uzmanlığı içeren ve bunun çok ötesine geçen özel bir uzmanlıktır. İyi bir STEM öğretmeni uzman seviyesinde kendi alanına özgü alan bilgisine aynı zamanda pedagojik alan bilgisine sahip olmalıdır. (Wieman, 2012). STEM öğretmen eğitimi programını hazırlarken özel uzmanlığın hakkını verebilmek için bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerini göz önünde bulundurmak uygun olacaktır. Çünkü STEM öğretiminin etkili olabilmesi için STEM öğretmeninin sadece bilgi düzeyi değil, aynı

zamanda STEM öğretim becerileri, STEM öğretimindeki duyuşsal güdüleyici özellikleri (tutum, beceri ve inanç) ve STEM öğretmen yakınsak gelişim alanları da önem taşımaktadır.

6.5. Öneriler

Araştırma sonuçları neticesinde Yükseköğretim Kurulu'na, Milli Eğitim Bakanlığı'na ve araştırmacılara yönelik öneriler belirlenmiştir.

6.5.1. Yükseköğretim Kurulu'na Yönelik Öneriler

- ✓ Eğitim fakültelerinde STEM eğitimi ile ilgili derslere, STEM alanlarını bütünleştirmeyle ilgili konulara ve uygulamalara yer verilebilir.
- ✓ Eğitim fakülteleri için STEM Öğretmen program içeriği oluşturulacaksa bütünleşik STEM öğretmen yeterlikleri göz önünde bulundurabilir ve programın içinde yer alacak dersler yeterlik alanlarına göre belirlenebilir.

6.5.2. Milli Eğitim Bakanlığı'na Yönelik Öneriler

- ✓ Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerine uygun şekilde öğretmenler için hizmet içi eğitim programı hazırlanabilir.

6.5.3. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- ✓ Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerine göre farklı branştan öğretmenler için hizmet içi eğitim programı hazırlanabilir.
- ✓ Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerine göre hazırlanan hizmet içi eğitim programları ile öğretmenlerin gelişimleri üzerine çalışma hazırlanabilir.
- ✓ Farklı branşlardan öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin gelişimini inceleyen boylamsal bir çalışma yapılabilir.
- ✓ Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin geliştirilmesinde yaşanan zorluklar/engeller ile ilgili Fizik Öğretmenliği, Kimya Öğretmenliği, Biyoloji Öğretmenliği ,Matematik Öğretmenliği ve Bilişim Teknolojileri Öğretmenliği gibi bölümlerde çalışmalar yapılabilir. Öğretmen adaylarının gelişim düzeyleri belirlenebilir.

KAYNAKÇA

Abbitt, J. T. (2011). An investigation of the relationship between self-efficacy beliefs about technology integration and technological pedagogical content knowledge (TPACK) among preservice teachers. *Journal of digital learning in teacher education, 27*(4), 134-143.

Adıgüzel, T., Ayar, M.C., Corlu, M.S., ve Özel, S. (2012).Fen , teknoloji, mühendislikve matematik (FeTeMM) eğitimi: Disiplinlerarasu çalışmalar ve etkileşimler. *10. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi.* Niğde, Turkey.

Adıgüzel, O. C. (2016). *Eğitim programlarının geliştirilmesinde ihtiyaç analizi el kitabı.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Adler, M. ve Ziglio, E. (1996). *Gazing into the oracle: the Delphi method and its application to social policy and public health.* London: Jessica Kingsley Publishers.

Akgündüz, D. (2016). *STEM'i rahat bırakın: Türkiye'de STEM adına yapılan hatalar ve öneriler.*

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Corlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul, Turkey: Aydın Üniversitesi. http://www.aydin.edu.tr/belgeler/IAUSTEM-Egitimi-Turkiye-Raporu2015.pdf.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu.* İstanbul: Scala Basım.

Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. Kaplan Sayı, A. ve Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*.

Akgündüz, D., Ertepınar, H.,, Ger, A. M. Kaplan Sayı, A. ve Türk, Z. (2015). *STEM eğitimi çalıştay raporu Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*.

Akgündüz, D. (2018). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi.* Ankara: Anı Yayıncılık.

Alan, B. (2019). *Genel öğretmenlik yeterliliklerinin belirlenmesi ve yeterliliklere dayali bir hizmet öncesi öğretmen eğitimi programinin tasarlanmasi.* Doktora tezi.

Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Fırsatlar ve riskler. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, 1-7.

Asghar, A., Ellington, R., Rice, E., Johnson, F. ve Prime, G. M. (2012). Supporting STEM education in secondary science contexts. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, *6*(2), 4.

Avrupa Komisyonu. (2013). *Education and training. Supporting teacher competence development for better learning outcomes*. http://ec.europa.eu/education/policy/ school/teaching-professions.

Avrupa Komisyonu. (2018). *Avrupa'da öğretmenler ve okul liderlerine ilişkin temel veriler*.

Aydeniz, M. (2017). *Eğitim sistemimiz ve 21. yüzyıl hayalimiz: 2045 hedeflerine ilerlerken, Türkiye için STEM odaklı ekonomik bir yol haritası.* University of Tennessee.

Aydin-Gunbatar, S., Ekiz-Kiran, B., & Oztay, E. S. (2020). Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge for integrated STEM development with LESMeR model. *Chemistry Education Research and Practice*, *21*(4), 1063-1082.

Bahar, A. ve Adiguzel, T. (2016). Analysis of factors influencing interest in STEM career: Comparison between American and Turkish high school students with high ability. *Journal of STEM Education*, *17*(3), 4-69.

Bakanlığı-MEB, M. E. (2016). *STEM eğitimi raporu.* Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Yayınlar.

Bakırcı, H. ve Kutlu, E. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin FeTeMM yaklaşımı hakkındaki görüşlerinin belirlenmesi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, *9*(2), 367-389.

Balka, D. (2011). Standards of mathematical practice and STEM. *Math-science connector newsletter*, 6-8.

Ball, D. L., Thames, M. H. ve Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, *59*(5), 389-407.

Banks, F. ve Barlex, D. (2014). *Teaching STEM in the secondary school: Helping teachers meet the challenge*. Routledge.

Barak, M. (2014). Closing the gap between attitudes and perceptions about ICT-enhanced learning among pre-service STEM teachers. *Journal of Science Education and Technology*, *23*(1), 1-14.

Baran, M., Türkan, M. B., Efe, H. A. ve Maskan, A. (2018, June). Fen alanları öğretmenlerinin fen, teknoloji, matematik ve mühendislik (FETEMM) farkındalık düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. In *ICPESS (International Congress on Politic, Economic and Social Studies)* (No. 4).

Baribeau, C. ve Germain, M. (2010). L'entretien de groupe: considérations théoriques et méthodologiques. *Recherches Qualitatives*, *29*(1), 28-49.

Belek, F. (2018). *FeTeMM etkinliklerinin, fen bilgisi öğretmen adaylarının öz-yeterlik inançlarına, FeTeMM eğitim yaklaşımına ve fen öğretimine yönelik düşüncelerine etkisinin incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Çanakkale On Sekiz MArt Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Birch, P., Balcon, M. P. ve Bourgeois, A. (2018). Teaching careers in Europe: access, progression, and support. *European Commission / EACEA / Eurydice. Luxembourg: Publications Office of the European Union*.

Blömeke, S. ve Delaney, S. (2012). Assessment of teacher knowledge across countries: A review of the state of research. *ZDM*, *44*(3), 223-247.

Boon Ng, S. (2019). *Exploring STEM competences for the 21st century.*

Brewer, E. W. (2007). Delphi technique. *Encyclopaedia of Measurement and Statistics*, *1*, 240-246.

Brockhoff, K. (1975). *IV. E. The performance of forecasting groups in computer dialogue and face-to-face discussion.* (Vol. 68, p. 291). Addison Wesley Publishing Company.

Brown, J. (2012). The current status of STEM education research. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, *13*(5).

Brown, D. B. (2011). *Evaluating the effectiveness of mathematics, science and technology teacher preparation academies in Texas.* Doctoral dissertation, Texas A & M University, Texas.

Bulut, M. (2019). *Bilim ve sanat merkezlerinde STEM uygulaması ve öğretmenlerin STEM uygulaması hakkındaki görüşlerinin incelenmesi.* Yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2019). *Bilimsel Araştırma Yöntemi.*

Bybee, R. W. (2010). *What is STEM education?.*

Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.

Çalik, H. (2020). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM etkinlikleri ve STEM temelli robotic etkinliklerinin hipotetik-yaratıcı akıl yürütme becerisi, yaşam boyu öğrenme ve yapılandırmacı öğrenme gelişimine etkisinin incelenmesi.* Yüksek lisans tezi. Binali Yıldırım Üniversitesi, Erzincan.

Capobianco, B. M. ve Rupp, M. (2014). STEM teachers' planned and enacted attempts at implementing engineering design-based instruction. *School Science and Mathematics*, *114*(6), 258-270.

Chan, K. K. H., Yeh, Y. F. ve Hsu, Y. S. (2019). A framework for examining teachers' practical knowledge for STEM teaching. In *Asia-Pacific STEM Teaching Practices* (pp. 39-50). Springer, Singapore.

Çepni, S. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM (+ A/+ E) eğitimi* (1. baskı). Ankara: PegemA Yayıncılık.

Çevik, M., Şanlıtürk, A. D. ve YağcıI, A. (2017). Evaluation of STEM (Science–Technology–Engineering–Mathematics) awareness of secondary school teachers with various variables. *Sakarya University Journal of Education*, *7*(3), 584-599.

Clayton, M. J. (1997). Delphi: a technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education. *Educational Psychology, 17*(4), 373-386.

Çolakoğlu, M. H. ve Gökben, A. G. (2017). Türkiye'de eğitim fakültelerinde fetemm (stem) çalışmaları. *Informal Ortamlarda Araştırmalar Dergisi*, *2*(2), 46-69.

Conway, P., Murphy, R., Rath, A. ve Hall, K. (2009). *Learning to teach and its implications for the continuum of teacher education: A nine-country cross-national study.*

Çorlu, M. S. ve Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi.*

Çorlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, *39*(171), 74-85.

Corrigan, D., Dillon, J. ve Gunstone, R. (Eds.). (2011). *The professional knowledge base of science teaching*. Dordrecht: Springer.

Council of Chief State School Officers. (2013, April). Interstate Teacher Assessment and Support Consortium. *InTASC model core teaching standards and learning progressions for teachers 1.0: A Resource for ongoing teacher development.* Washington DC.

Crick, R. D. (2008). Key Competencies for Education in a European Context: narratives of accountability or care. *European Educational Research Journal, 7*(3), 311-318.

Dalkey, N., &Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science,* 9(3), 458-467.

Dalkey, N. C. (1967). *Delphi* (No. P-3704). Rand Corp Santa Monica CA.

Davidson, P. L. (2013). The Delphi technique in doctoral research: Considerations and rationale. *Review of Higher Education and Self-Learning, 6*(22), 53-65.

Değirmenci, S. (2020). *STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öz yeterliliklerinin ve uygulamalarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonu açısından yaşadıkları sorunların belirlenmesi.* Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Demirel, Ö. (2007). *Eğitimde program geliştirme*. Pegem Yayıncılık.

Department for Education UK. (2013) *Teachers' standards*. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/208682/Teachers__Standards_2013.pdf

Diamond, I. R., Grant, R. C., Feldman, B. M., Pencharz, P. B., Ling, S. C., Moore, A. M. ve Wales, P. W. (2014). Defining consensus: a systematic review recommends methodologic criteria for reporting of Delphi studies. *Journal of clinical epidemiology*, *67*(4), 401-409.

Downe-Wamboldt, B. (1992). Content analysis: Method, applications and issues. *Health care for women international*, *13*(3), 313-321.

Ejiwale, J. A. (2013). Barriers to successful implementation of STEM education. *Journal of Education and Learning*, *7*(2), 63-74.

Ekionea, J. B., Bernard, P. ve Plaisent, M. (2011). Consensus par la méthode Delphi sur les concepts clés des capacités organisationnelles spécifiques de la gestion des connaissances. *Recherches Qualitatives*, *29*(3), 168-192.

Eraut, M. (1998). Concepts of competence. *Journal of Interprofessional Care*, *12*(2), 127-139.

Feenberg, A. (2006). What is philosophy of technology. In J. R. Dakers (Ed.), *Defining technological literacy: Towards an epistemological framework.* New York: Palgrave Macmillan

Gökbayrak, S. ve Karışan, D. (2017). Altıncı sınıf öğrencilerinin FeTeMM temelli etkinlikler hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, *3*(1), 25-40.

Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher* education. New York: Teachers College Press.

Haste, H. (2009). What is 'competence'and how should education incorporate new technology's tools to generate 'competent civic agents'. *The Curriculum Journal*, *20*(3), 207-223.

Helmer, O. (1966). *The use of the delphi technique in problems of educational innovations.*

Herschbach, D. R. (2011). The STEM initiative: Constraints and challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, *48*(1), 96-122.

Hill, H. C., Ball, D. L. ve Schilling, S. G. (2008). Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students. *Journal for Research in Mathematics Education*, 372-400.

Holey, E. A., Feeley, J. L., Dixon, J. ve Whittaker, V. J. (2007). An exploration of the use of simple statistics to measure consensus and stability in Delphi studies. *BMC medical Research Methodology*, *7*(1), 52.

Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. A. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research* (Vol. 500). Washington, DC: National Academies Press.

Hourigan, M. ve Donaghue, J. (2013). The challenges facing initial teacher education: Irish prospective elementary teachers' mathematics subject matter knowledge. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 44*(1), 36-58.

Howard, K. (2015). *Educating cultural heritage information professionals for Australia's galleries, libraries, archives and museums: A grounded Delphi study.* (Doctoral dissertation), Queensland University of Technology..

Hsu, C. C. ve Sandford, B. A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation,* 12(10), 1-8.

Hsu, Y. S. ve Fang, S. C. (2019). Opportunities and challenges of STEM education. In *Asia-Pacific STEM Teaching Practices* (pp. 1-16). Springer, Singapore.

Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace Data. *Journal of Science Education and Technology, 25*(2), 284-301.

Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E. ve Moore, T. J. (Eds.). (2015). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. Routledge.

Jolly, A. (2017). STEM by Design. *Abingdon, UK: Routledge*.

Kearney, C. (2016). Is there a shortage of STEM teachers in Europe. *European Schoolnet*.

Kelley, T. R. ve Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 11.

Kırılmazkaya, G. (2017). Investigation of elementary pre-service teachers' opinions on STEM teaching (Şanlıurfa sample). *Harran Educational Journal, 2*(2), 59-73.

Kohler, M. J. ve Mishra, P. (2006). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *J. Educational Computing Review, 32*(2), 131-152.

Korkmaz, Ö. ve Buyruk, B. (2016). Öğrencilerin fen ve teknolojiye dönük kavramları günlük hayatla ilişkilendirme durumları. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 35*(1), 159-172.

Landeta, J. (2006). Current validity of the Delphi method in social sciences. Technological Forecasting and Social Change, 73, 467-482.

Le Deist, F. D. ve Winterton, J. (2005). What is competence? *Human resource Development International, 8*(1), 27-46.

Leung, S. O. (2011). A comparison of psychometric properties and normality in 4-,5-,6-, and 11-point Likert scales. *Journal of Social Service Research, 37*(4), 412-421.

Lin, K. Y. ve Williams, P. J. (2015). Taiwanese preservice teachers' science, technology, engineering, and mathematics teaching İntention. *International Journal of Science and Mathematics Education,* 1- 16.

Linestone, H.A ve Turoff, M. (Eds). (2002). *The delphi method: Techniques and applications.* Reading, MA: Addison-Wesley.

Magnusson, S., Krajcik, J. ve Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsomeand N. G. Lederman (ed.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education.* (pp. 95-132). Boston: Kluwer.

Marope, M. (2017). *Reconceptualizing and repositioning curriculum in the 21st century: A global paradigm shift.* Retrieved 22 April 2018 from http://www. ibe. unesco. org/en/news/documentreconceptualizing-and-repositioning-curriculum-21st-century.

Matthews, M. R. (Ed.). (2017). *History, philosophy and science teaching: New perspectives*. Springer.

McKenna, H. P. (1994). The Delphi technique: A worthwhile research approach for nursing?. *Journal of Advanced Nursing*, *19*(6), 1221-1225.

Mead, D. ve Moseley, L. (2001). The use of the Delphi as a research approach. *Nurse Researcher (through 2013)*, *8*(4), 4.

MEB. (2006). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri.* Ankara: Milli Eğitim Basımevi.

MEB. (2008). *Öğretmen yeterlikleri.* Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programi (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).* Ankara: Millî Eğitim Bakanliği Temel Eğitim Genel Müdürlüğü. Taslak Program

Merriam, S.B. ve Grenier, R.S. (Eds). (2019). *Qualitative reserach in practice: Examples for discussion and analysis.* John Wiley & Sons.

Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. sage.

Miles, M.B., Huberman, M. ve Saldana, J. (2013). *Qualitative data analysis.* 3rd edn London.

Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2017). *Öğretmenlik mesleği genel yeterlikleri.* Ankara: Öğretmen Yetiştirme ve Geliştirme Genel Müdürlüğü.

Milner, N., Ben-Zvi, R. ve Hofstein, A. (1987). Variables that Affect Students' Enrolment in Science Courses. *Research in Science and Technological Education*, Vol. 5, No. 2, p. 201.

Milner-Bolotin, M. (2018). Evidence-based research in STEM teacher education: From theory to practice. In *Frontiers in Education* (Vol. 3, p. 92). Frontiers.

Milner-Bolotin, M. (2018). Technology-supported İnquiry in STEM teacher education: from old challenges to new possibilities. In *K-12 STEM Education: Breakthroughs in Research and Practice* (pp. 893-915). IGI Global.

Mitcham, C. (1994). *Thinking through technology: The path between engineering and philosophy*. University of Chicago Press.

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A. ve Stohlmann, M. S. (2014). A framework for quality K-12 engineering education: Research and development. *Journal of Pre-college Engineering Education Research (J-PEER)*, *4*(1), 2.

Moore, T. J., Guzey, S. S. ve Brown, A. (2014). Greenhouse design: An engineering unit. *Science Scope*, *37*(7), 51.

Moore, T. J., Johnson, C. C., Peters-Burton, E. E. ve Guzey, S. S. (2015). The need for a STEM road map. *STEM road map: a framework for integrated STEM education. Routledge*, *1*.

Moore, T. J. (2019). STEM Summit 18.02.2020 tarihinde http://www.ncesd.org/service/stem/stemsummit/ adresinden erişildi.

Morgan, D.L. (1996). *Focus groups as Qualitative Research* (Vol.16) Sage Publications.

Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, *20*, 2-7.

Murry Jr, J. W. ve Hammons, J. O. (1995). Delphi: A versatile methodology for conducting qualitative research. *The Review of Higher Education*, *18*(4), 423-436.

National Research Council. (2012). *Discipline-based education research: Understanding and improving learning in undergraduate science and engineering*, S. R. Singer, N. R. Nielsen, ve H. A. Schweingruber (Eds.), Washington, DC: The National Academies Press. http://www.nap.edu/catalog. php?record_id=13362

National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research.* Washington, DC: National Academies Press. doi, 10, 18612.

OECD. (2017). *PISA 2015 collaborative problem-solving framework.* Paris: OECD.Publishing. https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Collaborative%20Problem%20Solving%20Framework%20.pdf adresinden alındı.

Özbilen, A. G. (2018). STEM eğitimine yönelik öğretmen görüşleri ve farkindaliklari. *Scientific Educational Studies, 2*(1), 1-21.

Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(2), 334-351.

Özel, S. (2013). W3 of STEM project-based learning: Who, where, and when: Revisited. In *STEM project-based learning* (pp. 41-49). Brill Sense.

Özkan, C. (2020). *STEM eğitimi bağlamında öğretmenlerin el becerilerinin ölçümü ve değerlendirilmesi.* Yüksek lisans tezi. Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Park, S. ve Oliver J. S. (2008), Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. *Research in Science Education, 38,* 261-284.

Powell, C. (2003). The Delphi technique: Myths and realities. *Journal of advanced nursing, 41*(4), 376-382.

Purzer, S., & Shelley, M. (2018). The Rise of Engineering in STEM Education: The "E" in STEM. Research highlights in STEM education, 38

Radloff, J. ve Guzey, S. (2016). Investigating preservice STEM teacher conceptions of STEM education. *Journal of Science Education and Technology, 25*(5), 759-774.

Radloff, J. ve Guzey, S. (2017). Investigating changes in preservice teachers' conceptions of STEM education following video analysis and reflection. *School Science and Mathematics, 117*(3-4), 158-167.

Reeve, E. M. (2015). STEM thinking!. *Technology and Engineering Teacher, 75*(4), 8-16.

Rinke, C. R., Gladstone-Brown, W., Kinlaw, C. R. ve Cappiello, J. (2016). Characterizing STEM teacher education: Affordances and constraints of explicit STEM preparation for elementary teachers. *School Science and Mathematics, 116*(6), 300-309.

Şahin, E. (2019). *Öğretmenlerin STEM eğitiminde ilişkin mesleki yeterliklerinin belirlenmesi.* Yüksel lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

Salami, M. K. Al, Makela, C. J. ve Miranda, M. A. (2015). Assessing changes in teachers' attitudes toward İnterdisciplinary STEM teaching. *International Journal of Technology and Design Education, 27*(1), 63–88. https://doi.org/10.1007/s10798-015-9341-0.

Sandall, B. K., Sandall, D. L. ve Walton, A. L. (2018). Educators' perceptions of integrated STEM: A phenomenological study. *Journal of STEM Teacher Education, 53*(1), 3.

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

Satchwell, R. E. ve Loepp, F. L. (2002). Designing and implementing an integrated mathematics, science, and technology curriculum for the middle school. *Journal of Industrial Teacher Education, 39*(3), 41–66.

Saxton, E., Burns, R., Holveck, S., Kelley, S., Prince, D., Rigelman, N. ve Skinner, E. A. (2014). *A common measurement system for K-12 STEM education: Adopting an educational evaluation methodology that elevates theoretical foundations and systems thinking.* Studies in Educational Evaluation.

Scheele, D. S. (2002). Reality construction as a product of Delphi interaction. In H. A. Linston, M. Turoff, ve O. Helmer (Eds.), *The Delphi method techniques and applications* (pp. 35–67). Newark, NJ: NJIT. Retrieved from http://is.njit.edu/pubs/ delphibook/

Schmidt, R. C. (1997). Managing Delphi surveys using nonparametric statistical techniques. *Decision Sciences, 28*(3), 763-774.

Shabani, K., Khatib, M. ve Ebadi, S. (2010). Vygotsky's zone of proximal development: ınstructional ımplications and teachers' professional development. *English language teaching, 3*(4), 237-248.

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M. ve Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education, 4*(1), 13.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review, 57*(1), 1-23.

Sithole, A., Chiyaka, E.T., McCarthy, P., Mupinga, D.M, Bucklein, B.K. ve Kibirige, J. (2017). Student attraction, persistence and retension in stem programs: successes and continuing challenges. *Higher Education Studies*, *7*(1), 46-59.

Skulmoski, G. J., Hartman, F. T. ve Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of Information Technology Education: Research*, *6*(1), 1-21.

Song, M. (2017). Teaching integrated STEM in Korea. *LUMAT-B: International Journal on Math, Science and Technology Education*, *2*(4), 61-72.

Srikoom, W., Faikhamta, C. ve Hanuscin, D. (2018). Dimensions of effective STEM integrated teaching practice. *K-12 STEM Education*, *4*(2), 313-330.

Stohlmann, M., Moore, T. J. ve Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, *2*(1), 4.

Tam, A. C. F. (2015). Exploring teachers' beliefs about teacher learning in professional learning communities and their influence on collegial activities in two departments. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, *45*(3), 422-444.

Tamir, P. (1998). Assessment and evaluation in science education: Opportunities to learn and outcomes. In B. J. Fraserand K.G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education.* (pp. 761–789). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

Tarkın-Çelikkıran, A. ve Aydın-Günbatar, S. (2017). Investigation of pre-service chemistry teachers' opinions about activities based on stem approach. *YYU Journal*.

TDA (Training and Development Agency for Schools). (2007). *Teacher professionalism: Professional teaching standards.* http://www.tda.gov.uk/teachers/professional standards.aspx

Tersine, R. J. ve Riggs, W. E. (1976). The Delphi technique: A long-range planning tool. *Business Horizons*, *19*(2), 51-56.

Thomas, T. A. (2014). *Elementary teachers' receptivity to integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education in the elementary grades* (Doctoral dissertation). Retrieved from Proquest. (3625770).

Tschannen-Moran, M., Hoy, A. W., & Hoy, W. K. (1998). Teacher efficacy: Its meaning and measure. *Review of educational research*, *68*(2), 202-248.

Tsupros, N., Kohler, R. ve Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. *Intermediate Unit, 1*, 11-17.

Tunç, C. (2019). *STEM: Bütünleşik öğretmenlik çerçevesine yönelik hizmet içi eğitim programının uygulanması ve değerlendirilmesi.* Doktora tezi. Gaziantep Üniversitesi, Gaziantep.

Türk Eğitim Derneği (TED). (2009). *Öğretmen yeterlikleri.* Ankara: Türk Eğitim Derneği.

Türk, N. (2019). *Eğitim fakültelerinin lisans programlarına yönelik fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) öğretim programının tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi.* Doktora tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.

TUSİAD. (2014). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanında eğitim almış iş gücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması.* Demands and expectations towards labour force educated on Science, technology, engineering and mathematics.

TÜSİAD. (2017). *2023'e doğru Türkiye'de STEM gereksinimi.* Türk Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği.

Ünal, E. (2019). *STEM eğitimi almış ortaokul matematik öğretmenlerinin STEM odaklı etkinliklerin kullanışlılığına ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi.* Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.

UNDP. (2019). *Sustainable development goals.* http://www.undp.org/content/undp/en/ home/sustainable-developme nt-goals.html.

Van der Schaaf, M.F. ve Stokking, K. M. (2011). Construct validation of content standards for teaching. *Scandinavian Journal of Educational Research, 55*(3), 273- 289.

Van de Ven, A., H.& Delbecq, A. ,L. (1974). The effectiveness of Nominal Delphi and Interacting group decision making process. *The Academy of Management Journal, 17(4), 605-621.*

Vasquez, J. A. (2015). STEM--beyond the acronym. *Educational Leadership*, *72*(4), 10-15.

Vasquez, J. A., Sneider, C. I. ve Comer, M. W. (2013). *STEM lesson essentials, grades 3-8: Integrating science, technology, engineering, and mathematics* (pp. 58-76). Portsmouth, NH: Heinemann.

Vehuni, A. (2015). *Preservice teacher preparation for engineering ıntegration in K-5.* Doctoral dissertation, University of Southern California, California.

Vossen T. E., Henze I., De Vries M. J. and Van Driel J. H., (2019), Finding the connection between research and design: the knowledge development of STEM teachers in a professional learning community, *Int. J. Technol. Des. Educ.*, 1–26.

Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Readings on the Development of Children*, *23*(3), 34-41.

Wagner, T. (2008). *The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need-and what we can do about it.* Basic Books.

Warford, M. K. (2011). The zone of proximal teacher development. *Teaching and teacher education*, *27*(2), 252-258.

Welty, G. (1972). *Problems of selecting experts for Delphi exercises.*

Wieman, C. (2012). Applying new research to improve science education. *Issues in Science and Technology*, *29*(1), 25-32.

Williamson, M.G.,& Clevenger-Bright M.(2008). Rethinking teacher capacity. M.Cochran-Smith, F. Nemsor, &DJ Mclyntre, *Handbook of research on teacher education: Enduring questions in changing contexts,* 134-156.

Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B. ve Türk, C. (2018). *Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşleri: Uygulamalı bir çalışma.*

Yıldırım, P. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (stem) entegrasyonuna ilişkin nitel bir çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (35), 31-55.

Yu, J. H., Luo, Y., Sun, Y. ve Strobel, J. (2012). A conceptual K-6 teacher competency model for teaching engineering. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, *56*, 243-252.

EKLER

EK-1. UZMAN GRUP-1 GÖRÜŞME FORMU

TARİH :

SAAT:

Merhaba, adım Fatma CANER. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Fizik Öğretmenliği Programında doktora öğrencisiyim. Bütünleşik STEM öğretmen yeterliklerinin belirlenmesi üzerine bir tez çalışması hazırlıyorum. Bu yeterliklerin hazırlanması konusunda sizlerin görüşlerinizin ve deneyimlerinizin önemli olduğunu düşünüyorum. Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Görüşmemizde süreçte söyleyeceklerinizin hepsinin gizli tutulacağını ve başka bir yerde kullanılmayacağını belirtmek isterim. Araştırmanın raporunda isminiz ve kimliğinizle ilgili hiçbir bilgi yer almayacaktır, sizlere isim kodları verilecektir.

Görüşmeye katılımınız isteğe bağlıdır. Sakıncası yoksa skype üzerinden yapacağımız bu görüşmeyi kayıt altına almak istiyorum. Görüşmeye başlamadan önce sormak istediğini herhangi bir düşünceniz var mı?

Görüşmemizin yaklaşık 75 dakika süreceği ve gerekirse de iki defada yapılacağını tahmin ediyorum. İzin verirseniz sorularıma geçmek istiyorum.

Fatma CANER
Marmara Üniversitesi
Fizik Öğretmenliği Doktora Öğrencisi

GÖRÜŞME SORULARI

1. Mühendislik tasarım süreci açısından değerlendirildiğinde STEM öğretmenin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
2. STEM ders planı hazırlama açısından baktığımızda STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
3. Sorgulama ve sorgulamayı yürütme açısından bakarsak STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması gerekir?
4. Proje Tabanlı Öğrenme, Tasarım Temelli Öğrenme ya da Problem Tabanlı Öğrenme açısından değerlendirdiğimizde STEM öğretmeninin hangi yeterliklere sahip olması beklenir?
5. STEM öğretmeninin hazırlayacağı STEM etkinlik yönergeleri konusunda dikkat etmesi gereken hususlar nelerdir? Bu yönergenin içeriğinin olmazsa olmazı nelerdir?
6. Teknolojiyi etkin kullanma bir STEM öğretmen yeterliği midir?
7. STEM öğretmen, öğrencilerini nasıl ölçüp değerlendirmelidir?
8. STEM öğretmeninin alan bilgisi (fizik, kimya, matematik, biyoloji vb.) pedagojik bilgi ve pedagojik alan bilgisi bakımından yeterli olduğunun göstergesi/ ölçütü/ kanıtı nedir?
9. STEM öğretmeninin alanı dışındaki diğer STEM disiplinlerine ilişkin alan bilgisinin yeterli olduğunun ölçütü nedir?
10. STEM müfredat bilgisi yeterliği neleri içermelidir? Günlük yaşam bağlamı oluşturarak MEB kazanımlarını ilişkilendirmek STEM müfredat bilgisi yeterliğini oluşturur mu? STEM müfredatı hakkında ne düşünüyorsunuz?
11. Disiplinlerarası bağlantı yapabilme bir yeterlik midir? Bunu yapabilmek için uygun öğretim stratejileri nelerdir?
12. STEM öğretmen, hayat boyu öğrenen mi olmalıdır? Mesleki gelişimine/ araştırmalara/ eğitimlere ne derece önem vermelidir?
13. Meslektaşları, veliler ve paydaşlarla iletişimde bulunmak ve iş birliği yapmak STEM öğretmeninin işine yarar mı? Nasıl?
14. STEM öğretmeni plan yaparken hangi öğrenci özelliklerini dikkate almalıdır? Öğrencilerin öğrenme zorluklarının, öğrenme stillerinin farklılığı ve kavram yanılgılarının farkında olmak STEM yeterliği midir?
15. STEM öğretmeninin, öğrencilerin kariyer planlamasındaki rolü sizce nedir? Nasıl olmalıdır?

EK-2. 2. TUR DELPHİ ANKETİ

STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mehmet Hocam,

Geçen yıl yapmış olduğumuz odak grup görüşmeleri sonucunda STEM öğretmen yeterliklerini şu dört bileşen altında topladım:

Bilişsel Özellikler,
Öğretim Becerileri,
Duyuşsal Özellikler (İnançlar/Tutumlar/ Eğilimler),
Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı.

Bundan sonraki süreçte Delphi tekniği kullanarak çalışmamı tamamlamayı planlıyorum. Ekteki formda, odak grup görüşmesine katılan sizlerin ifadelerinden elde edilen öğretmen yeterlikleri üzerine çıkarımlarım bulunmaktadır. Formun devamında görebileceğiniz gibi her bileşenin açıklaması yapılmıştır ve her bileşen alt bileşenlerden oluşmaktadır. Alt bileşenlerin içerisinde sizin ifadelerinizden çıkarılan STEM öğretmen yeterlikleri bulunmaktadır. Alt bileşenin içinde bir yeterliğin olmaması, o alt bileşenle ilgili bir çıkarım yapılamadığını göstermektedir.

Lütfen yeterliklerin yanındaki kutucukları işaretleyerek düşüncelerinizi onaylayınız. O yeterliğin ilgili alt bileşenin altında yer almaması gerektiğini düşünüyorsanız kutucuğu işaretlemeyiniz. Belirtilen yeterlikler sadece sizin söylemlerinize dayanmaktadır. Diğer katılımcılardan elde edilen yeterliklerinden yararlanmak isteseniz size mail olarak gönderdiğim listeyi kullanabilirsiniz.

Veri kaybının önlenmesi açısından da formu bilgisayar ekranından doldurmanız uygun olacaktır. Ben sizden gelen formu aldığımda size mail yoluyla geri dönüş yapacağım.

Çok sevgiler,

Fatma CANER

1. BİLEŞEN: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

ALT BİLEŞEN-1: STEM ALAN BİLGİSİ (ANA DİSİPLİN-YAN DİSİPLİN)

1. Bilişsel özellikler; STEM alan bilgisi, disiplinler arası bağlantı kurma ve müfredat bilgisi olarak üç alt bileşende incelenmektedir ve sizin görüşlerinize ait STEM Öğretmen yeterlikleri aşağıda sıralanmıştır. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

Check all that apply.

- [ ] Ögrenme surecine rehberlik eder.
- [ ] Öğrencilerin basarili ve etkin katilimini sağlar ve doğru yönlendirir.
- [ ] Öğrenme aktivitisine bağlı olarak öğrencilerin alan bilgisini derinlemesine öğrenmesini sağlar.
- [ ] Öğrencilerine uygun sorular sorar ve onları değerlendirir.
- [ ] Bağlama bağlı olarak alan bilgisine ve pedagojik bilgiye sahiptir.
- [ ] Alan bilgilerini anlamli bir sekilde bütünleştirir.
- [ ] Mühendislik tasarım sürecinin yönetimi için de pedagojik, ölçme ce değerlendirme bilgisine sahiptir.
- [ ] Tasarım Odaklı düşünceye hakimdir.
- [ ] Öğrencilerin sahip olması gereken becerileri öne çıkarır.
- [ ] Öğrencilere yeterli derecede anlamlı, günlük hayat ile karşılığı olan projeler sunar.

2. STEM Alan Bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. ALT BİLEŞEN-2:Disiplinler Arası Bağlantı Kurma

Check all that apply.

- [ ] Disiplinlerarası bağlantıları planlar, gerekli ilişkileri kurar.
- [ ] Bilgiyi uygun bağlama ve probleme uyarlar.

4. Disiplinler Arası Bağlantı Kurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

5. ALT BİLEŞEN-3:Müfredat Bilgisi

6. Müfredat bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

2. BİLEŞEN- ÖĞRETİM BECERİLERİ (STEM DERS KURGULAMA/UYGULAMA

7. Öğretim Becerileri; Öğretim stratejisi belirleme, STEM ders planı hazırlama, STEM yönerge hazırlama, sorgulama temelli öğretim, teknoloji okuryazarlığı, öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurma ve ölçme&değerlendirme olarak yedi alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

8. ALT BİLEŞEN-1:Öğretim Stratejisi Belirleme

9. Öğretim stratejisi belirlemeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

10. ALT BİLEŞEN-2:STEM Yönerge Hazırlama

Check all that apply.

☐ Öğrencilerin süreçte ne yapacaklarını, ne kadar süreceğini içeren bir yönerge hazırlar.

11. STEM yönerge hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

12. ALT BİLEŞEN-3:STEM Ders Planı Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Öğrencilerini tanıyıp onların farklılıklarını göz önünde bulundurur ve bunu ders planına yansıtır.
- [ ] Ders planında diğer branş öğretmenlerinin katkısının olmasını sağlar
- [ ] Discourse (Söylem), argümantasyon ve kritik düşünmeye ders planında yer verir
- [ ] Amacının sadece aktiviteyi tamamlamak olmadığının farkındadır.
- [ ] Öğrenci odaklı STEM ders planı oluşturur ve süresini belirler.

13. STEM ders planı hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

14. ALT BİLEŞEN-4: Sorgulama Temelli Öğretim

Check all that apply.

- [ ] Öğrenciye soru üretebilmesi için geçerli bir içerik sunar.
- [ ] Öğrenciye soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.

15. Sorgulama temelli öğretime eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

16. ALT BİLEŞEN-5: Teknoloji Okuryazarlığı

17. Teknoloji okuryazarlığına eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

18. ALT BİLEŞEN-6: Öğrenci Faklılıklarını Göz Önünde Bulundurma

19. Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

20. ALT BİLEŞEN-7: Ölçme & Değerlendirme

Check all that apply.

- [ ] Yıl sonunda MEB becerileri ölçmeli.
- [ ] Mühendislik tasarım sürecinin yönetimi için de pedagojik, ölçme ve değerlendirme bilgisine sahiptir.

21. Ölçme ve değerlendirmeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. BİLEŞEN: DUYUŞSAL ÖZELLİKLER (İNANÇLAR/TUTUMLAR/ EĞİLİMLER)

22. Duyuşsal özellikler; hayat boyu öğrenen olma ve mesleki gelişimine önem verme olarak iki alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

23. ALT BİLEŞEN-1:Hayat Boyu Öğrenen Olma

Check all that apply.

- [ ] Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi verir.
- [ ] Öğrencilerin günlük hayat ile ilgili sorunlarını tespit eder.
- [ ] Sürekli öğrenen ve uygulayandır.

24. Hayat boyu öğrenen olmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

25. ALT BİLEŞEN-2:Mesleki Gelişimine Önem Verme

Check all that apply.

- [ ] Kendi geliştirilmesi gereken yönlerini görür ve fark eder.
- [ ] Mühendislik tasarım süreci ile ilgili tecrübeleri bulunur.

26. Mesleki gelişimine önem vermeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

4. BİLEŞEN: ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (Ö-YGA)

27. Öğretmen yakınsak gelişim alanı; iş birliği, öğrenme topluluklarının içinde bulunma ve kariyer planlamada destek verme olarak üç alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

28. ALT BİLEŞEN-1:İş Birliği (Meslekdaş- veli- paydaşlar)

Check all that apply.

☐ İş birliği yaparak hem öğrenci hakkında hem de öğrenme ortamı planlamasında yeni bilgiler edinir.

29. İş birliğine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

30. ALT BİLEŞEN-2: Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma

31. Öğrenme topluluklarının içinde bulunmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

32. ALT BİLEŞEN-3: Kariyer Planlamada Destek Verme

Check all that apply.

☐ Öğrencilerine kariyer seçimleri konusunda destek olur, onların vizyonlarının geniş olmasını sağlar.

☐ Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunar ve kariyerin değişkenliği ile ilgili de onları bilgilendirir.

33. Kariyer planlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

Çalışmama destek verdiğiniz için çok teşekkür ederim:)

Kucak dolusu sevgiler.

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

EK-2. 2. TUR DELPHİ ANKETİ

STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yasemin Hocam,

Geçen yıl yapmış olduğumuz odak grup görüşmeleri sonucunda STEM öğretmen yeterliklerini şu dört bileşen altında topladım:

Bilişsel Özellikler,
Öğretim Becerileri,
Duyuşsal Özellikler (İnançlar/Tutumlar/ Eğilimler),
Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı.

Bundan sonraki süreçte Delphi tekniği kullanarak çalışmamı tamamlamayı planlıyorum. Ekteki formda, odak grup görüşmesine katılan sizlerin ifadelerinden elde edilen öğretmen yeterlikleri üzerine çıkarımlarım bulunmaktadır. Formun devamında görebileceğiniz gibi her bileşenin açıklaması yapılmıştır ve her bileşen alt bileşenlerden oluşmaktadır. Alt bileşenlerin içerisinde sizin ifadelerinizden çıkarılan STEM öğretmen yeterlikleri bulunmaktadır. Alt bileşenin içinde bir yeterliğin olmaması, o alt bileşenle ilgili bir çıkarım yapılamadığını göstermektedir.

Lütfen yeterliklerin yanındaki kutucukları işaretleyerek düşüncelerinizi onaylayınız. O yeterliğin ilgili alt bileşenin altında yer almaması gerektiğini düşünüyorsanız kutucuğu işaretlemeyiniz. Belirtilen yeterlikler sadece sizin söylemlerinize dayanmaktadır. Diğer katılımcılardan elde edilen yeterliklerinden yararlanmak isteseniz size mail olarak gönderdiğim listeyi kullanabilirsiniz.

Veri kaybının önlenmesi açısından da formu bilgisayar ekranından doldurmanız uygun olacaktır. Ben sizden gelen formu aldığımda size mail yoluyla geri dönüş yapacağım.

Çok sevgiler,

Fatma CANER

1. BİLEŞEN: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

ALT BİLEŞEN-1: STEM ALAN BİLGİSİ (ANA DİSİPLİN-YAN DİSİPLİN)

1. Bilişsel özellikler; STEM alan bilgisi, disiplinler arası bağlantı kurma ve müfredat bilgisi olarak üç alt bileşende incelenmektedir ve sizin görüşlerinize ait STEM Öğretmen yeterlikleri aşağıda sıralanmıştır. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

   Check all that apply.

   - [ ] Dersin içeriğine ait kavram yanılgılarını bilir.
   - [ ] Öğrencilerini iyi tanır.
   - [ ] Öğrenci ve velilerin bakış açılarını değiştirir.
   - [ ] Merak uyandıran projelerin varlığı ile onları yönlendirir.
   - [ ] Disiplinleri bütünleştirip öğrencilerine sunar.
   - [ ] Öğretmen diğer disiplinlerde de kendini geliştirir.
   - [ ] Yeterli içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.
   - [ ] Kendi seviyesine göre tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.
   - [ ] Tasarımı farklı bağlamlara adapte edeceğini bilir, tasarımları uygular ve süreci değerlendirir.

2. STEM Alan Bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. ALT BİLEŞEN-2:Disiplinler Arası Bağlantı Kurma

   Check all that apply.

   - [ ] Disiplinler arası bağlantılar için farklı bir alanda da uzmanlaşır.

4. Disiplinler Arası Bağlantı Kurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

5. ALT BİLEŞEN-3:Müfredat Bilgisi

6. Müfredat bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

2. BİLEŞEN- ÖĞRETİM BECERİLERİ (STEM DERS KURGULAMA/UYGULAMA

7. Öğretim Becerileri; Öğretim stratejisi belirleme, STEM ders planı hazırlama, STEM yönerge hazırlama, sorgulama temelli öğretim, teknoloji okuryazarlığı, öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurma ve ölçme&değerlendirme olarak yedi alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

8. ALT BİLEŞEN-1:Öğretim Stratejisi Belirleme

Check all that apply.

- [ ] Hangi sorularını soracağını, hangi stratejileri kullanacağını ve neyi ölçeceğini belirler.

9. Öğretim stratejisi belirlemeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

10. ALT BİLEŞEN-2:STEM Yönerge Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Başarı kriterlerinin yanında yönerge kağıdı ile de öğrencileri sorular sorarak yönlendirir.

11. STEM yönerge hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

12. ALT BİLEŞEN-3:STEM Ders Planı Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Öğrenciyi dersin kazanımlarına götürecek yolu adım adım hazırlar.
- [ ] Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.
- [ ] Ders planında öğrencilere başarı kriterleri belirler ve öğrencilerin bu başarı kriterlerini gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder
- [ ] Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.
- [ ] Ders planını uyguladıktan sonra hangi kısım işlediğine, hangi kısım işlemediğine, hangi öğrencilerde neden işlemediğine bakarak ders planını modifiye eder

13. STEM ders planı hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

14. ALT BİLEŞEN-4: Sorgulama Temelli Öğretim

Check all that apply.

- [ ] Öğrenciye soru sorabileceği bütüncül bir ders dizayn eder.
- [ ] Öğrencilere muhakeme (reasoning), örnekleme yapabilecekleri, problemlerini ve problemlerini nasıl çözdüklerini sunabilecekleri ortam sunar.
- [ ] Üstbiliş (metacognition) bilgisine sahiptir ve bunu dersinde modere eder.

15. Sorgulama temelli öğretime eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

16. ALT BİLEŞEN-5: Teknoloji Okuryazarlığı

Check all that apply.

- [ ] Gerekli dijital teknolojilere neyi ölçmek istediğine ve ne yaptığına bağlı olarak karar verir.

17. Teknoloji okuryazarlığına eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

18. ALT BİLEŞEN-6: Öğrenci Faklılıklarını Göz Önünde Bulundurma

Check all that apply.

- [ ] Dersin içeriğine ait kavram yanılgılarını bilir.
- [ ] Farklı öğrencilere hitap edecek ders tasarımı hazırlar.
- [ ] Farklı disiplinlerdeki/branşlardaki konuları öğrencilerin seviyesine uygun şekilde bütünleştirir.

19. Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

20. ALT BİLEŞEN-7: Ölçme & Değerlendirme

Check all that apply.

- [ ] Değerlendirme yaparken farklı yöntemler kullanır.

21. Ölçme ve değerlendirmeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. BİLEŞEN: DUYUŞSAL ÖZELLİKLER (İNANÇLAR/TUTUMLAR/ EĞİLİMLER)

22. Duyuşsal özellikler; hayat boyu öğrenen olma ve mesleki gelişimine önem verme olarak iki alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

23. ALT BİLEŞEN-1:Hayat Boyu Öğrenen Olma

Check all that apply.

- [ ] Öğrenmeyi sever ve devamlı bir değişim içindedir.
- [ ] Alan bilgisini ve pedagojik bilgisini de devamlı yeniler.
- [ ] Öğrenmeye açıktır, işbirliğine yatkındır.

24. Hayat boyu öğrenen olmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

25. ALT BİLEŞEN-2:Mesleki Gelişimine Önem Verme

26. Mesleki gelişimine önem vermeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

4. BİLEŞEN: ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (Ö-YGA)

27. Öğretmen yakınsak gelişim alanı; iş birliği, öğrenme topluluklarının içinde bulunma ve kariyer planlamada destek verme olarak üç alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

28. ALT BİLEŞEN-1:İş Birliği (Meslekdaş- veli- paydaşlar)

Check all that apply.

- [ ] Veliler ile işbirliği yapar ve onları etkinlik sürecine dahil eder.
- [ ] Matematik, biyoloji, kimya ve bilişim öğretmenleri ile beraber branşları bütünleştirerek planlama yapar

29. İş birliğine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

30. ALT BİLEŞEN-2: Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma

Check all that apply.

- [ ] Diğer branştan öğretmenlerle ya da dünya çapında diğer öğretmenlerle iş birliği içinde çalışma yapar.

31. Öğrenme topluluklarının içinde bulunmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

32. ALT BİLEŞEN-3: Kariyer Planlamada Destek Verme

33. Kariyer planlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

Çalışmama destek verdiğiniz için çok teşekkür ederim:)

Kucak dolusu sevgiler.

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

EK-2. 2.TUR DELPHİ ANKETİ

STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Selcen Hocam,

Geçen yıl yapmış olduğumuz odak grup görüşmeleri sonucunda STEM öğretmen yeterliklerini şu dört bileşen altında topladım:

Bilişsel Özellikler,
Öğretim Becerileri,
Duyuşsal Özellikler (İnançlar/Tutumlar/ Eğilimler),
Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı.

Bundan sonraki süreçte Delphi tekniği kullanarak çalışmamı tamamlamayı planlıyorum. Ekteki formda, odak grup görüşmesine katılan sizlerin ifadelerinden elde edilen öğretmen yeterlikleri üzerine çıkarımlarım bulunmaktadır. Formun devamında görebileceğiniz gibi her bileşenin açıklaması yapılmıştır ve her bileşen alt bileşenlerden oluşmaktadır. Alt bileşenlerin içerisinde sizin ifadelerinizden çıkarılan STEM öğretmen yeterlikleri bulunmaktadır. Alt bileşenin içinde bir yeterliğin olmaması, o alt bileşenle ilgili bir çıkarım yapılamadığını göstermektedir.

Lütfen yeterliklerin yanındaki kutucukları işaretleyerek düşüncelerinizi onaylayınız. O yeterliğin ilgili alt bileşenin altında yer almaması gerektiğini düşünüyorsanız kutucuğu işaretlemeyiniz. Belirtilen yeterlikler sadece sizin söylemlerinize dayanmaktadır. Diğer katılımcılardan elde edilen yeterliklerinden yararlanmak isteseniz size mail olarak gönderdiğim listeyi kullanabilirsiniz.

Veri kaybının önlenmesi açısından da formu bilgisayar ekranından doldurmanız uygun olacaktır. Ben sizden gelen formu aldığımda size mail yoluyla geri dönüş yapacağım.

Çok sevgiler,

Fatma CANER

1. BİLEŞEN: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

ALT BİLEŞEN-1: STEM ALAN BİLGİSİ (ANA DİSİPLİN-YAN DİSİPLİN)

1. Bilişsel özellikler; STEM alan bilgisi, disiplinler arası bağlantı kurma ve müfredat bilgisi olarak üç alt bileşende incelenmektedir ve sizin görüşlerinize ait STEM Öğretmen yeterlikleri aşağıda sıralanmıştır. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

   Check all that apply.

   - [ ] Öğrencilerin öğrenme zorluklarının, öğrenme stillerinin farklılığının, ilgilerinin ve kavram yanılgılarının farkındadır.
   - [ ] Mühendislik ve fen bilimleri dilini kullanır.
   - [ ] Kendi alanı üzerine yoğunlaşarak da STEM aktivitesi hazırlar.
   - [ ] (Team teaching) Grup öğretimi yapar.

2. STEM Alan Bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. ALT BİLEŞEN-2:Disiplinler Arası Bağlantı Kurma

   Check all that apply.

   - [ ] Disiplinler arası bağlantıları planlar.
   - [ ] Bağlama da uygun olacak şekilde disiplinler arasında bağlantı yapar.

4. Disiplinler Arası Bağlantı Kurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

5. ALT BİLEŞEN-3:Müfredat Bilgisi

Check all that apply.

☐ Konuya, şartlara göre diğer disiplinleri de katarak bütünleşik STEM aktivitesi hazırlar.

6. Müfredat bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

2. BİLEŞEN- ÖĞRETİM BECERİLERİ (STEM DERS KURGULAMA/UYGULAMA

7. Öğretim Becerileri; Öğretim stratejisi belirleme, STEM ders planı hazırlama, STEM yönerge hazırlama, sorgulama temelli öğretim, teknoloji okuryazarlığı, öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurma ve ölçme&değerlendirme olarak yedi alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

8. ALT BİLEŞEN-1:Öğretim Stratejisi Belirleme

9. Öğretim stratejisi belirlemeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

10. ALT BİLEŞEN-2:STEM Yönerge Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Laboratuvar aktivitelerini, hipotezlerini, verilerini kaydettikleri; analizlerini yaptıkları; ilk ve son tasarımlarını çizdikleri bir yönerge şeklinde –adım adım olmayan- rapor hazırlar.

11. STEM yönerge hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

12. ALT BİLEŞEN-3:STEM Ders Planı Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.
- [ ] Öğrenci merkezli ders planı oluşturur.
- [ ] Aktivitenin içerisine fen ve matematik konularını yerleştirir.
- [ ] Konuya göre mühendislik aktivitesi belirler.

13. STEM ders planı hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

14. ALT BİLEŞEN-4: Sorgulama Temelli Öğretim

Check all that apply.

- [ ] Muhakeme odaklı etkinlikler yapar.
- [ ] STEM proje konusunu belirlemede içsel sorgulama yapar.
- [ ] Sorular sorarak muhakemeye (reasoning) imkan tanır.

15. Sorgulama temelli öğretime eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

16. ALT BİLEŞEN-5: Teknoloji Okuryazarlığı

17. Teknoloji okuryazarlığına eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

18. ALT BİLEŞEN-6: Öğrenci Faklılıklarını Göz Önünde Bulundurma

Check all that apply.

- [ ] STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını cinsiyet farklılıklarını göz önünde bulundurur.

19. Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

20. ALT BİLEŞEN-7: Ölçme & Değerlendirme

Check all that apply.

- [ ] Raporlar ve mühendislik defterini rubrikler aracılığla ölçer.
- [ ] Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini sağlar.

21. Ölçme ve değerlendirmeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. BİLEŞEN: DUYUŞSAL ÖZELLİKLER (İNANÇLAR/TUTUMLAR/ EĞİLİMLER)

22. Duyuşsal özellikler; hayat boyu öğrenen olma ve mesleki gelişimine önem verme olarak iki alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

23. ALT BİLEŞEN-1:Hayat Boyu Öğrenen Olma

Check all that apply.

- [ ] Hevesli ve motivasyonu yüksektir.

24. Hayat boyu öğrenen olmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

25. ALT BİLEŞEN-2:Mesleki Gelişimine Önem Verme

26. Mesleki gelişimine önem vermeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

4. BİLEŞEN: ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (Ö-YGA)

27. Öğretmen yakınsak gelişim alanı; iş birliği, öğrenme topluluklarının içinde bulunma ve kariyer planlamada destek verme olarak üç alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

28. ALT BİLEŞEN-1:İş Birliği (Meslekdaş- veli- paydaşlar)

Check all that apply.

- [ ] Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için ebeveynlerle iş birliği yapar.

29. İş birliğine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

30. ALT BİLEŞEN-2: Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma

31. Öğrenme topluluklarının içinde bulunmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

32. ALT BİLEŞEN-3: Kariyer Planlamada Destek Verme

33. Kariyer planlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

Çalışmama destek verdiğiniz için çok teşekkür ederim:)

Kucak dolusu sevgiler.

EK-2. 2. TUR DELPHİ ANKETİ

STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Serkan Hocam,

Geçen yıl yapmış olduğumuz odak grup görüşmeleri sonucunda STEM öğretmen yeterliklerini şu dört bileşen altında topladım:

Bilişsel Özellikler,
Öğretim Becerileri,
Duyuşsal Özellikler (İnançlar/Tutumlar/ Eğilimler),
Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı.

Bundan sonraki süreçte Delphi tekniği kullanarak çalışmamı tamamlamayı planlıyorum. Ekteki formda, odak grup görüşmesine katılan sizlerin ifadelerinden elde edilen öğretmen yeterlikleri üzerine çıkarımlarım bulunmaktadır. Formun devamında görebileceğiniz gibi her bileşenin açıklaması yapılmıştır ve her bileşen alt bileşenlerden oluşmaktadır. Alt bileşenlerin içerisinde sizin ifadelerinizden çıkarılan STEM öğretmen yeterlikleri bulunmaktadır. Alt bileşenin içinde bir yeterliğin olmaması, o alt bileşenle ilgili bir çıkarım yapılamadığını göstermektedir.

Lütfen yeterliklerin yanındaki kutucukları işaretleyerek düşüncelerinizi onaylayınız. O yeterliğin ilgili alt bileşenin altında yer almaması gerektiğini düşünüyorsanız kutucuğu işaretlemeyiniz. Belirtilen yeterlikler sadece sizin söylemlerinize dayanmaktadır. Diğer katılımcılardan elde edilen yeterliklerinden yararlanmak isteseniz size mail olarak gönderdiğim listeyi kullanabilirsiniz.

Veri kaybının önlenmesi açısından da formu bilgisayar ekranından doldurmanız uygun olacaktır. Ben sizden gelen formu aldığımda size mail yoluyla geri dönüş yapacağım.

Çok sevgiler,

Fatma CANER

1. BİLEŞEN: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

ALT BİLEŞEN-1: STEM ALAN BİLGİSİ (ANA DİSİPLİN-YAN DİSİPLİN)

1. Bilişsel özellikler; STEM alan bilgisi, disiplinler arası bağlantı kurma ve müfredat bilgisi olarak üç alt bileşende incelenmektedir ve sizin görüşlerinize ait STEM Öğretmen yeterlikleri aşağıda sıralanmıştır. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

   Check all that apply.

   - [ ] Diğer disiplinler ile ilgili alan bilgisinde farkındalık düzeyine sahiptir.
   - [ ] Farklı disiplinlerin de bağlantısı olması sebebiyle oluşabilecek kavram yanılgılarının farkındadır.
   - [ ] Öğrencilerin ilgi alanlarının da farkındadır.
   - [ ] Öğrenme yürüyüşlerini (learning walks) uygular.
   - [ ] Mühendislik tasarım süreci basamaklarını beceri düzeyinde içselleştirir.
   - [ ] Mühendislik tasarım sürecini başka alanlara da uygular.

2. STEM Alan Bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. ALT BİLEŞEN-2:Disiplinler Arası Bağlantı Kurma

   Check all that apply.

   - [ ] Disiplinler arası bağlantı yapmak için uygun öğretim stratejisi belirler.

4. Disiplinler Arası Bağlantı Kurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

5. ALT BİLEŞEN-3:Müfredat Bilgisi

6. Müfredat bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

2. BİLEŞEN- ÖĞRETİM BECERİLERİ (STEM DERS KURGULAMA/UYGULAMA

7. Öğretim Becerileri; Öğretim stratejisi belirleme, STEM ders planı hazırlama, STEM yönerge hazırlama, sorgulama temelli öğretim, teknoloji okuryazarlığı, öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurma ve ölçme&değerlendirme olarak yedi alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

8. ALT BİLEŞEN-1:Öğretim Stratejisi Belirleme

9. Öğretim stratejisi belirlemeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

10. ALT BİLEŞEN-2:STEM Yönerge Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Gerektiğinde STEM aktivitesinin amacını veren öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak araç olarak kullanılabilecek bir yönerge hazırlar. (Parça parça da olabilir)

11. STEM yönerge hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

12. ALT BİLEŞEN-3:STEM Ders Planı Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Genel bir STEM ders planını uygun seviyeye dönüştürebilir.
- [ ] Plandan kazanımlara ilerler.

13. STEM ders planı hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

14. ALT BİLEŞEN-4: Sorgulama Temelli Öğretim

Check all that apply.

- [ ] Discourse (söylem) ve yansıma bölümleri ile öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.
- [ ] Öğrencilere merak uyandıracak problemler kurar.
- [ ] Öğrencilerin soru üretmesini sağlar.
- [ ] Discourse ve Yansıma bölümleri ile öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.

15. Sorgulama temelli öğretime eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

16. ALT BİLEŞEN-5: Teknoloji Okuryazarlığı

Check all that apply.

- [ ] STEM etkinliklerinde, hayatı kolaylaştıran olarak teknolojiyi kullanır ya da teknolojiyi üretir.

17. Teknoloji okuryazarlığına eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

18. ALT BİLEŞEN-6: Öğrenci Faklılıklarını Göz Önünde Bulundurma

19. Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

20. ALT BİLEŞEN-7: Ölçme & Değerlendirme

Check all that apply.

- [ ] Öğrencilerdeki değişimleri ilk ürün-son ürün karşılaştırması, diğer öğrencilerle etkileşimi, içerik olarak nitel değerlendirir.
- [ ] Performansın bütünsel olarak holistik ölçmesini yapar.
- [ ] Beceriler için biçimlendirici değerlendirme yapar.
- [ ] Sürece dayalı değerlendirme yapar.

21. Ölçme ve değerlendirmeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. BİLEŞEN: DUYUŞSAL ÖZELLİKLER (İNANÇLAR/TUTUMLAR/ EĞİLİMLER)

22. Duyuşsal özellikler; hayat boyu öğrenen olma ve mesleki gelişimine önem verme olarak iki alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

23. ALT BİLEŞEN-1:Hayat Boyu Öğrenen Olma

Check all that apply.

- [ ] Sürdürülebilir olması için iç motivasyonu yüksektir.

24. Hayat boyu öğrenen olmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

25. ALT BİLEŞEN-2:Mesleki Gelişimine Önem Verme

26. Mesleki gelişimine önem vermeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

4. BİLEŞEN: ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (Ö-YGA)

27. Öğretmen yakınsak gelişim alanı; iş birliği, öğrenme topluluklarının içinde bulunma ve kariyer planlamada destek verme olarak üç alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

28. ALT BİLEŞEN-1:İş Birliği (Meslekdaş- veli- paydaşlar)

Check all that apply.

- [ ] İş birliğine başvurup destek alır.
- [ ] Farkındalık düzeyinde teknolojik bilgiye sahiptir. Eğer bilgisi yoksa uzmanından destek alır.
- [ ] Uzmanlıklar ve motivasyon açısından ebeveynler ile iş birliği kurar.
- [ ] Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapar.

29. İş birliğine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

30. ALT BİLEŞEN-2: Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma

31. Öğrenme topluluklarının içinde bulunmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

32. ALT BİLEŞEN-3: Kariyer Planlama Destek Verme

Check all that apply.

- [ ] Kariyer planlamada öğrencilerine yönlendirme yapar.
- [ ] Kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur.

33. Kariyer planlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

Çalışmama destek verdiğiniz için çok teşekkür ederim:)

Kucak dolusu sevgiler.

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

EK-2. 2. TUR DELPHİ ANKETİ

STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Şenay Hocam,

Geçen yıl yapmış olduğumuz odak grup görüşmeleri sonucunda STEM öğretmen yeterliklerini şu dört bileşen altında topladım:

Bilişsel Özellikler,
Öğretim Becerileri,
Duyuşsal Özellikler (İnançlar/Tutumlar/ Eğilimler),
Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı.

Bundan sonraki süreçte Delphi tekniği kullanarak çalışmamı tamamlamayı planlıyorum. Ekteki formda, odak grup görüşmesine katılan sizlerin ifadelerinden elde edilen öğretmen yeterlikleri üzerine çıkarımlarım bulunmaktadır. Formun devamında görebileceğiniz gibi her bileşenin açıklaması yapılmıştır ve her bileşen alt bileşenlerden oluşmaktadır. Alt bileşenlerin içerisinde sizin ifadelerinizden çıkarılan STEM öğretmen yeterlikleri bulunmaktadır. Alt bileşenin içinde bir yeterliğin olmaması, o alt bileşenle ilgili bir çıkarım yapılamadığını göstermektedir.

Lütfen yeterliklerin yanındaki kutucukları işaretleyerek düşüncelerinizi onaylayınız. O yeterliğin ilgili alt bileşenin altında yer almaması gerektiğini düşünüyorsanız kutucuğu işaretlemeyiniz. Belirtilen yeterlikler sadece sizin söylemlerinize dayanmaktadır. Diğer katılımcılardan elde edilen yeterliklerinden yararlanmak isteseniz size mail olarak gönderdiğim listeyi kullanabilirsiniz.

Veri kaybının önlenmesi açısından da formu bilgisayar ekranından doldurmanız uygun olacaktır. Ben sizden gelen formu aldığımda size mail yoluyla geri dönüş yapacağım.

Çok sevgiler,

Fatma CANER

1. BİLEŞEN: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

ALT BİLEŞEN-1: STEM ALAN BİLGİSİ (ANA DİSİPLİN-YAN DİSİPLİN)

1. Bilişsel özellikler; STEM alan bilgisi, disiplinler arası bağlantı kurma ve müfredat bilgisi olarak üç alt bileşen incelenmektedir ve sizin görüşlerinize ait STEM Öğretmen yeterlikleri aşağıda sıralanmıştır. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

   Check all that apply.

   - [ ] Tasarıma yeni başlayanların (öğrencilerin) hatalarını bilir.
   - [ ] Öğrencilerini etkinlik süresince neden-sonuç ilişkisi kurmaya yönlendirir.
   - [ ] STEM etkinlikleri ve içeriği ile farklı zamanlarda farklı öğrencilere hitap eder.
   - [ ] Öğrencilerine fen &matematik bilgisini ölçecek sorular sorar.
   - [ ] Öğrencilerin karar verme süreçlerini irdeler.
   - [ ] Öğrencilerini öncelikle problemi anlamaya yöneltir.
   - [ ] Mühendislik tasarım süreci basamaklarını adım adım ezberlemektense bunları bilir ve uygular.

2. STEM Alan Bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. ALT BİLEŞEN-2:Disiplinler Arası Bağlantı Kurma

   Check all that apply.

   - [ ] Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar ve bu bağlantıları planlar.

4. Disiplinler Arası Bağlantı Kurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

5. ALT BİLEŞEN-3:Müfredat Bilgisi

6. Müfredat bilgisine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

2. BİLEŞEN- ÖĞRETİM BECERİLERİ (STEM DERS KURGULAMA/UYGULAMA

7. Öğretim Becerileri; Öğretim stratejisi belirleme, STEM ders planı hazırlama, STEM yönerge hazırlama, sorgulama temelli öğretim, teknoloji okuryazarlığı, öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurma ve ölçme&değerlendirme olarak yedi alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

8. ALT BİLEŞEN-1:Öğretim Stratejisi Belirleme

Check all that apply.

☐ Tasarım temelli öğrenme, Proje tabanlı öğretim gibi modellerden birini seçer ve STEM ders planı oluşturur

9. Öğretim stratejisi belirlemeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

10. ALT BİLEŞEN-2:STEM Yönerge Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Tasarım sürecini içeren (problemin kurulumun, bilgiyi toplama vb) yinelemeli bir mühendislik defteri hazırlar

11. STEM yönerge hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

12. ALT BİLEŞEN-3:STEM Ders Planı Hazırlama

Check all that apply.

- [ ] Sınıf içindeki bağlamı, yaşanan bir problemi kullanarak bir STEM ders planına dönüştürür.
- [ ] Verilere dayandırarak ders tasarımında değişiklikler yapar.
- [ ] Ders planı adapte eder
- [ ] Ders tasarımında da tasarım odaklı düşünmeyi temel alır.

13. STEM ders planı hazırlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

14. ALT BİLEŞEN-4: Sorgulama Temelli Öğretim

Check all that apply.

☐ Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve soru sormayı kullanır

15. Sorgulama temelli öğretime eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

16. ALT BİLEŞEN-5: Teknoloji Okuryazarlığı

Check all that apply.

☐ STEM etkinliklerinde, pedagojik açıdan öğrencileri motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini kullanır

17. Teknoloji okuryazarlığına eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

18. ALT BİLEŞEN-6: Öğrenci Faklılıklarını Göz Önünde Bulundurma

Check all that apply.

- [ ] Öğrencilerdeki değişiklikleri göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir.

19. Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

20. ALT BİLEŞEN-7: Ölçme & Değerlendirme

Check all that apply.

- [ ] Öğrencilerin kavramsal öğrenmesi için ön ve son test uygular.
- [ ] STEM aktivite sürecini başlangıca göre değişiklikleri saptayabilmek ve sonraki çalışmalarda uygulayabilmek adına ölçer
- [ ] Öğrencilerin başlangıçtaki sondaki fikir değişikliğini tespit eder.
- [ ] Öğrencilerin hem bilgilerini hem de becerilerini ölçer.

21. Ölçme ve değerlendirmeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

3. BİLEŞEN: DUYUŞSAL ÖZELLİKLER (İNANÇLAR/TUTUMLAR/ EĞİLİMLER)

22. Duyuşsal özellikler; hayat boyu öğrenen olma ve mesleki gelişimine önem verme olarak iki alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

23. ALT BİLEŞEN-1:Hayat Boyu Öğrenen Olma

24. Hayat boyu öğrenen olmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

25. ALT BİLEŞEN-2:Mesleki Gelişimine Önem Verme

26. Mesleki gelişimine önem vermeye eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

4. BİLEŞEN: ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (Ö-YGA)

27. Öğretmen yakınsak gelişim alanı; iş birliği, öğrenme topluluklarının içinde bulunma ve kariyer planlamada destek verme olarak üç alt bileşende incelenmektedir. Görüşlerinizi onaylıyorsanız lütfen yeterliğin yanındaki kutucuğu işaretleyiniz. Ekleme yapmak isterseniz de her alt bileşenin altındaki ilgili boşluğa görüşünüzü ekleyebilirsiniz.

28. ALT BİLEŞEN-1:İş Birliği (Meslekdaş- veli- paydaşlar)

Check all that apply.

- [ ] Diğer öğretmenlerle yaratıcı bir süreç oluşturmak adına fikir alış-verişi yapar.
- [ ] Farklı disiplinlerden ve alanlardan farklı fikirler alır.
- [ ] Ebeveynlerle uzman olarak STEM etkinliklerinde iş birliği yapar. Ebeveynleri bir "kaynak" olarak görür.
- [ ] STEM etkinliği hazırlamak için diğer branş öğretmenlerin iş birliğine başvurur.

29. İş birliğine eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

30. ALT BİLEŞEN-2: Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma

31. Öğrenme topluluklarının içinde bulunmaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

32. ALT BİLEŞEN-3: Kariyer Planlamada Destek Verme

Check all that apply.

☐ Öğrencilerine kariyer seçimleri konusunda destek olur, onların vizyonlarının geniş olmasını sağlar.

33. Kariyer planlamaya eklemek istediklerinizi not edebilirsiniz.

Çalışmama destek verdiğiniz için çok teşekkür ederim:)

Kucak dolusu sevgiler.

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

EK-2/1. 2. TUR DELPHİ ANKETİ

BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Sayın Hocalarım merhaba,

Öncelikle, geri dönüşleriniz için çok teşekkür ederim. Son göndermiş olduğum form ile ilgili geri bildirimler sonucunda (ilave edilmek üzere) üç göstergede sizin de onayınızı almak isterim.

Eklenilmesi gerektiği düşünülen yeterlik ve göstergesi aşağıdaki gibidir.

Desteklerinizi için tekrar tekrar teşekkürler,

Fatma CANER
* Required

1. Email address *

YETERLİK ALANI: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

2. YETERLİK: STEM MÜFREDAT BİLGİSİ *
Please select all that apply

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
Epistemolojik açıdan disiplinlerin neden birbiri arasında bağlantıları olduğunu bilir.	☐	☐

3. Açıklama: *

4. YETERLİK: STEM ALAN BİLGİSİ *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden-sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir.	☐	☐

5. Açıklama: *

YETERLİK ALANI: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

6. YETERLİK : TEKNOLOJİ OKURYAZARLIĞI *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
Teknolojik araçlardan daha fazla yararlanmak adına (computational thinking) bilgi işlemsel düşünme becerisini kullanır.	☐	☐

7. Açıklama: *

Çok sevgiler...

Sağlıkla...

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

EK-3. 3. TUR DELPHİ ANKETİ

BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Değerli Hocalarım,

Bu form iki bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm, Bütünleşik STEM Öğretmen yeterlik alanlarını ve kategorilerini içermektedir. Bu yeterlikleri onaylıyor iseniz "Onaylıyorum"; yeterlikleri onaylamıyor iseniz " Onaylamıyorum" şeklinde işaretleyebilirsiniz. Onaylamıyor iseniz lütfen açıklama için altındaki ilgili bölüme düşüncenizi/ yorumunuzu belirtiniz.

İkinci bölümde ise STEM Öğretmen yeterliklerini bulabilirsiniz.STEM öğretmen yeterlikleri onaylıyor iseniz "Onaylıyorum"; onaylamıyor iseniz " Onaylamıyorum" şeklinde işaretleyebilirsiniz. Ekleme yapmak ya da düzeltme yapmak için de altındaki ilgili bölüme düşüncenizi yazabilirsiniz.

Katkılarınız için çok teşekkür ederim.

Fatma CANER
* Required

1. Email address *

2. 1. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI:Bilişsel Özellikler *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
STEM Alan Bilgisi	☐	☐
STEM Disiplinleri Arası Bağlantı Kurma Bilgisi	☐	☐
STEM Müfredat Bilgisi	☐	☐
Teknoloji Okuryazarlığı	☐	☐

3. Açıklama:

4. 2. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM Öğretim Becerileri *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
STEM Ders Planı Hazırlama	☐	☐
STEM Öğretim Stratejilerini Belirleme	☐	☐
STEM Yönergesi Hazırlama	☐	☐
Sorgulama Temelli STEM Öğretimi Yapma	☐	☐
Öğrenci Farklılıklarını Göz Önünde Bulundurma	☐	☐
STEM Öğretim ve Öğrenimini Ölçme& Değerlendirme	☐	☐

5. Açıklama:

6. 3. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM Öğretiminde Duyuşsal-Güdüleyici Özellikler (İnançlar-Tutumlar-Değerler) *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
STEM Mesleki Gelişimine Önem Verme	☐	☐
STEM Kariyer Planlamada Destek Verme	☐	☐

7. Açıklama:

8. 4. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM Öğretmen Yakınsak Gelişim Alanı (Ö-YGA) *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
Meslektaş, Paydaş ve Veliler ile İş Birliği	☐	☐
STEM Öğrenme Topluluklarının İçinde Bulunma	☐	☐

9. Açıklama:

STEM Öğretmen Yeterlikleri

Değerli Hocalarım,

İkinci bölümde STEM Öğretmen yeterlikleri bulabilirsiniz.STEM öğretmen yeterliklerini onaylıyor iseniz "Onaylıyorum"; onaylamıyor iseniz " Onaylamıyorum" şeklinde işaretleyebilirsiniz. Ekleme yapmak ya da düzeltme yapmak için de altındaki ilgili bölüme düşüncenizi yazabilirsiniz.

1. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

10. A) STEM ALAN BİLGİSİ-SAB *

Düşündüğünüz değişiklikler için "AÇIKLAMA" kısmını kullanabilirsiniz. STEM Öğretmen yeterliklerini ilgili kodunu yazarak açıklamanızı yapabilirsiniz.

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SAB-1 Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.	☐	☐
SAB-2 Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir.	☐	☐
SAB-3 STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.	☐	☐
SAB-4 Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir.	☐	☐
SAB-5 Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.	☐	☐
SAB-6 Farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla oluşabilecek kavram yanılgılarını bilir.	☐	☐
SAB-7 Mühendislik tasarımını, farklı bağlamlara nasıl adapte edeceğini bilir.	☐	☐
SAB-8 Tasarıma yeni başlayan öğrencilerin ön bilgilerini ölçebilir (veya bilir).	☐	☐
SAB-9 Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden-sonuç ilişkisi kurmaya yönlendirir.	☐	☐
SAB-10 Öğrencilerinin fen ve/veya matematik bilgisini ölçüp (ve geri bildirim verip) mühendislik dilini de kullanarak öğrencilerin öğrenmelerini destekler.	☐	☐

11. Açıklama:

12. B) STEM DİSİPLİNLERİ ARASI BAĞLANTI KURMA BİLGİSİ-SDBKB *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SDBKB-1 Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar.	☐	☐
SDBKB-2 Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar.	☐	☐
SDBKB-3 Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar.	☐	☐
SDBKB-4 Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler.	☐	☐
SDBKB-5 Disiplinler arası bağlantı kurabilmek için farklı bir alanda da uzmanlaşır.	☐	☐
SDBKB-6 Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.	☐	☐

13. Açıklama:

14. C) STEM MÜFREDAT BİLGİSİ-SMB *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SMB-1 Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir.	☐	☐
SMB-2 Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir.	☐	☐
SMB-3 Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.	☐	☐

15. Açıklama:

16. D) TEKNOLOJİ OKURYAZARLIĞI-TO *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
TO-1 STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.	☐	☐
TO-2 Farkındalık düzeyinde eğitim teknolojilerini bilir.	☐	☐
TO-3 Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular.	☐	☐

17. Açıklama:

2. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM ÖĞRETİM BECERİLERİ (STEM DERS KURGULAMA/UYGULAMA)

18. A) STEM DERS PLANI HAZIRLAMA-SDPH *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SDPH-1 Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler.	☐	☐
SDPH-2 Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler.	☐	☐
SDPH-3 Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar.	☐	☐
SDPH-4 Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak ders planı hazırlar.	☐	☐
SDPH-5 STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.	☐	☐
SDPH-6 Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.	☐	☐
SDPH-7 Genel bir STEM ders planını öğrenci seviyesine uygun hale dönüştürüp adapte eder.	☐	☐
SDPH-8 Öğrencilerin belirlenmiş hedefleri gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.	☐	☐
SDPH-9 Ders planını uyguladıktan sonra değerlendirir ve gerekirse revize eder.	☐	☐
SDPH-10 Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.	☐	☐

19. Açıklama:

20. B) STEM ÖĞRETİM STRATEJİLERİNİ BELİRLEME-SÖSB *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SÖSB-1 STEM ders kurgulama ve uygulama sürecinde hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını belirler.	☐	☐
SÖSB-2 Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.	☐	☐

21. Açıklama:

22. C) STEM YÖNERGESİ HAZIRLAMA-SYH *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SYH-1 Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar.	☐	☐
SYH-2 STEM aktivitesinin amacını veren, öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak yönerge ile öğrencileri yönlendirir.	☐	☐

23. Açıklama:

24. D) SORGULAMA TEMELLİ STEM ÖĞRETİMİ YAPMA-STSÖY *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
STSÖY-1 Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.	☐	☐
STSÖY-2 Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar.	☐	☐
STSÖY-3 Merak uyandıracak günlük yaşam problemleri kurar.	☐	☐
STSÖY-4 Söylem ve yansıma stratejilerini kullanarak öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.	☐	☐
STSÖY-5 Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.	☐	☐
STSÖY-6 Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar.	☐	☐
STSÖY-7 Üst-biliş bilgisine sahiptir ve bunu dersine adapte eder.	☐	☐

25. Açıklama:

26. E) ÖĞRENCİ FARKLILIKLARINI GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURMA-ÖFGB *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
ÖFGB-1 STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.	☐	☐
ÖFGB-2 Öğrencilerin STEM ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır.	☐	☐
ÖFGB-3 Öğrencilerdeki farklılıkları göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir.	☐	☐

27. Açıklama:

28. F) STEM ÖĞRETİM VE ÖĞRENİMİNİ ÖLÇME & DEĞERLENDİRME-SÖÖD *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SÖÖD-1 Öğrencilerin ön bilgisi ile süreç sonundaki bilgisini karşılaştırır.	☐	☐
SÖÖD-2 Öğrencilerin ilk ürün-son ürün karşılaştırmasını yapar.	☐	☐
SÖÖD-3 Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.	☐	☐
SÖÖD-4 Sürece dayalı değerlendirme yapar.	☐	☐
SÖÖD-5 Öğrencilerin diğer öğrencilerle etkileşimini takip eder.	☐	☐
SÖÖD-6 Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini yapar.	☐	☐
SÖÖD-7 Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer.	☐	☐

29. Açıklama:

3. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM ÖĞRETİMİNDE DUYUŞSAL -GÜDÜLEYİCİ ÖZELLİKLER (İNANÇLAR-TUTUMLAR-DEĞERLER)

30. A) STEM MESLEKİ GELİŞİME ÖNEM VERME-SMGÖV *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SMGÖV-1 Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.	☐	☐
SMGÖV-2 Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir.	☐	☐
SMGÖV-3 Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler.	☐	☐
SMGÖV-4 Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular.	☐	☐
SMGÖV-5 Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir.	☐	☐
SMGÖV-6 Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır.	☐	☐
SMGÖV-7 Diğer disiplinlerle ilgili gelişmeleri takip eder.	☐	☐

31. Açıklama:

32. B) STEM KARİYER PLANLAMADA DESTEK VERME-SKPDV *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SKPDV-1 Öğrencilerin STEM ilgi alanlarının farkındadır.	☐	☐
SKPDV-2 Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunup yönlendirme yapar.	☐	☐
SKPDV-3 STEM kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur.	☐	☐
SKPDV-4 STEM meslekleri ile ilgili bilgi sahibidir.	☐	☐

33. Açıklama:

4. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (SÖ-YGA)

34. A) MESLEKDAŞ, PAYDAŞ VE VELİLER İLE İŞ BİRLİĞİ-İB *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
İB-1 Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır.	☐	☐
İB-2 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar.	☐	☐
İB-3 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır.	☐	☐
İB-4 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar.	☐	☐
İB-5 Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için veliler ile iş birliği yapıp onları öğrenme sürecine dahil eder.	☐	☐

35. Açıklama:

36. B) STEM ÖĞRENME TOPLULUKLARININ İÇİNDE BULUNMA-SÖTİB *

Check all that apply.

	Onaylıyorum	Onaylamıyorum
SÖTİB-1 Diğer disiplinden öğretmenlerle ulusal çalışmalara katılır.	☐	☐
SÖTİB-2 Uluslararası iş birliği içinde olup çalışma yapar.	☐	☐
SÖTİB-3 Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır.	☐	☐

37. Açıklama:

38. Değerli fikirleriniz için teşekkürler:)

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms

EK-4. BÜTÜNLEŞİK ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN UZLAŞMA YÜZDELERİ

1. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI	**BİLİŞSEL ÖZELLİKLER**	**UZLAŞMA YÜZDESİ**
YETERLİKLER	**YETERLİK MADDESİ**	
A. STEM ALAN BİLGİSİ-**SAB**	SAB-1 Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.	%80
	SAB-2 Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir.	%80
	SAB-3 STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.	%80
	SAB-4 Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir.	%80
	SAB-5 Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.	%80
	SAB-6 Farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla oluşabilecek kavram yanılgılarını bilir.	%60
	SAB-7 Mühendislik tasarımını, farklı bağlamlara nasıl adapte edeceğini bilir.	%80
	SAB-8 Tasarıma yeni başlayan öğrencilerin ön bilgilerini ölçebilir (veya bilir).	%80
	SAB-9 Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden- sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir.	%80
	SAB-10 Öğrencilerinin fen ve/veya matematik bilgisini ölçüp (ve geri bildirim verip) mühendislik dilini de kullanarak öğrencilerin öğrenmelerini destekler.	%80

B. STEM DİSİPLİNLERİ ARASI BAĞLANTI KURMA BİLGİSİ-**SDBKB**	SDBKB-1 Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar.	%80
	SDBKB-2 Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar.	%80
	SDBKB-3 Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar.	%80
	SDBKB-4 Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler.	%80
	SDBKB-5 Disiplinler arası bağlantı kurabilmek için farklı bir alanda da uzmanlaşır.	%80
	SDBKB-6 Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.	%80
C. STEM MÜFREDAT BİLGİSİ-**SMB**	SMB-1 Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir.	%80
	SMB-2 Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir.	%80
	SMB-3 Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.	%80
	SMB-4 Epistemolojik açıdan disiplinlerin neden birbiri arasında bağlantıları olduğunu bilir.	%60
D. TEKNOLOJİ OKURYAZARLIĞI-**TO**	TO-1 STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.	%80
	TO-2 Farkındalık düzeyinde eğitim teknolojilerini bilir.	%80

	TO-3 Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular.	%80
	TO-4 Teknolojik araclari kullanarak ogrencilerin bilgi işlemsel dusunme becerilerini gelistirmeye yonelik planlama yapar	%80
2. **STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI**	**STEM ÖĞRETİM BECERİLERİ**	
A. STEM DERS PLANI HAZIRLAMA-**SDPH**	SDPH-1 Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler.	%80
	SDPH-2 Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler.	%80
	SDPH-3 Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar.	%80
	SDPH-4 Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak ders planı hazırlar.	%80
	SDPH-5 STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.	%80
	SDPH-6 Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.	%80
	SDPH-7 Genel bir STEM ders planını öğrenci seviyesine uygun hale dönüştürüp adapte eder.	%80
	SDPH-8 Öğrencilerin belirlenmiş hedefleri gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.	%80
	SDPH-9 Ders planını uyguladıktan sonra değerlendirir ve gerekirse revize eder.	%80
	SDPH-10 Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.	%80

B. STEM ÖĞRETİM STRATEJİLERİNİ BELİRLEME-**SÖSB**	SÖSB-1 STEM ders kurgulama ve uygulama sürecinde hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını belirler.	%80
	SÖSB-2 Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.	%80
C. STEM YÖNERGESİ HAZIRLAMA-**SYH**	SYH-1 Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar.	%80
	SYH-2 STEM aktivitesininamacını veren, öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak yönerge ile öğrencileri yönlendirir.	%80
D. SORGULAMA TEMELLİ STEM ÖĞRETİMİ YAPMA-**STSÖY**	STSÖY-1 Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.	%80
	STSÖY-2 Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar.	%80
	STSÖY-3 Merak uyandıracak günlük yaşam problemleri kurar.	%80
	STSÖY-4 Söylem ve yansıma stratejilerini kullanarak öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.	%80
	STSÖY-5 Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.	%80
	STSÖY-6 Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar.	%80
	STSÖY-7 Üst-biliş bilgisine sahiptir ve bunu dersine adapte eder.	%80

E. ÖĞRENCİ FARKLILIKLARINI GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURMA-**ÖFGB**	ÖFGB-1 STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.	%80
	ÖFGB-2 Öğrencilerin STEM ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır.	%80
	ÖFGB-3 Öğrencilerdeki farklılıkları göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir.	%80
F. STEM ÖĞRETİM VE ÖĞRENİMİNİ ÖLÇME ve DEĞERLENDİRME-**SÖÖD**	SÖÖD-1 Öğrencilerin ön bilgisi ile süreç sonundaki bilgisini karşılaştırır.	%80
	SÖÖD-2 Öğrencilerin ilk ürün-son ürün karşılaştırmasını yapar.	%80
	SÖÖD-3 Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.	%80
	SÖÖD-4 Sürece dayalı değerlendirme yapar.	%80
	SÖÖD-5 Öğrencilerin diğer öğrencilerle etkileşimini takip eder.	%80
	SÖÖD-6 Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini yapar.	%80
	SÖÖD-7 Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer.	%80
3. **STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI**	**STEM ÖĞRETİMİNDE DUYUŞSAL- GÜDÜLEYİCİ ÖZELLİKLER (İNANÇLAR-TUTUMLAR- DEĞERLER)**	
A. STEM MESLEKİ GELİŞİME ÖNEM VERME-**SMGÖV**	SMGÖV-1 Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.	%80

	SMGÖV-2 Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir.	%80
	SMGÖV-3 Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler.	%80
	SMGÖV-4 Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular.	%80
	SMGÖV-5 Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir.	%80
	SMGÖV-6 Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır.	%80
	SMGÖV-7 Diğer disiplinlerle ilgili gelişmeleri takip eder.	%80
B. STEM KARİYER PLANLAMADA DESTEK VERME-**SKPDV**	SKPDV-1 Öğrencilerin STEM ilgi alanlarının farkındadır.	%80
	SKPDV-2 Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunup yönlendirme yapar.	%80
	SKPDV-3 STEM kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur.	%80
	SKPDV-4 STEM meslekleri ile ilgili bilgi sahibidir.	%80
4. **STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI**	**STEM ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (SÖ-YGA)**	
A. MESLEKDAŞ, PAYDAŞ VE VELİLER İLE İŞ BİRLİĞİ-**İB**	İB-1 Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır.	%80
	İB-2 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar.	%80
	İB-3 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır.	%80

	İB-4 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar.	%80
	İB-5 Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için veliler ile iş birliği yapıp onları öğrenme sürecine dahil eder.	%80
B. STEM ÖĞRENME TOPLULUKLARININ İÇİNDE BULUNMA-**SÖTİB**	SÖTİB-1 Diğer disiplinden öğretmenlerle ulusal çalışmalara katılır.	%80
	SÖTİB-2 Uluslararası iş birliği içinde olup çalışma yapar.	%80
	SÖTİB-3 Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır.	%80

EK-5. 4.TUR DELPHİ ANKETİ

BÜTÜNLEŞİK STEM ÖĞRETMEN YETERLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Değerli Öğretim Üyesi,

Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Fizik Eğitimi Bölümünde ve Prof. Dr. Feral OGAN BEKİROĞLU danışmanlığında "Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterliklerinin Belirlenmesi" isimli doktora tez çalışması yapmaktayım. Delphi Panelleri doğrultusunda Bütünleşik STEM Öğretmen Yeterliklerini ve yeterlik göstergelerini belirledim. Ancak Türkiyede ikamet eden "alan uzmanı" olarak sizin de bu online anket aracılığıyla düşüncelerinizi almak isterim. Ankette yeterlik alanları, yeterlikler ve yeterliklerin göstergeleri sırasıyla belirtilmiştir.

Anketteki her bir rakama karşılık gelen derece aşağıdaki gibidir:
1: Kesinlikle Gereksiz 2: Gereksiz 3: Kısmen Gerekli 4: Gerekli 5: Kesinlikle Gerekli

Görüş ve önerilerinizi paylaşarak zaman ayırdığınız için şimdiden çok teşekkür ederim.

Saygılarımla...

Fatma CANER
* Required

1. Email address *

2. Uzmanlık Alanınız: *

1. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: BİLİŞSEL ÖZELLİKLER

1: Kesinlikle Gereksiz 2: Gereksiz 3: Kısmen Gerekli 4: Gerekli 5: Kesinlikle Gerekli

3. A) STEM ALAN BİLGİSİ-SAB *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SAB-1 Mühendislik tasarım sürecinde problem çözme becerisine sahiptir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-2 Mühendislik tasarım süreci basamaklarını bilir ve içselleştirir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-3 STEM içerik ve bağlam bilgisine sahiptir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-4 Farklı seviyedeki öğrencilere hitap edecek STEM içeriğini bilir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-5 Diğer disiplinler ile ilgili farkındalık düzeyinde alan bilgisine sahiptir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-6 Farklı disiplinlerin bir arada kullanılmasıyla oluşabilecek kavram yanılgılarını bilir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-7 Mühendislik tasarımını, farklı bağlamlara nasıl adapte edeceğini bilir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-8 Tasarıma yeni başlayan öğrencilerin ön bilgilerini ölçebilir (veya bilir).	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-9 Öğrencilerini STEM etkinlik süresince neden- sonuç ilişkisi kurmanın yanı sıra sistematik düşünmeye yönlendirir.	◯	◯	◯	◯	◯
SAB-10 Öğrencilerinin fen ve/veya matematik bilgisini ölçüp (ve geri bildirim verip) mühendislik dilini de kullanarak öğrencilerin öğrenmelerini destekler.	◯	◯	◯	◯	◯

4. B) STEM DİSİPLİNLERİ ARASI BAĞLANTI KURMA BİLGİSİ-SDBKB *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SDBKB-1 Disiplinler arası bağlantılar için ön hazırlık yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
SDBKB-2 Disiplinler arası bağlantıları planlayıp gerekli ilişkileri kurar.	◯	◯	◯	◯	◯
SDBKB-3 Bilgiyi STEM bağlamına yerleştirip günlük yaşam problemine uyarlar.	◯	◯	◯	◯	◯
SDBKB-4 Disiplinler arası bağlantı kurmayı sağlayacak öğretim stratejileri belirler.	◯	◯	◯	◯	◯
SDBKB-5 Disiplinler arası bağlantı kurabilmek için farklı bir alanda da uzmanlaşır.	◯	◯	◯	◯	◯
SDBKB-6 Kendi alanı dışındaki disiplinlerle ilgili yayınları (makale, kitap, belgesel vb.) takip eder.	◯	◯	◯	◯	◯

5. C) STEM MÜFREDAT BİLGİSİ-SMB *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SMB-1 Kendi disiplini ile ilgili müfredatı nasıl uygulayacağını bilir.	◯	◯	◯	◯	◯
SMB-2 Diğer disiplinlere ait müfredat içeriği hakkında bilgi sahibidir.	◯	◯	◯	◯	◯
SMB-3 Diğer disiplinlerle ilgili müfredat hedeflerinden kendi disiplini ile ilgili olan hedefleri belirler.	◯	◯	◯	◯	◯
SMB-4 Epistemolojik açıdan disiplinlerin neden birbiri arasında bağlantıları olduğunu bilir.	◯	◯	◯	◯	◯

6. D) TEKNOLOJİ OKURYAZARLIĞI-TO *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
TO-1 STEM etkinliklerinde motive edici, dikkatlerini toplayıcı ve odaklayıcı bir kaynak olarak eğitim teknolojilerini nasıl kullanacağına karar verir.	◯	◯	◯	◯	◯
TO-2 Farkındalık düzeyinde eğitim teknolojilerini bilir.	◯	◯	◯	◯	◯
TO-3 Amacına yönelik kullanacağı öğretim teknolojilerini bilir ve uygular.	◯	◯	◯	◯	◯
TO-4 Teknolojik araçları kullanarak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik planlama yapar.	◯	◯	◯	◯	◯

2. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM ÖĞRETİM BECERİLERİ (STEM DERS KURGULAMA/UYGULAMA)

1: Kesinlikle Gereksiz 2: Gereksiz 3: Kısmen Gerekli 4: Gerekli 5: Kesinlikle Gerekli

7. A) STEM DERS PLANI HAZIRLAMA-SDPH *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SDPH-1 Ders planında öğrenciler için öğrenim ve performans hedeflerini belirler.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-2 Gerçek yaşam problemlerine uygun kazanımları işler.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-3 Sınıf içindeki bağlamı ve günlük yaşam problemini göz önüne alarak öğrencileri öğrenim hedeflerine ulaştıracak yolu adım adım hazırlar.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-4 Öğrenci farklılıklarını göz önünde bulundurarak ders planı hazırlar.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-5 STEM aktivitesinin içerisine fen ve matematik konularını mühendislik tasarım süreciyle birlikte yerleştirir.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-6 Ders planının taslağını oluşturduktan sonra farklılaştırılmış öğretim yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-7 Genel bir STEM ders planını öğrenci seviyesine uygun hale dönüştürüp adapte eder.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-8 Öğrencilerin belirlenmiş hedefleri gerçekleştirip gerçekleştiremediğini takip eder.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-9 Ders planını uyguladıktan sonra değerlendirir ve gerekirse revize eder.	◯	◯	◯	◯	◯
SDPH-10 Ders planını, ders özeti yerine işleyen bir mekanizma/süreç olarak görür.	◯	◯	◯	◯	◯

8. B) STEM ÖĞRETİM STRATEJİLERİNİ BELİRLEME-SÖSB *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SÖSB-1 STEM ders kurgulama ve uygulama sürecinde hangi soruları soracağını, hangi stratejileri kullanacağını belirler.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖSB-2 Ders içeriğine ait kaynakları, malzemeleri seviyeye ve kültüre uygun şekilde hazırlar.	◯	◯	◯	◯	◯

9. C) STEM YÖNERGESİ HAZIRLAMA-SYH *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SYH-1 Mühendislik tasarım sürecini içeren, öğrencilerin aktivitelerini, verilerini kaydedip analizlerini yaptıkları ve tasarımlarını çizdikleri bir öğrenci yönergesi hazırlar.	◯	◯	◯	◯	◯
SYH-2 STEM aktivitesinin amacını veren, öğrencilerin süreçlerinin devam etmesini sağlayacak yönerge ile öğrencileri yönlendirir.	◯	◯	◯	◯	◯

10. D) SORGULAMA TEMELLİ STEM ÖĞRETİMİ YAPMA-STSÖY *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
STSÖY-1 Tasarımı veri, matematik ve fen ile desteklemek için kritik düşünmeyi, karar vermeyi ve sorgulamayı kullanır.	◯	◯	◯	◯	◯
STSÖY-2 Öğrenciye soru üretebilmesi için muhakeme odaklı içerik sunar.	◯	◯	◯	◯	◯
STSÖY-3 Merak uyandıracak günlük yaşam problemleri kurar.	◯	◯	◯	◯	◯
STSÖY-4 Söylem ve yansıma stratejilerini kullanarak öğrencilerin ne yaptıklarını irdeletir.	◯	◯	◯	◯	◯
STSÖY-5 Öğrencilerin soru üretmesini sağlayan ve onlara soru sormayı zenginleştiren tecrübeler kazandırır.	◯	◯	◯	◯	◯
STSÖY-6 Öğrencilere muhakeme, örnekleme yapabildikleri, problem çözebildikleri ortam sunar.	◯	◯	◯	◯	◯
STSÖY-7 Üst-biliş bilgisine sahiptir ve bunu dersine adapte eder.	◯	◯	◯	◯	◯

11. E) ÖĞRENCİ FARKLILIKLARINI GÖZ ÖNÜNDE BULUNDURMA-ÖFGB *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
ÖFGB-1 STEM etkinliklerini seçerken konu bağlamını göz önünde bulundurur.	◯	◯	◯	◯	◯
ÖFGB-2 Öğrencilerin STEM ilgi ve ihtiyaçlarının farkındadır.	◯	◯	◯	◯	◯
ÖFGB-3 Öğrencilerdeki farklılıkları göz önünde bulundurarak dersin işleyişine bu farklılıkları yerleştirir.	◯	◯	◯	◯	◯

12. F) STEM ÖĞRETİM VE ÖĞRENİMİNİ ÖLÇME & DEĞERLENDİRME-SÖÖD *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SÖÖD-1 Öğrencilerin ön bilgisi ile süreç sonundaki bilgisini karşılaştırır.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖÖD-2 Öğrencilerin ilk ürün-son ürün karşılaştırmasını yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖÖD-3 Süreçte farklı ölçme yöntemleri, farklı değerlendirme yaklaşımlarını kullanır.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖÖD-4 Sürece dayalı değerlendirme yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖÖD-5 Öğrencilerin diğer öğrencilerle etkileşimini takip eder.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖÖD-6 Uzun dönem STEM projelerinde kazanımların özetleyici değerlendirmesini yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖÖD-7 Öğrenci yönergelerini/ mühendislik defterini alternatif ölçme araçları aracılığı ile ölçer.	◯	◯	◯	◯	◯

3. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM ÖĞRETİMİNDE DUYUŞSAL -GÜDÜLEYİCİ ÖZELLİKLER (İNANÇLAR-TUTUMLAR-DEĞERLER)

1: Kesinlikle Gereksiz 2: Gereksiz 3: Kısmen Gerekli 4: Gerekli 5: Kesinlikle Gerekli

13. A) STEM MESLEKİ GELİŞİME ÖNEM VERME-SMGÖV *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SMGÖV-1 Kendini geliştirmesi gereken yönlerini görüp fark eder.	◯	◯	◯	◯	◯
SMGÖV-2 Hevesli ve yüksek iç motivasyonuna sahiptir.	◯	◯	◯	◯	◯
SMGÖV-3 Alan ve pedagojik bilgisini gelişmeleri takip ederek yeniler.	◯	◯	◯	◯	◯
SMGÖV-4 Öğrenmeye açıktır ve öğrendiklerini uygular.	◯	◯	◯	◯	◯
SMGÖV-5 Öğrenciye sorgulama yapabilmesi için özgüven ve otonomi (kendi kendisini yönetebilme yetisi) verir.	◯	◯	◯	◯	◯
SMGÖV-6 Kendi alanı ile ilgili mesleki gelişim programlarına katılır.	◯	◯	◯	◯	◯
SMGÖV-7 Diğer disiplinlerle ilgili gelişmeleri takip eder.	◯	◯	◯	◯	◯

14. B) STEM KARİYER PLANLAMADA DESTEK VERME-SKPDV *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SKPDV-1 Öğrencilerin STEM ilgi alanlarının farkındadır.	◯	◯	◯	◯	◯
SKPDV-2 Öğrencilerine STEM kariyerleri ile ilgili kaynaklar sunup yönlendirme yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
SKPDV-3 STEM kariyer planlama açısından iyi örnekleri sınıf ortamında öğrencileri ile buluşturur.	◯	◯	◯	◯	◯
SKPDV-4 STEM meslekleri ile ilgili bilgi sahibidir.	◯	◯	◯	◯	◯

4. STEM ÖĞRETMEN YETERLİK ALANI: STEM ÖĞRETMEN YAKINSAK GELİŞİM ALANI (SÖ-YGA)

1: Kesinlikle Gereksiz 2: Gereksiz 3: Kısmen Gerekli 4: Gerekli 5: Kesinlikle Gerekli

15. A) MESLEKDAŞ, PAYDAŞ VE VELİLER İLE İŞ BİRLİĞİ-İB *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
İB-1 Farklı disiplinlerden ve alanlardan fikirler alır.	◯	◯	◯	◯	◯
İB-2 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile fikir alış-veriş yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
İB-3 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile iş birliği yapıp destek alır.	◯	◯	◯	◯	◯
İB-4 Diğer disiplinlerin öğretmenleri ile beraber disiplinleri bütünleştirerek planlama yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
İB-5 Öğrencilerin motivasyonlarını artırmak için veliler ile iş birliği yapıp onları öğrenme sürecine dahil eder.	◯	◯	◯	◯	◯

16. B) STEM ÖĞRENME TOPLULUKLARININ İÇİNDE BULUNMA-SÖTİB *

Mark only one oval per row.

	1	2	3	4	5
SÖTİB-1 Diğer disiplinden öğretmenlerle ulusal çalışmalara katılır.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖTİB-2 Uluslararası iş birliği içinde olup çalışma yapar.	◯	◯	◯	◯	◯
SÖTİB-3 Bir STEM öğrenme topluluğu içinde yer alıp diğer öğretmenlerin deneyimlerinden faydalanır.	◯	◯	◯	◯	◯

17. Değerli fikirleriniz için teşekkürler:)

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms