Eitimde Kurumsl ve Uyg Aratırmaları Kapak HR.pdf 1 23.12.2022 23:06

Bilgi ve iletişim çağında baş döndürücü gelişmeler yaşanmaktadır. Teknoloji hayatımıza hızlı bir şekilde girmiştir. Dolayısıyla her alanda değişim ve gelişim kaçınılmaz olmuştur. Bilim dünyası için de bu değişim ve gelişim büyük fayda sağlamıştır. Nitekim bilim dünyasında bilgi ve teknolojinin hızlı dolaşımı bilim adamları arasında iş birliğini artırmıştır. Bu iş birliği eğitim, ekonomi, soysal ve kültürel hayat, siyaset, spor, turizm, medya ve iletişim alanlarında kendini göstermektedir.

2019 yılında Çin'in Vuhan kentinden tüm dünyaya yayılan koronavirüs nedeniyle başta sağlık sektörü olmak üzere, ekonomi, eğitim, ulaşım, ticaret, hizmet, sanayi sektörlerinin olumsuz etkilendiği açık olarak görülmektedir. Covid-19 salgını hiç şüphesiz akademik faaliyetleri de olumsuz olarak etkilemiştir. Normalleşme faaliyeti olarak da değerlendirebileceğimiz süreçte ortaya çıkarılan bu kitapta; sosyal bilgiler eğitimi, sınıf eğitimi, öğretmen eğitimi, Türkçe eğitimi, fen bilgisi eğitimi, biyoloji eğitimi, özel eğitim, sanat eğitimi, coğrafya eğitimi ve çevre eğitimi ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

ISBN:978-625-8244-61-8

hiperyayın

Sosyal medyada bizi takip edin: /hiperkitaptr /hiperkitaptr

Bu kitabı Hiperkitap dijital kütüphanesinden tam metin olarak görüntüleyebilirsiniz.

EĞİTİMDE KURAMSAL VE UYGULAMALI AKADEMİK ARAŞTIRMALAR -I-

Editörler
Prof. Dr. Turhan ÇETİN
Doç. Dr. Gökçe KILIÇOĞLU
Doç. Dr. Erol SÖZEN

hiperyayın

EĞİTİMDE KURAMSAL VE UYGULAMALI AKADEMİK ARAŞTIRMALAR -I-

Editörler
Prof. Dr. Turhan ÇETİN
Doç. Dr. Gökçe KILIÇOĞLU
Doç. Dr. Erol SÖZEN



hiperyayın

EĞİTİMDE KURAMSAL VE UYGULAMALI AKADEMİK ARAŞTIRMALAR

-I-

Editörler

Prof. Dr. Turhan ÇETİN

Doç. Dr. Gökçe KILIÇOĞLU

Doç. Dr. Erol SÖZEN

hiperyayın

Hiperyayın 1011
Araştırma-İnceleme

Editörler
Prof. Dr. Turhan ÇETİN, Doç. Dr. Gökçe KILIÇOĞLU, Doç. Dr. Erol SÖZEN

Genel Yayın Yönetmeni
Hatice BAHTİYAR

Mizanpaj
Senem ILGIN

Kapak Tasarım
Kenan TEMİZEL

Yayıncı Sertifika No: 16680

ISBN: 978-625-8244-61-8
e- ISBN: 978-625-8244-66-3

1. Baskı: İstanbul, 2022

Copyright© Tüm hakları saklıdır. Bu kitabın telif hakları, 5846 sayılı yasanın hükmüne göre, kitabı yayımlayan Hiperlink Eğitim İletişim Yay. Gıda. San. ve Tic. Ltd. Şti. ve Prof. Dr. Turhan ÇETİN, Doç. Dr. Gökçe KILIÇOĞLU, Doç. Dr. Erol SÖZEN'e aittir. Yayımcının ve yazarın izni olmaksızın elektronik ve mekanik herhangi bir kayıt sistemi veya fotokopi ile çoğaltılamaz, kopyalanamaz. Ancak kaynak gösterilerek kısa alıntı yapılabilir.

Her hakkı mahfuzdur. Bu kitapta yayınlanan yazıların etik, bilimsel ve hukuki sorumluluğu yazar(lar)a aittir. Yayınevi uluslararası bir yayınevidir.

Eğitimde kuramsal ve uygulamalı akademik araştırmalar –I /editörler Prof. Dr. Turhan Çetin, Doç. Dr. Gökçe Kılıçoğlu, Doç. Dr. Erol Sözen .-- 1. Baskı. -- İstanbul: Hiperyayın, 2022.

616 sayfa: şekil, tablo; 21 cm. -- (Hiperyayın; 1011)

ISBN: 978-625-8244-61-8

e-ISBN: 978-625-8244-66-3

Kaynakça bölüm sonlarındadır.

1.Eğitim -- Araştırma. 2.Eğitim -- Türkiye. 3. Okul eğitimi -- Türkiye. I. Çetin, Turhan. II. Kılıçoğlu, Gökçe. III. Sözen, Erol. IV. Dizi.

LA942/.E45 2022 370.9561/EĞİ 2022

Baskı-Cilt: Yalın Yayıncılık-**Sertifika No:** 53595

GENEL SATIŞ PAZARLAMA VE YAYINEVİ

Hiperlink Eğt İlet. Yay. Gıda San. ve Paz. Tic. Ltd. Şti

Tozkoparan Mah. Haldun Taner Sok. Alparslan İş Merkezi

No: 27 Kat: 6 D: 21 Merter- Güngören / İstanbul

Telefon: 0212 293 07 05-06 Faks: 0212 293 56 58

www.hiperlink.com.tr / info@hiperlink.com.tr

Prof. Dr. Turhan ÇETİN

2002 yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünde doktora derecesini almıştır. 2007 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalına yardımcı doçent olarak atanmıştır. 2011 yılında doçent unvanını almış ve 2018 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalına profesör olarak atanmıştır. Çalışma alanları; sosyal bilgiler eğitimi, göç, turizm coğrafyası, çevre eğitimi, afet eğitimidir.

Gazi Üniversitesi

Gazi Eğitim Fakültesi

cetin.turhan@gmail.com

https://orcid.org/0000-0002-2229-5255

Doç. Dr. Gökçe KILIÇOĞLU

2011 yılında Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsünde doktora derecesini almıştır. 2012 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalına öğretim görevlisi olarak atanmıştır. 2019 yılında doçent unvanını almış ve 2021 yılında Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Sosyal Bilgiler Eğitimi Anabilim Dalına doçent olarak atanmıştır. Çalışma alanları; sosyal bilgiler eğitimi, kavram öğretimi, çevre eğitimi

Gazi Üniversitesi

Gazi Eğitim Fakültesi

gkilicoglu@gazi.edu.tr

https://orcid.org/0000-0002-6125-1853

Doç. Dr. Erol SÖZEN

Lisans eğitimini Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Coğrafya Öğretmenliğinde (2001), yüksek lisans (2004) ve doktora (2011) eğitimini, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü'nde Coğrafya Eğitimi alanında tamamlamıştır. 2001'den 2016 yılları arasında Milli Eğitim Bakanlığı'nda sosyal bilgiler öğretmeni ve coğrafya öğretmeni olarak çalışmıştır. 2016 yılında Düzce Üniversitesi'ne yardımcı doçent olarak atanmıştır. Halen Düzce Üniversitesi Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı'nda doçent olarak görevini sürdürmektedir. Coğrafya, coğrafya eğitimi, sosyal bilgiler eğitimi, afet eğitimi ve deprem, iklim konularında çalışmalarını sürdürmektedir.

Düzce Üniversitesi

Eğitim Fakültesi

erolsozen@duzce.edu.tr

https://orcid.org/0000-0002-0522 4527

HAKEM KURULU

Prof. Dr. Adem SEZER, Uşak Üniversitesi
Prof. Dr. Ali GÜL, Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Aykut Emre BOZDOĞAN, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi
Prof. Dr. Duran AYDINÖZÜ, Kastamonu Üniversitesi
Prof. Dr. Ergin HAMZAOĞLU, Gazi Üniversitesi
Prof. Dr. Erol DURAN, Uşak Üniversitesi
Prof. Dr. Hilmi DEMİRKAYA, Akdeniz Üniversitesi
Prof. Dr. Osman ÇEPNİ, Karabük Üniversitesi
Prof. Dr. Ufuk KARAKUŞ, Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Ayşegül ÇELİK GELDİ, Yozgat Bozok Üniversitesi
Doç. Dr. Bahadır KILCAN, Gazi Üniversitesi
Doç. Dr. Davut GÜREL, Bartın Üniversitesi
Doç. Dr. Mustafa TAHİROĞLU, Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi
Doç. Dr. Selman ABLAK, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi
Doç. Dr. Yusuf İNEL, Uşak Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Nuray KAYADİBİ, Kırıkkale Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Gökhan DEMİRHAN, Uşak Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Hanifi SANIR, Gazi Üniversitesi

İÇİNDEKİLER

ÖN SÖZ 11

OYUN TEMELLİ ÖĞRETİMDE BİR UYGULAMA YAKLAŞIMI: MİNECRAFTEDU..... 13
Onur NİGAR & Raziye ÇAKICIOĞLU OBAN

HAFİF DÜZEYDE ZİHİNSEL YETERSİZLİĞE SAHİP ÖĞRENCİLERİN SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE HARİTA OKURYAZARLIĞI BECERİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ ... 34
Elif İnci VARALAN & Ufuk KARAKUŞ

İLKOKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUKLARDA SAYI KAVRAMININ GELİŞİMİ VE SAYI HİSSİ 49
Ersin PALABIYIK & Neşe IŞIK TERTEMİZ

OKUL ÖNCESİ DÖNEM ÇOCUKLARININ DUYGUSAL ZEKÂSI ve DİJİTAL OYUN BAĞIMLILIKLARININ İNCELENMESİ 72
Alparslan ÜNSAL & İlkay ULUTAŞ

ÖZEL GEREKSİNİMLİ ÇOCUĞA SAHİP EBEVEYNLER..... 89
Alparslan ÜNSAL

MATEMATİKSEL MODELLEME ETKİNLİKLERİYLE FİNANSAL OKURYAZARLIK BECERİSİNİN GELİŞTİRİLMESİ 98
Maksut ÖNLEN & Bilgin Ünal İBRET

DÜRÜSTLÜK DEĞERİNİN FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ.... 122
Mustafa ÇÖL & Ali GÖKALP

TÜRK DİLİNİN YABANCILARA ÖĞRETİMİNDE DEĞERLERİN AKTARILMASINA YÖNELİK METİN YAZMA:B2 DÜZEYİ İÇİN HİKÂYE ÖRNEĞİ... 139
Seda ARTUÇ BEKTEŞ

ORTAÖĞRETİM COĞRAFYA DERS KİTAPLARININ TÜRK KÜLTÜRÜ KONUSUNUN YER ALMA DURUMUNA GÖRE İNCELENMESİ 165
İbrahim HİMMETOĞLU& Bülent AKSOY

VATANDAŞLIK VE TÜRK VATANDAŞLIK HUKUKU 188
Sevim GÜVEN & Neşe IŞIK TERTEMİZ

MÜZİK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI LİSANS 4. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ALDIKLARI ALAN DERSLERİNİN YARATICI DÜŞÜNME BECERİLERİNE KATKISI VE ÖĞRENCİLERİN YARATICILIK İLE İLGİLİ GÖRÜŞLERİNİ İÇEREN MODEL ARAŞTIRMA 204
Özge ÇONGUR YEŞİLKAYA

MÜZİK EĞİTİMİ PROGRAMLARINDA YATAY VE DİKEY ETKİLEŞİMLER.....217
Itır ESKİOĞLU KAMCEZ & Salih AKKAŞ

DİL ÖĞRETİMİNDE DİJİTAL UYGULAMALAR.....238
Hakan YALAP& Sercan DEMİRGÜNEŞ & Mustafa GAZİOĞLU

2018 SOSYAL BİLGİLER DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMINDA FİZİKİ COĞRAFYA İLE BEŞERİ VE EKONOMİK COĞRAFYA KONULARININ YERİ 254
Burcu KARAMAN & Ufuk KARAKUŞ

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ ÖĞRETİM SÜRECİ VE STEM EĞİTİM YAKLAŞIMI: SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ 264
Elçin AYAZ & Okan DORUK & Rabia SARIKAYA

ORTAOKUL 7. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN "KÜRESEL ISINMA" VE "İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ" KAVRAMLARINA YÖNELİK METAFORİK ALGILARI.....301
Esmanur ÇAMLIDAĞ & Gökçe KILIÇOĞLU

SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETİMİNDE KAVRAM KARİKATÜRÜ KULLANIMI 316
Burcu KARAMAN & Ufuk KARAKUŞ

SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE KAVRAM HARİTALARI 336
Ümit YEL

PROBLEM ÇÖZME VE ARAŞTIRMA İNCELEME YOLUYLA KAVRAM GELİŞTİRME....351
Damla YILDIRIM

SOSYAL BİLGİLER DERSİNDE KAVRAM BULMACASI KULLANIMI 364
Sadettin ERBAŞ

SOSYAL BİLGİLER DERSİNDEKİ PLANLARLA İLGİLİ UZMAN, MÜFETTİŞ VE ÖĞRETMENLERİN GÖRÜŞÜ.....375
Ahmet Utku ÖZENSOY

ÖRNEK ETKİNLİKLERLE SOSYAL BİLGİLER DERSLERİNDE KAVRAM AĞLARININ KULLANIMI 402
Adem KARACA

AĞRI İLİ MERKEZ AŞİRETLERİNDE VATANDAŞLIK ALGISI 414
Kenan BAŞ & Ömer AKPOLAT

ÖĞRENME GÜÇLÜĞÜ OLAN ÖĞRENCİLERDE ANLAYARAK OKUMA YAZILIMININ OKUMA VE OKUDUĞUNU ANLAMA BECERİLERİNİ GELİŞTİRMESİNE ETKİSİ 424
Zehra Esra KETENOĞLU KAYABAŞI

İLKOKUL VE ORTAOKUL FEN BİLİMLERİ DERS KİTAPLARININ GÜNLÜK YAŞAM İLE İLİŞKİLENDİRİLMESİNİN İNCELENMESİ 435
İlkay AŞKIN TEKKOL & Hafife BOZDEMİR YÜZBAŞIOĞLU

SOSYAL BİLGİLER ÖĞRETMEN ADAYLARININ İNSAN HAKLARI KAVRAMINA YÖNELİK BİLİŞSEL YAPILARI 452
Damla YILDIRIM & Gökçe KILIÇOĞLU & Sadettin ERBAŞ

MEKÂNSAL OKURYAZARLIK VE SOSYAL BİLGİLER 465
Saim TURAN & Bilgin Ünal İBRET & Hilmi DEMİRKAYA

BİYOLOJİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMA FARKINDALIKLARININ BELİRLENMESİ 483
Merve ADIGÜZEL ULUTAŞ & Ferhat KARAKAYA & Mehmet YILMAZ

DEĞER KAVRAMI VE EĞİTİMDEKİ YERİ 491
Sercan DEMİRGÜNEŞ & Ahu TANERİ

SOSYAL BİLGİLER 7. SINIF DERS KİTABINDA 21.YÜZYIL BECERİLERİNİN İNCELENMESİ 509
Serpil DEMİREZEN & Baysal GÜNGÖR

SOSYAL BİLGİLERDE DEĞERLER EĞİTİMİNE GÜNCEL BİR BAKIŞ 531
Erol SÖZEN & Ebru Eylem DOĞAN

FEN EĞİTİMİ SÜRECİNE ETKİ EDEN FAKTÖRLER: BİR BULANIK MANTIK BİLİŞSEL HARİTALAMA ÇALIŞMASI 545
Elif GÜVEN DEMİR

MARTORELLA'NIN KAVRAM ANALİZİ STRATEJİSİ 566
Hüseyin KARAASLAN

THE SIGNIFICANCE OF NEED ANALYSIS IN FOREIGN LANGUAGE LEARNING 580
İrfan TOSUNCUOĞLU

ÇOCUK YAYIMLARININ ÖZELLİKLERİ 602
Gülhan GÜVEN & Özge Kübra ESİN

ÖN SÖZ

Bilgi ve iletişim çağında baş döndürücü gelişmeler yaşanmaktadır. Teknoloji hayatımıza hızlı bir şekilde girmiştir. Dolayısıyla her alanda değişim ve gelişim kaçınılmaz olmuştur. Bilim dünyası için de bu değişim ve gelişim büyük fayda sağlamıştır. Nitekim bilim dünyasında bilgi ve teknolojinin hızlı dolaşımı bilim insanları arasında iş birliğini artırmıştır. Bu iş birliği eğitim, ekonomi, soysal ve kültürel hayat, siyaset, spor, turizm, medya ve iletişim alanlarında kendini göstermektedir.

2019 yılında Çin'in Vuhan kentinden tüm dünyaya yayılan koronavirüs nedeniyle başta sağlık sektörü olmak üzere, ekonomi, eğitim, ulaşım, ticaret, hizmet, sanayi sektörlerinin olumsuz etkilendiği açık olarak görülmektedir. Kovid 19 salgını hiç şüphesiz akademik faaliyetleri de olumsuz olarak etkilemiştir. Normalleşme faaliyeti olarak da değerlendirebileceğimiz süreçte ortaya çıkarılan bu kitapta; sosyal bilgiler eğitimi, sınıf eğitimi, öğretmen eğitimi, Türkçe eğitimi, fen bilgisi eğitimi, biyoloji eğitimi, özel eğitim, sanat eğitimi, coğrafya eğitimi ve çevre eğitimi ile ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

Kitabın hazırlanması ve basılması yaklaşık 6 aylık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Bu süreçte başta Genel Yayın Yönetmeni Hatice BAHTİYAR olmak üzere emeği geçen Hiperyayın yetkililerine ve çalışanlarına teşekkürlerimizi sunarız.

Son olarak kitabımızın oluşmasında şüphesiz araştırmaları ile en önemli katkı sahibi olan kıymetli yazarlara teşekkürlerimizi sunarız. Bu kitabın bilim insanları arasında iş birliğini artırması ve genç bilim insanlarına yol göstermesi en büyük dileğimizdir.

Editörler
6 Aralık, 2022

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ ÖĞRETİM SÜRECİ VE STEM EĞİTİM YAKLAŞIMI: SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ GÖRÜŞLERİ

Elçin AYAZ[1] & Okan DORUK[2] & Rabia SARIKAYA[3]

1. GİRİŞ

Küresel gelişmeler ışığında birçok ülke ekonomik, siyasal, toplumsal ve kültürel alanlarda sürdürebilir bir değişim içerisine girmiştir. 19. ve 20. yüzyıllarda ülkelerin sahip oldukları toprak ve ham madde önemliyken 21. yüzyılda üretim ve eğitimli insan kaynağı daha önemli hale gelmiştir. Yenidünya düzeninde ayakta kalabilmenin yolu bilgi ve teknolojiyi üretebilecek insan kaynağı yetiştirmekten geçmektedir. Bu nedenle eğitim politikalarında hızlı ve sonuç odaklı değişiklikler yapılmakta ve bu değişimler ülkelerin eğitim programlarına yansımaktadır. Özellikle ABD'de 2012 yılında küresel rekabet gücünü korumak ve daha ileriye taşımak için Next Generation Science Standarts (Yeni Nesil Fen Standartları) hazırlanmış ve uzun süredir araştırma-sorgulama temelli yürütülen fen derslerine mühendislik tasarım uygulamaları eklenerek mühendislik fen bilimleri standartları arasına alınmıştır (National Research Council, [NRC] 2012). Eğitimde mühendislik sürecinden yararlanılmaya başlanmasıyla birçok ülkede öğretim programları 21. yy standartları çerçevesinde yenilenmiş ve mühendislik tasarım sürecine dayalı yürütülen STEM eğitimi ön plana çıkmaya başlamıştır. Özellikle Avrupa Birliği (AB) ülkelerinde STEM eğitimi için stratejik planlar yapılmakta ve STEM disiplinlerinde öğrencilerin başarısının artırılması ve yeteneklerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir (Caprile, Palmén, Sanz, & Dente, 2015). Zira sürdürülebilir kalkınmayı sağlayacak insan gücünün yetiştirebilmesi ancak eğitimle olacaktır.

Eğitim süreçlerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan STEM eğitim anlayışının yenilenen eğitim reformlarına cevap verebileceği düşünülmektedir. Değişen eğitim stratejileri, STEM disiplinlerinin yer aldığı mesleklerde uzmanlaşma becerilerine sahip, 21. yy işgücünü karşılayacak bir STEM okuryazarlığını gerekli kılmaktadır (Bybee, 2010). Yaygınlaşan STEM eğitim yaklaşımıyla mühendislik eğitiminin erken dönemlerde eğitim programlarında yer bulması gerektiği, bilimsel ve ekonomik gelişimin sürekliliğinin sağlanabilmesi hedeflenmektedir (Wendell & Rogers, 2013). Yenilikçi ve yaratıcı fikirlerle sorunlara çözüm üreten bir toplum anlayışı için gerekli olan STEM eğitim yaklaşımı, fen ve matematik disiplinlerinin yanı sıra teknoloji ve mühendislik uygulamalarına da odaklanmaktadır (Bybee, 2010). STEM disiplinlerine ait kazanımların bir arada kullanılması ve dört disiplinin entegrasyonuna bütünleşik STEM denilmektedir (Çorlu, Capora, & Capora, 2014). Genel olarak bütünleşik STEM

1 Dr. Öğr. Üyesi Dicle Üniversitesi elcin.ayazz@gmail.com, https://orcid.org/0000-0003-2488-6777
2 Arş. Gör. Gazi Üniversitesi, okandoruk@gazi.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-6264-765X
3 Prof. Dr. Gazi Üniversitesi, erabia@gazi.edu.tr, https://orcid.org/0000-0001-9247-8973

yaklaşımında, gerçek dünya sorunları dört disiplininin bağlantısıyla çözülmeye çalışılmaktadır (Moore, Glancy, Tank, Kersten, Smith, & Stohlmann, 2014). STEM entegrasyonun sağlanması, özellikle K-12 (okul öncesinden-lise öğreniminin sonuna kadar) eğitimini olumlu yönde etkileyecek olan fen ve matematik öğretiminde yenilikçi bakış açılarının ortaya çıkmasını sağlayacaktır. Etkili şekilde yürütülen bütünleşik STEM uygulamaları öğrencileri bu derslere teşvik ederek öğrenmelerini kolaylaştırabilecektir. Bütünleşik STEM eğitiminde ve fen eğitimine mühendisliğin entegre edilebilmesinde tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı STEM uygulamalarının yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Bozkurt-Altan, Yamak & Buluş-Kırıkkaya, 2016). Mühendisliğin fen eğitimine entegrasyonuna ilişkin tüm yaklaşımlarda öğrenciler, günlük yaşam problemleri için çözüm üretirken mühendislerin tasarım geliştirme sürecini kullanılırlar. National Aeronautics and Space Administration (NASA) mühendis yetiştirirken kullanılan sürecin STEM kariyer alanlarındaki öğrencilerin yetiştirilmesinde de kullanılabileceğini belirtmektedir. NASA'nın kullandığı mühendislik tasarım süreci aşağıda verilen sekiz basamaktan oluşmaktadır (NASA, 2015):

1.Problemin/ihtiyacın belirlenmesi

2.Problem için araştırma yapma

3.Çözüm önerileri geliştirme

4.En iyi çözüm önerisini seçme

5.Prototip inşa etme

6.Test etmek ve çözümleri değerlendirme

7.Çözüm iletişimi

8.Yeniden tasarlama

Mühendislik tasarım döngüsünde amaç, öğrencinin genel bir problem çözme sürecini işletmesinden ziyade mühendislerin düşünme sürecini öğrenmesidir. Mühendislik tasarım sürecinde öğrenciler problemleri çözmek ve bu süreci başarıyla sonuçlandırmak için problemlerini kriter ve sınırlıklar bağlamında ele alır. Bu sayede öğrencilerin düşünme becerileri gelişir.

Türkiye'de fen eğitimi ile ilgili gelişmelere bakıldığında, özellikle son 30 yılda meydana gelen toplumsal değişimlerin öğretim süreçlerini etkilediği görülmektedir (Batı, 2014). 2013 yılında 4+4+4 eğitim sistemine geçilmesiyle MEB tarafından güncellenen Fen Bilimleri dersi öğretim programının en önemli hedeflerinden birisi, fen ve teknoloji okuryazarı bireyler yetiştirmektir. Ayrıca bu programda bilgi, beceri, duyuş ve Fen Teknoloji Toplum Çevre (FTTÇ) olmak üzere dört öğrenme alanı bulunmaktadır. Programdaki FTTÇ öğrenme alanında sosyo-bilimsel konular, sürdürülebilir kalkınma, bilimin doğası, bilim-teknoloji ilişkisi, fen ve kariyer bilinci gibi alt alanlar bulunmaktadır (MEB, 2013). Fen bilimleri öğretim programları MEB tarafından 2018 yılında yeniden değiştirilerek programdaki bilimsel süreç becerileri

ve yaşam becerilerine mühendislik tasarım becerileri de eklenmiştir. Bu becerilerin işe koşulmasının amacı öğrencilerin problemlere disiplinler arası bir bakış açısıyla yaklaşarak çözüm oluşturmalarını ve STEM disiplinlerini kullanarak oluşturdukları ürünleri değerlendirme stratejileri geliştirmelerini sağlamaktır. Mühendislik tasarım becerisinin programa eklenmesi fen bilimleri öğretim programında STEM eğitimine yönelik eylemlerin başladığının bir göstergesidir (MEB, 2018). Bu noktada "Öğretim programlarına mühendislik tasarım becerisinin eklenmesine gerek var mıydı?" sorusunun cevabını irdelemek yerinde olacaktır.

Bilindiği gibi öğretim programlarının ve dolayısıyla da eğitim sistemlerinin etkililiğinin belirlenmesinde öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek önemli bir göstergedir. Bu amaçla uluslararası sınavlar yapılmaktadır. "Ekonomik İşbirliği ve Gelişim Organizasyonu" (OECD) tarafından yapılan "Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı" (Programme for International Student Assessment-PISA) ve "Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Kuruluşu" (IEA) tarafından yapılan "Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması" (Trends in International Mathematics and Science Study-TIMSS) gibi uluslararası sınavlar sayesinde ülkeler, hem öğrencilerinin matematik, fen bilgisi ve okuma alanlarında bilgi ve becerilerindeki gelişmeyi yıllara göre takip edebilir, hem de öğrencilerinin mevcut durumlarını görme ve başka ülkelerle karşılaştırma olanağı bulur. Türkiye'deki bu sınavlara katılan öğrencilerin PISA 2018 verileri incelendiğinde fen alanı ortalama puanının 468 olduğu görülmektedir. Türkiye, PISA 2018'e katılan 79 ülke arasında fen alanında 39. sırada, 37 OECD ülkesi arasında ise 30. sıradadır. Türkiye'de öğrencilerin OECD ortalamasına göre daha yoğun bulunduğu yeterlik düzeyleri **1a düzeyi** ve 2. düzeydir. En üst düzey olan 5. ve 6. yeterlik düzeyindeki öğrenci oranı OECD ortalamasının altındadır (PISA, 2018). Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) 2019 verilerine bakıldığında Türkiye'nin fen başarısında 526 ortalama puan ile 58 katılımcı ülke arasında 19. sıraya yükseldiği görülmektedir. Türkiye ilk kez matematik ve fen alanlarında TIMSS ölçek orta noktasının anlamlı ölçüde üzerinde yer almıştır. Bu duruma performans artışı ile birlikte alt yeterlik düzeyindeki öğrenci oranlarının azalmasının etkisi olduğu söylenebilir (TIMMS 2019 Türkiye Ön Raporu, 2019).

Uluslararası ölçekli bu değerlendirme sınavları öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini ölçmektedir. Sonuçlardan da anlaşılacağı gibi öğrencilerimizin üst düzey düşünme yeterlik düzeylerinin daha çok artırılması gerekmektedir. Murat (2018) fen ve matematik alanlarındaki başarızlıkların STEM alanlarına yönelen kişi sayılarını azalttığını, bu durumun 21. yy becerilerine sahip nitelikli işgücünü olumsuz etkileyeceğini belirtmektedir. Bu problemle karşılaşmamak için özellikle ilkokuldaki temel ders içeriklerinin öğrencilere yaşam becerileri ve üst düzey düşünme becerileri kazandıracak şekilde olması gerekmektedir. Ancak 2018 yılı ilkokul Fen Bilimleri öğretim programı incelendiğinde, fen ve mühendislik becerileri ile ilgili kazanımların yeterli olmadığı dikkat çekmektedir. Programdaki bu açıklığı kapatmak üzere öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerilerini öğrenciye

kazandıracak yetkinliğe sahip olmaları oldukça önemlidir. Bu nedenlerden dolayı Türkiye'de fen öğretiminde mühendislik tasarım temelli yürütülen STEM eğitimi ile ilgili çalışmaların zenginleşmesi gerekmektedir.

Literatürde STEM eğitimiyle ilgili yapılan çalışmaların genellikle ortaokul fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik olduğu görülmüştür (Bozkurt, 2014; Avcı, 2017; Hacıoğlu, 2017; Üçüncüoğlu, 2018). STEM eğitimi konusunda sınıf öğretmeni adaylarıyla ilgili; STEM eğitimine yönelik metaforlar (Çalışıcı & Sümen, 2018), mühendislik tasarım temelli süreçlerin uygulandığı çalışmalar (Altaş, 2018; Hacıömeroğlu, 2018; DiFrancesca, Daniell; Lee, Carrie, McIntyre, & Ellen, 2014), STEM eğitimine yönelik görüşler (Hacıömeroğlu & Bulut, 2016), ilkokul öğretmen adaylarının okul ortamlarında ve normal okul saatleri dışında STEM öğretimi hakkındaki görüşleri (Dani, Hartman, & Hlefrich, 2018) gibi çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmalar sınırlı sayıdadır. Öğretmen ve öğretmen adaylarıyla yapılacak benzer nitelikteki uygulamalı çalışmaların artırılması gerekmektedir. Böylece 21. yy eğitim anlayışına uygun yaklaşımların öğrenme ortamlarında hayat bulması kolaylaşacaktır.

Bu araştırma sınıf öğretmeni adaylarıyla yürütülen uygulamalı bir çalışma olması bakımından alan yazına katkı sağlayacaktır. Bu araştırma kapsamında sınıf öğretmeni adaylarıyla 14 haftalık mühendislik tasarım temelli STEM eğitimi uygulamaları yapılmıştır. Öğretmen adaylarına ilkokul Fen Bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarına uygun problemler verilmiştir. Öğretmen adayları problemlere çözüm üretirken, STEM disiplinlerini bir arada ve farklı boyutlarda kullanarak mühendislik tasarım temelli öğrenme sürecinde belirli tasarımları üretmeye çalışmışlardır.

Bu çalışmanın amacı, mühendislik tasarım temelli fen öğretimi (MTTFÖ) sürecinde STEM eğitim yaklaşımı uygulanan sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerini derinlemesine incelemektir. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranmıştır:

Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ süreci öncesinde ve sonrasında;

1) STEM kavramı hakkında görüşleri nasıldır?
2) STEM eğitimi hakkındaki görüşleri nasıldır?
3) MTTFÖ ve aşamaları hakkındaki görüşleri nasıldır?
4) MTTFÖ'nün STEM eğitimiyle ilişkisi hakkındaki görüşleri nelerdir?
5) STEM eğitiminin hedefleri nelerdir?
6) STEM eğitimi hangi becerileri geliştirir?
7) STEM disiplinlerinin entegrasyonu hakkındaki görüşleri nasıldır?
8) STEM eğitimiyle robotik-kodlama arasındaki ilişkiye yönelik görüşleri nelerdir?
9) MTTFÖ uygulamalarının öğretmen adayına katkıları hakkındaki görüşleri nasıldır?
10) MTTFÖ uygulamalarının öğrenciye katkıları hakkındaki görüşleri nasıldır?

2. YÖNTEM

2.1. Araştırma Modeli

Araştırmada temel nitel araştırma modelinden yararlanılmıştır. Temel nitel araştırmalar bireylerin yaşadıkları deneyimlerin yorumlanmasını ve bunların anlamlandırılmasına katkı sağlayan anlayışlar içerir (Merriam, 2013). Bu amaçla, bu araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli öğretim süreci ve STEM eğitim yaklaşımı hakkındaki düşünceleri nasıl yorumladıkları incelenmiştir. Öğretmen adaylarının MTTÖ süreci hakkındaki bilgileri, deneyimleri, becerileri keşfedilmeye çalışılmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubu kolay ulaşılabilir yolla belirlenmiş olup, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı bahar yarıyılında Ankara'daki bir devlet üniversitesinin Sınıf Eğitimi Anabilim Dalında öğrenim gören 95 ikinci sınıf öğretmeni adayından (14 erkek, 81 kadın) oluşmaktadır. Kolay ulaşılabilir örnekleme yöntemi tanıdık bir grup üzerinde uygulandığından araştırmaya hız ve pratiklik kazandırmaktadır (Yıldırım & Şimsek, 2011, syf 113). Bu araştırmada katılımcılar gönüllük esasına göre seçilmiş ve çalışmanın gerçekleştirildiği üniversitenin etik kurulundan gerekli izin alınmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

MTTFÖ uygulamalarının başında ve sonunda öğretmen adaylarından veri toplamak amacıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen ve on sorudan (*STEM ve STEM eğitimi nedir?, MTTFÖ nedir ve aşamaları nelerdir?, STEM eğitim yaklaşımı ile MTTFÖ arasındaki ilişki nasıldır?, STEM eğitminin hedefleri nelerdir? STEM eğitim yaklaşımı* hangi becerileri etkiler*?, STEM disiplinlerinin entegrasyonunu nasıl sağlanır?,STEM eğitimiyle robotik-kodlama arasında ilişki nasıldır?, MTTFÖ uygulamalarının öğretmen ve öğretmen adaylarına sağladığı katkılar nelerdir?*) oluşan yarı yapılandırılmış açık uçlu anket formu kullanılmıştır. Taslak anket formu araştırmacılar tarafından ilgili literatürde sık karşılaşılan problemler dikkate alınarak hazırlamıştır. Daha sonra üç alan uzmanı bu soruları araştırma problemlerine uygun olarak düzeltmiştir. Öğretmen adaylarının formdaki sorulara yazışma yoluyla cevap vermeleri istenmiştir. Karasar'a (2009) göre yazışma yazılı iletişime başvurarak veri toplama biçimidir. Öğretmen adayları bu anket formunu ortalama 20-25 dakikalık sürede cevaplamıştır. Bu araştırmada ayrıca mühendislik tasarım süreci döngüsü formları, tasarım süreci sonundaki öğrenci sunumları ve araştırma süreci ile ilgili informal gözlemler verilerin yorumlanmasında kullanılmıştır.

2.4. Uygulama Süreci

Çalışmanın amacına uygun olarak öğretim sürecinin öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının süreçle ilgili görüşlerine başvurulmuştur. Uygulamalar üç farklı şubedeki sınıf öğretmenliği ikinci sınıf öğretmen adayları ile "Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II" dersinde, alan uzmanı sorumlu öğretim elemanı tarafından 14 hafta boyunca yürütülmüştür. Uygulamalar sırasında öğretmen adayları 4-5 kişilik heterojen gruplara ayrılmıştır. Her grup kendine bir isim vermiş ve öğretmen adayları dönem sonuna kadar aynı gruplarda çalışmaya devam etmişlerdir. Ders içeriği MEB (2018) 3-8 fen bilimleri dersi öğretim programındaki kazanımlara uygun olarak planlanmıştır. 5E Öğrenme Modeline göre sürdürülen derslerin derinleştirme aşamasında gruplara günlük yaşam problemleri verilerek MTTFÖ süreci başlatılmıştır. Her gruptan verilen problemlere çözüm bulabilecekleri ürünleri tasarlamaları istenmiştir. Bu süreçte öğretmen adaylarının mühendislik tasarım döngüsünü (problemin/ihtiyacın belirlenmesi, problem için araştırma yapma, bireysel ve grupla çözüm önerileri geliştirme, en iyi çözüm önerisini seçme, prototip çizme ve inşa etme, test etme ve çözümleri değerlendirme, çözüm iletişimi, yeniden tasarlama) uygulamaları sağlanmıştır. Bu aşamalardan sonra öğretmen adaylarının tasarladıkları ürünler uzman ve akran görüşüne sunularak değerlendirilmiş ve tasarımların eksik yanlarını revize ederek geliştirmelerine fırsat verilmiştir. Her STEM probleminde döngü tekrarlanmıştır.

2.5. Veri Analizi

Çalışmadan elde edilen veriler öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara göre tümevarımsal içerik analizine tabi tutulmuştur. Elo ve Kyngäs'a (2008) göre tümevarımsal içerik analizinde öncelikle açık kodlama, kategori oluşturma ve sınıflama yapılmalıdır. Bu analiz sürecinde kodlamadan sonra alt kategoriler belirlenerek genel kategorilere ayrılır ve sonunda ana kategoriye ulaşılır. Bu araştırmada da içerik analizi yapılırken üç araştırmacı birlikte değerlendirme yapmıştır. Öncelikle verinin aynı kısmı üç araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanarak karşılaştırılmıştır. Daha sonra bir araştırmacı verilerin hepsini kodlayarak kategorileri oluşturmuştur. Ardından bütün araştırmacıların kontrol ettikleri ve görüş birliğine vardıkları kodlardan alt kategorilere, alt kategorilerden de ana kategorilere ulaşılmıştır.

2.6. Geçerlilik ve Güvenirlik

Çalışmada öğretmen adaylarının sürecin başı ile sürecin sonu arasında görüşlerine başvurulan zaman dilimi 14 haftadır. Bu süre boyunca görüşleri alınan katılımcı sayısı değişmemiştir. Uygulama boyunca aynı öğretim elamanı bütün şubelerdeki Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları-II dersine girerek dersleri aynı şekilde yürütmüştür. Ayrıca katılımcıların gönüllü olarak verdikleri cevaplarda samimi oldukları ve gerçeğe uygunluğa dikkat ettikleri düşünülmektedir. Araştırmacı soruları nesnel bir yaklaşımla ele alarak, süreçte tarafsız kalmaya çalışmıştır. Araştırmacı önyargısız hareket etmeyi

önemsendiğinden uygulamalarda sık sık yansıtıcı gözlemlere başvurmuştur. Bu durumlar göz önüne alındığında çalışmanın geçerli olduğu söylenebilir (Yıldırım & Şimşek, 2011; Merriam, 2013). Bu çalışmada ayrıca kodlayıcılar arası görüş birliği sağlanmıştır. Birden fazla araştırmacı verilerin yaklaşık %20'sini ayrı ayrı kodlayarak gözden geçirmiştir. İlk başta araştırmacıların kodladıkları kısımlar karşılaştırılarak ortak ve aykırı görüşler belirlenmiştir, daha sonra kodlamaya devam edilmiştir ve kodlayıcı güvenirliği tekrar hesaplanmıştır. Buna göre (görüş birliği = görüş birliği+görüş ayrılığı x100) formülüne göre belirlenen 341 görüş birliği ve 37 görüş ayrılığı bulunmuştur. Bu sonuca göre güvenirlik katsayısı %90 olarak hesaplanmıştır (Miles & Huberman, 2015, s.64-65). Görüş ayrılığı olan kısımlarda araştırmacılar bir araya gelerek ortak bir noktada karar kılmışlardır.

3. BULGULAR VE YORUM

Bu çalışmanın amacı, Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi (MTTFÖ) sürecinde STEM eğitimi uygulanan sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerinin derinlemesine incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda araştırma problemlerine yönelik bulgular aşağıda maddeler halinde verilmiştir.

3.1. Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Kavramı Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "STEM nedir?" sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 1'de verilmiştir. Bulgular sunulurken öğretmen adaylarının uygulama öncesindeki ifadeleri UÖ ve uygulama sonrasındaki ifadeleri US ile gösterilmiştir.

Tablo 1. Öğretmen Adaylarının "STEM Nedir?" Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

		STEM nedir?	
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**31**	**Bilmiyorum**	**---**
Dört disiplinin açılımı	31	Dört disiplinin açılımı	85
Disiplinlerin entegrasyonu	13	Disiplinlerin entegrasyonu	38
Mühendislik uygulaması	9	Disiplinler arası problem oluşturma ve çözme süreci	23
Teknoloji-mühendislik ilişkisi	4	Mühendislik tasarım döngüsü	10
Disiplinlerle yaratıcılığı artırmak	4	İhtiyacı karşılayan bir öğretim programı	9
Donanımlı olmak	3	Ürün oluşturma süreci	7
		Yaratıcı düşünme	4
		Mühendislik becerisi kazandırma	3
		Uygulamalı mühendislik eğitimi	3
		Maker düşünme	3

Tablo 1 incelendiğinde, öğretmen adaylarının MTTFÖ uygulamaları öncesinde önemli bir kısmının STEM kavramının ne olduğunu bilmediği (*f=31*) ve STEM kavramını sadece dört disiplinin açılımı (*f=31*) olarak gördükleri anlaşılmaktadır. Ayrıca, bazı öğretmen adayları STEM kavramını, disiplinlerin entegrasyonu (*f=13),* mühendislik uygulaması (*f=9),* teknoloji – mühendislik ilişkisi (*f=4*), disiplinlerle yaratıcılığı arttırmak (*f=4*) ve donanımlı olmak olarak ifade etmiştir. Ö1 ve Ö15 kodlu öğretmenlerin ifadelerinden de uygulama öncesinde STEM kavramını bilmedikleri anlaşılmaktadır.

> *Ö1: "STEM'in ne olduğu ile ilgili bir bilgim yok. Disiplinler de sanırım dürüstlük, hoşgörü, adalet gibi." (UÖ)*
>
> *Ö15: "STEM kavramını bilmiyorum, ama öğrenmek istiyorum." (UÖ)*

Öğretmen adaylarının MTTFÖ uygulamaları sonrasındaki görüşlerine bakıldığında, STEM kavramını açıklamayan katılımcı olmadığı görülmektedir. Bununla birlikte öğretmen adaylarının çoğu, bu kavramı dört disiplinin açılımı *(f =85)* ve disiplinlerin entegrasyonunun sağlanması şeklinde ifade etmişlerdir. Bu ifadelerin, uygulama öncesine göre önemli bir artış gösterdiği görülmektedir. Ayrıca uygulama öncesinde bahsedilmeyen disiplinler arası problem oluşturma ve çözme süreci (*f=23*), mühendislik tasarım döngüsü (*f=10*), ihtiyacı karşılayan bir öğretim programı (*f=9*) ve ürün oluşturma süreci (*f=7)* gibi kodların da uygulama sonrasında oluştuğu görülmektedir. Öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar dikkate alındığında uygulama sonrası STEM'e yönelik birçok yanlış anlamanın ortadan kalktığı görülmektedir. Örneğin uygulama öncesinde öğretmen adayları STEM ile ilgili genellikle 4 disiplinin birleşimi şeklinde tanımlama yaparken uygulama sonrasında disiplinlerin entegrasyonundan ve mühendislik tasarım döngüsünden bahsetmiş ayrıca problem çözme, yaratıcı düşünme gibi STEM eğitiminin kazandırdığı becerilere de vurgu yapmışlardır. Bu durumun 14 haftalık MTTFÖ uygulamalarından kaynaklandığı söylenebilir.

3.2. Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitimi Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "STEM eğitimi nedir?" sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının "STEM Eğitimi Nedir?" Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

STEM Eğitimi Nedir?			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**42**	**Bilmiyorum**	---
Feni mühendislikle birleştirme	7	Problem çözme	35
Disiplinler arası entegrasyon	7	Mühendislik tasarım döngüsü	20
Mesleki gelişimi	6	Disiplinler arası entegrasyon	10
Teknolojik tasarımlar	6	Yaratıcı ve yenilikçi düşünme	8
Materyal tasarımı	6	Müfredata uygun ürün ortaya koyma	7
Mühendis yetiştirme	5	Yaparak-yaşayarak öğrenme	6
Fene ek eğitim	4	Günlük hayatla ilişkili eğitim	5
Problemleri modellerle çözme	5	Proje odaklı öğrenim	4
Kalıcı öğrenme	3	Mühendislik becerilerini müfredatla birleştirme	3
Gelişen çağa uygun yeni bir eğitim	3	Teknolojik gelişime uyumlu eğitim	3
Bilimsel düşünme kazandırma	2	Sistemli düşünmeyi öğreten eğitim	2
Sayısal beceri kazandırma	2		

Tablo 2 incelendiğinde uygulama öncesinde, sınıf öğretmeni adaylarının önemli bir kısmının STEM eğitiminin ne olduğunu bilmediği (*f=42*) görülmektedir. Ayrıca, sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitim sürecini; fen dersini mühendislikle birleştirme (*f=7*), disiplinler arası entegrasyonu sağlama (*f=7*), meslek gelişimine katkı sağlama (*f=6*), teknolojik tasarımlar üretme (*f=6*), materyal tasarım süreci (*f=6*), mühendis yetiştirme süreci (*f=6*), problemleri modellerle çözme yöntemi (*f=5),* fen dersine ek bir eğitim yaklaşımı (*f=4),* kalıcı öğrenme (*f=3*) gelişen çağa uygun yeni bir eğitim (*f=3*), bilimsel düşünme kazandırma (*f=2*) ve sayısal beceri kazandırma (*f=2)* şeklinde ifade ettikleri görülmektedir.

Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitiminin ne olduğuna ilişkin uygulama sonrasındaki görüşleri incelendiğinde; problem çözme süreci (*f=35*), mühendislik tasarım döngüsünün kullanılma süreci (*f=20*), disiplinler arası entegrasyonun sağlanması (*f=10),* yaratıcı ve yenilikçi düşünme (*f=8*), müfredata uygun ürün ortaya koyma (*f=7*), yaparak-yaşayarak öğrenme (*f=6*), günlük hayatla ilişkili eğitim (*f=5),* proje odaklı öğrenim (*f=4*), mühendislik becerilerini müfredatla birleştirme (*f=3*), teknolojik gelişime uyumlu eğitim (*f=3*) ve sistemli düşünmeyi öğreten eğitim (*f=2*) gibi kodların oluştuğu görülmektedir.

Uygulama sonrasında Ö82 kodlu öğretmen adayı *"STEM eğitimi, disiplinlerine göre öğrencilerle bir problem üzerine çözüm üretmeleri sürecidir. Bu illa robotik olmak zorunda değildir. Karton, elişi kâğıdı vb. basit malzemelerle de gerçekleştirilir." (US)* ifadesini kullanarak STEM Eğitiminin bir probleme çözüm üretme süreci olduğunu belirtirken;

Ö46 kodlu öğretmen adayı*"Okullarda öğrencilerin çözüm odaklı düşünmelerini ve mühendislik tasarım döngüsüne uyarak tasarım yapmalarını proje geliştirmelerini sağlayan STEM uygulamalarının öğrenciye öğretilmesine STEM eğitimi denir." (US)* ifadesiyle STEM eğitimini tanımlarken hem MTTFÖ hem de çözüm odaklı düşünme ve problem çözmeye vurgu yapmıştır.

3.3. Sınıf Öğretmeni Adaylarının MTTFÖ ve Aşamaları Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "MTTFÖ nedir? Aşamaları nelerdir?" sorularına verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının "MTTFÖ Nedir? Aşamaları Nelerdir?" Sorularına Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

MTTFÖ nedir? Aşamaları nelerdir?			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**56**	**Bilmiyorum**	---
Yaratıcılık, üretme, tasarlama	10	Aşamaların doğru bir şekilde aktarımı	50
Problemlere çözüm bulma	8	Problem çözme süreci,	32
Mühendislik konularını uygulama	4	Mühendislik tasarım süreci	16
Materyal tasarımı ağırlıklı	3	Mühendislik becerilerini geliştirmek	10
Teknolojik tasarımlar yapmak	2	Ürün tasarlamak/üretme çabası	10
Ürüne girmek için takip edilen basamak	2	Ürünleri hayata aktarmak	8
Faydalı bir alet tasarlama	2		
Üst düzey temelli öğrenme	2		

Tablo 3 incelendiğinde MTTFÖ uygulamaları öncesinde sınıf öğretmeni adaylarının çoğunluğunun MTTFÖ ve aşamalarını bilmediği (*f=52*), bir kısmının yaratıcılık, üretme, tasarlama cevabını *(f=10)* verdikleri görülmektedir. Ayrıca bazı öğretmen adayları MTTFÖ'nün problemlere çözüm bulma (*f=8*), mühendislik konularını uygulama *(f=4*), materyal tasarımı *(f=3)* olduğunu belirtmektedir.

> *Ö6:"Konuyla ilgili bir bilgim yok. Ürünü geniş boyutlarda zihnimizde tasarlamamızı sağlayacak bir öğretim olabilir."(UÖ)*
>
> *Ö41:"Mühendislerin yaptıkları ürünleri estetik kaygıyla yapmalarını, güzel ürünler ortaya çıkarmalarına deniyor olabilir, tam bilmiyorum."(UÖ)*

Uygulamalar sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ ve aşamalarını eksiksiz olarak belirttikleri (*f=50*) görülmüştür. Ö7 kodlu öğretmen adayının ifadesinden bu aşamaları kavradığı anlaşılmaktdır. Ö12 ve Ö13 kodlu öğretmen adayları ise uygulamalar sonunda MTTFÖ'yü problem çözme süreci *(f=32*), mühendislik tasarım süreci *(f=16*) mühendislik becerilerini geliştirmek *(f=10*) ürünleri hayata aktarmak *(f=8*), ürün tasarlamak/üretme çabası (*f=10)* şeklinde açıklamışlardır.

> *Ö7: "Önce problem belirlenir, bununla ilgili araştırma yapılır, herkes özüm üretir, bunların içinden en uygunu seçilir. Daha sonra prototip çizilir, tasarım yapılır, sunulur."(US)*
>
> *Ö12:"Değişen dünya hayatına ayak uydurmaktır" Mühendisliği sadece bir üniversite bölümü olmaktan çıkarıp her noktasına yerleştirmektir. En baştan tasarım temelli bir eğitim oluşturmaktır."(US)*
>
> *Ö13:"Mühendislik uygulamalarının kullanılması"(US)*

Sonuç olarak uygulama öncesinde sınıf öğretmeni adaylarının genel olarak MTTFÖ ve aşamalarını bilmedikleri, uygulama sonrasında mühendislik tasarım sürecinin bütün adımlarını ifade edebildikleri görülmektedir. Ayrıca uygulama sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının problem çözmeden, mühendislik tasarım becerilerinden ve ürün oluşturmadan bahsetmeleri önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

3.4. Sınıf Öğretmeni Adaylarının MTTFÖ'nün STEM Eğitimiyle İlişkisi Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının "MTTFÖ ve STEM eğitimi arasında ilişki var mıdır?" sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 4'de verilmiştir.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının "MTTFÖ ve STEM Eğitimi Arasında İlişki Var Mıdır?" Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

MTTFÖ ve STEM eğitimi arasında ilişki var mıdır?			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**52**	**Bilmiyorum**	---
İkisinde de mühendislik uygulaması mevcuttur	16	İkisinde de mühendislik uygulaması mevcuttur	33
Benzerdir	4	Tasarım süreci aşamaları vardır	27
Tasarıma yöneliktir	3	İç içedir / ilişkilidir	15
MTTFÖ için STEM'den yararlanılır	2	Birlikte yürütülür	10
Yaparak öğrenilir	2	STEM'in içinde MTTFÖ'den yararlanılır	11

Probleme çözüm bulunur	2	Ürün çıkarılır	4
Fen dersi öğretim programındadır	2		
Uygulama alanları aynıdır	2		

Tablo 4 incelendiğinde MTTFÖ uygulamaları öncesinde sınıf öğretmeni adaylarının çoğunluğunun MTTFÖ ve STEM arasındaki ilişkiyi bilmediği *(f=52)* görülmektedir (Ö9, Ö18, Ö25). Bazı öğretmen adayları ise ikisinde de mühendislik olduğunu (*f=16*) belirtmişlerdir. Çok az sayıdaki öğretmen adayı bu disiplinlerin benzer olduğunu, birbirinden yararlandıklarını (*f=4),* iki disiplinin de tasarıma yönelik olduğunu (*f=3*) belirtmektedir.

Ö9:"STEM'in ne olduğunu tam olarak bilmiyorum."(UÖ)

Ö18:"Bilmiyorum ama bence vardır."(UÖ)

Ö25:"Hiçbir fikrim yok, içerik ile ilgili bir bilgim yok."(UÖ)

Uygulamalar sonrasında, sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ ve STEM arasındaki ilişkiyi açıklarken iki uygulamada da mühendislik olduğunu (*f=33*) ve bu uygulamalarda problem çözme aşamaları ile tasarım süreci aşamalarının (*f=27*) yer aldığını belirttikleri görülmektedir. Bir kısım sınıf öğretmeni adayı iki disiplin arasında (*f=15*) sadece ilişkinin olduğunu belirtirken bir kısmı ise bu disiplinlerin birlikte yürütüldüğünü (*f=10*) ifade etmişlerdir (Ö8, Ö26).

Ö8:"MTTFÖ ve STEM eğitimi arasında ilişki vardır. Çünkü aslında MTTFÖ ve STEM iç içedir. Birbirlerinden faydalanarak sonuca ulaşırlar. Mühendislik tasarım temelli öğretimde verilen problem STEM disiplinleri ile çözüme kavuşur."(US)

Ö26:"MTTFÖ aşamalarını yaparken aslında STEM'in disiplinlerinden yararlanılıyor. Fen, mühendislik, matematik ve teknolojinin yardımı ile çözüme gidiliyor."(US)

Sınıf öğretmeni adaylarının "MTTFÖ ve STEM eğitimi arasında ilişki var mıdır?" sorusuna verdikleri cevaplar incelendiğinde, uygulama öncesinde katılımcıların genel olarak aradaki ilişkiyi bilmedikleri, bilenlerin ise yüzeysel bilgilere sahip oldukları görülmektedir. Uygulama sonrasında ise katılımcıların MTTFÖ ve STEM eğitimi arasında ilişkili olduğunu belirttikleri ve iki uygulamada da mühendislik ile problem çözme aşamalarına vurgu yaptıkları görülmektedir. Bu durumun 14 haftalık MTTFÖ uygulamalarından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırmacılar MTTFÖ uygulamaları sürecinde öğrencilerin tasarım süreçlerini, sunumlarını gözlemiş ve öğrencilerle sürekli olarak iletişim kurarak dönütler vermişlerdir. Uygulamalara yönelik informal gözlemler şunlardır:

Öğrencilerin sürecin başından sonuna kadar MTTFÖ basamaklarına riayet ettikleri, bu basamaklara uygun olarak çözüm üretme süreci geliştirdikleri, özellikle

grup çalışmalarında araştırmalar yaparak tartıştıkları, birbirlerine kendi fikirlerinin avantaj ve dezavantajlarını ifade ettikleri, süreç ilerledikçe bireysel çözüm önerilerinde yeniklikçi düşünerek bireysel prototip çizimlerinde gelişim gösterdikleri, grupça en uygun çözüme karar vererek prototip çiziminde büyük yol kattettikleri görülmüştür. Ayrıca elde edilen tasarımların denenmesi ve ürünün paylaşılması aşamasında öğrencilerin sunum yapma konusunda gelişim gösterdikleri ve sınıf içi tartışmalara yer vererek tasarımlarını geliştirdikleri tespit edilmiştir. Ek.1'de öğrencilere ait bazı prototip çizimleri bulunmaktadır.

3.5. Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitiminin Hedefleri Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "STEM eğitiminin hedefleri nelerdir? Mühendilik Tasarım Becerileri MEB (2018) fen bilimleri öğretim programına neden konulmuştur?" sorularına verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 5' te verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen Adaylarının "STEM Eğitiminin Hedefleri Nelerdir? Mühendislik Tasarım Becerileri MEB (2018) Fen Bilimleri Öğretim Programına Neden Konulmuştur?" Sorularına Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

STEM eğitiminin hedefleri nelerdir? 2018 programına neden konulmuştur?			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**35**	**Bilmiyorum**	---
Yaparak yaşayarak öğrenme	17	Problem çözme	59
Problem çözme	15	Yaratıcı çözümler oluşturma	42
Rekabet edecek insan gücü oluşturma	11	Gerçeğe uygun ürün tasarlama	38
Mühendisliğe teşvik etme	10	Sorgulayan, eleştiren, araştıran	29
Fen okur-yazarlığı	10	İnovatif/yenilikçi yeteneklerini geliştirmek	26
STEM disiplinlerinde yeterlik	10	Endüstri 4.0 çağına uygun bir eğitim	21
İcat yapmak	8	STEM disiplinlerine uygun düşünme	21
Fen ile tanışmak	7	Çok boyutlu düşünme, farklı yeni bakış açıları	21
Yenilikçilik	6	Gerçek hayata uygunluk ve uygulanabilirlik	16
Araştırma ve sorgulama	5	Teknolojik gelişim	14
Teknolojiden yararlanmak	4	Takım çalışması ve iş birliği	14
Bilimsel süreçleri tanımak	4	Derse odaklanma	13
Çağa ayak uydurmak	4	Bilimsel düşünme	12
İnovasyon ve üretim	2	Ekonomik kalkınmaya katkı	12
El becerisi	1	Mühendislik ve fen becerilerini geliştirme	11

Milli teknoloji ile araç-gereç üretebilme	1	STEM disiplinleriyle ürün oluşturma	6
Bilginin yapılandırılması	1	Mesleki gelişim	6
		Fen ve STEM okuryazarlığı	5

Tablo 5 incelendiğinde, MTTFÖ uygulamaları öncesinde, sınıf öğretmeni adaylarının önemli bir kısmının STEM eğitiminin hedefleri ve Mühendilik Tasarım Becerilerinin MEB (2018) fen bilimleri öğretim programına neden konulduğu konularında bilgilerinin (*f=35*) olmadığı görülmektedir.

MTTFÖ uygulamaları sonrasında STEM eğitiminin hedefleri ve Mühendilik Tasarım Becerilerinin MEB (2018) fen bilimleri öğretim programına neden konulduğuyla ilgili olarak sınıf öğretmeni adaylarının problem çözmeye (*f =59*) vurgu yaptıkları görülmektedir. Bunun yanısıra yaratıcı çözümler oluşturmak (*f= 42*), gerçeğe uygun ürün tasarlamak (*f=38*), sorgulamak, araştırmak, eleştirmek (*f= 29*), inovatif/ yenilikçi yeteneklerini geliştirmek (*f=26*), endüstri 4.0 çağına uygun bir eğitim olması (*f=21*), STEM disiplinlerine uygun düşünmek (*f=21*), çok boyutlu düşünmek, farklı yeni bakış açıları kazanmak *(f=21)* gibi ifadeler kullandıkları dikkat çekmektedir. Ö78 kodlu öğretmen STEM eğitiminin hedeflerinden biri olan sorgulama becerisi olan öğrencilere vurgu yapmaktadır.

> *Ö78:"STEM eğitiminin hedefleri öğrencileri sorgulayabilen, düşünebilen ve düşündüklerini hayata geçirebilen bireyler olarak yetiştirmektir."(US)*

Mühendilik Tasarım Becerilerinin MEB (2018) fen bilimleri öğretim programına neden konulduğuyla ilgili olarak katılımcıların fazlaca fikirlerinin olmadığı görülmektedir. Ancak süreç sonunda bu soruda görüş bildirenlerin sayısında büyük bir artış olduğu ve kullanılan ifadelerin mühendislik tasarım süreci ile ilgili olduğu görülmektedir. Bu durumun ortaya çıkmasında, öğretmen adaylarının uygulamalarda mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak tasarım yapmalarının ve araştırmacıların süreç boyunca STEM eğitiminin önemi üzerinde durmalarının etkili olduğu söylenebilir. Ayrıca uygulama sonunda öğretmen adaylarının öğretim programında belirtilen birçok kavrama vurgu yaptıkları görülmüştür (Araştırma- sorgulama, eleştirel düşünme, problem çözme vb.). Bu durum öğretmen adaylarının uygulama süresince öğretim programını yakından takip etmelerinden kaynaklı olabilir.

3.6. Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitiminin Geliştirdiği Beceriler Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "STEM eğitimi hangi becerileri geliştirir?" sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. Öğretmen Adaylarının "STEM Eğitimi Hangi Becerileri Geliştirir?" Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

STEM eğitimi hangi becerileri geliştirir?			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**26**	**Bilmiyorum**	---
Sadece geliştirir	13	Katkı sağlar	43
Psikomotor	9	Yaratıcılık	33
Yaratıcı düşünme	7	Mühendislik tasarım becerileri	23
Problem çözme	7	Takım becerileri, işbirliği	19
El becerisi	7	El becerisi	18
Üretme, çok yönlü düşünme	6	Problem çözme	20
Tasarlama becerisi	5	Farklı bakış açısı	15
Pratiklik, yarar sağlama	5	Eleştirel/sorgulayan	8
Eleştirme/sorgulama	3	Araştırmacı	9
Analitik düşünme	3	Analitik düşünme	7
Üst düzey düşünme beceri	3	Fen bilimleri öğretim becerileri	7
Grup çalışması	2	Hayal gücü-özgür düşünme	7
Zihinsel güç	2	Psikomotor	6
Materyal tasarlama	2	Girişimcilik	5
Teknolojik beceri	2	İletişim	5
Matematik ve fizik alanlarında gelişim	2	Yenilikçi- İnovatif düşünme	5
Psiko-sosyal gelişim	2	21.yy becerisi	5
Mühendislik tasarım becerisi	1	Karar verme	2
		Sorumluluk alma	2
		Çizim becerileri-modelleme	2
		Medya okuryazarlığı	2
		Bilimsel süreç becerileri	2
		Matematiksel işlem	1

Tablo 6'da görüldüğü üzere MTTFÖ uygulamaları öncesinde STEM eğitiminin hangi becerileri geliştirdiğine dair sınıf öğretmeni adaylarının cevapları incelendiğinde katılımcıların çoğunlukla Ö45 kodlu öğretmen adayı gibi "bilmiyorum" (*f=26)* ifadesini kullandıkları ya da Ö30 kodlu öğretmen adayı gibi "sadece geliştirir" (*f=13*) cevabını verdikleri görülmektedir. Ayrıca psikomotor (*f=9*), yaratıcı düşünme (*f=7*), problem çözme *(f=7*), el becerisi (*f=7*), üretme, çok yönlü düşünme *(f=6)* gibi görüşler de vardır.

Ö45: "Becerilerle ilgili değişiklik sağlar, fakat nasıl bilmiyorum."(UÖ)

Ö30: "Evet becerileri geliştircektir.(UÖ).

MTTFÖ uygulamaları sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının önemli bir kısmı, bu soruya genel olarak katkı sağlar (*f=43*) şeklinde cevap vermişlerdir. Öğretmen adayları MTTFÖ uygulamalarının özellikle yaratıcılık (*f=33*), mühendislik tasarım becerileri (*f=23*), takım becerileri, işbirliği (*f=19*), el becerisi (*f=18*) ve problem çözme (*f=20*) gibi becerilerin gelişmesine katkı sağlayacağı yönünde görüş belirtmişlerdir.

Ö21: "Çağa ayak uydurabilmek ürün düşünüp ortaya koyabilen öğrenciler yetiştirebilmek içindir. Tüketen toplumlar üretenler tarafından yönetilmeye mahkûmdurlar. Sorunlar karşısında kaçmadan, çözüm geliştirmeye yatkın ve bu çözümleri hayata geçirebilmek için dersteki bilgileri modele aktarmayı başarabilen öğrencilere ihtiyacımız var." (US)

Ö25: "Bu uygulamaları yaptıktan sonra söyleyebilirim ki, birçok beceriyi geliştirecek etkinlikler var. Özellikle tasarım becerisi ve yaratıcılığı geliştirecektir." (US)

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitim sürecinin geliştireceği becerilere ilişkin verdikleri cevaplar incelendiğinde, uygulama öncesinde önemli bir kısmının konu hakkında bilgi sahibi olmadıkları, görüş belirtenlerin sayısının az olduğu görülmektedir. Uygulama sonrasında ise, STEM eğitiminin birçok beceriye katkı sağlayacağını belirten katılımcı sayısında artış olduğu dikkat çekmektedir. Öğretmen adaylarının farklı görüşleri ifade etmesinde MTTFÖ uygulamalarının etkili olduğu söylenebilir. Uygulama sonrasında öğretmen adaylarının STEM eğitiminin genel olarak; 21. yüzyıl becerileri, yaşam becerileri ve bilimsel süreç becerileri gibi hem fen bilimleri öğretim programında (MEB 2018) yer alan hem de STEM eğitiminin bireylerde geliştirmeyi hedeflediği becerilere değinmeleri önemli bir bulgudur.

3.7. Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Disiplinlerinin Entegrasyonu Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "STEM disiplinlerinin birbiriyle entegrasyonunu nasıl sağlarız?" sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Öğretmen Adaylarının "STEM Disiplinlerinin Entegrasyonunu Nasıl Sağlarız?" Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

STEM disiplinlerinin entegrasyonunu nasıl sağlarız?			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**65**	**Bilmiyorum**	---
Bağlantılı disiplinler	15	Problem çözümünde birbiriyle iç içe bütün oluşturmak, birbirini tamamlamak	51
İkisinin bir arada olması	7	Matematiksel işlem ölçme hesap (ölçme araçları, formül, dört işlem, alan/ hacim vs.)	17
Problem çözerken mühendislikten yararlanma	3		
Karşılaştırma ve örneklendirme	1	Mühendislik (prototip çizmek, kriter, sınırlılık, proje çizimi, tasarım çizimi vs.)	11
Disiplinleri çocuğun yaşına göre vererek	1		
		Fen (gözlem-deney, araştırma, kuram geliştirme)	10
		Teknoloji (3d görüntü, simülasyon, hareket, internet kullanımı, sistemler)	4
Disiplinlerin ilişkisini anlatmak		Tasarım döngüsü	3
Kriter ve sınırlılıklara uygun entegrasyon		2	
Hangisinin kullanılacağına karar vermek		2	
İlişkiyi somutlaştırmak		2	
		2	

Tablo 7 incelendiğinde MTTFÖ uygulamaları öncesinde sınıf öğretmeni adaylarının çoğunluğunun STEM disiplinlerinin entegrasyonunu bilmediği (*f=65*), bir kısmının STEM Disiplinlerinin sadece bağlantılı disiplinler olduğunu belirttiği *(f=15*), bir kısmının da iki disiplinin bir arada olması (*f=7)* şeklinde ifade ettiği görülmektedir. Ö8 ve Ö65 kodlu öğretmen adaylarının ifadeleri uygulama öncesinde katılımcıların durumunu yansıtmaktadır.

> *Ö8: "MTTFÖ kapsamını bilmediğim için yorum yapamıyorum."(UÖ)*
>
> *Ö65: "Şahsen ben teknoloji alanında kendimi yeterli bulamadığım için STEM eğitimini algılayamıyorum."(UÖ)*

MTTFÖ uygulamaları sonrasında, sınıf öğretmeni adaylarının çoğunluğu STEM disiplinlerinin entegrasyonunda disiplinlerin birbirini tamamlamaları ve iç içe bütün oluşturmaları gerektiği (*f=51*) konusuna dikkat çekmişlerdir. Ayrıca öğretmen

adaylarının matematiksel işlem (*f=17),* mühendislik (*f=11*), fen (*f=10)* ve teknolojiye (*f=4*) değinmiş olmaları uygulama sonrasında STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi kurdukları şeklinde yorumlanabilir. Ö25 ve Ö13 kodlu sınıf öğretmeni adaylarının uygulama sonrasında, STEM disiplinlerine vurgu yaptıkları, teknoloji ve tasarım döngülerinden bahsettikleri görülmektedir:

> *Ö25: "STEM eğitiminde bu disiplinlerin birbiriyle entegrasyonu öncelikle verdiğimiz problemin uygunluğuyla ve bu problemin doğrultusunda izlenecek yolda belli bir sırayla gidilmesi gerekir. Bunları uyguladığımızda birbiriyle entegrasyonu sağlamış oluruz."(US)*

> *Ö13: "STEM'i oluşturan disiplinler birbirleriyle her daim ilişkili olduğu için entegrasyon sağlanmış oluyor. Örneğin; tasarladığımız bir elektrik süpürgesinin güç kaynağının voltajını artırırsak çekim gücü de artar (fizik), bunu sağlamak için sayısal verilerle değişir hesaplamalar yaparız (matematik), elektrik süpürgesinin tasarımını yaparız (mühendislik), ortaya çıkan yüksek voltajlı makine yeni bir teknolojik ürün olur."(US)*

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının STEM disiplinlerinin entegrasyonuna ilişkin verdikleri cevaplar incelendiğinde, uygulama öncesinde önemli bir kısmının konu hakkında bilgi sahibi olmadıkları veya yüzeysel bazı bilgilere sahip oldukları; uygulama sonrasında ise fen, matematik, teknoloji ve mühendislikle alakalı becerilere vurgu yaptıkları görülmektedir.

3.8. Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitimiyle Robotik-Kodlama Arasındaki İlişkiye Yönelik Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "STEM eğitimiyle robotik-kodlama arasında ilişki var mıdır?" sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Öğretmen Adaylarının STEM Eğitimiyle Robotik-Kodlama Arasında İlişki Var Mıdır? Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

STEM eğitimiyle robotik-kodlama arasında ilişki var mıdır?			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**57**	**Bilmiyorum**	---
Teknolojik ilişki vardır	8	Robotik kodlama STEM için bir araçtır	36
Vardır (açıklama yok)	7	İlişki vardır, iç içedir	28
STEM kodlamanın temelidir.	7	STEM disiplinlerinden yararlanılır	16
İkisinde de mühendislik uygulamaları ve algoritma vardır	3	İkisi de problem çözümü ile ilgilenir	10
Problemleri robot makine odaklı çözerken STEM'den yararlanılır	2	İkisinde de teknolojiden faydalanılır (robotik kodlamada daha fazla)	10

Kodlama matematik temelli yazılımdır	1	İkisinde de mühendislik tasarım döngüsü vardır	9
Her ikisi de bilişsel düzeyi çalıştırır.	1	İşleyişi birbirine benzer/ ortak hedef	2
STEM'de robotik kodlama ile ürün ortaya konur	1	Robotlar kodlanmaktadır	2
İkisi de görseldir	1	Robotik daha teknolojiktir	1
Bilgisayar ile STEM iç içedir	1		

Tablo 8 incelendiğinde MTTFÖ uygulamaları öncesinde sınıf öğretmeni adaylarının çoğunluğunun STEM eğitimiyle robotik-kodlama arasındaki ilişkiyi bilmediği (*f=37*) bir kısmının ise sadece ilişkinin var olduğunu belirttiği (*f=7*) görülmektedir. Bazı sınıf öğretmeni adayları STEM ve robotik kodlama arasında teknolojik bir ilişkinin olduğunu *(f=8*), bazı sınıf öğretmeni adayları ise STEM'in kodlamanın temelini (*f=7*) oluşturduğu belirtmektedir.

MTTFÖ uygulamaları sonrasında öğretmen adaylarının önemli bir kısmının robotik kodlamanın STEM için bir araç olduğunu (*f=36*), bir kısmının robotik kodlamada STEM disiplinlerinden yararlanıldığını (*f=16*) ve bazılarının ise ilişkinin var olduğunu, iç içe olduklarını (*f=28*) ifade ettikleri görülmektedir. Uygulama sonrasında uygulama öncesinden farklı olarak sınıf öğretmeni adaylarının robotik kodlama ve STEM'in her ikisinde de problem çözümüyle ilgilenildiğini (*f=10*) ve mühendislik tasarım döngüsünün *(f=9)* var olduğunu belirttikleri görülmektedir.

Aşağıda STEM eğitimiyle robotik kodlama arasındaki ilişkiye yönelik Ö 25 ve Ö43 kodlu öğretmen adaylarının ifadelerine yer verilmiştir:

> *Ö25:"STEM eğitiminde olan disiplinler sayesinde robotik kodlama yapılabilir. STEM'in sonucunda bulunan çözüm robotik-kodlama ile hayata geçirilebilir.(US)*
>
> *Ö43:"Robotik-kodlama da STEM'in içinde yer alan bir konudur. Onun bir parçasıdır. Robotik-kodlama ile birlikte STEM eğitimi disiplinler yardımıyla çok farklı gelişmeler ve sonuçlar ortaya çıkabilir."(US)*

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimiyle robotik-kodlama arasında ilişkiye verdikleri cevaplar incelendiğinde, uygulama öncesinde önemli bir kısmının konu hakkında bilgi sahibi olmadıkları veya yüzeysel bazı bilgilere sahip oldukları; uygulama sonrasında ise STEM ve robotik kodlama arasında problem çözme, mühendislik tasarım döngüsü ve teknoloji boyutlarında ilişkinin olduğuna vurgu yaptıkları görülmektedir.

3.9. Sınıf Öğretmeni Adaylarının MTTFÖ Uygulamalarının Öğretmen Adayına Katkıları Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında "MTTFÖ uygulamalarının öğretmen adaylarına sağladığı katkılar nelerdir?" sorusuna öğretmen adaylarının verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Öğretmen Adaylarının "MTTFÖ Uygulamalarının Öğretmen Adaylarına Sağladığı Katkılar Nelerdir?" Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

MTTFÖ uygulamalarının öğretmen adaylarına sağladığı katkılar			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**26**	**Bilmiyorum**	---
Geliştireceğini düşünüyorum	26	Mesleki hayata katkı sağlamak	21
Ufkumu genişletmek	6	Probleme çözüm bulma/problemler hakkında düşündürmek	16
Teknolojiyi daha iyi kullanmak	5	Yaratıcılık, hayal gücünü geliştirmek	15
Öğrencilerime uygulama fırsatı	5	Farklı bakış açılarından bakmak	12
Mesleki gelişim sağlamak	5	Yaparak-yaşayarak uygulamak	11
Derslerde materyal tasarlamak	3	Üretken bir eğitim modeli sunmak	10
Kendimi güncellemek	3	Mühendislik tasarım sürecinde ürün oluşturmak	7
Zamana uyum sağlamak	3	Sistemli/analitik düşünmek	5
Konuyu somutlaştırmak	3	Araştırma yolları	4
İlgilerini derse çekmek	3	Çağa ayak uydurmak	4
Teşvik edici olmak	2	Verimli/dinamik dersler	3
Çocukla iletişime katkı sağlamak	2	Yansıtıcı düşünme k	2
Açık zihinle güne başlamak	2		
Gizli yeteneğin açığa çıkacağı inancı	1		
Sınıf öğretmenliği ile ilgili olmadığının düşünülmesi	1		

Tablo 9 incelendiğinde uygulama öncesinde sınıf öğretmeni adaylarının önemli bir kısmının MTTFÖ uygulamalarının kendilerine sağlayacağı katkıyı bilmediklerini (*f=26*), bir kısmının ise sadece kendilerini geliştireceğini düşündüklerini (*f=26*) ifade ettikleri görülürken uygulama sonrasında öğretmen adaylarının MTTFÖ' nün kendilerine sağlayacağı katkılara yönelik görüşlerinin çeşitlendiği görülmektedir. Buna göre sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ' nün mesleki hayatlarında işe yarayacağını (*f=21*), problemlere çözüm bulma ve problemler hakkında düşündürme (*f=16*),

yaratıcılık ve hayal gücünü geliştirme (*f=15*), farklı bakış açılarından bakma *(f=12*), yaparak-yaşayarak uygulama (*f=11*), üretken bir eğitim modeli sunma (*f=10*) gibi konularda katkı sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Aşağıda MTTFÖ uygulamalarının sınıf öğretmen adaylarına sağladığı katkılara yönelik bazı alıntılara yer verilmiştir.

> *Ö7: "Bence çok da sınıf öğretmenlerini ilgilendiren bir program değil, daha çok ortaokul düzeyinde."(UÖ)*
>
> *Ö65: "Çocuğa mühendis gibi düşündürmek, bunu düşündürebiliyorsam onun hayatına bir şeyler katmak demektir. Bunu yapabiliyorsam bu bana katkı sağlar."(UÖ)*
>
> *Ö38: "Kesinlikle katkı sağlayacağını düşünüyorum. Derslerin sürekli teorik işlenmesi, fen eğitimindeki eksikliklere bakılınca etkili olmadığını gösteriyor. Ama MTTFÖ uygulamaları çocuğun ilgi, yetenek, merakını önemli ölçüde fayda sağlar. Okulda öğrendiğimiz sten ve robotik dersleri benim için çok verimli ve eğlenceli geçti. Derslere ilgim arttı ki bu durum bizlerde bile böyle oluyorsa küçük yaş grubundaki bireylerde daha etkili ve kalıcı olabilir. Meslek hayatında da yer vermek isteyeceğim çok güzel ve yararlı uygulamalar diye düşünüyorum.''(US)*

Uygulamalar öncesinde MTTFÖ'nün sınıf öğretmeni adaylarına sağladığı katkılarla ilgili katılımcıların genel olarak "bilmiyorum" (*f=26*) veya "sadece geliştirir" cevabını verdikleri görülmektedir. Uygulama sonrasında ise sınıf öğretmeni adayları MTTFÖ'nün mesleki hayata, problemlere çözüm bulmaya, yaratıcılığa, hayal gücüne ve farklı bakış açılardan bakmaya katkı sağlayacağını belirtmişlerdir.

3.10. Sınıf Öğretmeni Adaylarının MTTFÖ Uygulamalarının Öğrenciye Katkıları Hakkındaki Görüşleri

MTTFÖ uygulamaları öncesinde ve sonrasında öğretmen adaylarının "MTTFÖ uygulamalarının öğrencilere sağladığı katkılar nelerdir?" sorusuna verdikleri cevaplar içerik analizine tabi tutulmuştur. Analiz sonucunda öğretmen adaylarının cevaplarına ilişkin kodlar ve frekanslar Tablo 10 'da verilmiştir.

Tablo 10. Öğretmen Adaylarının "MTTFÖ Uygulamalarının Öğrencilere Sağladığı Katkılar Nelerdir?" Sorusuna Verdikleri Cevapların Kod ve Frekansları

MTTFÖ uygulamalarının öğrencilere sağladığı katkılar			
Uygulama Öncesi	**f**	**Uygulama Sonrası**	**f**
Bilmiyorum	**10**	**Bilmiyorum**	--
Yaratıcılık	3	Bilimsel düşünmek	6
Üretkenlik	3	Ufku genişletmek	5

Çalışkanlık	3	Fen ve mühendisliği sevmek	4
Mühendis gibi düşünmek	2	İlgi ve merak duymak	4
Günlük hayata pratiklik katmak	2	Tasarım sürecine aşina olmak	3
Yenilikçi düşünmek	2	Özgüvenli olmak	2
Konuları yorumlamak/açıklamak	2	Yaratıcı olmak	2
Psikomotor becerileri geliştirmek	1	Araştırmacı	2
Dersi anlamak	1	Problem çözebilmek	1
Eleştirel düşünmek	1	Üretmek	1
Gereksiz buluyorum	1	Keşfederek öğrenmek	1
		Mutlu olmak	1
		El becerileri geliştirmek	1
		Ülkeye katkı sağlama bilince sahip olmak	1

Tablo 10 incelendiğinde uygulama öncesinde sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ uygulamalarının öğrencilere nasıl katkı sağlayacağı konusunda fikir yürütemeyen (f=10), öğrencilere yaratıcılık *(f=3),* üretkenlik, çalışkanlık*(f =3)* mühendis gibi düşünme *(f=2)* pratik katmak *(f=2)* yenilikçi düşünmek *(f=2)* gibi konularda katkı sağlayabileceğini belirttikleri görülmektedir. Aşağıda MTTFÖ uygulamalarının öğrencilere sağladığı katkılara yönelik Ö10 ve Ö22 kodlu öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara yer verilmiştir:

> *Ö10: "Tam bir fikrim olmadığı için bilmiyorum. Ama pek katkı sağlayacağını, düşünmüyorum." (UÖ)*

> *Ö22: "Düşünmüyorum, mühendislik alanımız olmadığı için gereksiz buluyorum." (UÖ)*

Uygulama sonrasında ise MTTFÖ' ün öğrencilere; bilimsel düşünme *(f=6),* ufku genişletme *(f=5),* fen ve mühendisliği sevdirme *(f=4),* tasarım sürecine aşina olma *(f=3),* ilgi ve merak ve özgüven *(f=4*), ülkesine katkı sağlama bilincine sahip olmak *(f=1)* gibi konularda katkı sağlayabileceği belirtilmiştir.

Aşağıda MTTFÖ uygulamalarının öğrencilere sağladığı katkılara yönelik Ö12 ve Ö65 kodlu öğretmen adaylarının verdikleri cevaplara yer verilmiştir:

> *Ö12:"Öğrencinin yaptığını uygulaması, görmesi, hatasını düzeltmesi hayata öğrenmeye bakış açısını değiştirir." (US)*

> *Ö65: "STEM çok faydalı. Zahmetli gibi görünse de insan bir ürün ortaya koyduğunu görünce, bütün zahmetler onun becerilerine yardımcı olduğu fikriyle unutuluyor. Öğrencilerin küçük yaşta seviyesine inip onunla teknolojiyi tanıştırırsak çocuk bir o kadar meraklı araştırmacı ve üretken olmaya çalışır. Fen bilimleri dersine bakış açım değişti. Bence ilerde de öğrencilerimiz bu derse oflaya puflaya değildi. "bugün neyi keşfedeceğiz? Diye gireceklerini düşünüyorum." (US)*

Bu araştırma sonucunda öğretmen adayları MTTFÖ sürecinin kendilerine birçok açıdan katkı sağladığını belirtmişlerdir. Öğretmen adayları uygulama öncesinde mühendis gibi düşünmek, üretmek, yaratıcı olmak gibi kavramlara vurgu yaparken, uygulama sonrasında tasarım sürecinin tanınması, bilimsel düşünülmesi, fen bilimleri dersine karşı olan ilginin ve merakın artması, ülkeye katkı sağlamada bireyin değerinin anlaşılması, daha farklı açılardan düşünerek ufkun genişletilmesi gibi durumların gelişeceğine vurgu yapmışlardır.

Araştırmacıların süreç boyunca yaptıkları gözlemlerden yola çıkarak sınıf öğretmeni adaylarının, STEM eğitim yaklaşımı ve MTTFÖ süreci hakkında daha ayrıntılı bilgilere sahip olduğu, MTTFÖ sürecinde STEM disiplinlerinin entegrasyonunun sağlanmasında bu disiplinlere ait kazanımların yer aldığı günlük yaşam problemlerine en uygun çözümler üretilirken mühendis gibi düşünme becerilerinin geliştiği söylenebilir. Öğretmen adaylarının sürecin başındaki ve sonundaki tasarım döngüleri formunda yer alan görüşler ve prototip çizimleri de bu yorumları desteklemektedir.

4. SONUÇ VE TARTIŞMA

21. yy eğitim süreçlerinde, STEM (Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) disiplinlerinin entegrasyonun sağlanması bir ihtiyaç haline gelmiştir. Öğretmenlerin bu entegrasyonu derslerinde kullanabilmeleri için mühendislik tasarım sürecini etkili şekilde uygulayacak bilgi ve deneyime sahip olmaları gerekmektedir (Stohlmann, Moore, & Roehring, 2012). Öğretmen veya öğretmen adaylarının, STEM kavramını ve STEM eğitimini anlaması ve mühendislik tasarım temelli öğretimle ilişkilendirmesi oldukça önemlidir. STEM'in içerik entegrasyonuna dayalı olarak yürütülen bu araştırmada, Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi (MTTFÖ) uygulamaları hakkında sınıf öğretmeni adaylarının görüşleri açığa çıkarılmıştır. MTTFÖ uygulamaları öncesinde, sınıf öğretmeni adaylarının STEM kavramı hakkındaki görüşleri incelendiğinde; öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun bu kavramı bilmedikleri, sadece STEM'i meydana getiren disiplinlerin açılımlarını yaparak, bu disiplinlerin birleştirilmesiyle meydana gelen bir eğitim modeli olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca öğretmen adayları, bu süreci günlük hayatı kolaylaştıran bir süreç ve fen bilimlerine mühendislik katmak şeklinde ifade etmişlerdir. Radloff ve Guzey (2016) öğretmen adaylarına STEM kavramı ile ilgili hem metin hem de görsel yanıtları ortaya çıkaran açık bir anket uygulamışlardır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının çizimleri incelendiğinde, STEM kavramı ile ilgili açık uçlu soruya yanıt verenlerin büyük bir kısmı STEM'in ne olduğunu hatırlayamamış veya sadece "Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik" açılımını yapmışlardır. Öğretmen adaylarından bazıları ise, STEM'in bir öğretim perspektifine bağlı olduğunu vurgulamışlardır. Benzer şekilde, bir kamu araştırma kurumundaki öğretim elemanlarıyla yapılan araştırmada katılımcıların STEM kavramının açılımını yaptıktan sonra detaylı bilgi veremedikleri görülmüştür (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012). Bu araştırmada sınıf öğretmeni adaylarının uygulama öncesinde STEM kavramıyla

ilgili cevapları literatürdeki örnekleri verilen çalışmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir. Mühendislik tasarım temelli fen öğretim süreci sonunda; sınıf öğretmeni adaylarının büyük çoğunluğunun STEM disiplinlerinin açılımını yaparak, STEM eğitiminin disiplinler arası bir entegrasyon süreci olduğundan bahsettikleri görülmüştür. Öğretmen adaylarının birçoğu tarafından, STEM eğitim yaklaşımının; problem çözme süreci, tasarım süreci, öğretim programına cevap veren, ürün üretme süreci olduğu vurgusu yapılmıştır. Benzer şekilde Sanders (2009) STEM'i iki veya daha fazla disiplinin kullanıldığı bir yaklaşım olarak tanımlamaktadır. Stohlman, Moore ve Roehring'e (2012) göre, STEM entegrasyonu bu disiplinler arası bağlantılara dayalıdır. Mühendislik tasarım sürecinin öğrencilere fen, matematik, teknoloji için problem çözme konularında önemli fırsatlar sunabileceği vurgulamaktadır. Ergün ve Kıyıcı (2019), 69 fen bilgisi öğretmen adayı ile yürüttükleri araştırmada, öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin metaforik algılarını incelemiştir. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının ürettikleri metaforların %32,81'i STEM'in disiplinler arası bir yaklaşım olduğu şeklindedir. Bu araştırmada günlük hayattaki problemlere çözüm üretmek öğretmen adayları tarafından hem süreç öncesinde hem sonrasında belirtilmesine rağmen süreç sonunda sıklıkla vurgulanmıştır. Ayrıca yenilikçi, yaratıcı düşünme ve müfredatlara uygun ürün elde etme gibi ifadelere de rastlanmıştır. Benzer şekilde Özcan ve Koştur (2018)'in, mesleki deneyimleri 1 ve 2 yıl olan fen bilimleri öğretmenlerinin STEM eğitimine yönelik görüşlerini inceledikleri araştırmada, katılımcıların büyük çoğunluğunun STEM bileşenlerinden haberdar oldukları ve STEM'in disiplinler arası ve bütünleştirilmiş öğrenme durumlarından oluştuğunu belirttikleri tespit edilmiştir. Uğraş ve Genç (2018) tarafından 3. ve 4. sınıf okul öncesi 35 öğretmen adayıyla deneysel olarak yürütülen çalışmada öğretmen adaylarına çalışmanın başında, "STEM eğitimi nedir" sorusu yöneltilmiştir. Bu soruya yanıt olarak öğretmen adaylarının %42,86'sı STEM'i fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin bütünleştiği bir sistem olarak tanımlarken, öğretmen adaylarının %8,57'si bu kavramı, fen ve matematik ile ilgili kavramların öğretilmesinde teknoloji ve mühendislik disiplinlerinden yararlanmak olarak tanımlamıştır. Ayrıca, öğretmen adaylarının %28,57'si STEM'i disiplinler arası problemleri çözme olarak da tanımlamıştır. Ergün ve Kıyıcı (2019), 69 üçüncü sınıf fen bilgisi öğretmen adayı ile yaptığı metafor çalışmasında, öğretmen adaylarının %7,81'i STEM eğitimini, yeni ve gerekli bir yaklaşım olarak yorumlayarak, yaparak yaşayarak öğrenmeyi sağladığını belirtmişlerdir. Bakırcı ve Karısan (2018) ilköğretim, matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM farkındalıklarını araştırmak için yürüttüğü çalışmada, sınıf öğretmeni adaylarının diğer branşlara göre STEM farkındalıklarının yüksek düzeyde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu durum sınıf öğretmenliği lisans programında farklı disiplinlere ait derslerin bulunmasıyla açıklanabilir. Ayrıca, DiFrancesca, Lee ve McIntyre, (2014) STEM odaklı ilkokul öğretmeni hazırlık programında STEM disiplinleri içinde mühendislik disiplinin ihmal edildiğini belirterek buna uygun çözümleri sunmuşladır. Literatürden örnekleri verilen çalışmalar ve bu uygulama sonundaki sınıf öğretmeni adaylarının görüşlerinden hareketle STEM eğitim yaklaşımı ve mühendislik tasarım temelli fen

öğretimi hakkında yeni bilgiler öğrenilmesinin ve yanlış bilgilerin düzeltilmesinin önemli olduğu söylenebilir.

Öğretmen adaylarının STEM eğitiminin hedefleri ve hangi becerileri geliştireceği konusundaki görüşleri incelendiğinde; MTTFÖ uygulamalarının başında birçok öğretmen adayının bu konulardan haberdar olmadığını belirttikleri, fikir sahibi olanların da STEM eğitiminin kalıcı öğrenmeleri kolaylaştıran, bireyleri mühendisliğe teşvik ederek icat (ürün) üretmeyi sağlayan ve fen okur-yazarı bireylerin yetiştirilmesinin hedeflendiği bir süreç olduğunu ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca süreç başında öğretmen adayları, materyal tasarımı yapacaklarını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Ayaz (2019) sınıf öğretmeni adaylarıyla STEM'in içerik entegrasyonu bağlamında mühendislik tasarım temelli fen öğretimi gerçekleştirmiştir. Deneysel olarak yürütülen çalışmada öğretmen adaylarıyla yapılan odak grup görüşmelerinde, öğretmen adayları sürecin başında materyal tasarlayacaklarını düşündüklerini belirtmişlerdir. Bu araştırmada bazı öğretmen adayları MTTFÖ sürecinde genel olarak bazı becerilerinin geliştiğinden bahsetmişlerdir. Ancak bu becerilerin neler olduğu hakkında bilgi vermemişlerdir. Çalışmaya katılan çok az sayıdaki öğretmen adayı problem çözme, psikomotor beceriler, yaratıcı düşünme, el becerisi ve tasarlama becerilerinin gelişeceğini düşündüklerini ifade etmiştir. MTTFÖ süreci sonunda; sınıf öğretmeni adaylarının büyük çoğunluğu STEM eğitiminin hedeflerinin problem çözerek gerçeğe uygun ürün tasarlama olduğunu ve geliştirilen ürünlerin hayatı kolaylaştıracağını belirterek STEM disiplinlerine uygun şekilde düşünerek ve hareket ederek Endüstri 4.0'a uygun bir eğitim yapılabileceğini belirtmişlerdir. Öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu, MTTFÖ uygulamalarının problem çözme becerisini geliştirdiğini (bunu ifade edenlerin sayısı sürecin sonunda %12,35 oranında artmıştır) ayrıca inovatif düşünme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, çok yönlü düşünme, mühendislik becerileri, takım çalışması becerilerini geliştirdiğini ve teknolojiyi kullanabilen bireyler yetiştirmeyi sağladığını ifade etmişlerdir. Bu çalışma sonuçlarıyla benzer şekilde Marulcu ve Sungur (2012) tarafından fen bilgisi öğretmen adaylarıyla yürütülen mühendislik tabanlı bir dersin öğrencilerin becerilerine etkisinin araştırıldığı çalışmada öğretmen adayları, mühendislik tabanlı etkinliklerin öğrencilerin problem çözme, bilimsel düşünme, sayısal, kinestetik (psikometri) ve görsel beceriler, üç boyutlu düşünme, yaratıcılık, yansıtıcılık, çok yönlü düşünme gibi becerilerini geliştireceğini ifade etmişlerdir. Özcan ve Koştur (2018) tarafından yürütülen kamu ve özel eğitim kurumlarında çalışan 85 fen bilgisi öğretmeninin STEM hakkındaki görüşlerinin tespit edildiği çalışmada, katılımcıların birçoğunun STEM'in amacının yaşam becerilerini geliştirmek ve 21. yüzyıl becerilerine sahip olmak olduğunu belirttikleri görülmektedir. Bunun yanında öğretmenler STEM'in, problemlere çözüm üretme, bilimsel süreç becerilerini geliştirme, AR-GE, ölçme, hesaplama, tasarım, bilimsel okuryazar olma gibi becerileri de geliştireceğinden bahsetmişlerdir. Başka bir çalışmada, 40 sınıf öğretmeni adayının STEM eğitimi uygulamaları sonunda STEM eğitimine yönelik görüşleri incelenmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formundan elde edilen verilere göre; öğretmen adayları, okul öncesi ve ilkokul düzeylerinde uygulanan STEM eğitiminin olumlu sonuçlar doğuracağını belirtmişlerdir. Ayrıca, STEM

eğitiminin çocuklarda hayal gücü, yaratıcılık, merak, sorumluluk, özgüven, empati gibi özellikleri geliştireceğinden bahsetmişlerdir (Yıldırım & Türk, 2018). Husin, vd. (2016) tarafından kırsal alanda yaşayan 13-14 yaş aralığındaki 125 ortaokul öğrencisiyle entegre STEM eğitim programında proje odaklı probleme dayalı öğrenmenin uygulandığı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın sonunda uygulanan eğitim programının öğrencilerde gerçek yaşamdaki problemlere çözüm üretebilmek ve 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesi gibi konularda olumlu katkı sağladığı gözlemlenmiştir. Karışan ve Yurdakul'a (2017) göre, 21. yüzyıl becerilerinden yaratıcılık, problem çözme, inovasyon ve eleştirel düşünme gibi beceriler STEM eğitimi ile gerçekleştirilebilir. Altaş, (2018) sınıf öğretmeni adaylarıyla yürüttüğü çalışmada uygulanan STEM eğitiminin öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunda yaşam becerilerine olumlu katkı sağladığını tespit etmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarıyla yapılan ve 14 hafta süren deneysel başka bir çalışmada ise "Fen Bilimleri Laboratuvar Uygulamaları-II" dersi kontrol grubunda 5E Öğrenme Modeline göre, deney grubunda ise 5E Öğrenme Modeli içinde Mühendislik Tasarım Temelli Fen Öğretimi (MTTFÖ) ile işlenmiştir. Araştırmanın sonunda deney grubu sınıf öğretmen adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve mühendislik tasarım temelli süreç becerilerinde olumlu yönde gelişmeler olduğu saptanmıştır. Öğretmen adaylarının karar verme süreci ve bilimsel yaratıcılık arasında ilişki kurarak, problemlere uygun çözümler üretilirken mühendislik tasarım döngüsü aşamalarından yararlandıkları görülmüştür (Ayaz, 2019).

MTTFÖ sürecinin başında sınıf öğretmeni adaylarının büyük çoğunluğu, STEM disiplinlerinin entegrasyonunu nasıl sağlanacağını bilmediklerini ifade ederek, bu disiplinlerin birbiriyle bağlantılı olabileceği yorumunu yapmışlardır. Bazı öğretmen adayları ise bu entegrasyonun disiplinlerin en az ikisinden yararlanılması olduğunu ifade etmişlerdir. Sürecin sonunda ise; öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu, STEM eğitiminde disiplinlerin entegrasyonu sağlanırken problem çözme sürecinde disiplinlerin iç içe bir bütün şeklinde birbirini tamamladığından bahsederek; uygulamalar sırasında yaptıkları tasarımları sunarken her bir disiplinden nasıl yararlandıklarını açıklayabilmişlerdir. Fen bilimlerinde; kuram geliştirme, gözlem-deney, matematikte; ölçme, hesaplama, matematiksel işlemler teknolojide; 3D görüntüler, internet kullanımı, simülasyon, mühendislikte; prototip çizmek, proje çizimi, kriter-sınırlılık gibi bir tasarım döngüsünden bahsetmişlerdir. Yıldırım (2017), 12 fen bilgisi öğretmen adayıyla yaptığı araştırmasında öğretmen adaylarının STEM disiplinlerinin entegrasyonu hakkında görüşlerini almıştır. Bu çalışmaya katılan öğretmen adayları da bu disiplinler arasında ilişki olduğunu belirtmekle birlikte özellikle mühendislik ve teknolojiyi, fen öğretiminde kullanma konusunda eksiklikleri olduğunu söylemiştir. Bu disiplinlerin iç içe olduğunu belirterek dört disiplinin birlikte ele alınabileceğini söylerken bazı öğretmen adayları da bunun zor olduğunu ifade etmişlerdir. Eroğlu ve Bektaş (2016) Kayseri İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından yürütülen bir projede kapsamındaki bir haftalık eğitime katılan beş fen bilimleri öğretmeni ile görüşmeler yapmışlardır. Buna göre, katılımcılar STEM temelli etkinliklerin fizik, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinleri ile de ilişkili olduğunu belirterek, fen derslerini

disiplinler arası bir yaklaşımla ele almışlardır. Burada öğretmenler STEM sürecinde fen bilimleri dersinden sadece fizik alanı ile ilgili bağ kurmuşlardır. Oysaki fizik tek başına bir STEM disiplini değildir.

MTTFÖ süreci öncesinde, sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitimi ile robotik kodlama arasındaki ilişkiye dair görüşleri incelendiğinde; katılımcıların büyük çoğunluğunun bu konuda fikir sunmadıkları görülmektedir. STEM eğitimi ve robotik kodlama arasında ilişki olduğunu söyleyenler ise herhangi bir açıklamada bulunmamıştır. Bazı öğretmen adayları ikisinin de yeni nesil teknoloji olduğunu belirtmiştir. Ayrıca bazı öğretmen adayları STEM bilgisinin robotik kodlamayı desteklediğini ifade etmiştir. Öğretmen adaylarının sürecin başında robotik kodlama hakkında çok fazla bilgiye sahip olmadıkları ve bunu STEM eğitimi ile bütünleştirmedikleri görülmektedir. MTTFÖ süreç sonunda, öğretmen adaylarının genel olarak robotik kodlamayı STEM için problemlere çözüm üretebilmekte kullanılan bir araç olarak gördükleri ve STEM-kodlama arasında ilişki kurarak, bunların iç içe olduğunu ifade ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, öğretmen adayları, robotik kodlamada STEM disiplinlerinden yararlandıklarını ifade etmektedir. Öğretmen adaylarının söylemlerine göre, her iki uygulamada da problemlere çözüm üretmek oldukça önemlidir. Teknoloji hem STEM eğitiminde hem de robotik kodlamada ortak temel noktadır ve bu süreçlerde mühendislik tasarım döngüsü kullanılmaktadır. Sınıf öğretmeni adaylarının STEM derslerini robotik kodlama kullanarak nasıl işleyeceklerine yardımcı olmak amacıyla yapılan ve aynı zamanda öğretmen adaylarından veri toplanan "STEM katılımı ve robotik öğretimi" öğretmenlik hazırlık kursunda öğretmen adaylarının robotik faaliyetlere aktif şekilde katıldıkları gözlenmiştir. Öğretmen adayları robotik faaliyetler ile STEM bilgisini ve tasarım sürecini öğrendiklerini dile getirmişlerdir. Ayrıca bu çalışmada, robotik faaliyetlerin düşünme, eleştirel düşünme, deneme-yanılma ile problem çözmeyi sağladığı belirtilmiştir (Kim, vd.,, 2015). Avcı (2017), 20 fen bilgisi öğretmen adayıyla gerçekleştirdiği çalışmada Lego Mindstorm Robotik Projelerini kullanmıştır. On hafta süren deneysel çalışmanın sonunda öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisinin ve bilimsel yaratıcılıkların deney grubu lehine geliştiği gözlenmiştir. Altin ve Pedaste (2013) robotik aktivitelerin eleştirel düşünmeyi geliştirerek, deneme ve yanılma yoluyla problem çözmeyi sağladığını belirtmektedir. Robotik çalışmaların amaç olarak değil, araç olarak görülmesi gerektiğini belirterek fen öğretiminde araştırma ve problem çözme yaklaşımı olduğunu ifade etmektedir. Aydın ve Şahin (2018) farklı branşlardaki (fen bilimleri, matematik, teknoloji tasarım gibi), 18 öğretmen ile STEM eğitimi kapsamında 5 günlük bir hizmet içi eğitim gerçekleştirmiştir. Bu eğitimin başında ve sonunda öğretmenlerle STEM eğitimi hakkında görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde öğretmenlerin STEM'in teknoloji boyutunda robotik kodlamadan yararlanıldığını belirttikleri görülmektedir.

MTTFÖ sürecinin başında, sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım temelli öğretimin aşamaları ile ilgili görüşleri incelendiğinde; öğretmen adaylarının büyük çoğunluğu bu süreci bilemediklerini ifade etmişlerdir. Öğretmen adaylarının bir kısmı da

MTTFÖ aşamalarında yaratıcılığın etkin olduğu tasarlama ve mühendislik konularının uygulandığı materyal tasarımı yapıldığını belirtmişlerdir. Süreç sonunda ise, öğretmen adaylarının büyük çoğunluğunun mühendislik tasarım temelli öğretimin aşamalarından sırasıyla bahsettikleri görülmüştür. Ayrıca öğretmen adayları mühendislik tasarım sürecinin problem çözme ve mühendislik becerilerinin geliştirildiği ürün üretme süreci olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Ergün ve Kıyıcı (2019), fen bilgisi öğretmen adayları ile yaptığı metafor çalışmasında öğretmen adaylarının bir kısmının STEM eğitimini tasarım basamaklarını içeren süreç olarak tanımladıkları görülmektedir. Alan, Zengin ve Keçeci (2019) tarafından gerçekleştirilen başka bir çalışmada, STEM uygulamalarının fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme becerileri üzerine etkileri incelenmiştir. Bu çalışmanın sonunda deney grubundaki öğretmen adaylarının problem çözme becerileri ortalama puanlarının kontrol grubundaki öğretmen adaylarınınkine göre anlamlı derecede yüksek çıktığı görülmüştür. Ayrıca öğretmen adayları yapılan uygulamalar sayesinde artık bir problemle karşılaştıklarında bunun üstesinden gelemeyeceklerini düşünmeden farklı çözüm yolları aramayı öğrendiklerini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın başında, MTTFÖ ve STEM eğitimi arasındaki ilişkiyi yorumlarken sınıf öğretmeni adaylarının büyük çoğunluğunun fikir yürütemediği görülmüştür. Öğretmen adayları tarafından iki kavramın da mühendislik uygulamaları ile ilgili olduğu açıklanarak, bu kavramların birbirinden yararlandığı ve uygulama alanlarının yakın olduğu belirtilmiştir; ancak daha fazla açıklamaya yer verilmemiştir. Süreç sonunda, iki kavramda da mühendislik sürecinden yararlanıldığı, tasarım süreci aşamalarından yararlanılarak problemlere çözüm üretildiği ve iki kavramın iç içe olduğu belirtilmiştir. Bazı katılımcılar MTTFÖ sürecinde STEM'in ele alındığını belirtmiş, bazıları ise STEM'in içinde MTTFÖ olduğunu ifade etmiştir. Bu bakımdan katılımcılarda bir anlam karmaşası yaşandığı söylenebilir. Aslında bu çalışmada mühendislik problemlerine yani tasarım problemlerine benzer problemler kullanılarak STEM eğitimi içinde mühendislik tasarım süreci işletilmiştir. Benzer şekilde, Ercan ve Şahin (2015), yaptıkları araştırmada ilköğretim 7. sınıf öğrencileri ile tasarım temelli fen öğretimi kullanarak dersleri yürütmüşlerdir. Araştırmacılar çalışmanın sonunda öğrencilerin etkili hale geldiğini, prototiplerin çiziminde ve test edilmesi aşamasında gelişmeler olduğunu ve uygulamaların öğrencilerin akademik başarısına katkı sağladığını tespit etmişlerdir. Sınıf öğretmeni adaylarının MTTFÖ sürecinin katkıları hakkındaki görüşlerini kendileri ve öğrencilere olan katkılar açısından değerlendirdikleri görülmektedir. Uygulamaların başında, katılımcılar MTTFÖ sürecinin öğretmen adaylarına olan katkısından bahsetmişlerdir. Ancak büyük çoğunluğu bu katkının ne olduğunu bilmediklerini ifade etmişlerdir. Bazı öğretmen adayları da bu sürecin kendilerine katkı sağlayacağını belirtse de daha fazla ayrıntı vermekten kaçınmışlardır. Katılımcıların MTTFÖ'nün sağlayabileceğini düşündükleri katkılar ise; ufuklarının genişleyip teknolojiyi daha iyi kullanabilecekleri, öğrencilere uygulama imkânı vereceği, mesleki gelişimlerine katkı sağlayacağı, derslerde materyal oluşturmaya yardımcı olacağı, zamana uyum sağlayarak kendilerini güncellemeye yardımcı olacağı şeklinde sıralanabilir. Çok az katılımcı MTTFÖ uygulamalarının

yaratıcılıklarını geliştirerek, üretken olmalarına ve mühendis gibi düşünmelerine katkı sağlayacağına vurgu yapmıştır.

Süreç sonunda öğretmen adayları, MTTFÖ uygulamalarının kendilerine; mesleki hayatlarına katkı sağlama, problem hakkında düşünerek çözüm bulma, yaratıcılıklarını geliştirme, farklı şekillerde düşünebilme açılarından üretken bir eğitim modeli sunduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu sürecin sistemli düşünmeyi sağlayarak, çağa ayak uydurmalarını kolaylaştıran ve mühendislik tasarım döngüsünde üretmeyi sağlayan bir süreç olduğunu ifade etmişlerdir. MTTFÖ sürecinin öğrencilere katkısının neler olacağı sorusuna cevaben öğretmen adayları bu sürecin öğrencilerinin bilimsel düşünmesini sağlayarak ufuklarını açabileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca bu uygulamaların öğrencilere fen ve mühendisliği sevdirebileceğini, onların ilgi ve meraklarını canlı tutarak tasarım süreçlerine aşina olmalarını sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Yıldırım (2017), tarafından 12 fen bilgisi öğretmen adayıyla yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre; öğretmen adayları disiplinler arası öğrenmenin öğrencilerin kalıcı öğrenmesine katkı sağlayacağını, öğretmenlerin ise kendilerini geliştirerek, mesleklerinden daha fazla hoşlanmalarını sağlayacağını, ayrıca teknolojik gelişmelere hâkim bireyler yetiştirilmesinin ülke ekonomisine de katkı sağlayacağını ifade etmişlerdir.

STEM eğitimi ile öğrenciler; gerçek yaşamdaki sorunları açıklayıp kanıt sunarak sonuç çıkarabileceklerdir. STEM disiplinlerinin özelliklerini anlayarak sorgulama ve tasarım yapabileceklerdir. STEM disiplinlerinin maddi, düşünsel, çevresel ve kültürel ortamlarımızı nasıl etkilediğini anlayacaklardır. Ayrıca bu disiplinlerle ilgili konularla ve bilimle ilgilenebileceklerdir (Bybee, 2013). Fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye odaklanılarak uygulanacak entegre STEM eğitim anlayışı, öğrencileri STEM okur-yazarı olarak yetiştirerek, 21. yy kariyer bilincine sahip olabilmelerine fırsat tanıyacaktır. Bu uygulamaların en önemli öğretim çıktılarından birisi de ülkenin sürdürülebilir kalkınmasını sağlayacak bireylerin yetiştirilmesine katkı sağlamasıdır. Bu nedenle STEM eğitimi konusunda okul yöneticilerinin, öğretmenlerinin, program yapıcıların, araştırıcıların, politikacıların birlikte çalışması gerekmektedir.

4.1. Öneriler

Bütünleşik STEM eğitimi uygulamaları ve fen eğitimine mühendisliğin entegre edilebilmesi için literatürde tasarım temelli öğrenme uygulamalarının uygun olduğu vurgulanmaktadır (Bozkurt-Altan, Yamak & Buluş-Kırıkkaya, 2016). Bu nedenle anaokulundan üniversiteye kadar tüm eğitim kademelerinde mühendislik tasarım temelli uygulamalara sıklıkla yer verilmelidir. Ayrıca öğretmen yetiştirme sürecinde de benzeri uygulamalar yaptırılmalı ve öğretmen adaylarının sahadaki öğrencilere mühendislik tasarım temelli uygulamaları yaptırmalarına imkân vererek, bu süreçte karşılaşılabilecek sorunlar hakkında bilgi sahibi olmaları sağlanmalıdır.

STEM eğitimiyle ilgili uzun süren uygulamaların yer aldığı ve beceri gelişimini destekleyen çalışmaların sayısı ve çeşidi artırılarak STEM eğitiminin yaygın etkisi genişletilmelidir.

Araştırmacılar benzer çalışmaları yaparken öncelikle iyi bir planlama ve gerekirse pilot uygulama yapılmalıdır. Uygulamalı yürütülen mühendislik tasarım süreçleri için uzun bir zaman dilimi ayrılmalı ve süreç periyodik olarak devam ettirilmelidir. Özellikle tasarım süreç basamaklarının adım adım uygulanmasına dikkat edilmeli ve prototip inşası, ürünün test edilmesi, ürünün takdimi ve revize edilmesi aşamalarına özen gösterilmelidir. STEM disiplinlerinden yararlanılırken her disipline ait kazanımlarının bulunması sağlanarak, dört disiplinden de ne şekilde yararlanıldığı açıklanmalıdır.

KAYNAKLAR

Alan, B., Zengin, F. K., & Kececi, G. (2019). Using STEM applications for supporting integrated teaching knowledge of pre-service science teachers. *Journal of Baltic Science Education, 18*(2), 158-170.

Altaş, S. (2018). *STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Muş.

Altin, H., & Pedaste, M. (2013). Learning approaches to applying robotics in science education. *Journal of baltic science education, 12*(3), 365-377.

Avcı, B. (2017). *Lego Mindstorms robotik projelerinin öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi, problem çözme becerileri ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Istanbul.

Ayaz, (2019). *Mühendislik tasarım temelli fen öğretiminin sınıf öğretmeni adaylarının karar verme, bilimsel yaratıcılık ve tasarım becerilerine etkisi.* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Aydın, G., Şahin, N. (2018). Eğitim Bilimleri Çalışmaları. Öğretmenlerin STEM Farkındalıkları: Bir Hizmetiçi Eğitim içinde (syf115-125). Konya, İstanbul, Ankara: Çizgi Kitapevi.

Bakırcı, H., & Karışan, D. (2018). Investigating the Preservice Primary School, Mathematics and Science Teachers' STEM Awareness. *Journal of Education and Training Studies*, *6*(1), 32-42.

Batı, K. (2014). *Modellemeye dayalı fen eğitiminin etkililiği; öğrencilerin bilimin doğası görüşleri ile eleştirel düşünme becerilerine etkisi.* Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bozkurt, E. (2014). *Mühendislık tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarinin karar verme becerisi, bilıisel süreç becerıleri ve sürece yönelik algılarına etkisi* .Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bozkurt-Altan, E., Yamak, H., & Buluş-Kırıkkaya, E. B. (2016). Hizmet öncesi öğretmen eğitiminde FeTeMM eğitimi uygulamaları: Tasarım temelli fen eğitimi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6*(2), 212-232.

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

Bybee, R. W. (2010). What is stem education? *Science, 329*(5995), 996-996.

Caprile, M., Palmén, R., Sanz, P., & Dente, G. (2015). Encouraging STEM studies for the labour market. Directorate General for Internal Policies, European Union.http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2015/542199/IPOL_STU(2 015)542199_EN.pdf accessed from.

Çalışıcı, H. & Sümen, Ö. Ö. (2018). Metaphorical perceptions of prospective teachers for STEM education. Universal Journal of Educational Research, 6(5), 871-880.

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

Dani, D. E., Hartman, S. L., & Helfrich, S. R. (2018). Learning to teach science: Elementary teacher candidates facilitate informal STEM events. *The New Educator*, *14*(4), 363-380.

DiFrancesca, D., Lee, C., & McIntyre, E. (2014). Where Is the" E" in STEM for Young Children? Engineering Design Education in an Elementary Teacher Preparation Program. *Issues in Teacher Education*, *23*(1), 49-64.

Elo, S., &, Kyngäs H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of advanced nursing*, *62*(1), 107-115.

Ercan, S., & Şahin, F. (2015). Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi. *Necatibey Faculty of Education, Electronic Journal of Science and Mathematics Education 9*(1), 128-164.

Ergün, A., & Kıyıcı, G. (2019). Metaphorical Perceptions of Science Lesson Teacher Candidates of STEM Education. *Kastamonu Eğitim Dergisi, 27*(6).

Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Journal of Qualitative Research in Education, 4*(3), 43-67. [Online] www.enadonline.com DOI :10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m

Hacıoğlu, Y. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi.* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Hacıömeroğlu, G. (2018). Examining Elementary Pre-service Teachers' Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Teaching Intention. *International Online Journal of Educational Sciences*, *10*(1).

Hacıömeroğlu, G., & Bulut, A. S. (2016). Integrative STEM teaching intention questionnaire: A validity and relaibility study of the Turkish form.

Husin, W. N. F. W., Arsad, N. M., Othman, O., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K., & Iksan, Z. (2016, June). Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in integrated STEM education program. In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching (Vol. 17, No. 1, pp. 1-18). The Education University of Hong Kong, Department of Science and Environmental Studies.

Karasar, N. (2009). *Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar-ilkeler-teknikler*. Nobel Yayın Dağıtım.

Karışan, D., & Yurdakul, Y. (2017). Mikroişlemci destekli fen-teknoloji-mühendislik matematik

(stem) uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin bu alanlara yönelik tutumlarına etkisi. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(1), 37-52.

Kim, C., Kim, D., Yuan, J., Hill, R. B., Doshi, P., & Thai, C. N. (2015). Robotics to promote elementary education pre-service teachers' STEM engagement, learning, and teaching. *Computers & Education, 91*, 14-31.

Marulcu, İ. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 12,* 13-23.

Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber.* Ankara: Nobel.

Miles, M. B. & Huberman, A. M. (2015). Nitel veri analizi. (Çev. S. Akbababa Altun ve A. Ersoy). Ankara: Pegem Akademi.

Milli Eğitim Bakanlığı (2018). *Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Fen Bilimleri Dersi Öğretimi Taslak Programı.* Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

Milli Eğitim Bakanlığı (2013).*Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı.* Ankara: Devlet Kitapları Müdürlüğü.

Moore, T. J., Glancy, A. W., Tank, K. M., Kersten, J. A., Smith, K. A., & 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.

Murat, A. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının 21. yüzyıl becerileri yeterlik algıları ile STEM'e yönelik tutumlarının incelenmesi.*Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2015. *Let It Glide: Facilitation G*uide. URL address:https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/EDC02_Let_It_Glide_Facilitation_Guide_FINAL.pdf accessed from. Date of access: 03.11.2018.

National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for K-12 science education: Practicescrosscutting concepts, and core ideas*. Washington Dc: The National Academic.

Özcan, H., & Koştur, H. İ. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretmenlerinin STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri *Journal of Education, 8*(4), 364-373.

PISA (The Programme For International Student Assessment) (2018). PISA 2018 Türkiye Ön Raporu. http://pisa.meb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/01/PISA_2018_Turkiye_On_Raporu.pdf sayfasından erişilmiştir.

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

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

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2*(1), 4.

TIMMS(Trends in International Mathematics and Science Study) (2019). TIMSS 2019 Türkiye Raporu. Erişim adresi: https://odsgm.meb.gov.tr/www/timss-2019-turkiye-raporu-aciklandi/icerik/613.

Uğraş, M., & Genç, Z. (2018). Investigating Preschool Teacher Candidates' STEM Teaching Intention and the views about STEM Education. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 7*(2), 724-744.

Üçüncüoğlu, İ. (2018). *Fen bilgisi öğretmen adaylarına yönelik STEM odaklı laboratuvar uygulamalarının tasarlanması ve etkililiğinin araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Sinop Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sinop.

Wendell, K.B., & Rogers, C. (2013). Engineering design-based science, science content performance, and science attitudes in elementary school. *Journal of Engineering Education, 102*(4), 513-540

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri.* Ankara: Seçkin Yayınları.

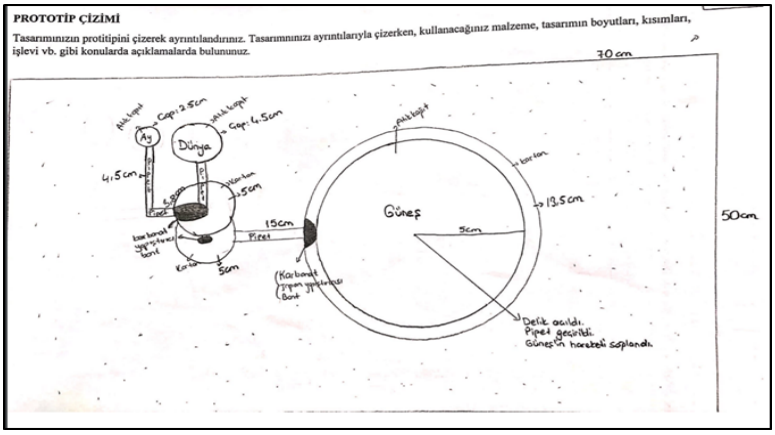
Yıldırım, B., & Türk., C. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri: Uygulamalı Bir Çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(2), 195-213.

Yıldırım, P. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Entegrasyonuna İlişkin Nitel Bir Çalışma. Atatürk *Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi, (35),* 31-55.

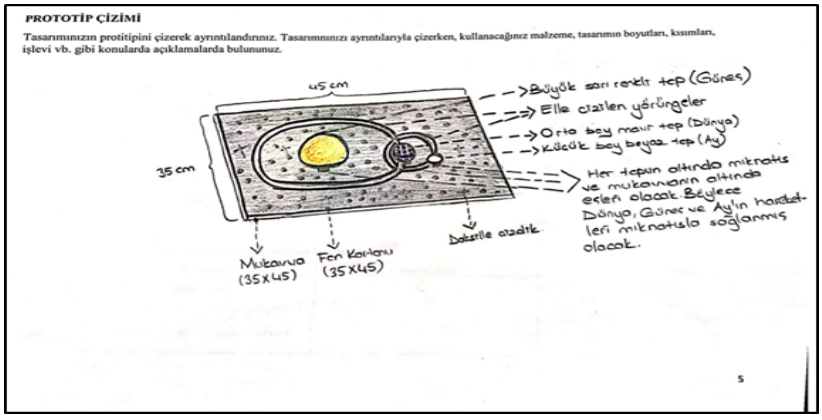
EK.1. Sınıf öğretmen adaylarının mühendislik tasarım sürecindeki prototip örnekleri

1.Problem durumu: "Yer Kabuğu ve Dünya'mızın Hareketleri" ünitesi ile ilgili olarak verilen problem durumu şu şekildedir: "Dünya'nın dönme ve dolanma hareketleri sonucunda gece ve gündüz oluşumunu anlatmak isteyen bir bilim insanı olarak bilimsel bir model hazırlamanız gerekmektedir. Dünya, Güneş ve Ay bulunacak olan bu modelde hareket eden platformlar olmalı ve uygun maliyetli malzemeler kullanılmalıdır.

ÇEVRECİLER GRUBU



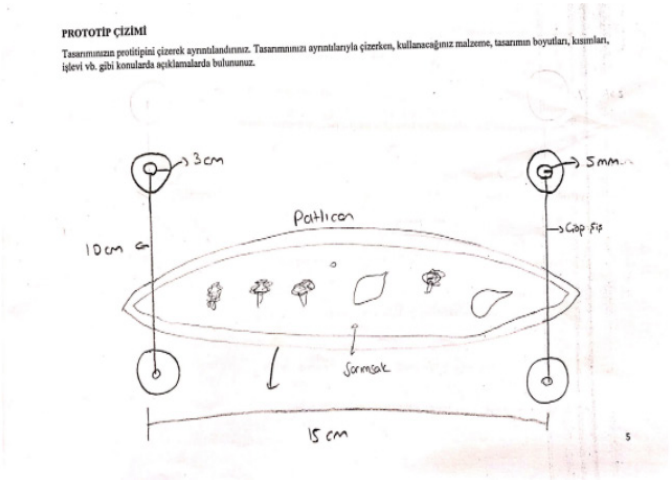
GELECEĞİN IŞIKLARI GRUBU



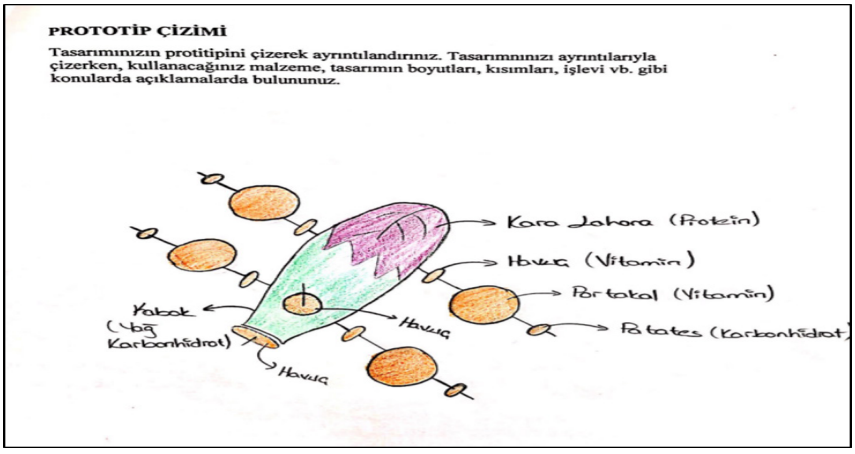
İki farklı grubun örnek prototip çizimleri incelendiğinde grupların hazırladıkları modellerde uzunluk ölçülerine dikkat ettikleri, kullandıkları malzemeleri belirttikleri; ancak bu tasarımın gerçekleşmesinde nasıl bir yol izleneceğinin açık şekilde ifade edilmediği görülmektedir.

2.Problem durumu: "Besinlerimiz" ünitesi ile ilgili olarak verilen problem durumu şu şekildedir: "Çevrenizde bulunan sebze ve meyvelerden bir oyuncak araba tasarlamanız gerekmektedir. Araba hareket etmeli ve besin maddelerinden en az üçü kullanılmalıdır. Araba tasarımında ağırlık merkezine dikkat edilmelidir.

ÇEVRECİLER GRUBU



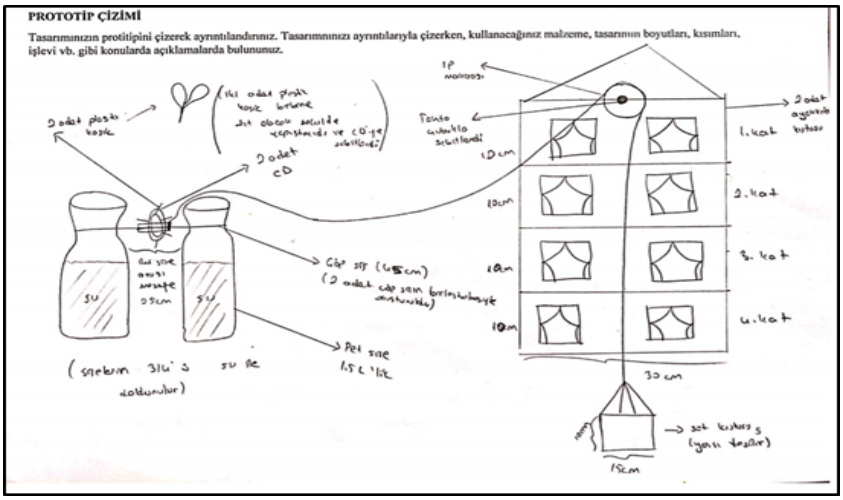
GELECEĞİN IŞIKLARI GRUBU



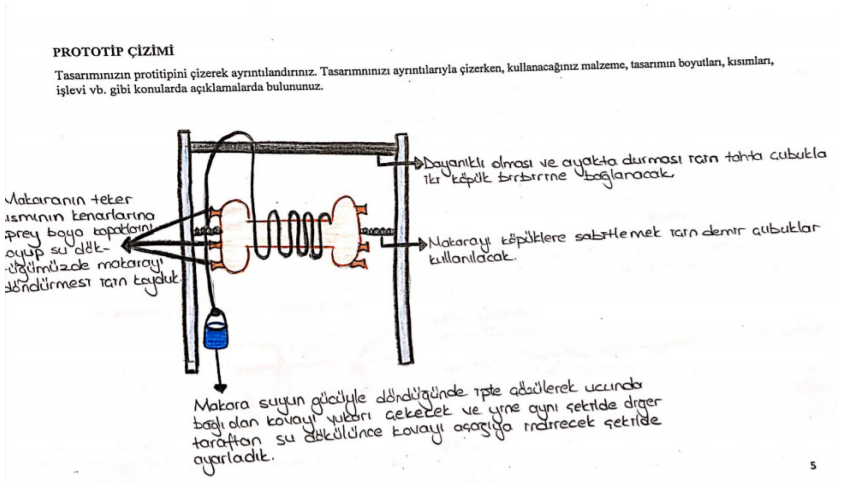
Grupların prototip çizimlerine bakıldığında, problem durumundaki gibi hangi meyve ve sebzeleri yaralanacaklarını belirttikleri, bazı uzunluk hesaplamaları da yaptıkları; ancak diğer kriterleri açıklamadıkları ve bu tasarımın nasıl gerçekleşeceğini ayrıntılı yazmadıkları görülmektedir.

3. Problem durumu: "Kuvvetin Etkileri" ünitesi ile ilgili olarak verilen problem durumu şu şekildedir: Amstedarmda'ki bir evin 3. katına taşınacaksınız. Eşyaları buraya taşımak için bir yük asansörü tasarlamalısınız. Bu asansör; tek seferde fazla miktarda yük taşımalı, hidroenerji ile çalışmalı, çevreci olmalı, atık malzemelerden yararlanılmalıdır."

ÇEVRECİLER GRUBU



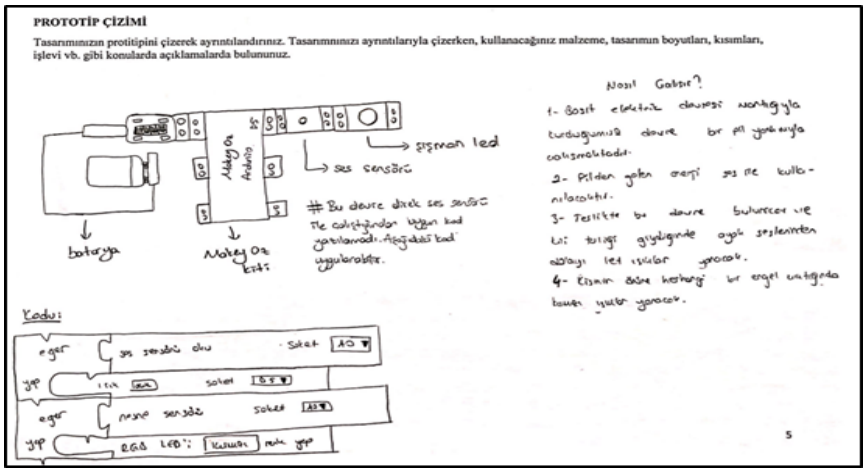
GELECEĞİN IŞIKLARI



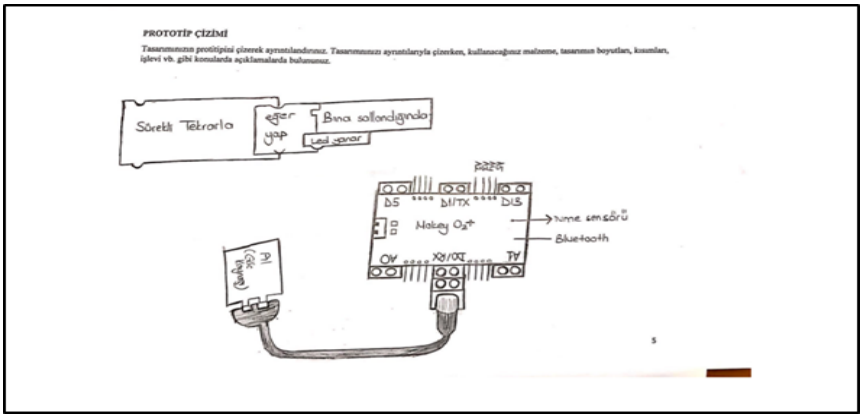
Bu problem durumuna göre yapılan prototiplerde boyutlandırma, ayrıtnılandırma ve tasarımın nasıl yapılacağı hakkında detaylı anlatım konularında gelişimler dikkat çekmektedir.

3.Problem "Aydınlatma ve Ses Teknolojileri" ve "Basit Elektrik Devreleri" üniteleri ile ilgili olarak verilen problem durumu şu şekildedir: Dolabın alt raflarının içi karanlık olduğu için gözükmemektedir. Bu dolaba, hareket sensörü ile çalışan ışıklandırma sistemi kurulmalı ve bu sistemin maliyeti az olmalı, az yer kaplayan bir düzenek olmalıdır. Bu kriterlere uygun bir ürün tasarlayınız.

ÇEVRECİLER GRUBU



GELECEĞİN IŞIKLARI GRUBU



Bu problem durumuna göre yapılan prototiplerde grupların boyutlandırma, ayrıntılandırma ve tasarımın nasıl yapılacağı hakkında detaylı anlatım konularında gelişme gösterdikleri dikkat çekmektedir. Bu tasarımda Turkcell zekâ küpü uygulaması ile birlikte makey seti kullanılmıştır. Gruplar bu setten yaralanarak tasarımlarını planlamışlardır.

Bu prototipler, Çevreciler grubundan; Hilal Yıldıran, Mervenur Çınar, Rabia Sırakaya, Memnune Uzun ile Geleceğin Işıkları grubundan; Feyza Nur Aslan, Sena Arık, Betül Ecevit, Fatma Demirsoy, İrem Nur Yakut öğrencilerine aittir. Tüm öğrencilerimize araştırma sürecine katkılarından dolayı teşekkür ederiz.