



**ÜSTÜN YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN EĞİTİMİNDE
KULLANILABİLECEK MATEMATİK TEMELLİ STEM
ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

Mustafa AKAY

Yüksek Lisans Tezi

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Doç. Dr. Alper ÇİLTAS

2018

(Her Hakkı Saklıdır)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ve FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI

**ÜSTÜN YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN EĞİTİMİNDE KULLANILABİLECEK
MATEMATİK TEMELLİ STEM ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

(The Development of Mathematics Based STEM Activities to be Used in the Education of
Gifted Students)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mustafa AKAY

Danışman: Doç. Dr. Alper ÇİLTAŞ

Erzurum
Eylül, 2018

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Mustafa AKAY tarafından hazırlanan “Üstün Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Kullanılabilecek Matematik Temelli STEM Etkinliklerinin Geliştirilmesi” başlıklı çalışması 13 / 09 / 2018 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik eğitimi Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Abdullah KAPLAN
Atatürk Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Alper ÇILTAŞ
Atatürk Üniversitesi

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Ferhat ÖZTÜRK
Kırıkkale Üniversitesi



Enstitü Yönetim Kurulunun
.../.../... tarih ve sayılı
kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

24 Eylül 2018



Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ Tezi olarak sunduğum “Üstün Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde Kullanılabilecek Matematik Temelli STEM Etkinliklerinin Geliştirilmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

13/09/2018

Mustafa AKAY

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun/.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez konumu seçmemde ve tezin yazımının her aşamasında bana yardımcı olan, rehberlik eden, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan danışmanım Doç. Dr. Alper ÇİLTAŞ'a en derin saygılarımla teşekkür ediyorum. Yüksek lisans eğitimim aşamasında dersleriyle, bilgi ve görüşleriyle bizleri aydınlatan ve bizlere yol gösteren Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR, Prof. Dr. Yasin SOYLU, Prof. Dr. Abdullah KAPLAN, Dr. Öğr. Üye. Ferhat ÖZTÜRK, Doç. Dr. Tevfik İŞLEYEN ve Doç. Dr. Levent AKGÜN hocalarıma da teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca STEM ders planlarının hazırlanmasında ve iyileştirilmesinde bana yardımcı olan Doç. Dr. M. Sencer ÇORLU, Başak HELVACI ve BAUSTEM ekibine sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Bütün eğitim hayatım boyunca bana destek olan, her zaman yanımda olan; aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Tasarlanan STEM ders planlarının; öğrencilerin ufkunu açmasını ve öğretmenlere yeni yöntemler geliştirmesinde yardımcı olmasını temenni ediyorum...

Mustafa AKAY

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÜSTÜN YETENEKLİ ÖĞRENCİLERİN EĞİTİMİNDE KULLANILABİLECEK
MATEMATİK TEMELLİ STEM ETKİNLİKLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Eylül 2018, 105 Sayfa

Mustafa AKAY

Amaç: Bu çalışmada, STEM eğitiminde kullanılan etkinliklerin içerisinde matematiksel kazanımların nitelik ve nicelik yönünden eksikliği fark edilmiştir. Bu tespitten yola çıkarak literatüre, içeriğinde matematiksel kazanımların baskın olduğu STEM etkinliklerinin kazandırılması amaç edilmiştir. Bununla birlikte etkinliklerin bilgi edinme (EK-1), ürün geliştirme (EK-2) ve fikir geliştirme (EK-3) formlarına göre öğrenci üzerinde uygulanabilirliği incelenmiştir.

Yöntem: Araştırmada, izlediği süreç ve konusu bakımından nitel araştırma yaklaşımları içerisinde yer alan durum çalışması deseni kullanılmıştır. Araştırmada hazırlanan etkinlikler uzman görüşüne sunulurken oluşturulmuş ve STEM atölyesine başvuran öğrenci gruplarına uygulanmıştır. Uygulama sonucunda öğretmen gözlemlerine yer verilerek uygulanabilirliği ve öğrencilerin bilgi edinme, ürün geliştirme ve fikir geliştirme özelliklerine etkileri incelenmiştir. Ortaokul kademesinde; üç 6. sınıf, dört 7. sınıf ve üç 8. sınıf öğrencisi olmak üzere 10 BİLSEM öğrencisinden oluşmaktadır.

Bulgular: BİLSEM öğrencilerine uygulanan 10 etkinlikten üç tanesinin iki öğretmen ve bir uzman görüşleri doğrultusunda 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerine uygun olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte bilgi edinme formuna göre öğrencilerin sahip oldukları bilgileri kullanmasına ve bu bilgilerden yola çıkarak ihtiyaç duyduğu bilgilere nasıl ulaşabileceklerine katkı sağladığı gözlenmiştir. Ürün geliştirme ve fikir geliştirme formuna göre öğrencilerin ilk tasarım halindeki ürünleri ile etkinliğin sonundaki ürünlerin benzer olduğu görülmüştür.

Sonuç: Matematik kazanımlarının baskın olduğu STEM etkinlikleri tasarlanarak uygulanmıştır. Bu hususta, üstün yetenekli öğrencilere uygulanan üç adet STEM ders planı uzman görüşleri neticesinde düzenlenerek literatüre kazandırılmıştır. Her seviyeden öğrencilere de uygulanabilecek bu etkinliklerin üstün yetenekli öğrenciler üzerinde; bilgi edinme, ürün ve fikir geliştirme açısından olumlu etkilerinin olduğu gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi, matematiksel modelleme, üstün yetenekli öğrenciler, STEM ders planı

ABSTRACT
MASTER THESIS
THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICS BASED STEM ACTIVITIES TO BE IN
THE EDUCATION OF GIFTED STUDENTS

September 2018, 105 Pages

Mustafa AKAY

Objective: In this study, mathematical learning outcome was observed to be deficient in terms of quality and quantity among the activities used in the STEM education. Based on this finding, it's aimed to enhance the literature with STEM activities enriched with mathematical learning outcome. Additionally, the practicality of the activities was examined with regard to knowledge acquisition (app.-1), product development (app.-2), and idea development (app.-3).

Method: In the study, case study method that is among the qualitative research approaches in terms of the process and the topic it followed was used. Activities generated in the research were created consulting the experts of the field and practiced with students applying to STEM workshops. As a result of the practice, the practicality of the activities and their effects on students' knowledge acquisition, product and idea development abilities were observed. Secondary school level consisted of ten BİLSEM students including three 6th grade, four 7th grade, and three 8th grade students.

Findings: Three out of ten activities practiced with BİLSEM students are determined to be practicable with 6th, 7th, and 8th grade students in line with the views of two teachers and an expert. Additionally, according to the information acquisition form, it's observed that the activities contribute to the students' use of the information they have and to reach to the information they need. According to the product development and idea development form, it's observed that the initial design of the products and the products at the end of the activities are similar.

Result: STEM activities enriched with mathematical learning outcome were created and practiced. In this respect, three STEM lesson plans practiced with gifted students were designed and added to the literature. These activities, also practicable with students at different levels, have positive effects on gifted students in terms of information acquisition, product and idea development.

Key Words: STEM education, mathematical modelling, gifted students, STEM lesson plan

İÇİNDEKİLER

KABUL ve ONAY TUTANAĞI	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ.....	x

BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
Giriş	1
Problem Durumu	2
Problem Cümlesi	3
Çalışmanın Amaç ve Önemi.....	4
Varsayımlar	5
Sınırlılıklar.....	5

İKİNCİ BÖLÜM	6
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar.....	6
Kuramsal Çerçeve.....	6
Matematiksel Modelleme.....	6
STEM Eğitimi.	8
STEM' in Uygulaması.	10
Dünden Bugüne STEM.	11
Dünya Tarihinde STEM.	12
Türk Tarihinde STEM.....	13
Dünyada STEM Eğitimi.....	14
Türkiye'de STEM Eğitimi.	16
STEM Okulları.....	19
STEM Öğretmeni.	20
Neden STEM?	23
STEM Nedir? Ne Değildir?	25
Matematiksel Modelleme ve STEM İlişkisi.	25

Üstün/özel Yetenekli Öğrencilerin Eğitiminde STEM Eğitimi.	28
STEM Eğitimi Hakkında Yapılan Çalışmalar.	29

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM.....	34
Yöntem	34
Araştırmanın Modeli	34
Araştırma Grubu	34
Veri Toplama Araçları ve Analizi	34
Uygulama Süreci	35
STEM Ders Planı-1: Altın Oran İle Ayakkabı Numarası Hesaplama	36
STEM Ders Planı-2 : Ay'ın Aydınlık Yüzü.....	48
STEM Ders Planı-3: Türkiye Onkoloji Hastanesi.....	59

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM.....	73
Bulgular	73
Etkinliklerin Bilgi Edinme Formuna Göre İncelenmesi.....	73
Etkinliklerin Ürün Geliştirme Formuna Göre İncelenmesi	73
Etkinliklerin Fikir Geliştirme Formuna Göre İncelenmesi.....	75

BEŞİNCİ BÖLÜM.....	77
Sonuç, Tartışma ve Öneriler.....	77

KAYNAKÇA.....	80
----------------------	-----------

EKLER	85
EK-1. Bilgi Edinme Defteri (Formu)	85
EK-2. Ürün Geliştirme Defteri (Formu)	86
EK-3. Fikir Geliştirme Defteri (Formu).....	87
EK-4. Takım Çalışması Rubriği.....	88
EK-5. Araştırma (Bilgi Edinme) Rubriği.....	89
EK-6. Sosyal Ürün Rubriği	90
EK-7. STEM Ders Planı Rubriği	91

ÖZGEÇMİŞ	93
-----------------------	-----------

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. STEM Gerçeği ve Yanılgısı	25
Tablo 2. Matematiksel modelleme ve STEM.....	27
Tablo 3. Öğrencilerin Ayak Ölçüleri	43
Tablo 4. Ay-Dünya Çevreleri	54



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Modelleme süreci.	8
Şekil 2. STEM ve disiplinler arası ilişki diyagramı.	11
Şekil 3. STEM döngüsü.....	11
Şekil 4. Köy enstitüsü diploması.	13
Şekil 5. STEM öğretmen eğitim programı.	21
Şekil 6. STEM öğretmeni yetiştirme ihtiyacı grafiği.	22
Şekil 7. STEM öğretmenlerine hizmet içi eğitim ihtiyacı grafiği.	23
Şekil 8. Örnek tasarım.	40
Şekil 9. Ayak ölçüleri.	42
Şekil 10. Vücudumuzda altın oran.	43
Şekil 11. Ayakkabı numarası ölçen model.	44
Şekil 12. Örnek Excel uygulaması.	45
Şekil 13. Dünya'yı ve Ay'ı temsil eden toplar.	54
Şekil 14. Ay-Dünya modellerinin tasarımı.....	55
Şekil 15. Ay'ın eksenin çizilmesi.....	55
Şekil 16. Tasarlanan sistem ve drama	56
Şekil 17. Maker ve DC motor montaj şeması.....	56
Şekil 18. Kod bloklarının tasarımı.....	57
Şekil 19. Ay modelinin döndürülmesi.....	57
Şekil 20. Çeşitli çokgenler.....	63
Şekil 21. Ağırlık merkezi sistemi.	64
Şekil 22. Çekül ip yöntemi.	66
Şekil 23. Koordinat sistemine oturtulmuş Türkiye haritası.	67
Şekil 24. İllerin nüfus ve koordinat bilgileri.	67
Şekil 25. Nüfussal kütle merkezi bulan Excel tablosu.	68
Şekil 26. İğne saplanmış Türkiye haritası.	69
Şekil 27. Geogebra Kütle Merkezi kodu.	70
Şekil 28. Türkiye'nin ağırlık ve kütle merkezi (Nüfusun hareket yönü).....	70
Şekil 29. Altın oran ile ayakkabı numarası bulma ürün geliştirme formu	74
Şekil 30. Ayın aydınlık yüzü ürün geliştirme formu	74
Şekil 31. Ürün geliştirme formu geliştirme bölümü.....	75

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

STEM Eğitimi: STEM (Science, technology, engineering, mathematics) fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin uyumlu bir şekilde öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yükseköğretime kadar süren bir eğitim yaklaşımıdır.

BİLSEM: Bilim ve sanat merkezi. Üstün yetenekli öğrencilerin eğitildiği devlet kurumudur.

Uyum Dönemi: Üstün yetenekli öğrencilerin BİLSEM'i kazandıktan sonra 40 saat süreyle aldıkları oryantasyon eğitimidir.

Destek Dönemi: Üstün yetenekli öğrencilerin "Uyum Dönemi" ni bitirdikten sonra en fazla üç sene aldıkları eğitimidir. Bu eğitimde öğrenciler haftada sekiz saat ders almaktadır. Bu dersler; matematik, fen bilimleri, İngilizce, sosyal bilgiler, Türkçe, bilgisayar vb. derslerden oluşmaktadır.

BYF (Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme): Üstün yetenekli öğrencilerin "Destek Eğitimi"ni bitirdikten sonra en fazla üç sene aldıkları eğitimidir. Bu eğitimde öğrenciler haftada sekiz saat ders almaktadır. Bu dersler; matematik, fizik, kimya, biyoloji, felsefe vb. derslerden oluşmaktadır.

ÖYG (Özel Yetenekleri Fark Ettirme): Üstün yetenekli öğrencilerin "BYF" dönemini bitirdikten sonra en fazla iki sene aldıkları eğitimidir. Bu eğitimde öğrenciler haftada iki farklı dersten sekiz saat ders almaktadır. Öğrencilerin hangi dersleri alacağı BYF dönemindeki bireysel yeteneğinin öğretmenleri ve velisi tarafından değerlendirilerek belirlenir. Bu dersler; matematik, fizik, kimya, biyoloji, felsefe vb. derslerden oluşmaktadır.

Proje Dönemi: Üstün yetenekli öğrencilerin "ÖYG" dönemini bitirdikten sonra en fazla iki sene aldıkları eğitimidir. Bu eğitimde öğrenciler kendilerine bir yetenek alanı belirler ve eğitim sonunda proje gibi bir ürün ortaya koyar. Öğrencilerin hangi alanda çalışacağını ÖYG dönemindeki bireysel yeteneğinin öğretmenleri ve velisi tarafından değerlendirilerek belirlenir. Bu dersler; matematik, fizik, kimya, biyoloji, felsefe vb. derslerden oluşmaktadır.

BTHP: Bilgi temelli hayat problemi. Yani gerçek hayat problemi.

BAUSTEM: Bahçeşehir üniversitesi çatısı altında STEM eğitimi üzerinde çalışmalar yapmak için kurulan bir yapıdır.

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Matematiğin, diğer bilim dallarında yardımcı olarak kullanılmasına rağmen günlük hayatla ilişkisi sürekli sorgulanmaktadır. Bu durumun oluşmasında birden fazla etken vardır. Bu etkenlerin başında; matematik derslerinde sunulan problem örnekleri günlük hayatla ilişkisiz olması ve matematiği gereksiz ve zor formüller yumağı haline getiren öğretim yaklaşımları gelmektedir. Nitekim Muller ve Burkhardt (2007), matematiği çeşitli kurallar ve işlemler olarak düşünülmesini önermiştir. Fakat öğrenciler matematiği zor ve gereksiz görmektedir. Öğrencilerin matematiğe karşı bu düşüncelerini değiştirmek için matematik konularının günlük hayatla ilişkisi olmasının önemli olduğu düşünülmektedir. Bu hususta matematiği günlük hayata bağlayan en etkili konulardan birisi ise problemlerdir. Problemlerin merkeze alındığı yaklaşımda öğrencilerin; matematiksel formülleri öğrenmesinden ziyade; araştırma ve sorgulama, matematiksel akıl yürütebilme, problem çözebilme, matematiği kullanarak iletişim kurabilme ve matematik ile günlük yaşam arasında ilişki kurma gibi temel özelliklere sahip olması ön plandadır (Yanık, Bağdat, ve Koparan, 2017). Bu nedenle matematik öğretiminde, öğrencilerin günlük hayatlarında çözebildikleri gerçek matematiksel problemleri örnekleri ele alınmalıdır (Kaiser ve Schwarz, 2006). Matematik ile günlük hayat arasındaki bağı kurulmasında, matematiksel modelleme ön plana çıkmaktadır.

İnsanların keşfedip geliştirdikleri fikirler, gösterimler, kanunlar ve birtakım araç ve gereçler “model” kavramı ile ilişkilidir. Matematiksel modelleme ise gerçek hayat durumunu matematiğin diline sembolik bir şekilde çevirerek aritmetik bilgilerin ötesinde uzamsal düşünme, yorumlama, tahmin etme gibi becerilerle bir problemi çözmektir. Matematiksel modeller ve matematiksel modelleme, matematiğin günlük hayat ile arasındaki bağı kurulmasında önemli rol üstlenmektedir. Matematiksel modelleme, günlük hayatla ilişkili ve disiplinler arası bir doğaya sahiptir.

Teknolojinin gelişmesiyle alanında uzman olarak çalışan bireylerin, farklı becerilere sahip olmaları beklenmektedir. Matematik eğitiminin asıl hedefi; bireylere gerçek hayatta karşılaştıkları problemleri çözmede yardımcı olmaktır. Gelişen teknoloji çağında Endüstri devrimi 4. neslini yaşarken eğitim sistemi, Web 2.0 ile ikinci neslini yaşamaktadır (Akgündüz, 2016). Bu nedenle çağımızın gerektirdiği en önemli ihtiyaç, nitelikli mühendislik iş gücüdür. Bu ihtiyacın, eğitim ile desteklenmesi için yeni bir eğitim sistemine gerek

duyulmaktadır. Yeni eğitim sistemine sorun teşkil eden durum öğrencilerin öğrendiklerini uygulayamamasıdır. Matematiksel modellemede; gerçek hayat problemleri ile disiplinler arası ilişki kurulması bu sorunun çözümüne yardımcı olabilir fakat bu durum sadece matematiği kapsadığı için sorunu çözmeye yeterli değildir. Bu eğitim sisteminin temelinde, disiplinlerin birbiri ile ilişkili olması ve mühendislik uygulamalarının (çağın gereği) etkin olması gerekmektedir. Nitekim fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin birlikte uygulandığı öğretim yaklaşımı olarak STEM ön plana çıkmaktadır (Honey, 2014). STEM kelimesi, Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Mathematics) kelimelerinin baş harflerinden oluşmuş bir kısaltmadan ibaret değildir. Aynı zamanda STEM (Kök, Gövde vs.) eğitimin yapıtaş anlamına da gelmektedir. Türkiye’de de Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin baş harfleri dikkate alındığında FeTeMM kısaltması ile kullanılmaya başlanmıştır.

Problem Durumu

Yaşıtlarına göre bazı alanlarda ciddi oranda sivrilmiş bir yeteneğe sahip çocuklar “üstün yetenekli çocuklar“ olarak adlandırılmaktadır. İhtiyaçları ve kişilik özellikleri yönünden akranlarından farklı olan üstün/özel yetenekli kişilerin örgün eğitim dışında yeteneklerini geliştirecek eğitim uygulamalarına ihtiyaçları bulunmaktadır (Bakioğlu ve Levent, 2013). Bu konuda Enderun’dan gelen tecrübeli eğitim geleneği, köy enstitülerine dayanan tecrübe ve son dönemlerde yaygınlaşan bilim ve sanat merkezleri ve çocuk üniversitelerinde geliştirilen uygulamalar terli STEM eğitimi yaklaşımının ortaya konulmasını sağlayacaktır.

Üstün yetenekli çocuklar için en ideal eğitim, farklılaştırılmış uygulamaların kullanıldığı eğitim modelidir (Tortop, 2015). Farklılaştırma, yetenek olarak her çocuğun ilgi ve hazır bulunuşluklarına cevap verebilecek içerik, süreç ve ürün içeren çeşitli etkinlikler kullanmaktır. STEM eğitimi bu tür öğrencilere zenginleştirilmiş, derinleştirilmiş ve farklılaştırılmış öğrenme ortamları yaratabilir. Çünkü STEM eğitimi yapılırken öğrencilerin yeteneklerini ortaya çıkaran ve metabilşsel düşünmelerini sağlayan etkinlikler gerçekleştirilebilmektedir.

VanTassel-Baska ve Stambaugh (2006) üstün/özel yetenekliler için uygulanacak eğitimin; disiplinler arası etkileşimleri geliştirilmesi ve gerçek yaşam problemlerini araştırma becerisini geliştirme bileşenlerini içermesi gerektiğini belirtmişlerdir. Bu durum matematiğin diğer derslerle (fizik, kimya, biyoloji ve teknoloji) ve özellikle mühendislikle entegre edilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Fen ve matematik etkileşiminin bulunduğu etkinliklerin yapılması üstün/özel yetenekli öğrencilerin akademik bilgileri daha iyi öğrenmelerine olanak

sağlayacaktır. Nitekim 2000 yılında fen ve matematikte üstün yeteneğe sahip öğrenciler üzerinde yapılan Ga-GEMS adlı projede (Georgia's Project for Gifted Education in Math and Science-Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilere Fen ve Matematik Öğretiminde Georgia Projesi) deneysel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Amerikan Kolej Testi'nin fen ve matematik alt boyutlarında deney grubunun daha yüksek puanlara eriştiğini gözlenmiştir. Kim, Roh ve Cho (2016) üstün zekâlı öğrencilerin, matematik ve fen kavramlarını ayrı düşünmediklerini ve bu disiplinleri birlikte kullanarak problemleri yaratıcı bir şekilde çözdüklerini öne sürmektedir. Dolayısıyla üstün/özel yetenekli öğrencilerin STEM alanındaki mesleklere ilgilerinin tespit edilip erken yaşlarda yönlendirilmesi gerekmektedir. Bütün etkenler göz önüne alınacak olursa STEM eğitimi üstün/özel yetenekli öğrenciler için çok uygun bir eğitim modelidir.

Öğretim programlarına STEM eğitiminin entegre edilmesi öğretim programlarının esnek olmayan yapısından dolayı zordur. Hatta STEM eğitimi başlı başına bir eğitim modeli olduğu için mevcut müfredatla birlikte uygulanmasında sıkıntılar yaşanmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2015). Bu nedenle STEM eğitimi; okul sonrası etkinliklerde, üstün yetenekli bireylerin eğitildiği Bilim ve Sanat Merkezleri'nde yaz kamplarında, bilim toplum merkezleri ve çeşitli üniversitelerde bulunan STEM laboratuvarlarında gerçekleştirilmektedir. Bu müfredat sınırlardan dolayı STEM eğitimi ile ilgili yapılan çalışmalar, okul içi STEM etkinlikleri ve okul dışı STEM etkinlikleri olacak şekilde incelenmiştir.

STEM eğitimi nedir? STEM eğitimi dünyada ve Türkiye'de nasıl uygulanır? STEM ile matematiksel modelleme arasında nasıl bir ilişki bulunmaktadır? Dünyada ve Türkiye'de üstün yetenekli öğrenciler nasıl eğitilmektedir? Üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM eğitimi nasıl kullanılmaktadır? Geçmişten günümüze literatürde yapılan STEM çalışmaları nelerdir? Literatürdeki STEM etkinliklerinde matematik kazanımlarının niteliği nasıldır? hareketle literatür incelenmiş ve STEM eğitimi ile ilgili yeni bir yaklaşım olarak çalışmalar yapılırken, üstün/özel yeteneklilerin STEM eğitimleri ile ilgili yapılan araştırmaların son derece sınırlı kaldığı gözlenmiştir. Hatta literatürde fen bilimleri dersi merkezli birçok STEM çalışması bulunurken matematik merkezli STEM çalışması az sayıda bulunmuştur (Kertil ve Gurel, 2016). Matematik kazanımlarının etkin olmadığı STEM etkinlikleri bizi bu çalışmaya yöneltmiştir.

Problem Cümlesi

Çalışmanın problemi: Türkiye'de üstün yetenekli öğrenciler için matematik temelli STEM etkinlikleri tasarlanarak bu etkinliklerin uygulanabilirliğinin incelenmesidir. Çalışmanın amacına ulaşmak iki temel adımda probleme cevap aranmıştır.

- Matematik kazanımlarının baskın olduğu STEM etkinliklerinin tasarlanması.
- Tasarlanan matematik temelli STEM etkinliklerin; öğrencilerin bilgi edinme, ürün geliştirme ve fikir geliştirme özellikleri bakımından uygulanabilirliğinin incelenmesi.

Çalışmanın Amaç ve Önemi

Bu çalışmada matematiksel modellemeyen yola çıkarak üstün yetenekli öğrencilerin eğitimi için STEM literatürüne matematiksel etkinlikler kazandırmak amaç edinilmiştir. Literatür incelendiğinde STEM eğitiminde matematiksel kazanımların baskın olduğu etkinliklerin az sayıda olduğu görülmektedir. Ayrıca üstün yetenekli öğrencilerin okul dışı alanlarda STEM eğitiminin almasının çok uygun olmasından dolayı bu çalışmada üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılması için matematik merkezli örnek STEM ders planları sunulacaktır.

STEM ve matematiksel modelleme ilişkisini ortaya koyacak teorik çalışma yapıldığında Türkiye'de yenilenen öğretim programında, yayınlanan raporlarda ve diğer ülkelerin öğretim programlarında STEM eğitime duyulan ihtiyaçlardan bahsedilmiştir. Türkiye'nin yeni tanıştığı STEM etkinliklerinde, matematik kazanımları incelendiğinde dört işlem ve oran kurma gibi basit kazanımların işlendiği görülmüştür. Örneğin Çorlu ve Çallı 2017 yılında çıkardıkları "Kuram ve Uygulamalarıyla STEM" kitabında sunulan 35 STEM ders planının dokuz tanesi matematik temellidir. Bu dokuz ders planı incelendiğinde ise kazanımlar içerisinde matematik kazanımlarının sadece bir konudan ibaret kaldığı görülmektedir. Bu kazanımlar ise; dört işlem, oran-orantı, alan bulma vb. basit denilebilecek kazanımlardan oluşmaktadır. Aynı durum Kertil ve Gurel'in (2016) yaptıkları "Matematiksel modelleme: STEM eğitiminde bir köprüdür" çalışmalarında da geçerlidir. Bu çalışmada kullanılan STEM etkinlikleri fen bilimleri dersi temelli olmakla birlikte basit matematiksel kazanımlar içermektedir. Basit kazanımlar kullanıldığı için birçok matematiksel kazanım öğrenciler tarafından edinilmemektedir.

Bu çalışmada; STEM eğitimindeki matematik disiplininin, matematiksel modellemeler ile zenginleştirilebileceği fark edilmiştir. Alan yazın incelendiğinde bu alanda teorik çalışmalara pek rastlanmadığı ve yapılan çalışmalarında yüzeysel olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, matematiksel modelleme, STEM eğitimi ve ikisi arasında ilişki detaylıca incelenerek üstün/özel yetenekli öğrenciler için STEM literatürüne matematik kazanımlarının yoğun olduğu etkinliklerin kazandırılması amaçlanmıştır.

Varsayımlar

Ayrıca üstün yetenekli öğrenciler, BİLSEM'lerde sınıflara göre değil de seviyelerine (Uyum, Destek, BYF, ÖYG ve Proje) göre gruplandırıldığı için etkinlikler ortaokul kademesine (6, 7, 8 sınıf) göre hazırlanıldığı varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

1. Araştırma 2002-2018 yılları arasındaki matematiksel modelleme, üstün yetenekli öğrencilerin eğitimi ve STEM eğitimi hakkındaki çalışmaları kapsar.
2. STEM atölyesine başvuran öğrenci grupları ortaokul kademesinde üç 6. sınıf, dört 7. sınıf ve üç 8. sınıf öğrencisi olmak üzere 10 Erzurum BİLSEM öğrencisinden oluşmaktadır. Bu öğrencilerin hepsi BİLSEM'de BYF (Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme) grubunda eğitimlerine devam etmektedirler. STEM atölyesine sadece BYF öğrencileri yani ortaokul öğrencileri devam ettiği için uygulanan etkinlikler ortaokul düzeyinde kalmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde araştırılan konu ile ilgili temel kavramlar ve bu temel kavramlarla ilgili çalışmalar incelenmiştir.

Kuramsal Çerçeve

Matematiksel modelleme.

Matematiksel modelleme: Günlük hayatta karşılaşılan sorunları matematiksel bilgi, beceri ve yetenekler yardımı ile çözme eylemidir. Matematiksel modelleme en genel anlamda gerçek hayattan veya gerçekçi bir durumun matematiksel yöntemler kullanılarak inceleme sürecidir (Erbaş vd., 2014). Matematiksel modellemenin amacı öğrencilerin, matematiksel kavramları anlayarak karşılaştıkları sorunları çözmelerini sağlamaktır. Bir diğer amacı ise problemin çözümlerini ve çözüm yollarını formüle etmelerini öğretmektir. Böylece öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını olumlu yönde biçimlendirmelerine katkı sağlanacaktır (Blum, 2002).

Matematiğin daha anlamlı ve gerçek hayatla ilişkili öğretilme ihtiyacı ve kullanılan problem türlerinin bu ihtiyacı gidermede yetersiz kalması, modellemenin matematik eğitiminde kullanılmasının ana sebepleridir. Çağımızda teknolojinin de gelişmesiyle çoğu iş alanlarında çalışacak fertlerin farklı beceri ve yeteneklere sahip olmaları beklenmektedir. Bu nedenle, bireylere gerçek hayatta problem çözme becerilerinin kazandırılmasının matematik eğitiminin asıl hedefi olması gerektiği ve matematiksel modellemenin öğretim sürecinde kullanımının da bu hedefe ulaşmanın bir yolu olabileceği düşünülmektedir (Erbaş vd., 2016).

Matematiksel Modelleme Katkıları: Matematiksel modelleme, gerçek hayat problemlerine uygulanan üst düzey bilişsel kazanımlar sayesinde, öğrenciye, öğretmene, ülkenin geleceğine ve eğitim sisteminin ilerleyişine önemli katkılar sağlamaktadır. Matematiksel modellemenin katkılarının pedagojik, politik ve bireysel olarak üç başlıkta incelenmesi gerekmektedir.

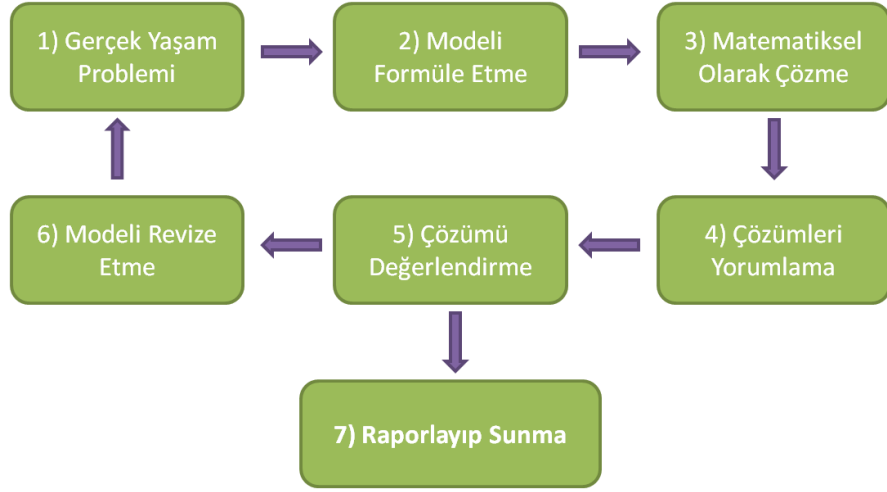
I) Pedagojik katkısı: Üst düzey bilişsel öğrenmeler sağlar. Disiplinler arası ilişki sağlar. Eğitim geleceği için zemin oluşturur. Öğrenmeye merak duygusu uyandırır. Problem çözme sürecini öğrenir. Matematiksel düşünceleri mantıklı bir şekilde açıklanmasını sağlar

(MEB, 2017a). Matematiğin sanat ve estetikle ilişkisini kurar. Öğrencilere, öğretim programında yer alan anahtar yetkinlikleri kazandırır. Matematiği kullanarak tasarım ve uygulama yapılmasını sağlar. Matematik ne işe yarar sorusuna cevap verir.

II) Politik katkısı: Nitelikli iş gücü ihtiyacı karşılanır. Teknoloji kullanımı sayesinde mühendislik alanlarına bu alanda yetenekli öğrencilerin yerleşmesini sağlar. Bilişsel ve teknolojik bağımlılığı ortadan kaldırır. 21. yüzyıl becerileri kazanan bireyler yetişir. Teknoloji okuryazarı bireyler sayesinde bilinçli toplum oluşturur. Sorumluluk alan bireylerin yetişmesine vesile olur (MEB, 2017a).

III) Bireysel katkısı: Öğrenciler öğrendiklerini günlük hayata uygulama şansı elde ederler. Bir problem karşısında sorumluluk almayı ve bu problemi mantık çerçevesinde sistemli ve dikkatli bir şekilde çözmeyi kazandırır. Öğrencilerin anahtar yeterlilikleri kazanmaları sayesinde, Fermi problemlerine benzer problemler (tahmin gerektiren problemler) çözerek mantık ve fikir yürüterek tahminlerde bulunmaları sağlanır. Matematiksel modelleme öğrencinin akademik başarısını artırır (Çiltaş ve Işık, 2013).

Modelleme süreci: doğrusal olmayan, döngüler içeren ve yedi temel adımdan oluşan bir süreçtir (Şekil 1). Bu süreçler şunlardır: (i) Gerçek hayat problemi, (ii) Model oluşturma ve formüle etme, (iii) Modeli matematiksel olarak çözme, (iv) Çözümü ve modeli yorumlama, (v) Çözümü ve modeli değerlendirme ve kullanma, (vi) Gerekliyse modeli revize etme, (vii) Raporlayıp sunma. Birinci adımda, problem durumu incelenip problem, en sade hâline getirilir. İkinci adımda, problem durumunu matematiksel gösterimlerden (tablo, grafik, denklem vs.) yararlanılarak problemi matematiksel ifadeye aktarılır. Üçüncü adım, probleme matematiksel bir çözüm bulabilmek için geliştirilen matematiksel yolları deneyerek incelemeyi içerir. Dördüncü adımda, bulunan çözümün gerçek hayat durumu ile ne kadar tutarlı olduğu incelenir. Beşinci adımda ise öğrenciler geliştirdikleri matematiksel modeli değerlendirirler. Altıncı adımda gerekliyse revize ederler. En son adımda raporlayıp sunarlar.



Şekil 1. Modelleme süreci (Güzel vd., 2016).

Günlük hayat içerisinde karşılaşılan problemleri sadece matematiksel olarak ele almak ve incelemek eksik olacaktır. Bu nedenle günlük hayat problemleri çözülürken sadece matematik kazanımları değil diğer disiplinlerin kazanımları da göz önüne alınmalıdır. Bu durum matematiksel modellemeyi bir üst seviyeye taşıma ihtiyacını doğurur. Bu üst seviye yeni bir eğitim yaklaşımı olan STEM eğitimidir.

STEM eğitimi.

Endüstri 4.0, nesnelerin iletişimi ile gelişen teknoloji günlük hayatımızı kolaylaştıracak bir sürü katkı sağlamıştır. Bu katkılardan eğitim alanına yaptığı en önemli katkı ise Web 2.0 eğitim araçlarıdır. Bu araçlar ile eğitim öğretimde teknolojinin kullanımı daha etkin bir hal almıştır. Böylece günlük hayatta karşılaşılan sorunları, teknoloji, matematik, fen ve mühendislik yardımıyla daha kolay bir şekilde çözme imkânı olacaktır.

STEM, Fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin uyumlu bir şekilde öğretilmesini içeren ve okul öncesinden yükseköğretime kadar süren bir eğitim yaklaşımıdır. STEM kısaltması science, technology, engineering ve math kelimelerinin baş harflerinin bir araya gelerek oluşmasına rağmen herkes tarafından kabul gören bir tanımı ve kısaltması yoktur (Langdon vd, 2011). STEM'de kısaltma olarak kullanılan "science" kavramı fen kelimesinden ziyade daha geniş anlam ifade etmektedir (Yıldırım ve Altun, 2014). 2001 yılında Judith A. Ramaley STEM eğitimi tanımlamış ve "S" harfini oluşturan Science'ın birçok bilim dalını içine alan geniş bir kavram olduğunu ifade etmiştir. Bu kavramın biyoloji, fizik ve kimyanın yanında astronomi, psikoloji, sosyoloji ve diğer alanları da içine alan bir terim olduğunu vurgulamıştır.

Türkiye'de Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik bilimlerinin ilk harfleri kısaltılarak FeTeMM biçiminde adlandırılmıştır (Çorlu ve Aydın, 2016). FeTeMM (Fen,

Teknoloji, Mühendislik ve Matematik) , matematik ve fen bilimlerine ait bilgi ve becerilerin 21. yüzyıl becerilerine uygun ilişkiler içerisinde ve disiplinler arası bakış açısı ile öğrenilmesi ve öğretilmesidir (Çorlu, 2017).

STEM eğitimi birçok disiplini bir araya getirerek öğrenilen bilgiyi günlük hayatta kullanma, bu bilgi ile yaşam becerilerini artırma, üst düzey ve eleştirel düşünmeyi kapsayan bir eğitim modeli olarak düşünülebilir (Yıldırım ve Altun, 2015). Bu tanımlardan yola çıkarak STEM'i şöyle tanımlayabiliriz: Gerçek hayat problemlerini fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerini bir arada kullanarak çözmektir. Gerçek hayat problemi çözerken de matematik ve fen bilimlerine ait kazanımları öğretmek ve kullanmak amaç edinilmelidir.

STEM, gerçek hayat problemlerinin disiplinler arası kazanımlarla incelenmesi sayesinde; öğrenciye, öğretmene, ülkenin geleceğine ve eğitim sisteminin ilerleyişine önemli katkılar sağlamaktadır. STEM'in katkılarının pedagojik, politik ve bireysel olarak üç başlıkta incelenmesi gerekmektedir.

I) Pedagojik katkısı: Gerçek hayat problemlerine disiplinler arası bakış açısı sayesinde ders kazanımlarının uygulama alanları artacaktır. Öğrenmeyi, öğrenmeye merak duygusu uyandırır. STEM eğitiminde problem çözme süreci etkin kullanılmaktadır. Düşünceleri mantıklı bir şekilde açıklamaya imkân verir (MEB, 2017a). Fen, teknoloji ve matematiğin, sanat ve estetikle ilişkisini kurar. Öğretim programında yer alan anahtar yetkinliklerin kazanılmasını sağlar. Öğrenciler, üst düzey bilişsel kazanımları kullanarak tasarım ve uygulama yapma imkânı bulur.

II) Politik katkısı: Uygar ülkeler ile yarışabilmek için bilgi ve teknoloji zemini oluşturur. Mühendislik ve nitelikli iş gücü ihtiyacımızı karşılayarak dışa bağımlı olmaktan kurtarır. Teknoloji kullanımı sayesinde mühendislik alanlarına bu alanda yetenekli öğrencilerin yerleşmesini sağlar. 21. yüzyıl becerileri kazanan bireyler yetiştirilmesine vesile olarak diğer ülkelerle rekabet gücümüzü artırır. Teknoloji okuryazarı bireyler sayesinde bilinçli toplum oluşur. Sorumluluk alan bireyler yetişir (MEB, 2017a).

III) Bireysel katkısı: Öğrenciler, öğrendiklerini günlük hayata uygulama şansı elde ederler. Bir problem karşısında sorumluluk almayı ve bu problemi mantık çerçevesinde sistemli ve dikkatli bir şekilde çözmeyi kazanırlar. Disiplinler arasında bağ kurarak bütünlük oluşturur. Bireylerin anahtar yeterlilikleri kazanmaları sayesinde 21. yüzyıl becerilerini kazanmış birey olmalarını sağlar (MEB, 2017a).

STEM' in uygulaması.

STEM eğitim modelini uygulamak için iki yaklaşım benimsenmiştir (Guzey, Harwell,& Moore, 2014). Bunlardan birincisi geleneksel STEM eğitimi (Traditional STEM Education), ikincisi ise bütünleşik STEM eğitimidir (Integrated STEM Education).

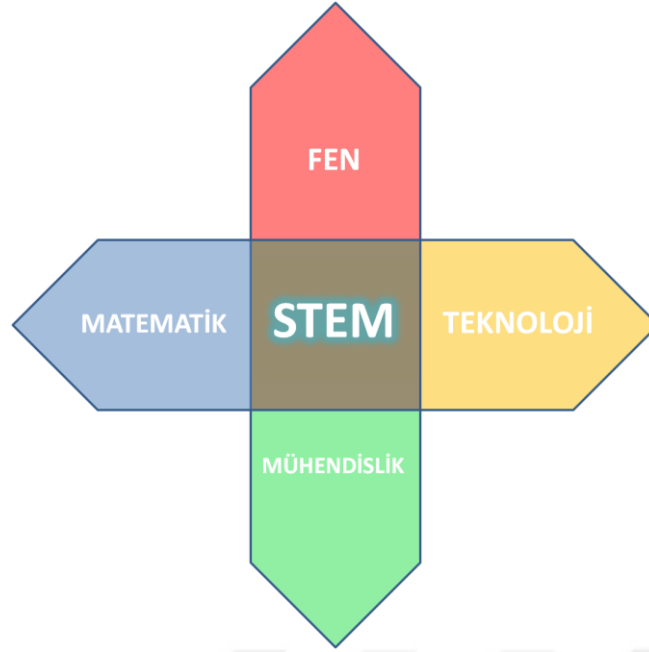
I) Geleneksel STEM eğitimi: Şuanda Türkiye eğitim sisteminde kullanılan eğitim modeline çok benzeyen bir yaklaşımdır. Geleneksel STEM eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematiği dört farklı disiplin kabul edip, bu alanların birbirinden bağımsız şekilde öğretilmesini içerir. Fakat disiplinler arası ilişkiye değinilerek ortak becerilerin kazandırılması amaç edinilmiştir.

II) Bütünleşik STEM eğitimi: Teorik olarak J. Dewey'in yapılandırmacılık teorisi ile ilişkilidir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank ve Roehring, 2014). Genel olarak, STEM eğitimi en az iki disiplinin (fen, teknoloji, mühendislik ve matematik) bir arada kullanılarak işlenen konu ve gerçek hayat arasında bağlantılar kuran disiplin, sınıf, ünite, ya da dersi birleştirme biçimidir. Disiplinlerin bir arada kullanılması ile oluşturulan STEM eğitiminin amacı, disiplinleri bağlayan bütünsel bir yaklaşım olması ve öğrenmenin bu şekilde öğrenciler için anlamlı ve ilişkili hale gelmesidir (Yılmaz, Koyunkaya, Güler ve Güzey, 2017).

Bütünleşik eğitim yaklaşımının kökleri Türk eğitim tarihinde Selçuklulara kadar uzanmaktadır. Medreselerde birlikte verilen tıp, matematik, hendese, astronomi ve fen dersleri bütünleşik eğitim yaklaşımına dayanak olmaktadır (Akyüz, 2012). ABD'deki okullarda öğretmen ihtiyacını gidermek amacıyla bazı mühendislere okullarda öğretmenlik görevi verilmesi, STEM'in bütünleşik olarak kullanılmasının mümkün olabileceğini göstermektedir (Akgündüz vd., 2015).

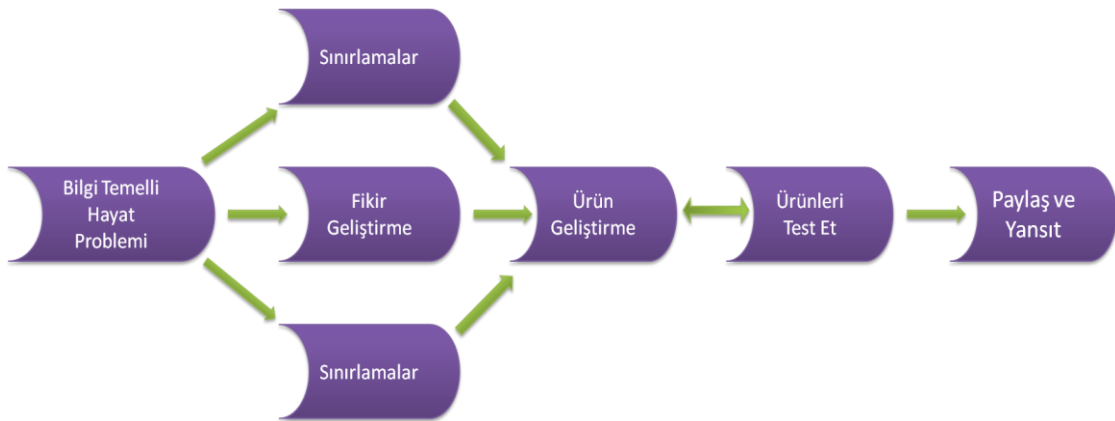
STEM eğitiminin Fen, Matematik, Teknoloji Tasarım, vb. derslerin öğretim programlarına entegrasyonunda her bir ders öğretim programı içeriklerindeki diğer derslerle ortak işlenebilecek konular belirlenir ve bu konular için bütünleşik ders etkinlikleri şeklinde tasarlanır (Kertil ve Gurel, 2016). *Örneğin; Fizik dersinde yer çekimi konusu işlenirken, ders etkinliği olarak öğrencilere bir roket yaptırılır. Bu roketin uçuşu için gerekli kodlama, mühendislik ve hesaplama yaptırılır ve böylelikle Fizik dersi öğretim programına Mühendislik, Matematik, Teknoloji ve Fen becerileri entegrasyonu yapılmış olur* (Yıldırım ve Altun, 2015).

Şekil 2'de bütünleşik STEM eğitime ait diyagram görülmektedir.



Şekil 2. STEM ve disiplinler arası ilişki diyagramı.

STEM, beş temel aşmaktan oluşan döngüsel bir süreçtir (Şekil 3.). Bu süreçler şunlardır: (i) Bilgi temelli hayat problemi, (ii) Sınırlamalar ile fikir geliştirme, (iii) Ürün geliştirme, (iv) Ürünleri test etme, (v) Ürünü değerlendirip paylaşmadır. Birinci aşamada, öğrenciler gerçek hayat problemini inceleyip problem durumunu anlayabilecekleri en sade hâle getirirler. İkinci aşamada, Gerçek hayatın ve imkânların önümüze koyduğu sınırlamalar ile fikir geliştirilir. Üçüncü aşamada, Bu direktifler doğrultusunda ürün tasarlanır. Dördüncü aşamada, ürünler değerlendirilir. Beşinci aşamada ise öğrenciler geliştirdikleri ürünleri paylaşırlar.



Şekil 3. STEM döngüsü (Çorlu ve Çallı, 2017).

Dünden bugüne STEM.

STEM' in günümüze ulaşmasında ve günümüzde bu kadar popüler olmasında birçok etken yer almaktadır. Bu etkenlerden en büyüğü Endüstri devrimleridir. Endüstrinin sürekli

gelişmesine müteakip ülkelerin siyasi hareketleri ve bilim dallarının çalışma alanları hızla değişmektedir. Endüstri neslinin dördüncü kuşağı olan Endüstri 4.0, nesnelerin interneti ve otonom etkileşim sistemlerini hayatımıza katmıştır. Endüstrinin 4. nesli, ülkelerin politikalarını ve eğitim sistemlerini teknoloji ve bilime yönlendirmiştir. Böylece eğitim sistemindeki bu gelişim, eğitim sistemine ikinci neslini yaşatmaktadır. Bu yeni eğitim sistemi, Web 2.0 araçlarını doğurmuştur. Kalem kağıt ve tahtanın değil teknolojinin hâkim olduğu Web 2.0 araçları dersler (fen, matematik ve mühendislik) arasında bağ kurarak STEM yaklaşımını doğurmuştur.

Dünya tarihinde STEM.

Dünya tarihinde STEM eğitimi ülkelerin teknoloji rekabetleri neticesinde ortaya çıkmıştır. İlk rekabet 1957'de Sovyet Rusya'nın Sputnik isimli uzay aracını uzaya göndermesi ile başlamıştır. Bundan sonra ABD'nin uzay ve teknoloji alanındaki rekabetçi tutumu bütün bilim dallarını yoğun bir çalışma içerisine sokmuştur (STEM yaklaşımı). ABD'nin bu dönemde geçirdiği bilim sancısı; Gizli Sayılar (Schroeder ve Melfi, 2015) filmine konu edilmiştir. Gerçek hayattan uyarlanmış bu filmde; Apollo-11'in 1969'da Ay'a ayak basmasını matematikçi üç siyahi kadının çabalarına borçlu olduğu anlatılmaktadır. Hatta bu dönemde yapılan uzay araştırmalarının ürünleri halen günlük hayatımızda kullanılmaktadır. ABD'nin uzay araştırmaları için IBM'e (International Business Machines) yaptırdığı SPSS istatistik veri işleme programı da bunlardan birisidir.

1980'lerde Japonya, Güney Kore ve Çin'in teknolojiye lider olmaya başlaması ABD'yi yeni arayışlara itmiştir. 1990 yılında ise Ulusal Bilim Eğitim Standartları (NSES) ve Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) tarafından K-12 öğrencilerine mühendislik eğitimi verilmesine yönelik yönerge yayınlanmıştır. 1996 yılında Ulusal Fen Eğitimi Standartlarını (National Science Education Standards) eğitim sistemine entegre etmiştir. Matematik alanında eğitsel reformunu "Common Core State Standards" ile eğitimi standartlaştırmıştır. Mühendislik ise 2012 yılında Gelecek Nesil Bilim Standartları (Next Generation Science Standards) ile eğitim sistemine dahil edilmiştir. Ve bu eğitim modelini Ulusal Bilim Vakfı (NSF) tarafından SMET kısaltması ile ifade edilmiştir. Daha sonra 2001 yılında STEM halini almıştır. 2000'li yıllarda ABD Ulusal Bilim Akademisi, Mühendislik ve Tıp Akademileri tarafından ABD'nin teknolojik gelişmesinden endişe duyduklarını belirterek STEM eğitime önem verilmesini öneren raporlar yayınlanmıştır. Devrin ABD Başkanı Barack OBAMA'nın "...Geleceğin liderliği, öğrencilerimizi özellikle (STEM) fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarında nasıl eğiteceğimize bağlıdır." konuşması ile STEM popüler bir hale

gelmiştir. STEM eğitimi ABD'nin politik hedefleri arasına girerek 2021'e kadar STEM okulları kurulup STEM öğretmenleri yetiştirilmesine yönelik çalışmalar başlatıldı.

Türk tarihinde STEM.

STEM in çıkış noktasını bulmak istersek Türk eğitim tarihine bakmamız yeterlidir. Nizamiye medreseleri, Enderun mektepleri ve Osmanlıdaki medreselerin eğitim sistemleri incelendiğinde; STEM eğitimine benzer problem çözmeye odaklı ve bütün disiplinlerin verildiği eğitim kurumları olduğu görülmektedir (Akyüz, 2012). Hatta bu medrese ve mekteplerde yetişen âlimlere bakılacak olursa sadece bir disiplin alanında çalışmalar yapmayıp birçok alanla ilgilenmişlerdir. Örneğin Ahmed el-Birûnî batı'da Alberuni veya Aliboron bilinmektedir. Astronomi, matematik, fen ve doğa bilimleri, coğrafya ve tarih alanındaki çalışmalarıyla tanınır. Erzurumlu İbrahim Hakkı'yı ele alalım. Astronomi, tıp, hendese ve matematik alanlarında çalışma yapmıştır. Hatta Siirt Tillo'da hocasının mezarının ekinoks dönemlerinde (21 Mart ve 23 Eylül) aydınlanması için geliştirdiği sistem tam bir STEM örneğidir (Pamuk, 2010).

Dönemin Milli Eğitim Bakanı Hasan Ali YÜCEL'in 1940 yılında açtığı "Köy Enstitüleri"nde verilen eğitimin; tarım, tıp, matematik, mühendislik, askeri ve fen alanlarında olduğu görülmüştür. Arslan (2012), yaptığı çalışmada şu görüşme geçmiştir: "Sınıf 40 kişilikti bunlardan altı tanesi kız diğerleri erkek öğrenciydi. Türkçe, tarih, coğrafya, matematik, fen, beden eğitimi, fotoğrafçılık, derslerinin yanında dikiş dersi de aldık. Okul bölümlere ayrılmıştı; Sağlık Bölümü, elektrik bölümü, ziraat bölümü, sanat bölümü, inşaat bölümü gibi." Şekil 4'de örnek bir köy enstitüsü diploması ve üzerinde alınan dersler bulunmaktadır. Bu kurumların STEM öğretmeni yetiştirmenin kaynağı olduğu aşıkardır (Akgündüz vd., 2015).

Tarih	8	Sekiz
Coğrafya	9	Dokuz
Ey idaresi	9	Dokuz
Resim	6	Altı
Beden eğitimi	9	Dokuz
Müzik	8	Sekiz
Askerlik	8	Sekiz
Kooperatifçilik	8	Sekiz
Sağlık bilgisi	7	Yedi
Ruhbilim	9	Dokuz
Özel Öğr. Metodu	7	Yedi
Eğitbilim	9	Dokuz
Eğitbilim tarihi	6	Altı
Toplumbilim	8	Sekiz
Tarla tarımı	8	Sekiz
Zootekni	10	On
Tarım teknolojisi	6	Altı
Tarım işl. Ekonomisi	8	Sekiz



Şekil 4. Köy enstitüsü diploması.

Günümüzde ise teknoloji ve bilimin gelişmesi ile yenilenen öğretim programları STEM eğitimi için önemli adımlar atmaktadır. 2017 yılında yayınlanan "2017 MEB (Milli Eğitim Bakanlığı) Matematik Öğretim Programı"nda teknoloji kullanımına, doğrudan matematiksel modellemeye ve dolaylı olarak STEM eğitimine ne denli ihtiyaç duyduğumuz anlatılmaktadır (MEB, 2017a).

STEM eğitimi, insanlığın bugünde ve gelecekte karşılaşacağı problemler için uygun bir eğitim modelidir. Bu eğitim modeli ile anlamlı öğrenmeler yaparak yaratıcı düşünen nesiller geleceğin mimarı olacağı düşünülmektedir. Sonuç olarak STEM eğitimi Türk ve dünya eğitim tarihinde önemli bir yer edinmektedir. 21. yüzyılda popüler olan bu eğitim modeli bir ülkeye (ABD) has bir eğitim modeli olarak düşünülmemeli ve çağdaş tüm ülkeler eğitim sistemlerine entegre edilmelidir.

Dünyada STEM eğitimi.

STEM eğitiminin, ülkelerin eğitimde ve teknolojide rekabet gücünü koruyabilmesi için politik bir önemi vardır. Bu önem doğrultusunda, 1980'lerde Japonya'nın oluşturduğu ekonomik kalkınmaya benzer bir kalkınmanın da Çin ve Hindistan tarafından gelebileceği düşüncesiyle, ABD eğitimde reform hareketleri başlatmıştır. Bunlardan en tanınanları 1996'da yayınlanan National Science Education Standards kapsamında fen bilimlerinin eğitiminde okullara yön veren bir müfredat programıdır (National Research Council [NRC], 1996).

Amerika'nın teknolojik üssü olan "Silikon Vadisi"nde Çinli Hint mühendislerin çoğunlukta olması Amerika için endişe vericidir. Amerikan iş dünyasının mühendislik, fen ve teknoloji alanlarındaki işlerde Çin ve Hindistan'a bağımlı hale gelmesinin oluşturduğu kaygılar ve STEM akımının kabulü ve yaygınlaşması aynı döneme denk gelmiş ve bu tartışmaların sonucunda STEM eğitimi uygulamaya girmiştir. STEM hem ABD'de hem de dünyanın çağdaş ülkelerinde büyük bir ilgi görmüştür (Akgündüz vd., 2015).

Teknolojide ilerlemeyi amaçlayan birçok ülke STEM eğitimi ve STEM işgücü üzerinde araştırmalar yapıp bu hususta çalışmaktadır. Günümüzde birçok ülke eğitim sistemlerinde STEM'e yer vermektedir. STEM şu anda Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği, Japonya, Kore ve Çin gibi gelişmiş ülkelerde okul öncesinden başlayarak ortaöğretim ve üniversitelerde uygulanmaya başlanmıştır (MEB, 2017b).

Amerika Birleşik Devletlerinde STEM: Amerika Birleşik Devletleri'nde STEM eğitimi, ekonomik ve teknolojik gücünü korumak için önemli unsurlardan birisidir. ABD'de STEM eğitiminin uygulanması iki türlüdür: Çeşitli derslere mühendisliğin ara disiplin olarak

konulması ve başarılı veya üstün zekalı öğrencilere hizmet veren STEM okullarının açılması (Akgündüz vd., 2015). ABD’de STEM ile ilgili atılan adımların temelinde öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerini geliştirmek ve PISA ve TIMSS sonuçlarını iyileştirmek yatmaktadır (Kuenzi, 2008).

Çin: Öğretmen yetiştirme programlarına STEM konuları entegre edilerek STEM öğretmeni yetiştirmek amaç edinmiştir. Çin ekonomisinin teknolojiye dayalı dönüşümü gerçekleştirebiliyor olmasının en önemli nedeni STEM alanlarında lisans diploması olanların sayısının diğer tüm ülkelerden daha fazla olmasıdır.

Rusya: Hükümet politikaları arasına STEM eğitimi için üç madde eklemiştir:

1. Mühendislik eğitim programlarının niteliğini artırmak,
2. Matematik eğitimi geliştirmek,
3. Yükseköğretimde mühendislik, tıp ve fen bilimleri programlarını, üniversitelerin öncülüğünde geliştirmek (Smolentseva, 2015).

Avrupa Birliği Ülkelerinde STEM: AB ülkeleri Kearney (2015) raporu ile STEM’i eğitim sistemlerine işlemişlerdir. Avrupa ülkeleri 90’lı yıllardan bu yana fen eğitimi ile ilgili çeşitli girişimlerde bulunmuşlardır. Özellikle son on yılda, fen eğitime yönelik birçok proje ve program geliştirilmiştir. Rocard ve diğerleri (2007) yayınladıkları “Fen Eğitimi şimdi: Avrupa’nın Geleceği için Yenilenen Pedagoji” isimli raporda özellikle genç bireylerin fen, teknoloji ve matematik alanlarına yönelimlerinin azaldığını ve bu yönde etkili girişimlerin yapılmasının gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Avrupa Birliği Çerçeve Programlarından 2007-2013 yıllarını kapsayan 7. Çerçeve Programı’nda STEM eğitimi ile ilgili projeler yer almaktadır. 2013 yılından sonra ise 2014-2020 yılları arasında Horizon 2020 programı başlamıştır (HORIZON2020, 2015).

Norveç; STEM eğitimi öncelik alanlarının içine almıştır. 2002’den itibaren “STEM of course” adı altında strateji planı hazırlamıştır.

Hırvatistan; STEM’in ülke ekonomisine katkısının çok önemli olduğu ve yeni programlarla ekonomik katkı sağlayacağı düşünülmekte ve öngörülmektedir.

Bulgaristan; inovasyonun gelişimine destek vermiş ve ülkenin dinamizmi ve ekonomik büyümesine hizmet etmiştir. İnovasyonu STEM’ e katarak ISTEM ismini vermiştir.

İsviçre; 2015 Strateji Planı’nda STEM çalışmaları ve kariyer basamaklarının güçlendirilerek bütün eğitim düzeylerine adapte edilmesi gerektiği belirtilmektedir.

Finlandiya; Eğitim sisteminde disiplinler arası ilişki ne kadar fazla olsa da mühendislik kazanımlarıyla harmanlanmış bir eğitim sistemi bulunmamaktadır. Yani STEM'in temelleri, öğretim programında yer alsa da kazanım olarak yer almamaktadır (MEB, 2017b).

İtalya; STEM eğitimine ait belli bir stratejisinin olmadığı söylenebilir (MEB, 2017b).

Türkiye'de STEM eğitimi.

Ülkelerin öğrencilerini kıyasladıkları TIMSS ve PISA gibi uluslararası sınavların amacı, eğitim sistemlerinin iyi bir vatandaş yetiştirmedeki başarısını tespit etmektir. 2015 yılında yapılan PISA sınav sonuçlarına göre Türkiye fen alanında 70 ülkeden 52'nci, matematik alanında da 49'uncu olmuştur. 2015 yılında yapılan TIMSS sonuçlarına göre Türkiye fen bilimlerinde 50 ülkede 21. sırada yer alması endişe vericidir. Türkiye'nin bu sınavlarda istenilen başarıyı sergileyememesi STEM eğitime ne denli önem vermemiz gerektiğini gözler önüne sermektedir.

PISA Direktörü Andreas Schleicher'in bir gazeteye yaptığı röportajda: Türk öğrencilerinin ezberde iyi fakat bilgiyi kullanmada yeterli olmadığına dikkat çekmiştir. Ayrıca herhangi bir kaynaktan ulaşılabilecek bilgiyi ezberlemenin çağımızda önemsiz ve gereksiz olduğunu vurgulamıştır. Kitaplardaki bilgileri ezberletme yerine onları uygulatarak öğrencileri birer matematikçi veya fizikçi gibi düşünmeye yönlendirmemizi önermiştir (Koçak, 2017).

Türkiye'de STEM eğitimi için MEB tarafından hazırlanmış öğretim programı bulunmamakla birlikte Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü (YEGİTEK) tarafından "STEM Öğretmen El Kitabı" yayınlanmıştır. 2015-2019 Stratejik Planında STEM'in güçlendirilmesine yönelik ifadeler bulunmaktadır. Fakat 2017 yılında hazırlanan yeni taslak fen bilimleri dersi öğretim programına STEM (bilim-teknoloji-mühendislik-matematik) kavramı resmi olarak girmiştir (İdin ve Kaptan, 2017).

TÜSİAD (2014) da ülkemiz için STEM eğitiminin önemli olduğunu ve STEM eğitimi stratejisinin belirlenmesi gerektiğine dair bildiri yayınlamıştır. Bunun yanı sıra, inovasyon çalışmalarının yapılabilmesi için AR-GE yatırımlarına TÜSİAD tarafından ağırlık verilmiştir. Yayımlanan raporda Türkiye'de STEM eğitime geçilmesi ile birlikte öğrencilerin, daha nitelikli ve anlamlı bir eğitime kavuşmaları ve 21. yy. becerilerini (problem çözme, eleştirel düşünme vb.) edinmeleri beklenmektedir (TUSİAD, 2014).

TÜBİTAK'ın (Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu) 2011-2016 Bilim Teknoloji Kalkınma Planı, okullarda ve okul dışında STEM eğitime önem verilmesine dair

çeşitli ifadeler içermektedir (Baran, Canbazoğlu-Bilici ve Mesutoğlu, 2015). Bu plana göre, bilimsel eğitiminin ilkök, ortaokul ve lise düzeyinde 4006 bilim fuarları, gençler için uzay bilimleri, matematik, fen bilimleri ve teknoloji alanlarında yapılacak etkinliklerle (4007 Projelerine) desteklenmesi istenilmektedir. STEM eğitimi konusunda başarılı öğrenci ve öğretmenleri fark etmek için TÜBİTAK tarafından proje yarışmaları düzenlenmektedir. Ayrıca, Türkiye'de STEM eğitimine destek verecek mahiyette, TÜBİTAK tarafından çeşitli illerde bilim merkezleri (4003 projeleri) açılmaya başlamıştır. Bilim merkezleri, öğrencilere bilimi sevdirecek bilimsel düşünmeyi kazandırmayı amaçlamaktadır. Böylece toplumda bilime yönelik korkuları yok etmeyi hedeflemektedir. Bu maksatla kurulan bilim merkezlerinde, okul dışındaki zamanlarda öğrencilerle STEM etkinlikleri yapılmaktadır (STEM Akademi, 2013).

YEĞİTEK (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri), il milli eğitim müdürlüklerine gönderdiği E.9487092 numaralı üst yazıyla TÜBİTAK 1003 projelerine yenilikçi eğitim çağrısı (1003-SBB-EGTM-2018-1) adı altında STEM eğitimi üzerine projelerin yapılmasını önermiştir. Benzer şekilde YEĞİTEK, E.9486921 numaralı üst yazıyla Scientix kapsamında yürütülen faaliyetlere paralel olarak okullarda STEM kulüpleri kurulması hakkında bilgilendirme yapmıştır. YEĞİTEK in 2018 yılında yayınladığı "STEM Öğretmen El Kitabı" STEM eğitimi uygulamak isteyen öğretmenler için rehber kaynak olarak kullanılabilir. Fakat Bu el kitabı STEM eğitimini sadece proje tabanlı eğitim yöntemi olarak gördüğü için yeterince kullanışlı değildir.

STEM eğitimleri, çeşitli üniversite ve il milli eğitim müdürlüklerince açılan STEM merkezlerinde de verilmektedir. Ülkemizde STEM eğitiminin tam anlamıyla uygulanması yolunda birkaç üniversitede öğrenci ve öğretmenlerin faydalanabileceği STEM merkezleri kurulmaya başlanmıştır. Bu konuda ilk girişimleri, Hacettepe Üniversitesi ve İstanbul Aydın Üniversitesi yapmıştır. Bunların yanında Adıyaman İl Milli Eğitim Müdürlüğü tarafından kurulan "Adıyaman İnovasyon Merkezi" nde STEM çalışmaları da yapılarak öğretmen ve öğrencilere eğitim verilmektedir. Aynı şekilde Muş Alparslan Üniversitesinde "STEM Laboratuvarı" kurularak üniversitede bulunan öğretmen adaylarına hizmet vermektedir.

2017 yılında hazırlanan ilköğretim matematik öğretim programında bahsedilen anahtar yeterliliklerin kazanılması için STEM eğitime ihtiyaç duymaktayız (MEB, 2017). 21. yüzyıl becerileri olarak adlandırılacak bu anahtar yeterliliklerin birkaçını inceleyecek olursak:

- Matematiksel yetkinlik: STEM ile çalışan birey günlük hayat problemleri ile uğraşacaktır. Bununla birlikte matematiksel modelleme ve mantıksal ilişki kurma becerileri gelişecektir.

- Bilim teknolojide yetkinlik: 21. yüzyıl becerileri olan bilim ve teknoloji okuryazarlığı STEM eğitiminde teknolojinin, kodlamanın ve robotiğin kullanımı ile artacaktır.
- Dijital yetkinlik: Bilgiye erişim ve bilgisayar kullanımını ifade eden bu yetkinlik STEM eğitimi ile sağlanacağı beklenmektedir. Çünkü öğrenciler, STEM de problem çözerken dijital yetkinliklerini geliştirecektir (MEB, 2017a).
- Öğrenmeyi öğrenme: STEM etkinliklerinde öğrenciler, cevaplarını ve geliştirdiği ürünlerin eksik yönünü tespit edip düzeltme şansına sahip olur. STEM etkinliklerinde öz düzenleyicilik ve öz denetleyicilik becerileri gelişen bireyler nasıl öğreneceğini de benimseyecektir.
- Sosyal yetkinlik: STEM etkinlikleri bireylerin, bilim iletişimi ve sosyal diyaloglarına katkı sağlar (Çorlu, 2017).
- İnisiyatif alma ve girişimcilik: STEM eğitimi mantıklı düşünme becerisini, girişimciliği, kararlar almayı ve deneyip yanılarak ürün geliştirme becerilerini destekleyen bir eğitim olarak görülmektedir (MEB, 2017b).

2017 yılı ortaöğretim matematik dersi öğretim programını inceleyecek olursak ne denli STEM' e ihtiyaç duyulduğu görülecektir.

Birey ve toplumun gelişen bilim ve teknoloji ile birlikte eğitsel ihtiyaçları değişmektedir. Bu nedenle öğretim programımızı güncelleyerek çağdaş medeniyetler seviyesinde kalabiliriz. Öğretim programımızın güncellenmiş hali incelendiğinde STEM eğitiminin önemi anlaşılmaktadır (MEB, 2017).

- Yenilenen 2017 öğretim programında üst düzey bilişsel becerilere (analitik, eleştirel ve özgün düşünen sorgulayan vb.) sahip bireyler, eski öğrenmelerini yeni öğrenmelerine aktarıp bağ kurabilen bireyler, öğrendiklerini günlük hayata aktarabilen bireyler, teknolojik gelişmelere uyum gösteren bireyler, evrensel değerlere duyarlı ve yeniliklere açık bireyler ancak STEM eğitimi ile gerçekleştirilebilir (MEB, 2017a). Ayrıca öğrenilen bilgilerin günlük hayatta karşılık bulması, öğrendiklerini çeşitli hayat durumlarına uygulanması, öğretme-öğrenme sürecinde mümkün olduğunca bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılması, ders işlenişinde görsel iletişim araçlarına yer verilmesi, öğrenmeleri sonucunda sanatsal ve mühendislik tasarımlarının yapılması, sadece öğrenme ürününün değil sürecin de değerlendirilmesi, kavram yanılgılarına engel olan öğretimlerin yapılması ve disiplinler arası öğrenmelerin gerçekleşmesi beklenilmektedir. Bu beklentiler ancak STEM eğitimi ile gerçekleştirilebilir (MEB,

2017a). 2017 öğretim programında öğrenme süreci "Bir hayat probleminin çözümü için ele alınıp bu problemi gerçek hayat durumlarıyla ve diğer disiplinlerle ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Daha sonra öğrencilerin kullanabilecekleri; sözlü iletişim, araştırma yapma, iş birliği yapma, tasarım yapma, sunum yapma, raporlama gibi ürünleri ortaya koyması gerekmektedir." şeklinde ifade edilmiştir. Bu süreç incelendiğinde matematiksel modelleme ve STEM sürecine çok benzer olduğu görülmektedir. Bu nedenle yeni programın bu beklentisi matematiksel modelleme ve STEM ile gerçekleştirilebilir. Öğrenciye kazandırılması beklenen; eleştirel düşünme, yaratıcı düşünme, araştırma yapma, sorun çözme, iletişim kurma, empati kurma, öz denetim, öz güven, yaratıcılık, kararlılık ve liderlik gibi beceriler STEM eğitim süreci ile daha kolay kazandırılabilir. Bu şekilde meslek hayatında ve günlük hayatında, matematik yeterliliği kazanan, başarılı ve üretken bireyler yetişecektir (MEB, 2017a). Bu bilgiler ışığında bütünsel STEM eğitimi çerçevesinde STEM eğitim programı hazırlanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Çorlu (2017) çalışmasında bütünsel STEM eğitimi programı hazırlamıştır.

STEM okulları.

Kökleri Enderun ve Nizamiye medreselerine dayanan STEM okullarının tam manada kurulması Amerika Birleşik Devletlerinde olmuştur. ABD' de kurulan ilk STEM okulu "*Stuyvesant High School, 1904*" lisesidir. Ayrıca "*Virginia Thomas Jefferson Science and Technology High School*" ABD'nin en popüler STEM okuludur (U.S. News, 2015).

STEM okulları ABD' de kurulmaya ilk başladığında üstün yetenekli öğrencilere eğitim vermiştir. Eğitimde fırsat eşitliğini sağlamak için her kesimden öğrencinin eğitim alabileceği STEM okulları kurulmuştur (Çorlu, 2017). ABD' de üç çeşit STEM okulu eğitim vermektedir.

I) Seçici STEM okulları: Öğrencilerin başarı ve yeteneğine göre seçilerek alındığı okullardır. Ülkemizde, üstün yetenekli öğrencilerin eğitildiği Bilim ve Sanat merkezleri bu okullara örnek olarak verilebilir.

II) Kapsayıcı STEM okulları: Fırsat eşitliği sağlamak için herhangi bir seçim yapmadan bütün öğrencilere açık STEM okullardır.

III) STEM ağırlıklı teknik okullar: Bu okullarda STEM alanlarında çalışabilecek teknikler yetiştirilmektedir. Ülkemizde bu okulların benzerleri Endüstri meslek liseleri bulunmaktadır. Fakat bu kurumlarda STEM eğitimleri verilmemektedir (Çorlu, 2017).

Türkiye’de STEM Okulu adını taşıyan bir eğitim kurumu bulunmamaktadır. Fakat bazı eğitim kurumlarında STEM eğitimini destekleyici yaklaşımlar izlenmektedir. Bu kurumlar;

- Bilim ve sanat merkezleri (BİLSEM),
- TÜBİTAK 4003 projesi kapsamında kurulan bilim ve toplum merkezleri,
- Bahçeşehir Fen ve Teknoloji Lisesi,
- İstanbul Çamlıca BİLSEM Lisesi (ARGEM),
- Erzurum BİL KENT Lisesi,
- Muş Alparslan Üniversitesi STEM laboratuvarı (Yıldırım, 2018),
- İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Merkezi,
- Hacettepe Üniversitesi STEM Laboratuvarı,
- Adıyaman İnovasyon Merkezidir.

MEB 2017 STEM eğitim raporuna göre ülkemizde STEM programlarına kız öğrencilerin rağbet etmediği görülmektedir. İstanbul Aydın Üniversitesi, Nisan 2014’de dezavantajlı öğrenciler ve kız öğrencilerin STEM alanlarına ilgilerini artırmak için "STEM for Disadvantaged Students Especially Girls" projesini başlatmıştır. STEM alanlarında çeşitli eğitim ve uygulama etkinliklerini barındıran bu projede; öğrencilerin STEM eğitimi aracılığı ile bilimsel düşünme becerilerinin, yaratıcılıklarının, problem çözme ve üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesi ve STEM alanlarına yönelik ilgilerin olumlu yönde arttırılması amaçlanmaktadır (Akgündüz vd., 2015).

STEM öğretmeni.

STEM eğitiminin tam anlamıyla amacına ulaşması için STEM eğitim programının, STEM okullarında STEM öğretmenleri tarafından öğretilmesi gerekmektedir. STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarına göre; STEM eğitiminin ülkemizde sorunsuz bir şekilde uygulanması için öncelikle STEM öğretmeni eğitimleri planlanmalı ve gerçekleştirilmelidir. 2017 yılında yayınlanan STEM raporuna göre STEM öğretmenleri, matematik, teknoloji ve tasarım ve fen bilimleri öğretmenleri içerisinde, diğer öğretmenlere danışmanlık yapacak şekilde yetiştirilebilir (MEB, 2017b). PISA Direktörü Andreas Schleicher yaptığı röportajda:

"Artık akademide sadece bir alanda uzman olmak pek de önemli değil. Geleceği yaratıcı öğretmenleri sadece fizik, biyoloji anlatmayacak. Farklı disiplinleri harmanlayarak eğitim verecek." (Koçak, 2017).

matematiğin uygulama alanları olan fen bilimlerine hâkim olarak STEM eğitim modeline uygun yetiştirilebilir (Çorlu, 2012).

Fen öğretmen adayları temel düzeydeki matematik bilgilerini uygulamaya gerek duymaktadır. Çünkü fen bilimlerinin birçok kazanımında ve uygulamasında matematiksel işlem ve kavram bilgisi önemlidir. Matematik öğretmeni adaylarının matematik bilgilerini fen uygulamalarında kullanmaları gerekmektedir (Aydın ve Delice, 2007). Bu nedenle fen öğretmen adaylarına üniversite hayatlarında aldığı matematik dersleri ile matematik öğretmen adaylarına üniversite hayatlarında aldığı fen dersleri birlikte verilerek üniversitelerde STEM eğitimine başlangıç yapılabilir.

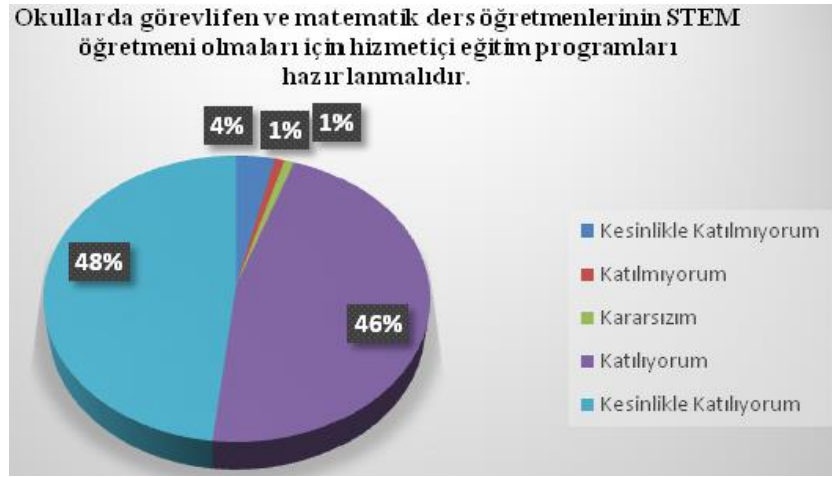
STEM eğitiminin etkili ve yaygın olması için öğretmenlerin zümreler arası bilgi ve paylaşım yapması gerekmektedir. Bu paylaşımın yapılması için çeşitli platformlar kurulabilir. Avrupa Komisyonu'nu temsilen Avrupa Okul Ağı (EUN) tarafından yönetilen Scientix Projesi (Avrupa'da fen eğitimi için topluluk projesi) 2009 Aralık ayında uygulanmaya başlamıştır. Bu platformdan ya da Ulusal Ajansın eTwinning platformundan faydalanılabilir.

MEB 2017 STEM raporundaki verilere göre: *"Katılımcıların %91,08'i STEM öğretmenlerinin yetiştirilmesi için eğitim fakültelerinin STEM öğretmeni yetiştirme programları başlatmasının gerekli olduğu görüşündedir."* ilgili çıkarım Şekil 6'da görülmektedir.



Şekil 6. STEM öğretmeni yetiştirme ihtiyacı grafiği (MEB, 2017b).

MEB 2017 STEM Raporundaki istatistiksel bilgilere göre: *"Katılımcıların %91,96'sı fen ve matematik ders öğretmenlerinin STEM öğretmeni olmaları için hizmet içi eğitim programlarına katılmasının gerekli olduğu görüşüne katılmaktadır."* ilgili çıkarım Şekil 7'de görülmektedir.



Şekil 7. STEM öğretmenlerine hizmet içi eğitim ihtiyacı grafiği (MEB, 2017b).

Neden STEM?

Gelişen teknoloji ve globalleşen dünyada bilgi ve bilim hızla yayılarak gelişmektedir. Ülke olarak bu gelişim ve değişime ayak uydurmalı gelecek nesillerimizi bu amaçla yetiştirmeliyiz. Bu durum ise ancak eğitim sistemimizi çağa uydurarak yapılabilir. Çağın gerektirdiği eğitim sistemlerinden birisi de görüldüğü üzere STEM'dir. Bu nedenle STEM'i eğitim sistemimize entegre etmeliyiz. Neden entegre edilmesi gerektiğinin cevapları ise:

- Endüstri 4.0 devriminin getirdiği yeniliklere ve gerekliliklere ayak uydurmak için.
- Web 2.0 eğitim araçlarının daha etkin kullanılması için.
- "Hocam, bu konu günlük hayatta ne işe yarar?" sorusuna cevap verebilmek için (Çorlu, 2017).
- Gereksiz sorularla değil, gerçek hayat sorunlarıyla ilgilenmek için.
- Disiplinler arası ilişki kurularak anlamlı ve bütünsel öğrenmeler için.
- Mantıklı düşünen, merak eden, özgüveni yüksek, araştıran, sorgulayan, risk alan, öz değerlendirme yapan ve buluş yapan bireyler için.
- Matematiği, diğer bilimlerde dört işlem ve oran kurma dışında da kullanmak için.
- Matematik başarısını artırdığı için.
- Matematiğe karşı tutumu, olumlu yönde etkilediği için (Yıldırım ve Altun, 2015).
- MEB'in 2017 Matematik Öğretim Programı'nda bahsettiği anahtar yetkinlikler (matematiksel yetkinlik, bilim ve teknolojiye yetkilik, dijital yetkinlik vs.) için (MEB, 2017a).
- 21. yüzyıl becerileri (yaratıcılık, problem çözme, eleştirel düşünme ve işbirlikçi çalışma) için (Akgündüz vd., 2015).
- Öğrencilerin başarısının artması için (Yıldırım ve Altun, 2015)

- Türkiye'nin, TIMSS ve PISA gibi sınav sonuçlarında başarı elde edebilmesi için (MEB, 2017b).
- İnovasyonel iş gücü ihtiyacımızı gidermek için (Çorlu, 2017).
- Yenilenen Öğretim Programının kazanımlarını elde etmek için.
- Üniversitelerin STEM bölümlerine bu alanlarda gerçekten yetenekli bireylerin yerleşebilmesi için.
- Son olarak "**Teknolojiyi tüketen değil, üreten bir ülke**" olabilmemiz için.



STEM nedir? Ne değildir?

Tablo 1. *STEM Gerçeği ve Yanılgısı*

STEM Ne Değildir?	STEM Nedir?
Günümüz eğitim modasıdır.	Çağımızın eğitsel ihtiyacıdır.
Robotikten ibarettir.	Robotiğin disiplinler arasında etkin kullanıldığı bir eğitimidir.
Puzzle gibi hazırlanan Maker'lardan ibarettir.	Maker'ların farklı şekillerde kullanılıp işlevine takılmadığı bir problem çözme yöntemidir.
Sadece fen, teknoloji, mühendislik ve matematikten ibarettir.	Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik yoğun olacak şekilde; tasarım, inovasyon, sanat, tarih ve değerleri barındıran eğitim sistemidir.
Etkinlik yapabilmek için hazır malzeme (maker, robot, deney setleri vb.) ve laboratuvar olmak zorundadır.	Etkinlik yapabilmek için hazır araç gereçler olmasa da olur. Hatta malzeme ihtiyacını hazır setlerden oluşmadığında öğrencilerin yaratıcılıkları daha çok gelişir. Örnek olarak, köprü etkinliğini spaghetti makarnadan yapmak.
Fen deneyleri olmazsa olmazdır.	Fen deneyleri etkinlik içinde gerekli ise yapılır. Ayrıca STEM genel olarak deneylerden yani deneyip yanılmalardan oluşmaktadır.
Eğitimleri sadece fen öğretmenleri verebilir.	Eğitimleri, yenilikçi öğretim yaklaşımlarına açık olan ve profesyonel branşı dışında farklı bir disiplinler hakkında bilgisi olan tüm öğretmenler verebilir.
Teknolojiyi kullanmaktır.	Teknolojiyi üretmektir.
Sorularla ilgilenir.	Sorunlarla ilgilenir.
STEM uygulanırsa eğitim zirveye ulaşır, tüm sorunlar biter.	STEM eğitim sorunlarını gidermek için tek başına yeterli değildir.

Matematiksel modelleme ve STEM ilişkisi.

Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle iş sahalarında çalışacak olan bireylerden uzman oldukları alanları dışında farklı beceriler sergilemesi beklenmektedir (Erbaş vd., 2014). Bu beklentinin STEM eğitimi ile yapılabileceği düşünülmektedir. STEM eğitiminde matematik

becerilerini kazandırmanın yolu ise matematiksel modellemekten geçer. Çünkü STEM eğitiminin ve matematiksel modellemenin kaynağı gerçek hayat problemidir.

STEM ve matematiksel modellemenin öğrencilere hedeflediği ve kazandıracağı özellikler benzerdir. Öğrencilerin modelleme etkinlikleri ile kazandıkları matematiksel düşünme, problem çözme, akıl yürütme ve iletişim kurma gibi süreç becerileri onların 21. yüzyıl bireylerinin ihtiyaçlarına cevap verecektir (Erbaş vd., 2014). 21. yüzyıl ihtiyaçlarını inceleyecek olursak: "*Bireylerin karşılaştıkları bir problemi çözebilmek için yaratıcı, inovasyonel, yenilikçi, tasarımcı ve eleştirel düşünebilme yeteneğine sahip olmaları, 21. yüzyıldaki teknolojiye gelişmelerin ve bu teknolojiyi uygulayabilmek için gerekli olan becerilerdir*" (Yılmaz, Koyunkaya, Güler, ve Güzey, 2017). STEM alanında gerçekleştirilen etkinliklerin, öğrencilerin fen, matematik ve teknoloji kazanımlarının yanında, yaratıcı düşünme, problem çözme, ve sosyal-iletişim becerilerini de geliştirdiği ve özellikle mühendisliğin disiplinler arası yaklaşımı desteklediğini göstermektedir (Yılmaz, Koyunkaya, Güler ve Güzey, 2017).

STEM ve matematiksel modelleme ölçme aşamasında da benzerlikler göstermektedir. Ölçme ve değerlendirme uygulamaları sadece ürünü değil, öğrencilerin öğrenme süreçlerinin de değerlendirilmesine imkân sağlamalıdır (MEB, 2017a). Matematiksel modellemede ölçme işlemi, sadece sonucu değil süreci de ölçmektedir (Güzel, vd., 2016). STEM eğitimi uygulamalarında geleneksel değerlendirmelerin aksine; öğretilen konunun son günü değil, öğretim boyunca ve farklı zaman aralıklarında değerlendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirme genelde; değerlendirme ölçekleri (rubrik) ve anlık değerlendirmeye yarayan Web 2.0 araçlarıdır. Bu araçlar; Kahoot, FlipQuiz, Plickers vb. araçlardır.

Matematiksel modelleme ve STEM eğitimi bir problem çözmenin süreci halinde ilerlemektedir. Hatta STEM hakkında tartışılan çoğu şey matematiksel modellemede de tartışılmaktadır (müfredata entegre edilebilme, mesleki yetkinlik, alan bilgisi, disiplinler arası vb.). Bu nedenle matematiksel modelleme literatürü ve çalışmaları, STEM eğitimi için iyi bir kaynaktır (Kertil, ve Gurel, 2016). Şekil 1'deki matematiksel modelleme süreci ve Şekil 3'deki STEM sürecini inceleyecek olursak STEM ve matematiksel modellemenin birbiri ile ne kadar benzeştiği görülür.

STEM ve matematiksel modellemeyi Tablo 2'deki gibi karşılaştırılırsa ortak ve ayrık yönleri daha iyi görülecektir.

Tablo 2. *Matematiksel modelleme ve STEM.*

	Matematiksel Modelleme	STEM
Gerçeklik	Gerçek hayat problemleri ile ilgilenir.	Gerçek hayat problemleri ile ilgilenir.
Disiplinler Arasılık	Problemlerin çözümünde matematiksel ve disiplinler arası bakış açısı ile ilerler.	Problemlerin çözümünde disiplinler arası bakış açısı ile ilerler.
Öğrendiklerini Uygulama	Modelleme aktiviteleri öğrencinin edindiği bilgilerini gerçek hayat problemlerinin üzerinde uygulayarak çözebilmesine olanak sağlar.	STEM eğitimi, öğrencinin öğrendiği bilgilerle hayatında karşılaştığı problemleri çözmesine yardımcı olur.
Sosyal İletişim Becerisi	Etkinlikler, grup çalışması ile gerçekleştiğinden öğrenciler, matematiksel fikirlerini ifade ederken sosyal ve iletişim yönü geliştirir.	STEM etkinlikleri bireylerin, bilim iletişimi ve sosyal diyaloglarına katkı sağlar. Çünkü STEM etkinliklerinde etkileşimli grup çalışması ve işbirliği vardır.
Öz Düzenleme ve Değerlendirme	Öğrenci, çabaları sonucunda ulaştığı sonuçların doğruluğunu kontrol edebileceği gibi, geliştirdiği modelin düzeltilmesine ihtiyacın olup olmadığına kendisi karar verebilir. Yani öz değerlendirme yapar.	Öğrenci, etkinlik sürecinde cevaplarını ve geliştirdiği ürünlerin eksik yönünü tespit edip düzeltme şansına sahip olur.
Öğrenmeleri Günlük Hayata Taşıma	Bu bilgi gerçek hayatta ne işe yarayacak sorusuna cevap verir.	Bu bilgi gerçek hayatta ne işe yarayacak sorusuna cevap verir.
Ölçme Süreci	Matematiksel modellemede ölçme işlemi, sadece sonucu değil süreci de ölçülmektedir.	STEM eğitimi uygulamalarında geleneksel değerlendirmelerin aksine; öğretilen konunun son günü değil, öğretim boyunca ve farklı zaman aralıklarında değerlendirme yapılmaktadır.
Hesaplamalı Düşünme ve Tahmin Etme	Fermi problemlerinde (tahmin gerektiren problemler) kullanılan mantıksal çıkarımlar ile hesaplanması zor olan büyüklüklerle ilgili tahmin yürütür.	Öğrenci, bilgi ve becerilerini mühendislik kavramlarına taşıırken akıl yürütme ve tahmin etme becerilerini kullanır.
Farklı Çözüm Yolları	Olası farklı durumlar ve sonuçlar içerebilir.	Çözüme ulaşmak için birden fazla yolu fark edip birini seçer.
Öğrenci Başarısı	Matematiksel modelleme; matematik başarısını artırır, matematiğe karşı tutumu olumlu yönde etkiler.	STEM eğitimi, matematik başarısını ve matematiğe karşı tutumu olumlu yönde etkiler.

Görüldüğü üzere STEM ve matematiksel modellemenin birbiri ile birçok özelliği benzetmektedir. Hatta STEM içerisinde yer alan matematik disiplini, matematiksel modellemekten ibarettir diyebiliriz.

Üstün/özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde STEM eğitimi.

Yaşlıları ile kıyaslandığında farklı bir yeteneği olan çocuklar “üstün yetenekli çocuklar” olarak tanımlanmaktadır. Üstün/özel yeteneklilerin, zekâ, yaratıcılık, sanat, liderlik gibi özellikleri veya akademik alanlarda akranlarına göre gösterdiği yüksek performans uzmanlar tarafından belirlenir. Uzmanlar bu kanıya varabilmek için çeşitli zeka ve yetenek testleri uygulamaktadır. Üstün yetenekli çocuklar/öğrenciler yaşlılarına göre hazırlanmış eğitim programı yolu ile sağlanamayan üst düzey eğitimlere ihtiyaç duyarlar (Renzulli ve Reis, 1985). Türkiye’de üstün yetenekli çocuklara uygun eğitim verilebilmesi için, çeşitli ülkelerde uygulanan eğitim programları incelenmiş, 1993 yılında bilim ve sanat merkezleri (BİLSEM) kurularak üstün yetenekli öğrencileri tanılayarak farklılaştırılmış eğitimlere başlanmıştır (Dönmez, 2004). BİLSEM’ de öğrencilerin yaşlılarından üst düzey olan yeteneklerini tespit etmek için onların yaratıcılıklarını öne çıkaran programlar hazırlanır ve uygulanır. Öğrenme ortamları, bilimsel, mantıklı ve yaratıcı düşünmeyi daha çok destekleyen web 2.0 eğitim araç ve gereciyle donatılır. Bireysel eğitim programları, yapılandırmacı yaklaşıma göre disiplinler arası ilişkiler kurularak modüler yapıda hazırlanır. Bireysel yetenekleri fark ettirici dönemde disiplinler arası ilişkiler kurularak proje üretim çalışmaları devam ettirilir ve projeler destek eğitimi programına göre daha niteliklidir. Bireysel yetenekleri fark ettirici programlar (BYF) sonunda, öğrenciler üzerindeki bütün gözlemler ve alınan geri bildirimler, öğretmenler kurulunda değerlendirilerek öğrencinin ilgi ve yetenek alanları belirlenir (MEB, 2007). Böylece özel yetenekleri geliştirme (ÖYG) programına dahil olurlar. Bu programda özel yeteneği ilgili sanatsal ve akademik alanda üst düzey eğitimler ile zenginleştirilerek öğrencinin yeteneği beslenir. ÖYG programı sonrasında Proje programına geçerek üstün olan yetenek alanında akademik çalışmalar ve projeler ortaya koyar.

Matematik öğretiminde üstün yetenekli öğrenci, etrafındaki her şeyi mantıksal, nicel ve uzaysal ilişkileriyle birlikte gözlemler (Krutetskii, 1976). Matematiksel üstün yetenek, mantıksal düşünce sisteminde ve matematiksel muhakemede sık rastlanmayan farklı yetenek olarak ifade edilebilir. Öğrencilerin matematiğe yönelik tutum ve inançları matematik eğitiminde önemli bir rol oynar (Kislenko, Grevholm ve Lepik, 2005). Üstün yetenekli öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını geliştirmek için matematik konularının günlük

hayatla ilişkili olması gerekmektedir. Bu hususta matematiği günlük hayata bağlayan en etkili konulardan birisi ise problemlerdir. Matematik dersindeki problem cümlelerinin, üstün yetenekli öğrencilerin düzeyine ve ilgisine göre hazırlanması onların matematiğe karşı olumlu tutum geliştirmesini sağlayacaktır.

STEM Eğitimi Hakkında Yapılan Çalışmalar

STEM eğitime yönelik Türkiye'de yapılan çalışmalar son beş yılda rağbet görse de, uluslararası literatürde 90'lı yıllardan beri STEM eğitimi ile ilgili araştırmalar yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Son zamanlarda STEM eğitiminin popüler olması, STEM eğitimi ile ilgili yapılan akademik çalışmaların sayısının artmasına neden olmuştur. Alan yazında STEM eğitiminin çeşitli değişkenlere (ilgi, tutum, başarı, beceri... gibi) etkisinin incelendiği araştırmalar sıkça rastlanmaktadır. Bazı çalışmalar ise STEM ile ilgili görüşleri ve STEM alanları ile ilgili meslek seçiminde ilişkili olan etkenleri incelemektedir. STEM ile ilgili görüşlerin ve STEM alanlarına yönelik meslek seçiminde rol oynayan faktörlerin incelendiği çalışmalardan bahsedilmiştir. Birçok çalışmada ise STEM eğitimi için ölçek tasarlanarak sunulmuştur. STEM eğitimi üzerine yapılan popüler çalışmalar gruplandırılacak olursa:

- a) Etkinlik tasarlanan çalışmalar,
- b) Ölçek geliştirilen çalışmalar,
- c) STEM eğitiminin öğrenci üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar,
- d) Öğrenci ilgisinin STEM alanlarına etkisini inceleyen çalışmalar,
- e) STEM hakkında öğretmen görüşlerini içeren çalışmalar,
- f) Erken STEM eğitimi hakkında yapılan çalışmalar,

şeklinde gruplandırma yapılabilir.

a) Etkinlik tasarlanan çalışmalar: Çavaş, Bulut, Holbrook ve Rannikmae (2013) yaptıkları çalışmada örnek etkinlikler sunmuşlardır. Bu çalışmada Avrupa Birliği 7. Çerçeve programı tarafından desteklenen “ENGINEER projesi” kapsamında Mühendislik Tasarım Sürecine göre çeşitli etkinlikler geliştirilmiştir. Çorlu ve Çallı (2017) STEM Kuram ve Uygulamaları kitabında STEM in kuramsal açıklamasını ve bu kurama paralel geliştirilen ders planına uygun etkinlikleri sunmuşlardır. Yıldırım (2018) Teoriden Pratiğe STEM Eğitimi isimli yazdığı kitapta STEM hakkındaki yanlışlardan bahsederek örnek uygulamalar sunmuştur.

b) Ölçek geliştirilen çalışmalar: Mahoney (2009) gerçekleştirdiği doktora tezinde lise öğrencileri için bir ölçme aracı geliştirmiştir. Geliştirilen ölçme aracının amacı öğrencilerin STEM ve STEM eğitime karşı tutumlarını ölçmektir. Tyler-Wood, Knezek ve Christensen

(2010), STEM içeriğine ve STEM alanlarına yönelik ilgiyi ölçen bir ölçme aracı geliştirmişlerdir. Her iki ölçek de ortaokul öğrencilerine yöneliktir. “STEM Anlamsal Anket”; fen, teknoloji, mühendislik, matematik ve STEM alanlarında çalışmak alt başlıklarından oluşmaktadır. Lin ve arkadaşları (2015) 13-15 yaş arası çocukların STEM eğitiminde işbirlikçi problem çözme becerilerini değerlendirmek için bir değerlendirme sistemi geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri değerlendirme sistemi, STEM eğitiminde sekiz değerlendirme modülünden oluşmaktadır. Buyruk ve Korkmaz (2016) öğretmen adaylarına yönelik “STEM Farkındalık Ölçeği”ni geliştirmişlerdir. Geliştirilen ölçek beşli likert tipinde, iki alt boyuttan ve 17 maddeden oluşmaktadır. Çorlu ve Aydın (2016) ise yaptıkları çalışmada, 21. yüzyılda gerekli olan bazı becerileri geliştirmeye yönelik tasarlanan birleştirilmiş STEM eğitiminin çıktılarını değerlendirmişlerdir. Lin ve Williams (2015) tarafından öğretmen adaylarının STEM eğitimine ilişkin yönelimlerini belirlemek amacıyla “Bütünleştirilmiş STEM Öğretimi Yönelim Ölçeği” geliştirilmiştir. Ölçek yedili likert tipinde olup, altı alt boyut ve 31 maddeden oluşmaktadır.

c) STEM eğitiminin öğrenci üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar: Dewaters ve Powers (2006) tarafından gerçekleştirilen araştırma, öğrencilerin bütünsel STEM derslerinde mutlu ve verimli olduklarını ve bu gibi derslerin öğrenilen bilgilerle günlük yaşamdaki problemleri çözmeye yardımcı olduğunu göstermiştir. Dabney ve arkadaşları (2012), okul dışı fen etkinlikleri ile üniversitedeki STEM mesleklerine (Mühendislik vb.) ilgi arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalıştıkları çalışmalarında, 6882 üniversite öğrencisi ile çalışmışlardır. Çalışma sonuçları cinsiyet ve ortaokulda fen ve matematiğe ilgi kadar okul dışı etkinliklerin de STEM mesleklerine yönelmede ilişkili olduğunu göstermektedir. Şahin (2013) ise 4. ve 12. sınıf öğrencilerinin okul sonrası katıldıkları STEM kulüplerini araştırmıştır. Çalışma sonuçları, okul sonrası STEM kulüplerinin, öğrencilerin üniversitede STEM alanlarını seçmelerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Patel, Franco ve Lindsey (2013) yaptıkları çalışmada, iki ayrı STEM okulunda öğrenim gören 148 öğrencinin bilişsel, duyuşsal ve sosyal seviyelerini karşılaştırmışlardır. Cotabish, Dailey, Robinson ve Hughes (2013) yaptıkları deneysel çalışmada STEM eğitiminin, ilkökul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, alan bilgilerine ve kavram bilgilerine etkisini incelemişlerdir. Şahin, Ayar ve Adıgüzel (2014) ise yürüttükleri çalışmada, STEM etkinliklerinde öğrencilerin deneyimlerini ve kazanımlarını ve etkinliklerin öğrenciler üzerindeki olumlu ve olumsuz etkilerini ortaya koymuşlardır. Yamak ve arkadaşları (2014) yaz döneminde üç farklı STEM etkinliğinin 20 kişilik beşinci sınıf öğrencisine uyguladıkları çalışmalarında, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve fene karşı tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçları, STEM etkinliklerinin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve fene karşı

tutumlarını pozitif yönde geliştirdiğini göstermiştir. Biçer, Navruz, Capraro ve Capraro (2014) gerçekleştirdikleri nicel çalışmada, STEM okullarına giden öğrencilerle normal okullara giden öğrencilerin matematik bilgi ve becerilerini karşılaştırmışlardır. Ceylan ve Özdilek (2015), 8. sınıf öğrencileri için asit ve baz konusuyla ilgili bir STEM etkinlik ders planı hazırlamışlardır. Çalışmada 5E modeline göre hazırlanmış olan etkinliğin öğrencilerin konu ile ilgili başarılarına etkisi incelenmiştir. Ceylan (2014) ortaokul öğrencileri ile çalıştığı araştırmasında, Fen Bilimleri asit ve bazlar konusunda STEM eğitime dayalı öğretim gerçekleştirmiş ve etkisini incelemiştir. Yıldırım ve Altun (2015) fen bilgisi öğretmen adayları ile gerçekleştirdiği deneysel çalışmada, öğretmen adaylarının başarıları incelenmiştir. STEM eğitime göre ders işlenen grupta başarının daha yüksek olduğunu göstermektedir. Gülhan ve Şahin (2016) STEM eğitiminin 5. sınıf öğrencilerinin STEM alanlarına yönelik algı ve tutumlarına etkisini incelemişlerdir. Çevik (2018) Proje tabanlı fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) eğitiminin, meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarına ve mesleki ilgilerine etkisini incelemiştir.

d) Öğrenci ilgisinin STEM alanlarına etkisini inceleyen çalışmalar: Şahin ve arkadaşlarının (2013) yaptıkları çalışmada, lise öğrencilerinin bilgisayar dersleri ne ilgisinin, üniversite eğitiminde STEM alanlarını tercihleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Şahin, Gulacar ve Stuessy (2015) yürüttükleri çalışmada, Uluslararası Fen Olimpiyatlarının lise öğrencilerinin STEM mesleklerine yönelmelerine ve 21. yüzyıl becerilerini geliştirmelerine etkisi ile ilgili öğrenci algılarını araştırmışlardır. Karakaya, Avgın ve Yılmaz (2018) yaptıkları araştırmada, ortaokul öğrencilerinin Fen-Teknoloji-Mühendislik ve Matematik (STEM) mesleklerine yönelik ilgilerinin çeşitli değişkenlere göre incelemişlerdir. Ortaokul öğrencilerinin en yüksek ilgi düzeylerinin teknolojiye yönelik meslekler üzerine olduğu belirlenmiştir.

e) STEM hakkında öğretmen görüşlerini içeren çalışmalar: Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendislik algılarını ve yöntem olarak mühendislik-tasarımına bakış açılarını inceleyen Marulcu ve Sungur (2012), 44 fen bilgisi öğretmen adayı ile çalışmışlardır. Han, Yalvaç, Capraro ve Capraro (2015), STEM'e dayalı proje tabanlı öğrenmeyi ve öğretmen uygulamalarına katılımı incelemişlerdir. STEM merkezlerinde, farklı okullarda öğretmenlik yapan 92 öğretmene profesyonel gelişim etkinlikleri önerilmektedir. Kızılay (2016), gerçekleştirdiği çalışmada, 25 fen bilgisi öğretmen adayının STEM alanlarıyla ve eğitimiyle ilgili görüşlerini araştırmıştır. 42 sınıf öğretmen adayı ile çalışan Özçakır-Sümen ve Çalışıcı (2016), Çevre Eğitimi dersini STEM eğitime göre işlemenin, öğretmen adaylarının zihin haritalarına ve STEM ile ilgili görüşlerine etkisini incelemişlerdir. Çınar, Pırasa, Uzun ve

Erenler (2016) fen bilgisi öğretmen adayları ile yürüttükleri çalışmada, öğretmen adaylarına STEM eğitimi verildikten sonra, öğretmen adaylarının STEM alanları arasındaki ilişki ile ilgili görüşlerini incelemişlerdir. STEM eğitiminden önce öğretmen adayları sadece fen ile matematik arasında ilişki kurabilirken, STEM eğitiminden sonra öğretmen adaylarının fen, matematik, teknoloji ve mühendislikle de ilişki kurabildikleri görülmüştür. Yıldırım ve Türk (2018) sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşlerini incelemeyi amaçlamıştır. STEM eğitimi uygulamaları sonucunda öğretmen adaylarının STEM eğitimi ve mühendislik-teknolojiye yönelik olarak düşüncelerinin olumlu yönde değiştiği tespit edilmiştir.

f) Erken STEM eğitimi hakkında yapılan çalışmalar: McClure ve arkadaşları (2017) Amerika'daki Joan Ganz Cooney Merkezi'nin NSF tarafından finanse edilen "STEM Erken Başlar " projesi ile derin bir araştırma yapmıştır. STEM öğrenimindeki zorlukları ve fırsatları daha iyi anlamak için: erken çocukluk dönemi (okul öncesi ve ilkökul) eğitimi araştırması, politikası ve uygulamasının gözden geçirilmesinde belgelenmiştir. Küçük (2017) STEM Program Kitabı -Bir inşaat aranıyor- Marsta yaşam isimli kitabında ilkökul üniteleri için örnek program tasarlayıp bu ünitelerde kullanılması için etkinlikler sunmuştur.

STEM eğitiminde yapılan ulusal ve uluslararası alan yazın incelendiğinde, yapılan çalışmaların çeşitli öğrenim seviyelerinde olduğu görülmektedir. Çalışmaların en çok yapıldığı alanın "STEM eğitiminin öğrenci üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar" olduğu görülmüştür. En çok çalışma yapılan grubun ortaokul öğrencileri olduğu görülmektedir. En az çalışmanın ise "Etkinlik tasarlanan çalışmalar" olduğu görülmüştür. Tasarlanan etkinliklerin ise fen bilimleri dersi merkezinde olduğu görülmüştür. Bu durum STEM eğitiminde matematik temelli etkinlikler yazımında büyük bir boşluk olduğunu göstermektedir.

STEM ile ilgili çalışmalar incelendiğinde okul öncesi dönemde STEM eğitimi üzerine yapılan çalışmalar 2017 yılı öncesinde pek rastlanmamıştır. Fakat 2017 yılında "Erken STEM Eğitimi" başlığında birçok çalışma ve proje bulunmaktadır. İlkokul öğrencileri üzerinde yapılan çalışmalar ise son dört yılda artış göstermiştir. Öğretmen adayları ile birçok çalışma yapılmasına rağmen öğretmenlerle ise az sayıda çalışma yapılmıştır. STEM alan yazını incelendiğinde STEM etkinliklerinin okul içinde ve okul dışında uygulamalarının olduğu görülmüştür. Okul içinde çoğunlukla Fen Bilimleri dersi kapsamında STEM etkinlikleri yapılmaktadır. Okul dışında ise okul sonrası etkinlikler, üstün yetenekli öğrencilerin eğitildiği BİLSEM'ler, projeler, yaz kampları şeklinde STEM etkinliklerinin uygulandığı görülmüştür. Okul içi STEM araştırmalarında; öğrenci ilgilerine, algılarına, tutumlarına, becerilerine ve bilgilerine yönelik çalışmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmaların öğrencilerin akademik

başarıları ve tutumları üzerinde yoğun olduğu görülmüştür. Okul dışı STEM etkinliklerinin en çok öğrencilerin bilgileri ve becerilerine etkisine yönelik çalışmaların yapıldığı görülmüştür.

STEM eğitimi için geliştirilen ölçekler incelendiğinde; STEM'e yönelik ilginin, algının, tutumun, belirlenmesi amacıyla ve STEM'e iş alanlarına yönelimi belirlemek amacıyla ölçekler geliştirilmiştir. 2016 yılından sonra ulusal literatürde, STEM ile ilgili ölçek uyarlama ve geliştirme çalışmalarına rastlanmaya başlanmıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Araştırmada, izlediği süreç ve konusu bakımından nitel araştırma yaklaşımları içerisinde yer alan durum çalışması deseni kullanılmıştır. Bir duruma ilişkin etkenlerin bütüncül bir yaklaşımla araştırıldığı ve ilgili durumu nasıl etkiledikleri üzerine odaklanılan bir araştırma yöntemidir (Yıldırım ve Şimşek, 2000). Çalışmanın amacına uygun olarak, STEM eğitimi ve üstün yetenekli öğrencileri içeren çalışmalar bir arada incelenmiş ve bu alandaki araştırma eğilimleri tanımlayıcı anlamda sistematik olarak değerlendirilmeye çalışılmıştır.

Araştırma Grubu

Çalışmanın araştırma grubu, Erzurum Bilim ve Sanat Merkezi'nde 2017-2018 eğitim öğretim yılında "STEM Atölyesi"ne devam eden öğrencilerdir. Bu öğrencilerin grupları ortaokul kademesinde; üç 6. sınıf, dört 7. sınıf ve üç 8. sınıf öğrencisi olmak üzere 10 BİLSEM öğrencisinden oluşmaktadır. Bu öğrencilerin hepsi BİLSEM'de BYF(Bireysel Yetenekleri Fark Ettirme) grubunda eğitimlerine devam etmektedirler.

Veri Toplama Araçları ve Analizi

Verilerin toplanması ve analiz süreci aşağıdaki adımlarda yapılmıştır.

- Alan yazısı incelenerek STEM eğitiminin; proje tabanlı öğrenme, 5E öğrenme modeli, probleme dayalı öğrenme ve tam öğrenme yöntemi ile birlikte kullanıldığı gözlemlenmiştir.
- Bu çalışmada literatüre kazandırılan ders planları 5E modeline göre tasarlanan BAUSTEM örnek ders planı şablonu kullanarak tasarlanmıştır.
- Tasarlanan üç ders planlarının geçerliği BAUSTEM'in "STEM Ders Planı Değerlendirme Rubriği" (EK-7) ile sağlanmıştır.
- Ders planları, STEM alanında yüksek lisans yapmış iki uzman ve bir akademisyen tarafından bu rubriğe göre incelenmiştir.
- Etkinliklerin açık ve anlaşılır olması için etkinlikler Türkçe dil uzmanı tarafından incelenerek düzeltmeler yapılmıştır.

Oluşturulan etkinlikler öğrencilere uyguladıktan sonra araştırmacı tarafından Ek-1, Ek-2 ve Ek-3 de yer alan sırasıyla bilgi edinme, ürün geliştirme ve fikir geliştirme formlarını kullanarak nitel betimsel analize göre değerlendirilmiştir.

Uygulama Süreci

STEM eğitiminde yapılan ulusal ve uluslararası alan yazın incelendiğinde, yapılan çalışmaların en çok yapıldığı alanın "STEM eğitiminin öğrenci üzerindeki etkisini inceleyen çalışmalar" olduğu görülmüştür. En çok çalışma yapılan grubun ortaokul öğrencileri olduğu görülmektedir. En az çalışmanın ise "Etkinlik tasarlanan çalışmalar" olduğu görülmüştür. Tasarlanan etkinliklerin ise fen bilimleri dersi merkezinde olduğu görülmüştür. Bu durum STEM eğitiminde matematik temelli etkinlikler yazımında büyük bir boşluk olduğunu göstermektedir. Ayrıca STEM etkinliklerinde matematik kazanımları basit işlemlerden (oran-orantı, dört işlem, alan bulma vb.) ibaret olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle literatüre matematik kazanımlarının baskın olduğu STEM etkinliklerinin kazandırılması amaç edinilmiştir.

STEM eğitiminin verilebilmesi için en ideal öğretim kurumu üstün yeteneklilerin eğitildiği BİLSEM'ler olduğu yapılan araştırmalar neticesinde görülmüştür. Bu nedenle Erzurum Remzi Sakaoğlu Bilim ve Sanat Merkezi'nde açılan "STEM Atölyesi"nde 2018-2019 eğitim öğretim yılı boyunca haftada dört saat olacak şekilde eğitimler verilmiştir. Derslerde uygulanmak istenen etkinliklerin ders planları tasarlandıktan sonra STEM uzmanları tarafından incelenmiştir. İncelenen ders planları dil uzmanlarınca düzeltilerek öğrencilere 10 farklı etkinlik uygulanmıştır. Uzman görüşleri neticesinde çalışmada sadece üstün yetenekli öğrencilere değil tüm öğrencilere uygulanabilmesi için üç etkinlik (Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama, Ay'ın aydınlık yüzü ve Türkiye onkoloji hastanesi) sunulmuştur.

Etkinlikleri uygulama aşamasında öğrenciler tarafında doldurulan bilgi edinme formu (Ek-1), ürün geliştirme formu (Ek-2) ve fikir geliştirme formu (Ek-3) incelenerek öğretmen gözlem ve görüşleri neticesinde çeşitli bulgular edinilmiştir. Elde edilen sonuçlar neticesinde Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama, Ay'ın aydınlık yüzü ve Türkiye onkoloji hastanesi STEM etkinliklerinin normal öğrencilere ve üstün yetenekli öğrencilere uygulanabilir olduğu STEM uzmanları ve öğretmen görüşleri ile tespit edilerek literatüre sunulmuştur. Etkinlikler aşağıda verilmiştir.

STEM Ders Planı-1: Altın Oran İle Ayakkabı Numarası Hesaplama

Öğretmen: Mustafa AKAY (Erzurum Bilim ve Sanat Merkezi)

Sınıf: BYF-1 (Önerilen 6. Sınıf)

Süre:40 + 40 dk

Hedef Kazanımlar:

1.1 Bilişsel Süreç Kazanımları:

Merkezdeki disipline ait kazanım:

- *M.6.1.6.3. Ondalık gösterimleri verilen sayıları belirli bir basamağa kadar yuvarlar*
- *M.6.1.7.1. Çoklukları karşılaştırmada oran kullanır ve oranı farklı biçimlerde gösterir.*
- *M.6.1.7.2. Bir bütünün iki parçaya ayrıldığı durumlarda iki parçanın birbirine veya her bir parçanın bütüne oranını belirler, problem durumlarında oranlardan biri verildiğinde diğerini bulur.*
- *M.6.1.7.3. Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler.*
- *M.6.2.1.2. Cebirsel ifadenin değerini değişkenin alacağı farklı doğal sayı değerleri için hesaplar*
- *M.6.2.1.3. Basit cebirsel ifadelerin anlamını açıklar.*
- *M.6.4.2.2. Bir veri grubuna ait aritmetik ortalamayı hesaplar ve yorumlar*
- *M.5.2.3.1. Uzunluk ölçme birimlerini tanır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini bir-birine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.*
- *M.5.3.1.1. Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur.*
- *M.5.3.1.2. Araştırma sorularına ilişkin verilere toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir*

Diğer STEM disiplinine ait kazanım:

Fen Bilimleri:

- *F.5.8.1.2. Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.*
- *F.5.8.1.3. Ürünü tasarlar ve sunar.*
 - a. *Ürün tasarımını ve yapımını okul ortamında yapar.*

b. Öğrencilerden, ürün geliştirme aşamasında deneme yapmaları, bu denemeler sonucunda elde ettikleri nitel ve nicel verileri, gözlemleri kaydetmeleri ve grafik okuma veya oluşturma becerileriyle değerlendirir.

- F.6.6.2.4. Organlarının sağlığını korumak için alınması gereken tedbirleri tartışır.
- F.6.2.1.1. Destek ve hareket sistemine ait yapıları(eklemleri) örneklerle açıklar.

Bilişim Teknolojileri:

- BT.5.5.1.1. Günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm önerileri getirir.
- BT.5.5.1.2. Verilen bir problemi uygun adımları kullanarak çözer.
- BT.5.5.1.13. Bir problemin çözümü için algoritma geliştirir.
- BT.5.5.1.17. Matematik ve bilgisayar bilimi arasındaki ilişkiyi tespit eder.

Görsel Sanatlar:

- G.5.1.2. Görsel sanat çalışmasında ölçü ve oranı kullanır.
- G.5.1.7. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır. İnsan vücudunda oranı kullanır.
- G.5.3.5. Kendi görsel sanat çalışmasını değerlendirir.

Mühendislik:

- Öğrenci uygun araç-gereç, materyal ve teknikleri kullanarak bir prototip yapar.
- Model yaparken ölçüm ve çizim aletlerini etkin bir şekilde kullanır.
- Öğrenci bir prototip üretmek için gereken aşamaları belirler ve uygun bir şekilde prototipi sunar.

1.2. Sosyal Ürün Kazanımları:

- Grup arkadaşları ile etkili iletişim kurarak fikirlerini paylaşır ve grup çalışmasında aktif olarak katılır.
- Öğrenci, tasarlanan ürünü açık ve anlaşılır şekilde sınıfa sunar.
- Gruptaki her öğrenci üstlendiği görevi yerine getirmek için arkadaşlarıyla uyum içinde çalışır.

2. Kullanılan Materyaller:

- Çeşitli renklerde A4 kağıdı
- Kalem
- Cetvel

- Hesap makinesi
- Bilgisayar
- Tablet bilgisayar
- Akıllı tahta veya projeksiyon
- Grup sayısı kadar terzi mezurası

3. Kaynaklar:

- MEB 6. sınıf matematik kitabı
- MEB 5. sınıf fen bilgisi kitabı
- MEB 2017 yeni matematik öğretim programı
- <https://www.youtube.com/watch?v=Z-kH5tgEkgQ>
- <https://www.youtube.com/watch?v=hLDAWXgYX4M>
- <https://www.youtube.com/watch?v=XeHoatJ8-os>

4. Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

4.1. Bilgi Temelli Hayat Problemi:

"Piyer Kanca" isimli ayakkabı firmasının yöneticisi Şakir beyin yardımınıza ihtiyacı vardır. Şakir bey; özellikle çocuk müşterilerin ayakkabı numaralarını bilmedikleri için her defasında ayakkabı denediklerini gözlemlemiştir. Müşterilerin, ayakkabı alırken ayakkabıları denemelerinin çeşitli sorunlara sebep olduğunu görmüştür. Ayakkabıların denenmesinin hijyenik olmadığı ve sürekli deneneyen ayakkabıların yıprandığı görüşündedir. Bu sorunla ilgili sizlerden yardım istiyor.

Çözüm olarak:

- a. Ayakkabı denenmesinin ne tür sorunlara sebep olabileceğini araştırınız.
- b. Ayakkabı numarasının matematiksel olarak nasıl hesaplandığına dair bir model oluşturunuz.
- c. Ayakkabı numarasının A4 kağıdı üzerinde hesaplanabileceği bir model tasarlayıp çizin.
- d. Ayakkabı numarasını hesaplayan bilgisayar uygulaması yazınız (Excel, Scartch ve Geogebra).

sorularına cevap aranmaktadır. Siz, Şakir beye yardım edebilir misiniz?

4.2. Sınırlamalar:

- Ölçüler alınırken galoş kullanılmalıdır.
- Ayak ölçüleri mezura ile yapılmalıdır.

- Model oluşturulurken çizilen ölçüler gerçek uzunluk birimlerini ifade etmelidir.
- Bilgisayar uygulaması, öğrencilerin yazılım bilgi ve tecrübesine uygun programlarla yapılmalıdır.

4.3. Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

- Araştırmacı
- Tasarım Uzmanı
- İstatistikçi
- Matematikçi
- Yazıcı ve Sunucu

5. Ders İçeriği:

5.1. BTHP ve Sınırlamalar:

Öğretmen, Ayakkabı numaralarının ülke veya bölgelere göre değiştiğini vurgulayarak Şekil 8'deki ayakkabı ölçen aleti paylaşır. "*Sizce ayakkabı numaraları neye göre belirleniyor?*" "*Resimdeki ayakkabı ölçen alet ayakkabı numarasını nasıl belirler?*" diye öğrencilere soru sorarak beyin fırtınası yapmaları istenir. Sınıf gruplara ayrılarak her bir grup üyesi kendine uygun meslek ve sorumluluğu seçer (Araştırmacı, Tasarım Uzmanı, İstatistikçi, Matematikçi, Yazıcı -Sunucu). Grubun yazıcısı bu rolleri not eder. Araştırma kayıt formu (EK-1) gruplara dağıtılır ve bu konu hakkındaki bilgilerini yazmaları istenir. Yazma işlemi yazıcı olan görevli öğrenci yapar. Öğretmen güzelliğin göreceli olup olmadığını çocuklara sorarak güzelliğin bir sayı ile ifade edilip edilemeyeceğini çocuklara sorar. Ve ardından aşağıdaki video izletilerek çocukların ilgisi çekilir.

- <https://www.youtube.com/watch?v=Z-kH5tgEkgQ>

Ardından aşağıdaki ayakkabı numaraları ile ilgili videolar öğrencilere izlettirilerek öğrencilerin merakları uyandırılır.

- <https://www.youtube.com/watch?v=hLDAWXgYX4M>
- <https://www.youtube.com/watch?v=XeHoatJ8-os>



Şekil 8. Örnek tasarım.

5.2. Bilgi Edinme:

Öğretmen bilgi temelli hayat problemini ve sınırlamaları hatırlatır. Problemi çözebilmeleri için grubun araştırmacısı ve istatistikçisi tarafından en az 10 kişinin ayak ölçüleri alınarak Excel tablosuna girilmelidir (Tablo-3). Ölçümler matematikçi tarafından alınır. Bu işlem yapılırken galoş kullanılmalıdır. Bulguları araştırma kayıt formuna (EK-1) not etmeleri istenir. Bu işlem, grupların yazıcıları tarafından yapılır. Grubun araştırmacısı tarafından aşağıdaki sorulara cevaplar aranır.

1. Ayakkabı yoluyla bulaşabilecek hastalıklar nelerdir? Bunlara karşı ne tür önlemler alınabilir?
2. Kaç çeşit ayakkabı numarası vardır?
3. Ayakkabı numaraları neye göre belirlenir?
4. Ayakkabı numarası ve ayak ölçüleri arasında bir oran var mıdır?
5. Eğer bir oran var ise bu oranın evrensel bir ismi var mıdır?
6. Eğer bir oran var ise vücudumuzun başka nerelerinde bu oran vardır?
7. Ayakkabı numarasını ölçen bir tasarım yapabilir misiniz?
8. Ayakkabı numarasını ölçen bir bilgisayar uygulaması yapabilir misiniz?

9. Ayakkabı numarasını ölçen bir makine tasarlayıp yapabilir misiniz?

5.3. Fikir Geliştirme:

Öğrencilerin araştırma yapıp fikir geliştirebilmeleri ve araştırma yapabilmeleri için her gruba birer bilgisayar ve hesap makinesi temin edilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin görev dağılımı yaparken yeteneklerine göre görevler alınıp alınmadığı kontrol edilmelidir. Gruplara, yeterli miktarda galoş dağıtılır. Öğretmen, gruplardan okuldaki öğrencilerin ayak ölçülerini almasını ister. Alınacak ölçülerde ayakkabı numarası, ayak uzunluğu ve ayak genişliği olmalıdır (Tablo-3). Ölçülerin neden cetvel kullanılamayacağı gruplara sorularak mezura kullanmaları gerektiği kavratılmalıdır. Cetvel düzlemde ölçüm yapar, bu nedenle ölçülerin alınmasında mezura kullanılmalıdır. Öğrencilerin hatalı çizimleri göz önünde bulunarak yeterli miktarda renkli A4 kâğıdı dağıtılır. Bilgisayar uygulamasını grubun matematikçisi yapar. Uygulamayı verilerinin girildiği Excel sayfasında yapılabileceği gibi Scratch veya Geogebra'dan yapabilecekleri vurgulanır. Tasarımları ve çizimleri grubun tasarımcısı yapmalıdır. Tasarımın yapılmasında cetvel kullanılarak dikkatli yapılması öğretmen tarafından hatırlatılır. Fikir geliştirme formu gruplara dağıtılır. Grup yazıcılarının fikir geliştirme formunu (Ek-3) doldurmaları gerektiği hatırlatılır.

5.4. Ürün Geliştirme:

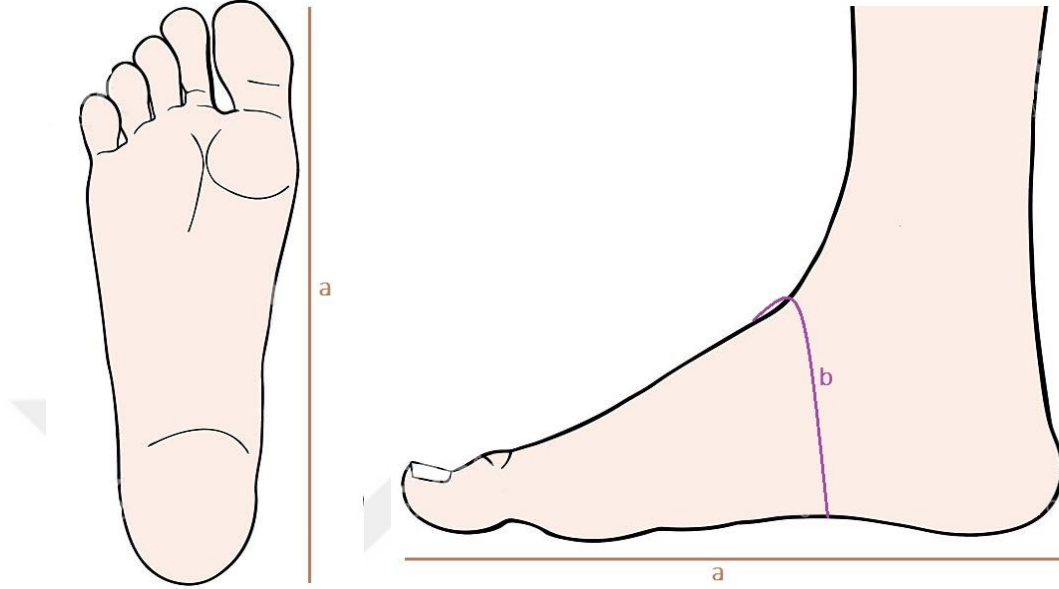
Görev-1) Ayakkabı denenmesinin ne tür sorunlara sebep olabileceğini araştırınız.

Ürün geliştirme formu gruplara dağıtılır. Grubun araştırmacısı, gruplara dağıtılan bilgisayarları kullanarak ayakyolu ile bulaşan hastalıkları araştırmalıdır. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (Ek-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır. Bu veriler, Excel tablosuna yazıcı tarafından girilir. Grup araştırmacısı aynı şekilde bu hastalıklara ne tür önlemlerin alınabileceğini araştırmalıdır. Öğrencilerin araştırmaları neticesinde ayakyolu ile bulaşabilecek hastalıklar; ayak mantarı, el-ayak-ağız hastalığı ve uyuz olarak bulma ihtimalleri vardır. Bu nedenle öğretmen bu hastalıklar hakkında önceden bilgi edinmeli ve çocuklara bu hastalıklar hakkında bilgi vermelidir.

Görev-2) Ayakkabı numarasının matematiksel olarak nasıl hesaplandığına dair bir model oluşturunuz.

Ayakkabı numaralarının neye göre belirlendiğini tespit etmek için araştırmalar araştırmacı tarafından yapılır. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (Ek-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır. Eğer yeterli bilgi bulunamazsa İngilizce kaynaklardan arama yapmaları öğretmen tarafından tavsiye edilir. Buna rağmen yeterli bilgi bulunamazsa öğretmen tarafından ayrıntılı bilgi tüm sınıfa anlatılmalıdır. Bir ayakkabının kalıbını

belirlemek için ayak uzunluğu ve ayak kalınlığu (bilekten ayak içine doğru) dikkate alınır (Şekil 9). Ayakkabı üreticileri ile görüşüldüğünde ise ayakkabıların hazır kalıplarının oldukları ve bu kalıplarla ayakkabı ürettiklerini dile getirmişlerdir. Kalıpların üretiminde ise ayak uzunluğunun ve kalınlığının kullanıldığını ifade etmiştir.



Şekil 9. Ayak ölçüleri.

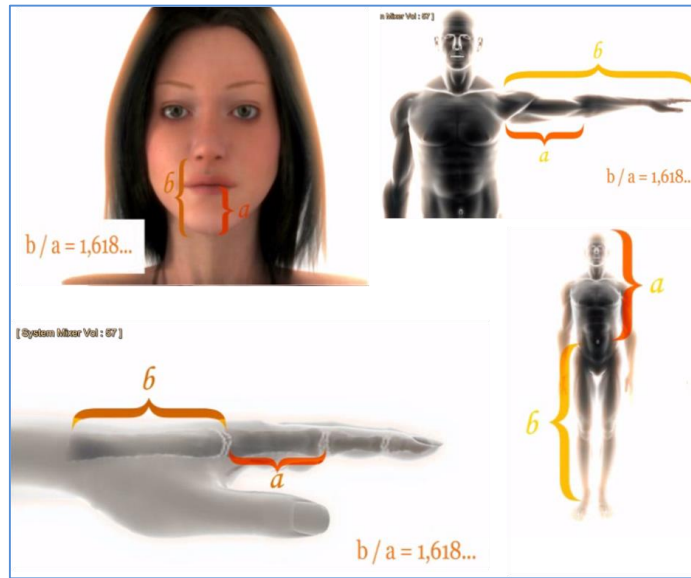
Okulda bulunan çeşitli cinsiyetlerdeki 10 kişinin ayakkabı numaraları(n) ve Şekil 9 daki gibi ayak boyu(a) ve ayak kalınlığu(b) ölçüleri alınır. Alınan bu ölçüler MS Excel de tablo haline getirilir (Tablo-1). Excel tablosunda kurulacak oranlar ve aritmetik ortalamalar Excel fonksiyonları ("*BÖLÜM(Pay, Payda)*"," *ORTALAMA(veri1, veri2, ...)* " vb.) ile yapılmalıdır. Bu işlemi grubun matematikçisi ve istatistikçisi yapmalıdır.

Tablo 3. Öğrencilerin Ayak Ölçüleri

	Ayakkabı Numarası(n)	Ayak Uzunluğu(a)	Ayak Kalınlığı(b)	n/a	a/b
1	33	21	13,1	1,57	1,603
2	33	20	12,1	1,65	1,653
3	34	21,5	13,2	1,58	1,629
4	33	21	13	1,57	1,615
5	34	21	13	1,62	1,615
6	34	21,25	13,4	1,60	1,586
7	33	20,5	12,8	1,61	1,602
8	37	23	14,4	1,61	1,597
9	36	22,5	14	1,60	1,607
10	33	20	12,5	1,65	1,600
Ortalama Oran:				1,60	1,608

Ayakkabı numarasının(n) ayak uzunluğuna(a) oranı(n/b) ile ayak uzunluğunun(a) ayak kalınlığına(b) oranı(a/b) yaklaşık 1,6 olup birbirine çok yakın çıktığı görülmüştür. Öğrencilerden bu oran hakkında bilgileri olup olmadığı sorulur. Ardından öğretmen tarafından, çıkan bu oranın altın oran (Φ) olduğu vurgulanır.

Ayrıca $\frac{n}{a} = \frac{a}{b} = \Phi$ olup $\frac{a^2}{b} = n$ cebirsel ifadesi grubun matematikçisi tarafından bulunması beklenir. Yani, ayak uzunluğunun karesinin, ayak genişliğine oranı ayakkabı numarasını vermektedir. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (Ek-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır. Çıkan bu oranın altın orana eşit olduğu fark edilmiş olup vücudumuzun çeşitli yerlerindeki altın oranlar (Şekil 10) hakkında araştırmaları grubun araştırmacısı yapmalıdır. Bu oranların en çok eklem bölgelerimizde olduğu öğretmen tarafından fark ettirilmelidir.



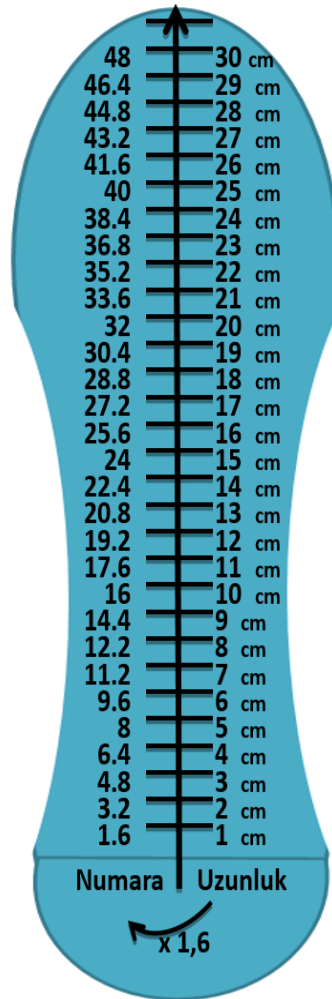
Şekil 10. Vücudumuzda altın oran.

Ölçülerden elde edilen oran, test edilerek doğruluğuna kanaat getirilir. Bunun için beş kişi üzerinde bu oranın doğruluğu teyit edilir. Ayrıca cinsiyete göre bu oranın değişip

değişmediği gruplar tarafından incelenmelidir. Bu inceleme sonucunda $\frac{a}{b}$ oranı teyit edilmelidir.

Görev-3) Ayakkabı numarasının A4 kâğıdı üzerinde hesaplanabileceği bir model tasarlayıp çiziniz.

Bu duruma uygun bir model geliştirebilmek için Şekil-9 daki gibi ayağımızın boyunu ölçebilecek yeterlilikte bir platforma ihtiyaç duymaktayız. Bu platforma ayak figürü çizerek her uzunluk değerinin karşısına 1,6 katını yazarsak istenilen modelin tasarlanabileceği (Şekil 11) öğretmen tarafından gruplara söylenir. Çizimler cetvel yardımıyla yapılmalıdır. Uzunluk değerleri yazılırken cetvel kullanılarak yapılmalıdır. Bu işlemin her adımı öğretmen tarafından takip edilmeli ve değerlendirilmelidir. Çarpım sonucunda ortaya çıkan sonuçlar yuvarlanarak yazılması gruplara hatırlatılmalıdır. Yuvarlama işlemini grubun matematikçisi yapmalıdır. Grupların bunlara benzer tasarımları internet üzerinden araştırmalıdır. Bu eylemi grubun araştırmacısı ve tasarımcısı birlikte yapmalıdır. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (Ek-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır.



Şekil 11. Ayakkabı numarası ölçen model.

Görev-4) Ayakkabı numarası hesaplayan bilgisayar uygulaması yazınız (Excel, Scratch ve Geogebra).

Bu göreve başlamadan önce öğrencilerin hangi yazılım (Excel, Scratch ve Geogebra) bilgisi oldukları sorulur. Bilgileri ve tecrübeleri olan yazılım programını seçmeleri istenir. Eğer bilgisi olmayan öğrenci varsa öğretmen tarafından Excel'de hücreler arasında dört işlemin nasıl yapıldığı anlatılmalıdır. Örneğin A1 ve B3 hücrelerindeki sayıların çarpımı isteniyorsa; sonucun yazılması istenen hücreye tıklanarak " $=A1*B3$ " formülü yazılır. Örneğin A1 ve B3 hücrelerindeki sayıların bölümü isteniyorsa; sonucun yazılması istenen hücreye tıklanarak " $=A1/B3$ " formülü yazılır. Ayakkabı numarası hesaplamaya yarayan Excel uygulaması Şekil 12' de adım adım anlatılmıştır. Bu kısa anlatımdan sonra gruptan uygulama yazmaları istenmelidir. Bu işlemi grubun matematikçisi ve tasarım uzmanı birlikte yapmalıdır. Öğretmen uygulama yazma aşamasında grupları değerlendirmelidir. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (Ek-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır.

C	D	E	F
Ayakkabı Numarası Bulucu			
Ayak Uzunluğunuzu Giriniz	27,5		
Ayak Genişliğinizi Giriniz	17,1		
Ayak Altın Oranınız			
Ayakkabı Numaranız			

C	D	E	F
Ayakkabı Numarası Bulucu			
Ayak Uzunluğunuzu Giriniz	27,5		
Ayak Genişliğinizi Giriniz	17,1		
Ayak Altın Oranınız			$=F4/F5$
Ayakkabı Numaranız			

C	D	E	F
Ayakkabı Numarası Bulucu			
Ayak Uzunluğunuzu Giriniz	27,5		
Ayak Genişliğinizi Giriniz	17,1		
Ayak Altın Oranınız			1,608187
Ayakkabı Numaranız			$=F4*F6$

C	D	E	F
Ayakkabı Numarası Bulucu			
Ayak Uzunluğunuzu Giriniz	27,5		
Ayak Genişliğinizi Giriniz	17,1		
Ayak Altın Oranınız			1,608187
Ayakkabı Numaranız			44,2251

Şekil 12. Örnek Excel uygulaması.

Mobil yazılım uygulaması (Android, AppInventor vb.) bilen öğrenciler varsa bu uygulamayı mobil ortamda tasarlayabilirler.

5.5. Test Etme:

Test etme aşaması her görev sonunda değerlendirilerek yapılmalıdır.

- Görev-1'i test etmek için: grupların, ayakkabı yolu ile bulaşabilecek hastalıklara ulaşip ulaşamadığı öğretmen tarafından kontrol edilir. Eğer ilgili hastalıklara ulaşamadılarsa öğretmen tarafından yönlendirme yapılır.

- Görev-2'yi test etmek için: grupların, ayakkabı numaralarının belirlenmesinde nelere dikkat edildiğini bulmaları beklenmektedir. Eğer bulunamadıysa öğretmen tarafından gruplar ilgili kaynaklara yönlendirilir. Buna rağmen yeterli bilgi bulunamazsa öğretmen tarafından ayrıntılı bilgi tüm sınıfa anlatılmalıdır. Bir ayakkabının kalıbını belirlemek için ayak uzunluğu ve ayak kalınlığı (bilekten ayak içine doğru) dikkate alınır (Şekil 9). Ayakkabı üreticileri ile görüşüldüğünde ise ayakkabıların hazır kalıplarının oldukları ve bu kalıplarla ayakkabı ürettiklerini dile getirmişlerdir. Kalıpların üretiminde ise ayak uzunluğunun ve kalınlığının kullanıldığını ifade etmiştir.
- Görev-3'ü test etmek için: grupların ayakkabı numarasını bulan model tasarımları beklenmektedir. Modelde dikkate edilmesi gereken hususlar; çizilen ayak figürünün tasarımı, ölçme ve çizim yaparken araç gereçlerin kullanımı, ondalık sayıların yuvarlanmasının doğru yapılması, ayak uzunluğunu gösteren bölümün gerçek uzunluk birimleriyle orantılı olması ve tasarlanan modelin ayakkabı numarasını ne doğrulukta ölçüyor olmasıdır. Bu hususlar öğretmen tarafında sürekli değerlendirilmeli ve ciddi yanlışlar düzeltilmelidir.
- Görev-4 test edilmesi aşamasında yazılan bilgisayar programının tasarımı ve ayakkabı numarasını ne derecede doğru hesaplandığı öğretmen tarafından test edilip değerlendirilmelidir. Tasarım ve uygulamada hata varsa geri dönütlerle düzeltilmesi sağlanmalıdır.

Öğrencileri değerlendirmek için grup çalışmasındaki gözlemlerle birlikte,

- Takım çalışma rubriği (Ek-4)
- Sosyal ürün rubriği (Ek-6)
- Araştırma rubriği (Ek-5) kullanılır.

Ayrıca Kahoot uygulaması ile aşağıdaki "*Etkinlik Değerlendirme Soruları*" anlık olarak değerlendirilmelidir. Değerlendirme sorularını açık uçlu veya çoktan seçmeli de sorabilirsiniz.

5.6. Paylaşma ve Yansıtma:

Ayakkabı ölçer modeli fotokopi ile çoğaltılarak sunuma hazırlanabilir. Her grup tasarladıkları ürünün arkasında hatıra fotoğrafı çekerek A4 kâğıtlarının arkasına baskısı alınır. Bu A4 kâğıdına modellenen tasarımlar; sınıflarda, koridorda veya okulun bilim fuarında izleyicilere sunulabilir. Sunumu grup üyelerinden sunucunun yapması beklenmektedir. Ayrıca sunum yapılırken yazılan bilgisayar programı da kullanılmalıdır. Bu bilgisayar programı çeşitli siteler ve sosyal medyada paylaşarak insanların hizmetine sunulmalıdır. Hatta

ayakkabı mağazalarına bu uygulama ve tasarlanan A4 kağıdı modeli verilerek ayakkabı numarası hesaplanmasında bu ürünlerin kullanılması tavsiye edilmelidir.

Etkinlik Değerlendirme Soruları

1. Altın oran sayısı kaçtır?
2. Altın oran hangi sembol ile ifade edilir?
3. Ayak uzunluğu 22 cm olan birinin ayakkabı numarasını ayak genişliğini bilmeden bulabilir misiniz? Nasıl?
4. 42 numara ayakkabı kullanan birinin ayak uzunluğu tahminen kaç cm'dir?
5. Ayak genişliği 17 cm olan bir insanın ayak uzunluğu tahminen kaç cm'dir?
6. Vücudumuzda bulunan altın oran noktalarından üç tanesini yazabilir misiniz?
7. Ayakkabı yolu ile bulaşabilecek hastalıklar nelerdir?
8. 10,28 sayısını en yakın onda birliğe yuvarlayınız.

STEM Ders Planı-2: Ay'ın Aydınlık Yüzü

Öğretmen: Mustafa AKAY (Erzurum Bilim ve Sanat Merkezi)

Sınıf: BYF-2 (Önerilen 7. Sınıf)

Süre:40 +40 + 40 + 40 dk

1. Hedef Kazanımlar:

1.1 Bilişsel Süreç Kazanımları:

- M.7.1.4.2. Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur.
- M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir.
- M.7.3.3.2. Çemberin ve çember parçasının uzunluğunu hesaplar.
- M.6.3.3.1. Çember çizerek merkezini, yarıçapını ve çapını tanır.
 - a) Pergel kullanmaya yönelik çalışmalar yapar.
 - b) Çember ile daire arasındaki ilişki belirtir.
- M.6.3.3.2. Bir çemberin uzunluğunun çapına oranının sabit bir değer olduğunu ölçme yaparak belirler. Bu sabit değere π (pi) denildiği vurgulanır. π ile ilgili problemler verildiğinde, kullanılması istenen yaklaşık değer her seferinde “ π 'yi 3 alınız, 22/7 alınız, 3.14 alınız.” gibi ifadelerle belirtilir.
- M.6.3.3.3. Çapı veya yarıçapı verilen bir çemberin uzunluğunu hesaplamayı gerektiren problemleri çözer.
- M.6.1.7.3. Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler.
- M.5.2.3.1. Uzunluk ölçme birimlerini tanır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini bir-birine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.

Diğer STEM disiplinine ait kazanım:

Fen Bilimleri:

- F.5.1.1.2. Güneş'in büyüklüğünü Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar.
- F.5.1.2.1. Ay'ın özelliklerini açıklar.
 - a. Ay'ın büyüklüğü belirler.
 - b. Ay'ın geometrik şeklini modeller.
 - c. Ay'ın yüzey yapısı hakkında bilgi edinir.
- F.5.1.3.1. Ay'ın dönme ve dolanma hareketlerini açıklar.
 - a. Ay'ın dönme hareketi yaptığı belirtilir.

b. Ay'ın dolanma hareketi yaptığı belirtilir.

- F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketlerini temsil eden bir model hazırlar.
 - a. Ay'ın Dünya etrafında dolanma yönü belirtilir.
 - b. Dünya'dan bakıldığında Ay'ın hep aynı yüzünün görüldüğü belirtilir
- F.5.8.1.2. Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.
- F.5.8.1.3. Ürünü tasarlar ve sunar.
 - a. Ürün tasarımını ve yapımını okul ortamında yapar.
 - b. Öğrencilerden, ürün geliştirme aşamasında deneme yapmaları, bu denemeler sonucunda elde ettikleri nitel ve nicel verileri, gözlemleri kaydetmeleri ve grafik okuma veya oluşturma becerileriyle değerlendirir.

Bilişim Teknolojileri:

- BT.5.5.1.1. Günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm önerileri getirir.
- BT.5.5.1.2. Verilen bir problemi uygun adımları kullanarak çözer.
- BT.5.5.1.13. Bir problemin çözümü için algoritma geliştirir.
- BT.5.5.1.14. Akış şeması bileşenlerini ve işlevlerini açıklar.
- BT.5.5.1.16. Bir algoritmayı test ederek hataları ayıklar.
- BT.5.5.1.17. Matematik ve bilgisayar bilimi arasındaki ilişkiyi tespit eder.
- BT.5.5.2.1. Programlamayla ilgili temel kavramları açıklar.
- BT.5.5.2.2. Blok tabanlı programlama aracının ara yüzünü ve özelliklerini tanır. T-blok ve Makey-oz gibi programlama araçları kullanılır.
- BT.5.5.2.3. Blok tabanlı programlama ortamında sunulan hedeflere ulaşmak için doğru algoritmayı oluşturur.
- BT.5.5.2.8. Döngü yapısını ve işlevlerini açıklar. Tekrarlanan işlemler için döngü yapılarının gerekliliği üzerinde durur.
- BT.5.5.2.9. Döngü yapısı içeren algoritmalar oluşturur.

Görsel Sanatlar:

- G.5.1.2. Görsel sanat çalışmasında mekân olgusunu göstermek için ölçü ve oranı kullanır.
- G.5.1.7. Görsel sanat çalışmalarını oluştururken sanat elemanları ve tasarım ilkelerini kullanır. Doku veya yüzey süslemesi yapar.
- G.5.3.5. Kendi görsel sanat çalışmasını değerlendirir.

Mühendislik:

- Öğrenci uygun araç-gereç, materyal ve teknikleri kullanarak bir prototip yapar.
- Öğrenci bir prototip üretmek için gereken aşamaları belirler ve uygun bir şekilde prototipi sunar.

1.2. Sosyal Ürün Kazanımları:

- Grup arkadaşları ile etkili iletişim kurarak fikirlerini paylaşır ve grup çalışmasında aktif olarak katılır.
- Öğrenci, tasarlanan ürünü açık ve anlaşılır şekilde sınıfa sunar.
- Gruptaki her öğrenci üstlendiği görevi yerine getirmek için arkadaşlarıyla uyum içinde çalışır.

2. Kullanılan Materyaller:

- Maker seti (Makey Oz+ , 2 adet DC motor, bağlantı kabloları) grup sayısı kadar olmalıdır.
- Yeterli uzunlukta ip
- Çeşitli renklerde akrilik boya (beyaz, mavi, yeşil, sarı, kahverengi)
- Silikon tabancası ve silikon
- Çeşitli toplarda plastik toplar (Ay'ı ve Dünya'yı temsile edebilecek büyüklüklerde)
- Cetvel veya mezura
- Bilgisayar
- Akıllı tahta
- Cep telefonu veya tablet bilgisayar
- Gruplara yetecek kadar 9V pil
- 3 adet elektrik bandı

3. Kaynaklar:

- <https://www.geogebra.org/materials/>
- MEB 6. sınıf matematik kitabı
- MEB 5. sınıf fen bilgisi kitabı
- MEB 2017 yeni matematik öğretim programı
- <http://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/neden-ayin-hep-ayni-yuzunu-goruruz>
- *<https://tr.0wikipedia.org/index.php?q=aHR0cHM6Ly90ci53aWtpcGVkaWEub3JnL3dpa2kvQXkjQXkuMjcuQzQuQjFuX2lraV95LkMzLkJEi5DMY5CQw>
- <https://www.youtube.com/watch?v=JP0bVX7IkjY>

- https://www.youtube.com/watch?v=4-lz37E_TA8

4. Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

4.1. Bilgi Temelli Hayat Problemi:

Ay, Dünya'nın yörüngesinde eş zamanlı olarak dönmektedir, yani her zaman aynı yüzü Dünya'ya dönüktür. Bu nedenle Ay'ın hep aydınlık yüzünü görürüz. Peki, neden Ay'ın sürekli bir yüzünü gördüğümüzü araştırarak:

- a. Size verilen topu Dünya kabul edip gerçek ölçüleri ile orantılı Ay'ı temsil eden topu bulabilir misiniz?
- b. Ay'ı ve Dünya'yı uygun desen ve renklerle boyayabilir misiniz?
- c. Ay'ı ve Dünya'yı temsil eden topları kullanarak drama yöntemi ile Ay-Dünya sistemini canlandırabilir misiniz?
- d. Ay'ı ve Dünya'yı temsil eden topları DC motor ve Makerlar yardımı ile modelleyebilir misiniz?

4.2. Sınırlamalar:

- Eğer Maker seti temin edilemezse her grup için iki adet DC motor ve bir adet potansiyometre kullanabilirsiniz.
- Her gruba bir adet Makey Oz+(Arduino micro) kartı ve iki adet DC motor verilmeli ve bu iki motoru tek kartla kontrol etmeleri istenmelidir.
- Ay'ın yörüngesi dairesel kabul edilmelidir.
- Topları bulmakta zorlanılırsa top yerine balonlar farklı büyüklüklerde şişirilerek kullanılabilir.

4.3. Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

- Araştırmacı
- Malzeme Mühendisi
- Tasarım Uzmanı
- Mekatronik Mühendisi
- Matematikçi
- Yazıcı ve Sunucu
- Tiyatrocu

5. Ders İçeriği:

Öğretmen, Ayın Karanlık Yüzü (Martin Suter) ve Ayın Aydınlık Yüzü (Avram Ventura) kitaplarının varlığından bahsederek görsellerini paylaşır. "Bu kitapların

isimlerinden, Ay'ın iki farklı yüzünün olduğunu çıkarabilir miyiz?" Diye öğrencilere soru sorarak beyin fırtınası yapmaları istenir. Sınıf gruplara ayrılarak her bir grup üyesi kendine uygun meslek ve sorumluluğu seçer (Araştırmacı, Malzeme Mühendisi, Tasarım Uzmanı, Mekatronik Mühendisi, Matematikçi, Tiyatrocu, Yazıcı -Sunucu). Grubun yazıcısı bu rolleri not eder. Araştırma kayıt formu (EK-1) gruplara dağıtılır ve bu konu hakkındaki bilgilerini yazmaları istenir. Yazma işlemi yazıcı olan görevli öğrenci yapar. Ardından aşağıdaki video öğrencilere izlettirilerek öğrencilerin merakları uyandırılır.

<https://www.youtube.com/watch?v=JP0bVX7IkJY>

5.2. Bilgi Edinme:

Öğretmen bilgi temelli hayat problemini ve sınırlamaları hatırlatır. Problemi çözebilmeleri için çeşitli araştırmalar yapıp bilgiler edinmeleri gerektiğini vurgulayarak aşağıdaki sorulara cevaplar aramalarını ve bulguları araştırma kayıt formuna (EK-1) not etmeleri istenir. Bu işlem, grupların yazıcıları tarafından yapılır.

1. Çember nedir?
2. Pergel yardımı olmadan çember nasıl çizilir?
3. Çemberin çevresi ve çapı arasındaki oran nedir?
4. Bir topun (kürenin) çevresini nasıl ölçersiniz?
5. Dünyanın çevresi ve çapının uzunlukları ne kadardır?
6. Ay'ın çevresi ve çapının uzunlukları ne kadardır?
7. Dünya ve Ay arasındaki mesafe ne kadardır?
8. Kilometre birimini santimetre birimine nasıl çevirirsiniz?
9. Gerçek Dünya-Ay ile model Dünya-Ay arasında oranı nasıl kurabilirsiniz?
10. Ay'ın Dünyanın etrafında dolandığı eksenini en iyi hangi şekil ile ifade edebilirsiniz?
11. Dünyadan bakıldığında neden Ay'ın bir yüzü görünmektedir?
12. Bir nokta etrafında dönme kavramını açıklayabilir misiniz?
13. Dönme ile dolanma kavramları arasındaki ilişkiyi açıklayınız?

Ayrıca Maker setinde parçaların nasıl kullanıldığı ve DC motoru istenen hızda çalıştırmak için nasıl bir komut yazılması gerektiğinin araştırmaları gerekmektedir.

5.3. Fikir Geliştirme:

Öğrencilerin araştırma yapıp fikir geliştirebilmeleri için her gruba birer bilgisayar temin edilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin görev dağılımı yaparken yeteneklerine göre görevler alınıp alınmadığı kontrol edilmelidir. Gruplara, Dünya'yı temsil edecek topları

dağıtmadan önce top sepeti oluşturulmalı içinde Ay'ı temsil edecek toplar koyulmalıdır. Grupların Ay'ı temsil edecek topları seçerken tartışmasına engel olmak için farklı boyutlarda Dünya'yı temsil eden toplar dağıtılmalıdır. Boyama yapılmadan önce her gruba her renkten (Mavi, beyaz, yeşil, sarı ve kahverengi) boya verilmelidir. Aksi takdirde renklerin birbirine karışması ve grupların boya yarışı içerisinde girmesi olağandır. Drama yapabilmek için bahçede 5m yarıçapında boş bir alan ayarlanmalı ve dolanma eyleminde düşmelere karşı güvenlik önlemleri alınmalıdır. Modelleri boyarken daha geçekçi olması için grupların yapıştırmacı ve ip kullanmaları gerektiği hatırlatılmalıdır. Fikir geliştirme formu dağıtılır. Grup yazıcılarının fikir geliştirme formunu (Ek-3) doldurmaları gerektiği hatırlatılır.

5.4. Ürün Geliştirme:

Görev-1) Verilen topu Dünya kabul edip gerçek ölçüleri ile orantılı Ay'ı temsil eden topu bulma.

Her gruba Dünya'yı temsil edecek farklı boyutlarda toplar dağıtılır (Şekil 13). Grubun matematikçisi bu topun çevresi (60 cm) mezura ile ölçer. Excel tablosuna yazıcı tarafından girilir. Grup araştırmacısının, araştırmaları sonucu bulunan Dünya'nın çevresi km den cm çevrilerek Excel tablosuna (Tablo 4) girilir. Ürün geliştirme formu gruplara dağıtılarak grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (EK-2) doldurması hatırlatılır.

Tablo 4. Ay-Dünya Çevreleri

Cisimler	Çevresi
Gerçek Ay	5485 km = 548 500 000 cm 40030 km = 4 003 000 000
Gerçek Dünya	cm
Model Dünya	60 cm
Model Ay	?

Gerçek Dünya ile model Dünya'nın çevreleri grubun matematikçisi tarafından bölünerek oran bulunur.

$$\text{Oran} = \frac{\text{Dünya çevresi}}{\text{Model Dünya çevresi}} = \frac{4\,003\,000\,000}{60} = 66\,716\,667$$

Aynı oran gerçek Ay ve model Ay arasında da olduğu için. Ay'ın çevresi, bulunan orana bölünür ve Ay'ı temsil edecek topun çevresi bulunur.

$$\text{Oran} = \frac{\text{Ay çevresi}}{\text{Model Ay çevresi}} = \frac{548\,500\,000}{?} = 66\,716\,667$$

$$\text{Model Ay çevresi} = \frac{548\,500\,000}{66\,716\,667} = 8,2\text{ cm}$$

Yani çevresi 8,2 cm olan top, grubun malzeme mühendisi tarafından sepet içindeki toplardan bulunarak alınır.



Şekil 13. Dünya'yı ve Ay'ı temsil eden toplar.

Görev-2) Dünya ve Ay modellerini uygun renk ve desenlere boyama

Gruplara daha önceden dağıtılan Dünya modeli ile hesaplamaları neticesinde buldukları ay modeli önce; yapıştırıcı ve ip yardımıyla desenlendirilir (Şekil 14). Bu işlemi yaparken sıcak silikon kullanmayınız. Ardından uygun renkler kullanılarak Ay ve Dünya'yı temsil eden modeller boyanır (Şekil 14). Bu işlemi grubun malzeme mühendisi ve tasarımcısı birlikte gerçekleştirir.



Şekil 14. Ay-Dünya modellerinin tasarımı.

Görev-3) Dünya ve Ay modellerini kullanarak drama yapılması.

Her grup tasarladıkları Ay ve Dünya modellerini kullanarak drama yapacaktır. Bu dramada rolleri grubun tiyatrocusu dağıtacaktır. Bir öğrenci Dünya bir öğrenci Ay'ı rol edinecektir. Fakat Dünya ve Ay arasındaki mesafe yukarıda bulunan oranda çizilmelidir.

$$\text{Dünya ile Ay arasındaki mesafe} = 384\,400\text{ km} = 38\,440\,000\,000\text{ cm}$$

Olduğu araştırmalar sonucunda bulunmalıdır. Dramada kullanılacak olan modelde Ay ile Dünya arasındaki mesafeyi bulmak için gerçek uzunluğu yukarıda bulunan orana böleriz.

Yani;

$$\begin{aligned} \text{Modelde kullanılacak mesafe} &= \frac{\text{Dünya Ay arası gerçek mesafe}}{\text{Oran}} \\ &= \frac{38\,440\,000\,000\text{ cm}}{66\,716\,667} = 576\text{ cm} \end{aligned}$$

Dünya modeli merkeze koyularak 576 cm uzunluğunda bir ip malzeme mühendisi tarafından kesilir. Bu ipin bir ucu Dünya modelinin bulunduğu noktaya sabitlenir. Diğer ucuna kalem bağlanarak grubun matematikçisi tarafından çember (eksen) çizilir (Şekil 15). Öğrencilerin bu işlemi farklı şekillerde nasıl yapabilecekleri üzerine düşünceleri istenir.



Şekil 15. Ay'ın eksenin çizilmesi

Ayın dönme eksenini çizildikten sonra tiyatrocunun belirlediği bir öğrenci Dünya modelini alarak merkeze geçer. Diğer öğrenci Ay modelini alarak eksen üzerine geçer.

Çember(eksen) üzerinde dolanarak ay modelini çevirir (Şekil 16). Öyle bir hızla çevirmelidir ki Dünyadan bakıldığında Ay'ın hep aynı yüzü görünmelidir. Bu işlem öğretmen tarafından değerlendirilmelidir.



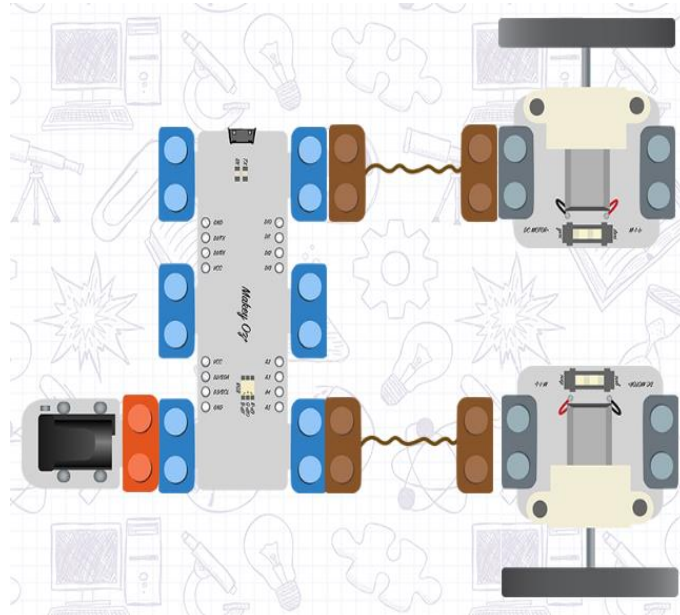
Şekil 16. Tasarlanan sistem ve drama

Görev-4) Ay'ı ve Dünya'yı temsil eden topları DC motor ve Makerlar yardımı ile modelleme

Bu göreve başlamadan önce aşağıdaki linkte bulunan video izlettirilir.

https://www.youtube.com/watch?v=4-lz37E_TA8

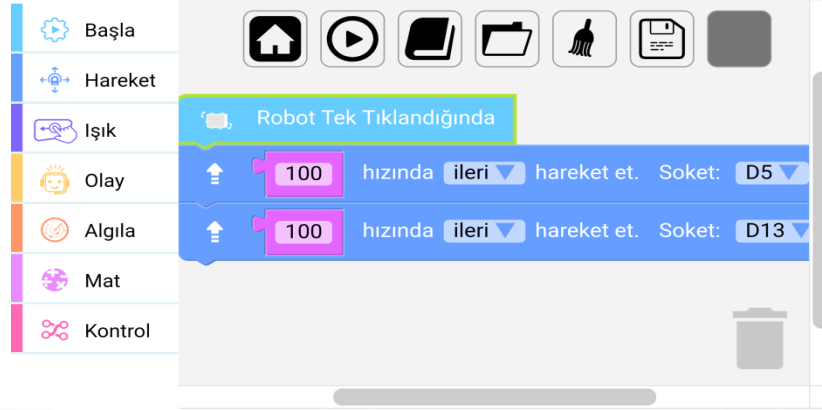
Her grup tasarladıkları Ay ve Dünya modellerini Şekil 17'deki devre şeması ile oluşturulmuş DC motorlara grupların mekatronik mühendisleri yapıştıracaktır.



Şekil 17. Maker ve DC motor montaj şeması.

Yapıştırma işlemi sıcak silikon yardımıyla yapılmalıdır. Öğretmen bu adımda gerekli güvenlik önlemlerini almalıdır. Montaj işlemi bittikten sonra öğrenciler tablet bilgisayar veya cep telefonlarına indirdikleri ilgili Maker'ın (Örneğin T-BLOK) uygulaması yardımıyla kod

bloklarını grupların mekatronik mühendisleri oluşturur. Oluşturulan kod blokları bluetooth yardımı ile Maker'a yüklenir. Şekil 18'de verilen kod boklarında motorların hızını 0-255 arasında istediğiniz değerde ayarlayabilirsiniz. Böylece Ay'ın ve Dünya'nın dönme hızlarını kendiniz ayarlayabilirsiniz.



Şekil 18. Kod bloklarının tasarımı.

Grupların mekatronik mühendisleri tarafından motorlar çalıştırılarak Ay'ın ve Dünya'nın dönmesi sağlanır. Şekil 19'daki gibi Ay'ı Dünya etrafında çevirmeleri istenir. Çevirme hızını öyle iyi ayarlanmalıdır ki Dünya'dan bakılınca sürekli Ay'ın aynı yüzü gözüksün. Bu işlem öğretmen tarafından değerlendirilmelidir.



Şekil 19. Ay modelinin döndürülmesi.

5.5. Test Etme:

- Görev-1'i test etmek için gerçek oranlara en yakın top ölçülerini bulup bulunmadığı öğretmen tarafından test edilmelidir. Eğer daha gerçekçi bir top bulunursa Ay'ı modellemek için o kullanılmalıdır.
- Görev-2'yi test etmek için; gerçek boyutları ile orantılı olan topların seçildiğine emin olunduktan sonra bu toplar gerçek Ay'a ve Dünya'ya en yakın şekilde tasarlamalı ve boyanmalıdır. Öğretmen değerlendirmesi ve grupların öz

değerlendirmesi sonucu gerçeğe en yakın modeli yapıp yapmadıklarına karar verebilirler. Eğer modeller gerçeğe uygun bulunmadıysa tasarımı değiştirilmelidir.

- Görev-3'ü test etmek için dramanın değerlendirilmesi gerekmektedir. Drama da çizgiden sapmadan en gerçekçi dönme hareketi tasarımları gerekmektedir. Bunun yanında Dünya'dan bakıldığında Ay'ın hep aynı yüzü görülmelidir. Bu durum öğretmen tarafından değerlendirilmelidir. Eğer bu şartlar sağlanmazsa Ay'ın, Dünya etrafında dolanırken hızının düşürülmesi ve artırılması gerektiği vurgulanmalıdır. Bunu standartlaştırmak için saniyede atılan adım sayısı baz alınabilir.
- Görev-4 test edilmesi aşamasında tasarlana modeller, makerlar ve kodlar öğretmen tarafından test edilip değerlendirilmelidir. Grupların tasarladığı Ay-Dünya modeli çalıştırılarak Dünya etrafında dolandırılmalıdır. Dolanma süresince Ay'ın hep aynı yüzü görülmelidir. Eğer aynı yüzü görünmüyorsa kod bloklarından motorun hızı artırılmalı ya da azaltılmalıdır. Öğrencileri değerlendirmek için grup çalışmasındaki gözlemlerle birlikte, Takım çalışma rubriği (Ek-4), Sosyal ürün rubriği (Ek-6), Araştırma rubriği (Ek-5) kullanılır. Ayrıca Kahoot uygulaması ile aşağıdaki "Etkinlik Değerlendirme Soruları" anlık olarak değerlendirilmelidir.

5.6. Paylaşma ve Yansıtma:

Tasarlanan Ay-Dünya modeli bir platformda sabitlenerek masa üstünde sunuma hazırlanabilir. Her grup tasarladıkları ürünün arkasında hatıra fotoğrafı çekerek ürünlerin sunulduğu masalara yapıştırılır. Bu ürünler sınıflarda, koridorda veya okulun bilim fuarında izleyicilere sunulabilir. Sunumu grup üyelerinden sunucunun yapması beklenmektedir.

Etkinlik Değerlendirme Soruları

- 1) Çember nedir?
- 2) Çemberin çevresini çapına böldüğünüzde sonuç ne olur?
- 3) Çapı 20 cm olan bir topun çevresi yaklaşık kaç cm'dir?
- 4) 150 cm uzunluğundaki bakır tel, üç özdeş topun etrafına tam olarak sarılmıştır. Bu topları üst üste bitişik bir şekilde yapıştırılırsa uzunlukları ne kadar olur?
- 5) Yere bant kullanarak 5.5 m yarıçapında bir çember çizilmek isteniyor. Kaç metre banda ihtiyacımız vardır.
- 6) Dünyadan bakıldığında Ay'ın % kaçlık kısmı görünür.
- 7) Eğer Dünyanın dönmesi durdurulsaydı, Ay'ın % kaçlık kısmı görünürdü?
- 8) Marsın çapı 3390 km'dir. Peki, Marsın çevresi kaç cm'dir?
- 9) Dünyayı modellemeniz için size 89 cm çevresinde bir top verilmiş olsaydı, Ay'ı modellemek için çevresi kaç cm'lik bir topa ihtiyacınız olurdu?

STEM Ders Planı-3: Türkiye Onkoloji Hastanesi

Öğretmen: Mustafa AKAY(Erzurum Bilim ve Sanat Merkezi)

Sınıf: BYF-3 (Önerilen 8. Sınıf)

Süre:40 + 40 + 40+40 dk

1. Hedef Kazanımlar:

1.1 Bilişsel Süreç Kazanımları:

Merkezdeki disipline ait kazanım:

- *M.8.2.2.2. Koordinat sistemini özellikleriyle tanır ve sıralı ikilileri gösterir.*
- *M.8.2.2.5. Doğrusal ilişki içeren gerçek hayat durumlarına ait denklem, tablo ve grafiği oluşturur ve yorumlar.*
- *M.8.3.2.1. Nokta, doğru parçası ve diğer şekillerin öteleme sonucundaki görüntülerini çizer. Kareli veya koordinat sistemi üzerinde çalışmalar yapar.*
- *M.8.3.3.1. Düzlemsel şekilleri karşılaştırarak benzer olup olmadıklarını belirlemeye yönelik etkinliklere yer verilir.*
- *M.7.3.2.1. Düzgün ve düzgün olmayan çokgenlerin özelliklerini açıklar.*
- *M.6.1.7.1. Çoklukları karşılaştırmada oran kullanır ve oranı farklı biçimlerde gösterir.*
- *M.6.1.7.3. Aynı veya farklı birimlerdeki iki çokluğun birbirine oranını belirler.*
- *M.6.2.1.2. Cebirsel ifadenin değerini değişkenin alacağı farklı doğal sayı değerleri için hesaplar*
- *M.5.2.3.1. Uzunluk ölçme birimlerini tanır; metre-kilometre, metre-desimetre-santimetre-milimetre birimlerini bir-birine dönüştürür ve ilgili problemleri çözer.*
- *M.5.3.1.1. Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur.*
- *M.5.3.1.2. Araştırma sorularına ilişkin verilere toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir*

Diğer STEM disiplinine ait kazanım:

Fen Bilimleri:

- *F.7.3.1.1. Kütleye etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır.*
- *Kütle merkezi ve ağırlık merkezi kavramlarını açıklar.*
- *F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir.*
- *F.5.8.1.2. Problem için muhtemel çözümler üretir ve bunları karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer.*

- *F.5.8.1.3. Ürünü tasarlar ve sunar.*
 - a. *Ürün tasarımını ve yapımını okul ortamında yapar.*
 - b. *Öğrencilerden, ürün geliştirme aşamasında deneme yapmaları, bu denemeler sonucunda elde ettikleri nitel ve nicel verileri, gözlemleri kaydetmeleri ve grafik okuma veya oluşturma becerileriyle değerlendirir.*

Bilişim Teknolojileri:

- *BT.5.5.1.1. Günlük hayatta karşılaştığı problemlere çözüm önerileri getirir.*
- **BT.5.5.1.2. Verilen bir problemi uygun adımları kullanarak çözer.*
- *BT.5.5.1.13. Bir problemin çözümü için algoritma geliştirir.*
- **BT.5.5.1.17. Matematik ve bilgisayar bilimi arasındaki ilişkiyi tespit eder.*

Görsel Sanatlar:

- *G.5.1.2. Görsel sanat çalışmasında ölçü ve oranı kullanır.*
- *G.5.3.5. Kendi görsel sanat çalışmasını değerlendirir.*

Coğrafya:

- *Türkiye’de yerleşmelerin dağılışını etkileyen faktörleri örneklerle açıklar.*
- *Haritayı oluşturan unsurlardan yararlanarak harita kullanır.*
- *İstatistiki verilerden yararlanarak nüfus özellikleri ve nüfusun önemi hakkında çıkarımlarda bulunur.*
- *Nüfusun dağılışı üzerinde etkili olan faktörler ile dünya nüfusunun dağılışını ilişkilendirir.*

Mühendislik:

- *Öğrenci uygun araç-gereç, materyal ve teknikleri kullanarak bir prototip yapar.*
- *Model yaparken ölçüm ve çizim aletlerini etkin bir şekilde kullanır.*
- *Öğrenci bir prototip üretmek için gereken aşamaları belirler ve uygun bir şekilde prototipi sunar.*

1.2. Sosyal Ürün Kazanımları:

- **Grup arkadaşları ile etkili iletişim kurarak fikirlerini paylaşır ve grup çalışmasında aktif olarak katılır.*
- *Öğrenci, tasarlanan ürünü açık ve anlaşılır şekilde sınıfa sunar.*
- **Gruptaki her öğrenci üstlendiği görevi yerine getirmek için arkadaşlarıyla uyum içinde çalışır.*

2. Kullanılan Materyaller:

- 50x70 maket kartonu (tedarik edilemezse köpük levha kullanılabilir)
- Kalem
- Cetvel
- Hesap makinesi
- Bilgisayar
- Karbon transfer kağıdı
- 70x34 ebatlarında koordinat sistemine oturtuluş Türkiye haritası
- Toplu iğne
- Makas
- İp

3. Kaynaklar:

- MEB 8. sınıf matematik kitabı
- MEB 6. sınıf matematik kitabı
- MEB 7. sınıf matematik kitabı
- MEB 7. sınıf fen bilgisi kitabı
- MEB 2017 yeni matematik öğretim programı

4. Bilgi Temelli Hayat Problemi (BTHP):

4.1. Bilgi Temelli Hayat Problemi:

Kanser ilaçlarının üretildikten sonra 120 dakika içinde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle kanser ilaçlarını üreten onkoloji hastanelerinin bütün bireylere eşit uzaklıkta olması gerekmektedir. Türkiye’de tüm bireylere eşit uzaklıkta bir kanser hastanesi kurulmak isteniyor, sizce bu hastane nereye kurulmalıdır? Yani kurulacak olan ülke onkoloji hastanesi bütün bireylerin kütlelerini eşit kabul ederek hesaplanan Türkiye'nin kütle merkezinde olması gerekmektedir. Böylece kurulan onkoloji hastanesi bütün bireylere eşit uzaklıkta olacağı için ilaçların üretildikten sonra hastalara ulaştırılması daha kısa sürecektir.

Çözüm olarak:

- a. Türkiye’de bulunan illerin nüfuslarını araştırınız.
- b. Düzgün ve düzgün olmayan çokgenlerin ağırlık merkezlerinin nasıl bulunduğunu araştırınız.
- c. Ağırlık ve kütle arasındaki farkı araştırınız.

- d. Size verilen harita üzerinde koordinat sistemini kullanarak Türkiye'nin nüfussal kütle merkezini bulunuz. Hesap makinesi kullanınız.
- e. Size verilen haritayı köpük veya karton üzerine koyarak karbon transfer kağıdı yardımıyla düzlemsel bir harita kesiniz.
- f. Düzlemsel haritayı iki farklı noktasından bağlayıp asarak ağırlık merkezini bulunuz.
- g. Düzlemsel harita üzerine illerin nüfusları ile doğru orantılı olacak şekilde toplu iğneleri saplayınız. Bu işlem için toplam kaç iğneye ihtiyaç duyacağınızı oran kurarak bulunuz.
- h. Harita altına destek koyup haritayı hareket ettirerek yeni ağırlık merkezini (kütle merkezi) bulunuz.
- i. İğneleri saplamadan önceki ağırlık merkezi ile toplu iğneleri sapladıktan sonraki ağırlık merkezini kıyaslayınız. Eğer ağırlık merkezi yer değiştirdiyse ne yönde neden değiştirdiğini yorumlayınız.
- j. Koordinat sistemi yardımıyla Türkiye'nin kütle merkezini hesaplayan bilgisayar uygulaması yazınız (Excel veya Geogebra).
- k. Düzlemsel harita modeli ve bilgisayar uygulamasının sonuçlarını karşılaştırarak tartışınız.

Adımlarını izleyerek sorulara cevap arayınız.

4.2. Sınırlamalar:

- Ağırlık merkezi ve kütle merkezi ön bilgileri önceden verilmelidir.
- Harita çizimi uzun süreceği için hazır çıktı alıp (34x70) getirilerek sınıfta kullanılabilir. Haritanın arkasına koordinat sistemi yerleştirilerek çıktısı alınmalıdır.
- Öğrenciler öncelikle koordinat sisteminin olduğu harita, cetvel ve hesap makinesi yardımıyla ağırlık merkezini bulmalıdır. Sonra düzlemsel bir harita kesip üzerine toplu iğneleri saplayarak ağırlık merkezini bulabilirler. Son olarak Excel ve Geogebra üzerinde uygulama tasarlayarak ağırlık merkezini bulmalıdırlar.
- Toplu iğneler nüfusla orantılı saplanacağı için her 50000 nüfusa bir iğne veya her 100000 nüfusa bir iğne saplanılmalı (İllerin nüfusları 50000 veya 100000'e yuvarlanmalıdır). Aksi takdirde İstanbul'un nüfus yoğunluğundan dolayı o bölgeye iğneler sığmayacaktır. Bu durumu öğrencilerin keşfetmesi beklenmelidir. Fakat deneme yanılma yapmadan yapılmalıdır. Çünkü düzlemsel harita yıpranacağı için tekrardan kullanılamayacaktır.

- Kesim yapılırken Marmara denizi kesilmemelidir. Aksi takdirde Marmara bölgesi haritadan kopacaktır.

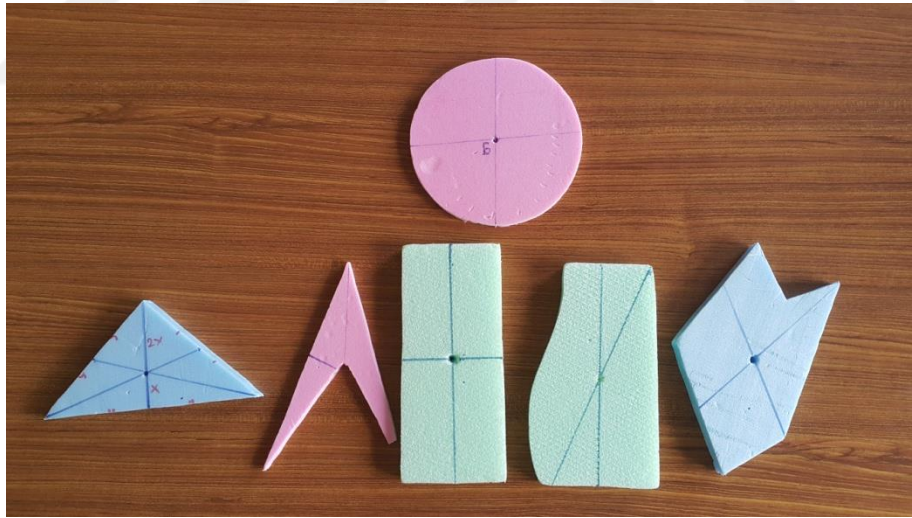
4.3. Meslek, Görev ve Sorumluluklar:

- Araştırmacı
- Tasarım Uzmanı- Mühendis
- Haritacı
- Matematikçi
- Yazıcı ve Sunucu

5. Ders İçeriği:

5.1. BTHP ve Sınırlamalar:

Öğretmen, maket kartonundan kesilmiş çeşitli şekillerde düzgün olan ve düzgün olmayan çokgenleri (Şekil 20) getirerek bu şekillerin yere paralel durmaları için öğrencilerden denge merkezlerini bulmalarını ister. Öğrencilerde uyandırılan bu merak güdüsünden sonra ağırlık merkezi ve kütle merkezi hakkında aşağıdaki bilgileri vererek bunların hayatımızda nerelerde kullanabileceği öğrencilere sorulur.



Şekil 20. Çeşitli çokgenler.

Moment ve Ağırlık Merkezi: Momentin sıfır olduğu sistemler dengede demektir. Ağırlıkları farklı birden fazla parçadan oluşan yapıların ağırlık merkezini bulmak için herhangi bir noktaya(D noktası destek) göre moment alınır. Moment alınırken toplam ağırlık kadar ($F=G_1+G_2+G_3+G_4$) bir kuvvetin ağırlıklara ters yönde etki ettiği düşünülerek F ağırlık merkezinin D noktasına uzaklığı olan x yolu ile çarpılır ve diğer ağırlıkların D noktasına uzaklıklarının çarpımına eşitlenerek x değeri hesaplanır (Şekil 21).

$$(G_1.a + G_2.(a+b) + G_3.(a+b+c) + G_4.(a+b+c+d) = F.x).$$

Destekten x kadar uzaklık cismin ağırlık merkezini verecektir.

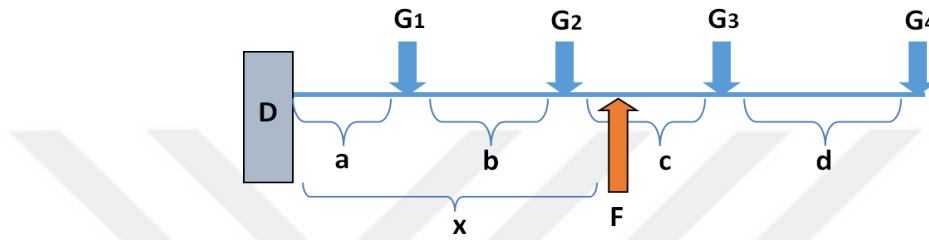
D: Destek noktası,

G₁, G₂, G₃, G₄: Ağırlıklar,

F: Ağırlık merkezi

a, b, c, d: Ağırlıkların destek noktasına uzaklıkları,

x: Bulunması hedeflenen ağırlık merkezinin destek noktasına uzaklığıdır.



Şekil 21. Ağırlık merkezi sistemi.

$$F=G_1+G_2+G_3+G_4$$

$$G_1.a + G_2.(a+b) + G_3.(a+b+c) + G_4.(a+b+c+d) = F.x$$

Hesaplanan x, nereye denk gelirse ağırlık merkezi orasıdır. Bu işlem düzlemde yani çokgenlerde hem Ox eksenı için hem de Oy eksenı için hesaplanır ve kesişim noktası belirlenirse bu G(x,y) noktası verilen çokgensel düzlemin ağırlık merkezidir.

Öğretmen öğrencilere günlük hayatta karşılaşılabileceğimiz hangi problemlerde ağırlık merkezini kullanılabileceğini sorar. Kısa bir beyin fırtınasından sonra öğretmen, "*Kanser ilaçlarının üretildikten sonra 120 dakika içinde kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle kanser ilaçlarını üreten onkoloji hastanelerinin bütün bireylere eşit uzaklıkta olması gerekmektedir.*" bilgisini vererek "*Türkiye’de tüm bireylere eşit uzaklıkta bir kanser hastanesi kurulmak isteniyor, sizce bu hastane nereye kurulmalıdır?*" diye öğrencilere soru sorarak beyin fırtınası yapmaları istenir. Sınıf gruplara ayrılarak her bir grup üyesi kendine uygun meslek ve sorumluluğu seçer (Araştırmacı, Tasarım Uzmanı- Mühendis, Haritacı, Matematikçi, Yazıcı -Sunucu). Grubun yazıcısı bu rolleri not eder. Araştırma kayıt formu (EK-1) gruplara dağıtılır ve bu konu hakkındaki bilgilerini yazmaları istenir. Yazma işlemi yazıcı olan görevli öğrenci yapar. Öğretmen, problemin çözümünde koordinat sistemini kullanmalarını önerir.

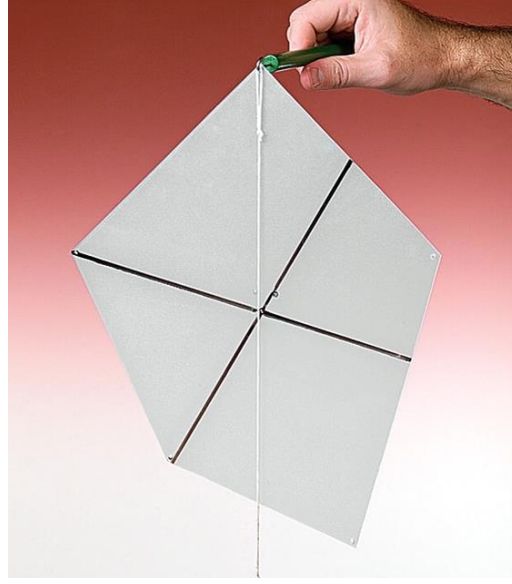
5.2. Bilgi Edinme:

Öğretmen bilgi temelli hayat problemini ve sınırlamaları hatırlatır. Problemi çözebilmeleri için grubun araştırmacısı ve haritacısı tarafından Türkiye'deki bütün illerin nüfuslarını bulunur. Bulunan nüfus sayıları ile illerin koordinat sistemindeki apsisi yani Ox konumları kullanılarak Ox eksenindeki ağırlık merkezi grubun matematikçisi tarafından hesaplanır. Aynı işlem illerin nüfusları ve Oy eksenindeki koordinatları kullanılarak yapılır. Bulunan Ox ve Oy değerleri kesiştirilerek ağırlık merkezi belirlenir. Bu işlemde grupların hesap makinesi kullanmalarına müsaade edilmelidir. Bulguları araştırma kayıt formuna (EK-1) not etmeleri istenir. Bu işlem, grupların yazıcıları tarafından yapılır. Grubun araştırmacısı ve haritacısı tarafından aşağıdaki sorulara cevaplar aranır.

- 1) Türkiye'deki tüm illerin 2016 nüfus sayımına göre nüfusları kaçtır?
- 2) Türkiye'de kanser hastalarının en fazla olduğu il ve bölge neresidir?
- 3) Türkiye'de tüm bireylerin kansere yakalanma ihtimalleri farklı mıdır?
- 4) Çekül ip yöntemi ile cisimlerin ağırlık merkezlerinin nasıl bulunduğunu araştırınız.
- 5) Düzgün olan ve olmayan çokgenlerin ağırlık merkezlerinin nasıl bulunduğunu araştırınız?

5.3. Fikir Geliştirme:

Öğrencilerin araştırma yapıp fikir geliştirebilmeleri ve araştırma yapabilmeleri için her gruba birer bilgisayar, maket kartonu, koordinat sistemli harita, karbon transfer kağıdı, toplu iğne, makas, cetvel ve hesap makinesi temin edilmesi gerekmektedir. Öğrencilerin görev dağılımı yaparken yeteneklerine göre görevler alınıp alınmadığı öğretmen tarafından denetlenmelidir. Maket kartonundan veya köpükten, düzgün olan ve düzgün olmayan çeşitli çokgenler (Şekil 20) keserek sınıfa getirilmelidir. Bu çokgenler ağırlık merkezi hesaplamalarının ve çekül ip yönteminin (Şekil 22) ön bilgisi verilirken kullanılacaktır.



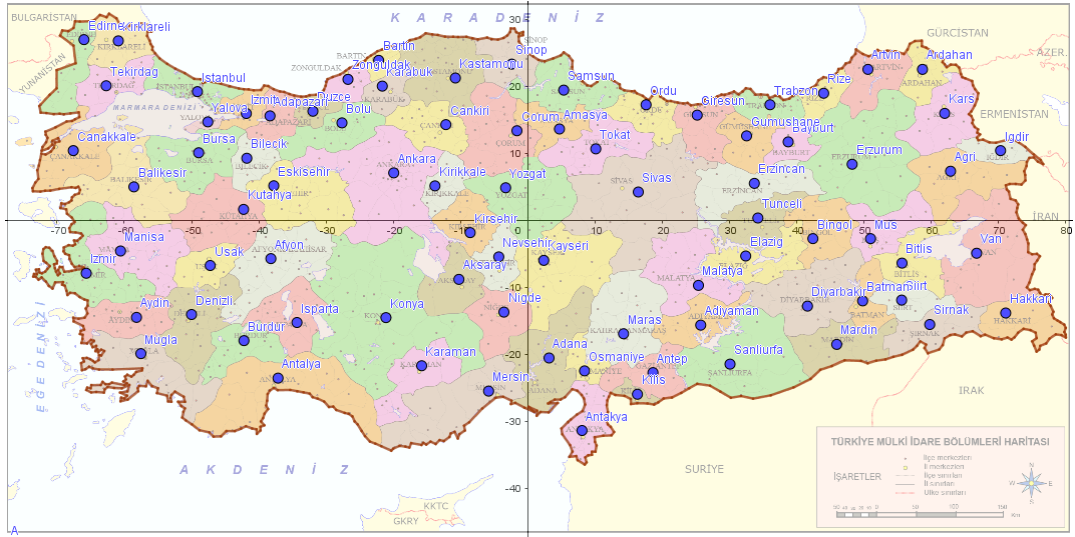
Şekil 22. Çekül ip yöntemi.

Haritayı kesmeden önce maket kartonuna, karbon kâğıdını iyice bantladıktan sonra üzerine haritayı sabitledikleri kontrol edilmelidir. Nüfusları temsil etmesi için kaç tane toplu iğnenin gerektiğini grupların matematikçisi tarafından hesaplanıp o sayıda toplu iğne verilmelidir. Öğrencilerin hatalı çizimleri göz önünde bulunarak yeterli miktarda renkli harita ve maket kartonu dağıtılır. Bilgisayar uygulamasını grubun matematikçisi yapar. Uygulamayı verilerinin girildiği Excel sayfasında yapılabileceği gibi görsel olarak Geogebra'dan yapabilecekleri vurgulanır. Tasarımları çizimleri ve kesim işlemlerini grubun tasarımcısı yapmalıdır. Fikir geliştirme formu gruplara dağıtılır. Grup yazıcılarının fikir geliştirme formunu (Ek-3) doldurmaları gerektiği hatırlatılır.

5.4. Ürün Geliştirme:

Görev-1) Size verilen karton ve haritayı kullanarak düzlemsel bir Türkiye haritası kesiniz. Bu düzlemsel haritayı kullanarak çekül ip yöntemi ile Türkiye'nin ağırlık merkezini bulunuz. Bu nokta hangi ilin hangi ilçesi sınırlarındadır?

Öğretmen; maket kartonu, karbon transfer kâğıdını ve koordinat sistemi üzerinde 70x34 oranında küçültülmüş Türkiye haritasını (Şekil 23) öğrencilere vererek kartondan düzlemsel bir Türkiye haritası kesmelerini ister. Karbon kâğıdını kullanarak illerin sınırlarını ve il merkezlerini işaretlemeleri gerektiğini hatırlatır. Kesim işleminde Marmara denizinin kesilmemesi hakkında uyarı yapar (Marmara bölgesinin haritadan kopmaması için).



Şekil 23. Koordinat sistemine oturtulmuş Türkiye haritası.

Düzlemsel harita kesildikten sonra çekül ip yöntemi (Herhangi iki noktasından ip ile asarak iplerin geçtiği doğrultular işaretlenerek kesişim noktası bulunur. Şekil 22’de görülmektedir.) ile düzgün olmayan çokgen şeklindeki haritanın ağırlık merkezini bulmalarını ister. Bulunan noktaların altına pet şişe gibi bir destek koyarak bu noktanın ağırlık merkezi olup olmadığı test edilir (Yozgat ilinin Yenifakılı ilçesi). Ve bu nokta renkli bir raptiye ile işaretlenir. Bu işlemleri grubun mühendisi, tasarımcısı ve haritacısı tarafından yapılmalıdır. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (EK-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır.

Görev-2) 2016 nüfus verilerini ve size verilen haritayı kullanarak Türkiye'nin nüfussal kütle merkezini bulunuz. Bu nokta hangi ilin hangi ilçesi sınırlarına düşmektedir?

Öğretmen, gruplardan illerin nüfus ve koordinat bilgilerini bularak Excel tablosuna işlemelerini ister. Bu bilgilerde; il isimleri, nüfusları, Ox eksenindeki koordinatı ve Oy eksenindeki koordinatı bulunmalıdır (Şekil 24).

	A	B	C	E
1	İl	Nüfus	Ox'e Uzaklık	Oy'e Uzaklık
3	Adana	2.201.670	126,5	90
4	Adıyaman	610.484	87,5	76
5	Afyonkarahisar	714.523	189,5	60
6	Ağrı	542.255	27	38,5
7	Amasya	326.351	121	29
8	Ankara	5.346.518	159	41
9	Antalya	2.328.555	188,5	91
10	Artvin	168.068	34	16
11	Aydın	1.068.260	226	73
12	Balıkesir	1.196.176	223,5	43
13	Bilecik	218.297	196	36
14	Bingöl	269.560	59,5	55,5
15	Bitlis	341.225	37,5	62
16	Bolu	299.896	174,5	27
17	Burdur	261.401	193,5	77

Şekil 24. İllerin nüfus ve koordinat bilgileri.

Oluşturulan tablodaki bütün illerin tek tek nüfusları (Her birey 1 gr olarak ele alınmıştır.) ile Ox değerleri çarpılır. Çıkan değerler toplanarak toplam nüfusa bölünür. Bu sonuç ağırlık merkezinin Ox eksenindeki koordinatını verir.

$$Ox \text{ değeri} = \frac{\text{İllerin nüfusları} \times \text{İllerin Ox değeri}}{\text{Toplam nüfus}}$$

Aynı işlemi Oy değerleri için yapılacak olursa ağırlık merkezinin Oy eksenindeki değeri bulunur.

$$Oy \text{ değeri} = \frac{\text{İllerin nüfusları} \times \text{İllerin Oy değeri}}{\text{Toplam nüfus}}$$

Bu iki koordinat kesiştirilerek ağırlık merkezinin haritadaki yeri bulunur. Haritanın ordinatına ve apsisine göre tüm illerin momenti alınıp kütleme merkezi bulunmuştur. Bu kütle merkezlerinin kesişim noktası Türkiye'nin nüfussal kütle merkezini vermektedir. Böylece hangi il ve ilçeye denk geldiği görülebilir (Kırıkkale'nin Çelebi ilçesi). Bu nokta farklı bir renkteki raptiye ile işaretlenir. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (Ek-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır.

81 il için bu işlemi tek tek yapmanın uzun olduğunu fark eden öğrencilerden alternatif yollar düşünmeleri istenir. Cevaplar alındıktan sonra bu işlemleri MS Excel de formül (Şekil 25) yazarak bulunabileceği söylenir. Alınan bu ölçüler MS Excel de tablo haline getirilir. Excel tablosunda yapılacak işlemler; Excel fonksiyonları ("ÇARPIM(say1,say2, ...), "BÖLÜM(Pay, Payda)", " TOPLA(say1,say2, ...)" vb.) ile yapılmalıdır. Bu işlemi grubun matematikçisi yapmalıdır.

İl	Nüfus	Ox'e Uzaklık	Oy'e Uzaklık	Sonuçlar	
Adana	2.201.670	126,5	90	Toplam Nüfus	79.814.871
Adıyaman	610.484	87,5	76	Kütle Merkezinin x Değeri	157,719281
Afyonkarahisar	714.523	189,5	60	Kütle Merkezinin y Değeri	50,46236005
Ağrı	542.255	27	38,5		
Amasya	326.351	121	29		
Ankara	5.346.518	159	41		
Antalya	2.328.555	188,5	91		
Artvin	168.068	34	16		
Aydın	1.068.260	226	73		
Balıkesir	1.196.176	223,5	43		
Bilecik	218.297	196	36		
Bingöl	269.560	59,5	55,5		
Bitlis	341.225	37,5	62		
Bolu	299.896	174,5	27		
Burdur	261.401	193,5	77		

Şekil 25. Nüfussal kütle merkezi bulan Excel tablosu.

Görev-3) Maket kartonundan keserek oluşturduğunuz düzlemsel haritayı alıp illerin nüfusları ile orantılı olacak şekilde toplu iğneleri saplayınız.

Öğretmen tarafından "*Sizce toplu iğneler şehirlerin neresine saplanmalıdır?*" ve "*Tüm illerin nüfusları ile orantılı olacak şekilde kaç toplu iğneye ihtiyacınız vardır?*" soruları sorularak öğrenciler düşünmeye yönlendirilir. İllerin nüfusları 50000 veya 100000'e yuvarlanmalıdır. Örneğin nüfusu 90000 olan Bayburt'un nüfusu 100000 e yuvarlanmalıdır. Toplu iğneler nüfusla orantılı saplanacağı için her 50000 nüfusa bir iğne veya her 100000 nüfusa bir iğne saplanmalıdır. Aksi takdirde İstanbul'un nüfus yoğunluğundan dolayı o bölgeye iğneler sığmayacaktır. Ayrıca zaman açısından uzun süreceği için 100000 nüfusa bir iğne saplanması önerilmelidir. Bu durumu öğrencilerin keşfetmesi beklenmelidir. Fakat deneme yanılma yapmadan fark edilmelidir. Çünkü düzlemsel harita yıpranacağı için tekrardan kullanılamayacaktır. Nüfusla orantılı bir şekilde toplu iğneler düzlemsel karton haritaya saplanarak çekül ip yöntemi ile tekrardan kütle merkezi bulunur (Kırıkkale'nin Çelebi ilçesi). Bulunan nokta "Türkiye'nin nüfussal kütle merkezi" dir. Bu noktaya farklı bir renkte raptiye saplanarak (Şekil 26) önceki bulunan ağırlık merkezi ve kütle merkezi ile karşılaştırılması yapılır. Bu eylemi tüm grup birlikte yapmalıdır. Grup yazıcısının ürün geliştirme formunu (EK-2) bu veriler doğrultusunda doldurmalıdır.



Şekil 26. İğne saplanmış Türkiye haritası.

Görev-4) Nüfussal kütle merkezini bulan bir Geogebra uygulaması yazınız.

Bu göreve başlamadan önce öğrencilerin Geogebra yazılımı hakkında bilgileri ve tecrübeleri sorularak bu uygulamayı yapabilmek için Geogebra'da hangi araçları kullanılması gerektiği sorulur. Cevaplar alındıktan sonra GeoGebra uygulamasında "KütleMerkezi" komutu (*KütleMerkezi (İllerin Listesi, Nüfus Listesi)*) ve harita yardımıyla kolaylıkla bulunabileceği söylenerek öğrencilerin uygulamayı yapması söylenir. Yapamayan öğrenciler için aşağıdaki adımlar önerilir.

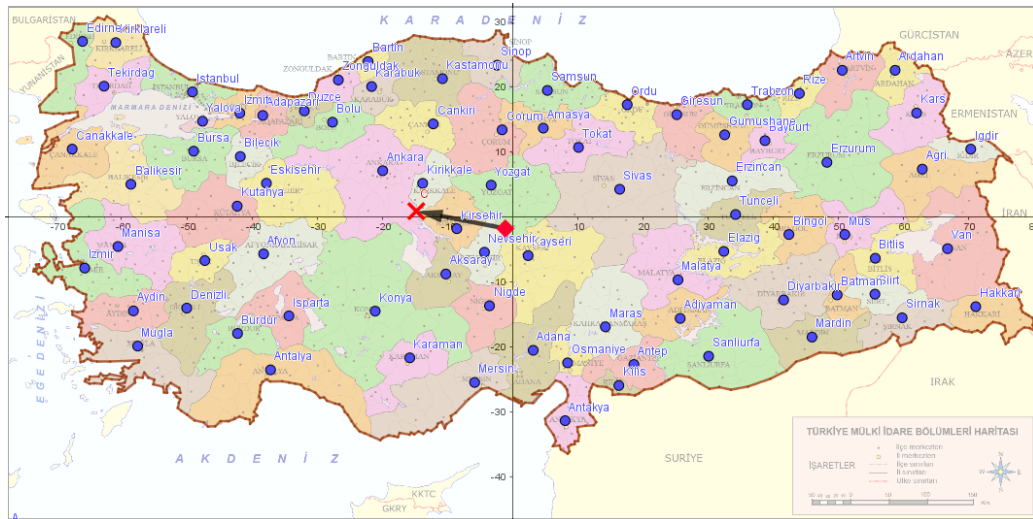
- Grid ve eksenlerin olduğu bir Geogebra sayfası açılır.
- İl merkezlerinin işaretli olduğu Türkiye haritası sayfaya yüklenir.
- "Çokgen" aracı ile Türkiye'nin etrafı çizilir. Böylece düzgün olmayan bir çokgen elde edilir (Şekil 23).

- d. İl merkezlerinin üzerine "*Nesne üzerinde nokta*" aracı ile nokta yerleştirilir. Bu noktaların isimleri illerin isimleri ile değiştirilir. Bu işlemi yaparken Türkçe karakter kullanılmamasına dikkat edilir (Şekil 27). Bu adımları grubun matematikçisi, haritacısı ve mühendisi birlikte yapar.
- e. En aşağıda bulunan "*Giriş*" bölümüne "*KütleMerkezi*" komutu yardımıyla önce illerin isimleri sonra nüfusları sırasıyla yazılır (Şekil 27).
- f. Kod yazıldıktan sonra "Enter" tuşuna basılırsa harita üzerinde farklı bir renkte yeni bir nokta belirir. Bu nokta kütle merkezidir.

```
KütleMerkezi([İstanbul, Adana, Adapazarı, Adıyaman, Afyon, Aksaray, Ağrı, Amasya, Ankara, Antakya, Antalya, Antep,
Ardahan, Artvin, Aydın, Balıkesir, Bartın, Batman, Bayburt, Bilecik, Bingöl, Bitlis, Bolu, Burdur, Bursa, Denizli, Diyarbakır,
Düzce, Edirne, Elazığ, Erzincan, Erzurum, Eskişehir, Giresun, Gumushane, Hakkari, Isparta, Iğdır, Karabük, Karaman, Kars,
Kastamonu, Kayseri, Kilis, Konya, Kutahya, Kırklareli, Kırıkkale, Kırşehir, Malatya, Manisa, Maras, Mardin, Mersin,
Muğla, Mus, Nevşehir, Niğde, Ordu, Osmaniye, Rize, Samsun, Siirt, Sinop, Sivas, Tekirdağ, Tokat, Trabzon, Tunceli, Uşak,
Van, Yalova, Yozgat, Zonguldak, Çanakkale, Çankırı, Çorum, Şanlıurfa, Şırnak ], {14804116, 2201670, 976948, 610484,
714523, 396673, 542255, 326351, 5346518, 1555165, 2328555, 1974244, 98335, 168068, 1068260, 1196176, 192389,
576899, 90154, 218297, 269560, 341225, 299896, 261401, 2901396, 1005687, 1673119, 370371, 401701, 578789,
226032, 762021, 844842, 444467, 172034, 267813, 427324, 192785, 242347, 245610, 289786, 376945, 1358980, 130825,
2161303, 573642, 351684, 277984, 229975, 781305, 1396945, 1112634, 796237, 1773852, 923773, 406501, 290895,
351468, 750588, 522175, 331048, 1295927, 322664, 205478, 621224, 972875, 602662, 779379, 82193, 358736, 1100190,
241665, 421041, 597524, 519793, 183880, 527863, 1940627, 483788})
```

Şekil 27. Geogebra Kütle Merkezi kodu.

"*AğırlıkMerkezi*" komutunu kullanıp c adımıındaki çokgen (çokgen1) seçilirse Türkiye'nin ağırlık merkezi bulunur Şekil 28'de bulunan ağırlık merkezinin tam olarak neyi ifade ettiği öğrencilere sorularak beyin fırtınası yapılır. Cevaplar alındıktan sonra öğretmen, "Bu nokta eğer nüfus tüm illerde eşit dağılmış olsaydı Türkiye'nin nüfussal kütle merkezi olacaktı." der. Kütle merkezinin (Kırıkkale'nin Çelebi İlçesi), ağırlık merkezine (Yozgat ilinin Yenifakılı ilçesi) göre hangi yönde (Kuzey-batı) değiştiği öğrencilere sorularak bu durumun nedenini ve sebep olan etkenler sorulur (Neden: Nüfusun İstanbul özellikle olmak üzere batıda olması. Etkenler: Göç, sanayileşme ulaşım vb.).



Şekil 28. Türkiye'nin ağırlık ve kütle merkezi (Nüfusun hareket yönü)

Geogebra üzerinde geliştirilen uygulama ile maket kartonu ile oluşturulan haritanın bulguları karşılaştırılarak benzer olup olmadığı tartışılır.

5.5. Test Etme:

Test etme aşaması her görev sonunda değerlendirilerek yapılmalıdır.

- Görev-1'i test etmek için: grupların, harita ve maket kartonu ile düzgün olmayan çokgen şeklinde bir harita tasarlayıp tasarlayamadıkları kontrol edilir. Eğer kesim ve tasarım aşamalarında zorluk çeken grup olursa öğretmen tarafından yardım edilebilir. Aynı şekilde grupların, çekül ip yöntemini doğru uygulayıp uygulayamadıkları kontrol edilir. Bu işlemlerin sonucunda ağırlık merkezinin Yozgat'ın Yenifakılı ilçesine denk geldiğini bulmaları beklenir.
 - Görev-2'yi test etmek için: grupların, 2016 nüfus verilerine ulaşip ulaşamadıkları kontrol edilir. Eğer bulunamadıysa öğretmen tarafından gruplar ilgili kaynaklara yönlendirilir. Koordinat sistemli harita üzerinde cetvelle düzgün ölçümler ve doğru hesaplamalar yapıp yapılmadığı kontrol edilir. Bu işlemlerin sonucunda Türkiye'nin nüfussal kütle merkezinin Kırıkkale'nin Çelebi ilçesine denk geldiğini bulmaları beklenir.
 - Görev-3'ü test etmek için: grupların haritada il merkezlerine toplu iğneleri orantılı bir şekilde saplayıp saplamadıkları kontrol edilir. Tüm nüfusu ifade edebilmesi için toplam kaç toplu iğneye ihtiyaç duyulduğunu doğru hesaplayıp hesaplamadıkları kontrol edilir. Nüfusların 50000 veya 100000 doğru yuvarlamaları gerekmektedir. İstanbul'un nüfusuna göre toplu iğne başına düşen miktarı hesaplamaları beklenmektedir.
 - Görev-4 test edilmesi aşamasında yazılan Geogebra uygulamasının doğru değerleri verip vermediği kontrol edilir. Tasarım ve uygulamada hata varsa geri dönütlerle anında düzeltilmesi sağlanmalıdır. Aksi takdirde uygulama tamamlanamayacaktır.
- Öğrencileri değerlendirmek için grup çalışmasındaki gözlemlerle birlikte,

- Takım çalışma rubriği (Ek-4)
- Sosyal ürün rubriği (Ek-6)
- Araştırma rubriği (Ek-5) kullanılır.

Ayrıca Kahoot uygulaması ile aşağıdaki "*Etkinlik Değerlendirme Soruları*" anlık olarak değerlendirilmelidir. Değerlendirme sorularını açık uçlu veya çoktan seçmeli de sorabilirsiniz.

5.6. Paylaşma ve Yansıtma:

Bu problemi çözmek için kullanılan yöntem ve Geogebra uygulaması; Orman bakanlığı, Sağlık bakanlığı, Nüfus müdürlüğü vb. kurumlarla paylaşarak onların planlama yapmasında kullanmalarına yardımcı olunacaktır. Benzer şekilde ilgili kurumlara Türkiye'de kurulması planlanan genel müdürlükleri için benzer yolla konum bulmalarında yardımcı olunabilir.

Etkinlik Değerlendirme Soruları

- 1) Ağırlık merkezi ve kütle merkezi arasındaki fark nedir?
- 2) Maket kartonu ve toplu iğneye önerebileceğiniz alternatifler nelerdir?
- 3) Türkiye'de nüfusun değişim yönüne bakarak buna sebep olan etkenleri yazınız.
- 4) Üzerine iğne sapladığınız haritaya bakarak; Türkiye'de bir şehirde yaşamamanız gerektiğini söylediniz?
- 5) Bayburt ilinin nüfusu 90 bin değil de 10 milyon olsaydı nüfussal kütle merkezi ve ağırlık merkezi ne yönde değişirdi?
- 6) Bir klima firması ile görüşerek Türkiye'nin illerinde bulunan klima miktarlarının verilerini temin ediniz. Bu verileri kullanarak klima markasının "Türkiye genelinde bir teknik servis merkezi kurmak isteseydi nereye kurulmalıydı?" sorusuna cevap bularak ilgili firmaya iletiniz.
- 7) Türkiye'de illerde çıkan orman yangınlarının sayılarını temin ederek "Türkiye hava itfaiye İstasyonu'nun nereye kurulması gerektiğini bulunuz.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu bölümde araştırmacı tarafından sırasıyla uygulanan "Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama", "Ay'ın aydınlık yüzü" ve "Türkiye onkoloji hastanesi" etkinliklerinin bilgi edinme, ürün ve fikir geliştirme formuna göre incelenmesine yer verilmiştir.

Etkinliklerin Bilgi Edinme Formuna Göre İncelenmesi

Bilgi edinme formunda öğrencilerin verilen problemi çözmeleri için hangi bilgilere sahip oldukları, hangi bilgilere sahip olmaları gerektiği ve bu bilgileri problemin çözümünde nasıl kullanmaları gerektiği gözlenmektedir.

* Uygulanan etkinliklerin tümünde öğrencilerin sahip oldukları bilgileri beklenen düzeyde yazdıkları gözlenmiştir.

* İlk uygulanan "Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama" etkinliğinde araştırma yöntemlerini ayrıntılı yazmayan öğrencilerin, sonraki etkinliklerde (Ay'ın aydınlık yüzü, Türkiye onkoloji hastanesi) araştırma yöntemlerini aşama aşama yazdıkları gözlenmiştir.

* İlk uygulanan "Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama" etkinliğinde sahip olduğu bilgilerle ihtiyaç duyduğu bilgileri ayırt edemeyen öğrencilerin, sonraki etkinliklerde (Ay'ın aydınlık yüzü, Türkiye onkoloji hastanesi) bilgilerini kolayca ayırt ederek bilgi edinme formuna doldukları gözlenmiştir.

Yapılan gözlemler neticesinde öğrencilerin, öğrendikleri bilgiyi problemin çözümünde nasıl kullanacağını ve ihtiyaç duyduğu bilgiye hangi yollarla ulaşması gerektiğini kazandığı gözlenmiştir. Böylece uygulanan etkinlikler, öğrencilerin bilgiyi sınıflandırma ve öğrendiği bilgiyi uygulama aşamasında olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Etkinliklerin Ürün Geliştirme Formuna Göre İncelenmesi

Ürün geliştirme formunda öğrencilerin, problem durumuna uygun ürün tasarlaması, ürünü tasarlarken sahip oldukları bilgileri kullanması, ürünün problem durumunu çözebilmesi ve ortaya konulan ürünün geliştirilmesi gibi davranışları gözlenmiştir.

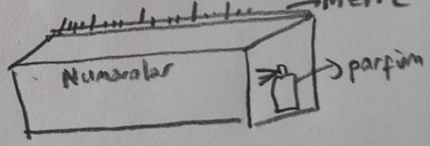
* İlk uygulanan "Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama" etkinliğinde tasarlanan ürün ile ortaya çıkan ürün arasında anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür (Şekil-29). Sonraki etkinliklerde (Ay'ın aydınlık yüzü, Türkiye onkoloji hastanesi) tasarlanan ürünler ile ortaya konulan ürünlerin benzer oldukları görülmüştür (Şekil-30).

EK-2. Ürün Geliştirme Defteri (Formu)

Ayakkabı Numarası Bulucu

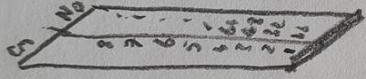
1. Ürününüzün ilk taslak halini tarif ederek çiziniz. Gerçek hayat problemini hatırlayınız.

→ Ayak parfümü
→ Kutu içinde metre
→ Numara tablosu



4. Ürününüzü, size verilen malzemeler ile deneyerek sonuçları not ediniz.

→ Ağırlığı, üzerine koyunca ölçüsünü gördüğümüz
Yanına 1.0 katını yazdığımız
Şekil oluşturduk
→ Yuvarlakla ile işe yarıyor.

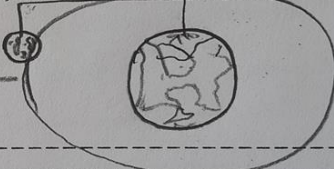


Şekil 29. Altın oran ile ayakkabı numarası bulma ürün geliştirme formu

EK-2. Ürün Geliştirme Defteri (Formu)

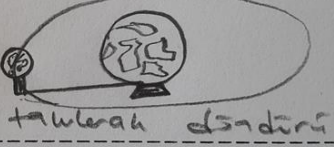
1. Ürününüzün ilk taslak halini tarif ederek çiziniz. Gerçek hayat problemini hatırlayınız.

Ay beyaza boyanacak
Dünya yeşile boyanacak
Yukarıdan ip ile asılarak
Gösterilecek



4. Ürününüzü, size verilen malzemeler ile deneyerek sonuçları not ediniz.

Ay beyaza boyandı
Dünya yeşil ve maviye
boyandı
Dünya ve Ayın motor takılarak döndürüldü



Şekil 30. Ayın aydınlık yüzü ürün geliştirme formu

* Uygulanan ilk iki etkinlikte (Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama, Ay'ın aydınlık yüzü) ürünün geliştirilmesi kısmına gerçekçi olmayan robotik öneriler yazan öğrenciler, son uygulanan etkinlikte (Türkiye onkoloji hastanesi) daha gerçekçi çözüm önerileri sunmuşlardır (Şekil-31).

5. Ürününüzü nasıl geliştirebilirsiniz? Tekrar deneyin ve sonuçları yazınız.

→ Her ayağa uyabilecek ayakkabı tasarlar bu problemi ortadan kaldırırdım.

5. Ürününüzü nasıl geliştirebilirsiniz? Tekrar deneyin ve sonuçları yazınız.

Miknatisli bir ortamda yapay zeka ile ağı ve dengeyi denetlerdim.

Şekil 31. Ürün geliştirme formu geliştirme bölümü

Yapılan gözlemler neticesinde öğrencilerin, bir problemi çözmek için ürün tasarımına geçmeden hesaplamalar yapması, ürün tasarımında asıl amacın problem durumunu çözmesi ve ürünlerin eksik yönlerini fark edip geliştirmesi gerektiğinin farkına vardıkları gözlenmiştir. Böylece uygulanan etkinlikler, öğrencilerin hesaplamalı düşünme ve öz değerlendirme becerilerine olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Etkinliklerin Fikir Geliştirme Formuna Göre İncelenmesi

Fikir geliştirme formunda öğrencilerin, problem durumunu çözmek ve ürün tasarlamak için grupça fikir üretebilmeleri ve diğer fikirlere saygı duyarak en faydalı fikri seçebilme gibi davranışları gözlenmiştir. Bu form etkinliğin öğrencilerin sosyal ilişkileri hakkında veri elde etmek için kullanılabilir.

* Gruplar bütün etkinliklerde beyin fırtınası tekniğini kullanarak fikirleri not ettiği gözlenmiştir. Öğrenci görüşmeleri sonucunda bu durumun sebebinin fikir oluşturma yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmadıkları olduğu görülmüştür.

* İlk uygulanan "Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama" etkinliğinde bazı fikirleri saçma bulduğu için yazmayan öğrenciler diğer etkinliklerde (Ay'ın aydınlık yüzü, Türkiye onkoloji hastanesi) tüm fikirlere saygı duyarak not ettikleri gözlenmiştir.

* Uygulanan ilk iki etkinlikte (Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama, Ay'ın aydınlık yüzü) en uygun fikri seçerken kendi fikirlerinin kabul edilmesini isteyen öğrenciler, son uygulanan etkinlikte (Türkiye onkoloji hastanesi) problemin çözümü için en uygun fikri savunarak seçmişlerdir.

Yapılan gözlemler ve görüşmeler neticesinde öğrenciler, bir problemin çözümü için fikir oluşturma, oluşturdukları fikirleri savunma, arkadaşlarının fikirlerine saygı duyma ve

problemin çözümüne hizmet eden fikri seçme konusunda beklenen davranışları sergilemişlerdir. Böylece uygulanan etkinlikler, öğrencilerin farklı fikirlere saygı duyma, kendini ifade edebilme ve sosyal iletişim becerilerine olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir.



BEŞİNCİ BÖLÜM

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmada matematiksel modellemeden yola çıkarak STEM literatürüne, matematik kazanımları baskın olan 10 adet ders planından üçü kazandırılmıştır. Tasarlanan etkinliklerin (Altın oran ile ayakkabı numarası hesaplama, Ay'ın aydınlık yüzü ve Türkiye onkoloji hastanesi) ders planları STEM uzmanlarınca kontrol edilerek BİLSEM öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Ayrıca üstün yetenekli öğrencilerde uygulanan bu ders planlarının normal öğrenciler için uygulanabileceği STEM uzmanları tarafından tespit edilmiştir.

Öğrencilere uygulanan üç etkinlik sonucunda; öğrencilerin bilgi edinme, ürün geliştirme ve fikir geliştirme davranışlarında olumlu etkiler olmuştur. Öğrencilerin, öğrendikleri bilgiyi problemin çözümünde nasıl kullanacağını ve ihtiyaç duyduğu bilgiye hangi yollarla ulaşması gerektiğini kazandığı gözlenmiştir. Böylece uygulanan etkinlikler, öğrencilerin bilgiyi sınıflandırma ve öğrendiği bilgiyi uygulama davranışlarına olumlu yönde katkı sağladığı araştırmacı gözlemleriyle tespit edilmiştir. Öğrencilerin, bir problemi çözmek için ürün tasarımına geçmeden hesaplamalar yapması, ürün tasarımında asıl amacın problem durumunu çözmesi ve ürünlerin eksik yönlerini fark edip geliştirmesi gerektiğinin farkına vardıkları gözlenmiştir. Böylece uygulanan etkinlikler, ürün geliştirme formuna göre incelendiğinde öğrencilerin hesaplamalı düşünme ve öz değerlendirme becerilerine olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan gözlemler ve görüşmeler neticesinde öğrenciler, bir problemin çözümü için fikir oluşturma, oluşturdıkları fikirleri savunma, arkadaşlarının fikirlerine saygı duyma ve problemin çözümüne hizmet eden fikri seçme gibi kendilerinden beklenen davranışları sergilemişlerdir. Böylece uygulanan etkinlikler, öğrencilerin farklı fikirlere saygı duyma, kendini ifade edebilme ve sosyal iletişim becerilerine olumlu yönde katkı sağladığı tespit edilmiştir.

Ders planı olarak tasarlanan etkinlikler, öğrencilerin bilgiyi kullanma, bilgiye ulaşma, bilgiyi sınıflandırma, hesaplamalı düşünme, öz değerlendirme, fikir oluşturma ve fikirlere saygı duyma gibi özelliklerine olumlu katkı sağladığı gözlenmiştir. Bu nedenle bu üç STEM etkinliğinin normal öğrencilere ve üstün yetenekli öğrencilere uygulanabilir olduğu ön görülmüştür.

Alan yazın incelendiğinde bu alanda teorik çalışmalara pek rastlanmadığı ve yapılan çalışmalarında yüzeysel olduğu tespit edilmiştir. Kertil ve Gurel (2016) yaptıkları çalışmada

STEM eğitimi ve matematiksel modelleme arasında köprü kurmayı amaçlamıştır. Fakat bu amaç için uygulanan etkinliklerde matematik kazanımlarının etkili olmadığı ve fen bilimleri kazanımlarının baskın olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada; STEM eğitimindeki matematik disiplininin, matematiksel modellerle zenginleştirilebileceği fark edilerek matematik kazanımları baskın olan üç adet ders planı sunulmuştur.

Çorlu ve Çallı (2017) yaptıkları çalışmada, STEM etkinliklerinin, öğrencilerin hesaplamalı düşünme ve öz düzenleme becerilerine katkı sağladığını ortaya koyarak çalışmamızı destekler nitelikte bulgular sunmuşlardır. Aynı çalışmada sunulan 35 ders planından sadece dokuz tanesinin matematik merkezli olduğu tespit edilmiştir. Böylece çalışmamızın STEM literatüründeki boşluğu doldurduğu görülmüştür.

STEM eğitimini ülkemizde uygularken diğer ülkelerden devşirmek yerine ülke konumu ve durumuna uyarlanması gerekmektedir. Bunun için sağlam bir alt yapı kurulmalıdır. Alt yapı kurulurken sistem kökten değiştirilmemeli STEM eğitime adım adım geçilmelidir. Öncelikle STEM eğitime hem kurum olarak hem de öğrenci kapasitesi olarak uygun olan bilim ve sanat merkezlerinde uygulanmalıdır. Okul dışı sayılabilecek BİLSEM'lerde öğretim programı zorunluluğu olmadığı için öğrencilere BYF (Bireysel Yeteneklerini Fark Ettirme) eğitimleri sonrasında verilen ÖYG (Özel Yetenekleri Geliştirme) döneminde üstün yetenekli öğrencilere STEM eğitimi verilebilir. Verilecek STEM eğitimleri öğrencileri yetenekleri doğrultusundaki iş alanlarına yönlendirecektir. Böylece ülkemizin nitelikli iş gücü ihtiyacının karşılanacağı düşünülmektedir. Bilim ve sanat merkezlerinde verilen STEM eğitimi ülkemiz için yeni bir eğitim sistemine alt yapı oluşturacaktır. Bu alt yapıya STEM' in eğitim sisteminin her kademesine adapte edilmesi ile başlanmalıdır. Ardından üniversitelerde fen ve matematik alanında yetişen öğretmenlere STEM öğretmenliği eğitimleri verilmelidir. STEM öğretmeni yetiştirilmesi için üniversitelerin öğretmen yetiştirme programları yapmaları gerekmektedir. Mevcut öğretmenlere (anaokulu, sınıf, fen, matematik vb.) ise STEM öğretmenliği eğitimi verildikten sonra STEM okulları açılmalıdır. STEM okullarına ise STEM alanlarına yetenekli olan öğrenciler yerleştirilmelidir. Böylece Türkiye'nin nitelikli iş gücü ve mühendislik ihtiyacı giderilebilir. STEM eğitimi için önerilerimizi sıralayacak olursak:

- İçeriğinde matematik kazanımlarının baskın olduğu STEM ders planları yazılabilir.
- Uygulanan STEM etkinliklerinin hesaplamalı düşünme becerilerini nasıl etkilediği üzerine çeşitli çalışmalar yapılabilir.
- Literatürde bulunan STEM etkinliklerinin kazanımları incelenerek boş kalan kazanımlara uygun ders planları oluşturulabilir.

- STEM etkinliklerinin öğrencilerin öz düzenleme ve öz değerlendirme davranışlarına etkileri likert tipi ölçekle tespit edilebilir.
- Uygulanan etkinliklerde fikir geliştirme basamağında sadece beyin fırtınasının kullanıldığı görülmüştür.
- Öğrencileri farklı yöntemlere yöneltmek için öğrencilere bilimsel araştırma eğitimleri verilmelidir.
- Bu çalışmada sunulan ders planları uygulanarak öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarının nasıl etkilendiği araştırılabilir.
- STEM eğitimleri, konferansları, bildirileri ve akademik yayınları desteklenmelidir.
- STEM eğitiminde sadece yardımcı bilim gibi kalıp dört işlem ve oran kurmada kullanılan matematik disiplini bu kispetten kurtulmalıdır. Bu durumu ortadan kaldırmak için, matematik öğretmeni yetiştiren bölümlerde matematiksel modellemeye ve matematiksel yazılım programlarına (Geogebra, Wolfram mathematica, Appinventor, Scratch vb.) ağırlık verilmelidir. Bu nedenle STEM literatürüne matematik kazanımlarının ağırlıklı olduğu etkinlikler kazandırılmalıdır.
- STEM eğitimi tüm öğrencilere verilmesi gereken bir eğitimidir. Fakat üstün yetenekli öğrencilere acilen STEM eğitimlerine başlanmalıdır. Program düzenleninceye kadar üstün yetenekli öğrencilerin eğitildiği bilim ve sanat merkezlerinde (BİLSEM) STEM atölyeleri kurulmalıdır. Atölyelerde eğitim verebilmeleri için BİLSEM öğretmenlerine hizmet içi eğitimler ile STEM öğretmenliği eğitimleri verilmelidir.
- BAUSTEM'in inteach.org sitesinde yaptığı gibi STEM etkinlik yarışmaları düzenlenerek literatüre yeni etkinlikler kazandırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM eğitimi Türkiye raporu*. İstanbul: Scala Basım.
- Akgündüz, D. (2016). A Research about the placement of the top thousand students in stem fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 12-14.
- Akyüz, Y. (2012). *Türk eğitim tarihi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Arslan, N. (2012). Türk eğitim sisteminde köy enstitülerine bir örnek: Kars Cılavuz Köy Enstitüsü. *History Studies*, 4, (1), 30-45.
- Aydın, E., & Delice, A. (2007, November). Experiences of mathematics student teachers in a series of science experiments. *Paper presented in the 6th WSEAS International Conference on Education and Educational Technology*, Bologna, Italy.
- Bakioğlu, A., & Levent, F. (2013). Suggestions for gifted education in Turkey. *Journal of Gifted Education Research*, 1(1), 31-44.
- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., & Mesutoğlu, C. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) spotu geliştirme etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi (ATED)*, 5(2), 60-69.
- Bicer, A., Navruz, B., Capraro, R. M., Capraro, M. M., Oner, T. A., & Boedeker, P. (2015). STEM schools vs. non-STEM schools: Comparing students' mathematics growth rate on high-stakes test performance. *International Journal of New Trends in Education and Their Implications*, 6(1), 138-150.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education-Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1/2), 149-171.
- Bulut, Ç., Çavaş, B., Holbrook, J. ve Rannikmae, M. (2013). Fen eğitimine mühendislik odaklı bir yaklaşım: Engineer projesi ve uygulamaları. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 1(1), 12-22.
- Buyruk, B. ve Korkmaz, Ö. (2016). FeTeMM farkındalık ölçeği (FFÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(2), 61-76.
- 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*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye.
- Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A., & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- 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 eğitim ve öğretim dergisi: Pegem Journal of Education and Instruction*, 8(2), 281.

- Çınar S., Pırasa N., Uzun N. ve Erenler S. (2016). The effect of STEM education on preservice science teachers' perception of interdisciplinary education. *Turkish Science Education*, 13, 118-142.
- Çiltaş, A., & Işık, A. (2013). Matematiksel modelleme yoluyla öğretimin ilköğretim matematik öğretmenleri adaylarının modelleme becerileri üzerine etkisi. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(2), 1177-1194.
- Çorlu, M. S. (2012). A pathway to STEM education: Investigating pre-service mathematics and science teachers at Turkish universities in terms of their understanding of mathematics used in science, (Published doctoral dissertation), *Texas A&M University*, College Station, Texas.
- Çorlu, M. S., (2014). FeTeMM eğitimi makale çağrı mektubu. *Türk Eğitim Dergisi*, 3 (1), 4-10.
- Çorlu, M. A., & Aydın, E. (2016). Evaluation of Learning Gains through Integrated STEM Projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.
- Çorlu, MS., & Çallı, E., (Edt.). (2017). *STEM kuram ve uygulamaları*. İstanbul: Pusula.
- 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: Communication and Public Engagement*, 2(1), 63-79.
- Dönmez, N.B.(2004). Bilim sanat merkezlerinin kuruluşu ve işleyişinde yapılması gereken düzenlemeler, *I. Türkiye Üstün Yetenekli Çocuklar Kongresi, Bildiriler Kitabı*, 69-73.
- Dewaters, J., & Powers, S. (2006, July). Improving science literacy through project-based K-12 outreach efforts that use energy and environmental themes. *Proceedings of the 113th Annual ASEE Conference & Exposition*, Chicago, IL.
- Erbaş, AK., Kertil, M., Çetinkaya, B., Çakıroğlu, E., Alacacı, C., & Baş, S. (2014). Matematik eğitiminde matematiksel modelleme: Temel kavramlar ve farklı yaklaşımlar. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(4), 1-21.
- Erbaş, AK., Çetinkaya, B., Alacacı, C., Çakıroğlu, E., Yenmez, A., Zeytun, AŞ., Korkmaz, H., Kertil, M., Didiş, MG., Baş, S., Şahin, Z., (2016), *Lise Matematik Konuları İçin Günlük Hayattan Modelleme Soruları*. Ankara. TÜBA
- Guzey, S. S., Harwell, M., & Moore, T. (2014). Development of an instrument to assess attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM). *School Science and Mathematics*, 114(6), 271-279.
- Gülhan, F. ve Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Science*, 13(1), 602-620.
- Güzel, E. B., Dede, A. T., Hıdıroğlu, Ç. N., Ünver, S. K., & Çelik, A. Ö. (2016). *Matematik Eğitiminde Matematiksel Modelleme: Araştırmacılar, Eğitimciler ve Öğrenciler İçin*. Pegem Atıf İndeksi, 001-146.
- Han, S., Yalvac, B., Capraro, M. M., & Capraro, M. R. (2015). In-service teachers' implementation of and understanding from project-based learning (PBL) in science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(1), 63-76.
- Honey, M. (2014). *Committee on integrated STEM education Margaret Honey, Greg Pearson, and Heidi Schweingruber, Editors*.

- Horizon 2020. (2015). *The EU framework programme for research and innovation*. <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en> [15 Şubat 2015.]
- İdin, Ş., & Kaptan, F. (2017). İlköğretim fen eğitiminde yenilenen öğretim programlarına göre hazırlanan doktora tezlerinin incelenmesi üzerine bir çalışma. *Türk Dünyası Eğitim ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 2 (1).
- Kaiser, G., & Schwarz, B. (2006). Mathematical modelling as bridge between school and university. *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematic*, 38 (2), 196 – 208.
- Karakaya, F., Avgın, S. S., & Yılmaz, M. (2018) Ortaokul öğrencilerinin fen-teknoloji-mühendislik-matematik (FeTeMM) mesleklerine olan ilgileri. *İhlara Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 36-53.
- Kertil, M., & Gurel, C. (2016). Matematiksel modelleme: STEM eğitime bir köprü. *Uluslararası Matematik Eğitimi Dergisi*, 4 (1), 44-55.
- Kızılay, E. (2016). Fen bilgisi öğretmen adaylarının FeTeMM alanları ve eğitimi hakkındaki görüşleri. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 47, 403-417.
- Kim, MK, Roh, IS ve Cho, MK (2016). Entegre bir matematik-bilim öğretiminde üstün yetenekli öğrencilerin yaratıcılığı. *Düşünme Becerileri ve Yaratıcılık*, 19, 38-48.
- Kislenko, K., Grevholm, B. & Lepik, M. (2005). Mathematics is important but boring: students belief and attitudes towards mathematics. *Relating Practice and Research in Mathematics Education*. 4, 349-360.
- Koçak, N. (13.11.2017). *PISA Direktörü Andreas Schleicher Gazete Habertürk'ten Nalan Koçak'a konuştu. Schleicher Türk eğitim sistemini değerlendirdi.* <http://www.haberturk.com/pisa-direktoru-andreas-schleicher-ogrettikleriniz-artik-gereksiz-1711035> [10.03.2018]
- Krutetskii, V. A. (1976). The psychology of mathematical abilities in school children, *University of Chicago Press*.
- Kuenzi, J. (2008, March). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: Background, federal policy, and legislative action (RL 33434). CRS Report for Congress. United States. <http://wikileaks.org/leak/crs/RL33434.pdf>, [13 Ekim 2015]
- Küçük, Z., (2017). *STEM Program Kitabı: Bir İnşaat Aranıyor! - Mars'ta Yaşam*. İstanbul, Pusula.
- Langdon, D., McKittrick, G., Beede, D., Khan, B., & Doms, M. (2011). STEM: Good Jobs Now and for the Future. ESA Issue Brief#03-11. *US Department of Commerce*.
- Lin, K. Y., & Williams, P. J. (2015). Taiwanese preservice teachers' science, technology, engineering, and mathematics teaching intention. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1021-1036.
- Lin, K. Y., Yu, K. C., Hsiao, H. S., Chu, Y. H., Chang, Y. S., & Chien, Y. H. (2015). Design of an assessment system for collaborative problem solving in STEM Education. *Journal of Computer Education*, 2(3), 301-322.
- Mahoney, M. P. (2009). Student attitude toward STEM: Development of an instrument for high school STEM-based programs. (Published doctoral dissertation). Ohio State University.
- Marulcu, İ. & Sungur, K. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının mühendis ve mühendislik algılarının ve yöntem olarak mühendislik-dizayna bakış açılarının incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 12(2012), 13-23.

- McClure, E. R., Guernsey, L., Clements, D. H., Bales, S. N., Nichols, J., Kendall-Taylor, N., & Levine, M. H. (2017). STEM Starts Early: Grounding Science, Technology, Engineering, and Math Education in Early Childhood. In Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop. *Joan Ganz Cooney Center at Sesame Workshop*. 1900 Broadway, New York, NY 10023.
- MEB, (2007). *MEB bilim sanat merkezi yönergesi. 25.01.2007 tarih ve 4 sayılı talim ve terbiye kurulu kararı*, Madde 6.
- MEB, (2017a). *İlköğretim ve Ortaöğretim Öğretim Programlarının Güncellenmesi*. <https://ttkb.meb.gov.tr/www/ilkogretim-ve-ortaogretim-ogretim-programlariniguncellenmesi/icerik/289#>
- MEB, (2017b). *STEM Eğitim Raporu*, YEĞİTEK, Ankara.
- Muller, E., & Burkhardt, H. (2007). Applications and modelling for mathematics—Overview. In *Modelling and Applications in Mathematics Education* (pp. 267-274). Springer US.
- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H.-H., Tank, K. M., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In J. Strobel, S. . Purzer, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in precollege settings: Research into practice*. West Lafayette, IN: Purdue Press.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. National Academies Press. ISO 690
- Özçakır- Sümen, Ö. ve Çalışıcı, H. (2016). Pre-service teachers' mind maps and opinions on STEM education implemented in an environmental literacy course. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 16, 459-476.
- Patel, N., Franco, S., & Lindsey, J. (2013). The effect of student engagement on student achievement in STEM: Implications for public policy for high school STEM Education. *Ohio Education Research Center* (#PB-2013-09).
- Pamuk, B. (2010). İbrahim hakkı hazretleri'nin abdurrahman gazi zaviyedarlığı ve zaviyedarlık meselesi. *Atatürk Üniversitesi Dergisi. e-dergi. atauni. edu. tr*.
- Renzulli, J.S.& Reis, S. M. (1985). The schoolwide enrichment model: a comprehensive plan for educational excellence.,CT: *Creative Learning Press*.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Rocard report: Science education now: a new pedagogy for the future of Europe. EU 22845, *European Commission*.
- Schroeder, A., & Melfi, T. (2015). *Hidden Figures*.
- STEM Akademi. (2013, Nisan 24). *Dünyada STEM*. www.stemakademi.com.tr. [16 Nisan 2016]
- Şahin, A. (2013). STEM clubs and science fair competitions: Effects on post-secondary matriculation. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 14(1), 5-11.
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adıgüzel, T. (2014). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik içerikli okul sonrası etkinlikler ve öğrenciler üzerindeki etkileri. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 14(1), 297-322.
- Şahin, A., Gulacar, O., & Stuessy, C. (2015). High school students' perceptions of the effects of science Olympiad on their STEM career aspirations and 21st century skill development. *Research in Science Education*. 45(6), 785-805.
- Smolentseva, A. (2015). Rusya'da yüksek ve orta öğretim arasındaki boşluğu kapatmak. *Uluslararası Yüksek Öğretim*, (19).

- Tortop, H. S. (2015). *Üstün zekâlılar eğitiminde farklılaştırılmış öğretim müfredat farklılaştırma modelleri*. Düzce: Genç Bilge Yayıncılık.
- TÜSİAD. (2014). STEM (Fen, teknoloji, mühendislik, matematik) alanında eğitim almış işgücüne yönelik talep ve beklentiler araştırması. TUSIAD.
- Tyler-Wood, T., Knezek, G., & Christensen, R. (2010). Instruments for assessing interest in STEM content and careers. *Journal of Technology and Teacher Education*, 18(2), 341-363.
- U.S. News. (2015). National rankings: STEM schools.
<http://www.usnews.com/education/besthigh-schools/national-rankings/stem> [3 Ocak 2015]
- VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2006). Comprehensive curriculum for gifted learners.
- Yamak, H., Bulut, N. ve Dünder, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yanık, H. B., Bağdat, O., & Koparan, M. (2017). Ortaokul öğretmen adaylarının matematiksel modelleme problemlerine yönelik görüşlerinin incelenmesi. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 5(1), 80-101.
- Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-40.
- Yıldırım, B. & Y. Altun, STEM Eğitimi Üzerine Derleme Çalışması: Fen Bilimleri Alanında Örnek Ders Uygulanmaları. M. Riedler vd. (Ed.) in VI. International Congress of Education Research 2014: Hacettepe Üniversitesi.
- Yıldırım, A., ve Şimşek, H., (2000). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Gözden geçirilmiş 2. Baskı. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yıldırım, B., Türk, C., (2018). Sınıf öğretmeni adaylarının STEM eğitime yönelik görüşleri: *Uygulamalı. Journal of Education*, 8(2), 195-213.
- Yıldırım, B., (2018). *Teoriden pratiğe STEM eğitimi*. İstanbul: Nobel Bilimsel Eserler.
- Yılmaz, H., Koyunkaya, M. Y., Güler, F., & Güzey, S. (2017). Fen, teknoloji, mühendislik, matematik (STEM) eğitimi tutum ölçeğinin Türkçeye uyarlanması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(5), 1787-1800.

EKLER

EK-1. Bilgi Edinme Defteri (Formu)

1. Hangi bilgiye sahipsiniz, ne biliyorsunuz?

2. Hangi yeni bilgiye ihtiyacınız olacak? Ne bilmeniz gerekiyor?

3. Araştırma yöntem ve kaynaklarınız nelerdir? Nasıl ve hangi kriterlere göre araştırarak, seçecek, sağlamasını yapacaksınız? Nasıl raporlayacaksınız?

4. Ne öğrendiniz? Araştırma raporunuzu sununuz.

EK-2. Ürün Geliştirme Defteri (Formu)

1. Ürününüzün ilk taslak halini tarif ederek çiziniz. Gerçek hayat problemini hatırlayınız.

2. Taslak ürününüz, gerçek hayat problemi ile ne derece uyumlu açıklayınız.

3. Taslak ürününüz, bilgi edinme sonuçları ile ne derece uyumlu açıklayınız.

4. Ürününüzü, size verilen malzemeler ile deneyerek sonuçları not ediniz.

5. Ürününüzü nasıl geliştirebilirsiniz? Tekrar deneyin ve sonuçları yazınız.

EK-3. Fikir Geliştirme Defteri (Formu)

1. Farklı fikirleri hangi yöntem ile geliştireceksiniz? (beyin fırtınası, imkansız öne sürme, en saçma fikri bulma vb.)

2. Grupta ortaya çıkan tüm fikirler nelerdir?

3. Hangi fikirleri diğerlerinden çok beğendiniz?

4. Hangi fikri seçtiniz? Neden?

EK-4. Takım Çalışması Rubriği

Takım çalışması rubriği, öğretmenin STEM dersi kapsamında her bir öğrencisini kendi takımı içinde görev, grup içi iletişim, paylaşım ve davranış bağlamında değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

Öğrencinin Adı-Soyadı:

Sınıfı:

İlgili Proje:

Kategori	6-5	4-3	2-1	Puan
Anlama	Öğrenci, görevin amacını tamamen anlar.	Öğrenci, görevin amacını kısmen anlar.	Öğrenci, görevin amacını anlamamıştır.	.....
Grup Dinamikleri	Öğrenci, herkes tarafından kabul edilen ve grup kararı olarak belirlenen rollerin farkındadır. Süreç hakkında tartışmak ve diğer üyeleri bilgilendirmek amacıyla paylaşım halindedir. Çalışmalarını içeren bir grup günlüğü tutar ve önemli olayları kaydeder.	Öğrenci, özenle çalışır ancak roller netleşmediği için öğrenci daha az verimlidir. Tüm öğrenciler ile paylaşım halinde değildir.	Öğrenci, özenle çalışmamıştır. Roller belirlenmemiş bu yüzden öğrenci verimli çalışmamıştır. Ve paylaşım gerçekleştirmemiştir. Öğrenci takım arkadaşlarının çalışmalarının farkında değildir.	.....
Davranış	Öğrenci, grup tartışmalarına katkıda bulunur ve takım arkadaşlarının fikirlerini dinler. Her zaman görev üzerinde çalışır. Grup çalışmasına gereken katkıyı sağlar.	Öğrenci, uzlaşmaya istekli değildir. Yardıma ihtiyacı olan takım arkadaşlarına yeteri kadar faydalı katkıyı sağlamamıştır.	Öğrenci, tek başına çalışır. başkalarına yardımcı olmamış ve katkıda bulunmamıştır.	.....
		Toplam Puan	 / 18	

EK-5. Araştırma (Bilgi Edinme) Rubriği

Araştırma soruları mevcut bilgiye ulaşmak için gerçek hayat problemi sonrasında öğretmen tarafından ders içerisinde verilen öğrencinin ihtiyaçları ve merakı doğrultusunda geliştirilebilen sorulardır.

Kategori	4	3	2	1	Puan
Bilginin Kalitesi	Öğrenciler, kendilerine verilen sorulara ve ürettikleri sorulara tam cevap vermiştir.	Öğrenciler sadece kendilerine verilen sorulara cevap vermiştir.	Öğrenciler bazı sorulara cevap vermiştir.	Öğrenciler sorulara cevap vermemiştir.	.....
Kaynaklar	Tüm bilgiler güvenilir bir şekilde elde edilerek doğruluğu kontrol edilmiştir.	Bilgileri güvenilir kaynaktan elde etmiştir ama kontrol etmemiştir.	Bazı bilgiler güvenilir kaynaklardan elde edilmiştir.	Bilgiler güvenilir kaynaklardan elde edilememiştir.	.....
Bilgi Edinme Defteri	Öğrenciler bilgi edinme defterini düzenli ve ayrıntılı bir şekilde doldurmuştur.	Öğrenciler Bilgi edinme defterini kısmen doldurmuştur.	Öğrenciler bilgi edinme defterini doldurmuştur. Fakat düzen ve ayrıntıda sıkıntı var.	Öğrenciler bilgi edinme defterini düzensiz ve ayrıntısız doldurmuştur.	.....
Görev Paylaşımı	Araştırma soruları grubun tüm üyeleri arasında paylaşılarak cevaplandırılmıştır.	Araştırma soruları grubun çoğu üyeleri arasında paylaşılarak cevaplandırıldı.	Araştırma soruları grubun bazı üyeleri arasında paylaşılarak cevaplandırıldı.	Araştırma soruları tek bir kişi tarafından cevaplandırıldı.	.....
			Toplam Puan	 / 16	

EK-6. Sosyal Ürün Rubriği

Araştırma soruları mevcut bilgiye ulaşmak için gerçek hayat problemi sonrasında öğretmen tarafından ders içerisinde verilen öğrencinin ihtiyaçları ve merakı doğrultusunda geliştirilebilen sorulardır.

Kategori	4	3	2	1	Puan
Fikir Geliştirme	Mevcut model ve bilginin ürün içerisinde dikkate alındığı açık.	Üründeki fikir açık ve kolay bir şekilde anlaşılabilir.	Üründeki fikirlerde bazı noktalar net değil. Açıklanması gerek.	Bilinen modelleri dikkate almamış.	.....
Gerçek hayat problemi	İstenilen kriterlere vurgu yapılarak bilgi verilmiş. Bazı noktalar istenen seviyenin üstünde derinleştirilmiş.	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış ve detaylı bilgi verilmiş.	İstenilen kriterlere vurgu yapılmış fakat kullanılan bilgi kısıtlı.	Günlük hayat probleminde vurgulanan sınırlamalar dikkate alınmamış.	.....
Kalite (bütünlük, doğruluk)	Ürün doğru bir şekilde tamamlanmış ve estetik duruyor. Ürün üzerinde kişisel izler bulunmaktadır.	Ürün doğru bir şekilde tasarlanmış ve özen gösterildiği açıkça anlaşılıyor.	Ürün tamamlanmış fakat bazı detaylar özensiz yapılmış.	Ürün tamamlanmamış, önemli yerleri eksik ve özen gösterilememiş.	.....
Materyal kullanımı	Verilen materyaller doğru bir şekilde kullanılmış. Materyallerde yaratıcı uyarlamalar ile orijinalleştirilmiştir.	Verilen materyaller doğru bir şekilde kullanılmış.	Verilen materyaller eksik ve özensiz bir şekilde kullanılmış.	Verilen materyaller ürünü oluşturmada yeterli olmayacak derecede sınırlı kullanılmış.	.....
Özgünlük	Ürün tamamıyla özgün ve yaratıcıdır. Kişisel temalar içerir. Alışılmışın dışında şaşırtıcıdır.	Ürün bazı özgün fikirler ve farklı bakış açıları ortaya koyar.	Ürünü oluştururken verilen yönergeler kullanılmıştır. Fakat ürün amacına hizmet etmemiş ve ilgi çekici değildir.	Ürün özgün değil. Özen gösterilemeden sıradan bir ürün tasarlanmış. Ürünü oluştururken verilen yönergenin ötesine geçilmemiş.	.....
Toplam Puan				 / 20	

EK-7. STEM Ders Planı Rubriği

Kategoriler	Geliştirilmesi gerekir (0 - 3 puan)	Kabul Edilebilir (4 -7 puan)	Hedefe Ulaşılmış (8 - 10 puan)
Hedef Kazanımlar	• MEB müfredatıyla ilişkisi zayıf. • Sadece merkezdeki branşa ait kazanımları içeriyor.	• Hedef Kazanım Yazma Rehberine uygun yazılmış. • MEB müfredatıyla ilişkili. • Hem merkezdeki branşa ait hem de en az bir diğer STEM disiplinine ait kazanımlara yer verilmiş.	• MEB müfredatıyla ilişkili. • Merkezdeki branşta müfredatın dışında da kazanım içeriyor. • Hem merkezdeki branşa ait hem de en az bir diğer STEM disiplinine ait kazanım içeriyor. • Diğer STEM disiplini olarak mühendislik ya da bilişim seçilmiş.
Kullanılan Materyaller - Kaynaklar	• Materyaller masraflı. • Sınırlı sayıda kaynağa danışılmış.	• Materyaller masraflı değil. • Ders kitapları yanında web siteleri de kullanılmış.	• Materyaller öğretmenin yaratıcılığını yansıtıyor. • Hem Türkçe hem de yabancı dillerde ders kitapları veya web siteleri kullanılmış.
Derse Giriş	• Kazanımlarla bağlantısı zayıf.	• Kazanımlarla bağlantısı yeterince güçlü değil. • İlgi çekici ve öğrencileri derse hazırlayacak bir etkinlik, hikaye ya da görsellik içeriyor.	• Kazanımlarla bağlantısı güçlü. • Öğrencileri derse hazırlayacak bir etkinlik, hikaye ya da görsellik içeriyor. • Öğrencilerin derse ön araştırma ve ön geliştirme yaparak hazırlanmaları sağlanmış.
Deneme	• Öğrencilerin sistematik bir yöntemle fikir geliştirmelerine imkan verilmemiş.	• Öğrenciler aralarında görev dağılımı yapmaları için desteklenmiş. • Öğrencilerin sistematik yöntemlerle fikir geliştirmeleri desteklenmiş.	• Öğrenciler aralarında görev dağılımı yapmaları için desteklenmiş. • Grup çalışması içerisinde farklı fikirleri sistematik şekilde geliştirmeleri için imkan verilmiş. Öğrencilerin geliştirdiği farklı fikirleri araştırma yaparak analiz etmeleri sağlanmış.
Destekleme	• Gerekli teorik bilgi sınıfta işlenmemiş.	• Gerekli teorik bilgi sınıfta öğretmen tarafından açıklanmış. • Sınavlarda çıkmış sorulardan örnekler verilmiş ya da çoktan seçmeli sorular sınıfta öğretmen tarafından çözülmüş.	• Gerekli teorik bilgi sınıfta öğretmen tarafından açıklanmış ve öğrencilerin sürece dahil olmaları için araştırma-geliştirme faaliyetleri ile ilgi kurulmuş. • Sınavlarda çıkmış sorulardan örnekler verilmiş ancak çoktan seçmeli sorularla yetinilmemiş, açık uçlu yorum gerektiren örnekler de verilmiş.
Derinleşme	• Merkezdeki branşa ait değil ya da yüzeysel şekilde tasarlanmış. • Sadece daha zor örnekler ile sınırlı kalmış.	• Merkezdeki branşa ait kazanımlarla bağlantısı yeterince güçlü. • Derinleşme üst düzey düşünme becerilerini destekleyecek örnekler ile sağlanmış.	• Merkezdeki branşa ait MEB kazanımlarının ötesinde üst düzey düşünme becerilerini destekleyecek örnekler ile öğrenciler araştırma ve geliştirmeye yönlendirilmiş. • Öğrencilerin araştırma ve geliştirme faaliyetlerini kendi sorularına yanıt arayacak şekilde genişletmeleri için fırsat verilmiş.
Değerlendirme	• Değerlendirme soru-cevap ya da quiz-test-sınav yöntemleri ile sınırlı kalmış.	• Hem bilgi hem de beceriler değerlendirilmiş. • Birden fazla değerlendirme yöntemi kullanılmış. • Hem ürün hem de süreç rubrikler ile değerlendirilmiş.	• Bilgi, beceri ve tutum ile ilgili değerlendirme yapılmış. • Öğretmen tarafından önceden açıklanan rubrikler, öğrencilerin katılımı ile tartışılmış ve geliştirilmiş. • Anında değerlendirme yapan sistemler kullanılmış. • Öğrencilerin süreç boyunca gelişimlerini ortaya koyabilecek yöntemler kullanılmış. • Öğrencilerin hem kendi ürünlerini hem de arkadaşlarının ürünlerini değerlendirebilmelerine imkan verilmiş.

Bu Ders Planı Bütünleşik Öğretmenlik Projesi'nin Geliştirdiği İlkeleri İçeriyor mu?

İlkeler	Kısa açıklama	Değerlendirdiğiniz ders planında bu odak noktasının karşılandığına dair delil var mı?
1) Disiplinler arasılık	Fen ya da matematik dersinin en az bir diğer STEM-STEM disiplininde de bilgi üretilmesini sağlayacak şekilde bütünleştirilmesi. Farklı derslerden alınan kazanımların mühendislik ya da teknolojide bilgi üretmeyi hedeflemesi (Örneğin teknolojinin kullanımını yeterli kabul etmeyiniz).	
2) Merkez Disiplinde Derinlik	Fen ya da matematik dersine ait MEB kazanımlarının ötesine geçebilme. Bir üst seviyede kazanımlar içermesi.	
3) İlgililik	Öğretmenin, öğrencinin, okulun, ailelerin, ya da ülkemiz ve dünyamızın 21.yy hayatına ait ilgi alanlarına hitap edebilme.	
4) Eşitlik	Sadece belirli bir öğrenci grubuna değil, her öğrenciye hitap edebilme. Aynı zamanda test-sınavlar gibi çıktıları değerlendiren sistemlerin ötesinde öğrenme süreci, beceriler ve tutumların da değerlendirilmesi.	
5) Kalite ve Özgünlük ve Uygulanabilirlik	Başka bir öğretmen tarafından yardım almadan uygulanabilir mi? Her aşama detaylı ve anlaşılır bir dil kullanarak açıklanmış mı? Yazılı kaynaklardan kopyala-yapıştır içeren ders planlarını değerlendirmeyiniz. 40 sözcükten fazla alıntı içeren planları kaynak gösterilse dahi kabul etmeyiniz. Ancak kaynak göstermek şartı ile küçük bir ekleme ile dahi olsa özgünlük kazanan ders planlarını kabul ediniz.	

ÖZGEÇMİŞ

1989 yılında Erzurum Narman’da doğan Mustafa AKAY, ilk ve orta öğrenimini Erzurum/Narman’da bitirdi. Lisans eğitimini Atatürk Üniversitesi, Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi, İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümünde tamamlayarak 2010 yılında mezun oldu. 2016 yılında Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İlköğretim Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalında yüksek lisansa başladı. 2012 yılında Erzurum Şenkaya Paşalı İsrail Çetin Ortaokulu’na matematik öğretmeni olarak atandı. 2015 yılından beri Erzurum Remzi Sakaoğlu Bilim ve Sanat Merkezine matematik öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Bilim ve Sanat Merkezi'nde; matematik, zeka oyunları, robotik, yazılım ve STEM eğitimleri vermektedir. TÜBİTAK, KUDAKA, ERASMUS vb. birçok projede yürütücü ve eğitmen olarak görev almıştır. TÜBİTAK proje yarışmasında ve STEM ders planı yarışmasında birçok başarı elde etmiştir.