STEM TEMELLİ MATEMATİK UYGULAMALARI

EDİTÖR: PROF. DR. ASLAN GÜLCÜ
YAZAR: YUSUF İSLAM BOLAT

EFEAKADEMİ YAYINLARI

Stem Temelli Matematik Uygulamaları

Yazar: Yusuf İslam Bolat ORCID: 0000-0002-6120-3157
Editör: Prof. Dr. Aslan Gülcü ORCID: 0000-0001-6857-7760

Bu kitap, yazarın "STEM temelli matematik etkinliklerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerisi ile STEM alanlarına olan ilgiye katkılarının araştırılması" başlıklı doktora tezine dayalı olarak hazırlanmıştır.

ISBN: 978-625-8065-39-8
E-ISBN: 978-625-8065-41-1
1. Baskı: Aralık 2021

Bu eserin; yayın, satış ve kopyalama hakları EFE AKADEMİ'ye aittir.

KÜTÜPHANE KARTI

Stem Temelli Matematik Uygulamaları
Prof. Dr. GÜLCÜ, Aslan
1. Basım 204 s., 160 x 240 mm. Kaynakça var, Dizin yok.
Anahtar kelimeler:
1. Stem, 2. Matematik Uygulamaları, 3. Problem Çözme,
4. Stem Kariyer İlgisi, 5. Bilgi-işlemsel Düşünme

Dizgi: Befrin Akan (befrin.musa@gmail.com)
Kapak Tasarım: Duygu DÜNDAR (dundar.duygu@gmail.com)

Sertifika No: 43370
Matbaa Sertifika No: 43370

Efe Akademi Yayınevi
Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsiçi Esenler / İSTANBUL
0212 482 22 00
www.efeakademi.com

Matbaa Adres:
Ofis2005 Fotokopi ve Büro Makineleri San. Tic. Ltd.Şit.
Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsiçi Esenler / İSTANBUL
0212 483 13 13
www.ofis2005.com

ÖZET

Amaç: Bu araştırmada lise matematik dersi çember ve daire konusuna yönelik geliştirilen STEM etkinliklerinin, öğrencilerin problem çözme becerileri, bilgi-işlemsel düşünme becerileri, STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisi ve öğrencilerin bu etkinliklere yönelik görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu araştırmada karma araştırma yöntemi desenlerinde biri olan gömülü desen kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, 2017-2018 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde 10. sınıf matematik dersi kapsamında öğrenim gören 33' er deney ve kontrol grubu olmak üzere toplamda 66 öğrenciden toplanmıştır. Geliştirilen STEM etkinlikleri beş hafta boyunca uygulanmıştır. Nicel verileri toplamak için ön-test son-test olarak; problem çözme envanteri, STEM alanlarına ilgi ve bilgi-işlemsel düşünme becerileri ölçekleri kullanılmış, verilerin analizinde karma ölçümler için iki faktörlü varyans analizi ve Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Nitel verileri toplamak için yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmış, verilerin analizinde betimsel ve içerik analizinden yararlanılmıştır.

Bulgular: Araştırmanın bulgularına göre öğrencilerin; problem çözme becerisi, STEM alanlarına ilgisi ve bilgi-işlemsel düşünme becerilerine göre deney grubu lehine anlamlı düzeyde farklılık oluşturmuştur. Öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmeleri; bilgisayar destekli eğitime (BDE) yönelik değerlendirmeler, STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmeler ve İşbirlikli öğrenmeye yönelik değerlendirmeler şeklinde ortaya çıkmıştır. BDE ve STEM etkinliklere yönelik genelde olumlu görüşler çıkarken, işbirlikli öğrenmeye yönelik ise olumsuz görüşler ön plana çıkmıştır.

Sonuç: STEM etkinliklerinin 10. Sınıf matematik dersi kapsamında uygulanmasının öğrencilerin problem çözme becerilerini, STEM alanlarına yönelik ilgilerini ve bilgi-işlemsel düşünme becerilerinde gelişmelere neden olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin STEM etkinliklerine BDE teknolojilerine yönelik olumlu görüşlere sahip oldukları tespit edilmiştir. İşbirlikli çalışma yönünde ise olumlu ve olumsuz görüşleri olmakla birlikte olumsuz görüşlerin daha ağırlıkta olduğu ortaya çıkmıştır.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER 5
Giriş 9
Araştırmanın Amacı 12
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi 13
Araştırmanın Sınırlıkları 15
Araştırmanın Varsayımları 16
Terim Tanımları 16
Kuramsal Çerçeve 17
STEM 17
Fen (Bilim). 19
Teknoloji. 19
Mühendislik. 20
Matematik. 21
Bütünleşik STEM Eğitimi 23
STEM Okuryazarlığı 29
STEM ve 21. Yüzyıl Becerileri 30
P21 (Partnership for 21st Century Skills) ve 21. yüzyıl becerileri. 30
OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development/ Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) ve 21. yüzyıl becerileri 32
AACU (Association of American Colleges and Universities / Amerikan Yüksekokul ve Üniversiteler Birliği) ve 21. yüzyıl becerileri 32
ISTE (International Society for Technology in Education / Uluslararası Eğitimde Teknoloji topluluğu) ve 21. yüzyıl becerileri 33
Problem Çözme 36
Bilgi İşlemsel Düşünme 37

STEM Alanlarına İlgi (STEM Interest) 39
STEM Etkinlikleri 39
5E Öğrenme Modeli 40
Dikkat Çekme-Girme (Engagement). 41
Keşfetme (Explore). 41
Açıklama (Explain). 42
Derinleştirme (Eloborate). 42
Değerlendirme (Evaluate). 42
İşbirlikli Öğrenme 43
Wolfram Mathematica 43
Matematik Perspektifinden STEM- Matematiksel Modelleme 46
İlgili Araştırmalar. 47
Doktora tezleri 48
Yüksek lisans tezleri. 52
Makaleler 55
Bölüm Özeti 59
Yöntem 61
Araştırma Yöntemi 61
Uygulama Süreci 63
Öğretim tasarımı. 65
Evren ve Örneklem/Araştırma Grubu 80
Nitel görüşme katılımcılarının bireysel özellikleri: 81
Veri Toplama Araçları 84
Nicel veri toplama araçları. 84
Nitel veri toplama araçları 94
Veri Analizi 94
Nitel veri analizi. 94
Nicel veri analizi. 95
Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri 99

Araştırmacının Rolü 101
Bulgular 103
STEM Etkinliklerinin Problem Çözme Becerisine Etkisi 103
STEM etkinliklerinin problem çözme envanteri alt boyutlarına göre incelenmesi 104
Öğrencilerin STEM etkinlikleri sırasında kullandıkları problem çözme yöntemleri. 109
STEM Etkinliklerinin STEM Alanlarına Yönelik İlgiye Etkisi 111
STEM etkinliklerinin *STEM-Aİ* alt boyutlarına göre incelenmesi ... 112
Öğrencilerin STEM kariyer alanlarına yönelik görüşleri. 115
STEM Etkinliklerinin Bilgi-işlemsel Düşünme Becerisine Etkisi ... 116
STEM etkinliklerinin BİD becerisi alt boyutlarına etkisi. 117
Öğrencilerin STEM Etkinlikleri Bağlamındaki Değerlendirmeleri . 122
Bilgisayar Destekli Eğitim (BDE)' e yönelik değerlendirmeler. 122
STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmeler. 130
STEM etkinliklerine yönelik bilişsel değerlendirmeler. 131
STEM etkinliklerine yönelik duyuşsal değerlendirmeler. 133
İşbirlikli öğrenmeye yönelik değerlendirmeler. 135
Bölüm Özeti 141
Tartışma, Sonuç ve Öneriler 145
Tartışma 145
Birinci Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi 145
İkinci Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgisine etkisi 148
Üçüncü Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi 151
Dördüncü Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerine yönelik öğrencilerin değerlendirmeleri 155
Sonuçlar 159
Öneriler 160

Uygulayıcılara yönelik öneriler. 160
Araştırmacılara yönelik öneriler. 161
Program yapıcılara yönelik öneriler. 162
KAYNAKÇA 163
EKLER 179
Ek-1 STEM Etkinlikleri 179
Etkinlik adı: Diyarbakır Stadyumunu Türkiye Kupasına Hazırlıyoruz 179
Etkinlik Adı: Matematik Saati 182
Etkinlik Adı: Çarkı Felek. 185
Etkinlik Adı: El Cezeri' nin Güneş Saati 188
Etkinliğin Adı: Güneş Sistemi Modellemesi. 191
Ek-2 MEB İzin Yazısı 194
Ek-3 İlgili Araştırmalar 196

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Bilgi çağı olarak adlandırılan 21. yüzyılda bilginin hayata yansımış ürünlerinden biri olan teknoloji ulusların odak noktalarından biri haline gelmiştir. Bu sebeple ülkeler arasında teknolojilerini geliştirme konusunda bir rekabet olduğu görülmektedir. Bu rekabetin temel sebeplerinden birisi ekonomidir. Tüm dünya ülkelerinin, ekonomik olarak kalkınabilmek ve diğer devletlerin gerisinde kalmamak adına ekonomik gelişme yarışına girdiği günümüzde, teknolojinin gelişmesinin temelini oluşturan fen, matematik, mühendislik bilimleri eğitiminin geliştirilmesinin anlaşılması gerekmektedir (Zollman, 2012). Bu anlamda özellikle gelişmiş ülkeler bahsedilen alanların eğitimine ilişkin milyar dolarlık fonlar ayırmaktadır (Breiner, Harkness, Johnson, & Koehler, 2012). Yapılan yatırımlara karşın geleneksel eğitim anlayışında bu alanların eğitimi, birbirlerinden ayrı kanallarda ve günlük hayat ile ilişkisinin düşük olduğu ve var olan bilginin ezberlenmesine odaklı bir şekilde gerçekleştirildiği görülmektedir (Bissaker, 2014). Ancak çağımızda, nitelikli iş gücünü oluşturacak bireylerden beklenilen; yaratıcı, analitik ve eleştirel düşünme, günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözme, etkili karar verme, araştırma ve sorgulama becerilerine sahip olmaktır (P21, 2013; Wagner, 2008). Bu doğrultuda günümüz işverenleri mevcut eğitim programlarının 21. yy. becerileri odağında düzenlenmesi gerektiğini ifade etmektedir (Şirin & Vatanartıran, 2014; TÜSİAD, 2014). Bu beklenti ve ihtiyaç doğrultusunda birçok devletin eğitim alanında reform hareketleri de devam etmektedir. Ülkemizde, Millî Eğitim Fen ve Matematik programları incelendiğinde öğrencilere kazandırılmak istenen beceriler eleştirel düşünme, problem çözme, yaratıcılık, yenlilkçilik, iletişim, işbirliği, bilgi okuryazarlığı, medya okuryazarlığı liderlik gibi 21. yy. becerileri olarak açıklanmıştır (MEB, 2018).

Bu noktada başta Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, Güney Kore, Çin gibi birçok ülke farklı disiplinlerin bir arada kullanıldığı öğretim yaklaşımı olan bütünleşik STEM eğitimi (Science, Technology, Engineering and Mathematic) anlayışını benimsemektedir (Gülhan & Şahin, 2016). Bu eğitim anlayışla ülkeler; yeni teknolojiler geliştirmeyi, bilimsel gelişmeler sonucu ortaya çıkan sosyal ihtiyaçlarını, ulusal güvenlik için gerekli ekonomik ihtiyaçlarını ve çağın gereksinimlerini karşılayan bilişsel anlamda yetişmiş üretken birey ihtiyaçlarını karşılamayı hedeflemektedir (Zollman, 2012). 44. Amerika devlet başkanı Obama'nın katıldığı etkinlikler ve bu etkinliklerin neticesinde geliştirilen rapor bunun en önemli yansımalarından biridir (Holdren, Lander, & Varmus, 2010). Raporda, öğrencilerin STEM konularında güçlü bir temele sahip olmaları, STEM alanı bilgilerini kişisel ve mesleki yaşamlarında kullanabilmeleri, STEM konularını incelemeye motive etmeleri ve STEM alanlarında kariyer yapma konularında motive edilmeleri önerilmiştir. Ülkemiz açısından bakıldığında ise Millî Eğitimin programlarında öğrencilerin kazanması hedeflenen beceriler (MEB, 2018), işverenlerin çalışanlardan istedikleri beceriler (TÜSİAD, 2014) ve STEM eğitimi yaklaşımının kazandırabileceği beceriler açısından bir örtüşme olduğu görülmektedir. Bu örtüşmenin doğal bir sonucu olarak STEM eğitimi anlayışının temel bilimlerin öğretiminde 21. yy. için yetkin işgücü becerilerine sahip bireylerin yetiştirilebilmesi açısından önemli bir potansiyel barındırmaktadır (Breiner vd., 2012; Bybee, 2010; Gülhan & Şahin, 2016; Holdren vd., 2010). Fen/Bilim (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) bilim dallarının baş harflerinin birleştirilmesiyle isimlendirilen STEM, bu disiplinlerin ortak bir noktada birleştirilmesini hedefleyen bir eğitim yaklaşımı olarak görülebilir (Chesky & Wolfmeyer, 2015). STEM eğitimi yaklaşımının Türkçe alanyazında; FeTeMM (Fen, Teknoloji, Matematik ve Mühendislik), BİLTEMM (Bilim, Teknoloji, Matematik, Mühendislik) ve STEM şeklinde farklı kısaltmalarla kullanıldığı görülmektedir (Çorlu, Capraro, & Capraro, 2014). Bu çalışmada Millî Eğitim Bakanlığının yayınlamış olduğu raporlarda STEM kısaltmasını kullanmış olmasından dolayı STEM ifadesi kullanılacaktır. Kullanılan kısaltmalar elbette kabul edilen anlayışı göstermesi adına önemlidir. Ancak literatürde önemle vurgulanan bir noktada STEM ifadesinden önce gelen "Bütünleşik" ifadesidir. Bütünleşik ifadesiyle bu farklı dört alanın bir arada ortak bir noktada işe koşulması kast edilmektedir. Hatta alanyazında önemli bir görüş olarak bütünleşik STEM eğitimi ifadesinin, sosyal bilimleri (Social Sciences) ve sanatı (Arts) da işin içerisine katarak sadece bu dört alanın bir arada kullanılmasından daha fazlasının vurgulanmak istendiğini belirtilmiştir (Çorlu vd., 2014;

Myers & Berkowicz, 2015; NRC, 2010; Sanders, 2009). Bu anlamda Hong, Lin, Chen, & Chen (2018), STEM eğitimini tanımlarken bu eğitim anlayışının birkaç disiplini bir araya getirmenin ötesinde tutum, inanç, motivasyon, üstbilişsel beceriler gibi faktörleri de bütünleştirdiğini ifade etmektedir. Myers ve Berkowicz (2015) ise STEM eğitimini bir dönüşüm (STEM shift) olarak nitelemiş ve tüm eğitim sisteminin topyekûn bir şekilde tekrar düzenlenmesinin lüzumuna dikkat çekmişler ve öğretim programlarının organize edilmesi ve uygulanması da dâhil olmak üzere tüm başarı düzeylerindeki öğrencilerin eğitiminin, okul öncesinden üniversiteye kadar yeniden düşünülmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Bu doğrultuda ülkemizde MEB'in 2016 yılında yayınladığı STEM Eğitimi Raporu ve güncellenen müfredat ile özellikle fen bilimleri dersi ve teknoloji tasarım dersi kazanımlarında mühendislik uygulamalarına yer verilmesi, STEM'in eğitime entegresine yönelik çabaların olduğuna dair gelişmelere örnek olarak gösterilebilir (MEB, 2016; MEB, 2018). Türkiye 2000'li yıllardan itibaren TIMMS ve PISA sınavlarına katılan ülkeler arasındadır. Bu sınavlarda belirli yaş aralıklarındaki öğrenci gruplarıyla çalışılmakta ve ülkelerin eğitimlerinin ekonomik kalkınmadaki etkisine yönelik çıkarımlarda bulunulmaktadır (H. H. Yıldırım, Yıldırım, Ceylan, & Yetişir, 2013). Bu sınavların sonuçları verilen eğitimin uygulanabilirliği açısından ülkemizin uluslararası alanda istenilen düzeyde olmadığını göstermektedir. 2015 ve 2018 yıllarındaki PISA ve 2015 yılındaki TIMMS sınav sonuçlarına göre Türkiye' de öğrencilerin matematik alanında özellikle bilgiyi günlük hayat problemlerinin çözümünde kullanma gibi yönlerden seviyenin düşük düzeyde kaldığı görülmektedir. Öyle ki PISA 2015'te Türkiye, 70 ülke arasında fen alanında 52. Sırada; matematik alanında ise 49. sırada yer almıştır (Taş, Arıcı, Ozarkan, & Özgürlük, 2016). Başarı açısından 6. basamakta yer alan öğrenci oranımız fen ve matematik alanında %0'dır. 2009 ve 2012 yılları başarı puan ve sıralamalarına göre de bir gerileme olduğu görülmektedir (Taş vd., 2016). 2016 yılında Millî Eğitim Bakanlığının sekizinci sınıf öğrencileriyle yaptığı, PISA ve TIMMS'e benzer nitelikteki 38.000 katılımcının olduğu, Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi (ABİDE) sınavında, öğrencilerin %54'ünün matematik alanında temel ve temel altı düzeyde kaldığı görülmektedir. Buna karşın ileri düzeyde olan öğrenci oranının ancak %3,1'e ulaştığı anlaşılmaktadır. Son olarak 79 ülkenin katılmış olduğu PISA 2018'de ise Türkiye ülkeler sıralamasında fen alanında 39. sırada, matematik alanında ise 42. sırada yer almıştır. Üst düzey yeterlik dilimlerindeki öğrenciler incelendiğinde 6. yeterlik düzeyindeki öğrenciler; fen alanında % 0,1 ve matematik alanında % 0,9 olarak tespit edilmiştir. PISA 2018'de PISA 2015'e göre pozitif yönde bir miktar artış olmuştur. Bu

durum, ülke sıralaması açısından ciddi bir iyileşmenin yaşanmasıyla birlikte özellikle üst düzey yeterlik dilimlerinde halen istenilen seviyelerde olmadığımızı göstermektedir. Bu sonuçlar ülkemizde, öğrencilerin eğitim kurumlarında aldıkları eğitim ile gerçek hayatta kullanacakları üst düzey bilgi becerilerini işe koşmakta zorlandıklarını göstermektedir. Bu durum mevcut araştırma için bir problem durumu olarak görülmektedir. STEM etkinliklerinin müfredatta yerini alması ve öğrencilerin deneyimlerinin arttırılması ile bu problem durumuna yönelik çözüm önerisi olarak düşünülmektedir.

STEM'in Türkiye'deki alanyazını incelendiğinde yapılan çalışmaların çoğunlukla öğretmen adayları ve ortaokul düzeyinde yapıldığı; bununla birlikte diğer disiplinlere görece daha çok fen bilimleri dersleri bağlamında gerçekleştirildiği görülmektedir (Tabar, 2018). STEM yaklaşımının içerik olarak matematik ve fen bilimleri dersi bağlamında verilebileceği alanyazında vurgulanırken (Çorlu vd., 2014), matematik dersinde uygulamaya yönelik az sayıda rastlanılması problem durumu olarak görülmektedir. Bunun yanı sıra matematik, öğrenciler tarafından günlük yaşantı ile ilişkilendirilmekte zorlanılan (Alkan, 2011) ve seçkin liseler (Fen liseleri vb.) dışında öğrencilerin öz yeterlik algısının düşük olduğu bir ders olarak karşımıza çıkmaktadır (Ozüdoğru & Bümen, 2016; Sarıer, 2010). STEM'in günlük yaşantı problemlerinden yola çıkan bir yaklaşım olması ve bu konuda 10. Sınıf matematik dersine yönelik herhangi bir araştırma yapılmamış olması, araştırmanın çıkış noktasını oluşturmaktadır. Bu ve benzeri çalışmaların alanyazında önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülmektedir.

Araştırmanın Amacı

STEM eğitimi yaklaşımının amaç ve çıktıları incelendiğinde öğrencilerin 21. yy. becerilerini geliştirmek ve bu alanlardaki iş gücünü sağlamak olduğu görülmektedir (Honey, Pearson, & Schweingruber, 2014). STEM araştırmaları açısından 21. yy. becerilerinden en çok vurgulanan becerilerinden problem çözme ve bilgi-işlemsel düşünme becerilerinin yanında STEM alalarına olan ilginin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu doğrultuda araştırmada matematik dersi bağlamında; STEM yaklaşımına göre gerçekleştirilen matematik etkinliklerin öğrencilerin:

1. Problem çözme becerilerine etkisi,
2. STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisi,
3. Bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi ve

4. Öğrencilerin STEM öğretimi yaklaşımı hakkındaki değerlendirmelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranacaktır:

1. STEM temelli matematik etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde etkisi var mıdır?

    1.1. Öğrenciler STEM etkinliklerde kullanmış oldukları problem çözme stratejilerini nasıl açıklamıştır?

2. STEM temelli matematik etkinliklerinin öğrencilerin STEM kariyer alanlarına yönelik ilgileri üzerine etkisi var mıdır?

    2.1. Öğrencilerin STEM kariyer alanlarına yönelik görüşleri nelerdir?

3. STEM temelli matematik etkinliklerinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerileri üzerine etkisi var mıdır?

4. Öğrencilerin 10. Sınıf matematik dersi kapsamında deneyimleri bağlamında STEM temelli matematik etkinliklerine yönelik değerlendirmeleri nasıldır?

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Bilimin doğası dinamizm ve yaratıcılık gerektirmesine karşın geleneksel eğitim anlayışlarında bilim, öğrencilere doğrusal, sabit ve bilim disiplinlerin birbirleriyle etkileşimine değinilmeden aktarılmaya çalışılmaktadır (Mercimek, Kelek, & Kuzu, 2016). Bu bağlamda mevcut öğretim programı anlayışlarında keskin sınırları olan derslerin bağlamdan kopuk bir şekilde öğrenciler tarafından ezberlendiği ve ayrı ayrı konumlandırıldığı anlayışın geçerliğini yitirdiği günümüzde, (Bissaker, 2014) disiplinleri birleştirerek günlük hayatta karşılaşılan problemleri çözme odaklı bir anlayış sunması açısından STEM anlayışının derslere entegrasyonun sağlanması önemli görülmektedir. Nitekim orta öğretim öğrencilerinin fen ve matematik dersine yönelik olumsuz tutumlarının nedenlerini ortaya koymayı amaçlayan bir araştırmada, bunun en önemli sebeplerinden birinin öğrencilerin ders içerikleri ile gerçek hayat arasında bir ilişki kuramamaları olduğu ileri sürülmüştür (Özgün-Koca & Şen, 2006). Esnek, dinamik ve günlük hayat problemleri bağlamına dayalı (Mercimek vd., 2016) STEM eğitimi ile öğrenciler; bilimin interdisipliner kullanımını kavrayabilecek, üst düzey öğrenme becerilerine ulaşabilecek ve öğrenmenin doğasını anlayabileceklerdir (Baxter & Collins, 2014).

Alanyazında STEM etkinliklerine bakıldığında bilimsel temelli hayat problemlerine öğrencilerin çözüm önerileri geliştirdiği bir süreç işletildiği görülmektedir (Çorlu & Çallı, 2017). Bu anlamda bakıldığında STEM eğitimi için en önemli 21. yy. becerilerinden birisi problem çözme becerisi olarak görülmektedir. Bununla beraber son dönemde STEM eğitimi için önemli olarak görülen becerilerinden bir diğeri ise bilgi-işlemsel düşünme olduğu vurgulanmıştır (Batı, Çalışkan, & Yetişir, 2017). Wing (2006) tarafından ortaya atılmış olan bilgi-işlemsel düşünme kavramına ilişkin Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu-International Society for Technology in Education (ISTE) ve Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Derneği-Computer Science Teachers Association (CSTA) gibi kuruluşlar standartlar geliştirmiş ve birçok akademik çalışmalar yapılmıştır. Özellikle STEM alanlarında bilişim teknolojilerinin gelişmesiyle biyo-informatik, bilişim istatistiği, kemo-metrik, nöro-informatik gibi birçok alan ortaya çıkmıştır (Weintrop vd., 2016). Bu anlamda bilgi-işlemsel düşünmenin STEM alanlarına entegre edilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Jona vd., 2014; Sneider, Stephenson, Schafer, & Flick, 2014; Weintrop vd., 2016). Meslek seçimi açısından bakıldığında ise STEM eğitiminin temel amaçlarından birisi de STEM meslek alanlarına ilgiyi arttırmaktır (National Research Council, 2014). STEM alanlarına olan ilgileri öğrencilerin bu alanlardan meslek seçimi açısından önemlidir (Şahin, 2013). Bu yüzden öğrencilerin eğitim hayatlarında STEM etkinliklerine katılmaları meslek anlamında STEM alanlarına olan ilgiyi arttıracaktır (Bishop, 2015; Dabney vd., 2012). Akgündüz vd. (2015)'nin hazırladığı STEM eğitimi raporunda da bahsedildiği gibi ülkemizde Yükseköğretim Kurumları Sınavı (YKS) sonucunda 2000 yılında STEM alanlarına olan yerleşme oranı %85,63 iken 2014 yılında %38,23'e düşmüştür. Bu sonuç ülkemiz için STEM alanlarına ilginin arttırılması gerekliliğini ortaya koymaktadır. Thomasian (2011) ekonomik büyüme ve yenilikçilik açısından STEM kariyer alanlarının, en çok gelir getiren, en hızlı büyüyen ve en etkili alanlar olması sebebiyle STEM eğitiminin öncelikli hedeflerinin; tüm öğrencilerin bu alanlardaki yetkinliğinin arttırılması ve bu alanlarda mesleklere yönelen ve araştırmalar yapan öğrencilerin sayısının arttırılması olarak ifade etmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyi ve ekonomik kalkınması için katma değer sağlayacak olan STEM meslek alanlarına ilgiyi arttırmayı amaçlayan bu çalışma, matematiğin günlük hayattaki yeri ve problemlerin çözümüne yönelik etkinlikler geliştirmesi yönüyle gelecekte ülkenin çeşitli mesleklerinde daha nitelikli bir iş gücü geliştirmeye dönük bir örnek sunacaktır.

STEM bir eğitim yaklaşımı olarak fen veya matematik disiplinlerinin içerisine entegre edilebilir (Çorlu vd., 2014; Roehrig, Moore, Wang, & Park, 2012). YÖK'ün tez arama motorundan 01/01/2020 tarihi itibarıyla ulaşılan sonuçlara göre

Türkiye'de STEM' e ilişkin 31 doktora ve 210 yüksek lisans tez çalışması yapılmıştır. Bu çalışmaların büyük bir kısmında STEM eğitiminde ana disiplin olarak fen bilimleri dersi seçilmiştir. Ayrıca STEM' e ilişkin yapılan makale türü çalışmalarda ise genel eğilimin derleme, ölçek geliştirme, tarama (tutum, algı, görüş vb.) gibi konulara yönelik olduğu görülmektedir (Çevik, 2017; Tabar, 2018). Bu çalışmalarda en çok nicel araştırma, en az karma yöntem araştırma yöntemlerinden yararlanıldığı görülmektedir (Çevik, 2017; Tabar, 2018). Karma yöntem nicel ve nitel yöntemlerin güçlü yanlarını kullanarak daha bütüncül bir bakış açısı sunması açısından STEM eğitimi araştırmalarında kullanılması önemli görülmektedir. Bununla birlikte STEM eğitimi yaklaşımı, okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm eğitim düzeylerini kapsayan bir interdisipliner yaklaşım olarak görülmesine karşın (Myers & Berkowicz, 2015) alanyazında örneklem türü olarak lise düzeyinde araştırma sayısı çok sınırlı kalmıştır (Daşdemir, Cengiz, & Aksoy, 2018). Bu durum, STEM eğitimi alanyazının hem uluslararası (Chai, 2018) hem de ulusal düzeyde daha fazla uygulamalı ve deneysel araştırmalara ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Bu çalışma, STEM eğitiminin lise düzeyinde uygulamalı bir araştırması olması yönüyle alanyazına önemli bir katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir. Mevcut araştırmada, matematik eğitiminde STEM uygulamaları yapılırken matematiksel modelleme yönteminden yararlanılmıştır. Bu yönüyle alanyazında matematiksel modelleme ve STEM'e ilişkin teorik çalışmalar (Kertil & Gurel, 2016) olmasına rağmen özellikle Türkiye alanyazınında deneysel uygulamalı çalışmaya rastlanılamamıştır. Bu açıdan bakıldığında bu çalışmanın varlığı, alanyazına da etkisi dairesinde bir başlangıç sunması beklenmektedir.

Araştırmanın Sınırlıkları

2017-2018 eğitim öğretim yılının bahar yarıyılında matematik dersi bağlamında gerçekleştirilen bu araştırma şu sınırlıklara sahiptir.

1. Problem çözme envanterinin, değerlendirici yaklaşım ve planlı yaklaşım güvenirlik sonuçları eşik değerinin altında düşük güvenirlik düzeyinde kalmıştır.

2. Deney grubu öğrencilerinin devamsızlık durumları deneysel süreçte birtakım olumsuzluklara neden olmuştur. Bu sınırlığın önüne geçebilmek için etkinliklere katılım durumlarına göre öğrencilerin sözlü puanı verileceği bildirilmiştir.

3. Sınıf alanının kısıtlı olması, etkinliklerin gerçekleştirilmesini sınırlandırmıştır.

Araştırmanın Varsayımları

Araştırmada kabul edilen varsayımlar aşağıdaki gibidir:

1. Öğrencilerin aile içi durumları, okul arkadaşları ile ilişkileri, psikolojileri vb. gibi okul içi ve dışı kontrol altına alınamayan unsurlar, grupları benzer şekilde etkilemiştir.

2. Öğrenciler nitel ve nicel veri toplama araçlarına gerçek duygu ve düşünceleri bağlamında cevap vermişlerdir.

3. Dersin öğretmeninin her iki gruba yönelik yaklaşımı aynı seviyededir.

Terim Tanımları

Bütünleşik STEM eğitimi: STEM eğitimi, günlük hayat problemlerini çözebilmek için bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin gerçek hayata ilişkin karşılıkları ile uyum gösterecek şekilde hazırlanan bütünleşik öğretim uygulamaları yaklaşımı olarak görülebilir (National Research Council, 2014).

Problem Çözme: Dewey (1997) problem çözme becerisini, bir sorunun tanımı ile başlayan, çözümüne yönelik hipotezler geliştirilen, verilerin toplanması ile devam eden ve hipotezlerin test edilmesiyle edilen bulguların bütünleştirilmesi biçiminde sonlanan bir süreç olarak tanımlamıştır.

Bilgi-işlemsel düşünme: ISTE (2015)'e göre bilgi-işlemsel düşünme, teknoloji ile düşünme becerilerinin birleştiği, net olmayan, karmaşık ve açık uçlu ve problem çözümünü destekleyen bir sistematik düşünme becerisidir.

STEM alanlarına yönelik ilgi: Bu araştırmada STEM alanlarına yönelik ilgi kavramı STEM eğitimin temel alanları olan fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik ilgiyi ifade etmektedir.

STEM etkinlikleri: STEM yaklaşımındaki etkinliklere bakıldığında etkinlik yaklaşımının, öğrencilere sunulan günlük hayat problemlerine farklı disiplinlerin bütünleştirilerek çözüm geliştirildiği bir öğretim stratejisi olduğu görülmektedir (Labov, Reid, & Yamamoto, 2010; Sanders, 2009). Bu araştırman bağlamında kullanılan STEM etkinlikleri ifadesi matematik dersi çember ve daire konusuna yönelik geliştirilen ve uygulanan STEM temelli matematik etkinliklerini karşılamaktadır.

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve

Araştırmanın bu bölümünde bütünleşik STEM eğitimi yaklaşımı ile ilgili alanyazında önemli görülen bazı kavramlar ve bu kavramların birbiriyle ilişkisi incelenecektir. Bölüm boyunca ilk olarak STEM eğitimi yaklaşımının tanımlanmasına yer verilerek ilişkili olduğu temel kavramlar olan STEM okuryazarlığı, 21. yüzyıl becerileri kavramlarına da yer verilmiştir. Devamında ise araştırmanın bağımlı değişkenleri olan problem çözme becerisi, STEM alanlarına yönelik ilgi, bilgi-işlemsel düşünme kavramları ele alınacaktır. En son kısımda ise araştırmanın öğretim tasarımında ve uygulanması aşamasında kullanılan yöntem ve teknikler olan işbirlikli öğrenme, 5E öğretim modeli, STEM etkinlikleri, Wolfram Mathematica ve matematiksel modelleme teriminin ele alınması konuları sunulacaktır.

STEM

Eğitimin ülkelerin politik, ekonomik, sosyal gelişimlerini etkileyen en önemli unsurlardan olduğunu, yapılan PISA, TIMMS gibi sınav sonuçlarında başarılı olan Güney Kore, Çin, Japonya gibi uzak doğu toplumlarında ülke ekonomisine katma değer sağlayan ürünler geliştiren şirketlerinin artışından anlayabiliriz. Bu anlamda gelişmiş ülkeler, çeşitli eğitim reformlarıyla ülkelerini siyasal ve ekonomik anlamda sürdürülebilir bir yapıya dönüştürmeyi hedeflemektedir. Bu reform girişimlerinin ön plana çıkanlarından birisi de STEM eğitimi yaklaşımıdır. STEM eğitimi yaklaşımını geliştirmek ve yaygınlaştırmak için Türkiye'nin de içerisinde yer aldığı Avrupa Birliği ülkelerinde geliştirilen SCIENTIX adlı proje, bu reform girişimlerine bir örnek olarak gösterilebilir. Türkiye özelinde ise Millî Eğitim Bakanlığının gerçekleştirdiği HAREZMİ Eğitim

Modeli dikkat çekmektedir. HAREZMİ eğitimi modeli incelendiğinde şu anda İstanbul' da belirli okullarda uygulaması gerçekleştirilen bir projedir. Ancak kullanılan yöntem ve teknikler açısından bakıldığında STEM yaklaşımını temel olarak almış bir eğitim modeli olduğu görülmektedir.

Özellikle ABD' nin 44. başkanı Obama'nın 2010-2012 beyaz sarayda düzenlemiş olduğu etkinliklerin medyaya yansımasından sonra daha fazla duyulan STEM eğitimi yaklaşımı, aslında 90'lı yıllarda "SME&T" yani Fen-Matematik-Mühendislik ve Teknoloji sıralamasıyla ortaya atılmıştır (Sanders, 2009). Amerika'nın bu çabası, özellikle Rusya' nın Sputnik' in uzaya gönderilmesinden sonra fen ve matematik bilimlerinin önemini kavramasıyla birlikte ve yaptığı reform hareketlerine dayanmaktadır. (Sanders, 2009; Turan, Yılmaz, Durdu, & Göktaş, 2016). 2000'li yılların başlarında SME&T kısaltması, İngilizce telaffuzunda argo ve kaba bir ifade olan "Smut" kelimesini çağrıştırması sebebiyle Amerikan National Science Foundation (NSF) tarafından STEM olarak değiştirilmiş ve bugünkü son haline almıştır (Breiner vd., 2012; Sanders, 2009). Ancak son değişimiyle STEM tanımı zamanla genişleyerek sadece fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini içeren bir yaklaşım olmayıp aynı zamanda psikoloji, ekonomi, sosyoloji siyasal bilimler gibi sosyal-davranışsal bilimleri de içerisine almıştır (Green, 2007). STEM eğitimi yaklaşımı, eğitimi geleneksel anlayıştaki öğretmenin ders anlatımı odağından çıkarıp öğrencilerin araştırma sorgulama odaklı projelere yöneldiği etkinlikleri dayanak noktası olarak kullanmayı savunan bir anlayışa sahiptir (Breiner vd., 2012). Mercimek vd. (2016)' e göre STEM eğitimi yaklaşımıyla, öğrencilerin sunulan içeriği katı bir çerçevede olduğu gibi almaktan çıkarıp, aktif bir öğrenme sürecine katılmasını sağlamak amaçlanmaktadır. STEM yaklaşımındaki etkinliklere bakıldığında, öğrencilere sunulan günlük hayat problemlerine farklı disiplinlerin bütünleştirilmesiyle çözüm üretilen bir eğitim yaklaşımı olduğu görülmektedir (Labov vd., 2010; Sanders, 2009). Bu açıdan bakıldığında STEM' in, Dewey'in okuldaki öğrenmenin, gerçek hayat problemleri içerisinde yaparak yaşayarak gerçekleşeceği görüşünden etkilenen bir yaklaşım olduğu anlaşılmaktadır (Beane, 1996; Ellis & Fouts, 2001). STEM bu kadar genişlerken ve birçok alana yayılmaya devam ederken, birçok ülkede öğrencilerin bu alanlara ilgisi aynı oranda olmadığı da görülmüştür (Aydeniz & Bilican, 2017). Ekonomik anlamda sürdürülebilir bir büyümenin sağlanmasını amaçlayan ülkelerin bu alanlara ihtiyacı her geçen gün daha da artmaktadır. Bu nedenle STEM'e sanat, girişimcilik, robotik gibi yeni eklentiler gelse de onların temelinde yine ana disiplinlerin yerinin önemi yadsınamaz. Bu tür eklentilerin bir amacı da STEM alanına olan ilgiyi arttırma çabası olarak düşünülebilir. STEM giriş bölümünde de bahsedildiği gibi 4 disiplinin

bütünleştirildiği bir öğretim yaklaşımı olarak görülebilir. İlk olarak bu 4 disiplini biraz daha yakından tanımanın STEM'in anlaşılabilmesi için önemli olduğu düşünülmektedir.

Fen (Bilim).

STEM kısaltmasındaki "S" harfinin Türkiye alanyazınında Fen ve Bilim kavramlarını karşıladığı görülmektedir. Bunun sebebi İngilizcedeki "Science" kelimesinin bilim anlamında kullanılmasıdır. Gerek "Fen" ve gerekse "Bilim" terimi anlam ve uygulama açısından çalışmalarda benzerlik göstermektedir. Bilim, fizik, kimya, biyoloji ve uzay bilimleri ile ilişkili doğa yasaları da dâhil olmak üzere doğal dünyadaki olguların incelenmesidir (Bybee, 2019). Bilim, bu disiplinlerle ilişkili olguların, ilkelerin, kavramların ve kuralların araştırma-sorgulamaya dayalı gözlemler ile ele alınmasını veya uygulanmasını içerir (Bybee, 2019). STEM eğitimine bilim yönüyle bakıldığında bilimsel okuryazarlık ve bilimsel araştırma becerileri ön plana çıkmaktadır (Zollman, 2012; Kelley & Knowles 2016). Bilimi ilgili bağlamda öğrenmek ve bilimsel bilgiyi gerçek hayat durumlarında kullanabilmek gerçek STEM anlayışının anahtarıdır (Kelley & Knowles, 2016). Bu bağlamda bilimsel okuryazarlık, bilimsel bilgiyi (fizik, kimya, biyolojik bilimler ve yer / uzay bilimlerinde) kullanma ve yaşam ve sağlık, toprak ve çevre ve teknolojideki bilimi etkileyen kararlara katılma ve buna ek olarak süreçleri kullanma becerisini içerir (Zollman, 2012). STEM eğitimi bağlamında bilimsel araştırma ise öğrencileri gerçek bilim adamları gibi düşünmeye ve harekete geçmeye, soru sormaya, varsayımda bulunmaya ve standart bilim uygulamalarını kullanarak araştırma yapmaya hazırlar (Kelley & Knowles, 2016). Bozkurt Altan (2017a)'a göre STEM' e fen bilimlerinin bütünleştirilebilmesi, bu alana yönelik bilgi ve becerileri gerektiren davranışlara araştırma-sorgulama süreçleri işe koşularak sağlanır.

Teknoloji.

İnsanlar tarih boyunca ihtiyaçlarını karşılamak için bilim ve mühendislik çalışmalarının bir ürünü olan teknolojiyi geliştirmiş ve yine bu alanlarda teknolojiyi kullanmışlardır Bybee (2019). Teknolojinin her zaman akış halinde ve değişken bir yapıya sahip olduğundan yapılan tanımlar kısa sürede geçerliğini yitirebilir (Koehler & Mishra, 2009). Bununla beraber teknolojiyle çalışmanın bazı yollarından bahsedilebilir. Bybee (2019)' ye göre teknoloji, insanlar ile teknolojik ürünler yaratmaya ve işletmeye giren organizasyonlar, bilgi, süreçler ve cihazların yanı sıra ürünleri de kapsamaktadır. Teknolojik okuryazarlık STEM eğitiminin teknoloji bileşeni, diğer üç bileşenin daha derinlemesine anlaşılmasını sağlamak-

tadır (Lantz, 2009). STEM eğitiminde tasarım ürünü, basit el aletleri olabileceği büyük yapılar veya algoritmik bir işlem süreç akışı bile olabilir (E. Bozkurt Altan, 2017b). Bu anlamda teknoloji bazen bir araç olarak bazen de direk geliştirilen ürün olarak karşımıza çıkmaktadır. Cavanagh ve Trotter (2008)'a göre teknoloji sadece bir araç değil, öğrencileri gelecekteki ekonomiye hazırlayan interdisipliner bir alandır. Teknoloji kavramına STEM'e entegrasyonu açısından baktığımızda; teknolojik ürün geliştirime veya ürün geliştirime sürecinde kullanarak teknolojik okuryazarlığı geliştirmeye dönük kazanımlar olduğu ön plana çıkmaktadır (E. Bozkurt Altan, 2017a). Teknolojik okuryazarlık, zaman içinde gelişmişliğin artmasıyla teknolojinin nasıl geliştirildiği, toplumu nasıl şekillendirdiği ve toplum tarafından nasıl şekillendiğini anlama yeteneği olarak da ifade edilebilir (International Technology and Engineering Educators Association, 2007). Lantz (2009) teknolojinin STEM eğitiminde kullanımına ilişkin bilgisayar simülasyonları, animasyonları ve CAD, CAM gibi özelleştirilmiş teknolojik uygulamaların kullanımı aracılığıyla öğrencilerin öğrendiklerini hayata geçirebileceklerini ve STEM konularını en ince detaylarına kadar keşfedebileceklerini ifade etmiştir.

Mühendislik.

Mühendislik, hem insan yapımı ürünlerin tasarımı ve geliştirilmesi hem de problem çözme süreci ile ilgili bilgi birikimi olarak görülebilir (Bybee, 2019). Alanyazında STEM ile ilgili araştırmalara bakıldığında Fen ve Matematik alanındaki çalışmaların sayıca çokluğuna karşın teknoloji ve mühendisliğin aynı düzeyde çalışmalara konu edilmediği görülse de (Bybee, 2010), STEM eğitiminin temelinde katalizör görevi gören mühendislik tasarımı vardır (Kelley & Knowles, 2016; Roehrig vd., 2012). Mühendislik en genel tanımıyla insan ihtiyaçları doğrultusunda ortaya çıkan problemlere yönelik genellikle bilim ve matematiğin işe koşulduğu tasarımsal çözümler geliştirmek olarak görülebilir (E. Bozkurt Altan, 2017a). Mühendislik, bilim ve matematik kavramlarının yanı sıra teknolojik araçlardan da yararlanır (Bybee, 2019). STEM eğitimi alanında en önemli unsur olarak görülebilecek olan mühendislik en az anlaşılan kısmı olduğu düşünülmektedir (National Research Council, 2009). Bybee (2010) mühendisliği, STEM alanlarının entegrasyonunun sağlanabilmesinin en önemli unsuru olarak ifade etmektedir. Mühendislik ürün tasarımı olduğundan, tasarım sürecinde, somut nesneler, algoritmalar, problem sürecinin kendisi olabilir (E. Bozkurt Altan, 2017b). STEM eğitiminde Fen ve Matematik alanlarını birleştirecek mühendislik problem durumlarını ortaya koymak amaçlanmaktadır. Bu problemlerin çözümünde mühendislik tasarım süreçleri işletilir. Mühendislik tasarım süreci(Engineering Design Process) Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Hynes (2012) Mühendislik tasarım süreci.

Alanyazında farklı mühendislik tasarım süreç modellerine rastlanılmakla birlikte bütün modellerin birbirine benzer aşamalardan oluştuğu gözlemlenmektedir. Bu anlamda Hynes (2012)'in bu modeli, tüm aşamaları açık bir şekilde ifade eden bir model olması nedeniyle çalışmada bu modelden yararlanılarak tasarımların geliştirilmesi amaçlanmıştır.

Matematik.

2000'li yıllardan sonra Matematik; özellikle bilim, teknoloji ve mühendislik alanlarına doğrudan katkı sağlayan sayı, sembol ve çokluklar ile matematiksel konu-kavramların özelliklerini ve arasındaki bağıntıyı mantıksal olarak araştıran ve inceleyen bir alan (Bybee, 2019) olarak görülmeye başlanmıştır. STEM eğitiminde matematik, günlük hayat problemlerini çözerken problem durumlarında ortaya çıkan verilerin matematiksel olarak modellenmesi, analiz edilmesi, algoritmalar üretilmesinde kullanılır. Matematiksel modelleme etkinlikleri ile öğrencilerin STEM alanlarına ait kavramların yapıların oluşturulması derinlemesine anlaşılmasına olanak sağlanır (Karahan & Bozkurt, 2017). Matematik dersinde havuz problemleri veya fizik dersinde sürtünme problemleri olarak anlatılan problemlerin aksine günlük hayattaki problemler karmaşık yapıları gereği, tek bir disiplin aracılığıyla değil birçok disiplinin bir arada kullanımıyla çözülebilecek problemlerdir (National Research Council, 2011).

Yukarıda sözü edilen dört disipline ilişkin ifadelerden anlaşılacağı üzere STEM için en önemli unsurlardan birisi de etkinliklerin günlük hayat problemine dayandırılmasıdır. STEM eğitimine, ilişkin birçok modelde de problem durumlarından yola çıkarak öğrencilerin bir dizi tasarım sürecini işletip çözüm önerileri geliştirdiği etkinlikler bağlamında gerçekleştirilir. Bu bağlamda alanyazında STEM eğitimi ile ilgili tanımlar genel olarak şu şekildedir:

- Alanyazında en çok atıf alan STEM tanımlardan birisini Morrison (2006) yapmıştır. Morrison' a göre STEM, farklı disiplinlerin bir araya gelerek oluşturduğu yeni bir disiplinler üstü bir disiplindir. Bu tanıma göre STEM eğitimi, öğrencilerde çevrelerindeki dünyayı birbirinden izole ve ayrı ayrı küçük parçalardan ziyade anlamlı ve girift bir yapıya sahip olduğu duygusunu uyandırmaktır.

- Lantz (2009) STEM eğitimini, bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerinin keskin sınırlarını ortadan kaldırarak bütünleşik ve çok yönlü bir disiplinler üstü bir yaklaşım olarak ifade etmektedir.

- STEM eğitimi, günlük hayat problemlerini çözebilmek için bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin gerçek hayata ilişkin karşılıkları ile uyum gösterecek şekilde hazırlanan bütünleşik öğretim uygulamaları yaklaşımı olarak görülebilir (National Research Council, 2014).

- STEM eğitimi, bilim, teknoloji, matematik ve mühendislik disiplinlerin arasında köprü oluşturulması sonucu meydana gelen bilgi, inanç ve becerileri içeren (Çorlu vd., 2014) ve felsefesi bu dört temel alana dayanan interdisipliner bir eğitim yaklaşımıdır (Meng, Idris, & Eu, 2014).

- STEM, bilimsel yöntemler izlenerek çözülecek günlük hayat problemlerini, öğrencilerin işbirliği içerisinde grup olarak çözümledikleri bilimsel anlamda temellendirilmiş öğrenci merkezli bir eğitim yaklaşımıdır (Bender, 2016).

- Moore vd. (2014) STEM eğitimini mühendisliğin temelini, teknolojik gelişmeleri fen ve matematik disiplinlerinin teorik yapısını bir araya getirerek yenilikler ortaya çıkarma, ürünler geliştirme ve günlük hayata yönelik iyileştirmeler sağlama çabası olarak tanımlamaktadır.

- Kelley ve Knowles (2016) STEM eğitimini; öğrencilerin öğrenmesini arttırmak için iki veya daha fazla STEM alanına ait içeriklerin, bu

alanları ilişkilendirmek amacıyla otantik bir bağlam içerisinde öğretilmesini hedefleyen bir yaklaşım olarak tanımlamıştır.

Tüm bu tanımlar incelendiğinde STEM eğitimi yaklaşımı için bütünleşik (integrated) vurgunusun yapıldığı görülmektedir. STEM eğitimi geçmişten beri devam eden disiplinlerin ayrı ayrı verilmesine karşıt olarak bütüncül bir yaklaşım fikri öne çıkarılmaktadır. Bu nedenle izleyen kesimde bütünleşik STEM eğitimi detaylandırılarak ele alınmıştır.

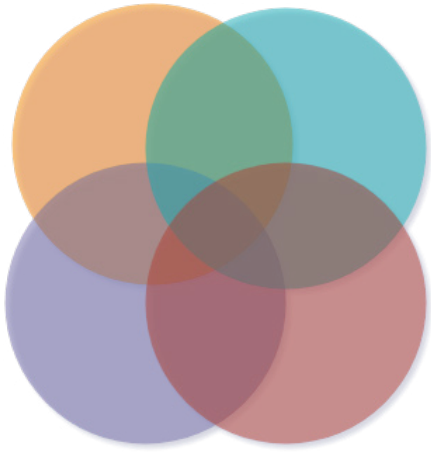
Bütünleşik STEM Eğitimi

Modern STEM tanımlarında entegrasyon (bütünleşik) ifadesinin mutlaka kullanılması gerekir (Breiner vd., 2012). Çünkü gerçek hayatta problemler birden fazla disiplinin bir arada kullanılması ve bütüncül bir bakış açısı geliştirilmesi ile çözülebilmekte (E. Bozkurt Altan, 2017b) ve bütünleşik bir bakış açısıyla gerçek hayat problemleri üzerine kurulu bir ders planı, öğrenciler için daha anlamlı olacağı; derse yönelik ilgi, motivasyon ve başarının artacağı (Honey vd., 2014) değerlendirilmektedir. Bütünleşik STEM eğitimi ifadesi mevcut araştırma için kilit ifadelerin başında gelmektedir. Wang (2012)'ın bütünleşik öğretim tanımı, kavramların daha iyi öğretilmesi için farklı alanların bilgi ve becerilerinin bir uygulamada bütünleştirildiği öğretim stratejisi şeklinde yapmıştır. Kysilka (1998) bütünleşik eğitimin temel bakış açısını şu şekilde detaylandırmıştır:

- Gerçek anlamda öğrenme, öğrenciler anlamlı ve amaçlı etkinlikler ile meşgul olduklarında gerçekleşir.
- Etkinliklerin öğrencilerin gereksinim ve ilgileri ile ilgili olması gerekmektedir.
- Gerçek dünyadaki bilgi parça parça değil, bütünleştirici bir şekilde uygulanır.
- Bireyler nasıl öğreneceklerini ve nasıl düşüneceklerini ve bilmelidirler.
- Konu, amaç değil bir anlamdır.
- Başarılı öğrenmenin sağlanması için öğretmenlerin ve öğrencilerin eğitim sürecinde işbirliği içinde çalışması gerekir.

- Katlanarak büyüyen ve hızla değişen bilgi, artık durağan olunamaz.
- Teknoloji, öğrenme sürecinde bilgiye erişimi değiştiriyor, sıralı ve önceden belirlenmiş adımlara meydan okuyor.

Bu bakış açısı eğitimin, öğrencinin hayatıyla ilişkili olarak ancak bütünleşik bir şekilde hedefine ulaşacağını savuna dayanmaktadır. Gallant (2010) bu doğrultuda bütünleşik programlar aracılığıyla tasarlanan öğretimin, öğrencilerin kavramları öğrenmesinde kolaylaştırıcı bir etmen olduğunu ifade etmektedir. STEM eğitimi kavramındaki bütünleşik ifadesi, gerçek dünya problemlerini çözerken, çeşitli disiplinlerin amaçlı bir şekilde bir araya getirilerek işe koşulması anlamını taşımaktadır (Labov vd., 2010). Bu bağlamda bütünleşik ifadesini daha iyi anlamak için Fogarty (1991)'nin 10 farklı program entegrasyon modellerinden bütünleşik modelden (integrated model) bahsedilmesi çalışma açısından anlamlı olacaktır. Fogarty (1991) bütünleşik modeli her bir disiplinden bir parça alınarak yeni bir örüntü oluşturulması nedeniyle kaleydoskopa benzetmektedir. Bütünleşik modeli **Şekil** 2' deki gibi görselleştirmektedir.

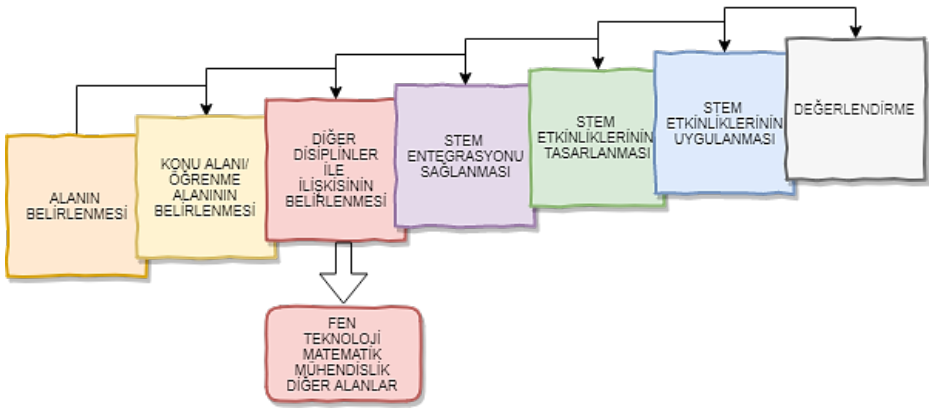


Şekil 2. Bütünleşik (Entegre) model.

İnterdisipliner bir yaklaşıma sahip olan bu modele göre bir konu belirlendikten sonra ders planları, değerlendirmeye alınacak disiplinlerin ilişkili oldukları bağlam göz önünde bulundurularak geliştirilir. STEM eğitiminin de bütünleştirilme işleminde bu model temel alınarak programlar entegre edilebilir. Burada program entegrasyonun birkaç konunun bir araya getirilmesi ve aralarındaki

ilişkiyi anlatarak dersin sürdürülmesi anlamına gelmemektedir (Yıldırım, 2018). Burada bahsedilen entegrasyon işlemi, yatay veya dikey olarak yapılabilir. Öğrencinin aynı sınıf düzeyindeki derslerinin entegrasyonu yatay, daha düşük sınıf düzeylerinden derslerinin entegrasyonu ise dikey entegrasyon olarak açıklanabilir (B. Yıldırım, 2018).

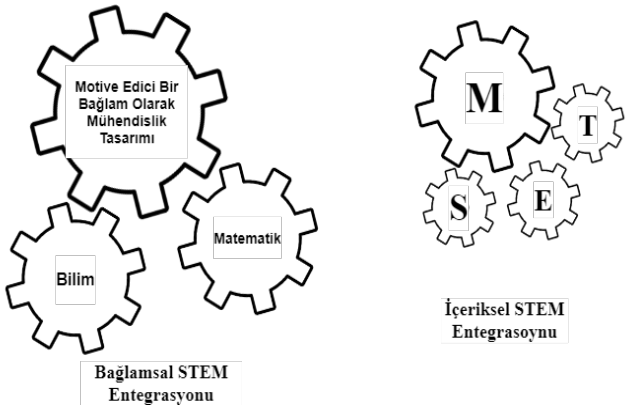
Bütünleşik STEM denildiğinde ise fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin yanı sıra psikoloji, ekonomi, sosyoloji, siyasal bilimler gibi sosyal-davranışsal bilimleri de içerisine alan bir yaklaşım akla gelmektedir (Green, 2007). Bu anlamda Gallant (2010) Bütünleşik STEM eğitiminin, öğrencilerin STEM disiplinleri ve diğer konulardaki anlayışlarını geliştirme ve öğrencilerin STEM disiplinleri ve STEM kariyer alanlarına ilgisini arttırma potansiyeline sahip olduğunu ifade etmektedir. Nitekim alanyazında, STEM kısaltması yerine "Bütünleşik STEM Eğitimi" ifadesinin kullanılmasının daha doğru olduğu vurgulanmıştır (Sanders, 2009). Bütünleşik STEM eğitimi en geniş anlamda; günlük hayat problemleri odağında disiplinler arasındaki sınırların kalktığı bütünleşik bir öğretim stratejisi olarak tanımlanmaktadır (Asghar, Ellington, Rice, Johnson, & Prime, 2012). Yıldırım ve Selvi (2016) STEM entegrasyonu sürecini Şekil 3' teki gibi açıklamıştır:



Şekil 3. STEM entegrasayon süreci (Yıldırım, 2016).

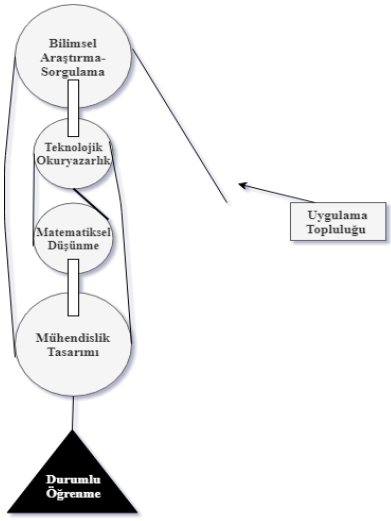
STEM disiplinlerinin bütünleştirilmesi ile ilgili farklı entegrasyon modelleri mevcuttur. Roehrig, Moore, Wang ve Park (2012) içerik ve bağlamsal entegrasyon şeklinde iki modelden bahsetmektedir. İçerik entegrasyonuyla birden fazla disiplinin kapsandığı esnek STEM programları kast edilirken, bağlamsal entegrasyon modelinde ise bir disiplin merkezde konumlandırılır ve diğer di-

siplinlerin ana çarkın konusuyla ilişkili olduğu bağlamlarda ders işlenir (Moore, Stohlmann, vd., 2014). Moore vd. (2014), STEM entegrasyonunun bağlamsal ve içeriksel olarak ifade ettiği modelleri Şekil *4*' te vermiştir:



Şekil 4. Moore vd.(2014) bağlamsal ve içeriksel stem entegrasyonu modelleri.

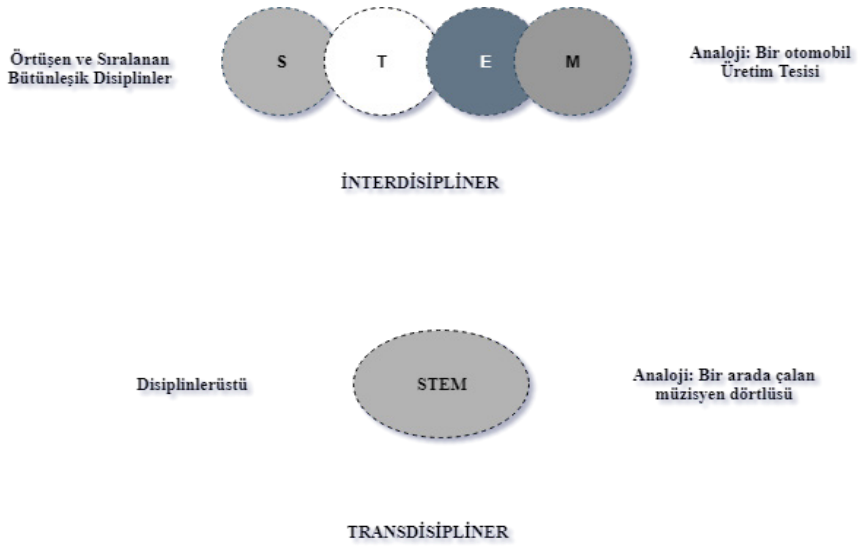
Kelley & Knowles (2016)'ın yük taşıyan bir kasnak sistemi analojisi şeklindeki entegrasyon modeli ise en son geliştirilen STEM entegrasyon modelidir. Modellerini geliştirirken özellikle STEM alanlarının eğitimi ve öğrenilmesinde önemli rolleri olabileceğini düşündükleri öğrenme teorilerini ve pedagojilerini işe koştuklarını ifade etmektedir. Bu model Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. STEM eğitiminin kavramsal çerçevesi (Kelley ve Knowles, 2016).

Kelley ve Knowles (2016) STEM eğitimini bir kasnak analojisiyle açıklamıştır. Modellerinde yük, durumlu STEM öğrenmesini; iki büyük kasnak, bilimsel sorgulama ve mühendislik tasarımını; büyük kasnaklar arasında bağlantıyı oluşturan iki küçük kasnak, matematiksel düşünme ve teknolojik okuryazarlığını; sistemin çalışmasını sağlayan ip ise uygulama topluluğunu temsil etmektedir. Bu modelde araştırmacılar yükü çeken kasnak olarak ifade ettikleri mühendislik tasarımını, STEM disiplinlerinin tamamının bütünleştirilmesi sürecinde katalizör görevi görmesi yönüyle en önemli unsur olarak ifade etmektedir.

Başka bir entegrasyon modelinde ise 3 tür yaklaşımdan bahsedilmektedir. Bunlar multidisipliner, interdisipliner ve transdisipliner entegrasyon yaklaşımlardır (Morrison, 2006). İnterdisipliner ve transdisipliner entegrasyon modellerinde bir problem durumunu çözmek için birden fazla disiplinle ilişkili bilgi ve beceriler kullanılırken, multidisipliner yaklaşımda bir disiplindeki ders anlatırken diğer bir disiplinlerden örnek verilmektedir (E. Bozkurt Altan, 2017a; Ellis & Fouts, 2001). Bu yaklaşımlardan interdisipliner ve transdisipliner yaklaşımların bütünleşik STEM uygulamaları için daha uygun oldukları ifade edilmektedir. Ancak STEM eğitimini Morrison (2006) daha çok transdisipliner olması gerektiğini vurgulamaktadır. Bybee (2013) dokuz farklı STEM entegrasyon modeli bakış açılarını derlediği araştırmasında, interdisipliner ve transdisipilner modelleri Şekil 5'teki gibi vermiştir:



Şekil 6. Bybee 2013 interdisipliner ve transdispliner stem entegrasyon modelleri.

Bybee (2013, s.75-79) interdisipliner bakış açısını, dersler veya ünitelerin sıralanmasıyla veya eğitsel deneyimlerin merkezine STEM' in eklenmesiyle bütünleştirilen durumlar olarak ifade etmektedir. Transdispliner bakış açısını ise STEM' disiplinlerinin ayrı ayrı değil etik, politika, ekonomi gibi disiplinleri de içerisine alabilecek bir bütün disiplin olarak görüldüğünü ve bu eğitimin küresel ısınma, sağlık problemleri, enerji kaynaklarının kullanımı gibi güncel sorunlar etrafında tasarlanan dersler ile sağlanabileceğini ifade etmektedir.

STEM alanlarının bütünleştirilmesine dair farklı modeller önerilmişse de dört farklı disiplinin bir arada bütünleşik bir şekilde uygulanması kolay değildir. Bu bağlamda alanyazında STEM eğitiminin, günlük hayata dair bir problem durumu veya bir ünite odağında, iki veya daha fazla disiplinin bütünleştirildiği ve STEM alanlarında çalışan profesyonellerin çalışmalarına benzer uygulamalar olarak ifade eden tanımları da mevcuttur (National Research Council, 2012; Sanders, 2009). Walker, Moore, Guzey, & Sorge (2018) bütünleşik bir STEM ders planı değerlendirme rubriği geliştirmiş ve bunu sekiz başlık altında ifade etmişlerdir:

1. Motive edici ve öğrenci katılımını sağlayan bir bağlam
2. STEM içeriklerinin entegrasyonu
3. Öğretimsel stratejiler
4. Ekip çalışması
5. İletişim
6. Biçimlendirici ve sonuç değerlendirme
7. Organizasyon
8. Eğitim teknolojilerinin entegrasyonu

Walker vd. (2018) bu başlıklar altında STEM eğitiminin doğasına uygun bir ders planı oluşturmak için kriterler geliştirmiştir. Bu başlıklar ve kriterler incelendiğinde bütünleşik STEM eğitimi, öğrenciyi merkeze alan, öğrencinin kendi elleriyle bir takım ürünler geliştirdiği, iki veya daha fazla disiplinin entegre edildiği, işbirlikli takım çalışmalarının gerçekleştiği, yazılı, sözlü iletişimin olduğu, alternatif değerlendirme tekniklerinin kullanıldığı, öğrencilerin ilgisini çeken ve kendi hayatlarıyla ilişki kurmalarını sağlayan bir yaklaşım olarak görülebilir. Tüm bu tanımlamalar, entegrasyon modelleri ve STEM planı değerlendirme rubriği incelendiğinde STEM ile ilgili şu sonuçlara ulaşılmaktadır:

- En az iki disiplinin bütünleşik öğretimi sağlanmalıdır.
- Günlük hayata ilişkin problemler üzerine temellendirilmelidir.
- STEM alanlarında çalışan uzmanların çalışmalarına uygun etkinlikler düzenlenmelidir.

STEM Okuryazarlığı

STEM eğitiminin kazandırmak istediği becerilerin toplamına STEM okuryazarlığı olarak ifade edilmektedir. STEM okuryazarlığına sahip bir bireyin günlük hayat problemlerine karşı yanıtlar üretirken; bilim, matematik, mühendislik ve teknoloji alanlarındaki bilgileri kullanarak ürünler ortaya çıkaran, sorgulayan, analiz ve tasarım yapabilme gibi karakteristik özelliklere sahip olacağı da vurgulanmıştır (Bybee, 2010; Moore, Stohlmann, vd., 2014). Bu anlamda Bybee (2013, ss. 65) STEM okuryazarı birey tanımını biraz daha açarak aşağıdaki dört madde ile açıklamaktadır:

- Günlük hayatta karşılaşılabilecek sorun ve problemleri tanımlayabilme, doğal ve tasarlanmış dünyayı açıklayabilme ve STEM'e ilişkin sorunlar ile ilgili kanıta dayalı sonuçlar çıkarabilmek için kullanılan bilgi, beceri ve tutumlara sahiptir.
- İnsanlığın bilgi, araştırma ve tasarım süreçlerinin bir türü olan STEM disiplinlerinin kendine özgü özelliklerini anlar.
- STEM disiplinlerinin etrafımızdaki kültürel, entelektüel ve maddesel çevreyi nasıl etkilediğinin farkındadır.
- STEM ile ilgili konulara yapıcı, ilgili ve yansıtıcı vatandaş olarak kendi fikirleriyle gönüllü katılım sağlar.

Honey vd. (2014) STEM okuryazarlığını, modern dünyada bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin rolünün farkında olmak, her alanda temel kavramlara aşina olmak ve temel uygulama bilgisine sahip olmak şeklinde açıklamaktadır. Morrison (2006) STEM eğitimi almış öğrencilerin şu yeterliklere sahip olması gerektiğini vurgulamaktadır:

- Problem çözücü (problem solvers): Karşılaşılan yeni bir durum veya problemi çözebilmek için problemi tanımlar, veriler toplar ve organize eder, konuya ilişkin öğrendiklerini ve anladıklarını uygular.
- Yenilikçi (Innovators): Bilimsel, matematiksel ve teknolojik kavramları ve prensipleri yaratıcı bir şekilde tasarım sürecinde kullanır.

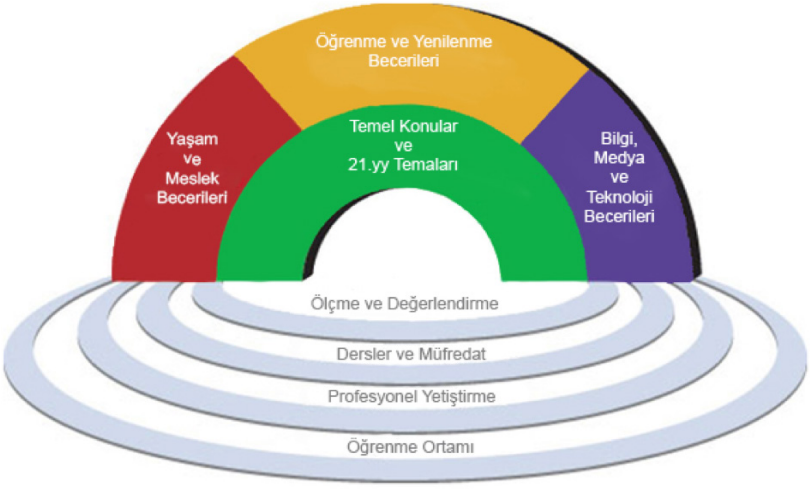
- Üretken (Inventors): İhtiyaçları fark ederek mühendislik tasarım süreciyle yaratıcı çözümler üretir.
- Kendine güvenli (Self-reliant): İnisiyatif alır, kendi zaman planlamasını yapar, özgüven kazanır ve geliştirir.
- Mantıksal düşünür (Logical thinker): Yenilikçi, üretken, rasyonel ve mantıklı düşünce süreçlerinde bilim, matematik ve mühendislik tasarım süreçlerini kullanır.
- Teknolojik okur-yazar (Technologically literate): Teknolojinin doğasını anlar ve açıklar, gerekli becerileri edinir ve uygun bir şekilde kullanır.
- Kendi kültür ve tarihini eğitimle ilişkilendirir.

STEM ve 21. Yüzyıl Becerileri

STEM eğitiminin çıktılarından birisi olarak sayılan 21. yy. becerileri kavramı birçok kurum ve araştırmacı tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Bu çalışmada incelenen problem çözme ve bilgi-işlemsel düşünme becerileri de 21. yy. becerileri kapsamında değerlendirilmektedir. Bu bağlamda Van Laar, Van Deursen, Van Dijk, & De Haan (2017) 21. yy. becerileri alanıyla ilgili literatürü incelemiş; teknik, bilgi yönetimi, problem çözme, yaratıcılık iletişim, işbirliği ve kritik düşünme şeklinde yedi temel beceri olarak sıralanan başlıkların ön plana çıktığını ifade etmişlerdir. 21. yy. bireylerin sahip olması gerektiği düşünülen beceriler farklı organizasyonlar tarafından ele alınarak değerlendirilmiştir. Bu organizasyonlardan bazılarının 21. yy. becerileri olarak gösterdikleri bu beceriler, aşağıda sıralanmıştır.

P21 (Partnership for 21st Century Skills) ve 21. yüzyıl becerileri.

P21 organizasyonu, Amerika'da 21 eyalet ve 33 kurum tarafından desteklenen, K12 eğitim düzeyindeki öğrencileri gelecekteki iş, hayat ve vatandaşlık konularında başarılı olmaları için ihtiyaç duyacakları 21. yy. bilgi ve becerilerini edindirebilmek doğrultusunda öğretmenler, eğitim uzmanları ve iş dünyası liderlerinin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmıştır. P21 organizasyonu 21. yy. becerilerini; öğrenme ve düşünme becerileri, bilişim teknolojileri okuryazarlığı ve yaşam becerileri olarak üç ana kategoride 12 beceri olarak toplamıştır (Partnership For 21st Century Skills, 2013). Şekil 7' de bu üç ana kategori ve eğitim ilişkisi sunulmuştur.



Şekil 7. P21 21.yy. öğrenme çerçevesi.

Şekil 7 incelendiği geliştirilen çerçevenin öğrencilerin 21. yy. kazanmaları gereken bilgi ve becerileri eğitim ile ilişkisini ortaya koymaktadır. Buna göre geliştirilen eğitim programlarının öğrencilerin eleştirel düşünen problem çözen, yaratıcı, iletişim ve işbirliği becerileri, teknoloji okuryazarı ve sosyal becerilerini geliştirecek şekilde tasarlanması gerektiği vurgulanmaktadır. Bu doğrultuda öğrencilere kazandırılması gereken beceriler aşağıdaki gibidir:

1. Öğrenme ve düşünme becerileri
    a. Eleştirel düşünme ve problem çözme
    b. Yaratıcı ve yenilikçi düşünme becerileri
    c. İletişim becerileri
    d. İşbirliği becerileri
2. **Bilişim teknolojileri okuryazarlığı**
    a. Bilişim teknolojileri okuryazarlığı
    b. Bilgi okuryazarlığı
    c. Medya okuryazarlığı
3. **Yaşam ve kariyer becerileri**
    a. Esneklik ve Uyum
    b. Kendini Yönetme

c. Sosyal Beceriler

d. Üretkenlik ve Hesap Verebilirlik

e. Liderlik

OECD (The Organisation for Economic Co-operation and Development/ Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü) ve 21. yüzyıl becerileri

Bu organizasyon 21. yüzyıl becerilerini araçların etkileşimli kullanımı, heterojen gruplarla iletişim ve bağımsız-özerk davranma olarak üç ana başlıkta toplamıştır. Boyutlar incelendiğinde becerilerin ana temasının iletişim ve etkileşim olduğu görülmektedir. Bu becerilerin alt boyutları şu şekildedir:

1. **Araçların etkileşimli kullanımı**
    a. Dil, semboller ve yazının etkileşimli kullanımı
    b. Bilgi ve bilimin etkileşimli kullanımı
    c. Teknolojinin etkileşimli kullanımı
2. **Heterojen grupla etkileşim**
    a. Başkalarıyla iyi ilişkiler
    b. İşbirliği ve takım çalışması
    c. Çatışma çözme ve yönetme
3. **Bağımsız-Özerk davranma**
    a. Büyük resim içinde davranma
    b. Kişisel projeler ve yaşam planları oluşturma ve yönetme
    c. Haklarını savunma

AACU (Association of American Colleges and Universities / Amerikan Yüksekokul ve Üniversiteler Birliği) ve 21. yüzyıl becerileri

STEM alanları işgücünü geliştirmek amacıyla çeşitli girişimlerde bulunan ve bu alanların eğitiminde öncülük etmeyi amaçlayan AACU organizasyonu diğer organizasyonlara benzer şekilde 21. yüzyıl becerilerini üç ana temada ele almıştır. Bu temalar, düşünsel ve işlemsel beceriler, bireysel ve sosyal sorumluluk becerileri ve bütünleşik öğrenme becerileridir:

1. **Düşünsel ve işlemsel beceriler**
    a. Araştırma-sorgulama ve analiz
    b. Eleştirel yaklaşım ve problem çözme
    c. Yazılı ve sözlü iletişim
    d. Bilgi okuryazarlığı
    e. Takım çalışması ve problem çözme
    f. Uygulamalı matematik okuryazarlığı
2. **Bireysel ve sosyal sorumluluk**
    a. Vatandaşlık bilgisi
    b. Kültürlerarası bilgi
    c. Etik muhakeme ve yaşam boyu öğrenme
3. **Bütünleşik öğrenme**
    a. Genel ve özel çalışmalarda sentez yapma

ISTE (International Society for Technology in Education / Uluslararası Eğitimde Teknoloji topluluğu) ve 21. yüzyıl becerileri

Bu organizasyon sadece 21. yy. becerilerini öğrencilere için değil, aynı zamanda eğitimin diğer paydaşlarından olan eğitmenler, teknoloji koçları, okul yöneticileri ve bilgisayar öğretmenleri için de sahip olunması gereken beceriler olarak ortaya koyan bir organizasyon olup, 2016 yılında güncellediği 21. yy. becerilerini öğrenen becerileri açısından incelemiş ve yedi boyutta ele almıştır:

1. **Yetkin öğrenci**

- Öğrenciler öğrenme sürecinde aktif rol alarak kendi hedeflerini belirlemede, hedeflerine ulaşmada ve öğrendiklerini ortaya koymada teknolojiden yararlanmalıdır.

2. **Dijital vatandaş**

- Öğrenciler hayatın onlara getirdiği sorumlukların, fırsatların ve özlük haklarının farkında olmalıdırlar.

- Dijital dünya ile bağlantılı olarak çalışabilmeli ve öğrenebilmelidirler.
- Güvenli, yasal ve etik yollardan işlemlerini gerçekleştirmelidirler.

3. **Bilgiyi yapılandırıcı**

- Öğrenciler, bilgi edinmek, anlamlı öğrenme deneyimleri sağlamak ve yaratıcı ürünler çıkarmak için çeşitli dijital araçlardan profesyonel bir şekilde faydalanabilmelidirler.

4. **Yenilikçi tasarımcı**

- Öğrenciler mevcut problemleri yeni ve kullanışlı öneriler getirerek tanımlayıp ve çözebilmek için geliştirdikleri tasarım süreçlerinde çeşitli teknolojileri kullanabilmelidirler.

5. **Bilgi-işlemsel (Computational) düşünen**

- Öğrenciler problemlerin anlaşılabilmesi ve çözümü için stratejileri geliştirebilmeli ve geliştirilen stratejilerin test edilmesi ve uygulanmasında teknolojik yöntemlerden faydalanmalıdır.

6. **Yaratıcı iletişimci**

- Öğrenciler farklı amaçlar için çeşitli hedeflerine uygun platformları, dijital medyaları, araçları veya formatları seçip kullanarak kendilerini etkili bir şekilde ifade edebilmelidir.

7. **Küresel işbirlikçi**

Öğrenciler yerel ve küresel anlamda dijital araçları kullanarak farklı kişilerle işbirliği yapabilmeli, bakış açılarını genişletebilmeli ve öğrenmelerini zenginleştirmelidir.

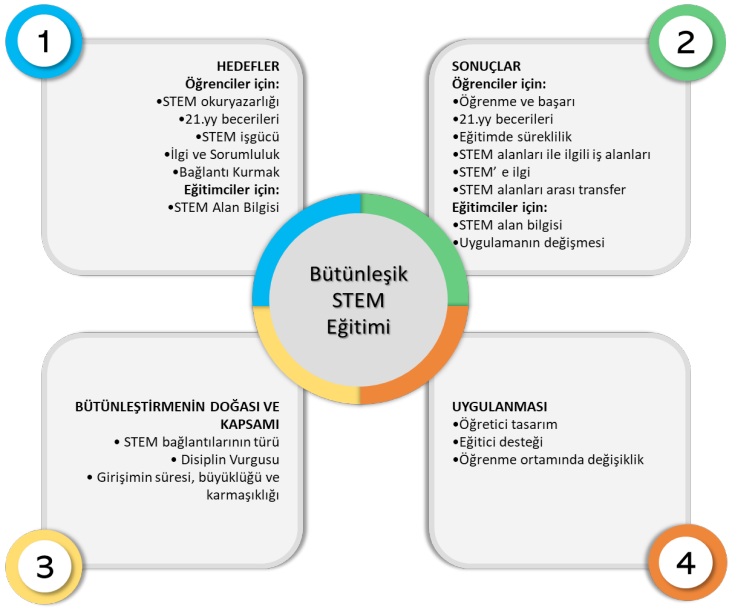
Alanyazında bu organizasyonların yanı sıra farklı araştırmacılar da 21. yüzyıl becerilerine dair çalışmalar gerçekleştirmiştir. Bunlardan en çok atıf alan yazarlardan birisi 2008 yılında yaptığı araştırma ile Tony Wagner'dir. Wagner (2008)'in 21. yüzyıldaki iş dünyası liderlerinin becerileri ile ilgili yaptığı bir araştırmada, bireylerin kazanması gereken beceriler şu şekilde sıralanmıştır:

- Eleştirel düşünme ve problem çözme
- İş birliği yapma ve öncülük etme

- Çeviklik ve esneklik
- Girişkenlik ve girişimcilik
- Etkili sözlü ve yazılı iletişim
- Bilgiye erişme ve bilgiyi analiz etme
- Merak ve hayal gücü

Farklı kurum ve araştırmacılar tarafından ortaya konan 21. yüzyıl ile ilgili beceri tasnifleri yukarıda kısaca özetlenmiştir. Tüm bu 21. yüzyıl becerileri incelendiğinde problem çözme, eleştirel düşünme, araştırma-sorgulama, yaratıcılık, yenilikçilik, iletişim, işbirliği becerilerinin ön plana çıktığı görülmektedir. STEM alanyazını incelendiğinde STEM eğitiminin doğası gereği bu becerilerin gelişmesine katkıda bulunduğu kolaylıkla anlaşılmaktadır (Bybee, 2011; MEB, 2016; Morrison, 2006).

21. yy becerileri ile STEM arasındaki ilişkiyi açıklamada National Academy of Sciences (NAS) için Honey vd. (2014)' nin ortaya atmış olduğu STEM'in amaçları, çıktıları, doğası ve uygulanması açısından özelliklerini ifade ettiği şekil yol gösterici olmaktadır. Şekil 7' de bu özellikler gösterilmektedir:



Şekil 7. STEM eğitiminin dört özelliği Honey vd. (2014).

Şekil 7'de görüldüğü gibi STEM eğitiminin hem çıktılarında hem de amaçlarında 21.yüzyıl becerilerinden bahsedilmektedir. Buradan hareketle STEM, öğrencileri gelecekteki mesleklerine hazırlarken aynı zamanda 21.yüzyıl becerilerini de kazandırmaktadır. Bu görüşü destekler nitelikte Morrison (2006) STEM'in, "öğrencilerin teknolojik okuryazarlık becerilerini geliştirmelerine, kendilerine güvenlerini kazanmalarına, problemleri daha iyi çözebilmelerine, yenilikçi ve mantıklı düşünmelerine katkıda bulunduğunu" ifade etmektedir.

Problem Çözme

Problem insanların karşılaştıkları ve nasıl sonuçlanacağına dair kesin bir öngörülerinin bulunmadığı zorluklar olarak tanımlanmaktadır (Yavuz, Arslan, & Gülten, 2010). Günlük hayatta bireyler birçok problem durumu ile karşı karşıya kalmaktadır. Popper (2013), insanın bütün hayatının problem çözme olduğunu ifade etmektedir. Gelişim ancak problem ile karşılaşıp çözme yoluyla karşı karşıya kalmakla mümkün olur (Yavuz vd., 2010). Heppner (1988) problem çözmeyi, problem durumu ile başa çıkmak olarak tanımlamıştır. Dewey (1997) problem çözme becerisini, bir sorunun tanımı ile başlayan, çözümüne yönelik hipotezler geliştirilen, verilerin toplanması ile devam eden ve hipotezlerin test edilmesiyle edilen bulguların bütünleştirilmesi biçiminde sonlanan bir süreç olarak tanımlamıştır. Problem çözmenin, gündelik hayatın birey üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmada (Totan & Kabasakal, 2012) ve bireyin yaşadığı çevreye uyum sağlamasında etkin bir rolü vardır (Senemoğlu, 2007). Bireyin sahip olduğu problem çözme becerisi ile yaşam kalitesi doğrudan ilişkilidir (Koç, 2015). STEM etkinlikleri bilimsel temelli hayat problemlerine dayandırıldığından probleme dayalı öğrenmeden de bahsetmek yararlı olacaktır. Öğrencilerin öğrenme sürecinde aktif rol aldığı yöntemlerinden birisi olan probleme dayalı öğrenmede öğrencilerin bilim insanı gibi problemi çözmeye çalışması beklenir (Çelik, Şenocak, Bayrakçeken, Taşkesenligil ve Doymuş, 2005). Alanyazın incelendiğinde problem durumunun ikiye ayrıldığı görülür (Jonassen, 1997; Jonassen & Kwon, 2001). Bunlar iyi yapılandırılmış (well-structured) ve iyi yapılandırılmamış (ill-structured) problemdir (Jonassen, 1997). İyi yapılandırılmış problem türü alışagelmiş olduğumuz fen ve matematik derslerinde kullanılan bir tek doğru cevabı olan sorulardır. Burada öğrenci, öğretmen tarafından anlatılan konu sonrasında ilgili konuya ilişkin neyi niçin öğrendiğini tam olarak anlamadan soruya yanıt vermeye çalışır (Şenocak & Taşkesenligil, 2005). İyi yapılandırılmamış problem durumu ise günlük hayatımızla ilişkili olan ve tek bir doğru yanıtı olmak zorun-

da olmayan sorular olarak tanımlanabilir (Weiss, 2003). John Dewey (1997)'de problem tanımını yaparken bireylerin zihnini kurcalayan, kendisine meydan okuyan her durumu problem olarak nitelendirmiştir. Nitekim problem çözme sürecini; sorun ile karşılaşma, problemin tanımlanması, olası çözümler için hipotezler kurulması, verilerin toplanması, hipotezlerin testi, problemin çözümü ve raporlaştırılması şeklinde tanımlamıştır. Bu tanıma göre Dewey' in problem durumundan kastının, iyi yapılandırılmamış problem türü olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın önceki bölümlerinde bahsedilen problem çözme becerisi, günlük hayatımızda karşımıza çıkan Jonassen (1997) tarif ettiği iyi yapılandırılmamış ve problem durumlarını ifade etmektedir. Bu problemlerin çözme becerilerini ölçmek için birçok yol olmakla birlikte alanyazına bakıldığında en çok tercih edilen ölçeklerden birisi, Heppner (1988)'in geliştirdiği ve daha sonra Şahin, Şahin ve Hepner (1993) tarafından Türkçe' ye uyarlanan problem çözme envanteridir. Bu çalışmada öğrencilerin problem çözme becerilerini ölçmek için bu ölçek kullanılmıştır.

Bilgi İşlemsel Düşünme

İngilizce karşılığı "Computational Thinking" olan bu kavram Türkçe alan yazında birçok şekilde kullanılmaktadır. Bunlar sırasıyla; bilgi-işlemsel düşünme (Çetin & Uçar, 2018), bilgisayarca düşünme (Korkmaz, Çakır, & Özden, 2016), hesaplamalı düşünme (Özçınar, 2017), bilişimsel düşünme (Sayın & Seferoğlu, 2016) ve kompütasyonel (Şahiner & Kert, 2016) düşünmedir. Bilgi-işlemsel düşünme ifadesinin bu kavramı en doğru karşıladığı düşünüldüğünden, araştırmacı tarafından bu çalışmada "bilgi-işlemsel düşünme" ifadesi tercih edilmiştir. ISTE (2015)'e göre bilgi-işlemsel düşünme, teknoloji ile düşünme becerilerinin birleştiği, net olmayan, karmaşık ve açık uçlu ve problem çözümünü destekleyen bir sistematik düşünme becerisidir. Korkmaz vd. (2016) ise bilgi-işlemsel düşünmeyi, bilgisayar biliminin temel kavramlarına dikkat çekerek insan davranışlarını anlama, sistem tasarımı ve problem çözme yöntemi olarak tanımlamıştır. Bilgi-işlemsel düşünme becerisini ilk kez ortaya atan Wing (2006, ss. 33) bu beceri için sadece bilgisayar bilimcilerin değil; okuma, yazma ve aritmetik gibi herkesin günlük hayatta kullanması gerektiği temel bir beceri olduğunu ifade etmiştir. Bilgi-işlemsel düşünme becerisinin bileşenleri olarak; soyutlama, algoritmik düşünme, örüntü tanıma, genelleştirme, ayrıştırma, otomasyon vb. gibi bileşenlerin içerisinde bulunduğu birçok kategorizasyon bulunmaktadır (Angeli vd., 2016; Barr & Stephenson, 2011; ISTE, 2015; Wing, 2006). Ancak bu bilgi-işlemsel düşünme bileşenlerin ortak olarak vurguladıkları dört temel bileşen

olarak soyutlama, ayrıştırma, örüntü tanıma ve algoritmik düşünme ön plana çıkmaktadır. Soyutlama bileşeni, problemi gereksiz ayrıntıları ve değişken sayısını azaltarak daha anlaşılır hale getirme süreci olarak tanımlanmıştır (Angeli vd., 2016; Wing, 2006). Ayrıştırma bileşeni, büyük problem durumlarını küçük ve daha kolay parçalara ayırma süreci olarak ifade edilmiştir (Selby & Woollard, 2013). Örüntü Tanıma bileşeni, tekrar eden sıraların taranması ve analizi süreci olarak belirtilmiştir. Algoritmik düşünme, problemi çözmek için gerekli olan tüm alt problemlere çözüm sağlamak için sıralı adımlar şeması oluşturma sürecidir (Csizmadia vd., 2015). Ülkelerin gelişmişliği üzerinde bilgisayar bilimlerinin önemi düşünüldüğünde bilgi-işlemsel düşünme becerisinin değeri daha iyi anlaşılmaktadır. STEM eğitiminin kazandırmak istediği özellikler düşünüldüğünde ise bilgi-işlemsel düşünme becerisinin bu eğitim yaklaşımı ile ilişkili olduğu ortaya çıkmaktadır (Weintrop vd., 2016). ISTE & CSTA (2011)' a göre bilgi-işlemsel düşünme Tablo 1'deki özellikleri içeren (ancak bunlarla sınırlı olmayan) bir problem çözme sürecidir:

Tablo 1. ISTE & CSTA Bilgi İşlemsel Düşünme Süreci

Problemleri bilgisayar vb. araçlar ile çözmek için formülleştirme
Verileri mantıklı bir şekilde organize ve analiz etme
Model ve simülasyonlar gibi soyutlamalar (abstractions) yoluyla verileri sunma
Algoritmik düşünme yoluyla çözümleri otomatikleştirme
Kaynakları etkili ve verimli bir şekilde kullanarak hedefe ulaştıracak olası çözümleri, belirleme analiz edilme ve uygulama
Problem çözme sürecini farklı problem durumlarına genelleme ve aktarma

ISTE (2015) bilgi-işlemsel düşünme becerisini; algoritmik düşünme, yaratıcılık, eleştirel düşünme, iletişim, problem çözme ve işbirlikli öğrenmenin bir dışa vurumu olarak ifade etmiş ve bu becerilerden ayrı tanımlanamayacağını belirtilmiştir. Korkmaz vd. (2016); ISTE (2015)'nin bilgi-işlemsel düşünme standartlarına dayandırmış oldukları bilgi-işlemsel düşünme becerisi ölçeği beş alt boyutta toplamıştır. ISTE (2015) bu beş boyuta ek olarak iletişim becerilerinin standartlarını da belirtmiş ancak yapılan ölçek geliştirme işleminden sonra bu boyuta dair madde ölçekte yer almamıştır. Ölçekte bulunan boyutlar: Yaratıcılık, algoritmik düşünme, eleştirel düşünme, işbirlikli çalışma ve problem çözme olarak ortaya çıkmıştır. Bilgi-işlemsel düşünme, STEM eğitimi-

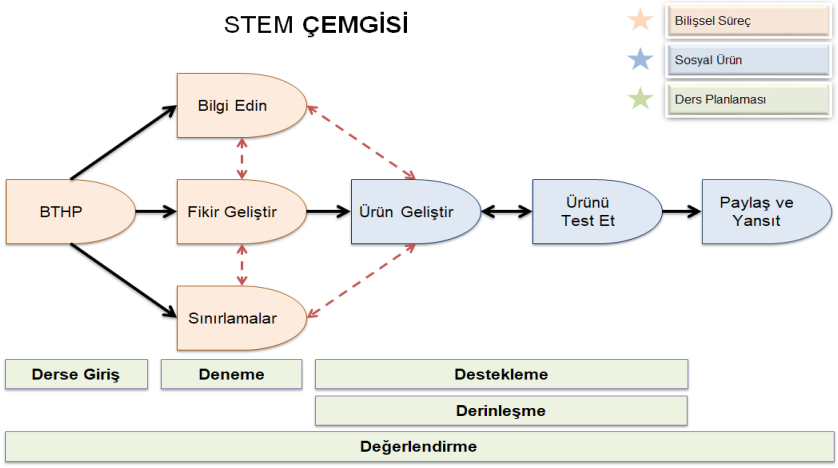
ne en uygun 21. yüzyıl becerilerinden birisidir (Batı vd., 2017). Bu nedenle araştırmanın bağımlı değişkenlerinden birisi olarak bu becerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

STEM Alanlarına İlgi (STEM Interest)

Türk Dil Kurumu (TDK) sözlüğünde "iki şey arasındaki herhangi bir bağlılık, alaka, aidiyet" olarak tanımlanan "ilgi" kavramını, Hidi (1990) "nesnelere, aktivitelere veya deneyimlere dayanan nispeten değişmeyen bir tercih olarak" tanımlamaktadır. Alanyazında meslek seçiminde ilginin önemli bir etmen olduğu öne sürülmektedir. Bu anlamda gelecekte ortaya çıkacak meslekler düşünüldüğünde, dünyada STEM alanlarında eğitim almış yenilikçi çalışanlara bugünkünden daha fazla ihtiyaç duyulacağından öğrencilerin STEM alanlarına olan ilgileri önemli görülmektedir (Zollman, 2012). Nitekim Buxton (2001) öğrencilerin STEM alanlarına duydukları ilginin, meslek hayatlarında STEM alanları seçmesinde etkileyici bir etmen olduğunu ifade etmektedir. STEM eğitimine ülke politikası açısından bakıldığında temel amaçlardan birisinin de nitelikli işgücünü sağlayabilmek olduğu görülmektedir (Honey vd., 2014). Ancak alanyazında öğrencilerin lise son sınıfa gelinceye kadar STEM meslek alanlarına olan ilgileri git gide azalmaktadır (VanLeuvan 2004; Wells, Sanchez & Attridge, 2007). İlginin tanımına tekrar dönüldüğünde öğrencilerin yaşayacağı deneyimler onların ilgisinde etkili olmaktadır. Bu ifadeyi destekler nitelikte öğrencilerin STEM etkinliklerine katılmasının, onların STEM alanlarına olan ilgilerini olumlu olarak etkilediği ortaya konmuştur (DeJarnette, 2012). Bu doğrultuda araştırmada lise öğrencilerinin STEM etkinliklerine katılmalarının bu alanlara ilgilerinin arttıracağı düşünülmektedir.

STEM Etkinlikleri

STEM yaklaşımındaki etkinliklere bakıldığında etkinlik yaklaşımının, öğrencilere sunulan günlük hayat problemlerine farklı disiplinlerin bütünleştirilerek çözüm geliştirildiği bir öğretim stratejisi olduğu görülmektedir (Labov vd., 2010; Sanders, 2009). Geliştirilen bu çözümlere ürün de denilebilir. STEM etkinlikleri neticesinde geliştirilen ürünler; somut bir çıktı, algoritma, matematiksel model, veya bir deney düzeneği olabilir (Çorlu & Çallı, 2017). Yapılan bu araştırmada ise STEM temelli etkinliklerin çıktısı olarak yukarıda bahsedilen ürünlerden somut nesneler ve matematiksel modellemeler ürün olarak değerlendirilmiştir. Çorlu & Çallı (2017), 5E öğrenme modeliyle STEM etkinliğinin uygulamasına yönelik modellerini STEM çemgisi ismiyle Şekil *8*'deki gibi görselleştirmişlerdir:



Şekil 8. STEM çemgisi (Çorlu & Çallı, 2017).

Bu modele göre, bilgi tabanlı gerçek hayat problemi ile giriş yapılarak öğrencilerin ilgisi derse çekilir. Bilgi temelli gerçek hayat probleminin, 21.yy. odaklı, tek doğru bir cevabı olmayan iyi yapılandırılmamış (ill-structured) ve sınırlamalar ile iyi tanımlanmış (well-defined) bir problem olması gerekir (Çorlu & Çallı, 2017). Genellikle, problem durumunun öğrencilerin günlük hayatta sıkça karşılaştıkları veya onlar için anlamlı problem durumları olması beklenir. Daha sonra öğrencilerden bu problem durumuna ilişkin araştırmalar yapmaları ve araştırmalar doğrultusunda çözüm önerisi fikirleri geliştirmeleri istenir. Ancak bu çözüm önerilerini geliştirirken bazı sınırlamalar/kısıtlar konulur. Bu sınırlamalar etkinliğin amacına uygun bir şekilde eldeki malzemeler, maliyet gibi durumlar göz önünde bulundurularak belirlenir ve kavramların doğru anlamlandırılması açısından önemlidir. Bu sınırlamalar dikkate alınarak öğrenciler tarafından öneriler geliştirilir ve bunlar çeşitli deneyler ile test edilerek veriler toplanır. Elde edilen bu veriler sunulan sınırlamaları ne kadar karşıladığı ve etkinliğin amacına uyduğu ile ilgili öğrenciler ürünlerini paylaşır. Bunun üzerine belirlenen kriterlere göre hem süreç sonunda genellikle dereceli puanlama anahtarı (rubrik) aracılığıyla ürünler hem de sürecin tamamında öğrencilerin bireysel ve takım çalışmaları değerlendirilir.

5E Öğrenme Modeli

Bir önceki bölümde STEM çemgisini açıklarken de 5E öğretim modeli üzerine kurgulanmış olduğu ifade edilmiştir. STEM etkinlikleri uygulanma-

sı açısından kullanışlı bir öğretim modeli olan 5E alanyazında en çok tercih edilen modellerden birisidir (Bybee, 2019). 5E, yapılandırmacı öğrenme modellerinden olup öğrencinin ve öğrenmenin merkezinde aktif bir rol aldığı, bilgi ve becerilerin etkin kullanıldığı bir öğrenme modelidir (Özsevgeç, 2006). 5E modelinin ismi; Dikkat Çekme-Girme (Engagement), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Derinleştirme (Eloborate) ve Değerlendirme (Evaluate) aşamalarının baş harflerinin birleştirilmesi ile oluşmaktadır (Bybee, 2019; Özsevgeç, 2006). Bu model ile öğrencinin derse dikkatinin çekilmesi, bilgi ve becerilerini keşfetmesi, edindiği yeni bilgileri organize etmesi ve bu bilgi ve becerileri sunulan problem durumunun çözümünde kullanması sağlanır (Bıyıklı & Yağcı, 2015). Modelin aşamaları incelendiğinde, bir ders veya etkinlik sürecini öğrenci merkezli bir şekilde organize etmek için yol gösterici bir yöntem olduğu anlaşılmaktadır.

Dikkat Çekme-Girme (Engagement).

Derse öğrencilerin dikkatini çekecek gündelik hayattan bir olay, durum, afiş, resim, haber veya bir soru vb. gibi araçlar kullanılarak öğrencide ilgi ve merak uyandırılması ile başlanır (Bybee, 1997, 2002). Daha sonra sorulan soruların ve sorulara verilen cevapların dersin konusuna bağlanması suretiyle ders ve öğrenci yaşantısı arasında bir takım ilişkiler kurulması esasına dayanır. STEM etkinliği, problem durumunun öğrencilere tanıtılmasıyla başlar. Seçilen problem durumu öğrencilerin yaşına, derecesine ve gelişim aşamasına göre anlaşılabilir, uygun ve özgün olmalıdır. Problem sınıf, okul veya yerel toplum ile ilgili olabilir. Giriş, bir etkinlik, meydan okuma, gösteri veya medya sunumu içerebilir. İlk gözlemleri yaptıktan sonra, öğrenciler soru sormaya ve açıklama veya çözüm önermeye motive edilmelidir. Bu aşamada, öğrencilerin STEM disiplinlerini anlamalarını gözlemleme fırsatı sunulur. Bu aşamanın amacı, STEM disiplinlerinin ilk tanımlarının ve müteakip tanımlarının geliştirilmesidir. Keşif evresindeki etkinliklere yönelik olarak yaşam döngüleri, basit teknolojiler, tasarım sorunları ve grafikler, sırasıyla ders kapsamındaki STEM disiplinleri ile ilişkili olarak tanımlanabilir (Bybee, 2019).

Keşfetme (Explore).

Bu aşamada, öğrencilerden problemi kullanmaları ve problemle ilgili STEM disiplinleri hakkındaki görüşlerini açıklamaları istenir. Öğrencilere bilim, teknoloji, mühendislik ve matematiğin problemi anlama ve çözmenin bir parçası olduğu sorulur. Öğrencilerden problem durumuna ilişkin STEM alanlarıyla ilgili

bildikleri ve bilmedikleri şeyleri ve öğrenmeleri gerektikleri yeni bilgilerin neler olabileceği sorulur (Bybee, 2019). Daha sonra öğretmen öğrencilere önceki aşamada yöneltmiş olduğu soruları araştırmalarını ister ve dersin konusuna ilişkin elinde bulunan örnekleri sunar. Öğrencilerin bu örnekler üzerinde uygulama yapmalarına ve dersten çıkarım yapılmak istenen kazanımları deneyimleyerek keşfetmelerine yardımcı olur.

Açıklama (Explain).

Bu aşamada ilk keşif ve tartışmalardan sonra öğrenciler STEM disiplinleri konusundaki anlayışlarını ifade eder. Şöyle ki öğrencilerin problem bağlamındaki iletişimleri, STEM hakkındaki mevcut bilgilerini netleştirerek ve disiplinler arasındaki benzerlikleri ve farklılıkları daha fazla açıklamak amacıyla örnekler ve uygun kelime dağarcığı sunmak için fırsatlar sağlanır (Bybee, 2019). Öğretmen dersin içeriğini sunar ve öğrencilerin yaptığı uygulamalar yoluyla yorumlarda bulunarak kavramların anlaşılmasını sağlar. Öğrencilerin yaptığı uygulamalar ise öğretmenin rehberliğinde gerçekleşir. Burada esas amaç ilgili kavramın daha iyi anlaşılması ve tanımlanabilmesi olarak görülebilir. Öğretmen gerektiğinde öğrencilere eksik oldukları yerlere ilişkin dönütler verir.

Derinleştirme (Eloborate).

Bu aşamada öğrencilerden verilen birtakım sınırlamalar çerçevesinde problem durumunu çözmeleri istenir. Öğrenciler öğrenmiş oldukları bilgi ve becerilerini sunulan problem durumu bağlamında sergilerler. Burada önemli olan şey, verilen problem durumunun öğrencilere yeni ve farklı tasarımlar yapmaları konusunda olanak sağlamasıdır (Yıldırım & Selvi, 2017). STEM aktiviteleri bağlamında ise öğrenciler genellikle takımlar halinde çalışırlar. Takımlar, mühendislik tasarım sürecini işleterek kendi ürünlerini geliştirirler. Her takım, kendi ürününü hazırlarken dersin konusu ile diğer STEM alanlarını bütünleştirerek verilen tasarım problemini çözmek için ürün tasarlarlar. Burada önemli olan bir unsur diğer disiplinlerdeki kazanımların öğrencilerin seviyesinin üstünde olmamasıdır.

Değerlendirme (Evaluate).

STEM eğitiminde ürün tasarımı sürecinde biçimlendirici değerlendirme önemli bir etkendir. Bu aşamada öğrencilerin ürünleri ve konuya ilişkin öğrenmeleri değerlendirilir. Öğrencilerin problem durumundaki sınırlar çerçevesine uygun bir tasarım gerçekleştirip gerçekleştiremediğine dair geri bildirimler verilmelidir.

STEM etkinlikleri bilimsel temelli hayat problemlerine dayandırıldığından probleme dayalı öğrenmeden de bahsetmek yararlı olacaktır. Probleme dayalı öğrenmede öğrencilerin bilim insanı gibi problemi çözmeye çalışması beklenir. Alanyazın incelendiğinde problem durumunun ikiye ayrıldığı görülür (Jonassen, 1997; Jonassen & Kwon, 2001). Bunlar iyi yapılandırılmış (well-structured) ve iyi yapılandırılmamış (ill-structured) problemdir (Jonassen, 1997). İyi yapılandırılmış problem türü alışagelmiş olduğumuz fen ve matematik derslerinde kullanılan bir tek doğru cevabı olan sorulardır. Burada öğrenci, öğretmen tarafından anlatılan konu sonrasında ilgili konuya ilişkin neyi niçin öğrendiğini tam olarak anlamadan soruya yanıt vermeye çalışır (Şenocak & Taşkesenligil, 2005). İyi yapılandırılmamış problem durumu ise günlük hayatımızla ilişkili olan ve tek bir doğru yanıtı olmak zorunda olmayan sorular olarak tanımlanabilir (Weiss, 2003). John Dewey (1997)'de problem tanımını yaparken bireylerin zihnini kurcalayan, kendisine meydan okuyan her durumu problem olarak nitelendirmiştir. Nitekim problem çözme sürecini; sorun ile karşılaşma, problemin tanımlanması, olası çözümler için hipotezler kurulması, verilerin toplanması, hipotezlerin testi, problemin çözümü ve raporlaştırılması şeklinde tanımlamıştır. Bu tanıma göre Dewey'in problem durumundan kastının, iyi yapılandırılmamış problem türü olduğu anlaşılmaktadır. Bu çalışmanın önceki bölümlerinde bahsedilen problem çözme becerisi, günlük hayatımızda karşımıza çıkan Jonassen (1997) tarif ettiği iyi yapılandırılmamış ve problem durumlarını ifade etmektedir.

İşbirlikli Öğrenme

STEM'in sosyal boyutu açısından bakıldığında işbirliklilik, etkili bir öğretim sağlaması yönüyle uygulamanın temel unsurlardandır (Sanders, 2009). Nitekim yapılan bir derleme araştırmasında ulaşılan sonuç, işbirlikli öğrenmenin bütün STEM araştırmalarında ortak olarak kullanılan bir yöntem olduğunu göstermektedir (Wilson & Varma-Nelson, 2016). İşbirliki öğrenmenin STEM öğrenme ortamlarına entegrasyonu, öğrencilerin interdisipliner bir problem çözümünde birlikte üst düzey bilişsel becerilerini birlikte kullanmalarını sağlar (Duran & Şendağ, 2012). Nitekim bu çalışmada da etkinliklerin tamamında işbirlikli öğrenme yönteminden yararlanılmıştır.

Wolfram Mathematica

Bu çalışmada yer alan dijital etkinlikler Wolfram Mathematica® 12.0 programı ile hazırlanmıştır. Wolfram Mathematica® Stephen Wolfram"ın 1988 yılında kurduğu Wolfram Research firması tarafından geliştirilmiştir. Yazılım,

isminin oluşturmuş olduğu kanının aksine sadece matematiğe yönelik geliştirilmemiştir. Wolfram Mathematica® yazılımı ile başta matematik, fizik, mühendislik olmak üzere fen bilimleri ve akabinde sosyal/beşeri bilimler gibi birçok alanda sistematik veya yalın problem yığınları çözülebilir, grafikleri çizdirilebilir, eğitimin her seviyesine göre etkinlikler yaptırılabilir ve bu çalışmada da kullanıldığı gibi dinamik öğrenme nesnelerinin oluşturulmasına/geliştirilmesine imkân sağlanabilir (Şekil *9*).



Şekil 9. Wolfram Mathematica uygulama alanları.

Güçlü nesne yönelimli programlama altyapısı, görselleştirme (visualization), sayısal zekâ (computational intelligence) araçları, semantik yorumlama (semantic interpretation), modelleme, simülasyon, görüntü işleme (image processing), makine öğrenmesi (machine learning), kombinasyonel optimizasyon (combinatorial optimization) gibi yönetimsel araçları ile Wolfram Programlama Dili (özelde Mathematica) 21. yy. becerileri açsından kullanışlı bir dijital platformdur. Bu yönüyle Wolfram Mathematica eğer doğru bir ders planı ile kurgulanırsa tek başına tüm STEM etkinlikleri sürecinin yürütülebilmesine elverişli bir öğrenme platformu olarak değerlendirilebilir. Bu anlamda Ortiz, Bos, & Smith (2015) STEM etkinliklerinde kullanılan teknolojik araçların öğrencilerin içerikler ile etkileşim kurmasını, tasarım ve geliştirme yapmasına imkân vermesini sağlayacak manipülasyon imkanları sunması gerektiğini vurgulamıştır. Bu nedenle gerek etkileşimli nesnelerin üretilebilmesi, hesaplama kapasitesinin

geliştirilmesi ve gerekse birden fazla disiplin için kaynaklık edebilme esnekliği sebebiyle bu araştırmanın materyal geliştirme ve etkinliklerin yürütülmesi aşamalarında Wolfram Mathematica 12® kullanılmıştır. Bu tarz teknolojik araçlar, öğrencilerin değişkenler arasındaki neden sonuç ilişkisini anlama, yaratıcı düşünme, problem çözme, bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirmektedir (Koc & Demirbilek, 2018). Yöntem bölümünde STEM etkinliklerinde kullanılması amacıyla hazırlanmış materyallerden bazı örnekler sunulmuştur (Şekil *15*).

Wolfram Research, C tabanlı, nesne yönlendirmeli bir dil olarak geliştirdiği Wolfram Programlama Dilini (Wolfram Language) dilini kullanmaktadır. Matematik problemlerini çözmek/çizmek ve ileri düzeyde hesaplamaları yapmak için özel paketlerin kullanıldığı Wolfram Mathematica' nın genel anlamda avantajları ve tercih sebepleri aşağıda sunulmaktadır:

- Mathematica, teknik bilgi işlemin tüm alanlarını dikkatlice entegre edilmiş, böylece birlikte çalışacakları ve tamamen Mathematica sistemine dahil olan yaklaşık 5.000 yerleşik işleve sahiptir.

- Mathematica, sinir ağları, makine öğrenimi, görüntü işleme, geometri, veri bilimi, görselleştirmeler gibi birçok teknik bilgi işlem alanlarında işlemler yapılmasına olanak sağlar.

- Mathematica, kullanıcı dostu kütüphanesi ve dökümantasyon bölümü ile yapılabilecek tüm işlemlere ilişkin 150.000'den fazla direkt olarak kullanılabilir örnekler sunmaktadır.

- Mathematica, büyük ölçekli sorunları, paralellik, GPU hesaplama gibi birçok alanda güçlü, verimli algoritmalarla endüstriyel güç yetenekleri sağlar.

- Mathematica, binlerce alanda güncel gerçek dünya verilerini içeren geniş Wolfram Bilgi Bankası'ndaki bilgileri kullanıma sunar.

- Mathematica özel algoritmaları sayesinde kullanıcıların kod tabanlı olmayan ifadeleri tahmin ederek wolfram diline dönüştürüp işlemler yapabilmektedir. Bu yönüyle önemli bir kullanım kolaylığı da sunmaktadır.

- Mathematica, not defteri arayüzü ile metin, çalıştırılabilir kod, dinamik grafik, kullanıcı arabirimleri içeren belgeler oluşturabilmenize olanak sağlar.

- Wolfram dilinde İngilizce' ye benzer kod isimleri kullanılmış olması sayesinde öğrenmesi, yazması ve okuması kolaydır.

- Mathematica diğer diller, "Wolfram Data Drop" Bırakma, API'ler, veritabanları, programlar, Nesnelerin İnterneti, farklı cihazlar ve farklı dosya tipleri (180+) çalışabilme esnekliği sunmaktadır.

- Mathematica, birçoğu Wolfram dilindeki geliştirme metodolojileri ve özellikleri sayesinde tüm alanlara yönelik özgün ve güçlü algoritmalar geliştirir.

- Mathematica, sonuçlarınızı anlık üst düzey etkileşimli görselleştirmeler ile yayın kalitesinde belgeler oluşturarak sunar.

- Resim, animasyon, üç boyutlu modeller vs. gibi birçok dosya türünde belge eklenebilir. Aynı zamanda birçok dosya türünde çıktı da alınabilir. Bu yönüyle tek bir öğrenme ortamı kullanarak tüm etkinlik süreçleri yürütülebilmektedir.

- Mathematica yazılımıyla yapılan etkileşimli dinamik öğrenme nesnelerinde çeşitli değişkenlere verilen yeni değerler sayesinde nesne üzerindeki anlık değişimler incelenebilmektedir (Dikovic, 2009). Bu şekilde soyut olan matematiksel kavramların somutlaştırılarak öğrenmeyi kolaylaştırdığı söylenebilir (Zengin ve Tatar, 2015).

- Mathematica yazılımıyla geliştirilen etkileşimli öğrenme nesneleri, ücretsiz olarak dağıtılan CDF player kurulu herhangi bir bilgisayarda kolaylıkla kullanılabilmektedir.

Matematik Perspektifinden STEM- Matematiksel Modelleme

Modern çağın çocukları teknolojik gelişmeler neticesinde önceki nesillere göre günlük hayatlarında daha karmaşık ve farklı problem durumları ile karşı karşıya kalmaktadır (Karahan & Bozkurt, 2017). Öğrencilerin günlük hayatta karşılaşabilecekleri problemler üzerinden yola çıkan STEM' in temel disiplinlerinden birisi de matematiktir. Türkiye alanyazınına baktığımızda matematik eğitimine ilişkin uygulamalı çalışmalara rastlanılmamakla birlikte özellikle matematiksel modelleme yönteminin STEM eğitiminde kullanılmasına yönelik ifadelere yer verildiği dikkat çekmektedir (Karahan & Bozkurt, 2017; Kertil & Gurel, 2016). Matematiksel modelleme, gerçek yaşam durumlarını veya karmaşık sistemlerini, sorgulamak, yorumlamak, gözden geçirmek

ve genelleştirmek için matematiğin kullanıldığı bir süreç olarak tanımlanabilir (Lingefjärd, 2006). Lesh & Doerr (2003) matematiksel modellemeyi, gerçek yaşam durumlarını tanımlamak, tahmin etmek ve kontrol etmek için paylaşılabilir, değiştirilebilir ve tekrar kullanılabilir kavramsal araçlar üretme süreci olarak tanımlamıştır. Matematiksel modelleme, STEM' e benzer şekilde problem çözme, eleştirel düşünme ve teknolojik okuryazarlık becerilerine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle STEM' in temel alanlarından olan bu becerilerde matematiksel modelleme ile STEM örtüşmektedir (Kertil & Gurel, 2016). Matematiksel modelle sürecindeki işlem adımları incelendiğinde, modelleme etkinliklerinin STEM eğitimi çerçevesinde tekrar düzenlenerek kullanılabileceği söylenebilir (Karahan & Bozkurt, 2017). Bu yargıyı destekler nitelikte Pollak (2000)' ın matematiksel modellemede sürecinde izlenmesi gereken sekiz adım aşağıdaki gibidir:

1. Anlamak istediğiniz gerçek dünya problemini tanımlama
2. Odaklanılacak önemli faktörler ve aralarındaki ilişkileri belirleme
3. Belirletilen kriterler neticesinde dikkate alınacak faktörler netleştirme
4. Problemi matematiksel bir ifadeye çevirme
5. Gerekli matematik alanını belirleme
6. Çözümü ortaya çıkarabilmek için matematiği kullanma
7. Çözümü gerçek dünyaya uyarlama
8. Raporlaştırma ve revize etme

Matematiksel modelleme aşamaları incelendiğinde STEM etkinliklerinin tasarım sürecine benzerlik göstermektedir. Bu açıdan STEM etkinliklerinin tamamına matematiksel modelleme süreci denilmese de içerisinde matematiksel modelleme süreçleri barındırmaktadır (Kertil & Gurel, 2016). Mevcut araştırmada da etkinliklerin matematiksel olarak modellenmesi STEM etkinliklerinin önemli bir parçası olarak kullanılmıştır.

İlgili Araştırmalar.

Bu bölümde STEM etkinlikleri ile ilgili yapılmış araştırmalara yer verilecektir. Öncelikle bu çalışmada incelenen problem çözme, STEM alanlarına ilgi ve bilgi-işlemsel düşünme becerisi üzerine etkisini inceleyen araştırmaların sonuçları yayın türüne göre doktora tezi, yüksek lisans tezi ve makale şeklinde

kategorize edilerek sunulmuştur. STEM eğitimi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde araştırmaların çoğunlukla nicel ve nitel araştırma yöntemlerini kullandıkları, görece daha az sayıda karma yönteme başvurdukları görülmüştür. Bununla beraber yapılan doktora tezi araştırmalarında ise en çok karma yöntemden yararlanılmıştır. Katılımcı profili olarak daha çok ortaokul öğrencileri ve öğretmen adayları ile çalışıldığı görülmektedir. STEM eğitimine ilişkin ulaşılmış araştırmalara ait; amaç, araştırma yöntemi, katılımcı profili, bağımlı değişken, veri toplama yöntemi ve sonuçlarına dair detaylı bilgiler Ek-3'de sunulmuştur.

Doktora tezleri.

Doktora tezi kapsamında yapılan araştırmalar incelendiğinde en çok karma yöntem ile ortaokul düzeyinde fen dersi kapsamında gerçekleştiği görülmüştür. Bu durum araştırmacıların nitel ve nicel verileri birlikte kullanmaya dikkat ettiklerini göstermektedir.

Yıldırım (2016) yaptığı çalışmasında yedinci sınıf fen bilimleri dersi kapsamında tam öğrenme modeline dayalı STEM etkinliklerinin; akademik başarı, sorgulayıcı öğrenme becerisi algısına, STEM' e yönelik tutumlarına, derse yönelik güdülenmelerine ve kalıcılığa etkisini incelemiştir. Araştırmasında karma araştırma yöntemlerinden faydalanmış ve sonuç olarak; STEM etkinliklerinin akademik başarıyı ve kalıcılığı arttırdığı, fen dersine yönelik motivasyonu arttırdığı, STEM' e yönelik tutum ve sorgulayıcı öğrenme becerisine ise anlamlı düzeyde bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Bunun yanında görüşmelerden elde ettiği verilere göre öğrencilerin mühendislik mesleğine ilgisinin arttığını belirtmiştir. Benzer bir araştırmada ise Hiğde (2018) STEM etkinliklerinin yedinci sınıf fen dersi üzerine etkisini; STEM kariyer ilgisine, bilimsel süreç becerisine, öğrenme stratejilerine, motivasyona ve akademik başarılarına etkisi ve STEM etkinliklerine dair öğrenci görüşleri bağlamında incelemiştir. Karma desen araştırma yönteminden faydalandığı araştırması sonucunda STEM etkinliklerinin; STEM kariyer ilgisini, bilimsel süreç becerisini ve motivasyonu geliştirdiği ancak fen dersi başarısını ve öğrenme stratejilerini anlamlı düzeyde etkilemediği bulgusuna ulaşmıştır. Nitel verilerden elde edilen bulgularda ise öğrenciler STEM etkinliklerinin kendilerine kazandırdıkları olumlu özellikleri tasarım becerisi, yaratıcı düşünme, işbirlikli çalışma, problem çözme, eleştirel düşünme ve el becerisi gelişimi şeklinde sıralamışlardır: Ancak zamanı etkili kullanamama, iş bölümü eksikliği, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı, rekabetin oluşturduğu stres gibi zorlukların yaşandığı ifade edilmiştir.

Pekbay (2017) yedinci sınıf öğrencileri ile bilim uygulamaları dersi kapsamında gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin; günlük hayata dayalı problemleri çözme becerisine ve STEM alanlarına yönelik ilgilerine etkisini incelemiş, bunun yanı sıra öğrencilerin STEM, STEM etkinlikleri ve uygulama süreçlerine yönelik görüşlerini incelemiştir. Karma yöntem ile yürütmüş olduğu araştırmasının sonuçlarına göre STEM etkinlikleri, öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiği ve öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerinin arttığı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacı, öğrencilerin, eğlenceli olması ve grup çalışmalarına yönlendirmesi yönleriyle STEM ve STEM etkinliklerine yönelik olumlu görüş belirtildiği, bununla beraber grup içi anlaşmazlıklar ve kullanılan malzemelere yönelik ise olumsuz görüş bildirdiklerini ifade etmiştir.

Doğan (2019), STEM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve akademik başarılarına etkisini ve öğrencilerin deneysel sürece ilişkin görüşlerini incelemiştir. Çalışmasında karma araştırma yöntemlerinden yararlanmış olup sonuç olarak STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarıları ve STEM tutumlarının anlamlı bir şekilde arttırdığını ancak bilimsel süreç becerisi ve fen dersine yönelik tutumlarında bir etkiye sahip olmadığını ileri sürmüştür. Bunun yanında öğrenci görüşlerine göre; STEM etkinliklerinin olumlu yönleri, dersin ilgi çekiciliği ve keyifli hale getirmiş olması, olumsuz yönleri ise gürültü meydana gelmesi ve grup içi anlaşmazlıklar yaşanması olarak ortaya çıkmıştır.

Dönmez (2018) tarafından yedinci sınıf öğrencileri ile yürütülen çalışmada gerçekleştirilen STEM etkinliklerinin, öğrencilerin öğrenme stilleri (alan bağımlı ve alan bağımsız) göz önünde bulundurularak etkilerini belirtmek amacıyla nitel araştırma yöntemlerinden faydalanmıştır. Yapılan araştırmanın sonuçlarına göre, etkinliklerin kalabalık sınıflarda uygulanılmasında zorlanıldığı, STEM etkinliklerinin bu alanlarla ilgili kariyer alanlarına yönelik anlayışlarının geliştirildiği belirtilmiştir. Öğrenme stili olarak alan bağımlı öğrencilerin STEM etkinliklerinde daha başarılı olduklarını ve rol model olarak STEM alanlarında çalışan insanları seçtiklerini ifade etmiştir. Ayrıca girişimci ve gerçekçi imaja sahip öğrencilerin STEM kariyer alanlarına ilgi duydukları belirtilmiştir.

STEM etkinliklerinin fen dersi kapsamında özel yetenekli öğrenciler üzerindeki etkisini inceleyen bir araştırmada ise Ayverdi (2018), etkinliklerin bilimsel yaratıcılığa, bilimsel süreç becerisine ve mühendislik becerisine etkisini incelemiştir. Araştırmasında karma yöntem kullanmış olup bilimsel yaratıcılığı nicel yöntemler ile ölçerken bilimsel süreç becerisi ve mühendislik becerisini nitel yöntemler ile ölçmüştür. Araştırma sonucunda, STEM etkinliklerinin, öğ-

rencilerin bilimsel yaratıcılıklarını anlamlı düzeyde etkilemiş ve STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve mühendislik becerilerinin katılmayan öğrencilere oranla daha fazla geliştiğin ortaya çıktığı raporlanmıştır. Özel yetenekli öğrenciler üzerine yapılan bir başka araştırmada ise Şen (2018), nitel araştırma yöntemlerinden yararlanarak öğrencilerin STEM etkinlikleri esnasında kullanmış oldukları STEM becerilerini incelemiş ve sonuç olarak; özel yetenekli öğrencilerin; akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik, inovasyon, yaratıcılık, iletişim, işbirliği, yaşam becerileri ve kariyer becerilerini kullandıkları tespit edilmiştir. Ayrıca verilen eğitim neticesinde özel yetenekli öğrencilerinin STEM'e yönelik ilgi ve motivasyonlarının arttığını ortaya koymuştur. Yine benzer bir araştırmada Okulu (2019) Astronomi temelli STEM etkinliklerinin ortaokul düzeyindeki Bilsem öğrencileri ve fen bilgisi öğretmen adaylarının; astronomi bilgileri, STEM ilgileri, STEM yaklaşımlarına etkisi incelemiştir. Bunun yanında araştırmada geliştirilen etkinliklerin ve ürünlerin STEM eğitimine uygunluğu da değerlendirilmiştir. STEM etkinliklerinin kullanılması hem bilsem öğrencileri hem de fen bilgisi öğretmen adaylarının; astronomi bilgilerini, STEM alanlarına ilgilerini, STEM' e yönelik tutumlarını ve STEM yaklaşımlarını anlamlı bir şekilde geliştirmiştir. Ayrıca tüm bağımlı değişkenlere göre bilsem öğrencileri fen bilgisi öğretmen adaylarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek puanlar almıştır.

Eroğlu (2018), STEM etkinliklerinin lise kademesinde kimya dersi üzerindeki etkilerini incelediği araştırmasında karma araştırma yöntemden faydalanmış olup STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına, bilimsel yaratıcılıklarına, bilimin doğası hakkındaki görüşlerine olan etkisini ve öğretmen ve öğrencilerin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre; STEM etkinliklerinin akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik görüşler açısından önemli bir etkiye sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bunun yanı sıra öğrenci ve öğretmen görüşlerine göre STEM etkinliklerinin öğrencilerin anlamlı öğrenmeler sağladığı, derse olan ilgi ve motivasyonlarını arttırdığı ancak grup içi anlaşmazlıklar, malzeme temini, ek çalışma ve bağımsız düşünme gerektirmesi gibi zorluklarının da olduğunu ortaya koymuştur.

Özdemir (2018), STEM temelli matematik dersinin meslek lisesi öğrencilerinin STEM kariyer ilgilerine, tutumlarına ve akademik başarısına etkisini ve öğrenci görüşlerini belirlemeyi amaçladığı araştırmasında karma yöntemden faydalanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin mesleki matematik başarılarının, STEM kariyer alanlarına ilgilerinin ve STEM' e yönelik tutumlarının

arttığını belirlemiştir. Ayrıca öğrenciler derslerin duyuşsal anlamda zevkli, ilgi çekici ve eğlenceli olduğunu, bilişsel anlamda daha anlamlı, kolay anlaşılır hale geldiğini ve sosyal anlamda işbirliği yeteneklerini geliştirdiğini ifade etmiştir. Ayrıca yaparak yaşayarak öğrenmeyi ve aktif katılımı sağladığı ve öğrencileri çok yönlü geliştirdiği ifade edilmiştir. Gözlem verilerine göre öğrencilerin derslerden keyif aldığını, kendi meslek bölümleriyle ilgili olan problem durumlarını çözmeye motive oldukları ve öğrenme konusunda hevesli oldukları belirtilmiştir. Bu yolla matematik dersine ilginin çekilmesinin sağlanabileceği iddia edilmektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre iletişim, problem çözme ve işbirlikli çalışma becerilerini geliştirdiği ifade edilmiştir.

Özçakır Sümen (2018) sınıf öğretmeni adayları ile matematik dersi bağlamında karma yöntem araştırmalarından yararlanarak gerçekleştirdiği çalışmasında; STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının matematik dersi akademik başarıları, matematiksel problem çözme inançları, STEM farkındalıkları, 21.yüzyıl becerileri, problem çözme becerilerine etkisini incelemiştir. Sonuç olarak STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının; matematik dersi başarılarını, STEM farkındalığını, problem çözme becerilerini ve 21 yy. becerilerini geliştirdiği ancak matematiksel problem çözme inançlarına anlamlı bir etkisi olmadığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca matematik dersini eğlenceli ve zevkli bir hale getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Hacıoğlu (2017), fen bilgisi öğretmen adayları ile fen öğretimi laboratuvarı kapsamında uygulamış olduğu STEM etkinliklerinin bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerisini karma araştırma yöntemi ile incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmiştir.

Kuvaç (2018), fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirmiş olduğu araştırmasında STEM etkinliklerinin, çevre okuryazarlığı, çevreye yönelik zihinsel model, 21.yy. öğrenime yönelik tutum, STEM algısı, STEM eğitimi öz-yeterlik inancı ve mühendis ve mühendisliğe yönelik algılarına etkisinin yanı sıra öğretmen adaylarının deneysel sürece ilişkin görüşlerini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre STEM etkinlikleri; çevresel bilgiye, çevresel tutuma, çevre dostu davranışa, STEM'e yönelik algıya ve 21. yy. öğrenimine yönelik tutuma, çevreye yönelik zihinsel modellerinin tamamlanmasına ve STEM eğitimine yönelik öz-yeterlik inancı ile mühendis ve mühendisliğe yönelik algıya anlamlı düzeyde katkı sağladığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra öğretmenlerin deneysel süreç ile ilgili olarak olumlu görüşler bildirdiği ifade edilmiştir. STEM etkinliklerinin sınırlılıkları olarak ise sınıf mevcudunun kalabalık olduğu durum-

larda uygulanmasının zor olduğu, sınıf hâkimiyetinin güçleştiği ve araç-gereç malzeme ihtiyacı doğması gibi unsurların ön plana çıktığı vurgulanmıştır.

Yukarıda görüldüğü gibi STEM alanında yapılmış deneysel doktora tezleri incelendiğinde örneklem grubu olarak ortaokul düzeyinde çalışmaların ön plana çıktığı bununla beraber öğretmen adayları ve özel yetenekli öğrenciler ile araştırmalar yürütüldüğü görülmektedir. Ancak lise düzeyinde sınırlı sayıda araştırma olduğu dikkat çekmektedir. STEM etkinliklerinin uygulandığı disiplinler incelendiğinde ağırlıklı olarak fen bilimleri alanlarında çalışmaların gerçekleştirildiği, matematik alanında çalışmaların çok az olduğu görülmüştür. Araştırılan bağımlı değişkenler incelendiğinde akademik başarı, algı, motivasyon, tutum, öz yeterlik inancı, bilimsel yaratıcılık, 21. yy. becerileri, problem çözme, STEM alanlarına yönelik ilgi, yaratıcılıklarına, bilimsel süreç becerisi değişkenleri ön plana çıkmıştır. Bu durum doktora tezleri bağlamında lise düzeyinde ve matematik alanında daha fazla araştırmaların eksik kaldığını göstermektedir. Devam eden bölümlerde yüksek lisans ve makale türündeki çalışmaların eğilimleri ortaya konmuştur.

Yüksek lisans tezleri.

Ceylan (2014), sekizinci sınıf fen bilgisi dersi asit ve bazlar konusu üzerine STEM temelli geliştirilen bir öğretim tasarımının öğrencilerin; akademik başarı, problem çözme becerisi ve yaratıcılıklarına olan etkisini, deney grubu öğrencilerinin katıldıkları etkinliklere ilişkin görüşlerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlara göre fen dersi asit ve bazlar konusu kapsamında STEM temelli öğretim tasarımının ortaokul öğrencilerin akademik başarı, problem çözme becerisi ve yaratıcılıklarını anlamlı düzeyde arttırdığı tespit edilmiştir. Öğrencilerin görüşlerine göre STEM etkinliklerinin; konuları daha kalıcı bir şekilde öğrenme, deney yapmaya karşı ön yargılarını giderme, yaparak yaşayarak öğrenme, etkinliklerden keyif alma, grupla çalışma, problem çözme ve yaratıcılıklarının geliştirme yönleriyle olumlu etkiye sahiptir. Ayrıca öğrenciler etkinlikler sırasında fikir ayrılıkları yaşamaları ve grupla çalışırken zorlandıkları ve bazı etkinlikleri ilk defa yaptıklarından zorlanmış olduklarını ifade etmiştir. fen bilimleri dersi kuvvet ve hareket ünitesi bağlamında araştırmasını yürütmüş olan Yasak (2017), STEM etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin akademik başarıları ve fen dersine yönelik tutumlarına etkisini ve öğrencilerin etkinliklere dair görüşlerini belirlemeyi amaçlamıştır. Bu doğrultuda nicel ve nitel verilerin birlikte işe koşulduğu karma araştırma yöntemlerinden yararlanmıştır. Yapılan analizler sonucunda STEM etkinliklerinin tutumu ve başarıyı arttırdığı ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler

STEM etkinlikleri yoluyla, grup çalışması ile fikir alışverişi yaptıklarını dersin daha eğlenceli geçtiğini, etkili ve kalıcı öğrendiklerini belirtmiştir.

Alıcı (2018) ise probleme dayalı öğrenmeye göre düzenlemiş olduğu STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarına, kariyer algılarına ve meslek ilgilerine etkisini ve öğrencilerin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerini incelemiştir. Araştırmadan elde dilen sonuçlara göre STEM uygulamaları öğrencilerin STEM tutumları, meslek algıları ve kariyer ilgilerinin arttırmaktadır. Öğrenciler STEM uygulamalarıyla problem çözme, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, eleştirel düşünme gibi 21. yüzyıl becerilerinin geliştiğini, kalıcı öğrenme, eğlenerek öğrenme, aktif katılım sağladıklarını, bilim uygulamaları dersinin daha eğlenceli hale geldiği, mühendisliğe olan ilgilerinin arttığını ifade etmiştir. Bunun yanında öğrenciler yaşadıkları zorluklar olarak; işbirliği sağlayamama, ürün geliştirmede zorlanma, bilgi eksikleri olması, etkinliklerin uzun ve zor olması yönlerini belirtmişlerdir.

Ortaokul öğrencileri ile yapılan başka bir çalışmada Çiftçi (2018) fen bilgisi dersi kapsamında STEM etkinliklerinin; STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamaya, STEM mesleklerini fark etmeye ve bilimsel yaratıcılık düzeyine etkisini incelemiştir. Çiftçi (2018)'ye göre STEM etkinlikleri öğrencilerinin STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamalarına, bilimsel süreç becerilerine, STEM meslek alanlarına olan ilgilerini, bilgi ve becerilerini geliştirmiş, ayrıca STEM kariyer alanlarına yönelik görüşlerini de olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir.

Karcı (2018) nicel araştırma yöntemlerinden deneysel desen ile yürütmüş olduğu çalışmada, STEM etkinlerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının beşinci sınıf ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer alanlarına yönelik ilgilerine, fen dersi akademik başarılarına ve fen öğrenimlerine yönelik motivasyonlarına etkisini incelemiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısını arttırmış olduğu fakat motivasyon ve STEM kariyer ilgilerine anlamı bir etkisinin olmadığını göstermiştir.

Nağaç (2018) yaptığı araştırmada STEM etkinliklerinin altıncı sınıf fen bilgisi dersi madde ve ısı ünitesinin akademik başarısı ve problem çözme becerisine etkisini yarı deneysel desen ile ortaya koymayı amaçlamıştır. Bunun yanında öğrencilerin STEM eğitimine ilişkin görüşlerini de incelemiştir. Çalışmasından elde ettiği sonuçlara göre STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında öğrenciler STEM etkinliklerinin dersi daha ilgi çekici, eğlenceli hale getirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Yiğit (2019) Ankara ilinde liselerin STEM hazırbulunuşluk düzeylerini çeşitli açılardan incelemiştir. Bu amaç doğrultusunda bir özel lise, Anadolu lisesi, meslek lisesi ve fen lisesinin STEM hazırbulunuşluk düzeylerini ortaya koymuş ve karşılaştırılmıştır. Araştırmacı liselerin hazırbulunuşluklarını; "early", "emerging", "integrated", "fully integrated" şeklinde dört kategoride incelemiştir. Elde edilen bulgulara göre genel olarak tüm liselerin ortalamasının "emerging" düzeyde olduğu, Anadolu lisesi ve meslek lisesinin "emerging" fen ve özel lisenin ise "integrated" düzeyde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Emerging ifadesine karşılık olarak okulun öğrencilerine nadiren, integrated ifadesinde ise sıkça STEM ile ilgili konularda rehberlik sunduğu belirtilmiştir.

Bilekyiğit (2018) yapmış olduğu araştırmasında STEM etkinliklerinin 10. sınıf Mesleki ve Teknik Anadolu lisesi biyoloji dersi kapsamında öğrencilerin akademik başarısına, STEM kariyer ilgilerine etkisi ve öğrencilerin STEM etkinliklerine dair bakış açılarını ortaya koymayı amaçlamıştır. Araştırma sonuçlarına göre akademik başarıyı ve STEM kariyer alanlarına ilgiyi arttırdığı tespit edilmiştir. Öğrenciler etkinliklerin eğlenceli olduğunu, daha kalıcı öğrendiklerini ve yaparak yaşayarak öğrenme imkânı sunduğunu ifade etmiştir.

Türker (2018) Üniversite yerleştirme sınavında yüksek başarı elde eden öğrencilerin STEM alanlarını tercih etmeyi etkileyen faktörleri ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bu amaç doğrultusunda yaptığı karma desen çalışması neticesinde elde edilen sonuçlara göre, öğrencilerin STEM öz yeterlik algıları ve ailelerinin STEM alanlarına olan ilgilerinin STEM meslek alanlarını tercih etmelerini anlamlı etkilediği ancak cinsiyet ve STEM alanlarındaki başarılarının STEM kariyer alanlarını tercih etmelerini etkilemediği ileri sürülmüştür.

Ensari (2017) fizik öğretmeni adaylarının STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen çalışmasında nitel araştırma yöntemlerini temel almıştır. Fizik öğretmeni adayları bilim şenliği etkinliği kapsamında gerçekleştirilen ve ortaokul öğrencilerine yönelik etkinlik geliştirmeye dayanan çalışmanın bulgularına göre öğretmen adayları, STEM etkinliklerinin dersi daha anlaşılır, eğlenceli, aktif katılımlı ve dikkat çekici hale getirdiğini, kalıcı öğrenme sağladığını ifade etmişlerdir.

Alan (2017)'ın çalışmasında fen bilgisi öğretmen adaylarının bir dönem boyunca fen öğretimi laboratuvarı dersi kapsamında Algodoo yazılımı ile STEM etkinlikleri geliştirmiştir. Çalışmada bağımlı değişken olarak bilimsel süreç becerisi, problem çözme ve STEM öğretimi yönelimleri incelenmiştir. Çalışmada nitel ve nicel verilerin birlikte yorumlandığı karma araştırma yöntemlerinden

yararlanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre STEM etkinlikleri öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerisi ve problem çözme becerisini geliştirmiş ancak STEM öğretimi yönelimlerine anlamlı bir düzeyde etki etmemiştir.

Yüksek lisans tezleri de doktora tezleri gibi daha çok fen bilimleri dersi kapsamında ve ortaokul düzeyinde STEM etkinliklerinin uygulama sonuçlarını ortaya çıkarmıştır. Doktora araştırmalardan farklı olarak deneysel olarak gerçekleştirilen yüksek lisans tezlerinde hiç matematik alanında araştırmaların yapılmadığı dikkat çekmiştir. Devam edem bölümde bu araştırma ile benzer bağımlı değişkenleri inceleyen makale türündeki yayınlar ele alınmıştır.

Makaleler.

Mauch (2001) ortaokul öğretmenlerinin öğrencileri ile lego robotik kitlerini kullanarak yaptıkları etkinliklerden elde etmiş oldukları gözlem verileri üzerine bir araştırma yapmıştır. Öğretmenlerin gözlemlerine göre, lego kitleri ile yapılan etkinliklerin öğrencilerin problem çözme becerileri, işbirlikli çalışma becerileri ve iletişim becerilerini geliştirdiğini ifade edilmiştir.

Kim ve Choi (2012) 11. sınıf üstün yetenekli öğrenciler ile yapmış olduğu STEAM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve bilimsel tutumlarına etkisini ve öğrencilerin aldıkları eğitime yönelik görüşlerini karma yöntem desenlerinden faydalanarak araştırmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre etkinlikler öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini arttırırken, bilimsel tutumlarını anlamlı düzeyde etkilememiştir. Ayrıca öğrencilerin STEAM etkinliklerine yönelik olumlu görüş bildirdikleri ifade edilmiştir.

Elliott, Oty, McArthur, & Clark (2001) üniversite düzeyinde matematik dersi bağlamında yapmış oldukları interdisiplinler ders tasarımının, öğrencilerin eleştirel düşünme, problem çözme becerileri ve matematik dersine yönelik tutumlarını incelemiştir. Kontrol gruplu deneysel desen ile gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına göre deney ve kontrol grupları arasında problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri açısından anlamlı farklılık bulunmazken, matematik tutumlarında ise deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

Sarıcan & Akgündüz (2018) altıncı sınıf fen bilgisi dersi kuvvet ve hareket konusu kapsamında yapılan STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünmelerine ve kalıcılığa etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonucuna göre STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısına, problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünmelerine ve kalıcılığa anlamlı düzeyde bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır.

Lise düzeyi matematik dersi kapsamında (Prawvichien, Siripun, & Yuenyong, 2018) yapılan araştırmada STEM etkinliklerinin matematiksel problem çözme becerilerine etkisi gözlem ve görüşme yoluyla incelenmiştir. Araştırmanın sonucuna göre STEM etkinlikleri öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerini geliştirmiştir. Benzer bir araştırmada Pinasa, Siripun, & Yuenyong (2018) proje tabanlı STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılıklarına etkisi incelenmiştir. Öğrencilerin geliştirmiş olduğu tasarımların yaratıcılığını; akıcılık, esneklik, orijinallik ve detaylılık açısından değerlendirmiştir. Araştırmaların sonuçlarına göre STEM etkinlikleri lise öğrencilerinin yaratıcılıklarını geliştirdiğini öne sürülmüştür.

Syukri, Halim, Mohtar, & Soewarno (2018) yaptıkları araştırmada mühendislik tasarım sürecinin, fizik dersi elektrik ve manyetizma konusu kapsamında kullanımının, öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisini incelemişlerdir. Kontrol gruplu yarı deneysel desen yöntemiyle yapılmış olan araştırmanın sonuçlarına göre mühendislik tasarımına dayalı verilen eğitim alan deney grubu öğrencilerinin kontrol grubu öğrencilerine göre problem çözme becerileri anlamlı düzeyde yüksek olduğu ortaya çıkmıştır.

Meslek lisesi onuncu sınıf bilgisayar teknolojileri bölümü öğrencileri ile yapılan araştırmada lego setlerinin kullanıldığı etkinliklerin öğrencilerin görüşleri ve gözlemlerine göre değerlendirilmiştir. Nitel araştırma deseniyle yapılan araştırmanın sonuçlarına göre öğrenciler daha iyi öğrendikleri, sosyalleştikleri ve problem çözme becerilerinin geliştiğini ifade etmiştir (Çukurbaşı ve Kıyıcı, 2018).

Taştan Akdağ & Güneş (2017) fen lisesi öğrencileriyle yapmış oldukları nitel araştırmalarında fizik dersi bağlamında altı haftalık bir STEM eğitimi neticesinde öğrencilerin kendi yaşantıları ve gözlemleriyle aktif bir öğrenme sürecine girdiklerini, fizik dersini somut algılamaya başladıklarını ve dersin eskiye nispetle daha eğlenceli hale geldiğini belirtmişlerdir. Etkinlikler neticesinde öğrenciler, el becerilerinin ve yaratıcılıklarının geliştiğini, motivasyonlarının arttığını ifade etmişlerdir. Etkinliklerde sunulan problemler ile grup içi iş bölümü yaparak başa çıktıklarını ve bu sayede grup şeklinde uyumlu çalışma, fikir alışverişinde bulunma, iletişim ve zamanı kullanma becerilerinin geliştiğini bildirmişlerdir.

STEM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin fen dersi kuvvet ve enerji ünitesi kapsamında akademik başarıları ve görüşlerine etkisinin incelendiği çalışmada Gazibeyoglu & Aydin (2019) etkinliklerin akademik başarıyı art-

tırdığı sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğrenciler STEM etkinlikleri sevdiklerini ve eğlenceli bulduklarını, etkinlikler sayesinde daha iyi ve kalıcı öğrendiklerini; ancak çok fazla etkinlik yapmış olduklarından sıkıldıklarını, görevlerin zor olduğunu, etkinliklerde zaman kaybı olduğunu ifade etmişlerdir.

Deveci (2019) yaptığı araştırmasında Girişimci STEM (G-STEM) etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının yaşam becerileri üzerine etkisini incelemiştir. Nitel araştırma yöntemlerinden yararlanmış olduğu çalışmasında öğretmen adaylarının etkinliklere yönelik görüşlerine başvurmuştur. Elde edilen sonuçlara göre G-STEM etkinlikleri öğretmen adaylarının; araştırma, yenilikçi düşünme, risk alma, psikomotor ve problem çözme, karar verme, analitik düşünme, yaratıcı düşünme, iletişim ve girişimcilik becerilerini geliştirdiğine yönelik olumlu görüşler ortaya çıkmıştır. Bazı öğretmen adayları ise etkinliklerde takım çalışması yapılmasının bireysel çalışmayı tercih edenler için zor olduğu ve takım içerisinde birkaç kişiye yüklenme gibi olumsuz yönleri olduğuna dikkat çekmiştir.

Bozkurt-Altan, Üçüncüoğlu, ve Özek (2019) okul dışı STEM uygulamaları bağlamında ortaokul öğrencilerinin etkinlikleri uygularken yaşadıkları zorlukları araştırmıştır. Uygulama sürecinde öğrencilerin olası çözümlerin geliştirilmesi, en iyi çözümün seçilmesi ve prototip yapımı aşamalarında; birden çok çözüm geliştirmek, grup çalışması yapmak, çözümlerini prototipe aktarmak ve matematiksel model oluşturmak hususunda sorun yaşadıkları belirlenmiştir.

Çevik (2018) proje tabanlı STEM eğitiminin meslek lisesi on birinci sınıf mobilya bölümü öğrencilerin akademik başarıları ve STEM kariyer alanlarına ilgisine etkisini incelemiştir. Araştırmada tek gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Yapılan araştırmada elde edilen sonuca göre proje tabanlı STEM etkinlikleri öğrencilerin başarısını ve STEM kariyer ilgilerini arttırmıştır.

Şahin (2013) Amerika'da "Charter school" olarak çalışan "Harmony public school" öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmada dördüncü ve on ikinci sınıf düzeyleri arasındaki öğrencilerin STEM ile ilişkili kulüplere katılımları sağlanmış ve öğrencilerin STEM meslek alanlarını ilgilerini incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre STEM kulüplerine/yarışmalarına katılım gösteren öğrencilerin STEM kariyer tercihi anlamlı düzeyde ilişkili çıkmıştır. Bunun yanında öğrencilerin katıldıkları etkinlik sayısı ile STEM kariyer tercihi arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Bozkurt-Altan, Üçüncüoğlu, ve Öztürk (2019) Okul dışı STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin STEM alanlarına ilgisine etkisini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada öğrencilerin STEM alanları farkındalıkları ölçülmüş ve deneysel sürece ilişkin görüşlerine başvurulmuştur. Araştırmada elde edilen sonuçlara göre okul dışı STEM etkinlikleri, öğrencilerin STEM kariyerlerine yönelik ilgileri ve farkındalıkları arttırmıştır. Ayrıca öğrenciler etkinliklere yönelik olumlu görüş bildirdikleri belirtilmiştir. Ortaokul öğrencileri ile yapılan benzer bir araştırmada da yine öğrencilerin STEM tutumları ve STEM kariyerlerine ilgisi incelenmiştir (Baran, Canbazoglu Bilici, Mesutoglu, & Ocak, 2019). Bu araştırmanın sonuçlarına göre okul dışı STEM etkinlikleri, öğrencilerin STEM' e yönelik tutumlarını ve STEM alanlarına ilgilerini arttırmıştır. Ayrıca öğrenciler bu etkinliklere yönelik olumlu görüşler bildirmiştir.

Gülhan ve Şahin (2016) fen dersi kapsamında uygulanan STEM etkinliklerinin beşinci sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına ilgi ve tutumlarına etkisini incelemiştir. Araştırma öntest-sontest kontrol gruplu deneysel desen ile gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlara ilgi ve tutumlarını geliştirmiş olduğu ortaya çıkmıştır. Özcan & Koca (2019) da yedinci sınıf öğrencileri ile fen dersi basınç konusunda uyguladıkları STEM etkinliklerinin STEM tutumları ve akademik başarılarına etkisini incelemiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre STEM etkinlikleri başarı ve tutumu anlamlı olarak arttırmıştır. Ayrıca öğrenciler öğrenme süreci, kazandıkları beceriler açısından olumlu görüş bildirmiştir. Bununla beraber öğrenciler, teknolojiyi kullanma, tasarımları uygulamaya geçirme ve fikir ayrılıkları konusunda zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Fen ve matematik öğretmenliği adaylarının STEM etkinliklerine dair görüşlerinin belirlenmesinin amaçlandığı Çınar, Pırasa, & Palic-Şadoğlu (2016) çalışmasında hem nitel hem de nicel veriye dayalı olarak araştırma yapılmıştır. Öğretmen adaylarının STEM etkinliklerine dair görüşleri bilişsel, duyuşsal, psiko-motor, öğrenme süreci ve kariyer rehberliği kategorileri altında incelenmiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre öğretmen adayların STEM etkinliklerine dair pozitif görüş bildirmiştir. Fen ve matematik öğretmen adaylarının görüşleri açısından anlamlı bir farklılık olmadığı bulunmuştur.

Uğraş (2018) STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM tutumlarına, bilimsel yaratıcılıklarına motivasyon inançlarına etkisini ve öğrencilerin STEM eğitimine ilişkin görüşlerini incelemiştir. Araştırmanın katılımcıları 25 kişilik yedinci sınıf öğrencileri olup 8 haftalık uygulama süreci gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre STEM etkinlikleri öğrencilerin, STEM tutumla-

rını, bilimsel yaratıcılıklarını ve motivasyon inançlarını anlamlı düzeyde arttırmıştır. Ayrıca öğrenciler etkinlikler sayesinde, derse yönelik motivasyon inançlarının arttığı, yaratıcılıklarının geliştiğini bildirmiştir.

Kopcha vd. (2017) beşinci sınıf öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirmek için robotların kullanıldığı bütünleşik STEM etkinlikleri geliştirmiş ve etkilerini incelemiştir. İki haftalık robotik dersi sonunda öğrencilerin problem çözme yeteneklerinin geliştiği ileri sürülmüştür. Benzer bir araştırmada STEAM etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisini inceleyen Batı, Yetişir, Çalışkan, Güneş, & Saçan (2018), zaman kavramı üzerine bir program geliştirmiştir. Karma araştırma yöntemi ile yürütülen çalışmada ön test-son test kontrol gruplu deneysel desen ve gözlem/görüşme verilerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın sonuçları STEAM etkinliklerinin öğrencilerin; bilgi-işlemsel düşünme becerilerini, derse yönelik motivasyonlarını ve derse ilgilerini anlamlı düzeyde arttırmış olduğunu ortaya koymuştur. Başka bir araştırmada ise Chookaew vd. (2018) eğitsel robotik tabanlı STEM uygulamalarının lise öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelemiştir. Bu amaçla 60 lise öğrencisi ile üç günlük eğitsel robotik projeleri gerçekleştirilen bir çalıştay düzenlenmiştir. Çalıştayın sonunda ortaya çıkan sonuçlara göre yapılan etkinliklerin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği belirtilmiştir. Bunun yanında STEM etkinliklerinin bilgi-işlemsel düşünmenin tüm alt boyutlarında da anlamlı bir etkiye sahip olduğu ileri sürülmüştür.

Bölüm Özeti

Bu bölümde çalışmanın temelini oluşturan STEM etkinliklerine ilişkin kavram, yöntem ve yaklaşımlar sunulmuştur. Öncelikle STEM eğitimi yaklaşımının tanımları, STEM eğitimi modelleri, dayandırıldığı kuramsal temeller sunulmuştur. Devamında 21. yy. için önemini vurgulamak amacıyla farklı kurumların 21. yy. becerileri ve STEM eğitimi ilişkisi vurgulanmıştır. Çalışmanın bağımlı değişkenleri olan problem çözme, STEM alan ilgisi ve bilgi-işlemsel düşünme kavramları ele alınmıştır. Bu kavramların STEM eğitimi ile ilişkisi ve önemi ifade edilmiştir. Çalışmanın yöntemsel olarak problem çözme, probleme dayalı öğrenme, 5E öğrenme modeli, işbirlikli öğrenmeden bahsedilmiştir. Çalışmada kullanılan teknoloji olan Wolfram Mathematica yazılımı ve STEM etkinlikleri açısından avantajları ifade edilmiştir. STEM etkinlikleri ile problem çözme, bilgi-işlemsel düşünme ve STEM alanlarına ilgiyle birlikte katılımcı değerlendirmeleri açısından benzer araştırmalar doktora tezleri, yüksek

lisans tezleri ve makaleler ele alınmıştır. Bu araştırmalar incelendiğinde STEM etkinliklerinin uygulamalı bir süreç olması yönüyle genellikle deneysel bir süreç işlenmiş ve bu sürecin çeşitli değişkenler açısından etkilerine bakılmıştır. STEM eğitimi inter disipliner ve öğrencilerin bütün ders sürecinde etkin olduğu bir yaklaşım olarak deneysel bir süreç ile etkisi incelenebileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte araştırmalarda nitel verilere de sıkça rastlanılmıştır. Nitekim özellikle STEM' e ilişkin yapılan doktora tez araştırmalarında en çok karma yöntem araştırmalarından gömülü desenin kullanıldığı görülmüştür (Ormancı, 2020). STEM etkinliklerinin birçok yöntemi ve yaklaşımı içermesi yönüyle katılımcılardaki etkisinin çeşitli nitel veriler ile desteklenmesinin önemi araştırmaların sonuçlarından anlaşılmaktadır. Bu nedenle mevcut araştırmada da hem STEM etkinliklerinin etkisinin incelenmesi için deneysel süreç yürütülmüş hem de sonrasında öğrencilerin STEM etkinliklerinin uygulamasına yönelik 6 haftalık deneyimleri sonucu değerlendirmelerine başvurulmuştur. Bu nedenle araştırmada Karma desenlerden gömülü desen bu amaca uygun bir yöntem olarak ortaya çıkmaktadır. Devam eden bölümde araştırmanın yöntemine ilişkin açıklamalara yer verilmiştir.

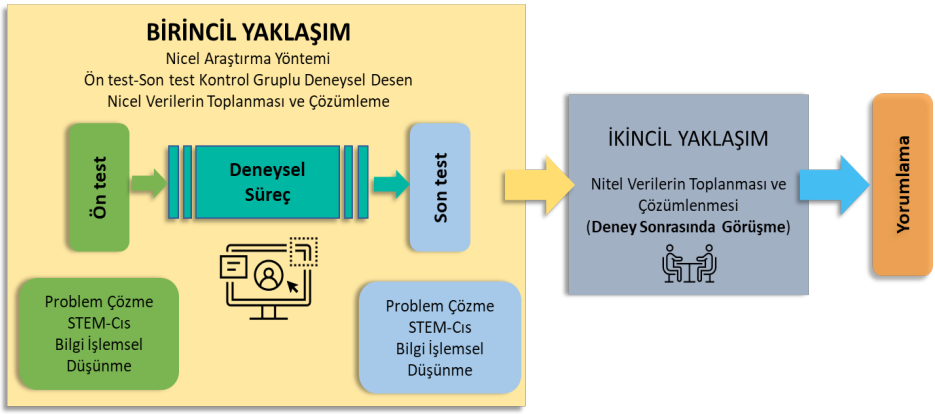
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Yöntemi

Bu araştırmada onuncu sınıf öğrencilerinin matematik dersi çember ve daire konusuna yönelik geliştirilen beş farklı STEM temelli matematik etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine, STEM alanlarına ilgililerine etkisi, bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi ve deneyimledikleri bu etkinliklerin uygulamasına dair değerlendirmeleri incelenmesi amaçlanmaktadır. Nicel araştırmalar pozitivist bir anlayışa sahipken, nitel araştırmalar yorumlayıcı bir anlayışa sahiptir. Nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin zayıf ve güçlü yanları bulunmakla birlikte karma yöntem araştırmaları bu yöntemlerin güçlü yanlarını bir araya getirerek birlikte yorumlayan bir yöntem olarak ortaya çıkmıştır (Yıldırım & Şimşek, 2013). Karma yöntem araştırmaları bütüncül ve esnek yapısıyla özellikle sosyal bilimler alanında farklı bakış açılarına ve farklı yöntemlere ihtiyaç duyan araştırma sorularına cevap verebilmektedir (Mason, 2006). Bu nedenle yapılan geliştirilen STEM temelli matematik etkinliklerini derinlemesine araştırmak için nicel ve nitel verilerin birleştirilerek yorumlandığı gömülü karma desen araştırması kullanılmıştır (Creswell, 2013). Çalışmada kullanılan gömülü karma araştırma yönteminde nicel veya nitel yöntem daha baskın olup, araştırma büyük ölçüde nitel veya niceldir (Yıldırım & Şimşek, 2013). Bu araştırma deseni nicel araştırmada toplanan veriler içerisine nitel verilerinin katılarak yorumlanmak istendiği durumlarda kullanılabilir (Creswell, 2013; Creswell & Plano-Clark, 2017). Gömülü desen araştırmalarında nicel veya nitel verilerin toplanma sırası değişebilir. Nitel veriler ilişkili veya ilişkisiz olabilir, birbirini açıklamak veya desteklemek zorunluluğu yoktur (Creswell & Plano-Clark, 2017). Araştırmacının bu yöntemi seçmesindeki temel etmen araştırmada deneysel desen ile

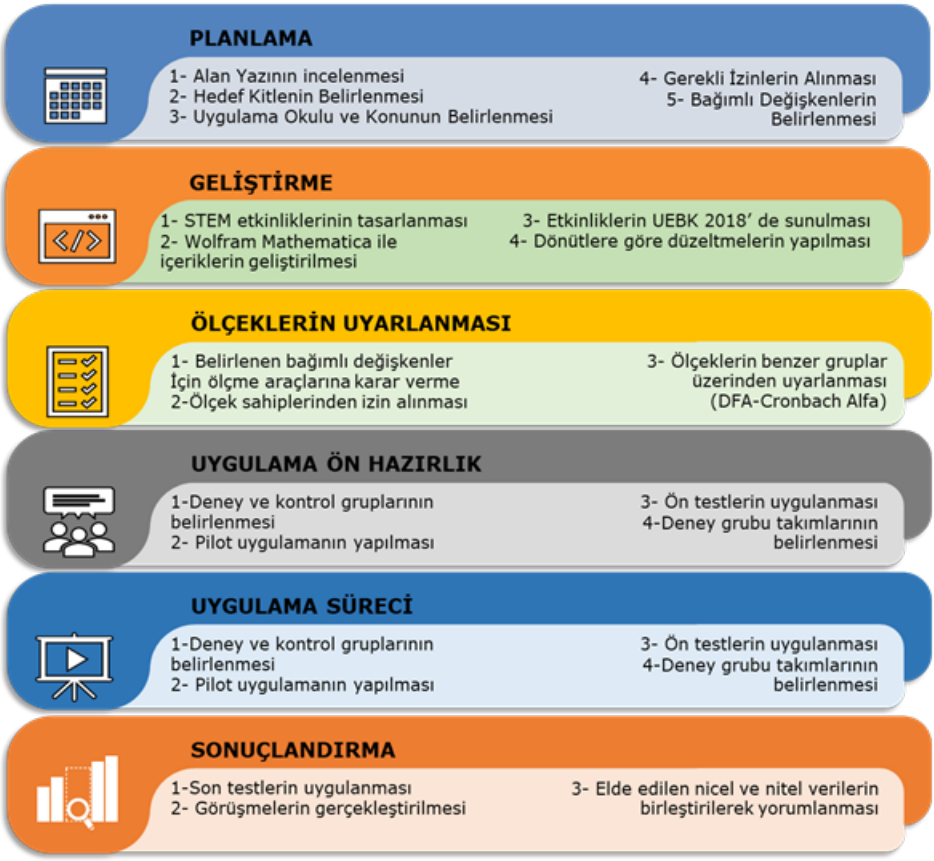
öğrencilerin gelişimini ön test, son testler aracılığıyla incelerken aynı zamanda deneysel sürece katılım konusundaki düşüncelerini ortaya çıkarmayı amaçlamasıdır (Creswell & Plano-Clark, 2017). Gömülü desen tipinin en yaygın kullanımı, araştırmacının nitel veriyi ikincil veri düzeyinde deneysel bir desenin içerine gömerek oluşturduğu araştırma desenidir (Creswell & Plano-Clark, 2017). Bu araştırmada da benzer şekilde deneysel bir desen içerisinde nitel veriler eklenerek deneysel verileri nitel veriler ile tamamlamak ve geliştirmek amaçlanmıştır ve Şekil 10' da araştırmada gömülü desenin uygulandığı biçimiyle verilmiştir.



Şekil 10. Araştırma deseni.

Şekil 10'da görüldüğü gibi ön test olarak öğrencilere problem çözme envanteri, STEM alanlarına ilgi ölçeği ve bilgi-işlemsel düşünme ölçeği uygulanmıştır. Devamında bir haftası pilot olmak üzere toplamda altı hafta süren uygulama süreci gerçekleştirilmiştir. Bu süreç gerçekleştirilirken görüşmeye alınacak öğrenciler, cinsiyet, etkinliklere katılım durumu ve ders başarıları göz önünde bulundurularak tespit edilmiştir. Uygulamalar sonrasında problem çözme envanteri, STEM alanlarına ilgi ölçeği ve bilgi-işlemsel düşünme ölçeği son test olarak uygulanmış ve yarı yapılandırılmış görüşmeler ile öğrencilerin deneysel sürece ilişkin değerlendirmeleri elde edilmiştir. Creswell ve Plano-Clark (2017) deneysel işlemleri açıklamak için deney sonrası yapılan nitel veri toplama işleminin amacının; çıktıların neden oluştuğunu, katılımcıların uzun süreli deneyimlerini ve sonuçlara verdikleri karşılıkları betimlemek olduğunu ifade etmiştir. Bu çalışmada da öğrencilerin deneysel işlemlere yönelik değerlendirmelerini ortaya koymak maksadıyla deney sonrası toplanan görüşme verileri ile problem çözme, STEM alanlarına ilgi ve bilgi-işlemsel düşünmeye ait nicel veriler birleştirilerek

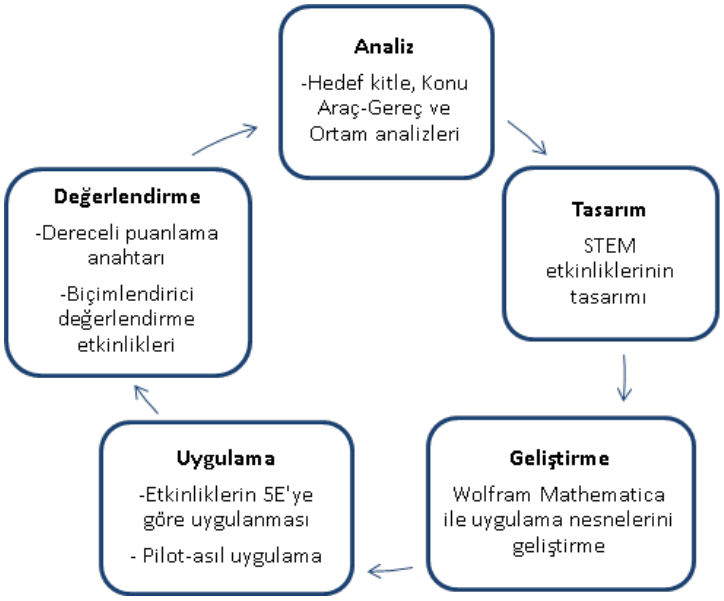
yorumlanmıştır. Araştırma süreci boyunca planlama aşamasından, ölçeklerin uyarlanması, pilot uygulamalar ve asıl uygulama ve değerlendirme aşamalarına ilişkin detaylı olarak yapılan tüm işlemler sırasına göre Şekil 11'de sunulmuştur.



Şekil 11. Araştırma süreci.

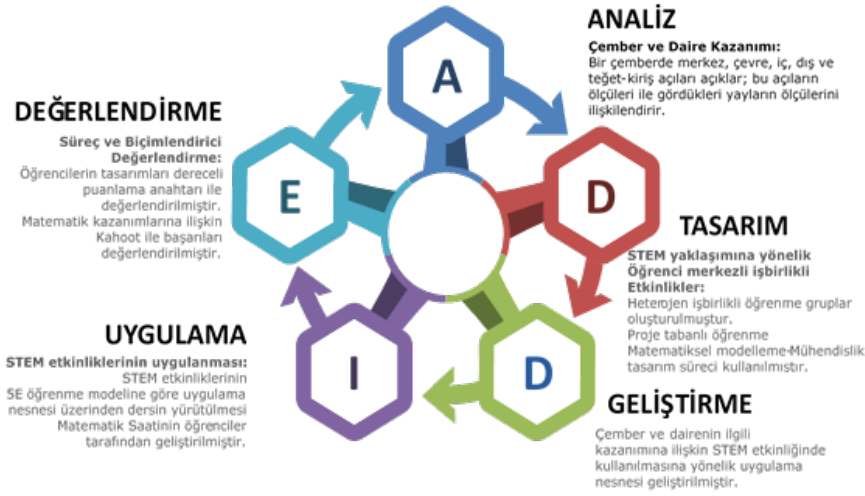
Uygulama Süreci

Bu bölümde araştırmanın pilot ve asıl uygulama sürecinden bahsedilmektedir. STEM etkinliklerinin geliştirilmesi, etkinlikler içerisinde kullanılmış olan materyallerin, kullanılan kaynakların seçilmesi ve geliştirilmesi, derslerin uygulanma biçimi ve değerlendirmeye ilişkin süreçler detaylı bir şekilde ifade edilmiştir. Uygulama gerçekleştirilirken etkinliklerin tasarlanması, uygulanması ve değerlendirilmesinde sistematik bir süreç izlemek adına ADDIE öğretim tasarımı modelinden yararlanılmıştır. Modelin araştırmadaki rolü Şekil 12' te sunulmuştur.



Şekil 12. ADDIE öğretim tasarımı modeli.

ADDIE; analiz, tasarım, geliştirme, uygulama ve değerlendirme basamaklarından oluşan bir öğretim tasarımı modelidir. Öğretim tasarımının analiz aşamasında hedef kitle, okul-sınıf ortamı, konu ve konuya ilişkin kaynaklara yönelik analiz yapılmıştır. Tasarım aşamasında, STEM etkinlikleri tasarlanmış ve bu etkinliklerde kullanılacak yöntem ve stratejilere karar verilmiştir. Geliştirme aşamasında, kullanılacak olan etkileşimli öğrenme nesneleri geliştirilmiştir. Uygulama aşamasında straw airplane ve AVM kapısı uygulamaları pilot; çarkı felek, matematik saati, El-Cezeri' nin güneş saati, Diyarbakır Stadyumu futbol sahası, Güneş, Dünya ve Ay modellemesi asıl uygulamalar olarak gerçekleştirilmiştir. Pilot uygulama sürecinde araştırmacı tarafından hazırlanan ve alan uzmanları tarafından kontrol edilen iki etkinlik öğrencilere uygulanmış ve alınan geri dönütler neticesinde uygulamalar tekrar düzenlenmiştir. Öğrencilerin ürün geliştirme sürecinin ve matematik dersi öğrenmelerinin değerlendirilmesi için her dersin sonunda Ek-1'de verilen dereceli puanlama anahtarlarından (rubriklerden) ve çevrimiçi sınav uygulamalarından yararlanılmıştır. Matematik saati uygulaması üzerinden öğretim tasarım süreci sunulmuştur.



Şekil 13. Öğretim tasarımın uygulama örneği.

Şekil *13*. Öğretim tasarımın uygulama örneğinde görüldüğü gibi matematik saati etkinliği için öğretim tasarım süreci yapılan işlemleri sunulmuştur. Takip eden bölümlerde ADDIE tasarım modeline göre uygulanan öğretim tasarımında yapılan işlemler detaylı bir şekilde sunulmuştur.

Öğretim tasarımı.

Analiz.

Analiz başlığı altında dersin konusu ve kazanımları, uygulama yapılacak okul ve sınıfların fiziki şartları ve öğrenen özellikleri incelenmiş ve raporlanmıştır. Bu bilgiler araştırmanın yapıldığı 2018 yılı Nisan-Haziran ayları aralığında araştırmacının gözlem ve okul kayıtlarına ilişkin verilerden elde edilmiştir. Araştırmanın uygulaması 10. sınıf matematik dersi çember ve daire konusu olarak belirlenmiştir. Kaynak olarak 3 farklı kaynaktan faydalanılmıştır. Temel kaynak olarak MEB'in okullara ders kitabı olarak tavsiye ettiği 10. sınıf matematik ders kitabı ile beraber iki farklı yayın grubuna ait kitaplardan faydalanılmıştır. Bu kapsamda Millî Eğitim Bakanlığı ortaöğretim genel müdürlüğünün yayınlamış olduğu matematik dersi öğretim programına göre çember ve daire konusuna ilişkin kazanımlar aşağıdaki gibi belirlemiştir:

- **Çemberlerde teğet, kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar. Çemberde kirişin özelliklerini gösterir.**
- Bir çemberde merkez, çevre, iç, dış ve teğet-kiriş açıları açıklar; bu açıların ölçüleri ile gördükleri yayların ölçülerini ilişkilendirir.
- **Çemberde teğetin özelliklerini gösterir.**
- Dairenin çevresini ve alanını veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar.

Okul durumu.

Araştırma Diyarbakır MEM bünyesinde hizmet veren ve bir devlet okulu olan Adnan Menderes Anadolu Lisesinde gerçekleştirilmiştir. Bu lise, Diyarbakır Kayapınar merkez ilçesinde bulunmaktadır. Adnan Menderes Anadolu Lisesi 2016-2017 eğitim öğretim yılı itibariyle eğitime başlamıştır. Araştırmanın yapıldığı 2017-2018 öğretim yılında okulda yalnızca 9 ve 10. sınıf öğrencileri bulunmaktadır. Her iki sınıf düzeyinde de A şubesinden başlayarak S şubesine kadar sınıflar bulunmaktadır. Sınıflar 6x6 m^2 olarak tasarlanmıştır. Bütün sınıflarda ağ alt yapısı mevcut olup İnternete erişim sağlanabilir. Okul, Fatih Projesi kapsamında akıllı tahtalar ile donatılmış olsa bile dersler beyaz tahta üzerinde işlenmektedir. 2 adet bilişim teknolojileri sınıfı bulunan okulda öğrencilerin kullanabileceği bilgisayar bulunmamaktadır. Deney süreci gerçekleştirilirken okulda Kayapınar belediyesinin yürütmüş olduğu bir proje kapsamında öğrencilerin projelerinde faydalanmaları için 11 Raspery pi kartları ve bir adet 3D yazıcı hizmet vermiştir. Ancak bu cihazlar sadece projeye katılan öğrenciler tarafından kullanılmaktadır. Yapılan çalışmada ise beyaz tahtaya projeksiyon yansıtılarak etkinlikler yürütülmüştür. Araştırma sürecine katılan 10. Sınıf düzeyindeki öğrencilerin okula kayıt olurken aldıkları LGS başarı puanlarının 200-250 puan aralığında bulunmaktadır. Bunun yanında Adnan Menderes Anadolu Lisesinin, İl Millî Eğitim Müdürlüğü tarafından 2018-2019 eğitim öğretim yılından itibaren nitelikli Anadolu lisesi olarak hizmete devam etmesi kararı verilmiştir.

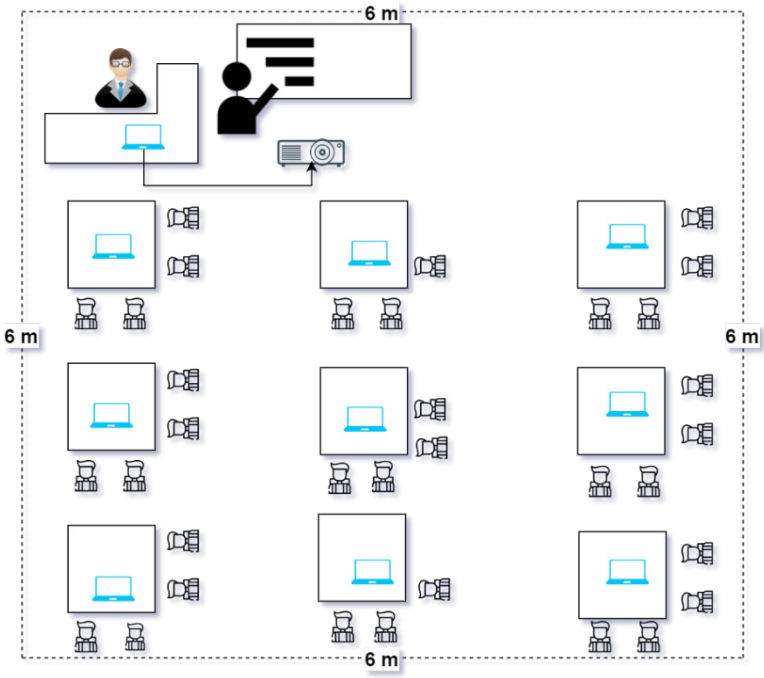
Deney grubu sınıf durumu.

Araştırmanın yapıldığı deney sınıfı 6x6 m^2 biçiminde kare şeklinde ve okulun kuzey cephesinde yer alan bir sınıftır. Sınıfta sadece İnternet erişimi için duvardaki ağ prizleri bulunmaktadır. Bunun dışında herhangi bir teknolojik ekip-

man bulunmamaktadır. Bu nedenle uygulama süresi boyunca matematik dersinde kullanılmak üzere projeksiyon cihazı ve her gruba bir bilgisayar düşecek şekilde toplam 9 adet dokunmatik özellikli 4GB RAM ve i5 işletim sistemine sahip Wolfram Mathematica® 12'de geliştirilmiş içerikleri görüntülemek için geliştirilmiş ücretsiz olan CDF player yazılımı yüklü dizüstü bilgisayarları araştırmacı tarafından sağlanmıştır.

Tasarım.

STEM etkinlikleri, 5E öğretim modeline göre *Şekil 14*'te sunulan sınıf düzeni şeklinde işbirlikli öğrenme yöntemi ile yürütülmüştür. Sınıf mevcudu 34 kişiden oluştuğundan iki grup 3'er kişi diğer gruplar ise 4'er kişiden oluşturulmuştur. Oluşturulan her grup için grup üyeleri tarafından bir isim belirlenmiştir.



Şekil 14. Deney grubu sınıf düzeni.

Şekil 14' te görüldüğü gibi öğretmen bir bilgisayar ve projeksiyon cihazı yardımı ile içeriği tahtaya yansıtmıştır. Ayrıca her gruba bir bilgisayar

verilmiştir. Bu bilgisayarlar her ders öncesi araştırmacı tarafından sınıfa getirilmiş ve dersin sonunda tekrar toplanmıştır. STEM etkinlikleri gerçek dünya ile ilişkili bir problem ile başlayıp öğrencilerin çeşitli yönlendirme ve araştırmaları sonucunda kendi çözümlerini mühendislik tasarım süreci ve matematiksel modellemeyi kullanarak geliştirmesi ile devam eden bir süreç olduğundan probleme dayalı uygulamalı etkinlikler tasarlanmıştır. Bu etkinlikler sırasıyla aşağıda sunulmuştur.

Diyarbakır stadyumu.

Diyarbakır stadyumu etkinliği uygulamalı bir etkinlik olup süreç sonunda öğrencilerin kendilerine verilen A4 kağıdı üzerinden bir stadyum modeli ve maliyet raporu hazırlamaları istenmiştir. Bu etkinlikte matematik, coğrafya, teknoloji ve mühendislik alanları bütünletirerek bir ders tasarımı gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin kazanımları Ek-1' de sunulduğu gibi matematik alanı için "Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar." ve "Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar.", coğrafya alanı için ise "Belirli bir alanı ölçekleri oranında ayrıntıları ile gösterir." şeklindedir. Ürün geliştirme sürecinde öğrencilerin matematiksel modelleme sürecine göre ilerlemeleri sağlanmıştır. Verilen problem durumuna ilişkin araştırmaları bilgisayar aracılığıyla yapmaları ve not almaları istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte A4 kâğıdı üzerinde kendi belirleyecekleri ölçüde bir futbol sahası çizmeleri istenmiştir. Bunun yanında yapılan çizimlerin çevre ölçülerini toplayarak sahanın çizimi için gerekli boya maliyetini hesaplamaları beklenmiştir. Futbol sahası üzerinde çember, yay, dikdörtgen vb. gibi şekilleri gerçek asıllarına göre ne kadar ölçekleyerek çizdiklerini sayısal olarak belirtmeleri gerektiği ifade edilmiştir.

Matematik saati.

Matematik saati etkinliği uygulamalı bir etkinlik olup sonunda öğrencilerin 10 cm yarı çapında dairesel saat tasarımı hazırlamaları istenmiştir. Bu saatin göstergelerini ise normal saatlerin aksine rakama karşılık gelecek olan matematiksel ifadeler şeklinde oluşturulması beklenmiştir. Bu etkinlikte matematik, görsel sanatlar, teknoloji ve mühendislik alanları bütünleştirerek bir ders tasarımı gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin kazanımları Ek-1' de sunulduğu gibi matematik dersi için "çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar" ve "bir çemberde merkez, çevre, iç, dış ve teğet-kiriş açıları açıklar; bu açıların ölçüleri ile gördükleri yayların ölçülerini ilişkilendirir" görsel sanatlar için

"geometrik (kare, daire, üçgen vb.) ve organik biçimler oluşturularak renkli fon kartonu üzerinde düzenlenmesi sağlanır." şeklindedir. Ürün geliştirme sürecinde öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine göre ilerlemeleri sağlanmıştır. Verilen problem durumuna ilişkin araştırmaları bilgisayar aracılığıyla yapmaları ve not almaları istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte dairesel bir saat tasarımı göstergeleri matematiksel ifadeye dönüştürmesi ve saatin daha kolay bir şekilde okunabilecek bir tasarıma dönüştürülmesi beklenmiştir. Tasarımlarının görselleştirilmesi ve matematiksel ifadeler öğrencilerin kendi grup kararları ile ortaya çıkmıştır.

Çarkıfelek.

Çarkıfelek etkinliği uygulamalı bir etkinlik olup sonunda öğrencilerin 10 cm yarı çapında dairesel bir platform ve bir oyun senaryosu hazırlamaları istenmiştir. Bu etkinlikte matematik, fen, teknoloji ve mühendislik alanları bütünleştirerek bir ders tasarımı gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin kazanımları Ek-1' de sunulduğu gibi matematik alanı için "Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar." ve "Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar.", fen alanı için ise "Sürtünme kuvvetini açıklar, statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerini karşılaştırır ve sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu değişkenler keşfeder." şeklindedir. Ürün geliştirme sürecinde öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine göre ilerlemeleri sağlanmıştır. Verilen problem durumuna ilişkin araştırmaları bilgisayar aracılığıyla yapmaları ve not almaları istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte dairesel platform üzerinde çeşitli puanlamalar yazması ve puan değerlerine göre yüksek puanların diğer puanların yarısı kadar bir yaya karşılık gelmesi, toplam 16 farklı daire dilimi oluşturulması, dört adet 1000 puan daire dilimleri oluşturulması, 4 adet iflas daire dilimleri oluşturulması istenmiştir. Bunun yanında tasarlanan platformun çevrildikten sonra en az 10 saniye dönmesi beklenmiştir. Tasarımlarının görselleştirilmesi ve oyun kuralları öğrencilerin kendi grup kararları ile ortaya çıkmıştır.

El-Cezeri'nin Güneş saati.

El-Cezeri'nin güneş saati etkinliği uygulamalı bir etkinlik olup sonunda öğrencilerin 10 cm yarı çapında dairesel bir platform ve üzerinde 10 cm uzunluğuna sahip bir gösterge tasarlamaları istenmiştir. Bu etkinlikte matematik, tarih, teknoloji ve mühendislik alanları bütünleştirerek bir ders tasarımı gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin kazanımları Ek-1' de sunulduğu gibi matematik alanı için "Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar." ve

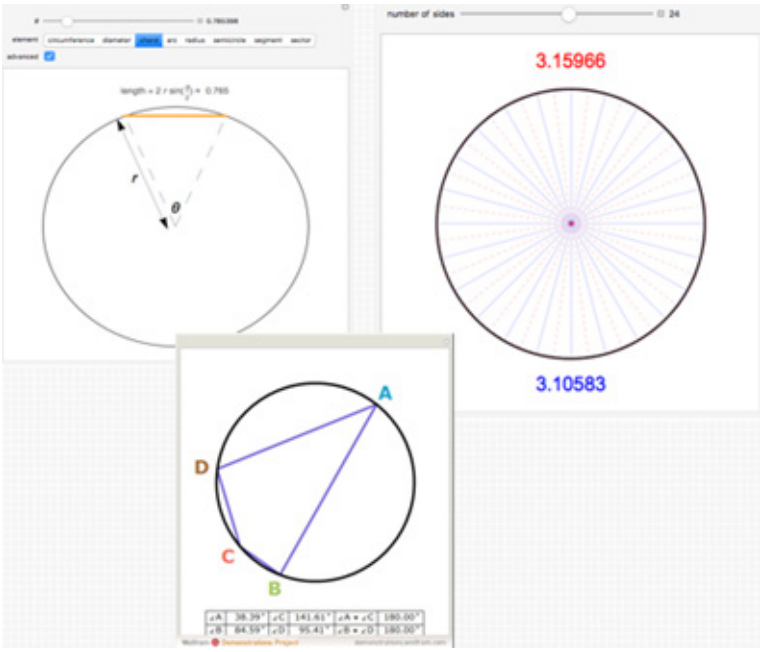
"Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar." tarih alanı için "Türk ve İslam bilginlerinin bilim dünyasına katkılarını değerlendirir." şeklindedir. Ürün geliştirme sürecinde öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine göre ilerlemeleri sağlanmıştır. Verilen problem durumuna ilişkin araştırmaları bilgisayar aracılığıyla yapmaları ve not almaları istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte dairesel platform üzerinde saat rakamlarını doğru yerleştirebilmesi, saatin göstergelerinin gece ve gündüzü düşünerek tasarlaması, yaz ve kış için çalışma prensibini açıklayabilmesi beklenmiştir.

Güneş sistemi modellemesi.

Güneş sistemi modellemesi etkinliği uygulamalı bir etkinlik olup sonunda öğrencilerin Güneş, Dünya ve Ayı hareketlerini modelleyen bir basit makine sistemi tasarlamaları istenmiştir. Bu etkinlikte matematik, fen, teknoloji ve mühendislik alanları bütünleştirerek bir ders tasarımı gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin kazanımları Ek-1' de sunulduğu gibi matematik alanı için "Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar." ve "Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar." şeklidedir. Fen alanı için ise "Dişli çarklar, vida ve kasnakların da birer basit makine olduğu belirtilir." ve "Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar ve yapar." şeklindedir. Ürün geliştirme sürecinde öğrencilerin mühendislik tasarım sürecine göre ilerlemeleri sağlanmıştır. Verilen problem durumuna ilişkin araştırmaları bilgisayar aracılığıyla yapmaları ve not almaları istenmiştir. Öğrencilerin bu etkinlikte dairesel dişli çarklar tasarlayarak güneşin etrafında ve kendi etrafında dönen bir dünya ve dünya etrafında dönen bir ay modeli geliştirmeleri istenmiştir. Tek bir döndürme kuvveti ile tüm sistemin aynı anda çalıştığı bir model geliştirmeleri istenmiştir.

Geliştirme.

Kazanımların öğretilmesine yönelik dinamik (etkileşimli) öğrenme nesneleri Wolfram Mathematica® 12 yazılımı ile hazırlanarak geliştirilmiştir. İçerik geliştirilirken kaynak olarak MEB'in 10. sınıf matematik ders kitabının çember ve daire ünitesi kullanılmıştır. Basılı olarak dağıtılan kitap Wolfram Mathematica yazılımı ile e-kitaba dönüştürülmüş ve içerisine ilgili konuya ilişkin etkileşimli dinamik matematik öğrenme nesneleri eklenmiştir. Bu nesneler öğrencilerin konunun ilgili kazanımlarını keşfetmeleri ve öğretmenin çember ve daireye ilişkin kavramları açıklaması aşamalarında kullanılmıştır. Şekil *15*'te geliştirilen etkileşimli nesnelere örnekler sunulmuştur:



Şekil 15. STEM etkinliklerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş materyal örnekleri.

Öğrenme nesnelerinin geliştirilmesinde Wolfram Mathematica yazılımının seçilmesinin diğer nedeni, alternatiflerine göre hesaplama/görselleştirme kapasitesinin üstünlüğü ve bütün bir konuyu not defteri şeklinde tek bir doküman içerisinde verilebilmesidir. Bu sayede öğrencilerin tek bir belge ile çalışması temin edilmiş, ders esnasında dosyalar ile ilgili yaşanabilecek karmaşanın giderilmesi sağlanarak uygulama anlarındaki risk giderilmeye çalışılmıştır.

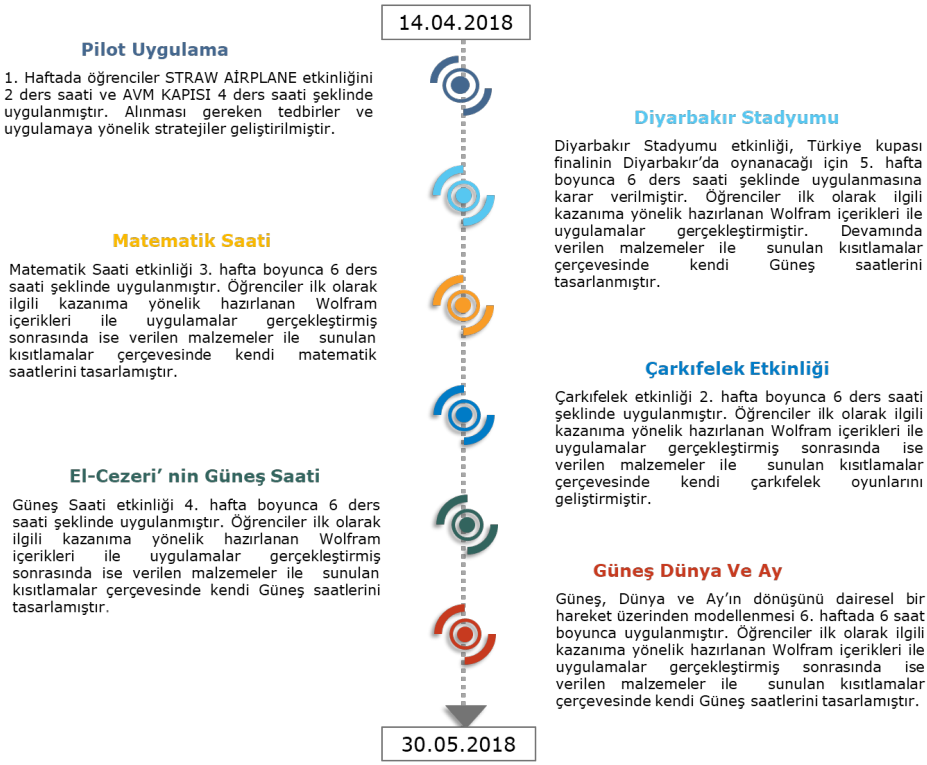
Uygulama.

Pilot uygulama.

Pilot uygulamada AVM kapısı (4 saat) ve straw airplane (2 saat) etkinlikleri 1 hafta içinde 6 saatlik ders diliminde deney grubu üzerinde uygulanmıştır. Burada oluşturulan gruplar içerisinde anlaşamayan öğrenciler, sınıf düzenini bozan davranışlar, kullanılacak teknolojilerin (araştırmacı tarafından dağıtılan dokunmatik özellikli diz üstü, projeksiyon cihazı, geliştirilen materyaller) kullanılması, sınıf düzeni, elektriksel ihtiyaçlar, İnternet erişimi ihtiyacı gibi aksaklıklar ortaya çıkmıştır. Bu durumları çözmek için bir takım tedbirler alınarak sınıfın etkinliklere hazır hale getirilmeye çalışılmıştır.

Asıl Uygulama.

Araştırmanın deneysel uygulama süreci 2017-2018 eğitim öğretim yılının bahar yarı yılında 10. sınıf düzeyinde ve 5 haftalık ders sürecinde çember ve daire konularını kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çember ve daire konusu dört kazanım ve beş hafta (30 saatlik) bir uygulama ile gerçekleştirilmiştir. Toplamda 36 saat olan pilot ve asıl uygulama sürecinin 6haftalık etkinlik takvimi Şekil 16' da sunulmuştur.



Şekil 16. STEM etkinlikleri uygulama takvimi.

Uygulama sürecinde matematik disiplini merkeze alınarak diğer disiplinlerin ilişkili olduğu bağlamlarda etkinlikler gerçekleştirilmiştir. Bu anlamda beş haftalık asıl uygulama süreci boyunca STEM disiplinlerinin kazanımlarının ön plana çıktığı ders içi etkinlikler gerçekleştirilmiştir. STEM etkinliklerin kazanım ve kullanılan materyallere ilişkin detaylı bilgi EK-1'de verilmiştir. Öğrencilerin verilen etkinlere dikkatlerinin çekilmesi için ilk olarak konuya ilişkin sorular sorulmuş, videolar izletilmiş ve haberler okunmuştur. Son olarak derse ilişkin

değerlendirmeler Ek-1' de sunulan rubrikler ve çevrimiçi değerlendirme sistemleri (Kahoot ve Quizizz) ile gerçekleşmiştir. Asıl uygulama sürecinde kullanılan STEM etkinliklerinin uygulama sırasına aşağıdaki gibi işlenmiştir.

Diyarbakır stadyumu.

Derse girişte Türkiye kupası finalinin Diyarbakır'da oynanacağı üzerine haberlerden bahsedilmiş ve öğrenciler ile maç sonucuna dair tahminlerde bulunulmuştur. Sonrasında öğrencilere ilgili haftanın sonunda öğrendikleri kavramları kullanarak bir futbol sahasının çim alan üzerine çizilmesi konusunda bir matematiksel model üzerinden maliyet raporu hazırlayacakları bildirilmiştir.

Keşfetme ve açıklama aşamalarında öğrencilerin çemberin temel elemanları (yay, kiriş, çap, yarı çap vb.) ve çemberin çevresi kazanımlarına ilişkin kavramları keşfetmeleri için Wolfram Mathematica ile hazırlanmış olan etkileşimli içerikle grup şeklinde çalışmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencileri yönlendirecek sorular ile çember ve daireye ilişkin kavramları keşfetmeleri sağlanmıştır. Anlaşılmayan veya düzeltilmesi gereken durumlarda öğretmen projeksiyon cihazı yardımıyla etkileşimli nesne üzerinden konu ve kavramları detaylı olarak açıklamıştır. Devamında Kahoot üzerinden biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Biçimlendirici değerlendirme işlemi sonrası konu ve kavramların anlaşıldığı ortaya çıktıktan sonra derinleştirme aşamasına geçilmiştir.

Derinleştirme aşamasında öğrenciler Ek-1 de sunulan matematik dersi kapsamında öğrenmiş oldukları kavramlara ilişkin kazanımları ve diğer disiplinlere ilişkin kazanımları uygulayacakları tasarımı ve maliyet raporunu ortaya koymuşlardır. Bu etkinliklerde dikkat çekme aşamasında sunulan problem durumuna ilişkin yönergeler verilmiş ve bu yönergelerdeki soruları takip ederek öğrencilerden dizüstü bilgisayar aracılığıyla araştırmalar yapıp birtakım veriler elde etmeleri sağlanmıştır. Elde edilen veriler üzerinden kendi matematiksel modellerini geliştirmişlerdir. Grup içi tartışmalar ile problem durumu için çözüm üretmeleri beklenilmiştir. Karar verdikleri çözüm üzerine denemeler yapmış ve veriler toplamıştır. Diyarbakır Stadyumu taslağı üzerinde görselleştirerek maliyet raporlarına son halini vermiş ve sunuma hazır hale getirmişlerdir. Şekil 17'de öğrencilerin etkinlik anından bir kesit sunulmuştur.



Şekil 17. Diyarbakır Stadyumu grup çalışması örneği.

Değerlendirme aşaması hem ders aşamasında Kahoot platformu üzerinden 10 soruluk çoktan seçmeli test türünde biçimlendirici değerlendirme hem de tüm tasarım geliştirme boyunca öğrencilerin ürün oluşturma süreci Ek-1'deki rubrikler ile değerlendirilmiştir.

Matematik Saati.

Derse girişte İngiltere'de analog saatler ile ilgili yaşanan bir olaya ilişkin haber okunmuştur. Bu habere göre İngiltere'deki okullarda analog saatlerin kaldırılma kararı alınmıştır. Buna sebep olarak 7-12 yaş aralığındaki öğrencilerin analog saati anlayamadıkları öne sürülmüştür. Nitekim buna benzer bir başka uygulamada Amerika'da çocuklara analog saatin neyi gösterdiği sorulmuş ve çocukların birçoğunun doğru cevabı veremediği görülmüştür. İlgili haberin "https://www.ensonhaber.com/amp/egitim-haberleri/ingiltere-okullarda-analog-saatlerden-vazgeciyor" adresli URL'si öğrenciler ile paylaşılmıştır. Bu etkinlikte öğrencilerden; 10. sınıfa kadar aldıkları matematik eğitimini göz önünde bulundurarak kendilerine özgü bir matematik saati tasarımı yapmaları ve saat aralıklarının eşit yay uzunluklarına sahip olmalarını sağlamaları beklendiği ifade edilmiştir.

Keşfetme ve açıklama aşamalarında öğrencilerin çemberin temel elemanları ve merkez açılarına ilişkin kavramları keşfetmeleri için Wolfram Mathematica ile hazırlanmış olan etkileşimli içerikler ile grup şeklinde çalışmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencileri yönlendirecek sorular ile çember ve daireye ilişkin kavramları keşfetmeleri sağlanmıştır. Anlaşılmayan veya düzeltilmesi gereken durumlarda öğretmen projeksiyon cihazı yardımıyla etkileşimli nesne

üzerinden konu ve kavramları detaylı olarak açıklamıştır. Devamında Kahoot üzerinden biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Biçimlendirici değerlendirme işlemi sonrası konu ve kavramların anlaşıldığı ortaya çıktıktan sonra derinleştirme aşamasına geçilmiştir.

Derinleştirme aşamasında öğrenciler Ek-1 de sunulan matematik dersi kapsamında öğrenmiş oldukları kavramlara ilişkin kazanımları ve diğer disiplinlere ilişkin kazanımları uygulayacakları matematik tasarımlarını ortaya koymuşlardır. Bu etkinlikte öğrencilerden kendi okulları için bir analog matematik saati tasarımı yapmaları istenmiştir. Bu saati tasarlarken haberdeki analog saatlerin anlaşılmasındaki problemi ortadan kaldırabilecek bir tasarım geliştirmeleri beklenmiştir. Aynı zamanda bu saatin gösterge kısımları (örneğin 6 yazmak yerine "3!" ifadesini kullanmak gibi) matematiksel ifadeler şeklinde hazırlanması gerektiği vurgulanmıştır. Saat tasarımı aşamasında öğrenciler, yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri mühendislik tasarım süreçlerini işe koşmuştur. Bu etkinliklerde dikkat çekme aşamasında sunulan problem durumuna ilişkin yönergeler verilmiş ve bu yönergelerdeki soruları takip ederek öğrencilerden dizüstü bilgisayar aracılığıyla araştırmalar yapıp birtakım veriler elde etmeleri sağlanmıştır. Grup içi tartışmalar ile problem durumu için çözüm üretmeleri beklenilmiştir. Karar verdikleri çözüm üzerine denemeler yapıp veri toplayarak ürünlerine son halini vermeleri ve sunuma hazır hale getirmeleri istenmiştir. Şekil 18'de tasarım aşamasında gruplara örnek sunulmuştur.



Şekil 18. Matematik saati etkinliği grup çalışması örneği.

Değerlendirme aşaması hem ders aşamasında Kahoot platformu üzerinden 10 soruluk çoktan seçmeli test türünde biçimlendirici değerlendirme hem

de tüm tasarım geliştirme boyunca öğrencilerin ürün oluşturma süreci Ek-1'deki rubrikler ile değerlendirilmiştir.

Çarkı Felek Etkinliği.

Derse girişte öğrencilere daha önce çarkıfelek oyunu ile ilgili bir deneyimleri olup olmadığı sorulmuştur. Oyun hakkında öğrencilerden gelen cevaplardan sonra öğrencilere çarkıfelek oyunundaki dairesel çark ile ilgili sorular sorulmuştur. Gelen yanıtlardan sonra dersin öğretmeni oyundaki dairesel platformun dilimlerindeki farklılıklara dikkat çekmiştir. Öğrencilere ilgili haftaki dersin sonunda her grubun okul sonu etkinlikleri için çarkıfelek oyunu geliştirecekleri bildirilmiştir.

Keşfetme ve açıklama aşamalarında öğrencilerin dairenin alanı ve çemberde açılara ilişkin kavramları keşfetmeleri için Wolfram Mathematica ile hazırlanmış olan etkileşimli içerikler ile grup şeklinde çalışmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencileri yönlendirecek sorular ile çember ve daireye ilişkin kavramları keşfetmeleri sağlanmıştır. Anlaşılmayan veya düzeltilmesi gereken durumlarda öğretmen projeksiyon cihazı yardımıyla etkileşimli nesne üzerinden konu ve kavramları detaylı olarak açıklamıştır. Devamında Kahoot üzerinden biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Biçimlendirici değerlendirme işlemi sonrası konu ve kavramların anlaşıldığı ortaya çıktıktan sonra derinleştirme aşamasına geçilmiştir.

Derinleştirme aşamasında öğrenciler Ek-1 de sunulan matematik dersi kapsamında öğrenmiş oldukları kavramlara ilişkin kazanımları ve diğer disiplinlere ilişkin kazanımları uygulayacakları çarkı felek oyunlarını hazırlamışlardır. Ürün geliştirme aşamasında öğrenciler yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri mühendislik tasarım süreçlerini işe koşmuştur. Bu etkinliklerde dikkat çekme aşamasında sunulan problem durumuna ilişkin yönergeler verilmiş ve bu yönergelerdeki soruları takip ederek öğrencilerden dizüstü bilgisayar aracılığıyla araştırmalar yapıp birtakım veriler elde etmeleri sağlanmıştır. Grup içi tartışmalar ile problem durumu için çözüm üretmeleri beklenilmiştir. Karar verdikleri çözüm üzerine denemeler yapıp veri toplayarak çarkı felek oyunlarına son halini vermiş ve sunuma hazır hale getirmişlerdir. Şekil 19' da tasarım aşamasındaki gruplardan biri örnek olarak sunulmuştur.



Şekil 19. Çarkıfelek etkinliği grup çalışması örneği.

Değerlendirme aşaması hem ders aşamasında Kahoot platformu üzerinden 10 soruluk çoktan seçmeli test türünde biçimlendirici değerlendirme hem de tüm tasarım geliştirme boyunca öğrencilerin ürün oluşturma süreci Ek-1'deki rubrikler ile değerlendirilmiştir.

El-Cezeri'nin Güneş Saati.

Derse girişte Dünya'nın sonunu konu alan filmlerde teknolojik hiçbir ekipmanın kalmadığı bir ana dair görüntü sunulur ve böyle bir durumda olsalardı zamanı nasıl ölçebilecekleri üzerine tartışma açılmıştır. Sonrasında geçmişte nasıl ölçülmüş olduğu sorulmuş ve tartışılmıştır. Buradan Diyarbakır Ulu Cami'ndeki El-Cezeri'nin tasarlamış olduğu güneş saati hatırlatılmış ve öğrencilere bu saate ilişkin sorular yöneltilmiştir.

Keşfetme ve açıklama aşamalarında öğrencilerin çemberde merkez açı ve dairenin alanı konularına ilişkin kavramları keşfetmeleri için Wolfram Mathematica ile hazırlanmış olan etkileşimli içerikler ile grup şeklinde çalışmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencileri yönlendirecek sorular ile çember ve daireye ilişkin kavramları keşfetmeleri sağlanmıştır. Anlaşılmayan veya düzeltilmesi gereken durumlarda öğretmen projeksiyon cihazı yardımıyla etkileşimli nesne üzerinden konu ve kavramları detaylı olarak açıklamıştır. Devamında Quizizz üzerinden biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Biçimlendirici değerlendirme işlemi sonrası konu ve kavramların anlaşıldığı ortaya çıktıktan sonra derinleştirme aşamasına geçilmiştir.

Derinleştirme aşamasında öğrenciler Ek-1 de sunulan matematik dersi kapsamında öğrenmiş oldukları kavramlara ilişkin kazanımları ve diğer disip-

linlere ilişkin kazanımları uygulayacakları Güneş saati tasarımlarını geliştirmişlerdir. Ürün geliştirme aşamasında öğrenciler yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri mühendislik tasarım süreçlerini işe koşmuştur. Bu etkinliklerde dikkat çekme aşamasında sunulan problem durumuna ilişkin yönergeler verilmiş ve bu yönergelerdeki soruları takip ederek öğrencilerden dizüstü bilgisayar aracılığıyla araştırmalar yapıp birtakım veriler elde etmeleri sağlanmıştır. Grup içi tartışmalar ile problem durumu için çözüm üretmeleri beklenilmiştir. Karar verdikleri çözüm üzerine denemeler yapıp veri toplayarak Güneş saatlerine son halini vermiş ve sunuma hazır hale getirmişlerdir. Şekil 20'de öğrencilerin tasarımlarını geliştirme anlarında çekilmiş bir görüntü sunulmuştur.



Şekil 20. El-Cezeri' nin Güneş saati etkinliği grup çalışması örneği.

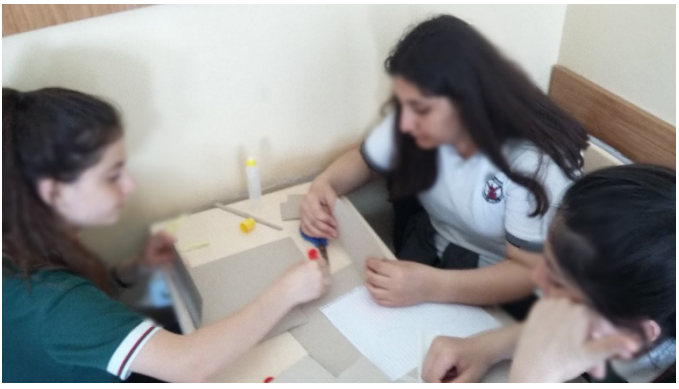
Değerlendirme aşaması hem ders aşamasında Quizizz platformu üzerinden 10 soruluk çoktan seçmeli test türünde biçimlendirici değerlendirme hem de tüm tasarım geliştirme boyunca öğrencilerin ürün oluşturma süreci Ek-1'deki rubrikler ile değerlendirilmiştir.

Güneş Sistemi Modellemesi.

Derse girişte öğrencilere mevsimlerin oluşumu, Güneş, Dünya ve Ay'ın dönüşleri ile ilgili sorular yöneltilmiştir. Aynı zamanda konuyla ilgili "https://phet.colorado.edu/sims/my-solar-system/my-solar-system_en.html" adresinden öğrenci gruplarının Güneş, Dünya ve Ay'ın hareketlerini incelemesi istenir.

Keşfetme ve açıklama aşamalarında öğrencilerin çember ve daire konusuna ilişkin kavramları keşfetmeleri için Wolfram Mathematica ile hazırlanmış olan etkileşimli içerikler üzerinden grup şeklinde çalışmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrencilerin çember ve dairenin çevresine ve yarı çap kavramların anlaşılabilmesi için sorular ile ilişkin kavramları keşfetmeleri sağlanmıştır. Anlaşılmayan veya düzeltilmesi gereken durumlarda öğretmen projeksiyon cihazı yardımıyla etkileşimli nesne üzerinden konu ve kavramları detaylı olarak açıklamıştır. Devamında Quizizz üzerinden biçimlendirici değerlendirme etkinlikleri gerçekleştirilmiştir. Biçimlendirici değerlendirme işlemi sonrası konu ve kavramların anlaşıldığı ortaya çıktıktan sonra derinleştirme aşamasına geçilmiştir.

Derinleştirme aşamasında öğrenciler Ek-1 de sunulan matematik dersi kapsamında öğrenmiş oldukları kavramlara ilişkin kazanımları ve diğer disiplinlere ilişkin kazanımları uygulayacakları Güneş sistemi modellerini ortaya koymuşları istenmiştir. Ürün geliştirme aşamasında öğrenciler yaptıkları araştırmalardan elde ettikleri mühendislik tasarım süreçlerini işe koşmuştur. Bu etkinliklerde dikkat çekme aşamasında sunulan problem durumuna ilişkin yönergeler verilmiş ve bu yönergelerdeki soruları takip ederek öğrencilerden dizüstü bilgisayar aracılığıyla araştırmalar yapıp birtakım veriler elde etmeleri sağlanmıştır. Grup içi tartışmalar ile problem durumu için çözüm üretmeleri beklenilmiştir. Karar verdikleri çözüm üzerine denemeler yapıp veri toplayarak Güneş sistemi modellerine son halini vermiş ve sunuma hazır hale getirmişlerdir. Şekil 21'de Güneş saatini geliştirme etkinliğinden bir görüntü sunulmuştur.



Şekil 21. Güneş saati modellemesi etkinliği grup çalışması örneği.

Değerlendirme aşaması hem ders aşamasında Quizizz platformu üzerinden 10 soruluk çoktan seçmeli test türünde biçimlendirici değerlendirme hem de tüm tasarım geliştirme boyunca öğrencilerin ürün oluşturma süreci Ek-1'deki rubrikler ile değerlendirilmiştir.

Değerlendirme.

Değerlendirme aşamasında öğrencilerin öğrenme hedeflerine ne kadar ulaştığı ve öğrenci ürünleri değerlendirilmiştir. Öğrencilerin matematik dersi çember ve daire konusuna dair her hafta Quizizz ve Kahoot çevrimiçi sınav ortamları yardımıyla 10 soruluk sınavlar yapılmış ve eksik öğrenmeleri tespit edilerek tekrar edilmiştir. Sınavlar yapılırken etkinlik sırasında her gruba dağıtılan dizüstü dokunmatik ekran bilgisayar ile gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin geliştirmiş oldukları ürünler ise kontrol listesi rubrikler yardımıyla değerlendirilip dönütler verilerek iyileştirilmeleri sağlanmıştır.

Evren ve Örneklem/Araştırma Grubu

Araştırma grubu 2017-2018 eğitim öğretim yılının II. döneminde Diyarbakır'da Adnan Menderes Anadolu lisesi öğrenim gören 10-B ve 10-C şubelerine kayıtlı öğrencilerden oluşmaktadır. Okulda FATİH projesi kapsamında dağıtılan akıllı tahta ve tabletler bulunmamaktadır. Araştırmanın deneysel deseninde deney ve kontrol grubu seçilirken her iki şubenin isimleri kağıtlara yazılmış rastgele karıştırıldıktan sonra ve deney ve kontrol yazan kutuların içerisine bırakılmıştır. Yapılan işlem sonucuna göre 10-B şubesi deney grubu,10-C şubesi kontrol grubu olarak atanmıştır. Her iki şubede 34 öğrenci bulunmaktadır. Ancak ön test aşamasında her iki sınıftan da birer öğrenci devamsız olduğundan 33 öğrenciden nicel veriler ile analizler gerçekleştirilmiştir. Deney grubu cinsiyet bakımından eşit dağılmış bir demografik yapıya sahiptir. Sınıf mevcudu 17 kız 17 erkek olmak üzere 34 öğrenciden oluşmaktadır. Kontrol grubu ise 23 kız 11 erkek öğrenciden oluşmaktadır. Deney grubu ilk dönem matematik ortalaması 45'tir. Notlar incelendiğinde sınıfta 60 ve üzerinde 8 öğrenci olduğu çoğunluğun 35-55 not aralığında bulunduğu görülmektedir. Kontrol grubu ise matematik dersi açısından deney grubuna göre daha başarılı bir ortalamaya sahiptir.

Araştırmanın nitel boyutunda ise gözlem verileri için 10-B şubesinin yani deney grubunun tamamı seçilmiştir. Görüşme için ise 4 kız ve 3 erkek öğrenci olacak şekilde 7 öğrenci seçilmiştir. Ancak bu öğrencilerden E.Y. katılmayı red-

dettiğinden görüşme gerçekleştirilmemiştir. Bu öğrenciler seçilirken maksimum çeşitlilik örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Maksimum çeşitleme yöntemi ile büyük farklılıklardan ortaya çıkan ortak örüntü, araştırılan durumun ortak boyutları ve temel deneyimleri ortaya çıkarılır (Patton, 1990). Yıldırım ve Şimşek (2013) maksimum çeşitleme yönteminin amacını, göreceli olarak daha küçük bir örneklem elde etmek ve çalışılan problem durumuna taraf olabilecek kişilerin çeşitliliğini ulaşılabilen en üst düzeyde sağlamak olarak ifade etmektedir. Patton (1990) ise bunun hem örnekleme dâhil edilen her bireyin kendi durumlarına özgü yanlarının hem de farklı özelliklere sahip durumların ortak ve farklı yönlerinin ortaya çıkarılması yönüyle araştırmacıya avantaj sağladığını belirtmektedir. Bu araştırmada ise maksimum çeşitlemeyi etkinliklere katılım durumu, matematik ders başarısı ve cinsiyet durumları bağlamında çeşitleme yapılarak, STEM etkinliklerinin öğrencilerin değerlendirmeleri üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

Nitel görüşme katılımcılarının bireysel özellikleri:

Katılımcı E. Ç .(Kız).

Anne ev hanımı, baba adliyede yazı işleri müdürüdür. İki kardeşi de eşit ağırlık alanında okumuş biri savcı adayı diğeri coğrafya okumaktadır. E.Ç. ise eşit ağırlık alanını tercih edeceğini ifade etmiştir. Gelecekte abisi gibi savcı olmak istemektedir. STEM alanlarına hiçbir ilgisi olmadığını ve bu alanlarda çalışmak istemediği ifade etmektedir. Matematik dersi ortalaması (38,25) sınıf ortalamasının (42) altında kalmıştır. Matematik dersine ilgisinin olmadığını sadece geçilmesi gereken bir engel olarak gördüğünü, YKS sınavı sonrası hiç ilgisinin kalmayacağını belirtmektedir. Grupla yapılan etkinlikleri sevmediğini özellikle kalabalık sınıflarda bir gürültü, curcunaya sebep olduğunu düşünmektedir. Deneysel süreç boyunca yapılan gözlemlere göre etkinliklere katılımı diğer arkadaşlarına nazaran daha düşük düzeyde kalmıştır. E.Ç. STEM alanlarına ilgisi, yapılan etkinliklere katılımının düşük olması ve matematik not ortalamasının sınıfa göre düşük olması nedeniyle bu araştırmaya veri kaynağı olarak seçilmiştir. Bu sayede STEM etkinliklerine ilişkin bu özelliklere sahip bir öğrencinin bakış açısının ekleyerek etkinliklerin aksayan yönlerini veya öğrencilerin yaklaşımlarındaki farklılıkları ortaya çıkarmaktır.

Katılımcı S. M. (Kız).

S.M. yerel bir futbol kulübünde amatör futbolcudur. Eşit ağırlık alanını tercih edeceğini belirtmektedir. İlk dönem matematik notu 41.5' tir. Matematik dersini zor bir ders olarak görmüş olduğundan sevmediğini ve yapamayacağını düşünmektedir. Bununla birlikte 10. sınıfta matematik dersine giren öğretmenlerinin sayesinde biraz daha özgüven kazandığını vurgulamaktadır. Kendi kişiliğine daha uygun bulduğu için sınıf öğretmeni olmak istemektedir. STEM alanları kendine ağır geleceğini düşündüğü için bu alanlarda meslek sahibi olmak istemediğini ifade etmektedir. Grubuyla uyumlu bir şekilde çalıştığı gözlemlenmiştir. Bazı etkinliklerde katılım seviyesi yüksek ancak bazı etkinliklerde ise kafasını sıraya koyarak uyukladığı gözlemlenmiştir. Bu durumun nedenlerini ortaya çıkarabilmek ve ikinci olarak amatör ligde futbol oynaması görüşlerinde diğer kız öğrencilerden farklılık oluşturabileceği sebebiyle araştırmaya dâhil edilmiştir.

Katılımcı C. B. (Kız):

Babası askeri personel annesi terzi işletmecisi olan bir üç kızının en küçüğüdür. Eşit ağırlık alanını tercih edeceğini belirtmiştir. Gelecekte asker olmak istediğini ifade etmektedir. Fırsatı olsa STEM alanlarında meslek sahibi olup tüm dünyanın adından bahsetmesini istediğini ifade etmektedir. Matematik ilk dönem notu 27.8'dir. Matematik dersini sevmediğini, ilgilenmediği bu yüzden başarısız olduğunu ve bununla beraber isteseydi başarılı olabileceğini savunmaktadır. Etkinliklere katılmış ve verilen görevleri yerine getirmiştir. Etkinliklere yönelik "kendi ellerimizle yaptığımız şeyleri, kesme, biçme, yapıştırma, vb. işleri severim" şeklinde kendini ifade etmektedir. Kendi grubu ile uyumlu çalışmakla birlikte etkinlikler sırasında diğer gruptaki öğrenciler ile tartıştığı gözlemlenmiştir. Grup arkadaşlarının dışında farklı grup üyeleri ile uyumlu bir şekilde çalışamayabileceğini ifade etmektedir. Görüşmede bu öğrencinin seçilme nedeni matematik başarısının düşük olması ile birlikte etkinliklere katılımının yüksek olan bir kız öğrencinin etkinliklere bakış açısını ortaya çıkarmaktır.

Katılımcı Ş. B. (Kız):

Anne ve babası lise mezunudur. Kardeşlerinden ikisi kendisinden küçük bir ablası ise lise mezunu sayısal alandan YKS' ye hazırlanmaktadır. Kendisi de sayısal alanı tercih edeceğini ve meslek olarak hukuk alanında veya mimarlık alanında çalışmak istemektedir. Genel olarak STEM alanı mesleklerine çok ilgili

olmadığını belirtmektedir. İlk dönem matematik notu 50 ve sayısal derslere çalışmayı daha çok sevdiğini belirtmektedir. Kendini fizik ve biyoloji derslerinde başarılı, matematik dersini ise zorlandığını ifade etmektedir. Zor olduğu için gereksiz ve sıkıcı bulmakla birlikte önemli bir ders olduğunu anlayabilseydi zevkli hale olabileceği savunmaktadır. Etkinliklerde katılım düzeyi yüksek ve özellikle tasarladıkları ürünü sunum konusunda ve yaşadıkları problemlere ilişkin çözüm arayışında aktif olduğu ve ön plana çıktığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle etkinlikler hakkındaki görüşlerinin çalışmaya çeşitlilik sağlayacağı düşünüldüğü için görüşmeye alınmıştır.

Katılımcı Y.U. (Erkek).

Annesi ev hanımı babası üniversite mezunu askeriye de memur olarak çalışmaktadır. Gelecekte subay olmak istemektedir. STEM alanlarında çalışmak ile ilgili düşüncesi hiç olmadığını ve sayısal alanı tercih edeceğini belirtmiştir. Matematik dersi ilk dönem ortalaması (21.25) sınıf ortalamasının (42) çok altında bir öğrenci ve dersi anlamakta zorlandığını öğrendiği bilgiyi yeni sorularda kullanamadığını ifade etmektedir. Bununla birlikte diğer derslere nazaran kendini matematik, kimya ve tarih derslerinde daha iyi görmektedir. Matematik öğretmeninin sınıfta en çok uyarıda bulunduğu öğrencilerden birisi olduğu gözlemlenmiştir. Ancak yapılan etkinliklerde etkin katılım göstermiştir. Öğrenim hayatı boyunca ilk defa Bilgisayar destekli bir sınıf ortamında ders işlediğini ifade etmektedir. Derste ve sonrasında bilgisayarların toplanması ve dağıtılmasında sürekli yardımcı olmuştur. Y.U. adlı öğrenci, normalde başarı düzeyi çok düşükken yapılan gözlemlerde etkinlikler sayesinde derse ilgisinin arttığını belirtmiş ve aktif katılım göstermiş olması nedeniyle yapılan görüşmelere dâhil edilmiştir.

Katılımcı A. A. (Erkek).

Ebeveyn okuma durumu ilkokul düzeyinde kalmıştır. Eczacılık okumak istediğini ve fırsatı olsa uzay ile ilgili araştırmalar yapmak istediğini belirtmektedir. Sayısal alanı tercih edeceğini belirtmiştir. Matematik dersinde 67,5 puan ile ortalamanın üstünde bir öğrencidir. Matematik dersini seviyor ve eğlenceli bir ders olarak görüyor. Kendini özellikle sayısal derslerde başarılı bir öğrenci olarak görmektedir. Gözlemlerde etkinliklere katılımı yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kendi grubunda diğer arkadaşlarına göre daha başarılı öğrencidir. Etkinliklerde grup çalışmalarda uyumsuzluk göstermedi ancak bireysel çalışmayı tercih ettiğini belirtmektedir. Öğrenim hayatı boyunca ilk defa Bilgisayar des-

tekli bir sınıf ortamında ders işlediğini ifade etmektedir. Yapılan gözlemlerde etkinliklerde uyumlu davranışlar gösterdiği, her zaman en ön sırada oturduğu ve derse ilgisi yüksek bir öğrenci olduğu tespit edilmiştir. Dersinde başarılı ve etkinliklere katılımı yüksek olması sebebiyle çalışmada görüşlerine başvuruluştur.

Katılımcı S. T. (Erkek).

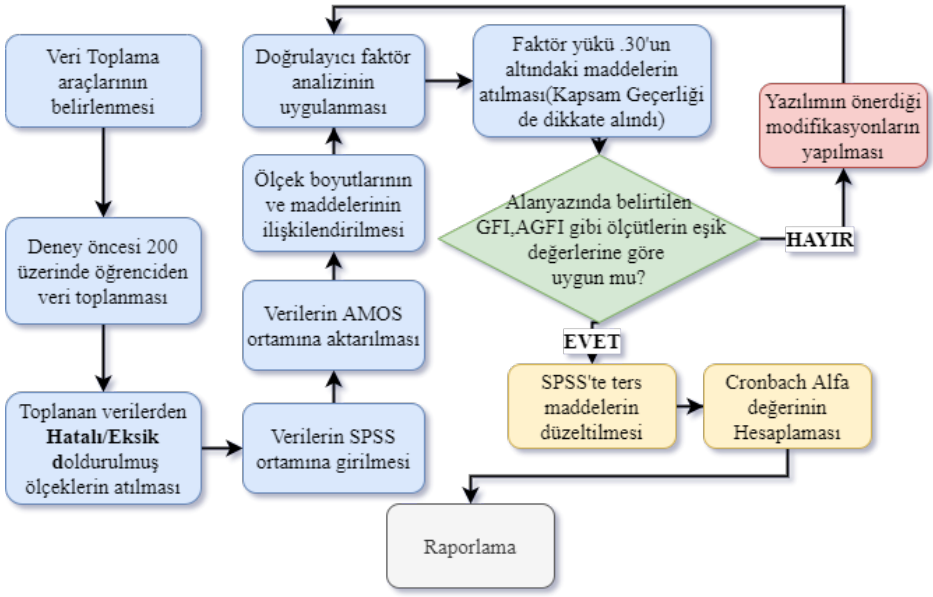
Annesi ev hanımı, babası toptancı esnafı ve bir erkek kardeşi bulunaktadır. Kardeşi lise mezunu, YKS' den istediği bölüm puanını alamadığı için üniversiteye hazırlanmaktadır. S.T. sayısal alanı tercih edeceğini belirtmektedir. Gelecekte mimarlık mesleğini yapmak istediğini ve rol model olarak ise mimar Sinan'ı gördüğünü ifade etmektedir. STEM alanlarında çalışmanın, yeni bir şeyler ortaya koymanın ilgi çekici olduğunu ifade etmektedir. Matematik dersi ilk dönem not ortalaması 55'tir. Matematik dersinin zorlayıcı olduğunu ancak başarılı olduğunu düşünmektedir. Başarılı olduğu dersleri biyoloji matematik ve fizik olarak sıralıyor. S.T.' nin grubuyla uyumlu bir şekilde çalıştığı, grubu yönlendiren ve liderlik yapan öğrenci olduğu gözlemlenmiştir. Yaptıkları ürünler dikkate alındığında diğer gruplara göre daha farklı ve özgün çözümler ortaya koyduğu görülmüştür. Bu nedenle araştırmaya hem derslerinde daha başarılı hem de aktif katılım göstermesi sebebiyle görüşmelere dâhil edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Bu araştırmanın veri toplama araçları nicel ve nitel veri toplama araçları olarak ikiye sınıflandırılmıştır. Nicel ve nitel veri toplama araçları sırasıyla aşağıda açıklanmıştır.

Nicel veri toplama araçları.

Araştırmanın nicel boyutunun gerçekleştirilmesi için üç farklı veri toplama aracı kullanılmıştır. Nicel veri toplama araçlarını; Heppner ve Peterson (1982) tarafından geliştirilmiş olup Türkçe' ye uyarlaması Şahin vd. (1993) tarafından gerçekleştirilen problem çözme envanteri, Korkmaz vd. (2016) geliştirmiş olduğu bilgi-işlemsel düşünme ölçeği ve Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2013)'in geliştirdiği ve Pekbay (2017) tarafından Türkçeye uyarlanan STEM alanlarına ilgi ölçeği oluşturmaktadır. Problem çözme envanteri üniversite düzeyinde, bilgisayarca düşünme ve STEM alanlarına ilgi ölçekleri ise ortaokul düzeylerinde geliştirilmiş ölçekler olduğundan, bu ölçeklere uygulama öncesinde ölçeklerin lise düzeyinde faktörlerinin tutarlığını ortaya koymak adına Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılmıştır. Yapılan DFA ve güvenirliğe karar süreci Şekil 13'teki gibidir.



Şekil 22. Nicel ölçme araçlarının lise örneklemine uyarlama süreci.

Şekil 22'de bahsedilen Eşik değerler bağlamında Literatüre göre GFI (Doll, Xia, & Torkzadeh, 1994, ss. 458) ve AGFI (Segars & Grover, 1993, ss. 522) uyum indeks değerleri için 0,80-0,89 arası değerlerin de kabul edilebilir olduğu ifade edilmektedir. Bunun yanında Uyum indeks değerlerinin modelin yanlış belirlenmesinden, örneklem büyüklüğünden, verilerin normallik ve bağımsızlıklarından ve tahmin yöntemleri gibi etmenlere çok hassasiyet gösterir ve etkilenirler (Hu ve Bentler, 1998). Bu nedenle bir veya birden fazla uyum indeks değeri kabul edilebilir uyum kriterlerini sağlamasa da modelin verilere uyabileceği her zaman mümkün olabilir (Schermelleh-Engel, Moosbrugger, & Müller, 2003, ss. 53). Bu doğrultuda bu araştırma için kullanılan problem çözme envanteri, STEM alanlarına ilgi ölçeği ve bilgi-işlemsel düşünme ölçeği DFA sonuçlarında bazı uyum indeksleri eşlik değerlerine yakın olması ve uyum göstermeyen birkaç indeks değerlerinin olması nedeniyle oluşturulan modellerin kabul edilebilir olduğu değerlendirilmiştir. Aşağıda kullanılan veri toplama araçlarının genel bilgileri, DFA sonucu elde edilen uyum değerleri ve DFA modelleri sırasıyla verilmiştir.

Problem çözme envanteri.

Problem çözme envanteri Hepner ve Peterson (1982) tarafından geliştirilmiş olup daha sonra Şahin, Şahin ve Heppner (1993) Türkçeye uyarlanmıştır. Ölçeğin amacı bireylerin sosyal hayatta karşılaştıkları problemlere karşı prob-

lem çözme beceri algılarını ölçmektir. Orijinal ölçek 6 dereceli 35 maddeden ve 6 boyuttan oluşmaktadır. Ölçekte bulunan 6 alt boyut ve ilgili maddeleri Tablo 1'de verilmiştir. Orijinal ölçek, aceleci yaklaşım, düşünen yaklaşım, çekingen yaklaşım, değerlendirici yaklaşım, kendine güvenli yaklaşım ve planlı yaklaşım boyutlarından oluşmaktadır. Ancak "kaçıngan" ifadesi yerine daha anlaşılır ve yaygın kullanılan "çekingen" ifadesi kullanılmıştır. Bu ölçekte maddelere cevap olarak 1 verilmesi "hep böyle davranırım" anlamına gelirken, 6 verilmesi "hiç böyle davranmam" anlamına gelmektedir. Bu yüzden ölçekten alınan puanın yüksek olması bireyin problem çözme becerisi algısının düşük olduğu anlamına gelmektedir. Ölçeği geliştiren ve uyarlayan yazarlar ölçeklerden alınan toplam puanlar hesaplanırken; aceleci ve çekingen boyutlarındaki ölçek maddelerinin ters çevrilerek hesaplanmasını ve 9, 11, 22 ve 29 numaralı maddelerin analize tabi tutulmaması önermektedir. Ölçeğin lise düzeyine uyarlanması aşamasında 215 öğrenciye ulaşılmıştır. Elde edilen ölçeklerden 5 tanesinde eksik olması sebebiyle DFA' ya 210 öğrencinin yanıtı alınmıştır. Ayrıca yapılan DFA sonucunda faktör yükü 0,30'dan düşük olan orijinal ölçekte aceleci yaklaşım boyutu altındaki 13. ve 30. maddelerin atılmasına karar verilmiştir. Bunun sonucu olarak analize tabi tutulacak 29 madde kalmıştır. Yapılan DFA neticesinde atılan maddelerden sonra Alt Boyutlar ve maddeler şu şekilde gösterilebilir.

Tablo 2. Problem Çözme Envanteri Maddeleri

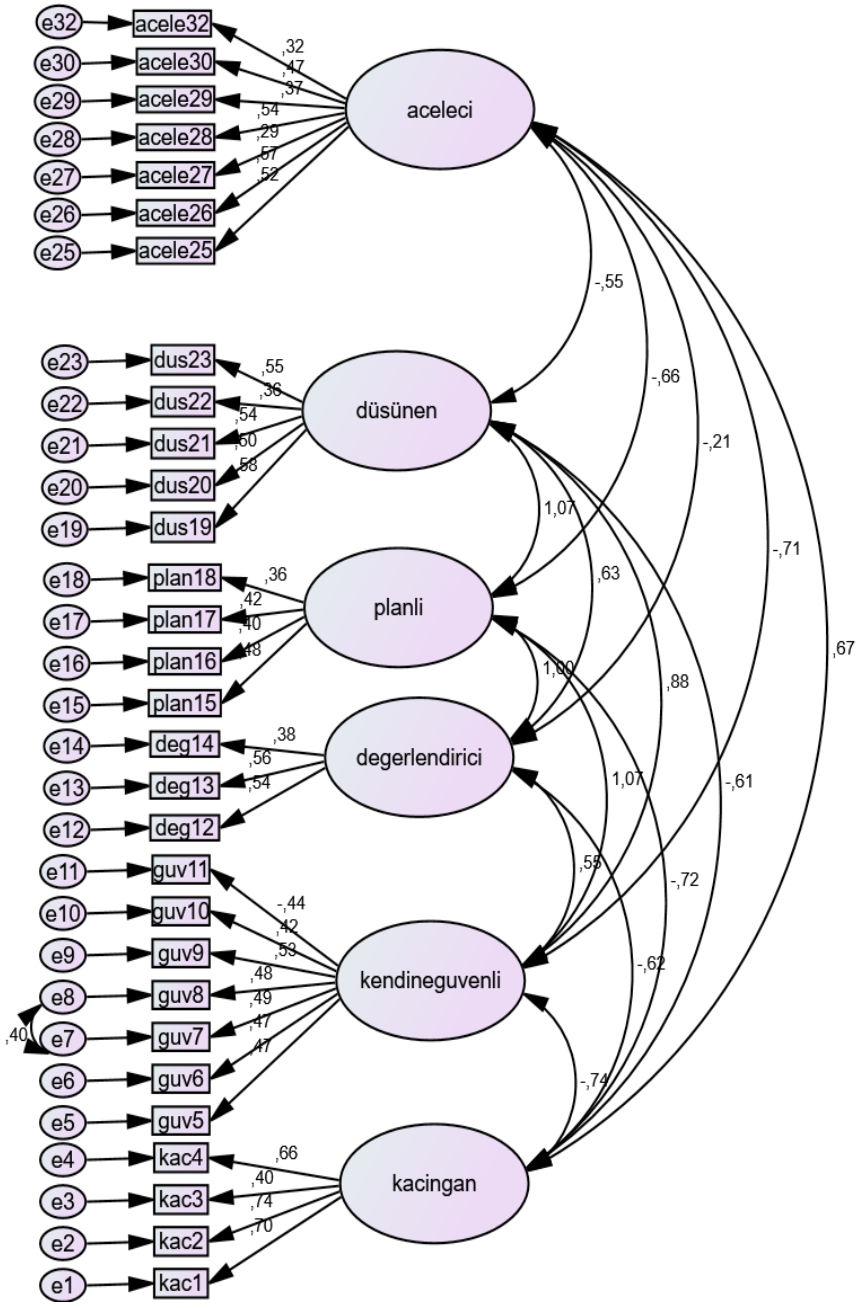
BOYUTLAR	ÖLÇEK MADDELERİ
Aceleci yaklaşım*	14, 15, 17, 21, 25, 26, 32
Düşünen Yaklaşım	18, 20, 31, 33. 35
Çekingen Yaklaşım*	1, 2, 3 ve 4
Değerlendirici Yaklaşım	6, 7 ve 8
Kendine Güvenli Yaklaşım	5, 11, 23, 24, 27, 28 ve 34
Planlı Yaklaşım	10, 12, 16 ve 19
Orijinal ölçekte analiz dışı bırakılması önerilen maddeler	9, 11, 22, 29
DFA sonucu çıkarılan maddeler	13, 30

Ölçekteki maddelerden Aceleci yaklaşım ve Çekingen yaklaşım boyutlarındaki maddelerin tamamı olumsuz ifade olarak yazılmıştır. Bu nedenle bu maddeler toplam puan hesabı yapılırken ters çevrilmiştir. Ölçeğe ilişkin DFA sonucu elde edilen değerler ve uyum indekslerine ilişkin ölçütler Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Problem çözme Envanteri DFA Uyum İndeksleri

Uyum Ölçüleri	İyi Uyum Değerleri	Kabul Edilebilir Uy. Değ.	Ölçeğe İlişkin Uyum Değerleri
$\chi 2/df$	$00<\chi 2/df<2$	$2<\chi 2/df<3$	1.77
GFI	0.95<GFI<1.00	0.80<GFI<0.95	0,811
AGFI	0.90<AGFI<1.00	0.80<AGFI<0.90	0,775
CFI	0.95<CFI<1.00	0.90<CFI<0.95	0,769
IFI	0.95< IFI <1.00	0.90< IFI <0.95	0,777
SRMR	0.00< SRMR <0.05	0.05<SRMR<0.10	0,083
RMSEA	0.00<RMSEA<0.05	0.05<RMSEA<0.080	0,061

Tablo 3'te görüldüğü gibi envanterin uyum değerleri incelendiğinde $\chi 2/df$ iyi, SRMR ve RMSEA değerleri kabul edilebilir düzeydedir. Diğer indekslere bakıldığında ise eşik değerlerine yakın düzeylerde ancak düşük olduğu görülmüştür. Literatüre göre GFI (Doll vd., 1994, ss. 458) ve AGFI (Segars & Grover, 1993, ss. 522) uyum indeks değerleri için 0,80-0,89 arası değerlerin de kabul edilebilir olarak ifade edilmektedir. Bunun yanında Uyum indeks değerlerinin modelin yanlış belirlenmesinden, örneklem büyüklüğünden, verilerin normallik ve bağımsızlıklarından ve tahmin yöntemleri gibi etmenlere çok hassasiyet gösterir ve etkilenirler (Hu ve Bentler, 1998). Bu nedenle bir veya birden fazla uyum indeks değeri kabul edilebilir uyum kriterlerini sağlamasa da modelin verilere uyabileceği her zaman mümkün olabilir (Schermelleh-Engel vd., 2003, ss. 53). Bu sonuçlara göre problem çözme envanterinin bu haliyle lise öğrencilerinin problem çözme becerisini ölçebilmesi açısından yapı geçerliğini sağladığı düşünülmektedir. Şekil 18'de DFA modeli sunulmuştur.



Şekil 23. Problem çözme envanteri DFA modeli.

Şekil 23'te görüldüğü gibi Problem Çözme envanterinin lise düzeyine uyarlanması için yapılan DFA modelinde kendine güvenli yaklaşım boyutunda bir modifikasyon yapılmıştır. DFA sonucu atılan iki madde sonrası 29 maddelik ölçekten elde edilmiş 210 katılımcı verileri ile problem çözme envanterinin ve envanterin alt boyutları için Cronbach Alfa güvenirlik testi yapılmıştır. Güvenirlik test sonucu elde edilen sonuçlara göre, ölçeğin güvenirlik kat sayısı α=.83 çıkmıştır. Alt boyutların ise sırasıyla aceleci yaklaşım α=.67, düşünen yaklaşım α=.63, çekingen yaklaşım α=.70, değerlendirici yaklaşım α=.49, kendine güvenli yaklaşım α=.62 ve planlı yaklaşım α=.45 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre problem çözme envanteri ve envanterin alt boyutlarından alınan puanların güvenilirlik ve geçerliği sağlanmıştır.

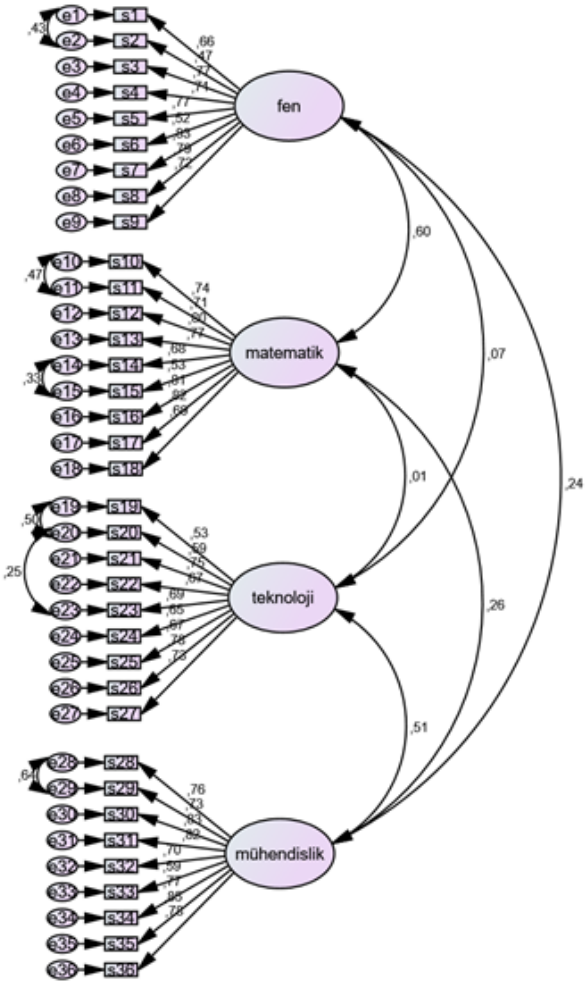
FETEM Alanlarına İlgi Ölçeği.

Kier, Blanchard, Osborne ve Albert (2013) tarafından ortaokul öğrencilerine yönelik (STEM Career Interest Survey) ismiyle geliştirilen ve Pekbay (2017) tarafından Türkçeye çevrilen FETEM-AİÖ ölçeği; Fen, Matematik, Teknoloji ve Mühendislik alanlarına ilgi olmak üzere 4 boyut ve her boyutta 9 madde olacak şekilde toplam 36 maddeden oluşmaktadır. Ölçek maddelerinin tamamının olumlu ifadeler şeklinde yazılmış olması sebebiyle analiz işlemlerinde madde puanlarının ters çevrilmesi söz konusu olmamıştır. Ölçeğin orijinali ortaokul düzeyinde geliştirilmiş olduğundan, lise düzeyindeki bu örneklemde yapı geçerliğinin doğrulanıp doğrulanmadığını test etmek için Amos 22 paket programı kullanılarak Doğrulayıcı Faktör Analizi (DFA) yapılmıştır. Orijinal ölçekteki yapıya sadık kalınarak yapılan ilk DFA sonucunda uyum indekslerinin kabul edilebilir düzeyde olmadığı görülmüştür. Bu sebeple ki-kare değerinde en fazla iyileştirme yapacak modifikasyon önerisinden başlayarak sırayla her modifikasyondan sonra model yeniden test edilmiştir (H. E. Çelik & Yılmaz, 2013, ss. 120-122; Meydan & Şeşen, 2011, ss. 38-40). Modifikasyon önerileri sonucunda Şekil 19 'da DFA modelinde görüldüğü gibi modifikasyon yapılan maddeler verilmiştir. Buna göre Fen boyutunda 1, Matematik boyutunda 2 Teknoloji boyutunda 2 **Mühendislik** 1 olmak üzere toplam 6 modifikasyon yapılmıştır. **Ölçeğe ilişkin DFA sonucu elde edilen değerler ve uyum indekslerine ilişkin ölçütler Tablo** 4'te verilmiştir.

Tablo 4. STEM-Alanlarına İlgi Ölçeği DFA Uyum İndeksi Değerleri

Uyum Ölçüleri	İyi Uyum Değerleri	Kabul Edilebilir Uyum Değerleri	Ölçeğe İlişkin Uyum Değerleri
⍺2/df	00<⍺2/df<2	2<⍺2/df<3	2,12
GFI	0.95<GFI<1.00	0.80<GFI<0.95	0,78
AGFI	0.90<AGFI<1.00	0.80<AGFI<0.90	0,75
CFI	0.95<CFI<1.00	0.90<CFI<0.95	0,88
NFI	0.95<NFI<1.00	0.90<NFI<0.95	0,80
SRMR	0.00< SRMR <0.05	0.05<SRMR<0.10	0,064
RMSEA	0.00<RMSEA<0.05	0.05<RMSEA<0.080	0,069

Tablo 4'te görüldüğü gibi NFI, GFI, AGFI, CFI değerleri eşik değerlerinin altında kalmıştır. Ancak bu değerler incelendiğinde eşik değerine **çok yakın ol**dukları görülmektedir. Literatüre göre GFI (Doll vd., 1994, ss. 458) ve AGFI (Segars & Grover, 1993, ss. 522) uyum indeks değerleri için 0,80-0,89 arası değerlerin de kabul edilebilir olarak ifade edilmektedir. Bunun yanında Uyum indeks değerlerinin modelin yanlış belirlenmesinden, örneklem büyüklüğünden, verilerin normallik ve bağımsızlıklarından ve tahmin yöntemleri gibi etmenlere çok hassasiyet gösterir ve etkilenirler (Hu ve Bentler, 1998).Bu nedenle bir veya birden fazla uyum indeks değeri kabul edilebilir uyum kriterlerini sağlamasa da modelin verilere uyabileceği her zaman mümkün olabilir (Schermelleh-Engel vd., 2003, ss. 53). Bu nedenle bu araştırma için kullanılan STEM alanları ilgi ölçeğinin Tablo 4' te görüldüğü gibi bazı değerlerin kabul edilebilir aralığın altında olmasına rağmen yakın değerler almış olması modelin yapısının doğrulanmış olduğu şeklinde kabul edilmiştir. Yapı geçerliğinin sağlanmış olduğu model **Şekil 19 'da** verilmiştir.



Şekil 24. STEM alanları ilgi ölçeği DFA modeli.

Şekil 24 ‘deki DFA modelinde görüldüğü gibi modifikasyon yapılan maddeler verilmiştir. Buna göre Fen boyutunda 1, Matematik boyutunda 2 Teknoloji boyutunda 2 Mühendislik 1 olmak üzere toplam 6 modifikasyon yapılmıştır. DFA sonucu yapı geçerliğinin sağlanılan ölçeğin toplam puan ve alt boyutları için Cronbach Alfa güvenirlik testi yapılmıştır. Güvenirlik test sonucu elde edilen sonuçlara göre, ölçeğin güvenirlik kat sayısı α=.92 çıkmıştır. Alt boyutların ise sırasıyla fen α=.90, matematik α=.91, teknoloji α=.85, mühendislik α=.92 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre problem çözme envanteri ve envanterin alt boyutlarından alınan puanların güvenilirlik ve geçerliği sağlanmıştır.

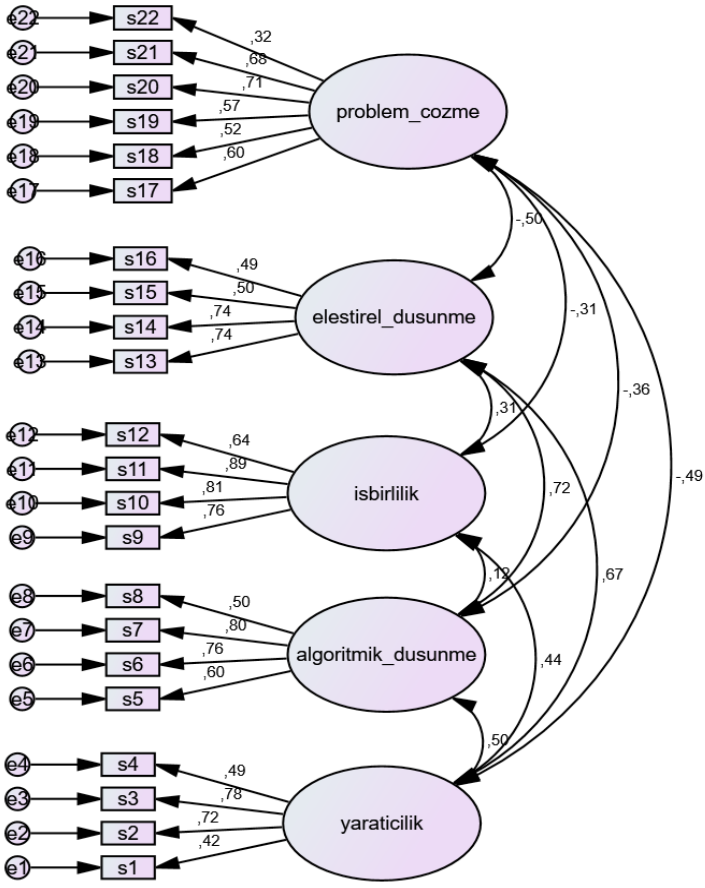
Bilgi-işlemsel düşünme becerileri ölçeği.

Korkmaz, Çakır ve Özden (2016) geliştirmiş olduğu 22 madde ve 5 boyuttan oluşan ölçeğin alt boyutları ve madde dağılımı; Yaratıcılık (1-4), Algoritmik düşünme (5-8) İşbirlilik (9-12) Eleştirel düşünme (13-16) Problem çözme (17-22) şeklindedir. Bilgisayarca düşünme ölçeği ortaokul düzeyinde olduğundan, Ölçeğin lise düzeyindeki bu örneklemde yapı geçerliğinin doğrulanıp doğrulanmadığını test etmek için Amos 22 paket programı kullanılarak Doğrulayıcı Faktör Analizi(DFA) yapılmıştır. Orijinal ölçekteki yapıya sadık kalınarak yapılan ilk DFA sonucunda uyum indekslerinin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür. Yapılan DFA sonucunda ölçekte modifikasyon ve madde atılmasına gerek duyulmamıştır. **Şekil** 20' de DFA modeli verilmiştir. **Ölçeğe ilişkin DFA sonucu elde edilen değerler ve uyum indekslerine ilişkin ölçütler Tablo** 5'te verilmiştir.

Tablo 5. Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği DFA Uyum İndeksi Değerleri

Uyum Ölçüleri	İyi Uyum Değerleri	Kabul Edilebilir Uy. Değ.	Ölçeğe İlişkin Uyum Değerleri
$\chi 2/df$	$00<\chi 2/df<2$	$2<\chi 2/df<3$	1,703
GFI	0.95<GFI<1.00	0.80<GFI<0.95	0,872
AGFI	0.90<AGFI<1.00	0.80<AGFI<0.90	0,837
CFI	0.95<CFI<1.00	0.90<CFI<0.95	0,906
NFI	0.95<NFI<1.00	0.90<NFI<0.95	0,802
SRMR	0.00<RMSEA<0.05	0.05<SRMR<0.10	0,070
RMSEA	0.00<RMSEA<0.05	0.05<RMSA<0.080	0,58

Tablo 5'te görüldüğü gibi NFI değeri haricinde tüm indeksler kabul edilebilir düzeydedir. Uyum indeks değerlerinin modelin yanlış belirlenmesinden, örneklem büyüklüğünden, verilerin normallik ve bağımsızlıklarından ve tahmin yöntemleri gibi etmenlere çok hassasiyet gösterir ve etkilenirler (Hu ve Bentler, 1998). Bu nedenle bir veya birden fazla uyum indeks değeri kabul edilebilir uyum kriterlerini sağlamasa da modelin verilere uyabileceği her zaman mümkün olabilir (Schermelleh-Engel vd., 2003, ss. 53). Bu nedenle bu araştırma için kullanılan bilgi-işlemsel düşünme becerisi ölçeğinin Tablo 5' te görüldüğü gibi NFI değeri dışında tüm değerlerin kabul edilebilir olması modelin yapısının doğrulanmış olduğu şeklinde kabul edilmiştir. Yapı geçerliğinin sağlanmış olduğu model Şekil 20 'de verilmiştir.



Şekil 25. Bilgi-işlemsel düşünme beceri düzeyleri ölçeği DFA modeli.

Şekil 25' teki DFA modelinde görüldüğü gibi herhangi bir modifikasyon yapılmadan ölçeğin yapısı doğrulanmıştır. DFA sonucu yapı geçerliğinin sağlanılan ölçeğin toplam puan ve alt boyutları için Cronbach Alfa güvenirlik testi yapılmıştır. Güvenirlik test sonucu elde edilen sonuçlara göre, ölçeğin güvenirlik kat sayısı α=.73 çıkmıştır. Alt boyutların ise sırasıyla yaratıcılık α=.68, algoritmik α=.76, eleştirel α=.86, işbirliklilik α=.69 ve problem çözme α=.73 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre problem çözme envanteri ve envanterin alt boyutlarından alınan puanların güvenilirlik ve geçerliği sağlanmıştır. Problem çözme envanteri, STEM alanlarına ilgi ve bilgi-işlemsel düşünme ölçekleri Ek-2, Ek-3 vc Ek-4'te verilmiştir.

Nitel veri toplama araçları.

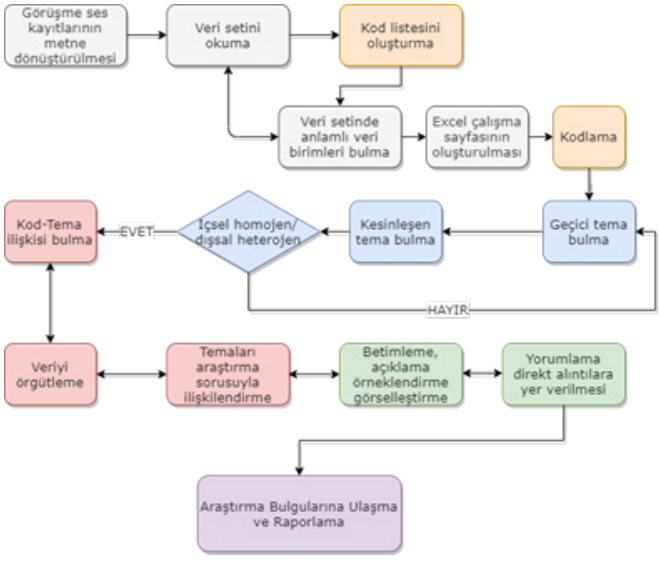
Nitel verilerin toplanması içinde araştırmacı tarafından geliştirilmiş yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Görüşmede deneysel süreç boyunca öğrencilerin STEM temelli matematik etkinliklerine, etkinlikler bağlamında kullanılan teknolojilere, yöntem ve tekniklere yönelik değerlendirmelerini belirlemek amacıyla sorular yöneltilmiştir. Görüşme esnasında sondalar ile derinlemesine bilgiler elde edilmeye çalışılmıştır. Görüşmeler ses kaydı altına alınmıştır ve daha sonra metine aktarılmıştır. Görüşmede kullanılmış olan form Ek-6'da verilmiştir.

Veri Analizi

Bu bölümde araştırma kapsamında toplanan öğrencilerin deneysel işleme ilişkin değerlendirmelerine ilişkin nitel verilerin ve deneysel işlem öncesi ve sonrası toplanan nicel verilerin analizine ilişkin bilgiler sunulmuştur.

Nitel veri analizi.

Nitel verilerin analizinde betimsel analiz ve içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. İçerik analizi elde edilen verilerin altında yatan daha önce bilinmeyen olguların ortaya çıkarıldığı kodlamaya dayalı tümevarımcı bir analiz yöntemidir (Patton, 1990). İçerik analizinde, birbirine benzeyen veriler kodlanıp belirli temalar ve kavramlar çerçevesinde organize edilerek okuyucunun anlayabileceği şekilde yorumlanmaktadır (A. Yıldırım & Şimşek, 2013). Nitel veri analizi süreci *Şekil 26*'de verilmiştir.



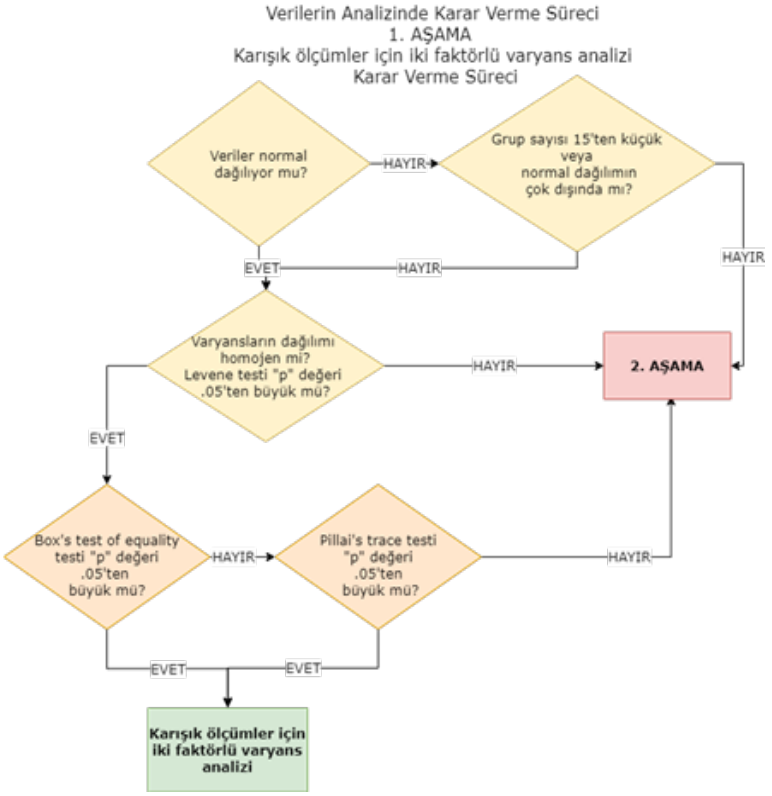
Şekil 26. Nitel veri analiz süreci.

Şekil 26' de görüldüğü gibi nitel veri analizi süreci Görüşme ses kayıtlarının metne dönüştürülmesiyle başlayıp karmaşık bir karar verme sürecinin işe koşulduğu bir dizi işlemin neticesinde raporlanmıştır. Nitel bulguların kategori, tema ve kodlar görselleştirilmesi aşamasında Draw.io yazılımından yararlanılmıştır. İçerik analizinin güvenirliğini sağlamak için ikili kodlayıcı güvenirliği yöntemi kullanılmıştır. İki kodlayıcı güvenirliğini sağlamak için daha önce nitel ve karma araştırma desenleri ile çalışmalar yürütmüş bir araştırmacıdan destek alınmıştır. Miles ve Huberman (1994)' a göre yapılan kodlayıcı güvenirliği, formülü ile hesaplanır ve %70'ten yukarıda çıkması beklenir. İki kodlayıcının ayrı ayrı yaptığı kodlamalar üzerinden yapılan hesaplama sonucunda 54 kodda görüş birliği varken, 5 kodda ise görüş ayrılığı çıkmış ve güvenirlik sonucu %91 olarak hesaplanmıştır. Bunun yanında Cohen's Kappa formülü () ile iki kodlayıcı arasındaki güvenirliğin hesaplanmasında şans faktörü de kontrol altına alınmış ve sonuç olarak K= 0.91 olarak bulunmuştur (Leiva, Rios, & Martínez, 2006). Bu sonuçlar kodlayıcı güvenirliğinin sağlanmış olduğunu göstermiştir. Hesaplamalar sonrasında görüş ayrılıkları tartışılarak kod kategori ve temalara son hali verilmiştir. Bunun yanı sıra nitel araştırma yöntemleri ile çalışmaları bulunan başka bir araştırmacı ile ortaya çıkan doğrudan alıntılar, kod, tema ve kategoriler üzerinde tartışılarak son hali verilmiştir.

Nicel veri analizi.

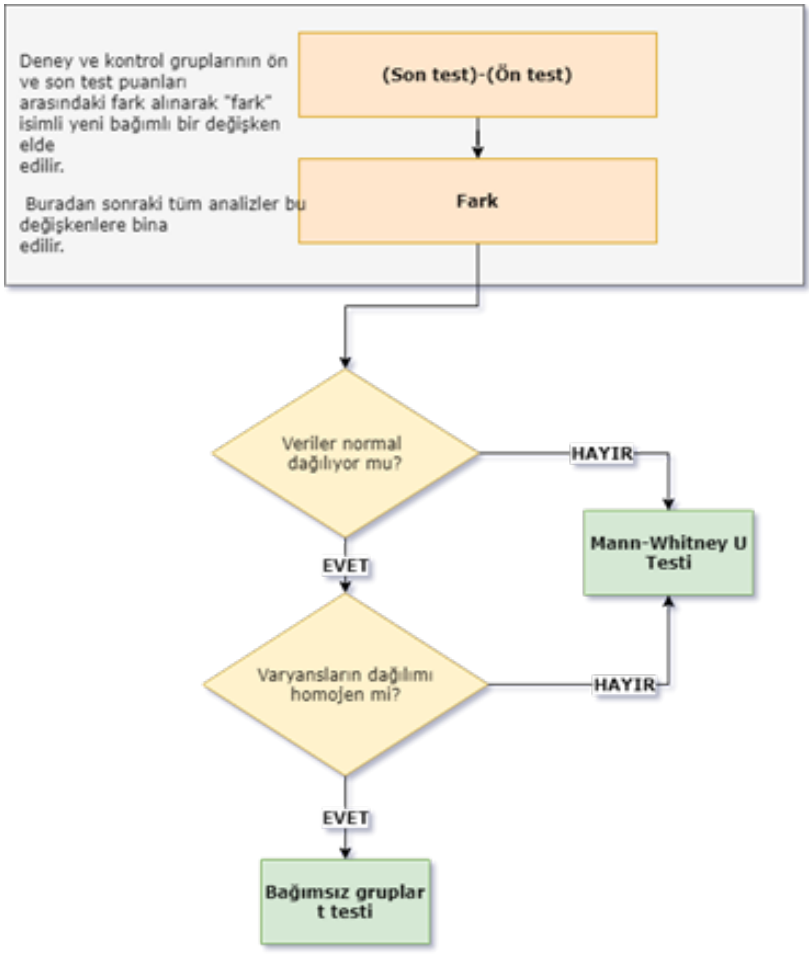
Nicel verilerin analizine karar verirken verilerin normal dağılımı ve veri analiz yöntemlerinin varsayımları dikkate alınmıştır. Bu araştırmada deney ve kontrol gruplarının ön-test ve son-test puanlarına göre yorum yapılacağından üç farklı analiz yöntemi kullanılabilir. Bunlardan birincisi Karışık Ölçümler için iki faktörlü varyans analizi, ikincisi ise fark puan dizilerinin karşılaştırıldığı bağımsız gruplar t testidir (Can, 2014, s.247). Bu istatistik yöntemlerinden ilk önceliği ön test ve son testin etkileşimini de hesaba katarak hesaplamaların gerçekleştirildiği karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizine verilmiştir. Bu şekilde deney ve kontrol gruplarının öntest ve sontest etkileşim puanlarının farklılaşıp farklılaşmadığı ortaya konmuştur. Bu veri analizi yönteminin varsayımları incelendiğinde; her bir katılımcının tekrarlı ölçümdeki fark puanının diğerlerinin ölçümlerinden bağımsız olması, bağımlı değişkenlere ait verilerin eşit aralıklı ve normal dağılım göstermesi, aynı anda birden fazla grupta yapılan ölçümlerde grup varyanslarının eşit olması ve ölçüm gruplarının ikili kombinasyonlarında grup kovaryansları ara-

sında anlamlı farklılık çıkmaması varsayımları bulunmaktadır (Can, 2014, ss. 248). İki analiz yönteminin de varsayımlarının karşılanmaması durumda ise bağımsız gruplar t testinin non-parametrik karşılığı olan Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Bu ölçütler sonucu yapılmış olan nicel veri analizi karar verme süreci Şekil *27* ve Şekil *28*' te verilmiştir.



Şekil 27.Veri analizi karar verme süreci 1. aşama.

Şekil 27'de verilen karar verme sürecinde birinci öncelikte olan karışık ölçümlerde iki yönlü varyans analizi yönteminin varsayımları sınanmıştır. Karışık ölçümlerde iki yönlü varyans analizi yöntemi yönteminin varsayımlarının sağlanmadığı durumlarda ise deney ve kontrol gruplarının ön ve son testleri arasındaki fark alınmıştır. Alınan bu farklar ile yeni bir "fark" isimli değişken elde edilmiştir. Bu değişken üzerinden tekrar normallik ve varyansların homojenliği testi uygulanmış ve varsayımları sağlanılması durumuna göre bağımsız gruplar t testi veya Mann-whitney U testi uygulanmasına karar verilmiştir.



Şekil 28. Veri analizi karar verme süreci 2. aşama.

Şekil 28' de fark değişkeni ile yapılan karar verme sürecine göre normallik ve varyansların homojenliği testleri sonucunda verilerin parametrik teste uygun olmadığı sonucuna ulaşılmış ve Mann-Whitney U testi uygulanmıştır. Bu analizler ile deney ve kontrol gruplarındaki deney öncesindeki ve sonrasındaki değişimin anlamlı bir düzeyde olup olmadığı sınanmıştır. İşletilen karar verme süreci neticesinde yapılacak olan analizler Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. *Uygulanan Veri Analizi Yöntemleri*

Araştırma sorusu	Bağımlı Değişken	Kullanılan Veri Türü	Veri Analizi Yöntemi
Araştırma Sorusu 1	**Problem Çözme Becerisi**	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Aceleci yaklaşım	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Düşünen yaklaşım	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Çekingen yaklaşım	Ön test-son test puanları	Karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi (KÖİFVA)
	Değerlendirici yaklaşım	Ön test-son test puanları	(KÖİFVA)

Tablo 7. Uygulanan Veri Analizi Yöntemleri (Devamı)

	Kendine güvenli yaklaşım	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Planlı yaklaşım	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
Araştırma Sorusu 1.1	Öğrencilerin Problem Çözme Stratejileri	Yarı yapılandırılmış görüşme formu verileri	Betimsel Analiz
Araştırma Sorusu 2	**Stem Alanlarına y**önelik İlgi	Ön test-son test puanları	KÖİFVA
	Fen kariyer alanlarına ilgi	Ön test-son test puanları	KÖİFVA
	Matematik alanına ilgi	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Teknoloji alanına ilgi	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Mühendislik alanına ilgi	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
Araştırma Sorusu 2.1	**Stem Alanlarına Yönelik Görüşleri**	Yarı yapılandırılmış görüşme formu verileri	Betimsel Analiz

	Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
Araştırma Sorusu 3	Yaratıcılık	Ön test-son test puanları	KÖİFVA
	Algoritmik düşünme	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	İşbirlilik	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Eleştirel düşünme	Fark değişkeni	Mann-Whitney U
	Problem çözme	Ön test-son test puanları	KÖİFVA
Araştırma Sorusu 4	**Öğrencilerin STEM Etkinliklerine Yönelik Değerlendirmeleri**	Yarı Yapılandırılmış Görüşme Verileri	İçerik Analizi

Geçerlik ve Güvenirlik Önlemleri

Bu bölümde araştırma ve ölçme araçlarının geçerlik ve güvenirliği için alınan önlemlere yer verilmiştir. Bilimsel araştırmalarda geçerlik araştırmada elde edilen sonuçların doğruluğunu, güvenirlik ise araştırma sonuçlarının tekrar edilebilirliği olarak tanımlanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013, s.289). Fraenkel, Wallen, & Hyun (2011) geçerliği, araştırmacıların topladıkları verilere dayanarak yaptıkları spesifik çıkarımların uygunluğu, doğruluğu, anlamlılığı ve kullanışlılığı; güvenirliği ise elde edilen bulguların tutarlığı olarak tanımlamıştır. Field (2005) geçerliği bir çalışmada kullanılan veri toplama araçlarının ölçülmek istenen durumu ölçebilme durumu, güvenirliği ise farklı durumlarda ve aynı sonuçları ortaya koyabilme durumu olarak ifade etmektedir. Bu tanımlar daha çok nicel bakış açısını ifade eden tanımlamalardır. Nitel bakış açısıyla geçerlik ve güvenirliği Yıldırım ve Şimşek (2013, s.308) özet olarak "doğru bilgiye ulaşma konusunda gereken önemlerin alınması geçerlik, araştırma sürecini ve verileri açık ve ayrıntılı bir biçimde, yani bir başka araştırmacının değerlendirmesine olanak verecek biçimde tanımlanması güvenirliktir." şeklinde ifade etmiştir. Bu araştırma karma yöntem araştırması olması sebebiyle her iki anlayışı da karşılayan geçerlik ve güvenirlik önlemleri alınmıştır. Bu önlemler şu şekilde sıralanmıştır:

Geçerlik önlemleri:

- Örneklem seçim türü, katılımcı özellikleri açık bir şekilde belirtilmiştir.
- Görüşmelere katılan öğrencilerin bireysel özellikleri kısaltmalar kısmında açıkça ifade edilmiştir.

- Nitel ve nicel veri toplama süreçleri anlatılmıştır.
- Araştırmada nicel ve nitel araştırma yöntemlerinden faydalanılarak çeşitleme yapılmıştır.
- Nitel veri kaynağı olarak seçilen öğrenciler maksimum çeşitlilik yöntemi ile seçilmiştir.
- Veri toplama araçları ve süreci anlatılmıştır.
- Uygulama süreci detaylı bir şekilde anlatılmıştır.
- Araştırmanın öğretim tasarımı analiz kısmında okul ve sınıf bağlamları açıkça ifade edilmiştir.
- Etkinliklerin geliştirilme ortamı ve süreci açıklanmıştır.
- Kullanılan ölçeklerin lise düzeyine kullanılabilmesi için uygulama öncesi DFA yapılmıştır.
- Araştırmacının rolü açıklanmıştır.

Güvenirlik Önlemleri:

- Nitel bulgular sunulurken doğrudan alıntı şeklinde katılımcı ifadelerine yer verilmiştir.
- Kullanılan yöntemler alan yazından desteklenerek neden tercih edildiklerine değinilmiştir.
- Nitel verilerin analizinde ikili kodlayıcı güvenirliğine başvurulmuştur.
- Uygulama esnasında öğrencilerin fotoğrafları çekilmiştir.
- Asıl uygulama öncesi pilot uygulama gerçekleştirilmiştir.
- Ölçeklere ilişkin güvenirlik hesaplamaları yapılmıştır.
- Yapılan mülakatlar ses kaydı ile kayıt altına alınmıştır.
- Çalışma toplamda 6 haftaya yayılarak yenilik etkisinin önüne geçilmiştir.

Araştırmacının Rolü

- Bilgisayar destekli matematik etkinliklerini tasarlamış ve geliştirmiştir.
- STEM temelli matematik etkinliklerini geliştirmiş ve uygulama sürecini yürütmüştür.
- Araştırmacı uygulama sürecinde STEM etkinliklerinin uygulanmasında aktif rol almıştır.
- Nicel veri toplama araçlarının uyarlaması ve nitel veri toplama araçlarının geliştirilmesini araştırmacı yürütmüştür.
- Verilerin toplanma süreci, gözlem ve görüşmeleri araştırmacı yürütmüştür.
- Elde edilen verilerin istatiksel analizlerini ve değerlendirmesini araştırmacı gerçekleştirmiştir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde çalışmanın araştırma soruları çerçevesinde toplanan nicel ve nitel verilerin analizinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Verilerin varsayımları sağlaması durumuna göre Karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Varsayımların sağlanmadığı durumlarda ise ön test ve son test puanları arasındaki fark alınarak Mann-Whitney U testleri yapılmış ve ortaya çıkan bulgular araştırma sorularının sırasına uygun bir şekilde başlıklar oluşturularak sunulmuştur.

STEM Etkinliklerinin Problem Çözme Becerisine Etkisi

Bu bölümde 10. sınıf matematik dersi çember ve daire konusu bağlamında uygulanan STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular verilmiştir. Bulgular ölçeğin genel ortalamasına ve alt boyutlarına göre ayrı ayrı sunulmuştur. Problem çözme becerisi envaterinin puanlama şekli, 1 "hep böyle davranırım" ile 6 "hiç böyle davranmam" arasında değişmektedir. Bu nedenle ölçekten alınan puanın yüksek olması öğrencinin problem çözme becerisi algısının düşük olması anlamına gelmektedir. Dolayısıyla bulgular yorumlanırken **ortalama ve/veya sıra ortalaması puanları yüksek olan grubun problem çözme becerisinin daha düşük düzeyde** olduğu ifade edilmiştir.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisine etkisini incelemek için deney ve kontrol gruplarının son test puanlarından ön test puanları çıkarılarak elde edilen fark değişkeni üzerinden Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Fark değişkenleri üzerinden yapılan Mann-Whitney U testi sonucu Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. STEM Etkinliklerinin Problem Çözme Becerisin Etkisi

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	33	25.71	848.50	287.5	0.001
Kontrol Grubu	33	41.29	1362.50		

Tablo 8'de sunulduğu üzere Mann-Whitney U testi sonucu elde edilen bulguya göre deney grubu sıra ortalaması SO_D= 25.71 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 41.29 olarak bulunmuştur. Problem çözme envanterinden yüksek puan alınması daha düşük problem çözme becerisi anlamına geldiğinden deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında istatistiksel olarak (U= 287.50, p= 0.001) p= .05 önem düzeyinde deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

STEM etkinliklerinin problem çözme envanteri alt boyutlarına göre incelenmesi.

STEM etkinliklerinin problem çözme becerisine etkisi Tablo 8'de görüldüğü gibi p= .05 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Bu bölümde problem çözme becerisi alt boyutları olan aceleci, düşünen, çekingen, değerlendirici, kendine güvenli ve planlı yaklaşımlara göre etkilerini incelemek için sırasıyla yapılan analiz sonuçları verilmiştir. Verilerin analizi için sağlanması gereken varsayımların durumlarına göre karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi ve Mann-Whitney U testleri uygulanmış ve raporlanmıştır. Buna göre aceleci, düşünen, kendine güvenli ve planlı yaklaşımlar için Mann-Whitney U testi, çekingen ve değerlendirici yaklaşımlar için ise karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi kullanılmıştır.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisi alt boyutlarından olan aceleci, düşünen, kendine güvenli ve planlı yaklaşımlar etkisi incelemek için deney ve kontrol gruplarının son test puanlarından ön test puanları çıkarılarak elde edilen fark değişkeni üzerinden Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Analiz sonucu elde edilen bulgular Tablo 9'de sunulmuştur.

Tablo 9. STEM Etkinliklerinin Alt Boyutlara Göre Etkisi

Alt Boyut	Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Aceleci Yaklaşım	Deney	33	39.38	1299.50	350.50	0.01
	Kontrol	33	27.62	911.50		

Düşünen Yaklaşım	Deney	33	22.61	746.00	185.00	0.0001
	Kontrol	33	44.39	1465.00		
Kendine Güvenli	Deney	33	25.45	840.00	279.00	0.001
	Kontrol	33	41.55	1371.00		
Planlı Yaklaşım	Deney	33	27.12	895.00	334.00	0.006
	Kontrol	33	39.88	1316.00		

Tablo 9'de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testi sonucu elde edilen bulguya göre deney grubu Aceleci yaklaşım sıra ortalaması SO_D= 39.38 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 27.62 olarak bulunmuştur. Problem çözme envanterinden yüksek puan alınması daha düşük problem çözme becerisi anlamına geldiğinden deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında istatistiksel olarak (U= 350.50, p= 0.01) p= .05 önem düzeyinde kontrol grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubu düşünen yaklaşım sıra ortalaması SO_D= 22.61 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 44.39 olarak bulunmuştur. Problem çözme envanterinden yüksek puan alınması daha düşük problem çözme becerisi anlamına geldiğinden deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında istatistiksel olarak (U= 185.00, p= 0.0001) p= .05 önem düzeyinde deney grubunun lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubu kendine güvenli yaklaşım sıra ortalaması SO_D= 25.45 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 41.55 olarak bulunmuştur. Problem çözme envanterinden yüksek puan alınması daha düşük problem çözme becerisi anlamına geldiğinden deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında (U=279.00, p=0.001) p=.05 önem düzeyinde deney grubunun lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubu planlı yaklaşım sıra ortalaması SO_D= 27.12 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 39.88 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında (U=334.00, p=0.006) p=.05 önem düzeyinde deney grubunun lehine anlamlı farklılık bulunmuştur.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisi alt boyutlarından olan çekingen yaklaşıma etkisi incelemek için deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testlerini birlikte analiz eden karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucu elde edilen betimsel istatistikler ve anlamlılık sonuçları Tablo 9'da ve Tablo 11'da verilmiştir. Buna ek olarak ön test ve son test puanları arasındaki ilişki Şekil 24'te sunulmuştur.

Tablo 10. Çekingen Yaklaşım Ön-Son Testler Betimsel İstatistikleri

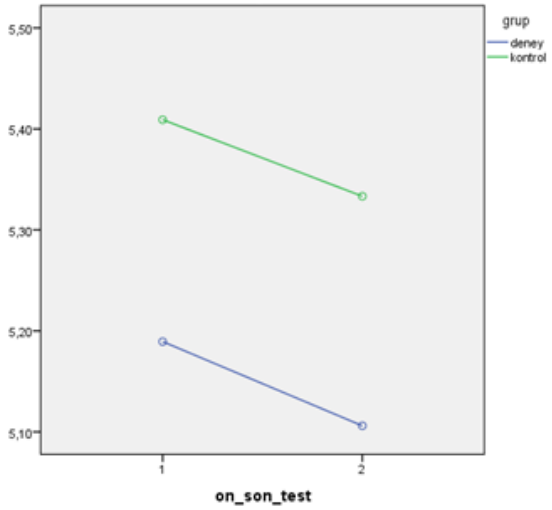
Grup			ss	n
Ön test Ortalaması	Deney	5.18	0.54	33
	Kontrol	5.40	0.48	33
	Total	5.29	0.52	66
Son test Ortalaması	Deney	5.10	0.60	33
	Kontrol	5.33	0.55	33
	Total	5.21	0.58	66

Tablo 9'da görüldüğü gibi problem çözme becerisi alt boyutlarından çekingen yaklaşım puanları sırasıyla deney grubunda $_{ön}$= 5.18 iken ve $_{son}$= 5.10; kontrol grubunda ise $_{ön}$= 5.40 iken $_{son}$= 5.33 bulunmuştur. Bu bulguya göre her iki grupta da benzer değişimler yaşanmıştır. Bu durumun iki grup arasında anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığını göstermek amacıyla Tablo 11'da karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi sonucu verilmiştir.

Tablo 11. STEM Etkinliklerinin Çekingen Yaklaşıma Etkisi

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2
Gruplar arası						
Grup	1.648	1	1.648	3.431	0.07	0.05
Hata	30.746	64	0.480			
Grup içi						
Ölçüm	0.21	1	0.20	1.71	0.19	0.03
Ölçüm * Grup	0.00	1	0.00	0.004	0.95	0.0001
Hata	7.82	64	0.12			

Tablo 11'da görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları arasında (F= 0.004, p=0.95) p= .05 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Grup değişkeninin kısmi etki büyüklüğü (η2= 0.0001) değerinin de sıfıra çok yakın bir değer çıkması bu durumu doğrular niteliktedir.



Şekil 29. Deney ve kontrol grupları çekingen boyutu puanlarındaki değişim.

Bu bulguyu destekler nitelikte Şekil *29*'da her iki grubun ön test ve son test çekingen yaklaşım ölçümleri sunulmuştur. Şekil 29'da görüldüğü gibi her iki gruptaki puan değişimleri benzer eğimlere sahiptir.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerisi alt boyutlarından olan değerlendirici yaklaşıma etkisi incelemek için deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ölçümlerini birlikte analiz eden karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucu elde edilen betimsel istatistikler ve anlamlılık sonuçları Tablo 12 ve Tablo 13'te verilmiştir. Buna ek olarak ön test ve son test puanları arasındaki ilişki Şekil 30'da sunulmuştur.

Tablo 12. Değerlendirici Yaklaşım Ön-Son Testler Betimsel İstatistikleri

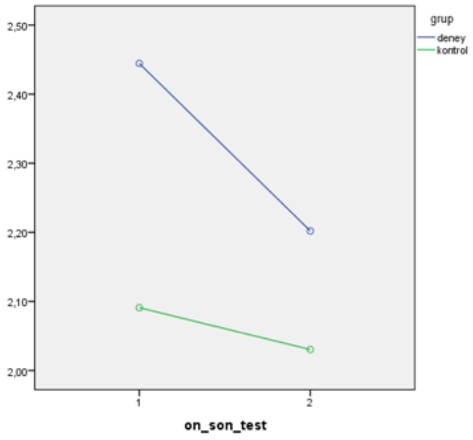
Grup			ss	n
Ön test ortalaması	Deney	2.44	1.29	33
	Kontrol	2.09	0.95	33
	Total	2.26	1.13	66
Son test ortalaması	Deney	2.20	0.96	33
	Kontrol	2.03	0.88	33
	Total	2.11	0.92	66

Tablo11'de görüldüğü gibi problem çözme becerisi alt boyutlarından değerlendirici yaklaşım puanları sırasıyla deney grubunda iken ve ön test $_{ön}$ = 2.44 iken son test $_{son}$ = 2.20; kontrol grubunda ise ön test $_{ön}$ = 2.09 iken son test $_{son}$ = 2.03 bulunmuştur. Bu durumun iki grup arasında anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığını göstermek amacıyla Tablo 13'de karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi sonucu verilmiştir.

Tablo 13. STEM Etkinliklerinin Değerlendirici Yaklaşıma Etkisi

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2
Gruplar arası						
Grup	2.278	1	2.28	1.18	0.28	0.02
Hata	123.08	64	1.92			
Grup içi						
Ölçüm	0.75	1	0.75	3.50	0.06	0.05
Ölçüm*Grup	0.27	1	0.27	1.26	0.26	0.02
Hata	13.85	64	0.21			

Tablo 13'de görüldüğü gibi deney ve kontrol grupları arasında (F= 1.26, p= 0.26) p= .05 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır. Grup değişkeninin kısmi etki büyüklüğü (η2= 0.019) değerinin de yaklaşık olarak %2 bulunması önemli bir etki düzeyinde olmadığının bir diğer göstergesidir. Bu bulguyu destekler nitelikte 'da her iki grubun ön test ve son test değerlendirici yaklaşım ölçümleri Şekil 30'te sunulmuştur.

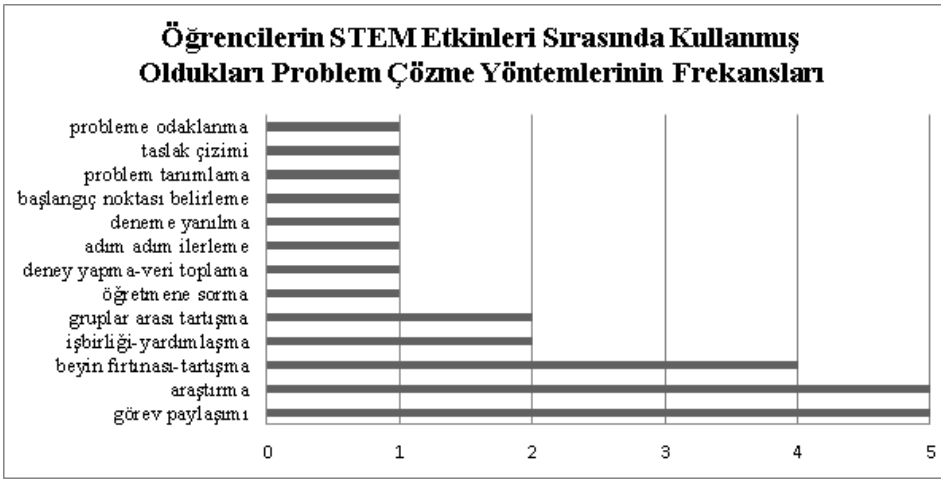


Şekil 30. Deney ve kontrol grupları değerlendirici boyutu puanlarındaki değişim.

Şekil 30' da görüldüğü gibi her iki grubun son test puanları ön test puanlarından küçüktür. Verilerin analizi bölümünde daha önce bahsedildiği gibi problem çözme envanterinden alınan puanlar 1'e yaklaştıkça problem çözme becerisi artmaktadır. Buna göre her iki grupta da az miktarda bire gelişim vardır. Ancak bu gelişim deney grubunda daha fazla olmakla beraber anlamlı bir etkiye sahip değildir.

Öğrencilerin STEM etkinlikleri sırasında kullandıkları problem çözme yöntemleri.

Yapılan analizlerde, STEM etkinlikleri katılan deney grubu öğrencileri ile katılmayan kontrol grubu öğrencilerinin deneysel işlem süreci sonunda problem çözme becerisi açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Bu durumu açıklar nitelikte öğrencilerin etkinliklerde kullanmış oldukları problem çözme stratejilerine dair görüşmelerden elde edilen bulgular devam eden bölümde sunulmuştur. Öğrencilerin yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen ifadelerine göre STEM etkinlikleri sırasında kendilerine sunulan problem durumunu çözerken kullanmış oldukları yöntemler Şekil 31'de sunulmuştur. Öğrenciler verilen problem ile karşılaştıklarında konuyla ilgili **araştırma** yaptıklarını, **görev paylaşımında** bulunduklarını, grup içi **beyin fırtınası-tartışma** yaptıklarını, karar veremedikleri durumlarda öğretmen ve **diğer gruplar** ile tartıştıklarını, grup içerisinde **işbirliği ve yardımlaşma** içerisinde çalıştıklarını, probleme **odaklan**ıp, **tanımını** yaptıklarını, **başlangıç noktası belirlediklerini**, **taslak çizimler** yaptıklarını, **adım adım ilerlediklerini**, **deneme yanılma** ile **veriler topladıklarını** ifade etmişlerdir.



Şekil 31. Öğrencilerin STEM etkinliklerinde kullandıkları yöntemler.

Öğrenciler kullandıkları problem çözme yöntemlerinden **görev paylaşımı** kodu ile ilgili öne çıkan bazı ifadeler şu şekildedir: "*herkese yapılacak bölümleri dağıtabildik. Çalışırken görev paylaşımı yapıyorduk sen şurayı ben burayı yapayım diyerek. En sonunda da beraber birleştiriyorduk."(S.T.), "ilk başladığımızda kendi aramızda tartıştık görevlendirme yaptık."(Ş.B.).*

Öğrencilerin STEM Etkinliklerinde sunulan durum ele alırken başvurdukları problem çözme yöntemlerinden **araştırma yapma** kodu ile ilgili öne çıkan bazı ifadeler şu şekildedir: "*çoğu konuda bilgisayardan faydalandık mesela güneş saati yaparken açıların kaç derece olması gerektiği ile ilgili internetten araştırma yaptık." (Y.U.), "mesela sahayı çizerken araştırmalarımız sonucu Normalde bir sahanın uzunluğu 120 metre olduğunu öğrendik"(A.A.).*

Öğrencilerin kullandıkları problem çözme yöntemlerinden **beyin fırtınası yapma ve başlangıç noktası belirleme** kodları altında değerlendirilen bazı ifadeler şu şekildedir: *yaptığımız çalışmalarda ilk olarak nereden başlamamız gerektiğini belirlemeye çalışıyor bunun üzerine düşünüyorduk.(S.T.), "önce fikirlerimizi sorduk birbirimize nasıl yapalım diye".(E.Ç.).*

Öğrencilerin kullandıkları problem çözme yöntemlerinden öğretmene sorma, deney yapma-veri toplama, adım adım ilerleme, deneme yanılma, problemi tanımlama, taslak çizimi, probleme odaklama kodları altında değerlendirilen ifadeler sırasıyla şu şekildedir:

"çözümü işlemler yaparak sizden de yardım alarak bulmaya çalıştık." (S.M.)

"ona göre ayarladık sonra deney yaptık çalışıp çalışmadığına dair."(Y.U.)

"adım adım ilerliyoruz aslında mesela güneş saatini yaparken önce ölçümlerini öğrendik sonra şeklini çizdik."(Ş.B.)

"elimizle çizmeye çalıştık pek yararı olmadı çizemedik."(Ş.B.)

"probleme nerden başlayacağımızı öğrendik. nasıl tamamlayacağımızı, nasıl geliştireceğimizi, nasıl devam edeceğimizi öğrendik. kısaca nasıl problemi tanımlayacağımızı ve nasıl devam edeceğimizi öğrendik."(S.T.)

"işlemler yaptık, cetvelle deneme çizdik filan."(S.M.)

"yani çemberin nasıl çizilecek problemine odaklanarak bu problemi çözmüş olduk çözüm önerisi getirdik"(A.A.)

STEM Etkinliklerinin STEM Alanlarına Yönelik İlgiye Etkisi

Bu bölümde STEM etkinliklerinin 10. sınıf öğrencilerinin STEM Alanlarına yönelik İlgisine (STEM-Aİ) etkisini belirlemek amacıyla yapılan analizler sonucu elde edilen bulgular verilmiştir. Bulgular tüm ölçeğin puan ortalamasına ve sırasıyla fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına ilgi alt boyutlarına göre sunulmuştur.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgisine etkisini incelemek için deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testlerinin birlikte analize dâhil edildiği karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Analiz sonucu elde edilen betimsel istatistikler ve anlamlılık sonuçları Tablo 14 ve Tablo 15'de verilmiştir. Buna ek olarak ön test ve son test puanları arasındaki ilişki Şekil 32'de sunulmuştur.

Tablo 14. Deney ve Kontrol Grupları STEM-Aİ Betimsel İstatistikleri

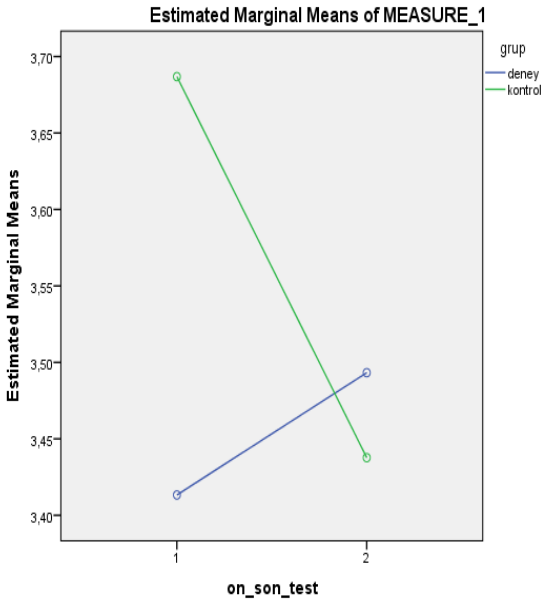
Grup			ss	n
Ön test Ortalaması	Deney	3.41	0.61	33
	Kontrol	3.68	0.58	33
Son test Ortalaması	Deney	3.55	0.61	66
	Kontrol	3.49	0.70	33

Tablo 14 incelendiğinde STEM alanlarına ilgi puan ortalamaları sırasıyla deney grubunda $_{ön}$ =3.41 iken ve $_{son}$ =3.55; kontrol grubunda ise $_{ön}$=3.68 iken $_{son}$ =3.49 olarak bulunmuştur. Bu bulguya göre deney grubu ortalaması artarken kontrol grubu ortalamasında düşüş gözlemlenmiştir. Bu durumun iki grup arasında anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığını göstermek amacıyla Tablo 16'da karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi sonucu verilmiştir.

Tablo 15. STEM Etkinliklerinin STEM-Aİ' ye Etkisi

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2
Gruplar arası						
Grup	0.39	1	0.39	0.57	0.45	0.01
Hata	43.50	64	0.68			
Grup içi						
Ölçüm	0.23	1	0.23	1.63	0.20	0.02
Ölçüm *Grup	0.89	1	0.89	6.16	0.02	0.09
Hata	9.27	64	0.14			

Tablo 15'te görüldüğü gibi STEM alanlarına yönelik ilgi puanları bakımından deney ve kontrol grupları arasında (F= 6.16, p= 0.02) p= .05 önem düzeyinde anlamlı farklılık meydana gelmiştir. Grup değişkeninin kısmi etki büyüklüğü (η2= 0.09) değerinin incelendiğinde ise deneysel işlemin %9'luk bir varyansı açıklandığı görülmektedir. Bu bulguyu destekler nitelikte Şekil 32'de her iki grubun STEM-Aİ ölçeğinden ön test ve son test ölçümlerindeki değişim sunulmuştur.



Şekil 32. Deney ve kontrol gruplarının STEM alanlarına ilgi puanlarındaki değişim.

Şekil 32'de görüldüğü gibi deney grubu öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik ilgileri artarken kontrol grubunda düşüş görülmektedir.

STEM etkinliklerinin *STEM-Aİ* alt boyutlarına göre incelenmesi.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına ilgisine etkisi incelenmiş ve gruplar arası farkın p= .05 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğu bulunmuştur. STEM etkinliklerinin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik ilgiye etkilerini incelemek için STEM alanlarına ilgi ölçeğinin alt boyutlarına göre fen alanına yönelik ilgi puanları için karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi ve matematik, teknoloji ve mühendislik alanı için ise Mann-Whitney U analizleri uygulanmış ve aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

STEM etkinliklerinin 10. sınıf matematik dersin kapsamında kullanılmasının öğrencilerin fen alanına yönelik ilgilerine etkisini incelemek için deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testlerinin birlikte analize dahil edildiği karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi testi uygulanmıştır. Analiz sonucu elde edilen betimsel istatistikler ve anlamlılık sonuçları Tablo 15 ve Tablo 16'da verilmiştir. Buna ek olarak ön test ve son test puanları arasındaki ilişki Şekil 33'te sunulmuştur.

Tablo 16. Deney ve Kontrol Grupları STEM- Fen Betimsel İstatistikleri

Grup			ss	n
Ön test ortalaması	Deney	3.55	0.93	33
	Kontrol	4.17	0.87	33
Son test ortalaması	Deney	3.57	1.06	33
	Kontrol	4.12	0.87	33

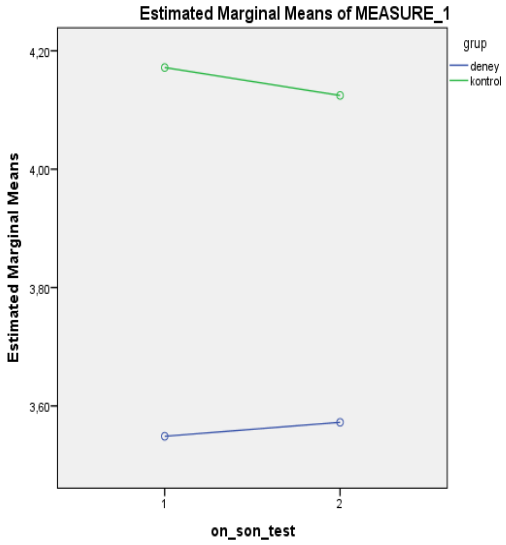
Tablo 15 incelendiğinde fen alanına yönelik ilgi puan ortalamaları sırasıyla deney grubunda $_{ön}$= 3.55 iken ve $_{son}$= 3.57; kontrol grubunda ise $_{ön}$= 4.17 iken $_{son}$= 4.12 olarak bulunmuştur. Bu bulguya göre fen alanına ilgi puanları her iki grupta da küçük oranda değişim göstermiştir. Bu durumun iki grup arasında anlamlı bir etkiye sahip olup olmadığını göstermek amacıyla Tablo 19'da karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi sonucu verilmiştir.

Tablo 17. STEM Etkinliklerinin Fen Alanlarına Yönelik İlgiye Etkisi

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2
Gruplar arası						
Grup	11.39	1	11.39	7.07	0.01	0.10
Hata	103.16	64	1.61			
Grup içi						
Ölçüm	0.01	1.00	0.01	0.04	0.85	0.001
Ölçüm*Grup	0.04	1.00	0.04	0.32	0.58	0.005
Hata	8.368	64.00	0.131			

Tablo 16'da görüldüğü gibi fen alanına yönelik ilgi puanları bakımından deney ve kontrol grupları arasında (F= 0.32, p= 0.58) p= .05 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Grup değişkeninin kısmi etki büyüklüğü (η2= 0.005) değeri incelendiğinde ise deneysel işlemin sıfıra yakın bir varyansı açık-

landığı görülmektedir. Bu bulguyu destekler nitelikte Şekil 33'te her iki grubun fen alanına ilgi boyutu ön test ve son test ölçümlerindeki değişim sunulmuştur.



Şekil 33. Deney ve kontrol grupları STEM- fen puanlarındaki değişim.

Şekil 33'te görüldüğü gibi deney grubunun fen alanına yönelik ilgisi çok az miktarda artarken kontrol grubunda yine çok az miktarda düşüş görülmektedir. STEM etkinliklerinin 10. sınıf matematik dersin kapsamında kullanılmasının öğrencilerin matematik, teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik ilgilerine etkisini incelemek için deney ve kontrol gruplarının son test puanlarından ön test puanlarının çıkarılması ile elde edilen fark değişkeni üzerinden Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Analiz sonucu elde edilen bulgular Tablo 17'de verilmiştir.

Tablo 18. STEM Etkinliklerinin Matematik Alanlarına Yönelik İlgiye Etkisi

Alt Boyut	Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Matematik	Deney	33	40,68	1342.50	307.50	0.002
	Kontrol	33	26.32	868.50		
Teknoloji	Deney	33	38.11	1257.50	392.50	0.051
	Kontrol	33	28.89	953.50		
Mühendislik	Deney	33	37.86	1249.50	400.500	0.06
	Kontrol	33	29.14	961.50		

Tablo 17'de görüldüğü gibi Mann-Whitney U testi sonucu elde edilen bulguya göre deney grubu Matematik alanına yönelik ilgi puanı sıra ortalaması SO_D=40.68 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 26.32 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında istatistiksel olarak (U= 307.50, p= 0.002) p= .05 önem düzeyinde deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubu Teknoloji alanına yönelik ilgi puanı sıra ortalaması SO_D= 38.11 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 28.89 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında (U= 392.50, p= 0.05) p= .05 önem düzeyinde anlamlı farklılık bulunmamıştır. Deney grubu Mühendislik alanına yönelik ilgi puanı sıra ortalaması SO_D= 37.86 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 29.14 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında (U= 392.50, p= 0.06) p= .05 önem düzeyinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Öğrencilerin STEM kariyer alanlarına yönelik görüşleri.

Yapılan analizlerde, STEM etkinlikleri katılan deney grubu öğrencileri ile katılmayan kontrol grubu öğrencilerinin deneysel işlem süreci sonunda STEM alanlarına yönelik ilgileri açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Bu durumu açıklar nitelikte öğrencilerin STEM alanlarına yönelik görüşlerine dair bulgular devam eden bölümde sunulmuştur. Öğrencilerin yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen ifadelerine göre STEM kariyer alanlarına yönelik görüşleri Tablo 23'te sunulmuştur. Öğrencilerin görüşlerinden STEM alanlarıyla ilgili, hayatı kolaylaştırma, araştırma, deney, insanları bilgilendirme, insanlığa fayda sağlama, gelişim, makine üretimi ve gözlem (1) kodları elde edilmiştir. Bununla birlikte öğrencilerin 4'ü bu alanlara ilgi duymadığı için gelecekte bu alanlarda çalışmak istemeyeceğini 3'ü ise STEM alanlarının ilgi çekici olduğunu ve dünya çapında tanınırlık elde edilebileceğini düşündüğünden bu alanlarda çalışmak isteyebileceğini ifade etmiştir. Elde Edilen kodlar kategorilere göre Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 19. Öğrencilerin STEM Kariyer Alanlarına İlişkin Görüşleri

Kategori	Kodlar		f
STEM Alanları Meslek Algıları	STEM çalışma alanları	Araştırma	2
		Deney	2
		Makine Üretimi	1
		Gözlem	1
	STEM alanları çıktıları	Hayatı Kolaylaştırma	4
		İnsanları Bilgilendirme	2
		İnsanlığa Fayda Sağlama	2
		Gelişim	1
STEM Alanlarında Meslek Tercih Etme/ Etmeme Nedenleri	STEM alanlarına İlgi Duymama		4
	STEM alanlarını İlgi Çekici Bulma		2
	Dünya Çapında Tanınma		1

Tablo 18'de görüldüğü gibi öğrenciler STEM alanlarını; araştırmalar, deneyler, gözlemler makineler üreterek hayatı kolaylaştıran, insanlığa fayda sağlayan, insanları bilgilendiren ve gelişim sağlayan alanlar olarak görmektedir. Öğrenci görüşlerine göre STEM alanlarında en çok araştırma ve deneyler yapılmakta ve hayatı kolaylaştıracak buluşlar ortaya çıkarılmaktadır. Bu ifadeyi destekler nitelikte olan Öğrencilerin görüşlerinden bazıları aşağıdaki gibidir:

"teknoloji bilim insanları teknisyenler daha çok var olan şeyleri geliştiriyorlar araştırmalar yapıyorlar."(C.B.)

"mesela bilim adamı deney, gözlem yapar. gözlem yapar daha sonra onunla ilgili deney yapar ve sonucu hakkında insanlara bilgi verir. o bilgiler doğruysa insanlar o bilgiyi günlük yaşantımıza koyarlar." (Y.U.)

"genelde bu alanlardaki insanlar insanlık için faydalı işler yaparlar. bilim deyince felsefe, düşünme gibi. teknoloji insan hayatını kolaylaştırmak için çalışmalar yaparlar."(S.T.)

STEM Etkinliklerinin Bilgi-işlemsel Düşünme Becerisine Etkisi

Bu bölümde matematik dersi bağlamında STEM etkinliklerinin öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme (BİD) becerilerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan analizlerin sonucu elde edilen bulgular verilmiştir. Ölçek toplam puanı ve alt boyutlardan puanlar hesaplanırken her bir öğrencinin puanı ortalama for-

mülü ile hesaplanmıştır. Bulgular ölçeğin genel ortalamasına ve alt boyutlarına göre ayrı ayrı sunulmuştur.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerisine etkisi incelemek için deney ve kontrol gruplarının ve son test puanlarından ön test puanlarının çıkarılarak elde edilen fark değişkeni üzerinden Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Fark değişkenleri üzerinden yapılan Mann-Whitney U testi sonucu Tablo 24'te verilmiştir.

Tablo 20. STEM Etkinliklerinin BİD Becerisine Etkisi

Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney Grubu	33	40.97	1352.00	298.00	0.002
Kontrol Grubu	33	26.03	859.00		

Tablo 19'da görüldüğü gibi Mann-Whitney U testi sonucu elde edilen bulguya göre deney grubu bilgi-işlemsel düşünme becerisi puanı sıra ortalaması SO_D= 40.97 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 26.03 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının fark değişkenleri arasında istatistiksel olarak (U= 298.00, p= 0.002) p= .05 düzeyinde deney grubu lehine anlamlı farklılık çıkmıştır.

STEM etkinliklerinin BİD becerisi alt boyutlarına etkisi.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin BİD becerilerine etkisi Mann-Whitney U testi ile incelenmiş ve p= .05 önem düzeyinde anlamlı bulunmuştur. STEM etkinliklerinin BİD becerisi alt boyutları olan; yaratıcılık, algoritmik düşünme, işbirlikli çalışma, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerine etkisini ayrı ayrı incelemek için verilerin varsayımları karşılaması durumuna göre; algoritmik düşünme, işbirlikli çalışma ve eleştirel düşünme alt boyutlarında Mann-Whitney U, yaratıcılık ve problem çözme alt boyutlarında ise karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizleri uygulanmış ve aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerisi alt boyutlarından yaratıcılığa etkisini incelemek için deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testlerinin birlikte analize dâhil edildiği karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Analiz sonucu elde edilen betimsel istatistikler ve anlamlılık sonuçları Tablo 25 ve Tablo 26'da verilmiştir. Buna ek olarak ön test ve son test puanları arasındaki ilişki Şekil 29'da sunulmuştur.

Tablo 21. Grupların Yaratıcılık Puanları Betimsel İstatistikleri

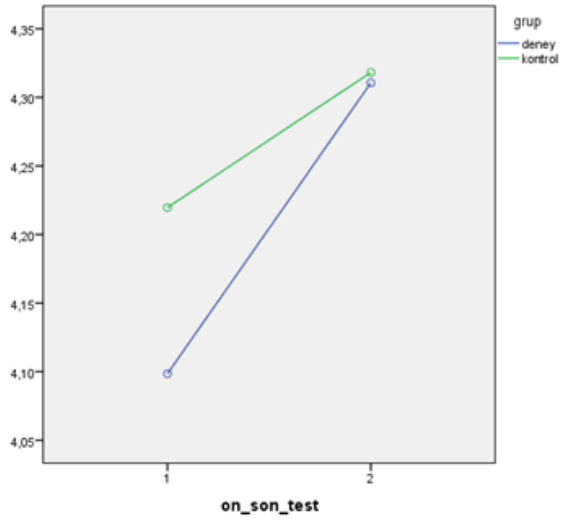
Grup			ss	n
Ön test ortalaması	Deney	4.10	0.67	33
	Kontrol	4.22	0.45	33
Son test ortalaması	Deney	4.31	0.65	33
	Kontrol	4.32	0.44	33

Tablo 20 incelendiğinde yaratıcılık puan ortalamaları sırasıyla deney grubunda $_{ön}$= 4.10 ve $_{son}$= 4.31 iken kontrol grubunda ise $_{ön}$= 4.22 ve $_{son}$= 4.32 olarak bulunmuştur. Bu bulguya göre yaratıcılık puanları her iki grupta da artmıştır. Ancak deney grubundaki artış kontrol grubuna göre daha fazla olmuştur. Bu durumun iki grup arasında anlamlı bir farklılığa neden olup olmadığını göstermek amacıyla Tablo 21'de karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi sonucu verilmiştir.

Tablo 22. STEM Etkinliklerinin Yaratıcılığa Etkisi

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2
Gruplar arası						
Grup	0.137	1	0.137	0.227	0.635	0.004
Hata	38.559	64	0.602			
Grup içi						
Ölçüm	0.79	1	0.79	21.99	0.0001	0.25
Ölçüm*Grup	0.10	1	0.10	2.94	0.09	0.04
Hata	2.316	64	0.036			

Tablo 21'de görüldüğü gibi yaratıcılık puanları bakımından deney ve kontrol grupları arasında (F= 2.94, p=0.09) p= .05 önem düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Grup değişkeninin kısmi etki büyüklüğü (η2= 0.04) değeri incelendiğinde ise deneysel işlemin %4' lük bir varyansı açıklandığı görülmektedir. Bu bulguyu destekler nitelikte her iki grubun yaratıcılık boyutu ön test ve son test ölçümlerindeki değişim Şekil 34'te sunulmuştur.



Şekil 34. Deney ve kontrol grupları yaratıcılık puanlarındaki değişim.

Şekil 34'te görüldüğü gibi deney grubunun yaratıcılık boyutu puanı kontrol grubu puanına göre daha fazla artmasına rağmen aradaki bu artış farkının önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerisi alt boyutlarından algoritmik düşünme, işbirlikli çalışma ve eleştirel düşünme becerilerine etkisini incelemek için deney ve kontrol gruplarının ön test puanlarının ve son test puanlarından çıkarılarak elde edilen fark değişkeni üzerinden Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Mann-Whitney U testi sonucu Tablo 27'de verilmiştir.

Tablo 23. STEM Etkinliklerinin Algoritmik, İşbirlikli ve Eleştirel Düşünme Boyutlarına Etkisi

Alt Boyut	Gruplar	n	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Algoritmik Düşünme	Deney Grubu	33	39.80	1313.50	336.50	0.006
	Kontrol Grubu	33	27.20	897.50		
İşbirlikli Çalışma	Deney Grubu	33	42.88	1415.00	235.00	0.0001
	Kontrol Grubu	33	24.12	796.00		
Eleştirel Düşünme	Deney Grubu	33	43.67	1441.00	209.00	0.0001
	Kontrol Grubu	33	23.33	770.00		

Tablo 22'de verilen Mann-Whitney U testi sonucu elde edilen bulgulara göre deney grubu Algoritmik düşünme becerisi puanı sıra ortalaması SO_D=39.80 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 27.20 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının algoritmik düşünme becerisi boyutu bağlamındaki fark değişkenleri arasında (U= 336.50, p= 0.006) p= .05 önem düzeyinde deney grubu lehine anlamlı farlılık bulunmmuştur. Bu bulguya göre matematik dersi bağlamında STEM etkinliklerinin uygulanmasının, algoritmik düşünme becerisini arttırdığı söylenebilir. Deney grubu İşbirlikli çalışma becerisi puanı sıra ortalaması SO_D= 42.88 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 24.12 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının İşbirlikli çalışma becerisi boyutu bağlamındaki fark değişkenleri arasında istatistiksel olarak (U= 336.50, p= 0.006) p= .05 önem düzeyinde deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubu eleştirel düşünme becerisi puanı sıra ortalamasıSO_D= 43.67 iken kontrol grubu sıra ortalaması SO_K= 23.33 olarak bulunmuştur. Deney ve kontrol gruplarının eleştirel düşünme becerisi boyutu bağlamındaki fark değişkenleri arasında istatistiksel olarak (U= 209.00, p= 0.0001) p= .05 önem düzeyinde deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur.

STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme alt boyutlarından problem çözmeye etkisini incelemek için deney ve kontrol gruplarının ön test ve son testlerinin birlikte analize dâhil edildiği karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi uygulanmıştır. Analiz sonucu elde edilen betimsel istatistikler ve anlamlılık sonuçları Tablo 30, Tablo 31 ve Şekil 30' da verilmiştir.

Tablo 24. Deney ve Kontrol Grupları Problem Çözme Becerisi Betimsel İstatistikleri

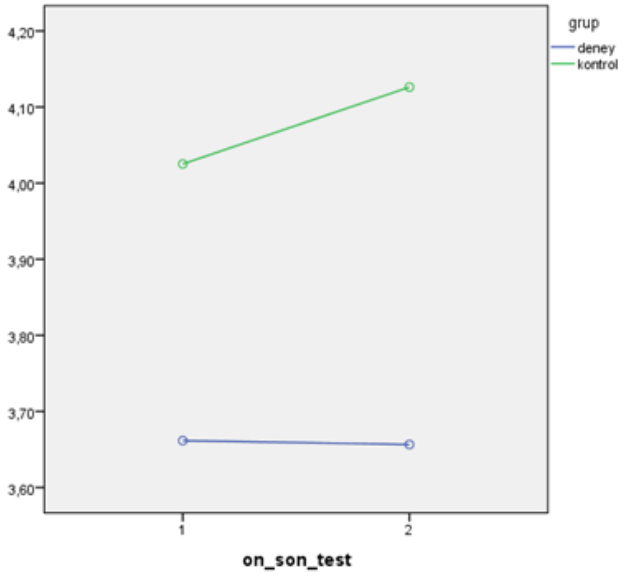
Grup			ss	n
Ön test ortalaması	Deney	3.66	0.70	33
	Kontrol	4.03	0.65	33
Sontest ortalaması	Deney	3.66	0.57	33
	Kontrol	4.13	0.50	33

Tablo 24 incelendiğinde problem çözme puan ortalamaları sırasıyla deney grubunda$_{ön}$= 3.66 iken ve $_{son}$= 3.66; kontrol grubunda ise $_{ön}$=4.03 iken $_{son}$ =4.13 olarak bulunmuştur. Bu bulguya göre problem çözme deney puanları grubunda aynı kalırken kontrol grubunda az miktarda artmıştır. Bu durumun iki grup arasında anlamlı bir farklılığa neden olup olmadığını göstermek amacıyla Tablo 31'de karışık ölçümler için iki faktörlü varyans analizi sonucu verilmiştir.

Tablo 25. STEM Etkinliklerinin Problem Çözme Becerisine Etkisi

Varyansın Kaynağı	Kareler toplamı	Sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi η^2
Gruplar arası						
Grup	5.73	1	5.73	9.51	0.00	0.13
Hata	38.55	64	0.60			
Grup içi						
Ölçüm	0.08	1	0.08	0.54	0.46	0.01
Ölçüm *Grup	0.09	1	0.09	0.66	0.41	0.01
Hata	8.93	64	0.14			

Tablo 25' te görüldüğü gibi problem çözme becerisi puanları bakımından deney ve kontrol grupları arasında (F= 0.66, p= 0.41) p= .05 önem düzeyinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Grup değişkeninin kısmi etki büyüklüğü (η2= 0.01) değerinin incelendiğinde ise deneysel işlemin %1'lük düşük bir varyansı açıkladığı görülmektedir. Bu bulguyu destekler nitelikte Şekil 35'da her iki grubun Problem çözme becerisi boyutu ön test ve son test ölçümlerindeki değişim sunulmuştur.



Şekil 35. Deney ve kontrol grupları problem çözme becerisi puanlarındaki değişim.

Şekil 35' te görüldüğü gibi kontrol grubunun bilgi-işlemsel düşünme becerisi alt boyutu problem çözme becerisi puanı belli bir miktarda artarken deney grubu puanının sabit kaldığı görülmüştür. Ancak aradaki farkın önemli düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Öğrencilerin STEM Etkinlikleri Bağlamındaki Değerlendirmeleri

Araştırmanın öğrencilerin deneysel sürece yönelik değerlendirmelerine ilişkin içerik analizinden elde edilen nitel bulguların 3 ana tema etrafında dağılmıştır. Bu temalar Şekil 36'de verilmiştir. Buna göre öğrencilerin değerlendirmeleri; Bilgisayar Destekli Eğitim (BDE), İşbirlikli öğrenme ve Etkinliklere yönelik değerlendirmeler olarak temalandırılmışıtr.



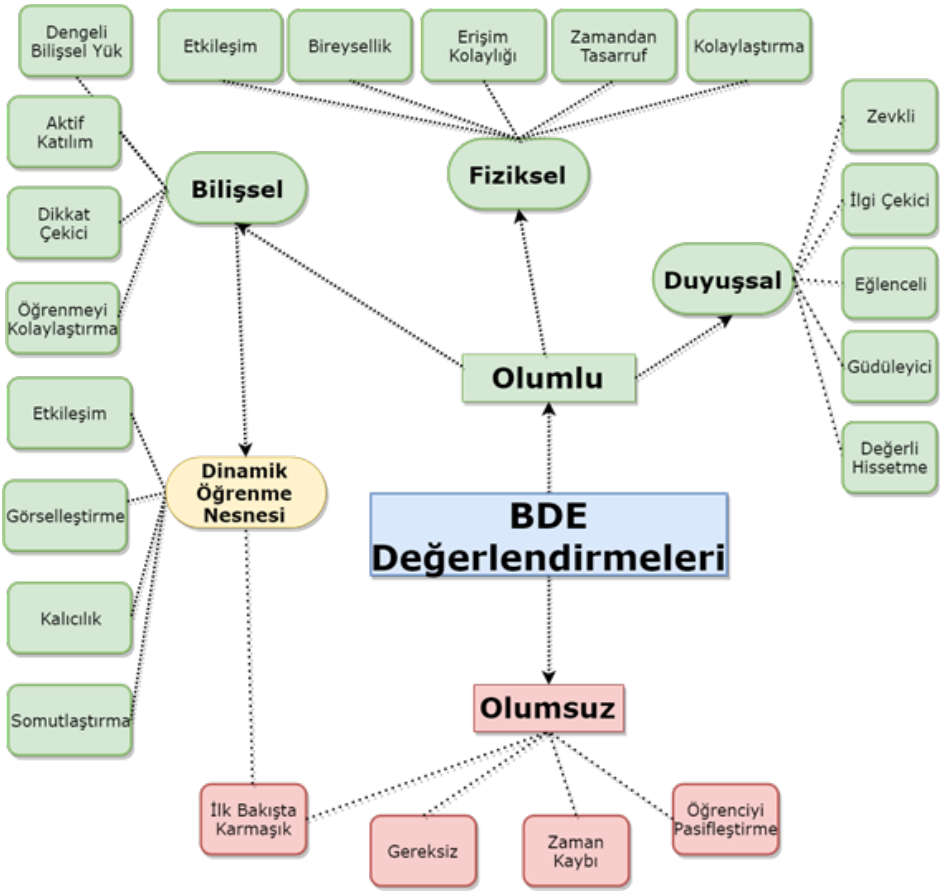
Şekil 36. Öğrencilerin değerlendirmelerine ilişkin kategoriler.

Araştırmanın nitel bulguları Şekil 36 sırasıyla BDE' ye yönelik değerlendirmeler, etkinliklere yönelik değerlendirmeler ve işbirlikli öğrenmeye yönelik değerlendirmeler olarak 3 başıkta ayrı ayrı sunularak verilmiştir.

Bilgisayar Destekli Eğitim (BDE)' e yönelik değerlendirmeler.

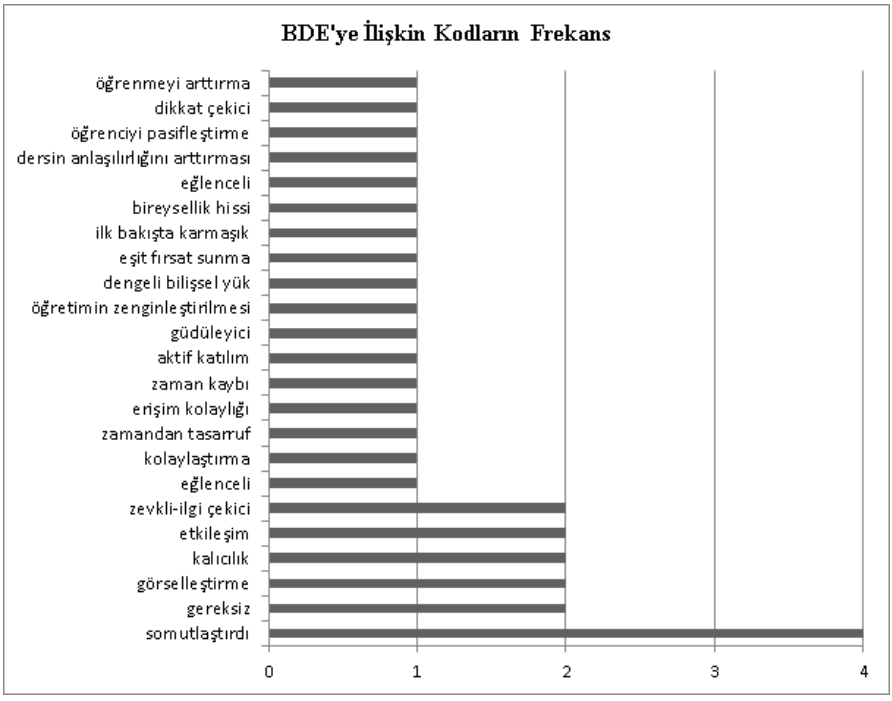
Bu bölümde STEM etkinlikleri gerçekleştirilirken kullanılan BDE uygulamalarına ilişkin görüşlerine başvurulan öğrencilerin değerlendirmeleri

sunulmuştur. Bu görüşmeler neticesinde BDE'ye yönelik değerlendirmelerden elde edilen kodlar Şekil 37' de verilmiştir. Şekil 37' de yeşil renkli kodlar olumlu kırmızı renkli kodlar ise olumsuz değerlendirmeleri simgelemektedir.



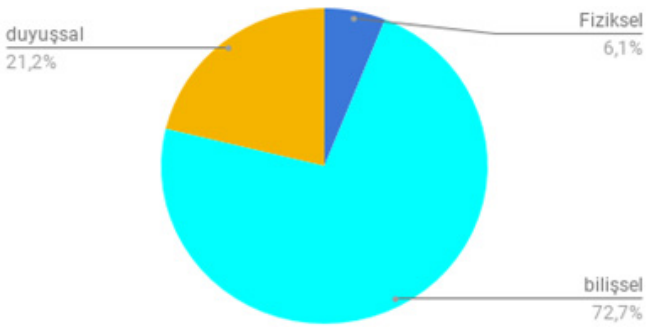
Şekil 37. BDE' ye yönelik değerlendirmeler.

Şekil 37'de görüldüğü gibi öğrencilerin BDE'ye yönelik değerlendirmeleri olumlu ve olumsuz değerlendirmeler olarak ikiye ayrılmıştır. Öğrencilerin BDE'ye değerlendirmelerinin %90'lık kısmı olumlu iken %10'luk kısmı ise olumsuz olarak ortaya çıkmıştır. **Şekil** 38'te BDE'ye yönelik ortaya çıkan kodların frekansları sunulmuştur.



Şekil 38. BDE'ye yönelik öğrenci değerlendirmelerinin frekansları.

Olumlu değerlendirmeler ise kendi içerisinde bilişsel, duyuşsal ve fiziksel bağlamlardaki değerlendirmeler olarak 3 kategori altında sınıflandırılmıştır. BDE'nin bilişsel etkileri bağlamındaki değerlendirmeleri altında dinamik öğrenme nesnelerine yönelik görüşlerin yoğunluğundan dolayı alt bir kategori oluşturularak bu nesnelere yönelik kodlar verilmiştir. Öğrencilerin değerlendirmelerine ilişkin ortaya çıkan kodların kategorilere göre dağılım yüzdesi Şekil 39'da sunulmuştur.



Şekil 39. Kodların kategorilere göre dağılımı.

Şekil 39'da görüldüğü gibi öğrencilerin BDE'ye yönelik olumlu değerlendirmelerin içerisinde bilişsel boyuttaki görüşlerin ön plana çıkmış olduğu görülmektedir. Devam eden başlıklarda her tema ve kategori bağlamında alt başlıklar oluşturularak bulgular sunulmuştur.

BDE'ye yönelik olumlu değerlendirmeler.

Öğrencilerin BDE'ye yönelik olumlu teması altında toplanan değerlendirmeleri bilişsel, duyuşsal ve fiziksel etkileri şeklinde sınıflandırılmıştır. **Şekil** 38 ve Şekil 39 incelendiğinde bilişsel kategorideki kodların frekanslarının daha baskın olduğu daha sonra duyuşsal ve fiziksel kategorilerine ait kodların dikkat çektiği görülebilir. Bilişsel, duyuşsal ve fiziksel sırasıyla bulgular sunulmaya devam edilmiştir.

BDE'ye yönelik olumlu bilişsel değerlendirmeler.

Öğrencilerin BDE'ye yönelik olumlu teması altında toplanan değerlendirmeleri Bilişsel kategorisinde toplanan kodlar Şekil 40'ta verilmiştir. Sarı renk ile dinamik öğrenme nesnesine ait kodlar belirtilmiştir. Somutlaştırma kodundaki geçişken renk ise hem dinamik öğrenme nesnesi bağlamında hem de genel BDE bağlamında yapılan değerlendirmelerden elden edilmiş olduğunu simgelemek için kullanılmıştır.



Şekil 40. BDE-bilişsel etkileri kod kümesi.

Öğrencilerin, STEM etkinlikleri bağlamında kullanılan BDE'nin olumlu yöndeki bilişsel etkileri ile ilgili olarak; Somutlaştırma, Görselleştirme, Kalıcılık, Etkileşim, Dengeli bilişsel yük, Dikkat çekme, Öğrenmeyi kolaylaştırma ve

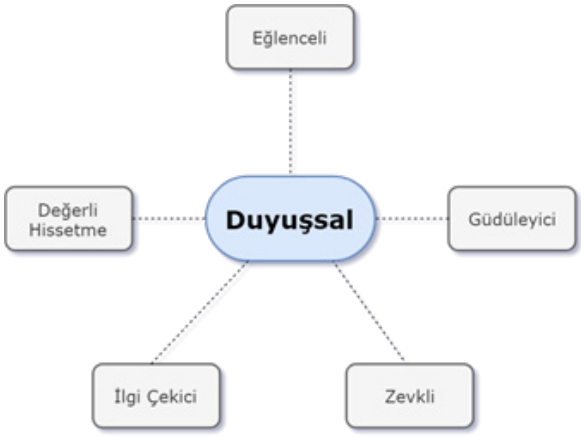
Aktif katılım sağlama yönlerini vurguladıkları görülmüştür. BDE'nin **somutlaştırma**, **görselleştirme, dikkat çekme** ve öğrenmeyi **kolaylaştırma** yönündeki katkılarını: S.M. kodlu öğrenci "*matematiği somutlaştırdı. Uygulamalı öğrendik*.", E.Ç. kodlu öğrenci "*görsel açıdan faydalı oldu. somutlaştırdı konuyu*.", A.A. kodlu öğrenci ise "*matematik dersinde bilgisayar, projeksiyon gibi araçlarda yararlanmak,* üç boyutlu ortamda geometrik şekilleri görmek daha dikkat çekici *olur. daha anlaşılır olur daha somut olur*" şeklindeki ifadeleri ile genelde BDE'nin ve özelde dinamik öğrenme nesnelerinin; dikkat çekici olması, matematik dersini daha somut bir hale getirmesi, görselleştirmesi ve öğrenmeyi kolaylaştırmasını vurgulamışlardır.

Dinamik öğrenme nesnelerinin faydalarından bahsederken **Kalıcılık ve Etkileşim** özelliğini ön plana çıkaran görüşlerden bazıları ise S.T. kodlu öğrenci *"... bilgisayar üzerinde dokunarak öğrendiğimiz zaman daha kalıcı oluyor. Nesneler ile etkileşime girme hareket ettirme daha kalıcı olmasını sağlıyor.*" başka bir soruya verdiği yanıtta yine aynı özelliklerine vurgu yaparak "*bize anlattığınız zaman biz onu düşünüyoruz. Aklımızda hayal ediyoruz. Ama bilgisayar üzerinde dokunarak öğrendiğimiz zaman daha kalıcı oluyor."* şeklindeki ifadeleriyle dinamik öğrenme nesnelerinin etkileşim özelliği vasıtasıyla kalıcılığı arttırdığını ifade etmektedir. Matematik dersi akademik başarı notu 25 olan ve sınıf ortalamasından(42) oldukça düşük olan Y.U. kodlu öğrenci ise kalıcılığı vurgularken; geleneksel sınıf ortamı ile deneysel süreçte gerçekleştirilen STEM etkinliklerini karşılaştırdığı "*az önce anlattığım gibi hoca geliyor 80 dakika ders anlatıyor oradan hiçbir* şey anlamıyorsun anladığımı da evi gidene kadar yolda unutuyorum. Ama ben sizin derste yaptığınız etkinlikleri hala hatırlıyorum." şeklindeki ifadesini belirtmiştir. Aynı öğrenci BDE'nin **dengeli bilişsel yük** özelliğini vurgularken *"...80 dakikalık bir derste sürekli hocanın hiç durmadan, bu budur bu budur ders diye ders anlatmasından insanın beyni yoruluyor. Bir görsel olsa en azından insan(öğrenciler) o görsele odaklanır. Hocanın anlattıklarını o görsele yakınlaştırmaya ilişkilendirmeye çalışır.*" İfadelerini dile getirmiştir. Öğrencinin bu ifadesi araştırmacı tarafından BDE'nin geleneksel sınıf ortamına kıyasla öğrencinin bilişsel anlamda daha dengeli bir yüklenme sağladığı şeklinde yorumlanmıştır.

Matematik dersini zor ve geçilmesi gereken bir engel olarak gören E.Ç. kodlu öğrenci BDE'nin matematik dersinde **Aktif katılımı** sağlamasını *"mesela bizim uygulamalarımızda bilgisayarlar dağıtmıştınız sorular çözüyorduk ders çalışıyorduk."* şeklinde ifade etmiştir. Öğrencinin böyle bir ifadeyi dile getirmesinden dolayı BDE teknolojilerinden yararlanmasıyla ders sürecine daha fazla katılım göstermesinin desteklendiği söylenebilir.

BDE' ye yönelik olumlu duyuşsal değerlendirmeler.

Öğrencilerin BDE' ye yönelik olumlu değerlendirmeler teması altında toplanan değerlendirmeleri Duyuşsal kategorisindeki kodlar *Şekil 41*'da sunulmuştur. Öğrenciler, katıldıkları STEM etkinlikleri deneyimlerine bağlı olarak yaptıkları değerlendirmeler neticesinde BDE' nin eğlenceli, güdüleyici, zevkli, ilgi çekici olduğunu ve kendilerini daha değerli hissettirdiğini (eşit fırsat sunma) vurgulamıştır.



Şekil 41. BDE-duyuşsal etkileri kod kümesi.

BDE'nin **eğlenceli** olduğunu belirtirken geleneksel sınıf ortamı ile kıyaslama şeklinde yorumda bulunan S.T. kodlu öğrenci "*hocam bence BDE teknolojileri kullanılmalı çünkü sadece hocamızın anlattığı dersi dinlediğimizde sıkılabiliyoruz…Hem arkadaşlıklarımız güçleniyor hem de derste etkinlikler yaptığımızdan eğlenceli oluyordu*." şeklinde düşüncesini ifade etmiştir. Matematik dersinin ilgisini çekmediğini ve zor olduğunu belirten E.Ç. kodlu öğrenci BDE'nin matematik dersini daha **zevkli** hale getirdiğini "*matematik dersi bizi zorladığı için bu teknolojik araçlardan faydalanırsak daha zevkli bir hale geliyor. Normalde hocalar anlatır anlatır yazdırır. Monotonluktan çıkarıyor*." şeklindeki görüşü ile vurgulamıştır. E.Ç. kodlu öğrenci ayrıca BDE'nin derste kullanımının **güdüleyici** bir etkiye sahip olduğunu "*daha fazla öğrenesimiz geliyor. Yani öğrenme isteğimiz artıyor. Çünkü farklı etkinlikler oluyor. Farklı birşeyler olunca isteğimizde artar diye düşünüyorum ve bu faydalıdır.*" şeklindeki ifadesiyle dile getirmiştir. Matematik dersini sevdiğini ve eğlenceli bir ders olarak gören A.A. kodlu öğrenci de "öğrencilerin daha fazla dikkatini çekiyor. Şimdiki öğrenciler bilgisayar teknolo-

jileri daha çok ilgi duyuyorlar. Daha fazla meraklılar Bu teknolojilere. Bu yüzden bilgisayarlı teknolojileri derste kullanılması yararlıdır Matematik dersini sevmeyen veya öğrenmede zorlanan birisi de bu araçları gördüğünde ilgisini çekecektir" şeklindeki ifadesiyle BDE'nin dersin **ilgi çekiciliğini** arttırdığını belirtmiştir. Bu görüşler hem matematikte başarılı ve dersi seven bir öğrencinin hem de dersi sevmeyen ve sınıf ortalamasının altında olan bir öğrencinin BDE'nin dersi daha ilgi çekici ve zevkli hale getirdiği konusunda hemfikir olduklarını göstermesi açısından önemli olduğu söylenebilir. Bunların aynı sıra farklı bir duyuşsal etki olarak matematik dersinde düşük bir başarı düzeyinde olan Y.U. kodlu öğrencinin BDE teknolojilerinden yararlandıkları ders sürecini geleneksel sınıf ortamıyla kıyasladığı görüşünü "*normalde hoca giriyor sınıfa bir soru soruyor bilen elini kaldırsın diyor. beş kişi elini kaldırıyor ve hoca sadece onlar ile ilgileniyor. biz geride kaldığımız için matematikten hep kalacaktık teknolojiden faydalanılması iyi oldu işe yaradı.*" şeklinde ifade etmiştir. Öğrencinin bu görüşü geleneksel sınıf ortamında kendisini dışlanmış ve önemsiz gibi gördüğünü göstermiştir. Etkinliklerde BDE teknolojilerinin doğası gereği diğer öğrenciler ile eşit fırsat sunmuş ve öğrenciye kendisini daha **değerli hissettirmiş**tir.

BDE'ye yönelik olumlu fiziksel değerlendirmeler.

Öğrencilerin BDE' ye yönelik olumlu teması altında toplanan değerlendirmeleri Duyuşsal kategorisinde toplanan kodlar *Şekil 42*'de sunulmuştur. Öğrencilerin katıldıkları STEM etkinliklerinde kullanılan BDE teknolojileriyle ilgili deneyimlerine bağlı olarak yaptıkları değerlendirmeler incelendiğinde BDE' nin fiziksel bağlamda; bireysellik, etkileşim, zamandan tasarruf, kolaylaştırma ve erişim kolaylığı yönlerini vurguladıkları görülmüştür.



Şekil 42. BDE-fiziksel etkileri kod kümesi.

BDE'nin **bireysellik** hissi oluşturması yönünü Ş.B. kodlu öğrenci "*bana özgü bir şey oldu önümdeydi benim dersin içeriği. ben ve grubuma sadece ait olan bir içerik sundu. 4 kişilik bir grupta özel ders veriliyormuş gibi hissettim.*" diyerek vurgulamıştır. STEM etkinliklerinde kullanılan bilgisayarların dokunmatik (**fiziksel etkileşim**) özelliğini ön plana çıkaran S.T. kodlu öğrenci "*bize anlattığınız zaman biz onu düşünüyoruz. aklımızda hayal ediyoruz. ama bilgisayar üzerinde dokunarak öğrendiğimiz zaman daha kalıcı oluyor."* şeklindeki ifadeleriyle dokunma anlamında etkileşime girmenin öğrenmeyi daha kalıcı hale getirdiğini belirtmiştir. C.B. kodlu öğrenci BDE'nin öğretmenin tahtaya şekil vs. çizmesi gibi konularda **kolaylaştırıcı** bir rolü olacağını ve **zamandan tasarruf** sağlayacağını" *Akıllı tahtamız olsa daha iyi olurdu.* Çünkü *hocamız derste yazıları şekilleri yazmak ve çizmek ile uğraşmazdı*." Şeklindeki ifadesi ile vurgulamıştır. Yine aynı öğrenci **erişim kolaylığı yönünü "***iyi olan tarafıysa önümüzde olmasından dolayı daha rahat görebiliyorduk işlemleri yapabiliyorduk o açıdan da iyi oldu tabi.***"** şeklinde ifade etmiştir.

BDE' ye yönelik olumsuz değerlendirmeler.

Öğrencilerin BDE' ye yönelik olumsuz değerlendirmeleri incelendiğinde öğrencilerin BDE'yi gereksiz, zaman kaybına sebep olan ve öğrenciyi pasifleştiren bir unsur olarak gördükleri bulunmuştur. Ayrıca BDE içerisinde değerlendirilen dinamik öğrenme nesnelerinin de ilk bakışta karmaşık geldiği yönünde değerlendirmelerin olduğu görülmektedir. *Şekil 43*'de kodlar verilmiştir.



Şekil 43. BDE'ye yönelik olumsuz kodlar.

BDE'yi öğretmen merkezli bir şekilde düşünen ve tüm öğrencilere bilgisayar dağıtmanın **gereksiz** olduğunu ifade eden C.B. "*Bilgisayar değil de daha çok akıllı tahtamız olsa daha iyi olurdu.* Çünkü *hocamız derste yazıları şekilleri yazmak ve çizmek ile uğraşmazdı*." şeklinde görüş bildirdikten sonra farklı bir soruda ise "*Herkese bilgisayar vermezdim mesela. Bir projeksiyon yeterdi. Hem*

o kadar gerekmiyor ha önünde ha karşında." şeklinde görüşünü ifade etmiştir. Bunun yanında Ş.B. kodlu öğrenci BDE teknolojilerinin **gereksiz** olduğunu "*Kullanılmazsa eğer çok büyük bir kaybımız olmaz*." şeklinde ifade etmiştir. C.B. kodlu öğrenci, BDE'nin **zaman kaybına** yol açtığını "*80 dakikalık bir ders 40 dakikasını onunla uğraşıyorduk bilgisayarı aç ilgilen, fişi tak, dosyayı aç*." şeklinde kurduğu cümleyle belirtmiştir. S.M. kodlu öğrenci ise BDE'nin öğrenciyi pasifleştirdiğini araştırmacı ile girdiği şu diyalogda ifade etmiştir:

S.M.: *Her derste akıllı tahta veya benzeri teknolojiler kullanılmamalı bana göre. Gerektiğinde yazmalıyız. Kendimiz yapmalıyız sonuçta.*

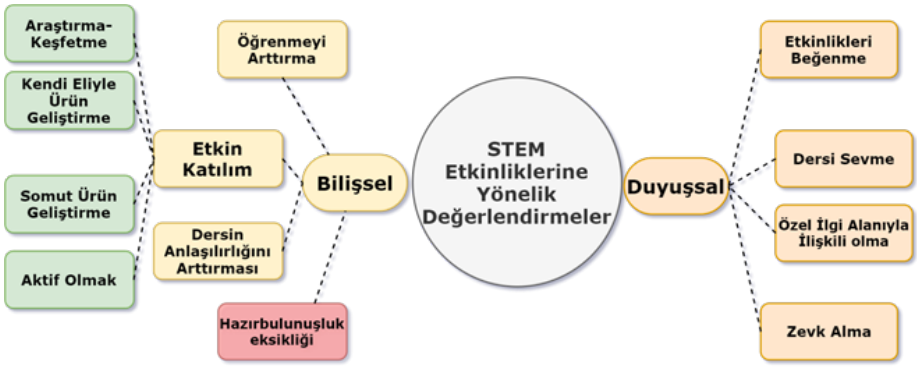
Araştırmacı: *Cihaz anlamında söylüyorsun sanırım.*

S.M.: *Evet bilgisayar vs. kolaylaştırıyor ama tembelleştiriyor bana göre. Daha çok insanın kendi yapması gerekeni cihaza aktarıyor.*

BDE teknolojilerine yönelik son olumsuz değerlendirme ise kullanılan dinamik öğrenme nesneleri bağlamında **ilk bakışta karmaşık** olduğu şeklinde yapılmıştır. Bu değerlendirmesini Y.U. "*ilk başta karmaşık geldi gözü korkuttu ama sonradan daha kolay oldu.*" şeklinde ifade etmiştir. Bu görüşe göre dinamik öğrenme nesneleri başarı seviyesi düşük öğrencilerin yeni uygulandığı durumlar için bir süre karmaşık gelebileceği şeklinde yorumlanmıştır.

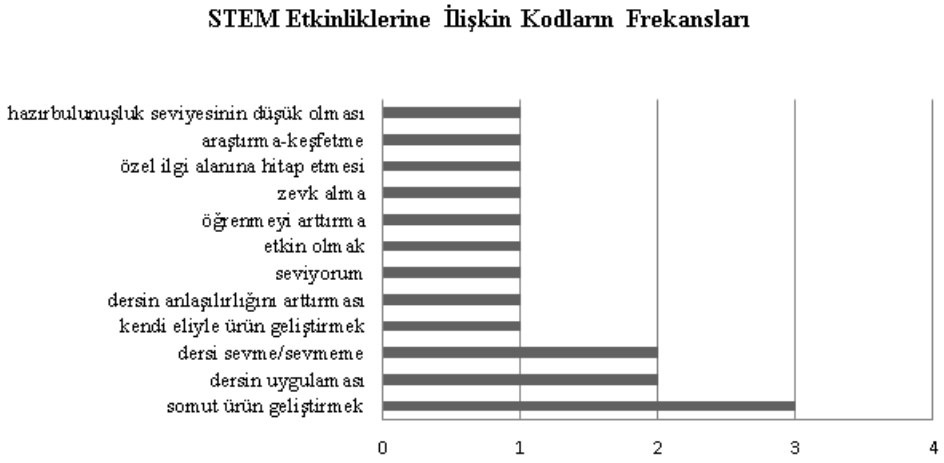
STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmeler.

Öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmelerini belirleyebilmek için katılmış oldukları etkinliklere ilişkin görüşlerine başvurulmuştur. Bu görüşler neticesinde STEM etkinliklerine yönelik öğrenci değerlendirmelerinden elde edilen kodlar Bilişsel ve Duyuşsal değerlendirmeler olarak gruplanmış ve Şekil *44*'da sunulmuştur.



Şekil 44.STEM etkinliklerine ilişkin elde edilen kodlar.

Şekil 44'te görüldüğü gibi STEM etkinliklerine yönelik öğrencilerin değerlendirmelerinin büyük çoğunluğu olumlu olmakla beraber; öğrencilerin hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olduğundan dolayı STEM etkinliklerini gerçekleştirmede zorlandıkları yönünde değerlendirme de ortaya çıkmıştır. Bu görüş kırmızı renk ile şekilde belirtilmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden elde edilen kodlar Şekil 45'te verilmiştir.

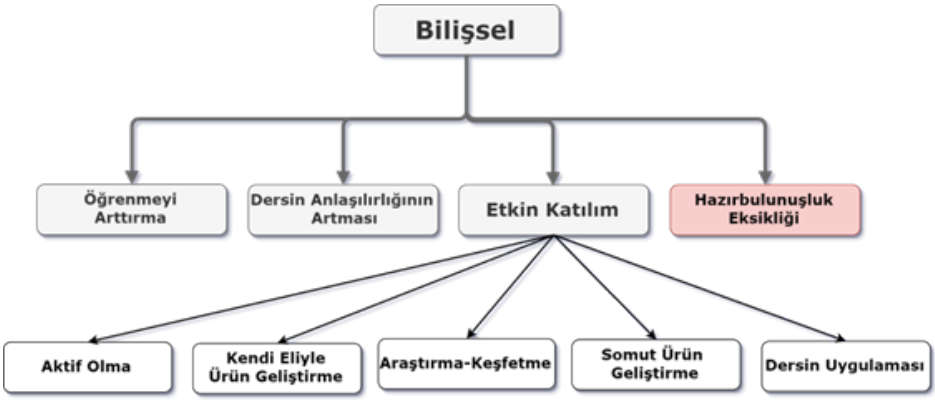


Şekil 45. STEM etkinliklerine ilişkin kodların frekansları

STEM etkinliklerine ilişkin öğrenci değerlendirmeleri incelendiğinde Şekil 45'ta görüldüğü gibi öğrencilerin etkinliklerin daha çok; zevk alma, dersi sevme gibi duyuşsal özelliklerinin ve somut ürün geliştirme, kendi eliyle ürün geliştirme gibi etkin katılım yönlerini ön plana çıkardığı görülmektedir. Öğrencilerin STEM etkinliklerine dair yapmış oldukları değerlendirmeler bilişsel ve duyuşsal başlıkları altında ele alınmıştır.

STEM etkinliklerine yönelik bilişsel değerlendirmeler.

Öğrencilerin STEM Etkinliklerine yönelik değerlendirmelerinden Bilişsel kategorisinde toplanan kodlar Şekil 46'da verilmiştir. Etkinliklere dair öğrencilerin zorluk olarak görülen kod Şekil 46'da kırmızı renk ile vurgulanmıştır.



Şekil 46. STEM etkinlikleri bilişsel boyutu.

Şekil 46'da görüldüğü gibi öğrencilerin, STEM etkinliklerine yönelik bilişsel değerlendirmeleri; etkin katılım (f=8), öğrenmeyi arttırma (f=1), dersin anlaşılırlığının artması (f=1) ve hazırbulunuşluk eksikliği (f=1) yönlerini vurguladıkları görülmüştür. Etkin katılım ise kendi içerisinde 6 alt kodu barındırmaktadır. Öğrenciler bu 6 alt kodun derslere etkin katılımlarını sağladığı yönünde görüş bildirmiştir. Bu kodlar frekans sırasına göre; somut ürün geliştirme, dersin uygulamaya geçirilmesi, araştırma-keşfetme, kendi eliyle ürünler geliştirme, özel ilgi alanlarıyla ilişkili olma ve aktif olma şeklinde ortaya çıkmıştır. STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmelerinin etkin katılım kategorisindeki **somut ürün geliştirme** ile ilgili örnek olarak Ş.B. "çember yaptık sonra saat yaptık sürekli derste işlediğimiz şey aslında çember onu böyle canlı bir şekilde elimize aldık filan.... mesela sürekli ekranlarda kitaplarda gördüğümüz birşey olan güneş saatini kendin yapıyorsun. dokunuyorsun hissediyorsun o yanı benim ilgimi çekti beni iyi hissettirdi." Şeklinde açıklama yaparken, S.T. "*etkinliklerde benim dikkatimi (ürün olarak ortaya çıkan) yaptığımız maketler çekmişti. maketleri yaparken dersten daha çok zevk aldım diyebilirim*." şeklindeki ifadeleriyle somut ürünler geliştirmenin derse daha çok katılım göstermelerini sağladığını ifade etmiştir. Somut ürün geliştirmeye benzer bir kod olarak dikkat çeken **kendi eliyle ürün geliştirmeye** yönelik C.B. *"En azında bir şeyler ile elimizde uğraştık. elimle yaptığım kesip biçtiğim şeylerdi. Zaten günlük hayatımda da hep bir şeyler çiziyorum kıyafetler tasarlıyorum. Kendi elimle yaptığım şeyler olması hoşuma gidiyor*." şeklinde görüşünü ifade etmiştir. Burada somut ürün geliştirmekten farklı olarak kendi eliyle ürün geliştirme şeklinde yeni bir kod oluşturulmasının sebebi, öğrencinin ürün geliştirmekten ziyade kendi eliyle bir şeyler yapmaya olan vurgusudur. STEM etkinliklerinin bilişsel anlamda etkin katılımı sağladığı-

na dair diğer kategorilere ilişkin değerlendirmelere bakıldığında **dersin uygulamaya geçirildiğini** Y.U. kodlu öğrenci "*mesela güneş saatini çizerken çemberin uzunluğunu yapıyorduk orada. o günkü konumuzla ilişkiliydi.* πr^2 *gibi işlemleri yaparak çizmemiz daha etkili oldu. matematik dersinin uygulaması oldu*" şeklindeki ifadesiyle vurgulamıştır. Etkin katılım kategorisinde A.A kodlu öğrenci STEM etkinlikleri esnasında **araştırma-keşfetme** koduna ilişkin şu ifadede bulunmuştur "Örneğin Güneş saatini yaparken herhangi bir araç kullanmadan bir Pergel kullanmadan 10 santim yarıçapında bir çember çizebileceğim aklıma gelmezdi Ama bu etkinliklerden sonra çemberi nasıl çizebileceğimizi araştırarak bulduk. yani çemberin nasıl çizilecek problemine odaklanarak bu problemi çözmüş olduk çözüm önerisi getirdik". Bunun yanında etkin katılımı derste **aktif olma** ile ilişkilendiren başka bir görüşte A.A kodlu öğrenci "*mesela sürekli ekranlarda kitaplarda gördüğümüz bir* şey olan güneş saatini kendin yapıyorsun." şeklinde görüş bildirmiştir.

Öğrencilerin değerlendirmelerinden elde edilen bulgulara göre STEM etkinliklerinin bilişsel boyuttaki katkılarından ikincisi öğrenmeyi arttırma olarak ortaya çıkmıştır. Ş.B STEM etkinliklerinin bu yönünü şu şekilde ifade etmiştir: "*dersin uygulamasını yaptığımız için daha iyi etkilendik. öğrenmemizi etkiledi, daha iyi öğrenmemizi sağladı.".* Öğrenmeyi arttırmaya benzer bir bulgu olan STEM etkinliklerinin **dersin anlaşılırlığını arttırması** yönünü ise Y.U. kodlu öğrenci "*benim hoşuma giden şey güneş saati vs gibi. Etkinlikleri yaparken dersi de anlamaktı.*" Şeklinde vurgulamıştır.

Öğrenciler STEM etkinliklerine yönelik genel anlamda olumlu değerlendirmeler yapmıştır. Bununla birlikte 10. sınıfa kadar geleneksel bir eğitim anlayışıyla yetişmiş olmaları deney grubu öğrencilerinde bu etkinlikleri gerçekleştirebilmeleri için bir hazırbulunuşluk eksikliğine yol açmıştır. Bu anlamda A.A kodlu öğrenci bu duruma "*daha önce hep tahtadaki çizimler ile gördüğümüzden dersleri herhangi bir yapıt şeklinde bir ürün ortaya çıkarmadığımızdan problemler yaşadık daha önce bu şekilde kendimiz bir şey yapmadığımızdan Biraz zorlandık*." şeklindeki ifadesiyle dikkat çekmiştir.

STEM etkinliklerine yönelik duyuşsal değerlendirmeler.

Öğrenciler, katıldıkları STEM etkinlikleri deneyimlerine bağlı olarak yaptıkları değerlendirmeler neticesinde elde edilen bulgulardan duyuşsal kategorisin altında toplanan kodlar Şekil 47' de sunulmuştur. Buna göre STEM etkinliklerine yönelik öğrencilerin görüşleri incelendiğinde; dersi sevme/sevmeme, etkinlikleri beğenme, özel ilgi alanıyla ilgili olma ve zevk alma kodları ortaya çıkmıştır.



Şekil 47. STEM etkinliklerine ilişkin duyuşsal değerlendirmeler.

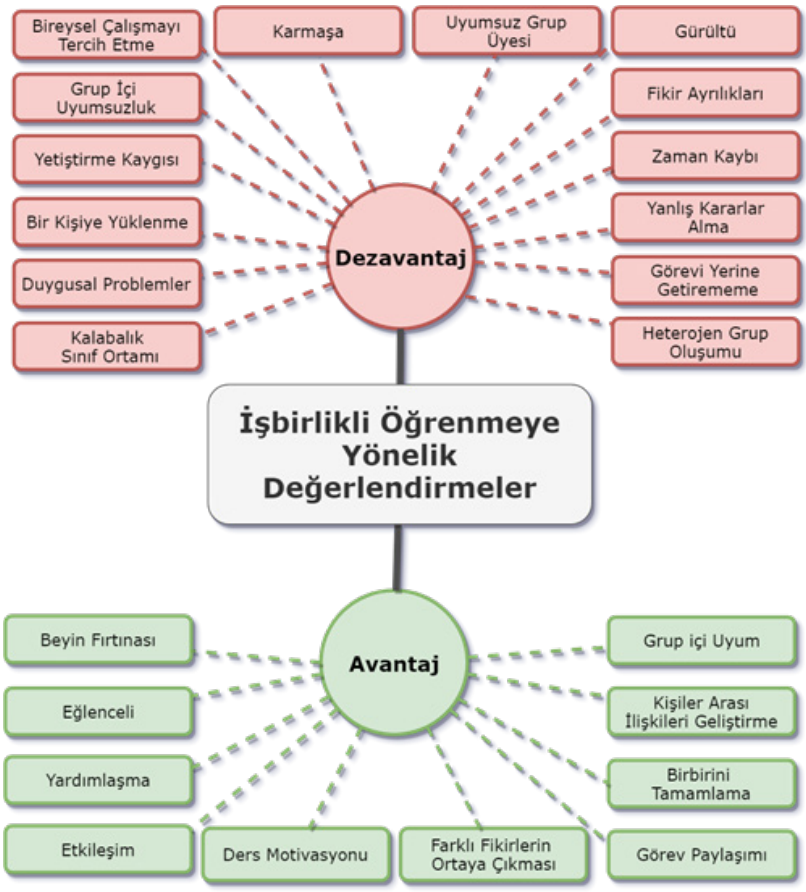
STEM etkinlikleri ile ilgili olarak öğrencilerin duyuşsal kategorisi altında toplanan kodlardan **Dersi sevme/sevmeme** ile ilgili E.Ç. kodlu öğrenci etkinliklere katılmamasının sebebi olarak "*ilgimi çeken bir ders olmaması matematiğin.*" ifadesinde bulunmuştur. Buna karşın A.A. kodlu öğrenci ise etkinliklere katılmasını şu ifadeyle açıklamıştır: "*birincisi matematik çok seviyorum etkinliklerde matematik işlemleri olması Benim ilgimi çekti.*" STEM etkinliklerine ilişkin duyuşsal kategorisi altında değerlendirilen ikinci kod olarak **etkinlikleri beğenme kodunu** *Ş.B.* "*genel olarak böyle etkinlikleri seviyorum" şeklinde ifade etmiştir.* STEM etkinliklerinin öğrencilerde oluşturmuş olduğu duyuşsal etkilerden bir diğer kod ise etkinliklerin özel ilgi alanlarına hitap etmesidir. Yerel bir kız futbol takımında amatör futbolcu olan S.M. futbol sahasına ilişkin yapılan bir etkinlikte (Diyarbakır stadyumunu Türkiye kupasına hazırlıyoruz) derse etkin katılmasını "*sevdiğim alan ile ilgili olduğu için bu etkinlik daha çok dikkatimi çekti. biliyorsunuz ki ben futbolcuyum. fazlasıyla aşığım çok hoşuma gidiyor her türlü. sahasından tutun çiziminden oynamasından çok seviyorum. çok dikkatimi çekiyor. ondan dolayı o etkinliklere çok katılıyordum*." şeklindeki ifadesiyle özel ilgi alanına hitap etmesine bağlamıştır. Duyuşsal kategorisinde son kod olarak **zevk alma** kodu ile ilgili S.T. "*etkinliklerde benim dikkatimi (ürün olarak ortaya çıkan) yaptığımız maketler çekmişti. maketleri yaparken dersten daha çok zevk aldım diyebilirim.*" şeklindeki ifadesine dayandırılmıştır.

Görüşme formunda öğrencilerin STEM etkinliklerinin ilgilerini çekme/çekmemesine ilişkin yöneltilen sorulara verilen cevaplardan elde edilmiş veriler neticesinde yukarıdaki kod ve temalar elde edilmiş ve Şekil *44*'da sunulmuştur. STEM etkinliklerine dair bütün kod ve temalar incelendiğinde ise genel anlamda öğrencilerin katılmış oldukları etkinliklere yönelik olumlu değerlendirmelerde bulundukları ve bu kodların daha çok bilişsel kategoride toplandığı tespit edilmiştir. Bu bulgular ışığında göz önünde bulundurulması gereken iki husus ön

plana çıkmaktadır. Bu hususlar uygulanan derse karşı ilgileri (dersi sevme/sevmeme) ve STEM etkinliklerine yönelik hazırbulunuşluk durumları olarak görülmüştür.

İşbirlikli öğrenmeye yönelik değerlendirmeler.

Öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmelerini belirleyebilmek için katılmış oldukları etkinliklere ilişkin görüşlerine başvurulmuştur. Bu görüşlerin önemli bir kısmı ise grup çalışmalarının yapıldığı işbirlikli öğrenme yönelik olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin görüşlerine göre STEM etkinliklerinde işbirlikli öğrenmenin kullanılmasının avantajları ve dezavantajları vardır. Şekil *48*'te ise değerlendirmelerden elde edilen kodların kategorilere göre dağılımı sunulmuştur.

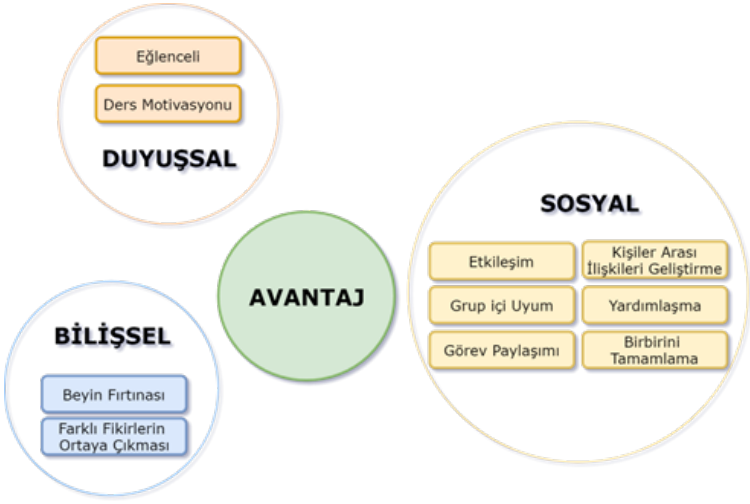


Şekil 48. İşbirlikli öğrenmeye ilişkin değerlendirmeler.

Şekil 48'de sunulduğu üzere işbirlikli öğrenmenin dezavantajlarına ilişkin 14 avantajına dair ise 10 farklı kod ortaya çıkmıştır. Bu durum öğrencilerin katılmış oldukları STEM etkinliklerinde oluşturulan işbirlikli öğrenme gruplarına dair değerlendirmelerinin birbirine yakın olmakla birlikte daha çok negatif yönde olduğuna bir gösterge olarak görülebilir. STEM etkinlikleri çerçevesinde işbirlikli öğrenmeye ilişkin öğrencilerin değerlendirmeleri avantaj ve dezavantaj kategorileri altında başlıklandırılarak devam eden bölümlerde sunulmuştur.

İşbirlikli öğrenmenin avantajına yönelik değerlendirmeler.

Öğrencilerin STEM etkinliklerinde işbirlikli öğrenme gruplarıyla çalışmalarına yönelik değerlendirmelerinden işbirlikli öğrenmenin **avantajları** kategorisinde toplanan kodlar Şekil *49*'te sunulmuştur. Buna göre kodlar bilişsel, duyuşsal ve sosyal olmak üzere alt kategorisinde tekrar gruplandırılmıştır.



Şekil 49. STEM etkinlikeri bağlamında işbirlikli öğrenmenin avantajları.

Şekil 49'da sunulan STEM etkinliklerinde işbirlikli öğrenmenin avntajlarına ilişkin kodlar frekans sıralarına göre şu şekilde sıralanmıştır: eğlenceli, farklı fikirlerin ortaya çıkması, beyin fırtınası, yardımlaşma, grup içi uyum, faydalı, uygulamalı derslere uygun, kişiler arası ilişkileri geliştirme, etkileşim, görev paylaşımı, derse bağlılığı arttırma ve birbirini tamamlama. Öğrencilerin STEM etkinlikleri bağlamında işbirliki öğrenmenin avantajlı olduğu durumlara ilişkin kodların frekansı Şekil 50'de sunulmuştur.



Şekil 50. İşbrilikli öğrenmenin avantajlarına dair kodların frekansları.

Şekil 50'de görüldüğü gibi frekans bağlamında daha çok bilişsel ve duyuşsal avantajları dikkat çekmiştir. Bununla birlikte en fazla kodun sosyal avantajlarına dair kategori altında toplandığı görülmüştür. Bulguların sunumunda, frekans bağlamında en yüksek frekansa sahip olan kategori bilişsel olduğundan bu kategoriye ilişkin kodlar ile başlanıp sonrasında duyuşsal ve sosyal kategorilerine ilişkin kodlar ile devam edilmiştir.

İşbirlikli öğrenmede bilişsel avantajlarından **farklı fikirlerin ortaya çıkmasına** ilişkin öğrenci ifadelerine bakıldığında S.M: "*çünkü farklı fikirleri bir arada tutmak daha güzel başka şeylerde duyuyorsun. başka bilgiye sahip oluyorsun. bence o yuzden grup olmak daha güzel.*", Ş.B: "*gruplaşarak çalışmakta güzel farklı fikirler ortaya çıkıyor.*" ifadeleriyle işbirlikli öğrenme gruplarının bu yönünü ön plana çıkarmışlardır. Farklı fikirlerin ortaya çıkarılmasına benzer bir kod olarak **beyin fırtınası** yönünü ise S.M: "*herkes bir fikir ortaya atıyor ama mantıklı olan bir fikrin herkes tarafından destekleneceğini herkesnin onu seçeceğini biliyorum.*" ve C.B: "*sonuçta bir fikir sadece kendi sabit fikrin ile gidersen doğru olup olmadığını kendin görebilirsin. Ama grupta başka arkadaşlarının görüşlerini de alarak fikrini doğrulayabilirsin.* " ifadeleriyle işbirlikli öğrenmenin bu avantajını belirtmişlerdir.

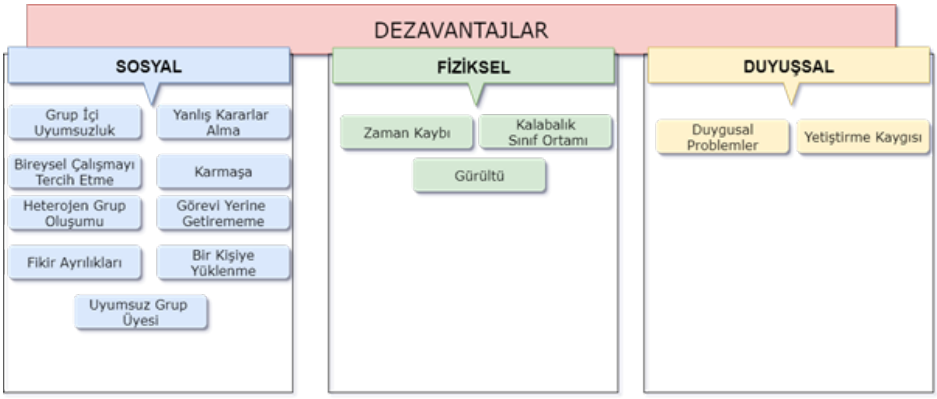
Öğrencilerin katılmış oldukları etkinlikler bağlamındaki değerlendirmelerine göre işbirlikli öğrenmenin **duyuşsal** bağlamda avantajlı olduğunu gösteren kodlar **eğlenceli** olması **ve ders motivasyonunu** sağlamasıdır. STEM etkinliklerinde işbirlikli çalışmanın eğlenceli olması yönünü C.B. "*2 saatlik derste insan*

sıkılıyor. en azından bu tür aktiviteler olursa daha eğlenceli olur. mesela haftada 6 saat matematik işliyoruz 2 saatini bu tür etkinliklere ayırabiliriz. " ve S.T. ise "*bu şekilde hem grup şeklinde çalışıyoruz. hem arkadaşlıklarımız birleşiyor hemde ders ile etkinlikler yaptığımızdan eğlenceli oluyordu…. Çalışırken görev paylaşımı yapıyorduk sen şurayı ben burayı yapayım diyerek. En sonunda da beraber birleştiriyorduk. herkes beraber yaptığı için eğlenceli oluyordu…. bu şekildeki dersler arttırılmalı çünkü öğrenciler sadece öğretmen ders anlattığında sıkılabiliyor...herkes beraber yaptığı için eğlenceli oluyordu.*" ifadeleriyle vurgulamışlardır. İşbirlikli öğrenme etkinliklerinin derse yönelik motivasyonun sürekliliğini sağlamasını S.T "*bu şekildeki dersler arttırılmalı çünkü öğrenciler sadece öğretmen ders anlattığında sıkılabiliyor. derse bağlanamayabiliyor. dersi yarısından sonra bırakabiliyor. o yüzden böyle daha iyi oluyor.*" şeklinde ifade etmiştir.

Öğrencilerin işbirlikli öğrenmenin sosyal avantajlarına yönelik en çok vurgulamış oldukları yanı **işbirliği-yardımlaşma** olgusudur. Bu durumu Ş.B: "*grup halinde çalışıyorduk ben çözemeyince arkadaşım yardım ediyordu. yardımlaşma dayanışma ortaya çıkıyordu.*" Y.U: "*4 lü grup olduğumuz için arkadaşım çiziyordu bende gelebilecek sorulara yardımcı olmaya çalışıyordum. grup halinde çalışmak iyi olmuştu...grupla çalışmak bence en iyisiydi*" ve S.T: "*En sonunda da beraber birleştiriyorduk. herkes beraber yaptığı için eğlenceli oluyordu.*" ifadeleriyle vurgulamışlardır. STEM etkinliklerini gerçekleştirirken **grup içi uyumu** yakaladıklarına dair C.B: "*grubum çok iyiydi dediğim gibi birimiz çiziyor birimiz ayarlıyor birimiz yapıştırıyor, görev paylaşımımız çok iyiydi. arkadaşlarımızla birbirimizi yakından da tanıyoruz hiç sorun çıkmadı.*" şeklindeki ifadesini kullanmıştır. İşbirlikli öğrenmenin sosyal avantajlarından birisi **de kişiler arası ilişkileri geliştirmedir**. S.T. işbirlikli öğrenmenin bu avantajını "*bu şekilde hem grup şeklinde çalışıyoruz. hem arkadaşlıklarımız birleşiyor hem de ders ile etkinlikler yaptığımızdan eğlenceli oluyordu.*" şeklinde belirtmiştir. Sosyal avantajları en çok vurgulayan öğrenci olan S.T e**tkileşim** boyutuna ilişkin "*işbirlikli öğrenme bence olumluydu çünkü bir etkileşimde vardı.*", **görev paylaşımına** ilişkin "*Çalışırken görev paylaşımı yapıyorduk sen şurayı ben burayı yapayım diyerek.*", ifadelerini kullanmıştır. Sosyal avantajlara son olarak S.M: "*belki senin düşünemediğin şeyi karşındaki insan daha iyi düşünebiliyor.*" diyerek **birbirini tamamlama** yönünü vurgulamıştır.

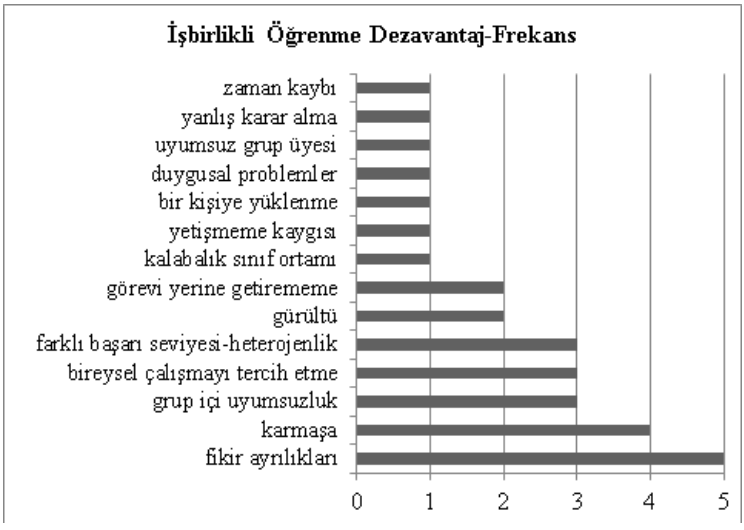
İşbirlikli öğrenmenin dezavantajına yönelik değerlendirmeler.

Öğrencilerin STEM etkinliklerinde işbirlikli öğrenme gruplarıyla çalışmalarına yönelik değerlendirmelerinden işbirlikli öğrenmenin **dezavantajları** kategorisinde toplanan kodlar Şekil 51'da sosyal, fiziksel ve duyuşsal olmak üzere alt kategoriler ayrılarak sunulmuştur.



Şekil 51. STEM etkinlikeri bağlamında işbirlikli öğrenmenin dezavantajları.

Buna göre işbirlikli öğrenmenin sosyal dezavantajları kategorisi fikir ayrılıkları, karmaşa, grup içi uyumsuzluk, bireysel çalışmayı tercih etme, farklı başarı seviyesi-heterojenlik, görevi yerine getirememe, yanlış kararlar alma, uyumsuz grup üyesi şeklinde toplamda dokuz farklı kodu kapsamaktadır. Fiziksel dezavantajları gürültü, zaman kaybı, kalabalık sınıf ortamı olmak üzere üç, duyuşsal dezavantajları ise yetiştirememe kaygısı, duygusal problemler olmak üzere iki farklı kodu kapsamaktadır. Ortaya çıkan kodların frekansları Şekil 52'de sunulmuştur.



Şekil 52. İşbirlikli öğrenmenin dezavantajları dair kodların frekansı.

Şekil 52'de görüldüğü gibi frekansları en yüksek olan kategori sosyal dezavantajlarına dair kodlardır. Bunu fiziksel ve duyuşsal kategorideki kodlar izlemektedir. Kategori ve kodların sunumu bu sıraya göre yapılmıştır. Sosyal bağlamda işbirlikli öğrenmenin dezavantajlarından **fikir ayrılıkları ve karmaşaya** dair bazı öğrenci değerlendirmeleri incelendiğinde; E.Ç. "*…şimdi fikir paylaşımlarımız oluyor tabi. ama bu fikirlerin uyuşmadığı da oluyor…*", Ş.B: "*grup olarak çalışmada 4 kişilik gruptuk 2 kişinin fikri uyuyordu ama diğerininki uymuyordu.",* C.B "*daha farklı bir grup arkadaşlarım olsaydı problem çıkabilirdi. birinin istediğini ben istemeyebilirim veya tam tersi benim istediğimi başkası istemeyebilir.*", S.T: "*grup içerisinde herkes aynı düşünemiyordu...grupta herkesin farklı fikirde olması karmaşıklığa sebep olabiliyordu…, grupta herkesin farklı fikirde olması karmaşıklığa sebep olabiliyordu…..*", Y.U: "*ben diyorum böyle olur başkası başka şey diyor ortalık çarşı pazar oluyor. tek kötü yanı odur benim için.*" şeklindeki ifadeleri ön plana çıkmıştır. İşbirlikli öğrenmeye sosyal dezavantajlardan **grup içi uyumsuzluğa** ilişkin; Ş.B: "*tek başına yapınca bu düzenli bir şekilde ilerler. kendimi daha iyi planlayabilirim.*, S.T: "*etkinlikleri yaparken herkes kendi kafasına göre hareket ediyordu belli bir planımız yoktu.*" şeklindeki ifadeleri örnek olarak sunulabilir. Grup içi uyumsuzluk koduna benzeyen ancak farklı bir anlamı vurgulayan **uyumsuz grup üyesi** koduna ilişkin S.T: "*bazıları kendi işine yönelmek yerine karşısındaki ile uğraşabiliyordu. grup arkadaşının yaptığı işten şikayetçi oluyordu. izin vermiyordu. bu konuda biraz zorlanıyorduk. bunun haricinde birşey yoktu.,*" şeklinde ifadede bulunmuştur. İşbirlikli öğrenmende sosyal dezavantajlardan **bireysel çalışmayı tercih eden** öğrencilerin olmasına dair ifadelerden bazıları ise şu şekildedir: E.Ç "*grupla çalışmaktansa tek çalışmayı tercih ederdim. keşke öyle olsaydı.*", Ş.B: "*gruplaşarak çalışmayı ben sevmiyorum aslında. kendi işimin tamamını kendim yapmayı seviyorum.*" A.A: "*mesela grup çalışması yaptık Bence kişi başına bir bilgisayar düşmeliydi. Bence kişiler tek başına kalmalıydı kişinin kendi öğrenmesini sorumluluğunu alması gerekir tek başına olsa daha iyi olurdu diyebiliriz.*".

Matematik dersi notu sınıf ortalamasının üstünde olan A.A'nın "*Bence derslerde grup şeklinde çalışmalar olmamalı Eğer olacaksa tüm grup üyeleri aynı düzeyde olmalı birisi daha az başarılı birisi daha yüksek başarılı olduğunda olmaz birlikte çalışmayı engelliyor. farklı seviyelerde öğrencilerin bulunması bir problem olarak karşıma çıkmıştı. Grup arkadaşlarım iyiydi Benim kadar iyi olmasalar da (onları küçümsemek gibi olmasın). Bu yüzden tek başına Çalışsak bence daha iyi olur ya da tüm grup üyelerinin seviyesi aynı olursa daha iyi olur Çünkü birisi iyi birisi kötü olduğunda zorlanıyoruz ikisi bir arada olmuyor* ", "*onlar bir karar veriyorlar beraber bir karar veriyoruz biliyorum ki yanlış ama*

yine de arkadaşlarım kendileri doğru olduğunu düşündükleri için yapmak istiyorlar. sonuca gittiğimizde yanlış çıkıyor bu sefer zamanımız kısıtlı olduğundan sıkılıyordu son dakikaya kalıyor " gibi ifadeleriyle grup üyelerinin **farklı başarı düzeylerinden heterojen** bir şekilde oluşturulması ve bundan kaynaklı olarak **yanlış kararlar alabilme** yönleriyle işbirlikli öğrenmenin dezavantajlı olduğu şeklinde değerlendirmelerde bulunduğu görülmüştür. Sosyal dezavantajlarından son olarak **görevi yerine getirememe** ve **bir kişye yüklenme** kodlarına ise Ş.B: *görev verdiğimiz arkadaşlar görevini yapamıyordu ve görevler değişebiliyordu. o yüzden ben daha fazla görev üstleniyordum daha fazla karmaşa olmasın diye."* şeklindeki ifadelerinden yola çıkılarak ulaşılmıştır.

İşbirlikli öğrenmenin fiziksel dezavantajları kategorisi altında toplanan **gürültü**, **kalabalık sınıf ortamına** ve **zaman kaybı** ilişkin öğrencilerin bazı değerlendirmeleri şu şekildedir: Ş.B: "*çünkü bir işi yaparken düzgün bir ortamda sessiz bir ortamda tamamen ona odaklanarak çalışman lazım.*", E.Ç: "*ama sınıf çok kalabalıktı ve aşırı curcuna oluyordu. ben bu şekilde grupla çalışmayı sevmiyorum sınıf kalabalık olduğunda. sınıf çok kalabalıktı(34 kişilik bir sınıf). ben o sınıfta grupla çalışmaktansa tek çalışmayı tercih ederdim. 10-15 kişilik bir sınıf olsaydı belki daha iyi olurdu.* ", A.A : "*beraber bir karar veriyoruz biliyorum ki yanlış ama yine de arkadaşlarım kendileri doğru olduğunu düşündükleri için yapmak istiyorlar. sonuca gittiğimizde aldığımız yanlış çıkıyor bu sefer zamanımız kısıtlı olduğundan sıkılıyordu son dakikaya kalıyor* ".

İşbirlikli öğrenmenin duyuşsal dezavantajları ise duygusal problemler ve yetiştirme kaygısı olarak ortaya çıkmış ve bu kodlar Ş.B'nin "*grup olarak çalışmada 4 kişilik gruptuk 2 kişinin fikri uyuyordu ama diğerininki uymuyordu o biraz alınıyordu. niye benim fikrim daha iyi diyordu. herkes kendi fikrinin daha düzgün olduğunu düşünüyor*." ve "*gruplaşmada biri bir hata yapınca senin aklın direk oraya kayıyor. o bunu yapamadı yetişmeyecek diye düşünüyorum*" şeklindeki ifadeleri neticesinde ortaya çıkmıştır.

Bölüm Özeti

Her bir araştırma sorusuna ait detaylı şekilde verilen bulgular Bu bölümde genel bir çerçevede sunulmuştur. STEM etkinliklerinin lise matematik dersi kapsamında kullanımının, öğrencilerin problem çözme becerisi algısındaki etkisini belirlemeyi amaçlayan birinci araştırma sorusu için yapılan analizlerden elde edilen verilerin, ön test ve son test puanları arasındaki değişim açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık oluşturduğu görülmüştür. Problem çözmenin alt boyutlarına göre ön test ve son test puanlar arasındaki de-

ğişime bakıldığında ise aceleci yaklaşımda kontrol grubu lehine, düşünen, kendine güvenli ve planlı yaklaşımda deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Çekingen ve değerlendirici yaklaşım açılarından gruplar arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlı farklılık oluşmamıştır. Öğrenciler ile yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre öğrenciler problem çözerken; görev paylaşımı, araştırma, beyin fırtıması-tartışma, işbirliği-yardımlaşma, gruplar arası tartışma, öğretmene danışma, deney yapma-veri toplama, adım adım ilerleme, deneme yanılma, başlangıç noktası belirleme, problemi tanımlama, taslak çizimi ve probleme odaklanma yöntemlerine başvurduklarını belirtmiştir.

İkinci araştırma sorusuna göre, STEM etkinliklerinin lise matematik dersi kapsamında kullanımının, öğrencilerin STEM alanlarına ilgiye yönelik ön test ve son test puanları arasındaki değişim açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. STEM alanları alt boyutlarına göre ön test ve son test puanlar arasındaki değişime bakıldığında ise Fen, teknoloji ve mühendislikte anlamlı farklılık çıkmazken, matematik alanında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Öğrenciler STEM alanlarında çalışanların; araştırma, deney ve gözlem yaptıklarını ve makine ürettiklerini ifade etmişlerdir. STEM alanlarında yapılan işlerin hayatı kolaylaştırdığı, insanlara fayda sağladığı, insanları bilgilendirdiği ve gelişim sağladığını belirtmiştir. Bunun yanında öğrenciler STEM alanlarında çalışma tercih etme sebebini bu alanların ilgi çekici olması ve dünya çapında tanınabilme olarak ifade ederken tercih etmeme nedeni olarak ise STEM alanlarına ilgi duymamaları şeklinde belirtmişlerdir.

STEM etkinliklerinin lise matematik dersi kapsamında kullanımının, öğrencilerin Bilgi-işlemsel düşünme becerisi algısında farklılık oluşturup oluşturmadığını gösteren ön test ve son test ortalamalarındaki değişim açısından deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Bilgi-işlemsel düşünme becerisi alt boyutlarına göre ön test ve son test puanlar arasındaki değişime bakıldığında ise algoritmik düşünme, işbirlikli çalışma ve eleştirel düşünmede deney grubu lehine anlamlı fark bulunurken yaratıcılık ve problem çözme açısından istatistiksel olarak herhangi anlamlı farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır.

STEM etkinlikleri sürecindeki deneysel işlemlere yönelik değerlendirmeleri alınan öğrencilerin görüşleri incelendiğinde öğrencilerin görüşlerinin BDE, STEM etkinlikleri ve İşbirlikli çalışma kategorileri altında toplandığı görülmüştür. Deney sürecinde sınıfta gerçekleştirilen STEM etkinliklerine ve kullanılan etkileşimli nesneler, dokunmatik bilgisayarlar gibi BDE teknolojilerine yönelik genellikle olumlu görüşler bildirilmiştir. İşbirlikli çalışmaya yönelik farklı fikir-

lerin ortaya çıkması, etkileşim gibi avantajlı yönleriyle beraber grup içi uyumsuzluk, fikir ayrılıkları, gürültülü sınıf ortamı gibi dezavantajlı yönleri de vurgulanmıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu bölümde her bir araştırma sorusuna ait bulgular detaylı bir şekilde verilmiştir. Bu bulgular doğrultusunda alanyazında yer alan diğer araştırmaların sonuçlarıyla karşılaştırılarak benzerlikler ve farklılıklar ortaya konulmuştur. Bu benzerlik ve farlılıklar, nedenleriyle birlikte tartışılmıştır. Bu tartışma neticesinde sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

Tartışma

Bu araştırmada 10. sınıf matematik dersinde STEM etkinliklerinin kullanılmasının öğrencilerin problem çözme becerisine, STEM alanlarına yönelik ilgilerine, bilgi-işlemsel düşünme becerisine etkisini ve öğrencilerin deneysel süreçte uygulanan STEM etkinliklerine yönelik değerlendirmelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca ilişkin elde edilen bulgular, araştırma sorularının bulgularıyla ve alanyazınla karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Birinci Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi

STEM etkinliklerinin lise matematik dersi kapsamında kullanımının, öğrencilerin problem çözme becerisi algısındaki etkisini belirlemeyi amaçlayan birinci araştırma sorusu için yapılan analizlerden elde edilen bulgular, ön test ve son test puanları arasındaki değişim açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık oluşturduğu görülmüştür. Bu durumun aksine bilgi-işlemsel düşünmenin alt boyutlarından problem çözme alt boyutuna göre ise deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında öğrenciler verilen problem durumunu çözerken; konuyla ilgili araştırma yaptıklarını, görev paylaşımında bulunduklarını, grup içi beyin fırtınası-tartışma yaptıklarını, karar veremedikleri durumlarda öğretmen ve diğer gruplar ile tartıştıklarını, grup içerisinde işbirliği ve yardımlaşma içerisinde çalıştıklarını, probleme odaklanıp tanımını yaptıklarını, başlangıç noktası belirlediklerini, taslak

çizimleri yaptıklarını, adım adım ilerlediklerini, deneme yanılma ile veriler topladıklarını ifade etmişlerdir. Sonuç olarak bu araştırmada problem çözme ile ilgili 3 farklı veri türünde bulgu bulunmaktadır. Bu bulgular; genel problem çözme envanteri toplam puanı, bilgi-işlemsel düşünmenin 6 maddelik problem çözme alt boyutu ve öğrencilerin problem çözmede kullanmış oldukları problem çözme yöntemlerine ait bulgulardır. Burada problem çözme envanterinden alınan puanların, bilgi-işlemsel düşünmenin alt boyutu olan problem çözmede alınan puanlara göre kapsam geçerliği açısından daha kapsamlı olması yönüyle geçerliği daha yüksek bir sonuç olarak değerlendirilebilir. Bu anlamda nitel bulgularda da görüldüğü gibi birçok problem çözme yöntemlerini işe koşmuş öğrencilerin STEM etkinliklerine katılmış olmalarından dolayı problem çözme becerilerinin geliştiği iddia edilebilir. Problem çözmenin alt boyutlarına göre ön test ve son test puanlar arasındaki değişime bakıldığında ise aceleci yaklaşımda kontrol grubu lehine, düşünen, kendine güvenli ve planlı yaklaşımda deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu görülmüştür. Çekingen ve değerlendirici yaklaşım açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık oluşmamıştır. Aceleci yaklaşımda kontrol grubu lehine farklılık çıkması dikkat çekmektedir. Bu farklılık, öğrencilerin verilen etkinlikleri kısıtlı bir sürede tamamlamaları istendiğinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim bu araştırmanın nitel bulguları da öğrencilerin etkinlikleri yetiştirememe kaygısı olduğunu göstermiştir. Buna örnek olarak Ş.B kodlu öğrenci, diğer grup arkadaşlarının görevlerini yerine getirememesi veya görevlerin bir kişide birikmiş olmasından dolayı etkinliği yetiştirememe kaygısı yaşadığını belirtmiştir. Buradan hareketle öğrencilerdeki kaygı durumunun aceleci davranmaya sebep olmuş olabileceği düşünülmektedir. Ernest (1989) matematik eğitiminin, problem çözme, uygulama ve üst düzey becerilere odaklanması ve öğretim sırasında teknolojiden yararlanılması gerektiğini vurgulamıştır. STEM eğitimi, geleceğini şekillendirecek olan öğrencilerin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bütünleşik bir eğitim yaklaşımıdır (Roberts, 2012). Alanyazın incelendiğinde STEM etkinliklerinin problem çözmeyle ilişkisini ortaya koyan hem nicel hem de nitel sonuçlara rastlanmıştır. Nicel verilerin daha çok deneysel araştırma sonuçlarına dayanmış olduğu görülmektedir. Bu bağlamda araştırmanın bulgularını destekler nitelikte sonuçların daha fazla olduğu görülmektedir. Hakim, Sulastri, Mudrikah, & Ahmatika (2018) matematik dersi bağlamında, proje tabanlı STEM etkinliklerinin, öğrencilerin problem çözme yeteneklerini geliştirebileceğini ileri sürmektedir. Prawvichien vd. (2018) STEM etkinliklerinin lise düzeyindeki öğrencilerin matematiksel problem çözme becerilerini geliştirdiğini ileri sürmüştür. Syukri vd. (2018) fizik dersinin mühendislik tasarımın sürecine dayalı bir şekilde işlenmesinin lise öğrencilerinin

problem çözme becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedir. Kim ve Choi (2012) STEAM etkinliklerinin üstün yetenekli 11. sınıf öğrencilerinin yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirdiğini ortaya çıkarmıştır. Çakır & Ozan (2018) tarafından yapılan araştırmada ortaokul düzeyi matematik dersi kapsamında STEM etkinliklerinden faydalanılmasının öğrencilerin problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünmelerini anlamlı düzeyde arttırdığını görülmüştür. Pekbay (2017) yedinci sınıf bilim uygulamaları dersi bağlamında yapmış olduğu araştırmada STEM etkinliklerinin günlük hayata dayalı problem çözme becerilerini anlamlı düzeyde geliştirdiğini belirtmektedir. Ortaokul yedinci sınıf düzeyi fen bilgisi dersi kapsamında yapılmış başka bir çalışmada, hem deneysel bulgulara hem de öğrenci görüşmelerinde elde edilen sonuçlara göre STEM etkinliklerinin problem çözmeyi geliştirdiği vurgulanmaktadır (Ceylan, 2014). Kopcha vd. (2017) beşinci sınıf öğrencilerin bilgi-işlemsel problem çözme becerilerini geliştirmek için robotik uygulamalara dayalı iki haftalık STEM etkinliklerin, öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşmıştır. Fen bilgisi öğretmen adayları ile yapılan bir araştırmada ise STEM etkinlikleri öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerisi ve problem çözme becerilerini geliştirdiği belirtilmektedir (Alan, 2017). Öte yandan Özçakır Sümen (2018) sınıf öğretmen adayları ile yapmış olduğu çalışmada STEM etkinliklerinin problem çözme becerilerini geliştirirken, matematiksel problem çözme inancına anlamlı bir etkisinin olmadığını belirtmiştir. Bununla birlikte 6.sınıf öğrencileriyle fen dersi kapsamında yapılan STEM etkinliklerinin, problem çözme becerisine (Nağaç, 2018) ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünmelerine (Sarıcan & Akgündüz, 2018) anlamlı bir etkiye sahip olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Üniversite düzeyinde yapılmış bir çalışmada ise Elliott vd. (2001) interdisipliner matematik dersi tasarımlarının öğrencilerin problem çözme becerilerine anlamlı bir etkisinin olmadığını öne sürmüştür. Bu çalışmanın bulgularını destekler nitelikte alanyazındaki deneysel araştırmaların sonuçları yukarıda görüldüğü gibi bütünleşik STEM etkinliklerinin farklı eğitim düzeyindeki öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bunun yanında az sayıda da olsa etkisinin olmadığı sonucuna da ulaşılmıştır. Yapılan deneysel uygulamalardan etkinliklerin farklılaşması sonuçlardaki değişikliğe sebep olmuş olabilir.

Alanyazındaki araştırmaların nitel bulguları incelendiğinde problem çözme ile ilgili farklı eğitim düzeylerine ilişkin sonuçların olduğu görülmektedir. Meslek lisesi matematik dersi bağlamında yapılan araştırmada öğrenciler STEM etkinliklerinin problem çözme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir (Özdemir, 2018). Meslek lisesi 10. Sınıf bilgisayar teknolojileri bölümü öğrencileri ile yapılan bir başka araştırmada lego setlerinin kullanıldığı etkinliklerde öğrenciler;

daha iyi öğrendiklerini, sosyalleştiklerini ve problem çözme becerilerinin geliştiğini ifade etmiştir (Çukurbaşı & Kıyıcı, 2018). Şen (2018) özel yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirilen STEM etkinliklerinde, öğrencilerin kullanmış olduğu becerileri incelemiş ve sonuç olarak öğrencilerin kullanmış oldukları becerilerden birisinin de problem çözme becerisi olduğunu vurgulamıştır. Mauch (2001) ortaokul öğretmen ve öğrencilerinden elde ettiği gözlem ve görüşme verileri doğrultusunda lego kitlerinin kullanıldığı etkinliklerde öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştiğini ileri sürmüştür. Hiğde (2018) fen dersi kapsamında, Alıcı (2018) ise bilim uygulamaları dersi kapsamında ortaokul öğrencileriyle yapmış oldukları STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem çözme becerilerini geliştirdiğini sonucuna ulaşmışlardır. Yıldırım ve Selvi (2016) STEM eğitimi alan fen bilgisi öğretmen adaylarının STEM etkinliklerinin problem çözme becerisini geliştirdiği şeklinde görüş bildirdiklerini belirtmiştir. Benzer bir çalışmada girişimci STEM etkinliklerinin uygulandığı bir etkinlik sürecinde fen bilgisi öğretmen adayları problem çözme becerilerinin geliştiği vurgulanmıştır (Deveci, 2019). Kuvaç (2018) ise bir dönem boyunca STEM etkinliklerine katılım göstermiş fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşlerine dayandırdığı sonucuna göre STEM eğitiminin güçlü yönlerinden birisinin, bireylerin problem çözme becerilerini geliştirmek olduğunu ileri sürmüştür.

Alanyazındaki araştırmalar öğrencilerin problem çözme beceri istenilen düzeyde olmadığını ve sınıf düzeyi arttıkça problem çözme becerilerinin daha da düştüğünü göstermektedir (Koç, 2015). Bu bağlamda matematik dersi bağlamında günlük hayat problemlerine dayalı STEM etkinliklerinin uygulandığı bu araştırma, uygulayıcılara problem çözme becerisinin geliştirilmesi yönünde deneysel ve öğrenci görüşlerinden elde edilen verilere dayalı önemli bulgular sunmuştur.

İkinci Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgisine etkisi

Bu çalışmanın ikinci araştırma sorusuna ilişkin yapılan analizler sonucunda, STEM etkinliklerinin lise matematik dersi kapsamında kullanımının, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerine yönelik ön test ve son test puanları arasındaki değişim açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, STEM alanları alt boyutlarına göre ön test ve son test puanlar arasındaki değişime bakıldığında fen, teknoloji ve mühendislikte anlamlı farklılık çıkmazken, matematik alanında deney grubu lehine anlamlı farklılık ortaya çıkmış olmasıdır. STEM etkinlikleri, öğrencilerin özellikle teknoloji ve mühendislik alanlarına ilgilerinde önemli bir artış sağlamış olmak-

la birlikte bu artış anlamlı düzeyde olmamıştır. Bunun sonucun sebebi olarak, STEM etkinliklerin matematik dersi kapsamında yapılmış olmasından dolayı, etkinliklerin öğrencilerin matematik alanına ilgisine diğer alanlara nazaran daha fazla etkileyebileceği düşünülmektedir. Bunun yanında öğrenciler STEM kariyer alanlarını tercih etme nedenleri olarak STEM alanlarını ilgi çekici bulmaları ve dünya çapında tanınabilmelerini, tercih etmeme sebebi olarak ise bu alanlara ilgi duymamalarını göstermiştir. Alanyazında STEM eğitiminin, yükseköğretim ve ülkelerin geleceğini ve ekonomisini şekillendirecek olan mesleklerin önünü açabileceğini vurgulanmaktadır (Howard-Brown & Martinez, 2012). Öğrencilerin STEM alanlarını seçme nedenlerini ortaya çıkarmayı amaçlayan bir araştırmada üniversite yerleştirme sınavında yüksek başarı elde eden öğrencilerden elde edilen bulgulara göre, öğrencilerin ailelerinin STEM alanlarına olan ilgisi ve öğrencilerin STEM öz yeterlik algısı bu alanların tercih edilmesinde anlamlı bir etkiye sahiptir (Türker, 2018). Bunun yanında Weber (2011) öğrencilerin STEM alanını tercih etmesinde hayatlarında aldıkları rol modellerin etkili olabileceğini belirtmiştir. Başka bir araştırmada ise cinsiyet, ikamet yeri, anne baba eğitim düzeyi ve gelir durumlarına göre STEM kariyer ilgisinin anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği belirtilmektedir (Uğraş, 2019b). Buradan hareketle yapılan araştırmada görüşmeye katılan bazı öğrencilerin STEM alanlarına ilgi duymamasında ailelerinin ve STEM derslerine yönelik öz yeterlik algılarının düşük olması neden olarak gösterilebilir. Nitekim STEM kariyer alanlarında meslek tercihi yapmak istemediğini ifade eden Y.U., S.M. ve E.Ç. kodlu öğrencilerinin aileleri STEM dışı alanlarda çalışmakta olduğu ve bu öğrencilerin matematik notlarının ortalamanın altında kalmış olduğu yöntem bölümünde verilen katılımcı bilgilerinde sunulmuştur. Öğrencilerin STEM alanlarında çalışan insanların ne iş yaptıklarına yönelik algılarına dair yapılan görüşmeden elde edilen bulgular bu alanlarda çalışanların deney, gözlem ve araştırmalar yaparak insanların hayatını kolaylaştırdığı şeklinde olduğunu göstermektedir. Deney grubu öğrencilerinin STEM etkinlikleri sürecinde öğrencilerin problem durumunun çözümünde araştırma yapması, deneyler yapıp veri toplaması, öğrencilerin STEM alanlarına yönelik ilgilerine dair son test ortalamalarının artmasında katkıda bulunmuş olabilir.

National Academy of Sciences (NAS) için Honey vd. (2014) tarafından hazırlanan raporda STEM eğitiminin öğrenciler için hedeflerine bakıldığında; öğrencilerin STEM okuryazarlığını elde etmesi, 21. yüzyıl becerilerine sahip olması, STEM işgücüne hazırlanması, STEM alanlarına ilgi ve katılım, STEM disiplinleri arasında bağlantılar kurabilmeleri olarak görülmektedir. Benzer şekilde STEM eğitiminin öğrencilerin bilgi temelli bir ekonomi için önemli bir

eğitim yaklaşımı olduğu ileri sürülmektedir (National Research Council, 2011). Bu bağlamda lise düzeyinde yapılan bu çalışmanın bulgularında, yapılan STEM etkinliklerinin STEM alanlarına olan ilgiyi arttırdığının ortaya çıkması önemli görülmektedir. Christensen & Knezek (2017), 800 ortaokul öğrencisiyle yaptıkları bir tarama çalışmasında STEM eğitimi almış öğrencilerin almayanlara göre STEM kariyer alanlarına ilgisinin daha fazla olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Şahin (2013) bir Charter School bağlamında yaptığı araştırmada 4.sınıf ile 12.sınıf aralığındaki öğrencilerden elde ettiği verilere göre, öğrencilerin STEM yarışmalarına ve kulüplerine katılmış olmaları ile STEM kariyer alanlarını tercih etme arasında anlamlı bir ilişki olduğunu tespit etmiştir. Benzer bir araştırmada Bishop (2015) STEM eğitimine katılmış öğrencilerin % 58,75'inin, STEM eğitimine katılmamış benzer akademik başarıya sahip öğrencilerin ise yalnızca % 40'ının lise sonrası STEM kariyer alanlarını tercih etmiş olduğunu ifade etmiştir. Young, Ortiz, & Young (2017) ise yaptıkları meta-analiz çalışmasıyla okul dışı STEM etkinlikleri olarak kabul edilen yarışma, kulüp ve şenlik gibi faaliyetlerde geçirilen süre arttıkça STEM' e olan ilginin de arttığını belirtmiştir. Bu durum STEM eğitimi alan öğrencilerin STEM kariyer alanlarını daha fazla tercih ettiğinin bir göstergesi olarak sunulmuştur. Deneysel süreç neticesinde elde edilmiş olan sonuçlar mevcut araştırmanın bulgularını destekler niteliktedir. Weber (2011) kız öğrencilerin STEM alanını tercihe etmesinde STEM uygulamalarının etkili olduğunu ifade etmiştir. Honey vd. (2014) STEM ile ilişkili etkinlere katılmanın k-12 düzeyindeki öğrencilerin STEM alanlarını tercih etmesini sağlayacağını ileri sürmektedir. Luisville üniversitesinin başlattığı projede bir ilkokul ve ortaokulda mühendislik tabanlı eğitim programları uygulanmış ve öğrencilerin aldıkları dört yıllık eğitimin sonunda yüksek oranda STEM alanlarıyla ilgili liseleri tercih ettiği belirtilmiştir (Ralston, Hieb, & Rivoli, 2012). STEM etkinliklerinin; ilkokul düzeyinde (Kaufman, 2019), ortaokul düzeyinde fen (Çiftçi, 2018; Hiğde, 2018) ve bilim uygulamaları (Pekbay, 2017) derslerinde, mesleki ve teknik lise düzeyinde matematik (Özdemir, 2018) ve biyoloji (Bilekyiğit, 2018), mobilya (Çevik, 2018) derslerinde STEM kariyer alanlarına ilgiyi arttırdığı görülmektedir. Okul dışı STEM uygulamaları bağlamında Uğraş (2019a) çalışmasında STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerin STEM kariyer ilgisini anlamlı düzeyde arttırdığını belirtmiştir. Franz-Odendaal, Blotnicky, French, & Joy (2016) okul dışı STEM uygulamalarına katılan ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer alanlarına ilgisin arttığını ifade etmiştir. Miller, Sonnert, & Sadler (2018) üniversite hazırlık öğrencilerinden elde etmiş olduğu büyük veri ile yapmış oldukları analizlerde öğrencilerin lise öğrenimlerini tamamlayana kadarki süreçte STEM yarışmalarına katılmalarının STEM kariyer ilgilerini arttırdığını ifade etmişler-

dir. Benzer bir araştırmada Dabney vd. (2012) üniversite öğrencileriyle yapmış olduğu araştırmada okul dışı STEM etkinliklere özellikle kulüp/yarışma etkinlikleri kapsamında katılan öğrencilerin STEM kariyer ilgilerinin katılmayanlara göre 1,5 kat daha fazla olduğunu ileri sürmektedir. Bu araştırmaların tersine bazı çalışmalarda ise STEM etkinliklerinin öğrencilerin STEM alanlarına ilgisini değiştirmediği sonucuna ulaşılmıştır. Saad (2014) ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer ilgilerinin katılmış oldukları STEM etkinlikleri sonunda değişmediğini ileri sürmüştür. Buna benzer olarak Karcı (2018) ise beşinci sınıf öğrencileri ile fen dersi kapsamında yapmış olduğu araştırmasında STEM etkinliklerinin, STEM kariyer ilgilerine anlamı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Alt boyutları açısından bakıldığında ise; STEM etkinlikleri STEM kariyer alanlarına ilginin tüm alt boyutlarda (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) arttığı sonucuna ulaşılmıştır (Bilekyiğit, 2018; Hiğde, 2018; Özdemir, 2018). Pekbay (2017) STEM etkinliklerinin, STEM kariyer alanları alt boyutlarına göre fen ve teknoloji alanlarında anlamlı bir etkiye sahipken; matematik ve mühendislik alanlarında anlamlı bir etkisi olmadığını sonucuna ulaşmıştır. Araştırmalardaki ve bu çalışmadaki elde edilen sonuçlar arasındaki farklılık geliştirilen STEM etkinliklerinin temel aldığı uygulama yöntemleri, süresi veya uygulanan branştan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Alanyazındaki öğrenci görüşlerine dayandırılan sonuçlarda STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin mühendislik mesleğine ilgisinin arttığını (Çiftçi, 2018; Yıldırım, 2016) göstermektedir.

Bütün bu araştırmaların yanında STEM etkinlikleri üzerine yapılmış bir meta-sentez çalışması da araştırmanın bulgularını destekler nitelikte etkinliklerin akademik başarı, bilimsel süreç becerisi ve STEM kariyer ilgisi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu vurgulamaktadır (Herdem & Ünal, 2018). Alanyazındaki çalışmalar ve yapılan bu araştırma sonuçları göstermiştir ki STEM etkinlikleri farklı branşlarda ve farklı eğitim düzeylerinde öğrencilerin STEM kariyer alanlarına olan ilgisini arttırmaktadır. Bu bağlamda gelecekte STEM alanlarının öneminin artacağı ve bilişim teknolojilerinin gelişimiyle bu alanlarda yeni meslek dallarının ortaya çıkacağı düşünüldüğünde bu etkinliklerden öğrencilerin bu alanlara yönelmesi açısından önemli görülmektedir.

Üçüncü Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi

Bu çalışmanın üçüncü araştırma sorusundan yola çıkarak STEM etkinliklerinin lise matematik dersi kapsamında uygulanmasının, öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerisi ön test ve son test ortalamalarındaki değişim açısından deney grubu lehine anlamlı farklılık olduğu ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, STEM

etkinliklerinin matematik dersinin çember ve daire konusu kapsamında uygulanmasının öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği sonucunu ortaya koymuştur. Bilişim teknolojilerinin gelişmesi STEM alanlarını etkilemiş ve yeni bilişimsel STEM alanları ortaya çıkmıştır (Weintrop vd., 2016). Bu doğrultuda STEM eğitiminde de bilgi-işlemsel düşünmenin entegre edilmesi gerektiği ifade edilmektedir (Jona vd., 2014; Sneider vd., 2014; Weintrop vd., 2016). Alanyazında bilgi-işlemsel düşünmenin STEM açısından önemine vurgu yapan yayınlar olmasına rağmen az sayıda deneysel çalışmalara rastlanılmıştır. Bununla birlikte STEM etkinliklerini konu edinen çalışmaların sonuçlarına bakıldığında birçok çalışmada STEM etkinliklerinin bilgi-işlemsel düşünmenin alt boyutlarına ilişkin katkılarına sıkça rastlanıldığı görülmüştür. Deneysel araştırmaların sonuçlarına bakıldığında Chookaew vd. (2018), lise öğrencileriyle yapmış oldukları araştırmada robotik tabanlı STEM uygulamalarının öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerisini geliştirdiğini ifade etmiştir. Bunun yanında bilgi-işlemsel düşünmenin tüm alt boyutlarında da anlamlı bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Leonard vd. (2016) STEM etkinlikleri bağlamında kullanılan oyun tasarımı ve robotik uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmektedir. Batı vd. (2018) zaman kavramı çerçevesinde geliştirdiği STEAM etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini ileri sürmüştür. Bu çalışmada STEM etkinliklerinin içerisine sanat boyutunun da entegre edilmiş olduğu belirtilmiştir. Ayrıca ilgili araştırmada öğrencilerin veri toplama, verileri analiz etme, bilgi-işlemsel modellerin çalışma şekli, sistem içi ilişkileri analiz etme, sistemi bütüncül olarak değerlendirme gibi bilgi-işlemsel düşünme ile ilgili becerilerin geliştiği ifade edilmiştir.

Bilgi-işlemsel düşünme becerisi alt boyutlarına göre ön test ve son test puanlar arasındaki değişime bakıldığında ise algoritmik düşünme, işbirlikli çalışma ve eleştirel düşünmede deney grubu lehine anlamlı fark bulunurken yaratıcılık ve problem çözme açısından herhangi bir farklılık olmadığı ortaya çıkmıştır. Burada dikkat çeken bir durum yaratıcılık puanları açısından deney grubunda önemli bir gelişim olmakla birlikte bu gelişimin .05 düzeyinde anlamlı olmadığı sonucudur. STEM etkinliklerinin problem çözme becerisine etkisi birinci araştırma sorusunda tartışılmış olduğundan bu bölümde tartışılmamıştır. STEM etkinliklerinin, bilgi-işlemsel düşünme alt boyutlarından algoritmik düşünme, işbirlikli çalışma, eleştirel düşünme becerileri ve yaratıcılık sırasıyla devam eden bölümlerde tartışılmıştır.

Araştırmanın deneysel sonuçlarına göre STEM etkinlikleri, deney grubu öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünmenin alt boyutlarından algoritmik düşünme

becerilerini anlamlı düzeyde geliştirmiştir. Bu doğrultuda elde edilen nitel bulgular bilgi-işlemsel düşünme bağlamında incelendiğinde, öğrencilerin problem çözerken kullanmış oldukları yöntemler dikkat çekmektedir. Öğrenciler çözüm geliştirmek için bir başlangıç noktası belirleyip taslak çizimler yaptıkları ve adım adım ilerleme kat ettiklerini belirtmişlerdir. Bu kodlar öğrencilerin STEM etkinliklerinde algoritmik düşünme becerilerini işe koştuğunu gösteren ifadelerdir. Bu anlamda STEM etkinliklerinin algoritmik düşünme becerisine olan anlamlı değişikliğin sebebinin bu davranışları problem çözümlerinde kullanmalarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

STEM etkinliklerinin bilgi-işlemsel düşünme becerisi alt boyutlarından işbirlikli çalışma boyutunda deney grubu lehine anlamlı bir farklılık olduğu yapılan istatistiksel analiz sonuçlarıyla kanıtlanmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin STEM etkinliklerine dair değerlendirmelerinden işbirlikli çalışma kategorisine dair kodlar önemli görülmektedir. İşbirlikli öğrenmenin STEM etkinlikleri bağlamında bilişsel, duyuşsal ve sosyal becerilerine dair avantajları bulunmuştur. Bilgi-işlemsel düşünmeye bakan yönleri olan bilişsel kategorisi altında beyin fırtınası ve farklı fikirlerin ortaya çıkması ve sosyal beceriler kategorisi altında ortaya çıkan kodlar; görev paylaşımı, kişiler arası ilişkileri geliştirme, yardımlaşma, birbirini tamamlama, grup içi uyum ve iletişim-etkileşim olarak tespit edilmiştir. İşbirlikli öğrenmenin avantajlarına ilişkin öğrencilerin STEM etkinliklerine dair değerlendirmelerinden ortaya çıkan bu kodlar incelendiğinde STEM etkinliklerinin deney grubu işbirlikli çalışma beceri puanlarındaki istatistiksel olarak anlamlı artışı destekler nitelikte oldukları görülmüştür.

STEM etkinliklerinin deney grubu öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı düzeyde daha fazla geliştirmiş olduğu ancak yaratıcılık boyutunda anlamlı bir etkisinin olmadığı yapılan analizler sonucunda ortaya çıkmıştır. Alanyazında benzer araştırmalar incelendiğinde, lise düzeyinde yapılan bir araştırmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirdiği ileri sürülmüştür (Pinasa vd., 2018). Duran & Şendağ (2012) teknoloji destekli STEM eğitiminin lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerini anlamlı bir şekilde arttırdığını belirtmiştir. Ayverdi (2018) özel yetenekli öğrenciler ile gerçekleştirdiği çalışmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını anlamlı düzeyde geliştirdiğini vurgulamıştır. STEM etkinlikleri 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını geliştirmede etkili olmuştur (Çiftçi, 2018). Uğraş (2018) STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılıklarını anlamlı düzeyde arttırdığını belirtmiştir. Ceylan (2014) araştırmasında hem deneysel hem de öğrenci görüşlerine dayandırarak

elde ettiği sonuçlara göre STEM etkinlikleri ortaokul öğrencilerinin yaratıcılıklarını geliştirmiştir. Hacıoğlu (2017) yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiğini ileri sürmüştür. Elliott vd. (2001) ise interdisipliner bir tasarımın üniversite matematik dersi kapsamında etkisini incelemiş ve eleştirel düşünme becerisinw bir etkisinin olmadığını öner sürmüştür.

Alanyazında çalışma kapsamında incelenmiş deneysel çalışmaların sonuçları incelendiğinde STEM etkinliklerinin bilgi-işlemsel düşünmeyi toplam puan bazında geliştirdiği ancak alt boyutlar bu etkinin farklılaştığı görülmektedir. Bu çalışmada da önceki araştırmaların sonuçlarına benzer şekilde bilgi-işlemsel düşünme becerisi toplam puan bazında STEM etkinliklerinin anlamlı bir etkiye sahip olduğu tespit edildiğinden alanyazın ile örtüştüğü söylenebilir. Bu çalışmada, STEM etkinliklerinin yaratıcılık alt boyutunda anlamlı bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yaratıcılık boyutunda anlamlı bir farklılığın olmaması gerçekleştirilen etkinliklerin uygulanma yöntemiyle ilgili olabilir. Bu çalışma kapsamında yapılan etkinliklere bakıldığında öğrencilerin verilen görevleri yerine getirirken dağıtılan bilgisayar yoluyla internetten araştırmalar yaptıkları ve benzer çalışmaları örnek alarak bir çözüm yolu aradıkları düşünülmektedir. Nitekim Y.U. kodlu öğrencinin "*Çoğu konuda bilgisayardan faydalandık mesela güneş saati yaparken açıların kaç derece olması gerektiği ile ilgili internetten araştırma yaptık.*" ve A.A.'nın "*daha önce hep tahtadaki çizimler ile gördüğümüz derslerde herhangi bir yapıt şeklinde bir ürün ortaya çıkarmadığımızdan problemler yaşadık. Daha önce bu şekilde kendimiz bir şey yapmadığımızdan biraz zorlandık.*" ifadeleri de bu durumu destekler niteliktedir. Öğrencilerin daha önce STEM etkinliklerine benzer hiçbir etkinliğe katılmamış olmaları, onları benzer etkinlikleri araştırma ve örnek alma yöntemlerini geliştirmelerine sebep olmuş olabilir. Bu durumun bir sonucu olarak öğrencilerin kendi yaratıcılıklarını daha az kullanmış olabilir.

Alanyazında araştırmaların nitel sonuçları incelendiğinde bilgi-işlemsel düşünmenin alt boyutlarına ilişkin bulgulara rastlanılmıştır. Özdemir (2018) araştırmasının sonuçlarında meslek lisesi matematik dersi bağlamında STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin iletişim, problem çözme ve işbirlikli çalışma becerilerinin geliştiğine dair görüş bildirdiklerini ifade etmiştir. Eroğlu (2018) araştırmasında lise kimya dersi bağlamında STEM etkinliklerinden faydalanmış olan öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarının anlamlı düzeyde arttığını belirtmiştir. Hiğde (2018) fen dersi kapsamında STEM etkinliklerine katılmış yedinci sınıf öğrencileri, STEM eğitiminin avantajları olarak; tasarım becerisi, yaratıcılık,

işbirlikli çalışma, problem çözme, eleştirel düşünme becerilerinin geliştiğini belirtmişlerdir. Alıcı (2018) benzer bir araştırmada ortaokul öğrencilerinin STEM etkinliklerinin problem çözme, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, eleştirel düşünme becerilerini geliştirdiği şeklinde görüş bildirdiklerini ifade etmiştir. Şen (2018) çalışmasında özel yetenekli öğrencilerin STEM etkinliklerine katılımı sonrası görüşmelerden elde etmiş olduğu bulgulara dayanarak etkinliklerin öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik, inovasyon, yaratıcılık, iletişim, işbirliği becerilerini geliştirdiğini öner sürmektedir. Taştan Akdağ & Güneş (2017)' e göre ortaokul öğrencileri STEM etkinliklerinin yaratıcılıklarını, işbirlikli çalışmalarını ve iletişim becerilerini geliştirdiğini düşündüklerini belirtmiştir. Mauch (2001)' e göre STEM etkinlikleri bağlamında kullanılan lego kitleri ile yapılan etkinliklerde ortaokul öğrencilerin problem çözme becerileri, işbirlikli çalışma becerileri, iletişim becerilerini geliştirdiğini ifade edilmiştir. Deveci (2019) Girişimci STEM etkinliklerinin öğretmen adaylarının problem çözme becerileri, karar verme, analitik düşünme, yaratıcı düşünme, iletişim ve girişimcilik becerilerini geliştirdiğine yönelik olumlu görüşler bildirdiklerini belirtmiştir. STEM etkinliklerine dair öğretmen adaylarının görüşleri üzerine yapılan başka bir çalışmada ise etkinliklerin; yaratıcılığı, problem çözme, iletişim, eleştirel düşünme ve sosyal becerilerini geliştirdiği öner sürülmüştür (Çınar vd., 2016).

Farklı eğitim düzeylerinde ve farklı ders bağlamlarında uygulanmış tüm bu nitel ve nicel verilere dayalı olarak ortaya çıkan araştırma sonuçları ve bu araştırmadan elde edilen bulgular incelendiğinde STEM eğitiminin, öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerini ve alt boyutlarında yer alan becerileri geliştireceğine dair önemli bir yaklaşım olarak görüldüğü anlaşılmaktadır.

Dördüncü Araştırma Sorusu: STEM etkinliklerine yönelik öğrencilerin değerlendirmeleri

STEM etkinlikleri sürecindeki deneysel işlemlere yönelik değerlendirmeleri alınan öğrencilerin görüşleri incelendiğinde öğrencilerin görüşlerinin BDE, STEM etkinlikleri ve işbirlikli çalışma kategorileri altında toplandığı görülmüştür. BDE'ye ve deney sürecinde sınıfta gerçekleştirilen STEM etkinliklerine yönelik genellikle olumlu görüşler bildirilmiştir. STEM eğitiminde işbirlikli öğrenmeye ilişkin ise STEM'in hem avantaj hem de dezavantaj sağladığına dair kodlar ortaya çıkmıştır. Kodların frekansları incelendiğinde öğrencilerin işbirlikli öğrenmenin dezavantajlarına avantajlarına kıyasla daha fazla vurguda bulundukları görülmüştür. STEM etkinliklerinde BDE' nin kullanılmasına ilişkin ortaya çıkan kodlar olumlu ve olumsuz olarak ikiye ayrılmış olumlu değerlendirmeler

ise bilişsel, duyuşsal ve fiziksel boyutlar altında ele alınmıştır. Bilişsel olarak, somutlaştırma, kalıcılık, etkileşim, somutlaştırma, görselleştirme, öğrenmeyi kolaylaştırma, aktif katılım, öğretimin zenginleştirme ve dengeli bilişsel yük kodları ortaya çıkmıştır. Duyuşsal olarak; zevkli, ilgi çekici, eğlenceli, güdüleyici ve değerli hissetme (eşit fırsat sunma) kodları ortaya çıkmıştır. Fiziksel olarak, etkileşim, bireysellik erişim kolaylığı, zamandan tasarruf ve kolaylaştırma kodları ortaya çıkmıştır. BDE'ye yönelik olumsuz değerlendirmeler; gereksiz olduğu, zaman kaybına sebep olduğu, ilk bakışta karmaşık gelmesi ve öğrenciyi pasifleştirmesi olarak ortaya çıkmıştır. Alanyazında Wolfram Mathematica yazılımı ile gerçekleştirilen BDE'ye ilişkin yapılan çalışmalar incelendiğinde ortaya çıkan sonuçlar; derse yönelik ilgiyi arttırma, görselleştirme, kalıcılığı sağlama, öğrenmeyi kolaylaştırma-geliştirme, zamandan tasarruf sağlama ve eğlenceli olma yönleriyle bu çalışmanın bulgularını destekler nitelikte oldukları görülmektedir (Ardıç & İşleyen, 2017; Taşlıbeyaz & Gülcü, 2013). Ortiz vd. (2015)' te STEM etkinliklerinde kullanılan teknolojik araçların öğrencilerin içerikler ile etkileşim kurmasını, tasarım ve geliştirme yapmasına imkân vermesini sağlayacak manipülasyon imkanları sunması gerektiğini vurgulamıştır. Nitekim Wolfram Mathematica yazılımının STEM etkinliklerinde kullandırılmasının temel amacı da bu manipülasyonlara olanak sağlamasıdır.

STEM etkinliklerine ilişkin öğrencilerin değerlendirmeleri incelendiğinde bilişsel ve duyuşsal kategorileri altında toplandığı görülmüştür. Bilişsel boyutta öğrenmeyi arttırma, dersin anlaşılırlığının artması ve etkin katılım kodları ortaya çıkmıştır. Etkin katılım ise kendi içerisinde araştırma-keşfetme, kendi eliyle ürün geliştirme, somut ürün geliştirme ve aktif olma şeklinde dört alt kodu içermektedir. STEM etkinliklerine ilişkin duyuşsal değerlendirmeler incelendiğinde ise etkinlikleri beğenme, dersi sevme, özel ilgi alanına ilişkin etkinlerin olması ve zevk alma kodları ortaya çıkmıştır. Robotik tabanlı STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının duyuşsal, davranışsal ve bilişsel gelişim göstermelerini sağlamıştır (Kim vd., 2015). Alanyazındaki çalışmalara bakıldığında STEM etkinlikleri matematik dersinde zorlanan ama el becerileri iyi olan öğrencilerin derse katılımını sağlayacağı öne sürülmektedir (Howard-Brown & Martinez, 2012). Bu araştırmada da matematik dersinde sınıf ortalamasının altında bir puana sahip olan C.B. "*en azında birşeyler ile elimizide uğraştık. elimle yaptığım kesip biçtiğim şeylerdi. zaten hep birşeyler çiziyorum kıyafetler tasarlıyorum. kendi yaptığım şeyler olması hoşuma gidiyor.*" şeklindeki ifadesiyle matematik dersine olan katılımının el becerisini ilgilendiren etkinlikler sayesinde artmış olduğu belirtmektedir. Benzer şekilde fen dersi kapsamında STEM etkinliklerine katılmış öğrenciler etkinlikler sayesinde tasarım becerileri ve el becerilerinin geliştiğini ifade etmişlerdir (Hiğde, 2018). Bu

bağlamda sadece matematik değil fen dersinde de el becerilerinin STEM etkinlikleri için önemli bir çıktı olduğu görülmektedir. Doğan (2019) STEM etkinlikleri sayesinde ortaokul öğrencilerinin; derse ilgilerini arttığını, STEM mesleklerine ilgilerini arttığını, kullanılan teknolojilerin öğrenmeye katkıda bulunduğunu ve öğrendiklerini uygulama şansı yakaladıklarını ifade etmiştir. Ayrıca öğrencilere göre STEM etkinlikleri; konuların daha kalıcı bir şekilde öğrenilmesi, deney yapmaya karşı ön yargıları gidermesi, yaparak yaşayarak öğrenilmesi, problem çözme ve yaratıcılıklarının geliştirmesi yönleriyle olumlu etkiye sahiptir. Benzer şekilde başka bir araştırmada da öğrenciler, STEM etkinliklerinin eğlenceli olduğunu, daha kalıcı öğrendiklerini ve yaparak yaşayarak öğrenme imkânı bulduklarını ifade etmiştir (Bilekyiğit, 2018). Yasak (2017) ortaokul öğrencilerine göre STEM etkinlikleri, dersin daha eğlenceli geçmesinin yanında etkili ve kalıcı öğrenmeyi sağladığını ifade etmektedir. Nağaç (2018)' a göre 6. sınıf öğrencileri fen dersinin STEM etkinlikleri ile yürütülmesinin dersi daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirdiğini düşünmektedir. STEM etkinliklerine katılan öğretmen adayları ise, STEM etkinliklerinin dersi daha anlaşılır, eğlenceli, aktif katılımlı ve dikkat çekici hale getirdiğini aynı zamanda kalıcı öğrenme sağladığını ifade etmişlerdir (Ensari, 2017). Gazibeyoğlu ve Aydın (2019) 7. sınıf Öğrencileri olumlu yönleri olarak STEM etkinlikleri sevdiklerini ve eğlenceli bulduklarını, etkinlikler sayesinde daha iyi ve kalıcı öğrendiklerini ifade etmiştir. Olumsuz yönleri olarak ise çok fazla etkinlik yapmış olduklarından sıkıldıklarını, görevlerin zor olduğunu, etkinliklerde zaman kaybı olduğunu ifade etmişlerdir. STEM etkinliklerine yönelik bu olumsuz görüşlerin nedeni öğrencilerin STEM eğitiminde kullanılan yöntem ve tekniklerin yoğunluğundan ve bu etkinliklere yönelik hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olmasından kaynaklanabilir. Nitekim bu araştırmada da STEM etkinliklerinin olumlu yönlerinin yanında göz önünde bulundurulması gereken önemli bir unsur olarak öğrencilerin hazırbulunuşluk durumu ortaya çıkmıştır. Matematik dersi kapsamında sınıf ortalamasının üstünde başarı gösteren A.A kodlu öğrenci bu durumu ön plana çıkarmış ve daha önce bu tarz eğitim hiç almadıklarından zorlandıklarını ifade etmiştir. Bu sonuç her ne kadar öğrencilerin hazırbulunuluşluk düzeylerinin düşük olduğunu gösteriyor olsa da aynı zamanda daha önce benzer bir eğitim almamış olmalarından dolayı geçmişte aldıkları eğitimin de STEM bağlamında değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Nitekim literatürde yapılan araştırmalarda okulların alt yapı imkânı eksikliği, yeterli materyal olmaması, öğretmen aile ve öğrencilerin STEM farkındalıkları, öğrencilerin STEM için düşük düzeyde akademik yeterlikte olması vb. gibi birçok açıdan okulların STEM hazırbulunuşluklarının düşük düzeyde olduğu görülmektedir (Gül Biçer, 2018; Yiğit, 2019). Alanyazında ve bu çalışmada ortaya çıkan sonuçlar karşılaştırmalı

olarak ele alındığında STEM etkinlikleri, öğrencelerin gerçek hayat problemleri bağlamında kavramları daha eğlenceli bir yolla derinlemesine ve kalıcı öğrenebilmesini sağlayacak bir yaklaşım olarak görülebilir.

İşbirlikli çalışmanın avantajlarına yönelik değerlendirmeler bilişsel, duyuşsal ve sosyal olarak üç kategoride toplanmıştır. Buna göre bilişsel anlamda beyin fırtınası ve farklı fikirlerin ortaya çıkması, duyuşsal anlamda etkinliklerin eğlenceli olması ve ders motivasyonunu sağlaması sosyal anlamda ise etkileşim, kişiler arası ilişkileri geliştirme, grup içi uyumu yakalama, yardımlaşma, görev paylaşımı yapma ve birbirini tamamlama kodları ortaya çıkmıştır. İşbirlikli öğrenmenin dezavantajlı yönleri ise yine sosyal, fiziksel ve duyuşsal olarak üç kategoride ele alınmıştır. Sosyal dezavantajları grup içi uyumsuzluk, yanlış kararlar verme, bireysel çalışmayı tercih etme, karmaşa, heterojen grup oluşturulması, görevi yerine getirememe, fikir ayrılıkları, bir kişiye yüklenme ve uyumsuz grup üyeleri olarak kodlanmıştır. Fiziksel dezavantajlar; zaman kaybı, kalabalık sınıf ortamı ve gürültü kodları, duyuşsal dezavantajlar ise duygusal problemler ve yetiştirememe kaygısı olarak ortaya çıkmıştır. Alanyazındaki işbirlikli çalışma ile ilgili araştırmalara bakıldığında Yasak (2017) öğrencilerin grup çalışması ile fikir alışverişi yaptıklarını ifade etmiştir. STEM etkinlikleri bağlamında işbirlikli öğrenmenin dezavantajları olarak ise gürültü ve grup içi anlaşmazlıklar olduğu ortaya çıkmıştır (Doğan, 2019). Benzer şekilde Ceylan (2014) öğrencilerin etkinlikler sırasında işbirlikli çalışmanın genel anlamda faydalı olduğu ancak fikir ayrılıkları yaşadıkları, grupla çalışmada ve bazı etkinlikleri ilk defa yaptıklarından zorlandıklarını ifade etmiştir. Hiğde (2018) ortaokul öğrencilerinin zamanı etkili kullanma, iş bölümü eksikliği, fikir ayrılığı, rekabetin oluşturduğu stres gibi zorluklar yaşadıklarını belirtmiştir. Kuvaç (2018) ise fen bilgisi öğretmen adaylarına göre, STEM eğitiminin kalabalık sınıf mevcudunda uygulanabilirliğinin düşük olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Alanyazında STEM etkinlikleri ile farklı düzeylerde ve farklı dersler kapsamında araştırmalar gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmaların çoğunluğu üniversite veya ortaokul düzeyinde ve fen bilgisi dersi bağlamında gerçekleştirilmiştir. Lise düzeyinde ve matematik dersi bağlamında yapılan araştırmaların sınırlı sayıda olduğu görülmüştür. Bağımlı değişken açısından incelenen çıktılar göz önünde bulundurulduğunda ise STEM etkinliklerinin en çok; STEM alanlarına ilgi, tutum, akademik başarıya etkisinin incelendiği görülmüştür. STEM eğitiminin amaçlarına bakıldığında STEM kariyer ilgisi (Honey vd., 2014) ve problem çözme becerisinin (Morrison, 2006) önemi dikkat çekmektedir. Bunun yanında STEM alanları için bilgi-işlemsel düşünmenin en önemli 21. yüzyıl becerileri

arasında yer aldığı savunulmaktadır (Batdı vd., 2017; Weintrop vd., 2016). Bu bağlamda yapılan bu çalışma, yeni açılmış bir okul olması sebebiyle öğrencilerin düşük bir TEOG ortalamasına sahip olduğu bir Anadolu Lisesi 10. sınıf matematik dersi bağlamında ortaya çıkarmış olduğu bulgular doğrultusunda STEM etkinlikleri, problem çözme, STEM kariyer ilgisi ve bilgi-işlemsel düşünme becerisi açısından alanyazına önemli bir katkı bulunmuş olduğu düşünülmektedir.

Sonuçlar

Bu araştırmada STEM etkinliklerinin lise matematik dersi çember ve daire konusu kapsamında uygulanmasının öğrencilerin problem çözme, STEM alanlarına ilgi, bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi ve öğrencilerin deneysel sürece ilişkin değerlendirmelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda elde edilen sonuçlar şu şekilde sıralanmıştır:

- STEM etkinliklerinin uygulanmış olduğu deney grubu öğrencilerinin problem çözme becerisi kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde artmıştır.
    - Aceleci yaklaşımda kontrol grubu lehine anlamlı etkide bulunmuştur.
    - Düşünen, kendine güvenli, planlı yaklaşımda deney grubu lehine anlamlı etkide bulunmuştur.
    - Çekingen ve değerlendirici yaklaşımda anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.
- STEM etkinliklerinin uygulanmış olduğu deney grubu öğrencilerinin STEM kariyer ilgileri kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde artmıştır.
    - Fen, teknoloji ve Mühendislik alanları boyutlarında anlamlı bir etkisi bulunmamıştır.
    - Matematik alanı boyutunda deney grubu lehine anlamlı bir etkisi olmuştur.
- STEM etkinliklerinin uygulanmış olduğu deney grubu öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerisi kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde artmıştır.

- Algoritmik düşünme, eleştirel düşünme ve işbirlikli çalışma boyutlarında deney grubu lehine anlamlı bir etkiye sahiptir.
- Yaratıcılık boyutunda ise anlamlı bir etkiye değildir.

- STEM etkinlikleri bağlamında öğrencilerin deneysel sürece ilişkin değerlendirmeleri bilgisayar destekli eğitime ilişkin değerlendirmeler, STEM etkinliklerine ilişkin değerlendirmeler ve işbirlikli öğrenmeye ilişkin değerlendirmeler 3 ana tema altında toplanmıştır.
  - Bilgisayar destekli eğitim ve STEM etkinliklere ilişkin olumlu değerlendirmeler ortaya çıkmıştır.
  - İşbirlikli öğrenmeye ilişkin hem avantajlarına hem de dezavantajlarına dair değerlendirmeler ortaya çıkmıştır.

Öneriler

Uygulayıcılara yönelik öneriler.

STEM etkinlikleri bağlamında kullanılan BDE teknolojileri ile ilgili değerlendirmeler incelendiğinde öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal yönde pozitif etkilerinden sıkça bahsetmeleri STEM etkinliklerinde BDE'nin önemini göstermektedir. Bu anlamda hem bilginin daha anlaşılır hale gelmesi hem de öğrenilen bilginin STEM etkinliklerinde daha anlamlı şekilde kullanılabilmesini kolaylaştırması açısından STEM etkinliklerini derslerinde kullanmak isteyen tüm uygulayıcıların özelde Wolfram Mathematica veya benzeri yazılımlar ile hazırlanmış dinamik öğrenme nesnelerinden dinamik öğrenme nesnelerinden ve genelde BDE teknolojilerinden faydalanması önerilebilir.

Öğrencilerin ilgilerine göre etkinliklere katlım değişkenlik göstermektedir. Bu duruma örnek olarak "Diyarbakır stadyumunu Türkiye kupasına hazırlıyoruz" etkinliği verilebilir. Görüşmeye katılan ve önceki etkinliklerde düşük düzeyde katılım gösterirken bu etkinliğe daha fazla katlım gösterdiğini ifade etmiştir. Bu öğrencimiz yerel bir futbol kulübünün kız takımında futbol oynamaktadır ve futbolu çok sevdiğini ifade etmiştir. Bu anlamda öğrencilerin ilgi alanlarını öğrenmek ve bu alanlara uygun STEM etkinlikler hazırlamak öğrencilerin katılım düzeyini arttırabilir.

Öğrenciler ile görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre daha önce STEM etkinliklerindeki gibi işbirlikli takımlar şeklinde uygulamalara katılmadığından STEM etkinliklerine yönelik hazırbulunuşluk düzeyleri düşüktür. Bu durum lise düzeyine gelmiş öğrencilerin etkinlikleri gerçekleştirirken zorlanmalarına sebep olmuştur. Buradan yola çıkılarak ortaokul ve ilkokul düzeylerinde öğrencilerin işbirlikli ürün geliştirdikleri etkinliklerin uygulanması önerilmektedir.

Öğrenciler sınıf mevcudunun kalabalık olduğunu ve STEM etkinlikleri esnasında gürültü ve kargaşa çıktığına dair değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu durum göz önünde alındığında STEM etkinliklerinin daha az sayıda öğrenciler ile gerçekleştirilmesi daha faydalı olabilir. Bununla beraber öğrenci takımlarının oluşturulmasında daha dikkatli planlama yapılarak bu durum giderilebilir.

Özellikle ders başarısı daha yüksek öğrenciler grupların heterojenliği konusunda olumsuz görüşler bildirmiştir. Alanyazında yapılan araştırmalarda da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir. Bu sonuçlar uygulayıcılara STEM etkinliklerinin uygulanması aşamasında grupların oluşturulmasının dikkatli bir şekilde yapmalarının daha olumlu sonuçlar sağlayabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Araştırmacılara yönelik öneriler.

Bilgi-işlemsel düşünme becerilerinin problem çözme etkinlikleri şeklinde STEM etkinliklerinde kullanılmasının etkilerine ilişkin deneysel çalışmalar yapılabilir.

Bu araştırmada 10. sınıf matematik dersi çember ve daire konusu çerçevesinde STEM etkinlikleri geliştirilmiş ve etkileri incelenmiştir. Gelecekteki araştırmalarda STEM etkinliklerinin matematiğin farklı konularında ve farklı sınıf düzeylerinde etkisi incelenebilir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar incelendiğinde matematik dersi bağlamında başarılı ve daha az başarılı öğrencilerin STEM etkinliklerine ve kullanılan teknolojilere yönelik farklı görüşler bildirmiş oldukları görülmüştür. Bu doğrultuda gelecekte ölçüt örnekleme yöntemi ile sadece başarılı veya daha az başarılı öğrenciler üzerinde etkilerine ilişkin nitel araştırmalar yapılabilir.

Gelecekte uygulanacak STEM etkinliklerine, STEM alanlarında çalışan insanların ve çalışma ortamlarının dâhil edilmesi öğrencilerin STEM Meslekleri ne ilişkin farkındalığını ortaya koymak adına araştırılması önemli görülmektedir.

STEM eğitiminin temel çıktılarından olan 21. yy. becerilerinden birisi olan problem çözmeye ilişkin alanyazında yapılan derleme çalışmalarına göre az sayıda araştırma bulunmaktadır (Daşdemir vd., 2018; Tabar, 2018). Bu nedenle gelecekteki araştırmalarda STEM etkinliklerinin problem çözmeye etkisini, ilkokul, ortaokul ve yükseköğretim düzeylerinde de incelenebilir.

Wolfram Mathematica ile bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirilecek öğrenme nesneleri geliştirilmesi yoluyla matematik dersi bağlamında STEM araştırmaları yapılabilir.

Program yapıcılara yönelik öneriler.

Araştırma bulguları STEM etkinliklerinin öğrencilerin problem, çözme, STEM alanlarına ilgi duyma ve bilgi-işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca öğrenciler genel olarak bu etkinliklere yönelik olumlu değerlendirmelerde bulunmuştur. Bu katkılar göz önüne alındığında Matematik öğretimi programı tekrar güncellenerek STEM etkinliklerinin programlara dahil edilmesi önemli görülmektedir.

Öğrencilerin değerlendirmeleri incelendiğinde daha önce benzer deneyimleri olmadığından, etkinliklerde hazırbulunuşluk düzeylerinin düşük olduğu ve işbirlikli çalışmada zorlandıkları görülmüştür. Bu nedenle ilkokul ve ortaokul programlarından başlayarak tüm düzeylerde işbirlikli öğrenme, uygulamalı öğrenmeye daha çok yer verilmesi önemli görülmektedir.

STEM etkinliklerinin uygulanması aşamasına ilişkin bazı öğrencilerin ilgi duymadıkları gerekçe gösterdikleri ve bu nedenle daha az katılım gösterdikleri görülmüştür. Bu yüzden ders dışında STEM kulüpleri aracılığıyla ilgi duyan öğrencilere yönelik etkinlikler gerçekleştirilmesi önemli görülmektedir. Nitekim ders dışı STEM etkinliklerinin katkılarına dair alanyazında birçok araştırma da yapılmış ve etkililiği kanıtlanmıştır (Bozkurt Altan vd. 2019; Şahin, 2013) .

KAYNAKÇA

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu:"Günümüz modası mı yoksa gereksinim mi?"*. İstanbul: Aydın Üniversitesi STEM Merkezi.

Alan, B. (2017). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bütünleşik öğretmenlik bilgilerinin desteklenmesi: stem uygulamalarına hazırlama eğitimi.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 488901)

Alıcı, M. (2018). *Probleme dayalı öğrenme ortamında STEM eğitiminin tutum, kariyer algı ve meslek ilgisine etkisi ve öğrenci görüşleri.* (Yüksek lisans tezi). YÖK ulusal tez merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 507585)

Alkan, V. (2011). Etkili matematik öğretiminin gerçekleştirilmesindeki engellerden biri: Kaygı ve nedenleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29*(29), 89-107.

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology & Society, 19*(3), 47-57.

Ardıç, M. A., & İşleyen, T. (2017). Secondary school mathematics teachers' and students' views on computer assisted mathematics instruction in turkey: Mathematica example. *Malaysian Online Journal of Educational Technology, 5*(1), 46-64.

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

Aydeniz, M., & Bilican, K. (2017). Stem eğitiminde global değişimler ve Türkiye için çıkarımlar. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya stem+a+e eğitimi* (s. 69-90). Ankara: Pegem Akademi.

Ayverdi, L. (2018). Özel yetenekli öğrencilerin fen eğitiminde teknoloji, mühendislik ve matematiğin kullanımı: *FeTeMM yaklaşımı.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 529581)

Baran, E., Canbazoglu Bilici, S., Mesutoglu, C., & Ocak, C. (2019). The impact of an out□of□school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. *School Science and Mathematics, 119*(4), 223-235.

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is involved and what is the role of the computer science education community? *Acm Inroads, 2*(1), 48-54.

Batı, K., Çalışkan, İ., & Yetişir, İ. M. (2017). Fen eğitiminde bilgi-işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 41*(41), 91-103.

Batı, K., Yetişir, M. İ., Çalışkan, İ., Güneş, G., & Saçan, E. G. (2018). Teaching the concept of time: A steam-based program on computational thinking in science education. *Cogent Education, 5*(1), 1507306.

Baxter, J., & Collins, J. (2014, July). *STEM education: Creating meaningful experiences with interaction design.* Intelligent Technologies for Interactive Entertainment. INTETAIN 2014. 'da sunulmuştur., Cham.

Beane, J. (1996). On the shoulders of giants! The case for curriculum integration. *Middle School Journal, 28*(1), 6-11. doi:10.1080/00940771.1996.11496182

Bender, W. N. (2016). *20 Strategies for STEM instruction*. Florida: Learning Sciences International.

Bilekyiğit, Y. (2018). *Biyoloji dersinde gerçekleştirilen stem etkinliğinin mesleki ve teknik anadolu lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve kariyer ilgilerine etkisinin incelenmesi.* (Yüksek Lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 506210)

Bishop, A. (2015). *Career aspirations of high school males and femailes in a science, technology, engineering, and mathematics program.* (Doctoral Dissertation). Dspace veri tabanından edinilmiştir. (Order number: 10.13016/M27H00)

Bissaker, K. (2014). Transforming STEM education in an innovative Australian school: The role of teachers' and academics' professional partnerships. *Theory into Practice, 53*(1), 55-63.

Bıyıklı, C., & Yağcı, E. (2015). 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının akademik başarı ve tutuma etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1).

Bozkurt Altan, E. (2017a). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM-STEM). G. Hastürk (Ed.), *Teoriden Pratiğe Fen Bilimleri Öğretimi* (s. 354-388). Ankara: Pegem Akademi.

Bozkurt Altan, E. (2017b). Disipliner yapıdaki derslerde STEM eğitimi: Tasarım temelli öğrenme ve probleme dayalı öğrenme STEM uygulamaları. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya stem+a+e eğitimi* (s. 165-197). Ankara: Pegem Akademi.

Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ., & Özek, H. (2019). A transportation problem for moving companies: An example activity with an engineering design focus. *Journal of Inquiry Based Activities, 9*(2), 132-149.

Bozkurt Altan, E., Üçüncüoğlu, İ., & Öztürk, N. (2019). Preparation of out-of-school learning environment based on science, technology, engineering, and mathematics education and investigating its effects. *Science Education International, 30*(2).

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.

Buxton, C. A. (2001). Modeling science teaching on science practice? Painting a more accurate picture through an ethnographic lab study. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching, 38*(4), 387-407.

Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Saskatoon: Pearson Education Canada.

Bybee, R. W. (2002). *Learning science and the science of learning: Science educators' essay collection*. Virgina: NSTA press.

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher, 70*(1), 30-35.

Bybee, R. W. (2011). Scientific and engineering practices in K-12 classrooms. *Science Teacher, 78*(9), 34-40.

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

Bybee, R. W. (2019). Using the BSCS 5E instructional model to introduce stem disciplines. *Science and Children, 56*(6), 8-12.

Can, A. (2014). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (3. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Cavanagh, S., & Trotter, A. (2008). Where's the 'T' in STEM? Technology counts, STEM: The push to improve sciecne, technology, engineering and maths. *education week, 27th March*. https://www.edweek.org/ew/articles/2008/03/27/30stemtech.h27.html adresinden edinilmiştir.

Ceylan, S. (2014). *Ortaokul fen bilimleri dersindeki asitler ve bazlar konusunda fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (fetemm) yaklaşımı ile öğretim tasarımı hazırlanmasına yönelik bir çalışma.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 372224)

Chai, C. S. (2018). Teacher professional development for science, technology, engineering and mathematics (STEM) education: A review from the perspectives of technological pedagogical content (TPACK). *The Asia-Pacific Education Researcher, 28*(1), 1-9.

Chesky, N. Z., & Wolfmeyer, M. R. (2015). *Philosophy of STEM education: A critical investigation*. New York: Palgrave Macmillan.

Chookaew, S., Howimanporn, S., Pratumsuwan, P., Hutamarn, S., Sootkaneung, W., & Wongwatkit, C. (2018). *Enhancing high-school students' computational thinking with educational robotics learning.* 2018 7th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI) 'da sunulmuştur.

Christensen, R., & Knezek, G. (2017). Relationship of middle school student STEM interest to career intent. *JOURNAL OF EDUCATION IN SCIENCE ENVIRONMENT AND HEALTH, 3*(1), 1-13.

Creswell, J. W. (2013). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Los Angeles: Sage publications.

Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Los Angeles: Sage publications.

Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking- a guide for teachers. https://community.computingatschool.org.uk/resources/2324/single adresinden edinilmiştir.

Çakır, R., & Ozan, C. E. (2018). Fetemm etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, yansıtıcı düşünme becerileri ve motivasyonlarına etkisi. *Gazi University Journal of Gazi Educational Faculty (GUJGEF), 38*(3).

Çelik, H. E., & Yılmaz, V. (2013). *Yapısal eşitlik modellemesi temel kavramlar-uygulamalar-programlama*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Çelik, S., Şenocak, E., Bayrakçeken, S., Taşkesenligil, Y., & Doymuş, K. (2005). Aktİf öğrenme stratejİlerİ üzerİne bİr derleme çalişmasi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*(11), 155-185.

Çetin, İ., & Uçar, Z. T. (2018). Bilgi-işlemsel düşünme tanımı ve kapsamı. Y. Gülbahar (Ed.), *Bİlgİ İşlemsel düşünmeden programlamaya* (s. 41-78). Ankara: Pegem.

Çevik, M. (2017). Content analysis of stem-focused education research in Turkey. *Journal of Turkish Science Education (TUSED), 14*(2).

Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi Pegem Journal of Education and Instruction, 8*(2), 281.

Çiftçi, M. (2018). *Geliştirilen STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine, stem disiplinlerini anlamalarına ve STEM mesleklerini fark etmelerine etkisi.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 505921)

Çınar, S., Pırasa, N., & Palic-Şadoğlu, G. P. (2016). Views of science and mathematics pre-service teachers regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research, 4*(6), 1479-1487.

Çorlu, M. S., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Egitim ve Bilim, 39*(171).

Çorlu, M. S., & Çallı, E. (2017). *STEM kuram ve uygulamalarıyla fen, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi*. İstanbul: Pusula Yayıncılık ve İletişim.

Çukurbaşı, B., & Kıyıcı, M. (2018). High school students' views on the PBL activities supported via flipped classroom and lego practices. *Journal of Educational Technology & Society, 21*(2), 46-61.

Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M., & Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in stem. *International Journal of Science Education, Part B, 2*(1), 63-79. doi:10.1080/21548455.2011.629455

Daşdemir, İ., Cengiz, E., & Aksoy, G. (2018). Türkiye'de fetemm (STEM) eğitimi eğilim araştırması. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 15*(1), 1161-1183.

DeJarnette, N. (2012). America's children: Providing early exposure to STEM (science, technology, engineering and math) initiatives. *Education, 133*(1), 77-84.

Deveci, İ. (2019). Reflections with regard to entrepreneurial project (E-STEM) process on the life skills of prospective science teachers: A qualitative study. *Journal of Individual Differences in Education, 1*(1).

Dewey, J. (1997). *How we think*. New York: Courier Corporation.

Doğan, İ. (2019). *STEM etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM tutumlarına ve elektrik ünitesi başarılarına etkisi.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 561644)

Doll, W. J., Xia, W., & Torkzadeh, G. (1994). A confirmatory factor analysis of the end-user computing satisfaction instrument. *MIS quarterly, 18*(4), 453-461.

Dönmez, İ. (2018). *Ben nasıl bir öğretmenim? Öğrencilerimin fen- teknoloji-mühendislik-matematik (stem) kariyer gelişimi üzerine öz-incelemem.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 527496)

Duran, M., & Şendağ, S. (2012). A preliminary investigation into critical thinking skills of urban high school students: Role of an IT/STEM program. *Creative education, 3*(2), 241.

Elliott, B., Oty, K., McArthur, J., & Clark, B. (2001). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students' problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards mathematics. *International Journal of mathematical education in science and technology, 32*(6), 811-816.

Ellis, A. K., & Fouts, J. T. (2001). Interdisciplinary curriculum: The research base: The decision to approach music curriculum from an interdisciplinary perspective should include a consideration of all the possible benefits and drawbacks. *Music Educators Journal, 87*(5), 22-68.

Ensari, Ö. (2017). Öğretmen adaylarının FeTeMM eğitimi ve FeTeMM etkinlikleri hakkındaki görüşleri (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 480179)

Ernest, P. (1989). The knowledge, beliefs and attitudes of the mathematics teacher: A model. *Journal of education for teaching, 15*(1), 13-33.

Eroğlu, S. (2018). *Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamaları*nın *akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 533367)

Field, A. (2005). Discovering statistics using SPSS . Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.

Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *Educational leadership, 49*(2), 61-65.

Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2011). *How to design and evaluate research in education*: New York: McGraw-Hill Humanities/Social Sciences/ Languages.

Franz-Odendaal, T. A., Blotnicky, K., French, F., & Joy, P. (2016). Experiences and perceptions of STEM subjects, careers, and engagement in STEM activities among middle school students in the maritime provinces. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 16*(2), 153-168. doi:10.1080/14926156.2016.1166291

Gallant, D. J. (2010). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. http://ecommerce-prod.mheducation.com.s3.amazonaws.com/unitas/school/explore/sites/mymath/research-stem-education.pdf adresinden edinilmiştir.

Gazibeyoglu, T., & Aydin, A. (2019). The Effect of STEM-based activities on 7 th grade students' academic achievement in force and energy unit and students' opinions about these activities *Universal Journal of Educational Research, 7*(5), 1275-1285.

Green, M. (2007). *Science and engineering degrees: 1966-2004*. Virginia: National Science Foundation.

Gül Biçer, B. (2018). *Fen bilimleri öğretmenlerinin STEM hakkındaki görüşlerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 504292)

Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla İlgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences, 13*(1), 602-620.

Hacıoğlu, B. (2017). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitimi temelli etkinliklerin fen bilgisi öğretmen adaylarının eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerine etkisi.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 461483)

Hakim, L., Sulastri, Y., Mudrikah, A., & Ahmatika, D. (2018, October). *STEM project-based learning models in learning mathematics to develop 21st century skills.* Proceedings of the 1st International Conference on Science and Technology for an Internet of Things 'da sunulmuştur.

Heppner, P. (1988). *The problem solving inventory*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press

Herdem, K., & Ünal, İ. (2018). STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların analizi: Bir meta-sentez çalışması. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 48*(48).

Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational research, 60*(4), 549-571.

Hiğde, E. (2018). *Ortaokul 7. Sınıf öğrencileri için hazırlanan stem etkinliklerinin farklı değiikenlere yönelik etkisinin incelenmesi.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 540777)

Holdren, J. P., Lander, E. S., & Varmus, H. (2010). *Prepare and inspire: K-12 education in science, technology, engineering, and math (STEM) for America's future (Executive Report)* https://nsf.gov/attachments/117803/public/2a--Prepare_and_Inspire--PCAST.pdf adresinden edinilmiştir.

Honey, M., Pearson, G., & Schweingruber, H. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research* (0309297974)adresinden edinilmiştir.

Hong, H. Y., Lin, P. Y., Chen, B., & Chen, N. (2018). Integrated STEM learning in an idea-centered knowledge-building environment. *The Asia-Pacific Education Researcher, 28*(1), 63-76. doi:10.1007/s40299-018-0409-y

Howard-Brown, B., & Martinez, D. (2012). Engaging diverse learners through the provision of STEM education opportunities. Briefing paper. http://www.sedl.org/secc/resources/briefs/diverse_learners_STEM/ adresinden edinilmiştir.

Hynes, M. M. (2012). Middle-school teachers' understanding and teaching of the engineering design process: a look at subject matter and pedagogical content knowledge. *International Journal of Technology and Design Education, 22*(3), 345-360. doi:10.1007/s10798-010-9142-4

International Technology and Engineering Educators Association. (2007). *Standards for technological literacy: Content for the study of technology* (3 ed.). Reston, VA: ITEEA.

ISTE. (2015). ISTE standarts for educatiors: Computational thinking competencies. https://www.iste.org/standards/computational-thinking adresinden edinilmiştir.

ISTE, & CSTA. (2011). Operational definition of computational thinking for K–12 education. https://www.iste.org/explore/Solutions/Computational-thinking-for-all adresinden edinilmiştir.

Jona, K., Wilensky, U., Trouille, L., Horn, M. S., Orton, K., Weintrop, D., & Beheshti, E. (2014). *Embedding computational thinking in science, technology, engineering, and math (CT-STEM).* future directions in computer science education summit meeting, Orlando, FL 'da sunulmuştur.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and III-structured problem-solving learning outcomes. *Educational technology research and development, 45*(1), 65-94.

Jonassen, D. H., & Kwon, H. (2001). Communication patterns in computer mediated versus face-to-face group problem solving. *Educational technology research and development, 49*(1), 35.

Karahan, E., & Bozkurt, G. (2017). STEM eğitiminde matematik odaklı gerçek dünya problemleri ve matematiksel modelleme. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya stem+a+e eğitimi* (s. 347-360). Ankara: Pegem Akademi.

Karcı, M. (2018). *STEM etkinliklerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının (stöy) öğrencilerin akademik başarıları, meslek seçimleri ve motivasyonları üzerine etkisinin incelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 509021)

Kaufman, T. (2019). *Exploring Changes in STEM Career Aspirations Through Participation in a Weather Unit Engineering Design Challenge.* (Yüksek lisans tezi), MSc thesis. ProQuest Central veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 13886393)

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 11. doi:10.1186/s40594-016-0046-z

Kertil, M., & Gurel, C. (2016). Mathematical modeling: A bridge to STEM education. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4*(1), 44-55.

Kim, G. S., & Choi, S. Y. (2012). The effects of the creative problem solving ability and scientific attitude through the science-based STEAM program in the elementary gifted students. *Journal of Korean Elementary Science Education, 31*(2), 216-226.

Koc, M., & Demirbilek, M. (2018). What is Technology (T) and What does it Hold for STEM Education? Definitions, Issues, and Tools. In M. Shelley & A. Kiray (Eds.), Research Highlights in STEM Education: ISRES Publishing. https://www.isres.org/books/chapters/What%20is%20Technology%20(T)%20and%20What%20Does%20It%20Hold%20for%20STEM%20Education%20Definitions,%20Issues,%20and%20Tools_25-12-2018.pdf adresinden edinilmiştir.

Koç, C. (2015). İlköğretim öğrencilerinin problem çözme beceri algıları ve öğrenme sürecinde yardım istemeleri. *Kastamonu Education Journal, 23*(2), 659-678.

Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education, 9*(1), 60-70.

Kopcha, T., McGregor, J., Shin, S., Qian, Y., Choi, J., Hill, R., Choi, I. (2017). Developing an integrative STEM curriculum for robotics education through educational design research. *Journal of Formative Design in Learning, 1*(1), 31-44.

Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Özden, M. Y. (2016). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (bdbd) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 1*(2).

Kuvaç, M. (2018). *Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (stem) temelli çevre eğitimine yönelik öğretim tasarımının etkililiği.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 534939)

Kysilka, M. L. (1998). Understanding integrated curriculum. *Curriculum journal, 9*(2), 197-209.

Labov, J. B., Reid, A. H., & Yamamoto, K. R. (2010). Integrated biology and undergraduate science education: a new biology education for the twenty-first century? *CBE-Life Sciences Education, 9*(1), 10-16.

Lantz, H. B. (2009). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education what form? What function. *Report.* https://powerofdiscovery.org/science-

technology-engineering-and-mathematics-stem-education-what-form-what-function adresinden edinilmiştir.

Leiva, F. M., Rios, F. J. M., & Martínez, T. L. (2006). Assessment of interjudge reliability in the open-ended questions coding process. *Quality and Quantity, 40*(4), 519-537.

Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., & Almughyirah, S. (2016). Using Robotics and Game Design to Enhance Children's Self-Efficacy, STEM Attitudes, and Computational Thinking Skills. *Journal of Science Education and Technology, 25*(6), 860-876. doi:10.1007/s10956-016-9628-2

Lesh, R., & Doerr, H. M. (2003). Foundations of a model and modeling perspective on mathematics teaching, learning, and problem solving. R. Lesh & H. M. Doerr (Eds.), *Beyond constructivism: Models and*

modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching (s. 3-33): Lawrence Erlbaum Associates.

Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *ZDM-The international journal on mathematics education, 38*(2), 96-112.

Mason, J. (2006). Mixing methods in a qualitatively driven way. *Qualitative research, 6*(1), 9-25.

Mauch, E. (2001). Using technological innovation to improve the problem-solving skills of middle school students: Educators' experiences with the LEGO mindstorms robotic invention system. *The Clearing House, 74*(4), 211-213.

MEB. (2016). *STEM eğitimi raporu*. Ankara: http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf adresinden edinilmiştir.

Meng, C. C., Idris, N., & Eu, L. K. (2014). Secondary Students' Perceptions of Assessments in Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM). *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 10*(3).

Mercimek, B., Kelek, A., & Kuzu, A. (2016). Eğitimde STEM kullanımı ve Sağlayacağı katkıların öğrenci, öğretmen ve öğretim programları açısından değerlendirilmesi. In A. İşman, H. F. Odabaşı, & B. Akkoyunlu (Eds.), Eğitim Teknolojileri Okumaları - 2016 (pp. 325-350). Ankara: TOJET adresinden edinilmiştir.

Meydan, C. H., & Şeşen, H. (2011). *Yapısal eşitlik modellemesi AMOS uygulamaları*. Ankara: Detay Yayıncılık.

Miller, K., Sonnert, G., & Sadler, P. (2018). The influence of students' participation in STEM competitions on their interest in STEM careers. *International Journal of Science Education, Part B, 8*(2), 95-114.

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.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in pre-college settings: Research into practice*. West Lafayette, IN: Purdue University Press.

Morrison, J. (2006, 29.11.2017). TIES STEM education monograph series, attributes of STEM education. *Baltimore, MD: TIES.* http://partnersforpubliced.org/uploadedFiles/TeachingandLearning/Career_and_Technical_Education/Attributes%20of%20STEM%20Education%20with%20Cover%202%20.pdf adresinden edinilmiştir.

Myers, A., & Berkowicz, J. (2015). *The STEM shift: A guide for school leaders*. California: Corwin Press.

Nağaç, M. (2018). *6. sınıf fen bilimleri dersi madde ve ısı ünitesinin öğretiminde fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (fetemm) eğitiminin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin incelenmesi.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 522774)

National Research Council, N. (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, D.C.: National Academies Press.

National Research Council, N. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. Washington, D.C.: National Academies Press.

National Research Council, N. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, D.C.: National Academies Press.

National Research Council, N. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. Washington, D.C.: National Academies Press.

NRC. (2010). *Exploring the intersection of science education and 21st century skills: A workshop summary*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Okulu, H. Z. (2019). *STEM eğitimi kapsamında astronomi etkinliklerinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 538296)

Ormancı, Ü. (2020). Thematic content analysis of doctoral theses in stem education: Turkey context. *Journal of Turkish Science Education, 17*(1), 126-146.

Ortiz, A. M., Bos, B., & Smith, S. (2015). The power of educational robotics as an integrated STEM learning experience in teacher preparation programs. *Journal of College Science Teaching, 44*(5), 42-47.

Ozüdoğru, M., & Bümen, N. (2016). Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin matematik başarılarının yordanması. *Ege Eğitim Dergisi, 2*(17), 377-398.

Özcan, H., & Koca, E. (2019). The Impact of Teaching the Subject "Pressure" with STEM Approach on the Academic Achievements of the Secondary School 7th Grade Students and Their Attitudes Towards STEM. *Egitim ve Bilim, 44*(198).

Özçakır Sümen, Ö. (2018). *Matematik dersinde uygulanan STEM etkinlikerinin sınıf öğretmeni adaylarının öğrenme ürünleri etkileri.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 516892)

Özçınar, H. (2017). Hesaplamalı Düşünme Araştırmalarının Bibliyometrik Analizi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama, 7*(2), 149-171.

Özdemir, H. (2018). *Meslek lisesi öğrencilerinin alanlarıyla ilgili mesleki matematik başarısını geliştirmeye yönelik STEM uygulamaları.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 534956)

Özgün-Koca, S. A., & Şen, A. İ. (2006). Orta Öğreti Öğrencilerinin Matematik ve Fen Derslerine Yönelik Olumsuz Tutumlarının Nedenleri. *Eurasian Journal of Educational Research (EJER)*(23), 137-147.

Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi, 3*(2), 36-48.

Partnership For 21st Century Skills, P. (2013). Framework For 21st Century Learning. http://www.p21.org/about-us/p21-framework adresinden edinilmiştir.

Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*: SAGE Publications, inc.

Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 454935)

Pinasa, S., Siripun, K., & Yuenyong, C. (2018). *Developing design-based STEM education learning activities to enhance students' creative thinking.* AIP Conference Proceedings 'da sunulmuştur.

Pollak, H. O. (2000). Mathematical Modeling and Discrete Mathematics. J. G. Rosenstein, D. S. Franzblau, & F. S. Roberts (Eds.), *Discrete Mathematics in the Schools* (Vol. 36): American Mathematical Society.

Popper, K. (2013). *All life is problem solving*. Abingdon-on-Thames: Routledge.

Prawvichien, S., Siripun, K., & Yuenyong, C. (2018). *Developing teaching process for enhancing students' mathematical problem solving in the 21st century through STEM education.* AIP Conference Proceedings 'da sunulmuştur.

Ralston, P. A., Hieb, J. L., & Rivoli, G. (2012). Partnerships and experience in building STEM pipelines. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 139*(2), 156-162.

Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher, 71*(8), 1-4.

Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K□12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics, 112*(1), 31-44.

Saad, M. E. (2014). *Progressing science, technology, engineering, and math (STEM) education in North Dakota with near-space ballooning.* (MSc thesis). Proquest Central veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 1559998)

Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher, 68*(4), 20–26.

Sarıcan, G., & Akgündüz, D. (2018). The Impact of Integrated STEM Education on Academic Achievement, Reflective Thinking Skills towards Problem Solving and Permanence in Learning in Science Education. *Cypriot Journal of Educational Sciences, 13*(1), 94-107.

Sarıer, Y. (2010). Ortaöğretime giriş sınavları (OKS-SBS) ve PISA sonuçları ışığında eğitimde fırsat eşitliğinin değerlendirilmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11*(3), 107-129.

Sayın, Z., & Seferoğlu, S. S. (2016, Ocak). *Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi.* Akademik Bilişim Konferansı ,da sunulmuştur., Adnan Menderes Üniversitesi Aydın.

Schermelleh-Engel, K., Moosbrugger, H., & Müller, H. (2003). Evaluating the fit of structural equation models: Tests of significance and descriptive goodness-of-fit measures. *Methods of psychological research online, 8*(2), 23-74.

Segars, A. H., & Grover, V. (1993). Re-examining perceived ease of use and usefulness: A confirmatory factor analysis. *MIS quarterly, 17*(4), 517-525.

Selby, C., & Woollard, J. (2013, June). *Computational thinking: the developing definition.* ITiCSE '13: Innovation and Technology in Computer Science Education Conference 'da sunulmuştur., Canterbury England.

Senemoğlu, N. (2007). *Gelişim öğrenme ve öğretim: Kuramdan uygulamaya*. Ankara: Gönül Yayıncılık.

Sneider, C., Stephenson, C., Schafer, B., & Flick, L. (2014). Exploring the science framework and NGSS: Computational thinking in the science classroom. *Science Scope, 38*(3), 10.

Syukri, M., Halim, L., Mohtar, L. E., & Soewarno, S. (2018). The impact of engineering design process in teaching and learning to enhance students' science problem-solving skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia, 7*(1), 66-75.

Şahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education, 14*(1), 5-11.

Şahin, N., Şahin, N. H., & Heppner, P. P. (1993). Psychometric properties of the problem solving inventory in a group of Turkish university students. *Cognitive Therapy and Research, 17*(4), 379-396.

Şahiner, A., & Kert, S. B. (2016). Komputasyonel düşünme kavramı ile ilgili 2006-2015 yılları arasındaki çalışmaların incelenmesi. *EJOSAT: European Journal of Science and Technology, Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 5*(9).

Şen, C. (2018). *Mühendislik tasarımı odaklı bütünleşik stem etkinliklerinde üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı beceriler.* (Doktora tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 534533)

Şenocak, E., & Taşkesenligil, Y. (2005). Probleme dayalı öğrenme ve fen eğitiminde uygulanabilirliği. *Kastamonu eğitim dergisi, 13*(2), 359-366.

Tabar, V. (2018). Ülkemizde fetemm alanında yapılmış olan çalışmaların içerik analizi. (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 511714)

Taş, U. E., Arıcı, Ö., Ozarkan, H. B., & Özgürlük, B. (2016). *PISA 2015 ulusal raporu*. Ankara: http://odsgm.meb.gov.tr/test/analizler/docs/PISA/PISA2015_Ulusal_Rapor.pdf adresinden edinilmiştir.

Taşlıbeyaz, E., & Gülcü, A. (2013). Ortaöğretim öğrencilerinin bilgisayar destekli matematik öğretimi hakkındaki görüşleri. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi, 6*(3), 408-422.

Taştan Akdağ, F. T., & Güneş, T. (2017). Enerji konusunda yapılan STEM uygulamaları ile ilgili Fen Lisesi öğrenci ve öğretmen görüşleri. *International Journal of Social Sciences and Education Research, 3*(5), 1643-1656.

Thomasian, J. (2011). *Building a science, technology, engineering, and math education agenda: an update of state actions*.

Totan, T., & Kabasakal, Z. (2012). Problem çözme becerileri eğitiminin ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin sosyal ve duygusal öğrenme ihtiyaçları ve becerileri üzerine etkisi. İlköğretim Online, 11(3).

Turan, Z., Yılmaz, R. M., Durdu, L., & Göktaş, Y. (2016). Öğretim teknolojilerinin tarihsel değişimi. Y. Göktaş & K. Çağıltay (Eds.), Öğretim Teknolojilerinin Temelleri: Teoriler, Araştırmalar, Eğilimler (s. 25-40). Ankara: Pegem Akademi.

Türker, B. (2018). *Yüksek başarılı öğrenilerin fetemm alanlarındaki kariyer tercihlerini belirleyen faktörlerin belirlenmesi.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 522546)

Uğraş, M. (2018). The effects of STEM activities on stem attitudes, scientific creativity and motivation beliefs of the students and their views on STEM education. *International Online Journal of Educational Sciences, 10*(5).

Uğraş, M. (2019a). Determination of the Effects of Problem-Based STEM Activities on Certain Variables and the Views of the Students. *International Online Journal of Educational Sciences, 11*(1).

Uğraş, M. (2019b). Ortaokul öğrencilerinin fen-teknoloji-mühendislik-matematik (fetemm) mesleklerine yönelik ilgileri. *Electronic Turkish Studies, 14*(1).

Van Laar, E., Van Deursen, A. J., Van Dijk, J. A., & De Haan, J. (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in human behavior, 72*, 577-588.

Wagner, T. (2008). Even our "best" schools are failing to prepare students for 21st-century careers and citizenship. *Educational leadership, 66*(2), 20-25.

Walker, W. S., Moore, T. J., Guzey, S., & Sorge, B. H. (2018). Frameworks to develop integrated stem curricula. *K-12 STEM Education, 4*(2), 331-339.

Wang, H. H. (2012). *A New Era of Science Education: Science Teachers' Perceptions and Classroom Practices of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Integration.* (Doctoral Dissertation). ProQuest Central veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 3494678)

Weber, K. (2011). Role models and informal STEM-related activities positively impact female interest in STEM. *Technology and Engineering Teacher, 71*(3), 18.

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology, 25*(1), 127-147.

Weiss, R. E. (2003). Designing problems to promote higher□order thinking. *New directions for teaching and learning, 2003*(95), 25-31.

Wilson, S. B., & Varma-Nelson, P. (2016). Small groups, significant impact: A review of peer-led team learning research with implications for STEM education researchers and faculty. *Journal of Chemical Education, 93*(10), 1686-1702.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35.

Yasak, M. T. (2017). *Tasarım temelli fen eğitiminde, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulamaları: Basınç konusu örneği.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 470957)

Yavuz, G., Arslan, Ç., & Gülten, D. C. (2010). The perceived problem solving skills of primary mathematics and primary social sciences prospective teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 2*(2), 1630-1635.

Yiğit, Ü. (2019). *Exploring the stem readiness level of high schools in Ankara.* (Yüksek lisans tezi). YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanından edinilmiştir. (Tez no: 573086)

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (9 Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B. (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi* (1. Baskı). İstanbul: Nobel bilimsel eserler.

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2016). Examination of the effects of STEM education integrated as a part of science, technology, society and environment courses. *Journal of Human Sciences, 13*(3), 3684-3695.

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM öğretme-öğrenme modelleri: 5e öğrenme modeli, proje tabanlı öğrenme, ve STEM sos modeli. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya stem+a+e eğitimi* (s. 203-236). Ankara: Pegem Akademi.

Yıldırım, H. H., Yıldırım, S., Ceylan, E., & Yetişir, M. I. (2013). *Turkiye Perspektifinden TIMSS 2011 sonuçları*. Ankara: https://www.ted.org.tr/wp-content/uploads/2019/04/timmsarastirmaraporu.pdf adresinden edinilmiştir.

Young, J. R., Ortiz, N., & Young, J. L. (2017). STEMulating interest: A meta-analysis of the effects of out-of-school time on student STEM interest. *International Journal of Education in Mathematics Science and Technology, 5*(1), 62-74.

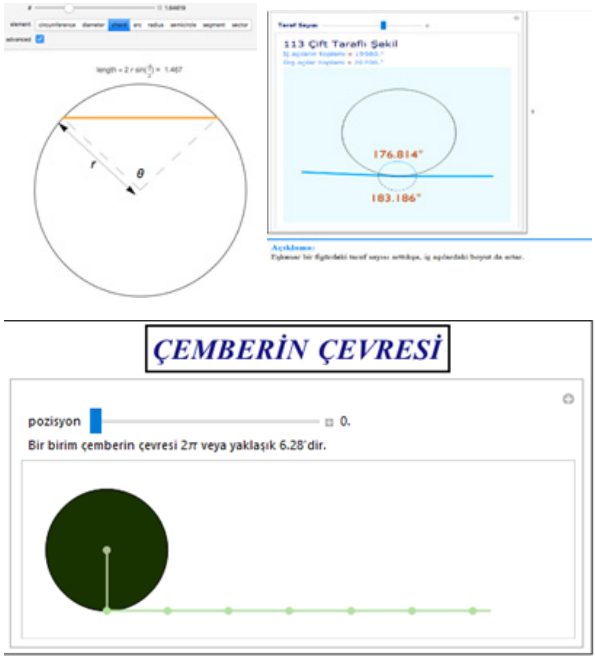
Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics, 112*(1), 12-19.

EKLER

Ek-1 STEM Etkinlikleri

Etkinlik adı: Diyarbakır Stadyumunu Türkiye Kupasına Hazırlıyoruz.

Ana disiplin	Matematik
Sınıf	10. sınıf
Ünite-konu	Çember ve daire
Tavsiye edilen süre	4 saat
Kavram	Çember-Daire'de çevre
Matematik dersine müfredat kazanımları	• Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar. • Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar.
Coğrafya dersine ilişkin kazanımlar	• Belirli bir alanı ölçekleri oranında ayrıntıları ile gösterir.
Teknoloji	• Konuya ilişkin bilişim teknolojilerinde faydalanarak araştırmalarını gerçekleştirir. • Ulaştığı bilgileri farklı kaynaklardan sorgulayarak doğrular. • Problemin çözümü için algoritmalar geliştirir. • Cetvel, gönye kullanarak modellerini çizer. • Ölçekleme işleminin hesaplamalarını bilgisayar aracılığıyla hesap eder.
Mühendislik	• Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır. • Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır. • Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

21. yüzyıl becerileri	• İşbirlikli çalışma becerisi • Problem çözme becerisi • İletişim becerisi • Eleştirel düşünme becerisi
Kullanılacak araç gereçler	Cetvel, gönye, A4 kağıdı, Bilgisayar
Öğrenilmesi Ön Koşul Olan Davranışlar	• Cetvel ve gönye kullanımı • Ölçekleme işlemi hesaplamaları • Bilgi teknolojilerini kullanarak araştırma yapma
Kullanılan Yöntem Teknikler	5E öğretim modeli, İşbirlikli öğrenme, Matematiksel Modelleme, probleme dayalı öğrenme
Kullanılan Wolfram Mathematica nesneleri	

PROBLEM DURUMU VE KISITLAR



Diyarbakır stadyumunda yeşil sahanın hazırlanmasından sorumlusunuz. Türkiye kupası finaline sahanın hazırlanması gerekiyor. Sizden saha çizgilerinin hazırlanması isteniyor.

- Bu iş için size yeterli yeşil alan verildi ve sizden futbol sahasının çizgilerini aslına uygun bir şekilde hazırlamanız ve bir maliyet raporu sunmanız isteniyor.

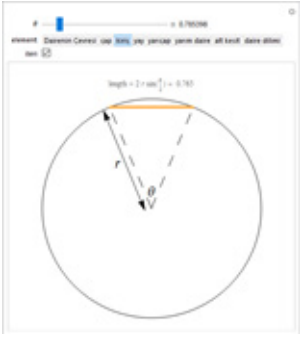
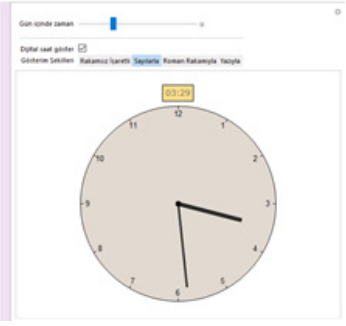
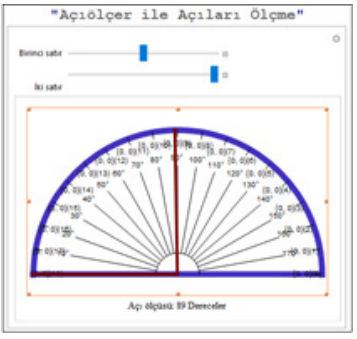
Bu iş için sizden istenilen raporda:

- Futbol sahalarının ölçüleri ne kadardır? (Uzunluğu, genişliği, ceza sahası, orta saha yuvarlağı, köşe vuruşu yapılan çeyrek çember vs.). bu işlemi size verilen kağıda gerçek boyutları belli bir oranda ölçekleyerek çiziniz. (Ölçekleme işlemi Örneğin 100 metre yerine 10 cm kullanıldıysa 1/1000 oranında küçültülerek çizilmiştir şeklinde ifade ediniz.)
- Çizgilerin hazırlanması için Toplam kaç metre boya kullanacaksınız?
- Ne kadar boya almalısınız? (1lt boya ile 100 metre boyanabilmektedir.)
- Toplam maliyet tutarı? (1 lt boya fiyatı 50 tl'dir.)

Bu alana sahayı cetvel kullanarak futbol sahasını çiziniz. Ve gerçek boyutlarını ve sizin verdiğiniz değeri yazınız. (Örneğin "gerçek uzunluk 11,5 metre iken 11,5 cm çizilmiştir ve 1/100 oranında küçültülmüştür" gibi.)

Etkinlik Adı: Matematik Saati

Ana Disiplin	Matematik
Sınıf	10. sınıf
Ünite-Konu	Çember ve daire
Tavsiye Edilen Süre	4 saat
Kavram	Çember-Daire'nin Temel elemanları
Matematik Dersine Müfredat Kazanımları	• Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar. • Bir çemberde merkez, çevre, iç, dış ve teğet-kiriş açıları açıklar; bu açıların ölçüleri ile gördükleri yayların ölçülerini ilişkilendirir
Görsel Sanatlar	• Geometrik (kare, daire, üçgen vb.) ve organik biçimler oluşturularak renkli fon kartonu üzerinde düzenlenmesi sağlanır.
Teknoloji	• Konuya ilişkin bilgi iletişim araçlarından faydalanarak araştırmalarını gerçekleştirir. • Ulaştığı bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklardan sorgular. • Problemin çözümü için algoritmalar geliştirir. • Cetvel, gönye kullanarak modellerini çizer. • Ürün geliştirme sürecinde hesaplamalarını bilgisayar aracılığıyla yapar.
Mühendislik	• Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır. • Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır. • Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

21. Yüzyıl Becerileri	• İşbirlikli çalışma becerisi • Problem çözme becerisi • İletişim becerisi • Eleştirel düşünme becerisi • Algoritmik Düşünme
Kullanılacak Araç Gereçler	Cetvel, gönye, mukavva, çöp şiş, patafiks yapıştırıcı, keçeli kalemler, makas, maket bıçağı, bilgisayar
Öğrenilmesi Ön Koşul Olan Davranışlar	• Cetvel ve gönye kullanımı • Ölçekleme işlemi hesaplamaları • Bilgi teknolojilerini kullanarak araştırma yapma
Kullanılan Yöntem Teknikler	5E öğretim modeli, İşbirlikli öğrenme, Mühendislik Tasarım Süreci
Kullanılan Wolfram Mathematica nesneleri	

Problem Durumu ve Kısıtlar



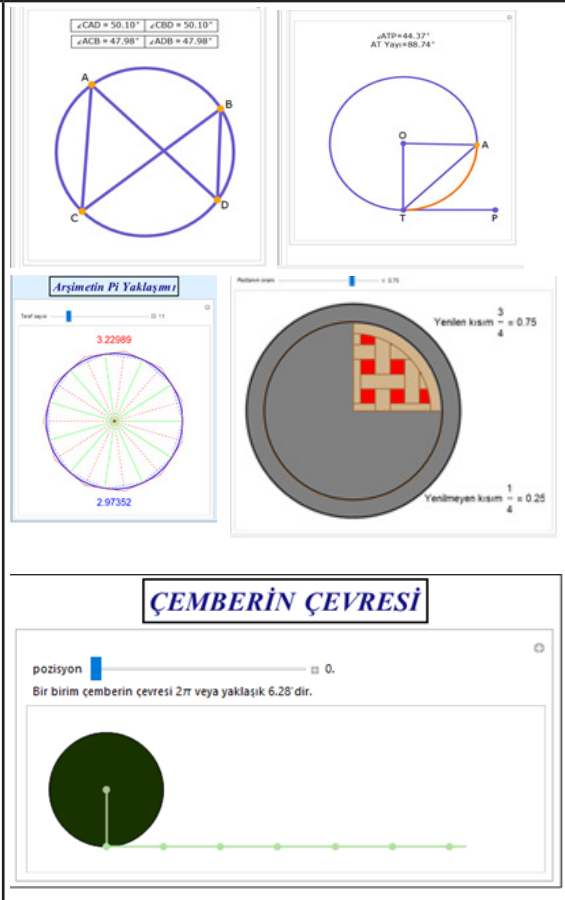
İngiltere'deki okullarda analog saatler kaldırılma kararı alınmıştır. Buna sebep olarak 7-12 yaş aralığındaki öğrencilerin analog saati anlayamadıkları öne sürülmüştür. Nitekim buna benzer bir başka uygulamada amerika'da çocuklara analog saatin neyi gösterdiği sorulmuş ve çocukların birçoğu doğru cevabı veremediği görülmüştür. Bununla ilgili haberler çeşitli medya organlarından da erişebilirsiniz (https://www.ensonhaber.com/amp/egitim-haberleri/ingiltere-okullarda-analog-saatlerden-vazgeciyor). Bu uygulamada sizden analog saatin anlaşılmasındaki problemi ortadan kaldırabilecek bir saat tasarımı yapmanız istenmektedir. Ancak bu saatin matematiksel işlemleri de içerinden barındırması istenmektedir. Bu doğrultuda sizde bir dairesel saat tasarımı yapacaksınız. Bu etkinlikte önem vermeniz gereken durumlar:

10. Sınıfa kadar aldığınız matematik eğitimini göz önünde bulundurarak size özgü bir matematik saati tasarımı yapmak.

Saat aralıklarının eşit yay uzunluklarına sahip olmalarını sağlamak.

Etkinlik Adı: Çarkı Felek.

Ana Disiplin	Matematik
Sınıf	10. sınıf
Ünite-Konu	Çember ve daire
Tavsiye Edilen Süre	4 saat
Kavram	Çember-Daire'de çevre
Matematik Dersine Müfredat Kazanımları	• Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar. • Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar.
Fen Dersine Ait Kazanım	• Sürtünme kuvvetini açıklar, statik ve kinetik sürtünme kuvvetlerini karşılaştırır ve sürtünme kuvvetinin bağlı olduğu değişkenler keşfeder.
Teknoloji	• Konuya ilişkin bilgi iletişim araçlarından faydalanarak araştırmalarını gerçekleştirir. • Ulaştığı bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklardan sorgular. • Problemin çözümü için algoritmalar geliştirir. • Cetvel, gönye kullanarak modellerini çizer. • Ürün geliştirme sürecinde hesaplamalarını bilgisayar aracılığıyla yapar.
Mühendislik	• Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır. • Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır. • Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

21. Yüzyıl Becerileri	• İşbirlikli çalışma becerisi • Problem çözme becerisi • İletişim becerisi • Eleştirel düşünme becerisi • Algoritmik Düşünme
Kullanılacak Araç Gereçler	Cetvel, gönye, mukavva, çöp şiş, patafiks yapıştırıcı, keçeli kalemler, makas, maket bıçağı, bilgisayar
Öğrenilmesi Ön Koşul Olan Davranışlar	• Cetvel ve gönye kullanımı • Ölçekleme işlemi hesaplamaları • Bilgi teknolojilerini kullanarak araştırma yapma
Kullanılan Yöntem Teknikler	5E öğretim modeli, İşbirlikli öğrenme, Mühendislik Tasarım Süreci, probleme dayalı öğrenme
Kullanılan Wolfram Mathematica nesneleri	

Problem Durumu ve Kısıtlar

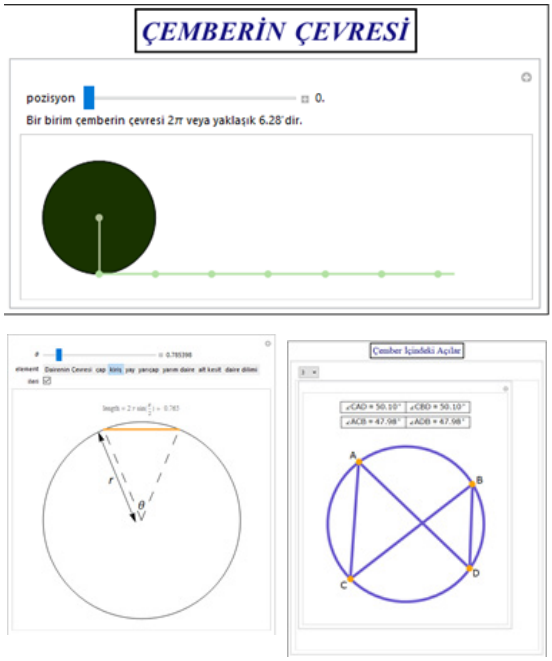


Okulunuzda geleneksel dönem sonu eğlence etkinlikleri için sizden çarkı felek tasarlamanız istendi. Tasarımda şu unsurlara dikkat etmeniz isteniyor:

- Toplam 16 farklı daire dilimi oluşturulacak,
- 4 adet 1000 puan daire dilimleri oluşturulacak,
- 4 adet iflas daire dilimleri oluşturulacak,
- 1000 puan ve iflas olan dairesel dilimleri diğerlerinin yarısı kadar yer tutmalıdır.

Etkinlik Adı: El Cezeri' nin Güneş Saati.

Ana Disiplin	Matematik
Sınıf	10. sınıf
Ünite-Konu	Çember ve daire
Tavsiye Edilen Süre	4 saat
Kavram	Çember-Daire'de çevre
Matematik Dersine Müfredat Kazanımları	• Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar. • Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar.
Tarih Dersine Ait Kazanımlar	• Türk ve İslam bilginlerinin bilim dünyasına katkılarını değerlendirir.
Teknoloji	• Konuya ilişkin bilgi iletişim araçlarından faydalanarak araştırmalarını gerçekleştirir. • Ulaştığı bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklardan sorgular. • Problemin çözümü için algoritmalar geliştirir. • Cetvel, gönye kullanarak modellerini çizer. • Ürün tasarımında gerekli hesaplamaları bilişim teknolojileri yardımıyla gerçekleştirir.
Mühendislik	• Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır. • Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır. • Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

21. Yüzyıl Becerileri	• İşbirlikli çalışma becerisi • Problem çözme becerisi • İletişim becerisi • Eleştirel düşünme becerisi • Yaratıcı düşünme becerisi
Kullanılacak Araç Gereçler	Cetvel, gönye, mukavva, çöp şiş, patafiks yapıştırıcı, keçeli kalemler, makas, maket bıçağı, bilgisayar
Öğrenilmesi Ön Koşul Olan Davranışlar	• Cetvel ve gönye kullanımı • Ölçekleme işlemi hesaplamaları • Bilgi teknolojilerini kullanarak araştırma yapma
Kullanılan Yöntem Teknikler	5E öğretim modeli, İşbirlikli öğrenme, Mühendislik Tasarım Süreci, probleme dayalı öğrenme
Kullanılan Wolfram Mathematica nesneleri	

Problem Durumu ve Kısıtlar





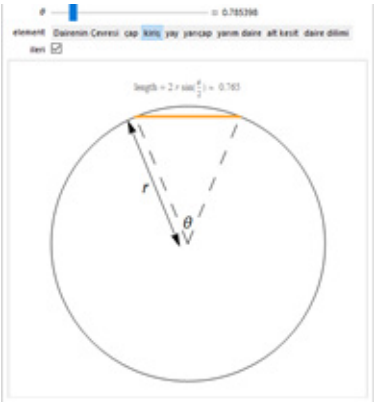
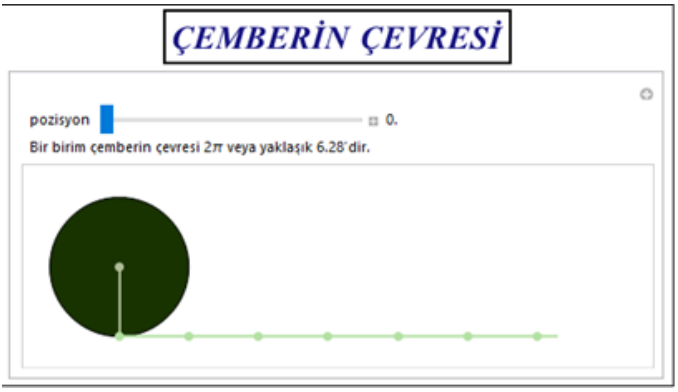
El-cezeri'nin güneş saatini tekrardan hazırlıyoruz. Okulunuzun bahçesinde bilim tarihimizi anlatan bir etkinlik düzenleniyor. Sizde arkadaşlarınızla dünya' nın ilk robotlarının tasarımcısı olan el-cezeri'nin güneş saatini hazırlama projesini ele aldınız. bu doğrultuda dairesel bir güneş saati hazırlamanız isteniyor.

- Güneş saatinin tarihçesi (ne zamandan beri hangi uygarlıklar tarafından kullanış vb.)
- Elcezeri kimdir?
- El-cezeri ne tür icatları yapmıştır?
- El-cezeri'nin güneş saati nerede bulunmaktadır?
- Güneş saati nasıl çalışır?
- Güneş saati başlangıç ve bitiş saati nedir?
- Yaz/kış saatleri nasıl hesaplanır?
- Güneş saati kalibrasyonu nasıl yapılır?

size verilen materyalleri kullanarak 10 cm yarı çaplı ve 10 cm yükseklikte göstergesi olan bir güneş saati tasarımı yapınız.

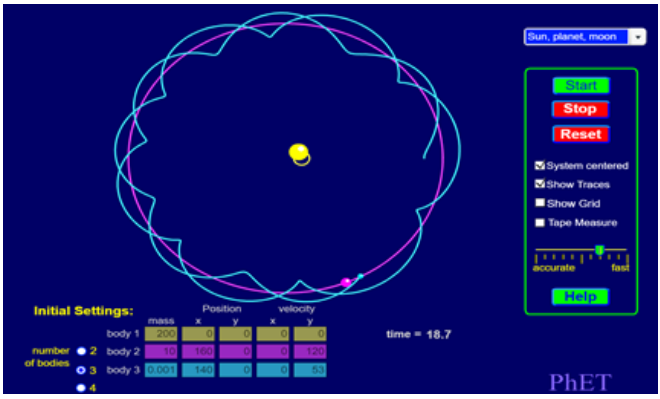
Etkinliğin Adı: Güneş Sistemi Modellemesi.

Ana Disiplin	Matematik
Sınıf	**10. sınıf**
Ünite-Konu	Çember ve **Daire**
Tavsiye Edilen Süre	**4 saat**
Kavram	Çember-Daire'de çevre
Matematik Dersine Müfredat Kazanımları	• Çemberin çevresini veren bağıntılar oluşturur ve uygulamalar yapar. • Çemberlerde kiriş, çap ve yay kavramlarını açıklar.
Fen Dersine Ait Kazanım	• Dişli çarklar, vida ve kasnakların da birer basit makine olduğu belirtilir. • Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar ve yapar.
Teknoloji	• Konuya ilişkin bilgi iletişim araçlarından faydalanarak araştırmalarını gerçekleştirir. • Ulaştığı bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklardan sorgular. • Problemin çözümü için algoritmalar geliştirir. • Cetvel, gönye kullanarak modellerini çizer. • Model için gerekli hesaplamaları bilişim teknolojileri yardımıyla gerçekleştirir.
Mühendislik	Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Hazırlayacağı model için mühendislik tasarım sürecini işletir. • Bir ürünün, araç gerecin, işlemin ya da sistemin geliştirilmesi yoluyla çözülebilecek gerçek hayat temelli bir tasarım problemini belirler. Problemi malzeme, zaman ve maliyet ölçüsünü göz önünde bulundurarak sınırlandırır. • Belirlenen sınırlılıklara ve kriterlere göre problemine çözüm önerileri geliştirir ve geliştirdiği önerileri birbirleriyle karşılaştırır. • Problemin çözümüne ilişkin belirlediği çözüm önerilerini önceden belirlediği kriterlere göre değerlendirir test eder.

21. Yüzyıl Becerileri	İşbirlikli çalışma becerisi Problem çözme becerisi İletişim becerisi Eleştirel düşünme becerisi Algoritmik düşünme becerisi
Kullanılacak Araç Gereçler	Cetvel, gönye, mukavva, çöp şiş, patafiks yapıştırıcı, keçeli kalemler, makas, maket bıçağı, bilgisayar, Wolfram Mathematica
Öğrenilmesi Ön Koşul Olan Davranışlar	Cetvel ve gönye kullanımı Bilgi teknolojilerini kullanarak araştırma yapma
Kullanılan Yöntem Teknikler	5E öğretim modeli, İşbirlikli öğrenme, Mühendislik Tasarım Süreci, probleme dayalı öğrenme
Kullanılan Wolfram Mathematica nesneleri	 

Problem Durumu ve Kısıtlar

https://phet.colorado.edu/sims/my-solar-system/my-solar-system_en.html adresinden Güneş, Dünya ve Ay'ın hareketleri incelenir.



Öğrencilere dünya, ay ve Güneş'in dönüş ve konumlarına göre gel git olaylarına, gece ve gündüz oluşumu ve mevsimlerin oluşumuna ilişkin sorular sorularak derse dikkatleri çekilir.

Öğrencilerin Dünya'nın kendi etrafında ve güneş etrafında 360 derece döndüğü ve Ay'ın Dünya etrafında 360 derece döndüğü sorular ile keşfettirilir.

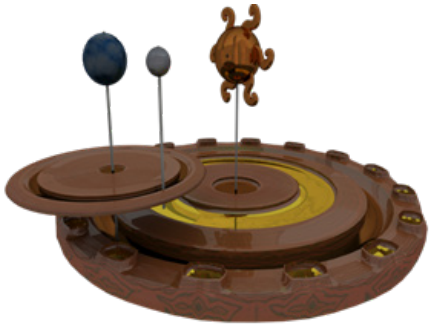
Wolfram Mathematica ile geliştirilen dinamik öğrenme nesneleri üzerinden öğrencilerin değişkenleri değiştirerek çember çapı ve çevresi arasındaki bağlantı keşfettirilir.

Dersin içeriği kaynak kitap ve dinamik öğrenme nesneleri üzerinden açıklanır.

Modeli size verilen mukavva plakadan yararlanarak basit makine düzeneğini oluşturup hazırlayınız. Güneş dünya ve ayı gerçeğine uygun bir şekilde modelleyiniz. Mevsimlerin oluşumu model üzerinden açıklayınız.

https://www.youtube.com/watch?v=iCHFNlEoFII

https://www.youtube.com/watch?v=ndE8gGbEB18 adresleri örnek olarak sunulur.



Ek-2 MEB İzin Yazısı

T.C.
DİYARBAKIR VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 30769799-605.01-E.6918590 04.04.2018
Konu : Araştırma İzni

KAYAPINAR KAYMAKAMLIĞINA
(İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü)

Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Programı Öğrencisi Yusuf İslam BOLAT'ın "Lise Matematik Derslerinde FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Yaklaşımı: Derse Etkisi, Problem Çözme, FeTeMM Alanlarına İlgi ve Öğrenci Değerlendirmeleri" konulu tez araştırması için, 2017-2018 Eğitim-Öğretim yılında İlimiz Kayapınar İlçesinde bulunan Adnan Menderes Anadolu Lisesi öğrencilerine yönelik istediği çalışma ile ilgili Valilik Makamından alınan 04.04.2018 tarih ve 6853642 sayılı onay örneği ilişikte gönderilmiştir.

Söz konusu tez çalışmasının Okul Müdürlerinin gözetiminde ve sorumluluğunda gönüllülük esasına bağlı olarak, eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde yapılmasını, ilgili okula bilgi verilmesini rica ederim.

Metin DİREK
Vali a.
İl Milli Eğitim Müdür Yardımcısı

EK:
1- Onay Yazısı (1 Sayfa)
2- Araştırma-Değerlendirme Formu ve Ekleri (11 Sayfa)

Adres: istasyon caddesi eski eğitim fakültesi B-Blok strateji geliştirme şubesi Yenişehir/Diyarbakır
Elektronik Ağ: stratejigeliştirme21@gov.tr
e-posta: baharkomurcu947@gmail.com

Bilgi için: Bahar KÖMÜRCÜ -Memur
Tel: 0 (412) 322 22 35
Faks: 0 (412) 322 22 48

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evraksorgu.meb.gov.tr adresinden db20-ec97-374e-9014-af60 kodu ile teyit edilebilir.

T.C.
DİYARBAKIR VALİLİĞİ
İl Milli Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 30769799/605.01-E.6853642 04/04/2018
Konu : Araştırma İzni

VALİLİK MAKAMINA

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 22/08/2017 tarih ve 12607291 sayılı 2017/25 Nolu Genelgesi
b) Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü Öğrenci İşleri Daire Başkanlığının 26.01.2017 tarih ve 1800036219 sayılı yazısı.

Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Doktora Programı Öğrencisi Yusuf İslam BOLAT'ın **"Lise Matematik Derslerinde FeTeMM (Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik) Yaklaşımı: Derse Etkisi, Problem Çözme, FeTeMM Alanlarına İlgi ve Öğrenci Değerlendirmeleri"** konulu araştırma çalışması için İlimiz Kayapınar İlçesinde bulunan Adnan Menderes Anadolu Lisesi öğrencilerine yönelik çalışma yapmak istediği ilgi (b) yazıda belirtilmektedir.

Söz konusu araştırma çalışmasının Okul Müdürünün gözetiminde ve sorumluluğunda gönüllülük esasına bağlı olarak, 2017-2018 eğitim öğretim yılı içerisinde eğitim öğretimi aksatmayacak şekilde yapılması, Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Hasan ASLAN
İl Milli Eğitim Müdürü

OLUR
04/04/2018

Bilal ÖZKAN
Vali a.
Vali Yardımcısı

İl Milli Eğitim Müdürlüğü - Eski Eğitim Fakültesi Binası
Şehitlik Yenişehir/DİYARBAKIR
Elektronik Ağ: diyarbakir.meb.gov.tr
e-posta: istatistik21@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Bahar KÖMÜRCÜ Memur
Tel: (0 412) 322 22 35
Faks: (0 412) 322 22 48

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. https://evrakbarkod.meb.gov.tr adresinden 5179-b22f-35eb-b561-99b0 kodu ile teyit edilebilir.

Ek-3 İlgili Araştırmalar

Study ID	Amaç	Metot	Katılımcılar	Çıktılar	Ders	Sonuçlar
Doktora Tezleri						
2015-Bishop	**Bu çalışmanın amacı, ilköğretimden liseye kadar STEM programına katılan öğrenciler ile benzer matematik başarı seviyesinde olan ancak STEM programına katılmamış öğrencilerin STEM kariyerine girme derecesini kıyaslamaktır.**	**Nicel**	**Lise**	-	-	STEM eğitimi almış öğrencilerin, STEM programına katılmayan akranlarına kıyasla STEM kariyerine girme olasılıkları 0.47 kat daha fazladır.
2016-Yıldırım	**Tam öğrenme modeli ve STEM etkinliklerinin; akademik başarı, sorgulayıcı öğrenme becerisi algısına, STEM'e yönelik tutumlarına, motivasyonlarına ve kalıcılığa etkisini incelemiştir.**	**Karma**	**Ortaokul**	**Akademik başarı, sorgulayıcı öğrenme becerisi algısına, STEM'e yönelik tutum, motivasyon, kalıcılık ve görüş**	**Fen bilgisi**	STEM etkinliklerinin akademik başarıyı ve kalıcılığı arttırdığını, fen dersine yönelik motivasyonu arttırdığı, STEM'e yönelik tutum ve sorgulayıcı öğrenme becerisine ise anlamlı düzeyde bir etkisi olmadığı bulgusuna ulaşmıştır.
2017-Peldsay	**STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin; günlük hayata dayalı problemleri çözme becerisine ve STEM kariyer alanlarına ilgilerine etkisine, STEM, STEM etkinlikleri ve uygulama süreçlerine yönelik görüşlerini incelenmiştir.**	**Karma**	**Ortaokul**	**Problem çözme becerisi, STEM kariyer ilgisi, STEM etkinlikleri ve uygulama sürecine yönelik görüş**	**Bilim uygulamaları**	STEM etkinlikleri problem çözme becerisini geliştirmiş ve öğrencilerin STEM alanlarına ilgisini arttırmıştır. Öğrenciler, STEM etkinliklerinin olumlu yönü olarak, eğlenceli olması ve grup çalışması yapma olarak olumsuz yönlerini ise **grup içi anlaşmazlıklar** olarak göstermişler.
2018-Ayverdi	**STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılığına, bilimsel süreç becerisine ve mühendislik becerisine etkisini incelemek**	**Karma**	**Ortaokul özel yetenekli**	**Bilimsel yaratıcılık bilimsel süreç becerisi ve mühendislik becerisi**	**Fen bilgisi**	STEM etkinlikleri öğrencilerin Bilimsel yaratıcılıklarını anlamlı düzeyde etkilemiş ve STEM etkinliklerine katılan öğrencilerin bilimsel süreç becerisi ve mühendislik becerisinin daha fazla geliştirmiştir.

2018-Çakır Sümen	**STEM etkinliklerinin sınıf öğretmeni adaylarının matematik başarısı matematiksel problem çözme inancı, STEM farkındalığı, 21.yy becerisi, problem çözme becerisine etkisini incelemektir.**	**Karma**	**Öğretmen adayı**	**Başarı, matematiksel problem çözme inancı, problem çözme, 21. Yy becerisi, STEM farkındalığı**	**Matematik**	Matematik dersi başarısını, STEM farkındalığını **problem çözme becerisini, 21 yy. becerisini geliştirdiği** ve matematik dersini **eğlenceli ve zevkli** bir hale getirdiği sonucuna ulaşılmıştır.
2018-Şen	**Üstün yetenekli öğrencilerin STEM etkinliklerinde kullandıkları becerileri ve STEM'e yönelik görüşlerini belirlemek.**	**Nitel**	**Ortaokul özel yetenekli**	**STEM ve STEM eğitimine yönelik görüş, STEM becerileri**	-	Öğrencilerin STEM eğitimi kapsamında; akıl yürütme, **problem çözme**, ilişkilendirme, mühendislik, inovasyon, **yaratıcılık**, iletişim, **işbirliği**,yaşam becerileri ve kariyer becerilerini kullandıkları tespit edilmiştir. STEM'e yönelik ilgi ve motivasyonları artmıştır.
2018-Higgle	**STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer ilgisine, bilimsel süreç becerisine öğrenme stratejilerine, motivasyonlarına ve akademik başarılarına etkisi ve etkinliklere dair öğrenci görüşleri incelenmiştir.**	**Karma**	**Ortaokul**	**STEM kariyer ilgisi, öğrenme stratejilerine, bilimsel süreç becerisi, motivasyonlarına ve akademik başarıları**	**Fen**	**STEM kariyer** ilgisini, bilimsel süreç becerisini ve motivasyonu geliştirmiş ancak fen dersi başarısı ve öğrenme stratejilerine anlamlı düzeyde etkilememiştir. Öğrenciler olumlu yönleri olarak Tasarım becerisi, yaratıcılık, işbirlikli çalışma, problem çözme, eleştirel düşünme ve el becerisini geliştirdiğini ifade etmişler. Zamanı etkili kullanma, iş bölümü eksikliği, el becerisi eksikliği, fikir ayrılığı rekabetin oluşturduğu stres gibi zorluklar yaşadıklarını belirtmişler.
2018-Eroğlu	**STEM etkinliklerinin lise öğrencilerinin kimya dersi akademik başarısına, bilimsel yaratıcılıkları ve bilimin doğası hakkındaki görüşlerine etkisini ve öğretmen ve öğrencilerin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerini incelenmiştir**	**Karma**	**Lise**	**Akademik başarı, bilimsel yaratıcılık, bilimin doğasına yönelik görüş Öğretmen ve öğrenci görüşler**	**Kimya**	Akademik başarıyı, bilimsel yaratıcılığı ve bilimin doğasına yönelik görüşler açısından anlamlı bir etkiye sahip olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Öğretmen ve öğrenciler genel anlamda olumlu görüşlere sahiptir.

2017-Hacıoğlu	**STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılık ve eleştirel düşünme becerilerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır**	**Karma**	**Üniversite**	**Bilimsel yaratıcılık, Eleştirel düşünme**	**Fen**	STEM etkinlikleri öğretmen adaylarının bilimsel yaratıcılıklarını ve eleştirel düşünme becerilerini geliştirmiştir.
2018-Dönmez	**7. Sınıf öğrencileri ile yürütmüş olduğu çalışmada gerçekleştirmiş olduğu STEM etkinliklerinin etkilerini belirmek amaçlanmıştır**	**Nitel**	**Ortaokul**	**Kariyer ilgisi**	**Fen**	Etkinliklerin **kalabalık sınıflarda** uygulanmasının zor olduğu, STEM **kariyer alanlarına yönelik anlayışlarının geliştiğini** ileri sürmüştür. Öğrenme stili olarak alan bağımlı öğrencilerin STEM etkinliklerinde daha başarılı olduklarını ve rol model olarak STEM alanlarında çalışan insanları seçtiklerini ifade etmiştir
2018-Kuvaç	**Fen bilgisi öğretmen adayları için STEM temelli çevre eğitimine yönelik öğretim tasarımı geliştirilmesi ve bu tasarım çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesi amaçlanmıştır.**	**Karma**	**Üniversite**	**Çevre okuryazarlığı, STEM algısı, STEM özyeterlik inancı, 21. yy öğrenim tutumu, mühendislik algısı, görüş**	**Fen**	STEM temelli çevre eğitimi, öğretmen adayları üzerinde tüm değişkenler açısından pozitif yönde anlamlı etkiye sahiptir. Öğretmen adayları STEM eğitimine yönelik olumlu görüş bildirmiş olmalarıyla birlikte bir takım sınırlıkları da belirtmiştir.
2018-Özdemir	**STEM temelli matematik dersinin meslek lisesi öğrencilerinin STEM kariyer ilgilerine, tutumlarına ve akademik başarısına etkisinin ve görüşlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.**	**Karma**	**M. Lise**	**STEM kariyer ilgisi, mesleki matematik başarısı, STEM eğitimine yönelik öğrenci görüşü**	**Matematik**	Öğrencilerin STEM kariyerlerine ilgilerinin arttığını ve matematik başarılarının arttığı belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin genel anlamda olumlu görüş bildirdiği ifade edilmiştir.
2019-Doğan	**Bu araştırmada amaç STEM etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, fen ve STEM' e yönelik tutumlarına ve başarılarına etkisini incelemektir. Ayrıca öğrencilerin deneysel süreç ile ilgili görüşleri de ele alınmıştır.**	**Karma**	**Ortaokul**	**Bilimsel süreç becerisi, fen yönelik tutum, STEM'e yönelik tutum, akademik başarı ve görüş**	**Fen**	Akademik başarıyı ve STEM tutumlarını arttırmıştır. Bilimsel süreç becerisi ve fen dersine yönelik tutuma anlamlı etkisi bulunmamıştır. Öğrenciler etkinliklerden **keyif aldığını**, bilgilerinin arttığını, **derse ilgilerinin arttığını** ve başka dersleri de STEM etkinlikleri ile işlemek istediklerini belirtmiştir.

2019- Okulu	**Astronomi temelli STEM etkinliklerinin ortaokul düzeyindeki Bilsem öğrencileri ve fen bilgisi öğretmen adaylarının; astronomi bilgileri, STEM ilgileri, STEM yaklaşımlarına etkisi belirlenmiştir. Bunun yanında geliştirilen etkinliklerin ve ürünlerin STEM eğitimine uygunluğu değerlendirilmiştir.**	**Karma**	**Bilsem (Ortaokul)-üniversite**	**Astronomi bilgileri, STEM ilgileri, STEM tutumları, STEM yaklaşımları**	**Fen**	Her iki katılımcı grubunda da STEM etkinliklerinin astronomi bilgileri, STEM ilgileri, STEM tutumları, STEM yaklaşımlarını anlamlı bir şekilde geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca tüm bağımlı değişkenlere göre bilsem öğrencileri fen bilgisi öğretmen adaylarına göre anlamlı düzeyde daha yüksek puanlar almıştır.
Yüksek lisans Tezleri						
2014- Saad	**3 haftalık bir STEM eğitimi sonrasında 8. Sınıf ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer ilgilerindeki değişimi incelemeyi amaçlanmıştır.**	**Karma**	**Ortaokul**	**STEM kariyer ilgisi**	**-**	Aldıkları 3 haftalık STEM eğitimi sonucunda öğrencilerin STEM ile ilgili lise tercihi etme durumlarında anlamlı bir değişiklik olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Nitel verilerde bu sonucu destekler şeklidedir.
2014- Ceylan	**STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarı, problem çözme becerisi, ve yaratıcılıklarına etkisi ve etkinliklere yönelik görüşlerini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.**	**Karma**	**Ortaokul**	**akademik başarı, problem çözme becerisi, ve yaratıcılık**	**Fen**	STEM temelli öğretim tasarımının ortaokul öğrencilerin akademik başarı, problem çözme becerisi, ve yaratıcılıklarını anlamlı düzeyde arttırdığı tespit edilmiştir.
2017- Yavuk	**STEM etkinliklerinin akademik başarı ve fen dersine yönelik tutuma etkisini ve öğrencilerin etkinliklere dair görüşlerini belirlemeyi amaçlanmıştır.**	**Karma**	**Ortaokul**	**Akademik başarı, Fen dersi tutumu ve görüş**	**Fen**	STEM etkinliklerinin tutumu ve başarıyı arttırdığı ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin görüşlerine göre STEM etkinlikleri, dersin daha eğlenceli geçmesini, etkili ve kalıcı öğrenmelerini, grup çalışması ile fikir alışverişi yaptıklarını ifade etmiştir.
2017- Ersan	**Bu araştırmanın amacı fizik öğretmeni adaylarının STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini belirlemektir.**	**Nitel**	**Üniversite**	**Görüş**	**Fizik**	Fizik öğretmen adayları STEM etkinliklerinin dersi daha anlaşılır, eğlenceli, aktif katılımlı ve dikkat çekici hale getirdiğini, kalıcı öğrenme sağladığını ifade etmişlerdir.

2018-Alan	**STEM etkinliklerinin, öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerisi, problem çözme ve STEM öğretimi yönelimlerine etkisi incelemiştir.**	**Karma**	**Üniversite**	**Bilimsel süreç becerisi, problem çözme becerisi ve STEM öğretimi yönelimi**	**Fen**	STEM etkinlikleri öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerisi ve problem çözme becerisini geliştirmiş ancak STEM öğretimi yönelimlerine anlamlı bir düzeyde etki etmemiştir.
2018-Abcı	**Probleme dayalı STEM eğitiminin ortaokul öğrencilerinin STEM tutumlarına, STEM kariyer algılarına, STEM meslek ilgilerine etkisini ve öğrencilerin STEM uygulamalarına yönelik görüşlerini incelemiştir.**	**Karma**	**Ortaokul**	**STEM tutumu, STEM kariyer algıları, STEM meslek ilgisi ve görüş**	**Fen**	STEM uygulamaları öğrencilerin STEM tutumları, meslek algıları ve kariyer ilgilerinin arttırmaktadır. 21. yüzyıl becerilerinin geliştiğini, kalıcı öğrenme, eğlenerek öğrenme, aktif katılım sağladıklarını, bilim uygulamaları dersinin daha eğlenceli hale geldiği, mühendisliğe olan ilgilerinin arttığını ifade etmiştir. işbirliği sağlayamama, ürün geliştirmede zorlanma, bilgi eksikleri olması, etkinliklerin uzun ve zor olmasını da zorluk olarak göstermişler.
2018-Bilekyiğit	**STEM etkinliklerinin biyoloji dersi akademik başarısına, STEM kariyer ilgilerine etkisi ve öğrencilerin STEM etkinliklerine dair bakış açılarını ortaya koymayı amaçlamıştır.**	**Karma**	**MTAL**	**Akademik başarı, STEM kariyer ilgisi ve görüş**	**Biyoloji**	Akademik başarıyı ve STEM kariyer alanlarına ilgiyi arttırdığı tespit edilmiştir. Öğrenciler etkinliklerin eğlenceli olduğunu, daha kalıcı öğrendiklerini ve yaparak yaşayarak öğrenme imkânı sunduğunu ifade etmiştir.
2018-Çiftçi	**Bu çalışmada fen bilgisi dersi kapsamında kullanılan STEM etkinliklerinin; STEM disiplinleri arasındaki ilişkiyi anlamaya, STEM mesleklerini fark etmeye ve bilimsel yaratıcılık düzeyine etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır.**	**Karma**	**Ortaokul**	**STEM meslekleri fark etme ve bilimsel yaratıcılık**	**Fen**	STEM etkinlikleri öğrencilerin disiplinler arası ilişkiyi anlamalarına, bilimsel süreç becerilerine, STEM meslek alanlarına olan ilgilerini geliştirmiştir. Ayrıca STEM kariyer alanlarına yönelik görüşlerini de olumlu yönde geliştirmede etkili olmuştur.
2018-Kavcı	**STEM etkinlerine dayalı senaryo tabanlı öğrenme yaklaşımının beşinci sınıf ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer alanlarına yönelik ilgilerine, fen dersi akademik başarılarına ve motivasyonlarına etkisi incelenmiştir.**	**Nicel**	**Ortaokul**	**STEM kariyer alanları ilgisi, fen dersi akademik başarı ve motivasyonu**	**Fen**	Sonuç olarak STEM etkinlikleri öğrencilerin akademik başarısını arttırmış, motivasyon ve STEM kariyer ilgilerine anlamı bir etkisinin olmadığı ortaya çıkmıştır.

2018-Nağaç	**STEM etkinliklerinin 6. sınıf fen bilgisi dersi madde ve ısı ünitesi akademik başarısı ve problem çözme becerisine etkisini ve öğrencilerin STEM eğitimine yönelik görüşlerini ortaya koymak amaçlanmıştır.**	**Karma**	**Ortaokul**	**Akademik başarı, problem çözme ve görüş**	**Fen**	STEM etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarısı ve problem çözme becerilerine etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Bunun yanında öğrenciler STEM etkinliklerinin dersi daha ilgi çekici, eğlenceli hale getirdiği sonucuna ulaşmıştır.
2018-Türker	**Üniversite yerleştirme sınavında yüksek başarı elde edesn öğrencilerin STEM alanlarını tercih etme faktörlerini ortaya çıkarmayı amaçlamıştır.**	**Karma**	**Üniversite**	**STEM alanları ilgisi**	-	Elde edilen sonuçlara göre cinsiyet ve lise STEM alanları başarılarının STEM kariyer alanlarını tercih etmelerini etkilemezken, ailelerin STEM alanlarına olan ilgisi ve STEM öz yeterlik algısı öğrencinin STEM alanlarını tercih etmesinde anlamlı bir etkiye sahiptir.
2019-Yiğit	**Ankara ilindeki özel lise, Anadolu lisesi, meslek lisesi ve fen lisesinin STEM hazırbulunuşluk düzeylerini çeşitli açılardan incelemiştir.**	**Nitel**	**Lise**	**STEM hazırbulunuşluk**	-	Araştırma sonuçlarına göre, tüm liselerin ortalaması düşük düzeyde, fen ve özel liselerde orta düzeyde, Anadolu lisesi ve meslek lisesinde ise düşük STEM hazırbulunuşluk düzeyindedir.
Makaleler						
2017-Christensen & Knezek	Ortaokul öğrencilerinin STEM algılarını, STEM kariyer seçimlerini tutumun rolünü belirlemeyi amaçlamaktadır.	**Nicel**	**Ortaokul**	**STEM kariyer ilgisi**	-	STEM eğitimine tabi tutulmuş öğrenciler STEM eğitimi almayan öğrencilere göre gelecekte STEM ile ilişkili alanlarda çalışmaya daha çok niyetli olarak bulunmuştur.
2011-Dabney	Okul dışı STEM aktivitelerine(yarışma, kulüb) katılan öğrencilerin STEM kariyer tercihlerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.	**Nicel**	**Üniversite**	**STEM kariyer ilgisi**	-	Okul dışı STEM aktivitelerine(yarışma, kulüb) katılan öğrencilerin STEM kariyer tercihlerinde önemli bir rol oynamaktadır.
2018-Miller, Sonnert & Sadler	Üniversite hazırlık öğrencilerinin ilkokul ile lise yılları arasında katılmış oldukları STEM yarışmalarının STEM kariyer tercih niyetlerine etkisini incelemek amaçlanmıştır.	**Nicel**	**Üniversite**	**STEM kariyer ilgisi**	-	İlkokul ile lise yılları arasında katılmış oldukları STEM yarışmalarının STEM kariyer tercih niyetlerini arttırmaktadır.

2017- Yoon, Ortiz & Young	Meta-analiz yöntemiyle Okul dışı STEM eğitiminde geçirilen zaman ile STEM' e olan ilgiyi incelenmiştir.	-	-	**STEM alanlarına ilgi**	-	Okul dışı STEM etkinliklerine katılım süresinin STEM'e olan ilgili etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.
2019- Deveci	G-STEM eğitimi sürecinin fen bilimleri öğretmen adaylarının yaşam becerilerine yansımalarını incelemektir.	**Nitel**	**Öğretmen adayı**	**Yaşam Becerileri**	-	Araştırma becerileri, yenilikçi düşünme, risk alma, psikomotor ve problem çözme becerileri, karar verme, analitik düşünme, yaratıcı düşünme, iletişim ve girişimcilik becerilerini geliştirdiğine yönelik olumlu görüşler belirtmişlerdir. bazı öğretmen adayları ise takım çalışması becerilerine olumsuz yansımaları olduğuna da dikkat çekmiştir.
2019- Bozkurt Altan, Üçüncüoğlu & Nurhan Öztürk	**Okul dışı STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM alanlarına ilgisine etkisini belirlemek amaçlanmıştır.**	**Karma**	**Ortaokul**	**STEM kariyer ilgisi**		**Okul dışı STEM etkinliklerinin uygulanması neticesinde STEM kariyerlerine ilgileri ve farkındalıkları artmış ayrıca olumlu görüş bildirmişler**
2016- Gülhan& Şahin	**STEM eğitiminin öğrencilerin STEM algı ve tutumlarına etkisi incelenmiştir.**	**Nicel**	**Ortaokul**	**STEM algısı, STEM yönelik tutum**		**Araştırmada STEM etkinliklerinin öğrencilerin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarını geliştirdiği sonucuna varılmıştır. Algı testinde özellikle mühendislik, teknoloji, kariyer; tutum testinde ise özellikle fen, mühendislik-teknoloji alanlarında gelişme olduğu tespit edilmiştir.**
2018-Bozan et al.	**Okul dışı STEM uygulamalarının STEM disiplinlerine ve STEM kariyer alanlarına karşı tutumlarına etkisi incelenmiştir.**	**Karma**	**Ortaokul**	**STEM kariyer alanlarına karşı tutum- görüş**	-	**öğrencilerin STEM kariyer alanlarına ilgisi artmış günlük hayat ve okuldaki öğrendikleri arasında bağı kurmasını sağlamıştır.**
2019- Özcan & Koca	**STEM eğitiminin bazınç konusu akademik başarısına ve STEM'e yönelik tutumlarına etkisini araştırılmış.**	**Karma**	**Ortaokul**	**STEM e yönelik tutum, Akademik başarı**	**Fen**	**Öğrencilerin akademik başarılarını ve STEM e yönelik tutumlarını geliştirmiş ve STEM e yönelik pozitif bir algı oluşmasını sağlamış.**

STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin STEM tutumu, Motivasyon inancı, bilimsel yazatchiklarına etkisini belirlemek amaçlanmıştır.	Kazım	Ortaokul	STEM tutumu, Motivasyon inancı, bilimsel yazdchik		STEM' e karşı tutumlarının olumlu yönde geliştiriği, bilimsel yazatchiklarının olumlu yönde geliştiriği, motivasyon inançlarında anlamlı bir farklılık olduğu ve olumlu görüş bildirmişlerdir.
Ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerisi algılarını tazama yoluyla ortaya koymak amaçlanmıştır.	Tazama	Ortaokul	Problem çözme becerisi algısı		Problem çözmede üstesinden gelebilecekleri düzeyde olmadıklarını gözlemektedir. sınıf düzeyi arttıkça algı düşüyor. kız öğrencilerin algısı daha yüksek
Problemi dayalı STEM etkinliklerinin Ortaokul öğrencilerinin, STEM kariyer ilgileri, STEM tutumları ve özyeterlik algılarına etkisini belirlemek amaçlanmıştır.	Kazım	Ortaokul	STEM kariyer ilgisi, STEM tutumu ve özyeterlik algısı		Etkinlikler öğrencilerin STEM meslekllerine ilgilerini, STEM tutum ve yeterlik algılarını anlamlı bir şekilde arttırmıştır.
Ortaokul öğrencilerinin STEM kariyer ilgilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amaçlanmıştır.	Tazama	Ortaokul	STEM alanlarına ilgi		Orta okul öğrencilerinin STEM kariyer ilgisi 5 üzerinden 3.09 çıkmıştır. Cinsiyet, akraat yeri, anne baba eğitim düzeyi ve gelir durumlarına göre STEM kariyer ilgisinin anlamlı düzeyde farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır
Bu çalışmanın amacı STEM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin, problem çözmeye yönelik yaratıcı düşünmelerine matematik kaygısı ve motivasyonuna etkisini belirlemektir.	nicel	Ortaokul	Matematik başarısı, Problem çözme, matematiğe yönelik motivasyon	matematik	STEM etkinlikleri başarı ve problem çözmeye yönelik yaratıcı düşünme becerisi artta ancak matematik dersine yönelik motivasyonu bir farklılık meydana gelmedi.
STEAM etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi incelenmiştir.	Kazım	Ortaokul	bilgi-işlemsel düşünme	Fen	STEAM etkinliklerinin bilgi-işlemsel düşünme becerisini anlamlı düzeyde geliştirmiştir. Ayrıca öğrencilerin derse yönelik motivasyon ve ilgilerini de arttırmaktadır.

2018-Taştan Akdağ & Güneş	Fizik dersi enerji konusu bağlamında STEM etkinliklerine yönelik 9. sınıf fen lisesi öğrenci ve öğretmenlerinin görüşlerinin incelenmesi	Nitel	Lise	STEM'e yönelik Görüş	Fizik	Fizik dersini sonuçlanmış ve eğlenceli hale getirmiştir. Öğrencilerin işbirlikli çalışma, iletişim vb. gibi sosyal becerilerini geliştirmiştir. Yaratıcılık ve el becerileri gelişmiştir.
2018-Çevik	Proje tabanlı STEM eğitiminin mesleki lisesi öğrencilerinin akademik başarı ve STEM kariyer alanlarına ilgisine etkisini incelenmiştir.	Nicel	MTAL	Akademik başarı, STEM kariyer ilgisi	Mobilya	Dersi başarılası ve STEM kariyer ilgileri anlamlı düzeyde artmıştır.