



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Matematik Eğitimi Programı

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ MATEMATİK ETKİNLİKLERİNİN ORTAOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARI VE TUTUMLARINA ETKİSİ

Zeynep Gül DERTLİ

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2023

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

Daha ileriye... En İyiyeye...



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Matematik Eğitimi Programı

MÜHENDİSLİK TASARIM TEMELLİ MATEMATİK ETKİNLİKLERİNİN ORTAOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARI VE TUTUMLARINA ETKİSİ

THE EFFECT OF ENGINEERING DESIGN BASED MATHEMATICS ACTIVITIES ON
ACADEMIC ACHIEVEMENTS AND ATTITUDES OF MIDDLE SCHOOL STUDENTS

Zeynep Gül DERTLİ

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2023

Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Zeynep G¼l DERTL¼'nin hazırladığı "M¼hendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin Ortaokul ¼đrencilerinin Akademik Başarı Ve Tutumlarına Etkisi" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalında Y¼ksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı

Doç Dr. G¼khan KAYA

J¼ri Üyesi (Danışman)

Dr. ¼đr. Üyesi Bahadır YILDIZ

J¼ri Üyesi

Dr. ¼đr. Üyesi Zeynep Sonay AY

Enstit¼ Y¼netim Kurulunun
...../...../..... Tarihli ve
sayılı kararı.

Bu tez Hacettepe ¼niversitesi Lisans¼st¼ Eğitim, ¼đretim ve Sınav Y¼netmeliđi'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri ¼yeleri tarafından 30 / 12 / 2022 tarihinde uygun g¼r¼lm¼ř ve Enstit¼ Y¼netim Kurulunca / / tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Selahattin GELBAL
Eğitim Bilimleri Enstit¼s¼ M¼d¼r¼

Öz

Sınıfta matematik öğretimi, çocukların matematiği öğrenmesi için destekleyici bir öğrenme ortamı ile öğrenmeyi teşvik eden besleyici süreç ve stratejiler sağlayan fırsatlar yaratılmasını gerektirmektedir. Bu fırsatlardan birisi de mühendislik tasarım döngüsü ile sağlanabilmektedir. Mühendisliğin fen, teknoloji ve matematik disiplinlerinin birbirine bağlanmasında nasıl rol oynayabileceğini gösteren araştırmaların artışına rağmen matematik, diğer disiplinlere göre bu konuda daha arka planda kalmıştır. Bu noktadan hareketle bu çalışmada Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin, ortaokul öğrencilerin akademik başarısı, matematik dersine yönelik tutumları ve Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasına yönelik görüşlerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Araştırma ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmanın nicel verileri nitel verilerle desteklenmiştir. Araştırmanın katılımcıları Tokat ilinde bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 21 deney ve 17 kontrol olmak üzere 38 yedinci sınıf öğrencisinden oluşmaktadır. Araştırmanın verileri Akademik Başarı Testi, Görüş Formu, Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği, gözlem ve görüntü kaydı ile toplanmıştır. Araştırma kapsamında üç adet Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliği tasarlanmış ve deney grubuna uygulanmıştır. Araştırma sonuçları Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliği uygulamasının, öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkisinin olduğunu göstermiştir. Ancak araştırma sonucunda öğrencilerin matematiğe yönelik tutum puanları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Ayrıca öğrencilerin çoğunlukla, uygulamanın Matematik dersine yönelik görüşlerini olumlu yönde etkilediğini ve uygulamayı çoğunlukla eğlenceli, ilgi çekici, merak uyandırıcı buldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar sözcükler: bütünleşik STEM, matematik eğitimi, mühendislik tasarım döngüsü, ortaokul öğrencileri

Abstract

Teaching mathematics in the classroom requires creating opportunities for children to learn mathematics, providing a supportive learning environment, nurturing processes and strategies that promote learning. One of these opportunities can be provided by the engineering design cycle. Despite the increase in research showing how engineering can play a role in connecting science, technology and mathematics disciplines, mathematics has remained in the background compared to other disciplines. From this point of view, in this study, it was aimed at determining the effect of Engineering Design Based Mathematics Activities on middle school students' mathematics achievement, attitudes towards mathematics and views about Engineering Design Based Mathematics Activities application. The research design is a pretest-posttest quasi-experimental design with paired control group. The quantitative data of the research were supported by qualitative data. The participants of the study contained seventh grade students studying at a secondary school in Tokat. The data of the study were collected with Academic Achievement Test, view form, Attitude Scale towards Mathematics, observation and video recording. Within the scope of the research, three Engineering Design Based Mathematics Activities were designed and applied to the experimental group. The results showed that the application had a positive effect on the academic achievement of the students. However, no significant difference was found between the students' attitude scores towards mathematics. In addition, it was concluded that the students mostly found the application to have a positive effect on their views on the Mathematics lesson and that they found the application entertaining, amusing and intriguing.

Keywords: integrated STEM, mathematics education, engineering design process, middle school students

Teşekkür

Lisans eğitimimden bu yana bir eğitimci olarak örnek aldığım, bu süreçte de bana yol gösterip tecrübelerini ve yardımlarını esirgemeyen, beni yaparken keyif alıp sonucuyla gurur duyacağım bir iş ortaya koymaya teşvik eden danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Bahadır YILDIZ'a çok teşekkür ederim.

Tez jürimde bulunup tezime ve bana vakitlerini ayıran, değerli fikirleri ve önerileriyle çalışmama katkıda bulunan sayın hocalarım Doç. Dr. Gökhan KAYA ve Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Sonay AY'a teşekkürlerimi sunarım.

Yabancı olduğum bir disiplin olan mühendisliğe yönelik bakış açısı kazanmama yardımcı olduğu ve araştırma sürecim boyunca desteğini hissettirdiği için Cahit DEMİR'e teşekkür ederim.

Hayatım boyunca attığım her adımın arkasında olan, umutsuzluğa kapıldığımda bile bana güçlü hissettiren annem, babam ve kardeşime, hayatımın herhangi bir dönemine dokunup beni bu yola çıkmaya cesaretlendirmiş olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak 2210-A Genel Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında araştırmamı destekleyen TÜBİTAK'a teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

Kabul ve Onay.....	ii
Öz.....	iii
Abstract.....	iv
Teşekkür.....	v
İçindekiler.....	vi
Tablolar Dizini.....	viii
Şekiller Dizini.....	ix
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini.....	x
Bölüm 1 Giriş.....	1
Problem Durumu.....	2
Araştırmanın Amacı ve Önemi.....	5
Sayıltılar.....	8
Sınırlılıklar.....	8
Tanımlar.....	8
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar.....	10
Disiplinlerarasılık Kavramı.....	10
Bütünleştirilmiş Eğitim.....	11
STEM Eğitimi.....	16
STEM ve Matematik Eğitimi.....	19
Mühendislik Tasarım Süreci.....	22
Oran ve Orantı.....	27
İlgili Araştırmalar.....	28
Bölüm 3 Yöntem.....	35
Araştırmanın Türü.....	35
Katılımcılar.....	36
Araştırmacının Rolü.....	37

Veri Toplama Süreci.....	38
Veri Toplama Araçları	39
Verilerin Analizi	41
Uygulama Süreci.....	42
Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri	43
Geçerlik ve Güvenirlik	47
Bölüm 4 Bulgular ve Yorumlar	49
Bölüm 5 Sonuç, Tartışma ve Öneriler	70
Kaynaklar	77
EK-A: Düzey Belirleme Testi	xciv
EK-B: Akademik Başarı Testi	xcviii
EK-C: Görüş Formu.....	ci
EK-D: 2 Vites Etkinliği	cii
EK-E: Hidrolik Kaldıraç Etkinliği.....	cviii
EK-F: Yaşam Merkezi Etkinliği	cxiii
EK-G: Etik Komisyonu Onay Bildirimi	cxx
EK-H: Etik Beyanı.....	cxxi
EK-I: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu.....	cxxii
EK-İ: Thesis/Dissertation Originality Report	cxxiii
EK-J: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı	cxxiv

Tablolar Dizini

Tablo 1 <i>Araştırmanın Deneysel Deseni</i>	35
Tablo 2 <i>Deney ve Kontrol Gruplarının Düzey Belirleme Testi Puanları Normallik Testi Sonuçları</i>	37
Tablo 3 <i>Çalışma Gruplarının Düzey Belirleme Testi Puanları Analizi</i>	37
Tablo 4 <i>Uygulama Takvimi</i>	43
Tablo 5 <i>Çalışma Gruplarının Akademik Başarı Test Puanları Analizi</i>	49
Tablo 6 <i>Deney Grubu Akademik Başarı Testi Ön Test-Son Test Puanları Analizi</i>	50
Tablo 7 <i>Kontrol Grubu Akademik Başarı Testi Ön Test-Son Test Puanları Analizi</i>	50
Tablo 8 <i>Çalışma Gruplarının Akademik Başarı Testi Son Test Puanları Analizi</i> ..	51
Tablo 9 <i>Çalışma Gruplarının Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test Puanları Analizi</i>	52
Tablo 10 <i>Deney ve Kontrol Gruplarının MYTÖ Ön Test- Son Test Puanları Analizi</i>	52
Tablo 11 <i>“Etkinlikte zorlandığınız yerler nelerdi?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri</i>	54
Tablo 12 <i>“Etkinlikte size kolay gelen yerler nelerdi?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri</i>	57
Tablo 13 <i>“Etkinliği 5 puan üzerinden değerlendirecek olsanız kaç puan verirsiniz? Neden?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri</i>	59
Tablo 14 <i>“Aynı etkinliğe katılım sağlayacak farklı öğrencilere ne tavsiye edersiniz?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri</i>	63
Tablo 15 <i>“Mühendislik tasarım etkinliğinin, Matematik dersi hakkında görüşünüzü etkilediğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise bu konuya karşı görüşünüzü nasıl değiştirdiğini açıklayın. Cevabınız hayır ise sebebini açıklayın.” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri</i>	65

Şekiller Dizini

Şekil 1 <i>Eğitim Programlarını Bütünleştirmenin Yolları (Fogarty, 1991)</i>	12
Şekil 2 <i>Çok Disiplinli Bütünleştirme Yaklaşımı Modeli (Drake ve Burns, 2004)</i> ...	15
Şekil 3 <i>Disiplinlerarası Bütünleştirme Yaklaşımı Modeli (Drake ve Burns, 2004)</i> .	15
Şekil 4 <i>Disiplinler Üstü Bütünleştirme Yaklaşımı Modeli (Drake ve Burns, 2004)</i>	16
Şekil 5 <i>Mühendislik Tasarım Döngüsü (ITEA, 2000)</i>	23
Şekil 6 <i>Mühendislik Tasarım Döngüsü (Hynes vd., 2011)</i>	24
Şekil 7 <i>6-8. Sınıf Düzeylerinde Mühendislik Tasarım Döngüsü (NGSS Lead States, 2013)</i>	26
Şekil 8 <i>Veri Toplama Süreci</i>	39
Şekil 9 <i>2 Vites Etkinliği</i>	45
Şekil 10 <i>Hidrolik Kaldıraç Etkinliği</i>	46
Şekil 11 <i>Yaşam Merkezi Etkinliği</i>	47

Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

ABT: Akademik Başarı Testi

DBT: Düzey Belirleme Testi

ITEA: International Technology Education Association (Uluslararası Teknoloji Eğitimi Derneği)

MYTÖ: Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

MEB: Milli Eğitim Bakanlığı

NAE: National Academy of Engineering (Ulusal Mühendislik Akademisi)

NGSS: Next Generation Science Standarts (Yeni Nesil Bilim Standartları)

NRC: National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)

NSF: National Science Foundation (Ulusal Bilim Kurumu)

OECD: The Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü)

PISA: Programme for International Student Assessment (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı)

STEM: Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik)

TIMMS: Trends in International Mathematics and Science Study (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması)

Bölüm 1

Giriş

Yaşadığımız dünyada günlük hayatta karşılaşılan deneyimler sürekli farklılaşmakta, içinde bulunulan koşullar değişim göstermektedir. Tarih boyunca bireyler ve toplumlar tüm bu değişim ve gelişimlere kendilerini adapte etmek durumunda kalmışlardır. İnsanların bilimi kullanarak doğaya üstün gelme çabası içinde olmaları, teknolojiyi ve teknolojik gelişmeleri ortaya çıkarmıştır (Simon, 1983). Teknoloji belirli bir problemi çözmeye bireyler tarafından edinilmiş gözlem ve kanıta dayalı bilgilerin uygulanmasıdır (Demirel, 2012). Bir problem durumu; bireyin istenen bir amaca ulaşmasını veya bir zorluğun üstesinden gelmesini sağlayacak hazır bir yolun, yöntemin olmadığı durumdur. Böyle bir durumda bireylerin yöntem geliştirme veya var olan bir yöntemle erişme çabası problem çözme sürecini başlatmaktadır (Lawson, 2003). Mühendislik disiplininin ortaya çıkışı da buna benzer bir süreçle; bilim ve teknolojinin, günlük yaşamda karşılaşılan problemlere çözüm getirecek tasarımlar ile uygulamaya dökülmesi sonucunda ortaya çıkmıştır (Channel, 2009). Mühendislik; “fen bilimleri ve matematiğe yönelik bilgiyi insanlığın yararı için kullanılması amacıyla, muhakeme yoluyla uygulamaya döken bir disiplindir” (Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu [ABET], 1991). Günümüzde makine, kimya, yazılım, ziraat, harita, matematik gibi birçok farklı dalda varlık gösteren mühendislik bilimleri, insan yaşamına yön vermeye devam etmektedir.

Bir durumun problem haline gelmesi içinde bulunulan şartlara bağlıdır (Lawson, 2003). Teknoloji geliştikçe problem haline gelen durumlar da farklılaşmakta, bu problemleri çözmek için gereken bilgi ve yetenekler de karmaşık hale gelmektedir. Dolayısıyla bu yeteneklere sahip bireylere ihtiyaç duyulmaktadır (Bybee, 2010). Toplumun karşılaştığı kritik problemleri çözmek, mühendislik, matematik, fen ve teknoloji alanlarında bilginin etkin kullanımını gerektirir. (NRC ve NAE, 2009).

Bu bölümde problem durumu, araştırmanın amacı ve önemi, problem ve alt problemleri, sayılılar, sınırlılıklar ve tanımlara yer verilmiştir.

Problem Durumu

Dünyada kesintisiz süregelen gelişmeler eğitimi de derinden etkilemektedir. Günden güne değişim gösteren bu yeni küresel bağlamda bilme, yapma, öğrenme kavramlarına yönelik anlayışlar da değişmektedir. Bireylerin erişebildikleri veriler arasındaki gizli ilişkileri ve örüntüleri keşfederek anlamlı hale getirmeleri gerekmektedir (Marakas, 2003). Tüm bunlara paralel olarak dinamik hayat koşullarını yönetebilmek için yaşam boyu öğrenen, yaratıcı düşünürler yetiştirebilme gerekliliği ortaya çıkmıştır (Drake ve Reid, 2018). Eğitimin tasarım, problem çözme gibi kavramlarla desteklenmesi, bu gerekliliği karşılama yönünde bir adımdır (Cooper ve Heaverlo, 2013). Öğrencilere gerçek dünya problemlerini çözme, tasarım ve yaratıcılık kavramlarına ilgilerini artıracak fırsatların verilmesinin; kavramsal düşünme, kavramlar arasında sürdürülebilirlik, sebep ve sonuçlar gibi disiplinlerarası ilişkilerin kazanımını sağlayacağı düşünülmektedir (Cooper ve Heaverlo, 2013; Drake ve Reid, 2018).

Küreselleşme ve teknolojiadaki gelişmenin eğitim uygulama ve politikaları üzerindeki etkisi incelendiğinde dünyada eğitim gündemlerinin beşerî sermaye, yaşam boyu öğrenme, ekonomik kalkınma gibi tartışmalara yöneldiği görülmektedir. Bu yönelim ekonomi ve eğitimin direkt olarak birbirini etkilediği bir sistem oluşturmuştur (Spring, 2014). Bu gelişmelere paralel olarak Partnership for 21st Century Skills (2011) tarafından yaratıcılık, problem çözme, iletişim, iş birliği, bilgi okuryazarlığı, üretkenlik, sorumluluk, gibi beceriler 21. yy. becerileri olarak tanımlanıp isimlendirilmeye başlanmıştır. Ülkelerin küresel rekabetin içinde var olabilmeleri için bu becerilere sahip bireyler yetiştirebilmeleri gerekliliği ortaya çıkmıştır. Birçok ülke 21. yy becerileri gelişmiş bireyler yetiştirmek için çeşitli yöntemler aramakta ve kullanmaktadır (Griffin ve Care, 2014). Özellikle yaratıcılık, işbirliği, eleştirel düşünme gibi becerileri merkezine almasından dolayı STEM, bu yöntemlerden biri olarak kabul görmektedir (Beswick ve Fraser, 2019). STEM'in bir eğitim girişimi olarak okul müfredatlarına dâhil edilmesi bu gerekliliği karşılamaya yönelik ciddi bir adımdır. STEM eğitimiyle 21. yy. becerilerini kazanmış öğrenciler, STEM kariyer alanlarına

yönlendirildiklerinde ülkelerinin yükselen ekonomiler arasında kendisine yer bulmasına olanak sağlayacaktır (Akgündüz, 2019).

Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından uygulanan PISA ve TIMSS sınavları matematik, fen bilimleri ve 21. yy becerileri için uluslararası bir standart oluşturarak bu alanlardaki müfredat içeriğini belirleme konusunda doğrudan bir potansiyel olarak görülmektedir (Kennedy ve Odell, 2014). Bu standartları karşılayabilen bireyler yetiştirmek için eğitim sürecine farklı disiplinlerle bağlantılar kurabilen, günlük yaşamın içinden deneyimler barındıran geniş bir çerçeveden bakılmalıdır (OECD, 2017). STEM, disiplinlerarası doğası sayesinde bu çerçeveyi oluşturmada kullanılabilir (Beswick ve Fraser, 2019). STEM eğitimi bağlamında öğretme ve öğrenmeyi geliştirmek, gelişmekte olan çoğu ülkede bir devlet politikası durumundayken (Kennedy ve Odell, 2014), Türkiye’de STEM alanlarına ilgi duyan, yaratıcı bireyler yetiştirmek zorunlu hale gelmiştir (Akgündüz ve diğerleri, 2015).

Matematiği öğrenme, öğretme ve matematiksel düşünmenin gelişmesinde, uygulanan matematik eğitim programı ve ders içeriğinin büyük bir rolü olduğu bilinmektedir (Ünlü, 2020). Jaworski (1992)’ye göre sınıfta matematik öğretimi, çocukların matematiği öğrenmesi için destekleyici bir öğrenme ortamı ile öğrenmeyi teşvik eden besleyici süreç ve stratejiler sağlayan fırsatlar yaratılmasını içerir. Okullarda matematik ders içeriğinin disiplinlerarası bir yaklaşımla sunulması öğrencileri, gerçek hayatta var olan disiplinlerarası sorunlara başarılı çözümler üretmeye hazırlar (Jacobs, 1989). Jacobs (1989)’a göre böyle bir eğitim yaklaşımının benimsenip uygulanması başarıyı beraberinde getirebilir. Öğrenci bilgi ve becerilerini uluslararası alanda karşılaştırma fırsatı veren PISA ve TIMSS sınavlarında üst sıralarda yer alan Finlandiya, Kanada, Singapur gibi ülkelerin eğitim politikalarının disiplinlerarası yaklaşımlar içerdiği görülmektedir (Drake ve Savage, 2016).

Okullarda uygulanan STEM eğitiminin eğitim programını içeren akademik bağlam ile gerçek hayat bağlamı arasındaki ilişkileri vurgulaması gerekmektedir. Bunu yaparken öğrencilerden farklı alanlara ilişkin bilgileri ayrı ayrı toplayıp birleştirmelerini beklemek

yerine; bu bilgilerin birbirleriyle bütünleşik halde, iç içe geçmiş şekilde sunulması daha anlamlı olacaktır (Nikitina, 2006; Tsupros ve diğerleri, 2009). Bu açıdan bakıldığında zaten yaşamın içinden bir disiplin olan mühendisliğin matematik ile bütünleştirilmesinin, bahsedilen ilişki için elverişli bir durum sağlayacağı düşünülmektedir.

Mühendislikte bir problemi çözebilmek için kullanılan temel yaklaşım tasarımdır (NRC ve NAE, 2009). Kullanıldığı alandan bağımsız olarak tasarım; planlama, icat etme, yapma, ortaya koyma işi olarak tanımlanabilmektedir (Cross, 1982). Mühendislik tasarımı ise “Neler geliştirilebilir?” gibi sorulara önem vermektedir (Fantz ve diğerleri, 2011). Mühendislik tasarımı özelleştirilmiş bir problem çözme sürecidir (Gregory, 1966). Tasarım çoğu mühendis için temel bir uygulama olduğundan, mühendislik kavramları bir matematik dersine dâhil edilecekse mühendislik tasarım sürecini içermelidir (Fantz ve diğerleri, 2011). İnsanlar var oldukları zamandan bu yana temel ihtiyaçlarını giderme, iyi vakit geçirme, doğal afet ve savaşlar gibi durumlara çözüm bulma çabası içinde olduklarından tasarım, aslında insan deneyimlerinde kendiliğinden ortaya çıkan bir süreç haline gelmiştir. Çocuklar kendi eğlence amaçları için farklı araç gereçlerle, yeni şeyler inşa eden doğal mühendislerdir. Bu doğal yetenek, inşa ettikleri üzerine düşünmelerini sağlayacak görevlerle geliştirilebilir (NRC, 2012).

Tüm bu fikirlerden yola çıkıldığında mühendislik tasarım süreçlerinin matematik eğitimine dâhil edilmesinin olumlu etkileri beraberinde getireceğini söylemek mümkündür. Mühendislik tasarım süreci Matematik öğrenme ortamlarına dâhil edilerek hem matematiğe farklı açılardan bakmayı sağlayacak fırsatlar hem de iş birliği içinde öğrenmeyi teşvik edecek öğrenme ortamları tasarlanabilir.

Mühendisliğin fen, teknoloji ve matematik disiplinlerinin birbirine bağlanmasında nasıl rol oynayabileceğini gösteren araştırmaların artışına rağmen matematik, diğer disiplinlere göre bu konuda daha arka planda kalmıştır. (English, 2016; Maass ve diğerleri, 2019). Bu sebeple matematiği mühendislik tasarım çerçevesinden inceleyen çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu çalışmanın amacı; ortaokul matematik dersinde uygulanan Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin, öğrencilerin akademik başarısı ile matematik dersine yönelik tutumlarına etkisi ve ortaokul öğrencilerinin Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasına yönelik görüşlerini araştırmaktır. Bu araştırma 21. yüzyılın gerektirdiği becerileri öğrencilere kazandırmada etkili olduğu kabul gören, farklı disiplinler arasındaki ilişkileri kullanarak bütünleştirilmiş bir STEM eğitimi anlayışı çerçevesinde yürütülmüştür. Çalışma mühendislik disiplininin kullandığı yöntem ve içeriğin, matematik dersinin hedefleriyle ilişkilendirildiği bir sınıf ortamında gerçekleştirilmiştir. Mühendisliğin matematik ile bütünleştirilmesi bir yedinci sınıf matematik dersinde, mühendislik tasarım döngüsü kullanılarak sağlanmıştır. Matematik Dersi Öğretim Programında (MEB, 2018) matematiksel kavramları anlayıp etkin şekilde kullanma ve matematiğe yönelik olumlu tutum geliştirme özel amaçlar arasında yer almaktadır. Matematiksel bilgi ve kavramların sonuca ulaşmak için doğrudan işe koşulduğu bir öğrenme ortamının, tutumu ve başarıyı etkileyeceği düşünülmektedir. Ben-Chaim ve ark. (2007) hem öğrenciler hem de öğretmenler için edinilmesi zor bir beceri olan orantısal akıl yürütmenin, matematiği öğrenme ve öğretmeye yönelik tutumları olumsuz etkileyebileceğini belirtmişlerdir. Bu doğrultuda hizmet öncesi matematik öğretmenleri için otantik oran-orantı görevleri tasarlamış ve uygulamışlardır. Uygulanan bu görevler bir bütünün iki parçasını karşılaştırma, farklı miktarların büyüklüklerini karşılaştırma ve kavramsal olarak ilişkili olup doğal olarak ortak bir bütünün parçaları olarak düşünülmemeyen iki miktarın büyüklüklerini karşılaştırma gibi oran ve orantı içeriklerini kapsamaktadır. Araştırmacılar uygulamanın hizmet öncesi öğretmenlerin genel olarak matematiğe ve oran-orantının tüm bileşenlerine yönelik tutumlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Bu çalışmanın amacı doğrultusunda da Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulaması için yedinci sınıf Oran ve Orantı konusu seçilmiştir. Oran ve orantı kavramları hem günlük yaşamda hem de bilimsel hesaplamalarda sıkça kullanılmaktadır (Baykul, 2021).

Matematiğin yanı sıra, her zaman açık şekilde olmasa bile, pozitif bilimlerinin birçoğu oran ve orantı kavramlarını içermektedir (Ben-Chaim ve diğerleri, 2012; Tourniaire ve Pulos, 1985). Oran kavramı matematikteki benzerlik, eğitim, olasılık gibi bazı konuların fen bilimleri ve sosyal bilimlerdeki uygulamalarla anlam kazanmasını sağlar (Beckmann ve Izsák, 2015). Matematik Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) Oran konusu 6 ve 7. Sınıf seviyelerinde, Orantı konusu 7. Sınıf seviyesinde görülmektedir. Aşağıda Matematik Dersi Öğretim Programı'nda 7. sınıfta yer alan Oran ve Orantı kazanımları verilmiştir.

“M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler.

M.7.1.4.2. Birbirine oranı verilen iki çoklukta biri verildiğinde diğerini bulur.

M.7.1.4.3. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun orantılı olup olmadığına karar verir.

M.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.

M.7.1.4.5. Doğru orantılı iki çokluğa ait orantı sabitini belirler ve yorumlar.

M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.

M.7.1.4.7. Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer. (MEB, 2018, s.66-67)”

Van De Walle vd. (2012, s.348-350) orantısal akıl yürütme süreçlerinin özellikle ortaokul seviyesinde birçok konu için temel ve birleştirici bir kazanım olduğunu belirtmişlerdir. Lamon (2020) ise orantısal akıl yürütmenin, hem temel matematiksel fikirleri anlamının ölçütü hem de daha karmaşık kavramların temelinin bir parçası olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle bu sürecin orantıdaki bilinmeyen değeri bulma gibi doğrudan kuralları uygulamaya yönelik içeriklerden çok, oranların karşılaştırılması ve orantıların çözülmesini içeren çeşitli bağlam ve durumlar içerisinde incelenmesi önemlidir. Nitekim NCTM Müfredat Standartlarında (1989) orantısal akıl yürütmenin, geliştirilmesi için harcanacak çaba ve zamana değecek kadar önemli bir beceri olduğundan bahsedilmiştir.

Oran ve orantı konuları daha önce STEM ile ilgili yapılmış araştırmalarda; STEM etkinlikleri yoluyla öğrencilerin problem çözüme, oran- orantı konularındaki performansları ve orantısal akıl yürütmeyi geliştirme amaçlı kullanılmış ve olumlu etkileri gözlenmiştir (Alfieri, 2015; Berk, 2020; Gündoğdu ve Pişkin Tunç, 2022; Martínez Ortiz, 2015; Suh ve diğerleri, 2020). Bundan dolayı bu araştırmada Oran ve Orantı konu kazanımlarına yönelik gerçek dünya bağlamı sağlayacağı düşünölen etkinlikler tasarlanmış ve uygulanmıştır. Araştırmada oran ve orantı kavramları tasarım yoluyla bir ürün geliştirme sürecinin doğal elemanları olarak kullanılmış; matematiksel içerik ve gerçek hayat durumları birbirleriyle bütünleşmiş biçimde sunulmuştur. Bunun sonucu olarak öğrencilerin oran ve orantısal muhakeme becerilerine ilişkin farkındalıklarının, bu kavramları doğal şekilde deneyimleyerek artırılması hedeflenmiştir. Oran ve orantıya yönelik teorik bilgiyi uygulamayla bütünleştirmenin, bu kavramların daha derin bir şekilde anlaşılmasını sağlayabileceği düşünölmektedir (Ben-Chaim ve diğerleri, 2012). Araştırmanın sonuçları hem araştırmacılara hem de eğitimcilere sunacağı bakış açısı yönünden önemli görölmektedir. Ayrıca bu araştırmanın öğretmenlere, mühendislik tasarım döngüsü yaklaşımının sınıf ortamında uygulanmasına yönelik fikir sağlayacağı düşünölmektedir.

Araştırma Problemi

Bu araştırmanın problemi; “Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin, ortaokul öğrencilerinin akademik başarıları, matematik dersine yönelik tutumlarına etkisi ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşleri nasıldır?” olarak belirlenmiştir.

Alt Problemler

Bu araştırmada aşağıda verilen alt problemlere yanıt aranmıştır:

1. Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının, ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi nedir?
2. Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının, ortaokul öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarına etkisi nedir?

3. Ortaokul öğrencilerinin Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasına yönelik görüşleri nasıldır?

Sayıtlılar

Bu çalışmada;

- Tüm katılımcıların ölçme araçlarını içtenlikle ve rastgele işaretleme yapmadan cevapladıkları
- Çalışmanın tüm katılımcılar için standart koşullar altında yürütüldüğü kabul edilmiştir.

Sınırlılıklar

Bu araştırma;

- 2021-2022 eğitim öğretim yılında, Tokat'ta özel bir ortaokulda öğrenim görmekte olan 38 yedinci sınıf öğrencisinin katılımlarıyla,
- Uygulamanın yapıldığı yedinci sınıf Oran ve Orantı konusu ve kazanımlarıyla,
- Çalışmaya katılan yedinci sınıf öğrencilerine uygulanan etkinlik ve ölçeklerle sınırlıdır.
- Bu araştırmanın katılımcılarını oluşturan öğrenciler Oran ve Orantı konusunu daha önce görmüş, konular hakkında ön öğrenmelere sahip öğrencilerdir.

Tanımlar

STEM Eğitimi: Fen (S), Teknoloji (T), Mühendislik (E) ve Matematik (M) disiplinlerinin yeni bir anlayış çerçevesinde bütünleştirilerek bir meta disiplin halinde eğitime dahil edilmesine dayalı bir yaklaşımdır (Morrison, 2006; Shaughnessy, 2013).

Mühendislik Tasarım Döngüsü: Belirli kısıtlamalar dâhilinde kavramlar oluşturup bu kavramların amaç ve ihtiyaçlara göre değerlendirildiği sistematik, ürün ortaya koyma sürecidir (Dym ve diğerleri, 2005).

Akademik Başarı: Öğrencinin okul derslerindeki bir içerik alanında, standartlaştırılmış başarı testleri aracılığıyla ölçülen beceri ve yeterliklerini ifade etmektedir (Lindholm-Leary ve Borsato, 2006).

Tutum: Bir kimsenin belirli bir konu hakkındaki, yaşantıları sonucunda oluşan eğilimleri, duyguları, önyargıları, fikirleri, korkuları gibi kanaatlerinin tamamıdır (Thurstone, 1928).

Bölüm 2

Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu bölümde disiplinlerarasılık kavramı, bütünleştirilmiş eğitim, STEM eğitimi ve oran ve orantıya yönelik açıklamalar ile STEM eğitiminde Mühendislik Tasarım Döngüsü kullanımıyla ilgili alanyazında bulunan çalışmalara yer verilmiştir.

Disiplinlerarasılık Kavramı

Disiplin terimi köken olarak; öğrencilerin büyükleri tarafından uygun davranış, düzen ve özdenetim yönünden eğitilmelerine atıfta bulunan Latince “disciplina” kelimesinden türemiştir (Moran, 2010, s.2). Akademik olarak disiplin kavramı belirli bilgi, araştırma ve eğitim alanlarını belirtmek için kullanılan bir terimdir (Hammarfelt, 2019). İnsanların ellerindeki bilgiyi kategorilere ayırma çabasının disiplinlerin ortaya çıkışından çok daha öncesine dayandığı bilinmektedir. Ancak resmi olarak disiplinlerin ortaya çıkışı 19. yüzyılın başlarında bilginin düzenlenmesi, bilimin sınıflandırılması amacıyla gerçekleşmiştir (Frodeman ve diğerleri, 2010). Daha sonra disiplinlerin gelişimi, özellikle üniversitelerde mesleki rollerin gelişimiyle kendi içlerinde uzmanlaşma ve özelleşme halinde devam etmiştir. Disiplinlerin odağı doğrudan, bağımsız şekilde temel bilgi oluşturmaya çevrilmiş; birbirleri arasında iletişim ve işbirliği sağlanamaz hale gelmiştir (Brewer, 1999). Ancak dünyada var olan her şey gibi disiplinlerin de değişime tabi ve gerçek dünya problemlerinden soyutlanamaz halde olmaları, yeniden birleşme ve birlik ihtiyacını gün yüzüne çıkarmıştır (Brewer, 1999; Frodeman ve diğerleri, 2010). Bu gelişmeler sonucunda disiplinlerarasılık kavramı ortaya çıkmış ve 1920'lerin ortalarında sosyal bilimlerde kullanılmaya başlanmıştır (Moran, 2010).

Moran (2010) disiplinlerarasılık kavramını; “iki veya daha fazla disiplin arasında meydana gelen, disiplinlerin kendi içlerinde ele alınamayan veya çözülemeyen sorunlar etrafında oluşan etkileşim biçimi” olarak tanımlamıştır. Brewer (1999)'a göre disiplinlerarasılık, özellikle gerçek bir soruna yeni bir ışık tutma amacıyla pek çok farklı

uzmanlıktan gelen bilgilerin uygun bir birleşimini ifade etmektedir. Tüm dünyada yaşanan farklılaşma süreciyle yeni dünya algısı, bilimsel yöntem ve kavramlar açısından genişlemiştir. Bu durum, disiplinlerin birbirlerinden tamamen ayrılmış katı sınırlarını yumuşatmakta ve disiplinlerarası alanların oluşmasına sebebiyet vermektedir (Frodeman ve diğerleri, 2010, s.13). Newell vd. (2001)'ne göre doğa bilimleri, sosyal ve beşeri bilimler gibi alanlar karmaşık sistemler oluşturur ve doğaları gereği disiplinlerarası çalışmayı gerektirirler. Disiplinlerarası bir çalışma ilgili disiplinlerden aldığı içeriği daha kapsamlı bir anlayışla bütünleştirir (Newell ve diğerleri, 2001). Gerçek dünya bilgisinin disiplinlerarası doğası, okullarda verilen eğitim ve eğitim programlarının da bütünleştirilmesi fikrini önemli hale getirmektedir (Mulder, 2012).

Bütünleştirilmiş Eğitim

Bütünleştirilmiş eğitim; ortak bir tema, problem veya deneyim üzerinde çalışmak için birden fazla disiplini, yöntem ve içeriklerinin etkileşimi aracılığıyla bir araya getirip bütüncül şekilde sunan program yaklaşımıdır (Shoemaker 1989; Jacobs, 1989).

Etim (2005)'e göre eğitim programlarını bütünleştirme; öğrenci merkezli günlük yaşam problemleri etrafında oluşturulan temalara göre, dersler arasında, derslerin sınırlarını koruyarak bağlantılar kurmayı sağlayan pedagojik bir yaklaşımdır.

Bütünleşik eğitim fikri günlük yaşamda var olan bilgi ve sorunların birbirlerinden kopuk halde değil, iç içe geçmiş şekilde var olmasından ortaya çıkmıştır (Beane, 1993; Czerniak ve diğerleri, 1989). Farklı disiplinlerin bütünleştirildiği bir anlayış, günlük yaşama daha da yaklaştıracığından eğitim kalitesini artırarak yaratıcılık, eleştirel düşünme gibi üst düzey becerilerin geliştirilebileceği fırsatlar sağlar (Anderson, 2013; Sill, 1996;). Bütünleşik eğitim ortaya çıktığı ilk yıllarda tanımı, nasıl gerçekleştirilmesi gerektiği ve sınırları konusunda bir fikir birliği olmadığı için eğitimde karşılaşılan hemen her sorunun çözümü olarak görülmüştür (Kysilka, 1998). Ancak Loepp (1999)'e göre bütünleşik eğitim içeriği

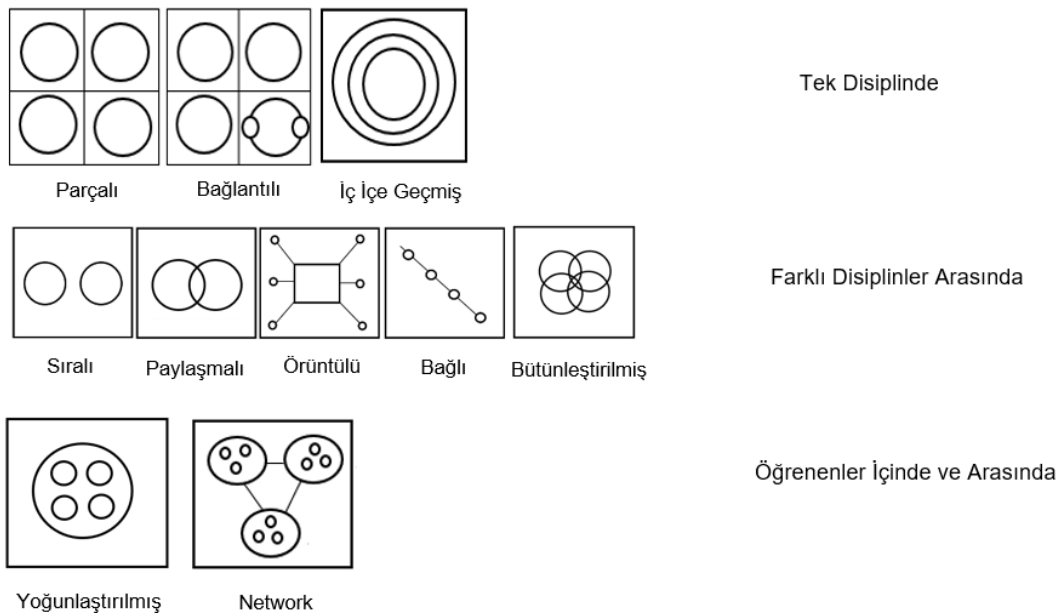
tasarımı ve kullanımı, hem öğretmenler hem de eğitim sistemi için bir reformdur; bu sebeple kolay değildir.

Bütünleştirilmiş bir eğitim tasarımı; öğrencileri gerçek dünyada var olan bilgiyi kendi ilgi ve ihtiyaçlarıyla doğrudan ilişkili etkinliklerle, öğretmenler ve diğer öğrencilerle işbirliği içinde, bir bütün halinde işlemeye teşvik etmelidir (Kysilka, 1998). Alanyazın incelendiğinde bütünleştirilmiş bir eğitimin nasıl ve ne seviyede yapılabileceği ile ilgili fikirleri belirtebilmek için farklı eğitim otoriteleri tarafından bütünlük eğitim tasarımı modelleri ortaya konduğu görülmektedir (Drake ve Burns, 2004; Fogarty, 1991; Jacobs, 1989; Kysilka, 1998; Loepp, 1999; Miller, 2005; Vars, 1991).

Fogarty (1991) bireylerin birbirine zıt ve uzak görünen durumların bir noktada birleşip yeni bir deneyim olarak ortaya çıkışını keşfetmeleri gerektiğini, bunun bütünleştirilmiş bir program içeriğiyle mümkün olabileceğini belirtmiş ve bütünlük eğitim tasarımı için kullanılabilecek 10 sürekli adımdan oluşan yollar tanımlamıştır. Gürkan ve Gökçe (1999) bu 10 modeli Türkçeye çevirmişlerdir. Şekil 1'de Fogarty (1991)'nin eğitim programlarını bütünlük için tanımladığı 10 model verilmiştir.

Şekil 1

Eğitim Programlarını Bütünlükten Yolları (Fogarty, 1991)



Parçalı Model. Bu model her bir bağımsız disiplinin ayrı ayrı sunulduğu geleneksel müfredatı temsil etmektedir. Fogarty (1991) bu modeli bir periskoptan bakıp her seferinde tek bir görüntü izlemeye benzetmiştir. Matematik, Fen Bilimleri, Sosyal Bilimler ve Edebiyat temel akademik alanlar olarak görülür ve bunlar arasındaki ilişkiler bütün olarak incelenmez. Her birinin kendine ait bağımsız konuları ve uygulanması gereken zaman dilimleri vardır.

Bağlantılı Model. Bu modelde birbirinden bağımsız disiplinlerin içeriğindeki küçük detayları birbirlerine bağlama, her bir disiplin arasında bağlantı kurma yöntemi temsil edilmektedir. Fogarty (1991) bu modeli bir opera dürbününden bakıp bütünün içindeki ayrıntı ve incelikleri görmeye benzetmiştir. Bu modelde dersler arasındaki bağlantılar farklı zamanlarda, konular, beceriler veya kavramlar arasında kurulabilir fakat bu bağlantıları öğrencilerin keşfetmesi değil; öğretmenin belirtmesi beklenir.

İç İçe Geçmiş Model. Bu modelde bir dersin kazanımlarının yanında, o dersin içerisinde barındırdığı farklı kavram ve becerilerin de edinilmesi amaçlanır. Fogarty (1991) bu modeli disiplinlere 3D bir gözlükle bakmaya benzetmiştir. İç içe geçmiş bir bütünleştirme yöntemi; bir konu üzerinde çalışırken konunun kendi içindeki farklı boyutlarıyla ve neden-sonuç ilişkisi kurma, yaratıcı düşünme gibi becerilerle de doğal bir etkileşim sağlayabilmeyi içerir.

Sıralı Model. Bu modelde dersler ve konular ayrı ayrı ele alınmasına rağmen aralarındaki bağlantıyı açığa çıkarıp etkileşim kurulacak şekilde yeniden tasarlanır ve sıralanırlar. Fogarty (1991) bu modeli disiplinlere, ayrı camların birbirine çerçeveye bağlandığı bir gözlükle bakmaya benzetmiştir. Sıralı modele göre hazırlanan müfredatta konuların sıralaması ders kitabından farklılaşarak diğer derslerle bağlantılı olan içeriklere paralel şekilde düzenlenir.

Paylaşmalı Model. Bu modelde iki farklı disiplin birleştirici bir temayla odaklanıp bağlantılı şekilde sunulur. Fogarty (1991) bu modeli, farklı programları odaklanmış tek görüntü şeklinde gösteren bir dürbüne benzetmiştir. Öğretmenlerden benzer konu ve beceriler bulunduran içerikleri birbirleriyle paylaşmaları beklenir.

Örüntülü Model. Örüntülü modele göre oluşturulan bir eğitim programında tüm disiplinlerin benzer bir özelliğini yakalayacak ortak tema belirlenir. Fogarty (1991) bu modeli teleskopla bakmaya benzetmiştir. Farklı disiplinlerdeki eğitimcilerin, bu modele göre program hazırlarken her bir disiplini kapsayabilecek, zengin bir tema seçmeleri gerekir.

Bağlı Model. Fogarty (1991) bu modeli, eğitim programına bir bütütle bakmaya benzetmiştir. Bu model sosyal, bilişsel, teknolojik beceriler ve çoklu zekâların birbirine bağlanmasıyla elde edilen ana fikirlerin içerik olarak kullanıldığı bir meta müfredat yaklaşımı sunar.

Bütünleştirilmiş Model. Fogarty (1991) bu modeli, eğitim programına bir kaleydoskopla bakmaya benzetmiştir. Bu modelde her bir alanın bazı temel özellikleri alınıp düzenlenerek disiplinlerarası yeni yapılar oluşturulur. Düzenlenen yeni disiplinlerarası konu ve kavramlar üst üste gelecek şekilde kaynaştırılır.

Yoğunlaştırılmış Model. Bu bütünleştirme modelinde, bir uzmanlık alanında yoğunlaşma vurgulanmaktadır. Fogarty (1991) bu modeli bir mikroskoptan bakmaya benzetmiştir. Bu modelde bütünleştirme, dışarıdan herhangi bir müdahale olmadan öğrenenlerin kendi aralarında gerçekleşmektedir. Öğrenenin kendi uzmanlık konusuyla farklı alanlar arasında kişisel ilişkileri fark edebilmesini içerir.

Network Model. Fogarty (1991) bu modeli farklı boyut ve odaklar oluşturan bir prizmadan bakmaya benzetmiştir. Öğrenenin kendi uzmanlık alanına göre öğrenme ağlarını genişletmesini içerir.

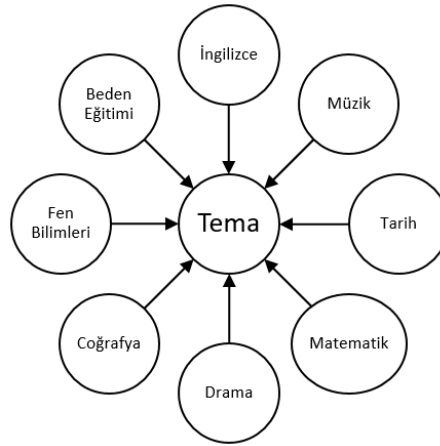
Fogarty (1991)'ye göre bütünleşik eğitim dinamik bir süreçtir ve her öğretmen bu süreçte kendi modelini oluşturmalıdır.

Drake ve Burns (2004) gözlemleri ve kişisel deneyimlerinden yola çıkarak eğitim programlarını bütünleştirmeye yönelik; multidisipliner (çok disiplinli), interdisipliner (disiplinlerarası) ve transdisipliner (disiplinler üstü) olmak üzere üç yaklaşım tanımlamışlardır.

Multidisipliner (Çok Disiplinli) Yaklaşım. Bu yaklaşımda her bir disiplinin standartları ortak bir tema çerçevesinde düzenlenir. Bu yaklaşımda disiplinlere odaklanılır, dersler arasında bağlantı kurulması hedeflense de her bir disiplin ayrı ve bağımsızdır. Şekil 2'de çok disiplinli bütünleştirme yaklaşım modeli verilmiştir.

Şekil 2

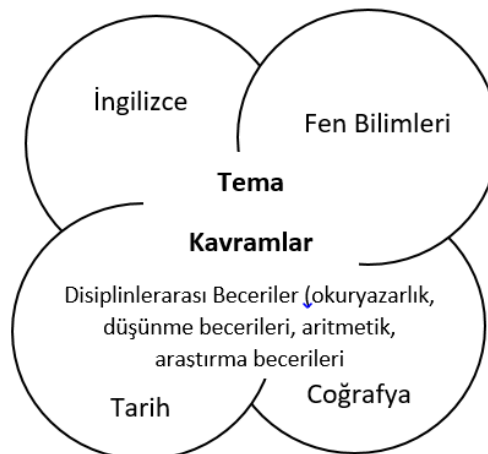
Çok Disiplinli Bütünleştirme Yaklaşımı Modeli (Drake ve Burns, 2004)



İnterdisipliner (Disiplinlerarası) Yaklaşım. Bu yaklaşımda eğitim farklı disiplinler arasında ortak öğrenmeler oluşturacak şekilde düzenlenir. Bu bütünleştirme yaklaşımında disiplinlerarası beceri ve kavramlar, disiplinlere göre daha ön plandadır. Şekil 3'te disiplinlerarası bütünleştirme yaklaşım modeli verilmiştir.

Şekil 3

Disiplinlerarası Bütünleştirme Yaklaşımı Modeli (Drake ve Burns, 2004)



Transdisipliner (Disiplinler Üstü) Yaklaşım. Bu yaklaşımda eğitim, Şekil 4'te görülebileceği gibi öğrencilerin soru ve endişeleri etrafında şekillenir. Öğrenciler disiplinlerarası becerileri edinirken dersin kendi içindeki konu ve kavramlarını da gerçek yaşamla ilişkilendirirler. Disiplinler üstü yaklaşımda eğitim, disiplinlerin konu sınırlarını aşar.

Şekil 4

Disiplinler Üstü Bütünleştirme Yaklaşımı Modeli (Drake ve Burns, 2004)



Eğitimde işbirlikçi ve yansıtıcı bir anlayışın benimsenmesi hem öğrencilerin sınıflardaki öğrenme içeriğini anlamlandırmalarını hem de öğrendikleri arasında tutarlılığı sağlaması açısından önemli hale gelmektedir. Eğitim sürecinde, farklı bağlamlar arasındaki etkileşimi destekleyecek şekilde disiplinleri bütünleştirme noktasında günümüz örneklerinden birisi de STEM yaklaşımıdır (Holmlund ve diğerleri, 2018).

STEM Eğitimi

STEM yaygın şekilde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinden biri veya daha fazlasına atıfta bulunmak için kullanılan bir kısaltmadır (McComas, 2014, s.112). STEM kavramı ilk olarak 1990'lı yıllarda, ABD Ulusal Bilim Vakfı (National Science Foundation, [NSF])'nin fen, matematik, mühendislik ve teknoloji alanları için "SMET" kısaltmasını kullanması ve daha sonra bu kısaltmanın "STEM" şeklinde düzenlenmesiyle, küresel rekabet için bir girişim olarak ortaya çıkmıştır (Breiner ve diğerleri, 2012; Sanders, 2009). Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde STEM hareketinin ortaya çıkışının dönüm

noktası olarak Sovyetler Birliği'nin Sputnik adlı uyduyu uzaya fırlatması olayı gösterilmektedir. Ancak ABD'nin ulusal refah ve güç ile bilimsel gelişme arasındaki ilişkinin farkında olması sebebiyle, bu bakımdan nitelikli iş gücünü artırmayı teşvik ve çabalarının bundan çok daha öncesine dayandığı bilinmektedir (Gonzalez ve Kuenzi, 2012). Tarihsel gelişim sürecinde STEM kavramı eğitsel açıdan tanımlanana kadar genellikle bütüncül bir yaklaşımdan yoksun, birbirinden bağımsız disiplinler halinde kabul görmüştür. Bu kabul biçimi STEM kavramının farklı gruplar tarafından, kendi alanları ve bakış açılarına göre farklı şekillerde tanımlanmasına yol açmıştır. Örneğin bazı kuruluşlarca sosyal bilimleri içine alan daha geniş bir tanım kabul edilirken kimileri de temel STEM disiplinlerini içine alan daha dar bir tanıma kullanmışlardır (Breiner ve diğerleri, 2012; Koonce ve diğerleri, 2011). Buna karşın STEM kavramı eğitsel literatüre girdiğinde daha önceki sabit fikirlerin aksine, disiplinlerin sınırlarını aşan uygulama ve öğrenme süreçleri olarak kabul görmeye başlamıştır (Moon ve Singer, 2012). Bugünkü haliyle STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğe yönelik akademik kavramların, gerçek hayatla ilişkili bağlamlarda sunulduğu disiplinlerarası bir yaklaşımdır (Tsupros ve diğerleri, 2009).

Bütünleşik STEM Eğitimi

STEM konularının bir girişim planı olmaktan öteye geçip eğitimde başarı ve istihdam için temel bir araç olarak görülmeye başlanmasıyla birlikte, STEM alanlarının ilişkilendirilmesi üzerine çalışmalar ve bütünleştirici bir STEM eğitimi kavramı ortaya çıkmıştır (Gelecek Nesil Fen Standartları [NGSS], 2013; Rennie ve diğerleri, 2012; Sanders, 2009;). Bütünleşik STEM eğitimi kavramı; iki veya daha fazla STEM alanını birbirlerine dâhil ederek aralarındaki öğretim ve öğrenim sürecini araştıran yaklaşımlar olarak tanımlanmaktadır (Sanders, 2009). Kelly ve Knowles (2016) bu yaklaşımla, tüm STEM disiplinleri ve uygulamalarının birbirine bağlanıp uyum içinde çalıştığı, bütünleşmiş bir model önermiştir. Her öğrenme deneyimi STEM disiplinlerinin tamamını içermese bile, uygulamalarla bu alanlar arasında kurulabilecek ilişkilerin farkında olunması gerekmektedir. Etkili bir STEM eğitim programından, öğrencileri iki ya da daha fazla disiplin arasında

yaratıcı ve üretken bağlantılar kurmaya teşvik etmesi beklenmelidir (English, 2016). Günümüzde bu anlayış çerçevesinde STEM eğitimi matematik, fen, teknoloji ve mühendislik disiplinlerinin içerik, hedef, yöntem ve kavramlarının, aralarındaki ilişki ve bağlantılar aracılığıyla bütünleştirilerek eğitime dâhil edilmesini içeren bir yaklaşım olarak kabul görmektedir (Akgündüz, 2019; Shaughnessy, 2013). STEM eğitimi öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki olumlu etkilerinin yanı sıra, sosyal beceriler ve 21. yy becerilerini geliştirme, çevreye ve sorunlarına karşı duyarlı olma gibi kazanımlar da sağlamaktadır (Becker ve Park, 2011; Bybee, 2010).

Roehrig ve ark. (2012) STEM eğitiminde bütünleştirmenin içerik entegrasyonu ve bağlam entegrasyonu olmak üzere iki farklı şekilde oluşturulabileceğini belirtmişlerdir. İçerik entegrasyonunda yöntem, birden fazla alanda büyük fikirleri alıp tek bir eğitim programı içeriğinde sunmaktır. Bu yöntemde bir öğretmenin bütünleştirdiği her alanın içerik bilgisi hakkında donanımlı olması gerekmektedir. Bağlam entegrasyonunda ise öncelikli olarak odaklanılan bir disiplinin içeriğini daha anlamlı hale getirmek için farklı disiplinlerden bağlamlar kullanılmaktadır.

Dayton Üniversitesi STEM merkezi, STEM eğitiminin amaç ve hedeflerini belirten ortak bir görüş benimsenmesi amacıyla bir vizyon geliştirmiştir. Dört performans düzeyinde, 10 bileşenden oluşan bu liste "STEM Eğitimi Kalite Çerçevesi" olarak ifade edilmiştir (Pinnell, ve diğerleri, 2013). Buna göre nitelikli STEM öğrenme deneyimleri;

- Farklı akademik geçmişleri olan öğrencilerin ilgilerini çekip zihinlerini meşgul edebilecek potansiyelindedir,
- Öğrencilerin her bir STEM disiplinine ait bilgi ve becerileri bütünleştirebilmelerine yardımcı olabilecek düzeyde tasarlanmıştır,
- Öğrencilerin STEM alanlarından gelen bilgi ve becerilerle STEM dışı disiplinlerin akademik standartları arasında bağlantı kurmalarına yardımcı olur,
- Bir bütünlük içerisindedir; içerik bakımından öğretim standartları ve hedeflerine bağlıdır,
- Öğrencilerin sorgulama, problem çözme, yaratıcı düşünme gibi becerilerini geliştirebilecek süreçler içerir,

- Öğrencilere STEM mesleklerini tanıyıp fikir geliştirmelerini sağlayacak öğrenme ortamları sağlar,
- Öğrencilerin başkalarıyla işbirliği içinde çalışırken bireysel sorumluluk da almalarını gerektiren süreçler içerir,
- Çok yönlü bir değerlendirme gerektirir; öğrenci kazanımları performansa dayalı görevler içerisinde gözlemlenerek değerlendirilir,
- Öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinin temelinde olan araştırma, geliştirme, test etme, iyileştirme, beyin fırtınası gibi becerileri göstermesini gerektirir,
- Bilgisayar, hesap makinesi, mikroskop, cetvel gibi farklı ve birden fazla teknolojiyi kullanım deneyimi sağlar.

STEM ve Matematik Eğitimi

İçinde yaşadığı dünyayı anlayan bireyler yetiştirmek STEM eğitiminin temel amaçlarından biridir. Matematik dünyada yaşanan durumları deneyimleyerek anlamak, tahminlerde bulunmak ve yorumlamaya olanak sağlayan bir disiplindir. Bu nedenle STEM eğitimi içerisinde matematiğin önemli bir rolünün olduğu görülmektedir (Maass ve diğerleri, 2019). STEM öğrenme ortamlarında matematiği hem diğer disiplinleri destekleyici bir araç hem de tek başına ulaşılmaması hedeflenen bir amaç olarak kullanmak mümkündür (Fitzallen, 2015). Shaughnessy (2013)'ye göre kayda değer matematik bilgisi içeren bir problem, herhangi bir STEM etkinliğinde olması gereken bileşenlerden biridir. Alanyazın incelendiğinde STEM eğitiminin matematik becerilerini geliştirmek için bir bağlam (Alfieri ve diğerleri, 2015; He ve diğerleri, 2021; Park ve diğerleri, 2018) veya disiplinlerarası bir yaklaşımla tüm STEM disiplinleri arasında bir köprü (English, 2015; Geiger ve diğerleri, 2018; Maass ve diğerleri, 2019) olarak işe koşulduğu çalışmalara rastlanmaktadır. Bu çalışmalarda STEM ve matematik eğitiminin ilişkilendirilmesinde probleme dayalı öğrenme, matematiksel modelleme, proje tabanlı öğretim, mühendislik tasarımı gibi yaklaşımların önerilip kullanıldığı görülmektedir.

Probleme Dayalı Öğrenme. Temelleri tıp eğitimine dayanan probleme dayalı öğrenme yaklaşımı, daha sonraları öğrencileri öğrenme sürecine aktif olarak dahil edebilecek bir yöntem olarak her seviyeden sınıf ortamında kullanılmaya başlanmıştır

(Hung, 2011; Schmidt ve diğeri, 2011; Wood, 2003). Yapılandırmacı yaklaşımın önemli bir uygulaması olarak kabul edilen probleme dayalı öğrenmede öğrenciler, tek bir doğru cevabı bulunmayan gerçek dünya problemlerinin çözümlerine ulaşmak için işbirliği içinde çalışırlar. Çalışma esnasında öğretmen ve diğer öğrenciler kişinin kendi bildiklerinin sınırlarını genişleten bir iskele görevi görmektedirler (Hmelo-Silver, 2004). Bu yaklaşımda konuya ait kazanımlar, problemi çözebilmek için edinilmesi gereken temel bilgilerdir (Sage, 1996).

Proje Tabanlı Öğretim. Proje tabanlı öğrenme; öğrencilerin özgün ve genellikle disiplinlerarası bir problemi çözmek için işbirliği içinde çalıştıkları bir yaklaşımdır (Krajcik ve Blumenfeld, 2006; Solomon, 2003). Probleme dayalı öğrenmede olduğu gibi öğrenme aracı deneyimlerdir. Öğrenciler problemi çözmeye sürecinde farklı kaynaklardan bilgiler toplayıp analiz ederken öğretmen rehberlik eder (Kokotsaki ve Wiggins, 2016). Süreç sonunda öğrenciler, çözüm için edindikleri bilgileri sentezleyip sergilerler (Solomon, 2003). Bu yaklaşımın probleme dayalı öğrenmeden temel farkı, süreç yerine sonuç odaklı olması; süreç sonunda bir ürün ortaya konulmasıdır (Blumenfeld ve diğeri, 1991).

Matematiksel Modelleme. Matematiksel modelleme gerçek hayatta var olan durumları ve bu durumları meydana getiren anahtar kavramlar arasındaki ilişkileri göz önünde bulundurarak problemler oluşturmayı, daha sonra bu problemleri anlamlandırabilmek amacıyla matematiksel bir formülasyon haline getirerek cevaplar bulmayı içeren bir yaklaşımdır (Lesh ve Doerr, 2003; Pollak, 2007). Quarteroni (2009)'ye göre matematiksel modelleme, gerçek dünyanın içindeki etkileşim ve dinamikleri matematik yoluyla açıklamayı amaçlar. Modelleme sürecinde problemlerin çözümlerine, matematikteki bazı sembol ve gösterimlerden (formüller, grafikler vb.) yararlanılarak matematikselleştirilmesi; yani modellenmesiyle ulaşılır (Crouch ve Haines, 2004). Bir matematiksel modelleme süreci tipik olarak; problemi anlama, inşa etme, basitleştirme, matematikleştirme ve çözüm üzerinde matematiksel olarak çalışma şeklinde döngüsel olarak ilerlemektedir (Blum ve Leiß, 2007, s.225). English (2016) modellemenin, 21. yüzyıl problemlerini matematik dersine entegre etmek için iyi bir araç olduğunu belirtmiştir.

Modelleme için kurulan problemler günlük hayatta var oldukları için disiplinlerarasıdır. Bu özelliğiyle modelleme, matematiğin STEM eğitimi içerisindeki varlığını kuvvetlendirmektedir (Maass ve diğerleri, 2019).

Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Eğitimi. Mühendislik tasarım döngüsü STEM disiplinleri arasındaki engelleri kaldırarak fen, teknoloji, matematik ve mühendisliğin sınırlarını gerçek dünya bağlamında bütünleştirme çabasıyla ortaya çıkmıştır (Brophy ve diğerleri, 2008; Roehrig ve diğerleri, 2012). Matematik eğitimi açısından bakıldığında mühendislik ve matematik arasında karşılıklı bir ilişki olduğu görülebilmektedir. Mühendisler matematiği verilerini tanımlamak ve analiz etmek için kullanırken matematikçiler ve matematik eğitimcileri mühendisliğin ürünlerini kullanırlar (NAE ve NRC, 2009). Matematiğe yönelik soyut bilgi ve kavramlar mühendislik tasarım döngüsü ile iç içe sunulduğunda daha anlamlı hale gelmektedir (Roehrig ve diğerleri, 2012). Berry ve ark. (2010) Matematik ve mühendislik arasında güçlü bir müfredat bağlantısı olduğu ve matematiğin her seviyede gerekli olması sebebiyle mühendislik için uygun bir bağlam olduğunu belirtmişlerdir.

STEM Eğitiminde Mühendislik Entegrasyonu. STEM eğitim ortamlarında mühendislik tasarımı ilişkisine ilgi artış göstermektedir (Li ve diğerleri, 2019). Bybee (2010) STEM eğitiminin, yenilik ve problem çözmeyle doğrudan ilgisi olan mühendislik hakkında bilgi içermesi ve mühendislik tasarım süreci ile öğrencilerde bazı becerilerin gelişmesine katkı sağlaması gerektirdiğini belirtmiştir. Mühendislik, doğası gereği STEM disiplinlerinin somutlaştırılması ve bütünleştirilmesinde köprü görevi gören bir disiplindir (Moore ve diğerleri, 2014; Purzer ve Quintana-Cifuentes, 2019). Fantz vd. (2011) mühendisliğin bütünleştirici ve uygulamaya dönük yapısı sayesinde, matematik ve fen bilimlerinde öğrenciler için soyut olan kavramları hayata geçirmek için eğlenceli bir aracı olduğunu belirtmişlerdir. Mühendisliği STEM öğretimiyle bütünleştiren bir uygulama; mühendislik bağlamının, öğrencilerin bilimsel ve matematiksel içeriğin sınırlarını aşmalarını gerektiren gerçekçi problemleri çözmeleri için motive edici olarak kullanılmasını gerektirir. Mühendislik bu yaklaşımla ele alındığında STEM eğitimi için bir gerçek dünya bağlamı sağlamaktadır.

Mühendislik eğitim seviyelerine entegre edildiğinde öğrencilere gerçek birer mühendis gibi yaklaşılmaz fakat gerçek bir mühendisin tasarım sürecinde uyguladığı adımları gerçekleştirmeleri beklenir (Moore ve diğerleri, 2014).

NAE ve NRC (2009) K-12 seviyesinde mühendislik eğitiminde olması gereken üç genel ilkeyi vurgulamışlardır:

- Mühendislik eğitimi mühendislik tasarım döngüsünü desteklemeli ve vurgulamalıdır.
- Mühendislik eğitimi gelişimsel açıdan uygun matematik, fen ve teknoloji bilgi ve becerilerini içermelidir.
- Mühendislik eğitimi, yaratıcılık, iletişim, işbirliği, etik gibi mühendislik alışkanlıklarını teşvik edici olmalıdır.

Mühendislik Tasarım Süreci

Mühendislik tasarım döngüsü bir problemi çözerken mühendislere rehber olan adımlar dizisidir (Dym, 1999). Mühendislik tasarım süreci tıpkı bilimsel araştırma sürecinde olduğu gibi kanıta dayalı bir bilgiyi inşa etme amacı gütmektedir. Dolayısıyla özünde merak ve yaratıcılığa dayanmaktadır (Stroud ve Baines, 2019). Ancak mühendislik tasarım sürecinde tek bir doğru çözüm yoktur, asıl hedef en uygun tasarıma ulaşmaktır. Bu amaçla çözüm için olası yaklaşımlar üretilir, bu yaklaşımlardan en uygun olanını seçebilmek için bilimsel, mühendislik ve matematik analizleri yapılır ve karar verilir (Fantz ve diğerleri, 2011). Tasarım için en uygun çözümün seçilmesinde yalnızca teknik analizler değil, kişisel tercihler de etkilidir (ITEA, 2000). Asimov (1962) bir mühendislik tasarımının fiziksel olarak gerçekleştirilebilir ve ekonomik olması, tasarlanıp üretilebilmesi için uygun kaynakları barındırması gerektiğini belirtmiştir. Bu özellikler K-12 seviyesinde yapılan bütünleşik mühendislik tasarım aktiviteleri için de geçerlidir.

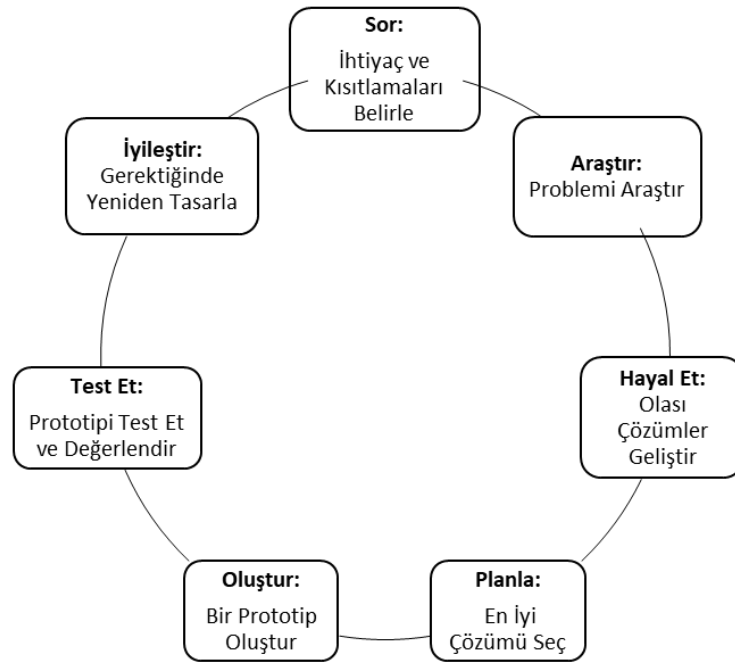
Mühendislik tasarımı; **amaçlı** bir süreçtir, tasarımın amacı belirli **ölçütler** çerçevesinde şekillendirilir. Tasarım döngüsünün adım adım, doğrusal bir ilerleyişi yoktur;

yinelemeli ve **sistemantik** bir süreçtir. Problemin çözümü için adımlar gerektiğinde tekrarlanır, başarısızlıklar yeni çözümler doğurur ve en iyi çözümlere ulaşılır. Tasarım sürecinde bireysellikten çok işbirlikçi bir düzen söz konusudur (ITEA, 2000).

Alanyazında farklı araştırmacılar tarafından tanımlanmış, farklı mühendislik tasarım döngüleri bulunmaktadır. Ancak ortak olarak hepsi bir problemin çözümüne ulaştıran sistemantik bir süreci ifade etmektedir. Şekil 5'te verilen ITEA (2000)'nin tanımladığı mühendislik tasarım döngüsü 7 adımdan oluşurken Şekil 6 'da verilen Hynes ve ark. (2011) tanımladığı döngü, doğrusal olmadıkları vurgulanan 9 basamaktan oluşmaktadır.

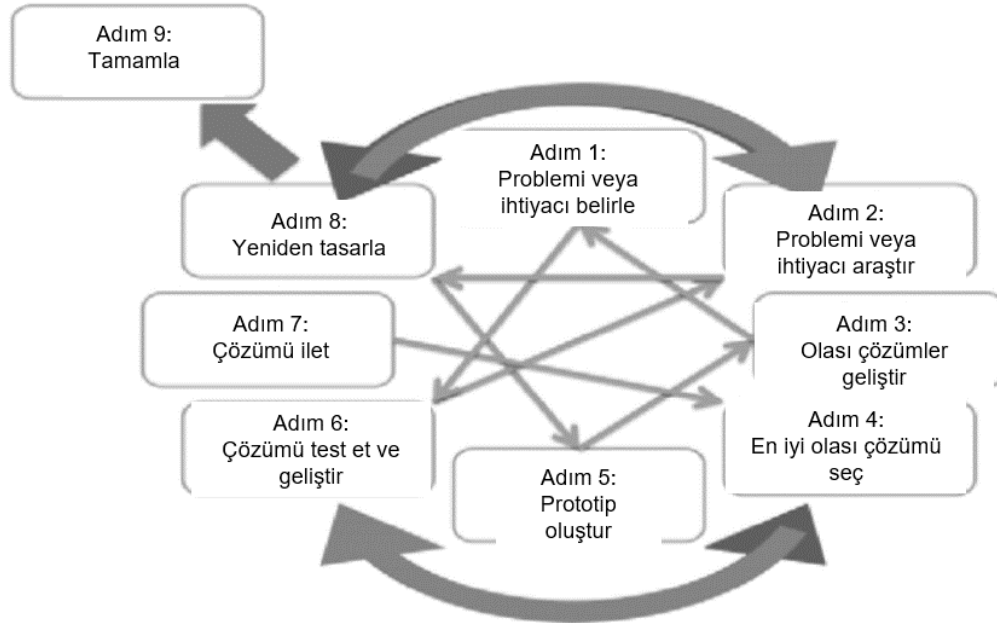
Şekil 5

Mühendislik Tasarım Döngüsü (ITEA, 2000)



Şekil 6

Mühendislik Tasarım Döngüsü (Hynes vd., 2011)



Tipik bir mühendislik tasarım sürecinde problem tanımlanır, çözümler araştırılır, çözümler test edilir ve gerektiğinde tekrarlanır, süreç sonunda en uygun çözüme karar verilir (Berland ve diğerleri, 2014).

Problemi Tanımlama. Bu aşamada problem bir mühendislik tasarım zorluğunu içermektedir. Öğrenciler problemi ele alırken neler bildiklerini ve neler bilmeleri gerektiğini belirlerler (Wendell ve diğerleri, 2010). Mühendislik tasarım problemi genellikle hayatın içinden bir konuda ve tasarım sürecine katılım sağlayacak öğrencilerin seviyelerine göre belirlenmektedir. Bu durum öğrencilere bu aşamada problemi kendi öğrenmeleri bağlamında tanımlama imkânı vermektedir (Moore ve diğerleri, 2014). Bu nedenle öğrencilerin problemin içerdiği ölçüt ve kısıtlamaları net bir şekilde belirleyip gerçekte ne anlattığını detaylı şekilde incelemeleri gerekmektedir. Bunu yaparken problemi özetleyebilir, problem içindeki ince ayrıntıların üzerinde durabilir, problemin çerçevesini kendi cümleleriyle ifade ederek yeniden belirleyebilirler (Atman ve diğerleri, 2007; Koehler ve diğerleri, 2005; NGSS, 2013).

Çözümleri Araştırma ve Test Etme. Bu aşama öğrencilerin mühendislik tasarım problemini başarılı bir şekilde çözülebilmesine imkân sağlayacak olası çözümler çözümleri araştırmalarını içerir (Wendell ve diğerleri, 2010). Öğrencilerin problemle karşılaştıktan sonra çözüm bulmak için acele etmek yerine, geniş kapsamlı araştırmalar yapıp veri toplamaları gerekmektedir (Hynes ve diğerleri, 2011). Öğrenciler bu aşamada çözüm ararken yeni bilgi ve deneyimler edinebilirler. Burada buldukları olası çözümleri birleştirerek yeni çözümler elde etmeleri de mümkündür. Çözümlerin etkililiğini belirlemek için sistematik şekilde testler uygularlar. Bu aşamanın sonucunda çözüm için bir prototip geliştirilebilir (Atman ve diğerleri, 2007).

En Uygun Çözüme Karar Verme. Bu aşamada öğrenciler süreç boyunca yaptıkları deneme ve testlerden elde ettikleri sonuçları göz önünde bulundurarak tasarım için en uygun olduğunu düşündükleri seçime karar verirler (Wendell ve diğerleri, 2010). Bu noktada eğer tasarım çalışmazsa tasarımı revize edebilir veya yeniden tasarlayabilirler (Koehler ve diğerleri, 2005). Tasarım başarılıysa çözüm sunulur, problemin ölçüt ve kısıtlarını karşılama durumu tartışılır. Alternatif çözümler karşılaştırılır ve mevcut çözüm farklı durumlara genellenir (Atman ve diğerleri, 2007).

NGSS (NGSS Lead States, 2013) anaokulundan 12. sınıfa kadar sınıf seviyelerinde ayrı standartlar içeren, üç bileşenli mühendislik tasarım döngüsü önermiştir. Bu döngünün üç temel bileşeni 1) Problemin tanımlanması ve sınırlandırılması, 2) Probleme yönelik çözümlerin tasarlanması, 3) Çözümün en uygun hale getirilmesi olarak belirlenmiştir. Mühendislik tasarım döngüsünün düzeylere göre kapsadığı standartlar aşağıda verilmiştir.

K-2. Küçük sınıf seviyelerinde mühendislik tasarımı çocuklara belirli problemler sunar. Bu problemler insanların çözüm bulmak istediği bazı basit durumlardır. Bu dönemde çözüm üretmek için somut araç gereç gibi fiziksel veya görsel temsiller kullanılabilir. Tasarım döngüsünün bu seviyedeki uygulaması yaratıcı fikirler üretmekten çok, bir ihtiyacı en iyi karşılayan fikri bulmaya yöneliktir (NGSS Lead States, 2013).

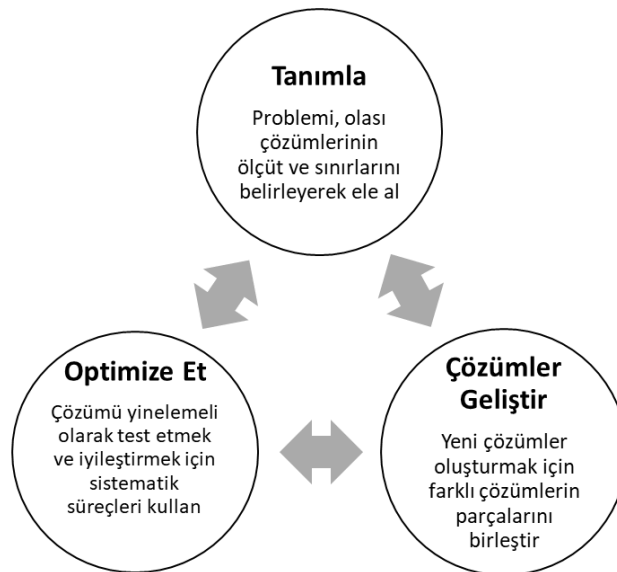
3-5. Sınıflar. Bu seviyelerde mühendislik tasarımının sunduğu problemler daha resmidir. Öğrencilerden bir problemin çözümünün karşılaması gereken ölçüt ve

kısıtlamaları tanımlamaları beklenir. Öğrenciler problemin çözümü için birden fazla durumu inceleyip değerlendirirler. Olası çözümleri yinelemeli olarak test etme ve hatalardan ders çıkarma bu düzeyden itibaren gelişmektedir (NGSS Lead States, 2013).

6-8. Sınıflar. Ortaokul düzeyinde mühendislik tasarımı öğrencilerden yalnızca problemin değil, olası çözümlerinin de sınırlarını belirlemelerini bekler. Öğrenciler sınırlarını belirledikleri her olası çözümü değerlendirerek birleştirebilir, bunları yeni çözümler elde etmek için kullanabilirler. Öğrencilerden problemin sınırlarını en iyi karşılayan tasarıma ulaşabilmek için çözümleri sürekli olarak test, revize ve optimize etmeleri beklenir. Şekil 7’de ortaokul seviyeleri için önerilen mühendislik tasarım döngüsü verilmiştir (NGSS Lead States, 2013).

Şekil 7

6-8. Sınıf Düzeylerinde Mühendislik Tasarım Döngüsü (NGSS Lead States, 2013)



9-12. Sınıflar. Lise düzeylerinde mühendislik tasarımı öğrencileri daha karmaşık problemlere maruz bırakacak şekilde tasarlanmıştır. Bu problemler sosyal ve küresel öneme sahip konuları içerir. Öğrencilerden bu tür büyük bir problemi, ayrı ayrı çözülmesi gereken daha küçük problemlere ayırmaları beklenir. Öğrenciler farklı çözümleri karşılaştırmak için nicel ölçümler yapma, bilgisayar simülasyonları kullanma ve

çözümlerinin çevresel etkilerini değerlendirme gibi işlemler yaparlar. Ayrıca bu düzeyde yaratıcı çözümlere önem verilir (NGSS Lead States, 2013).

Oran ve Orantı

Oran ve Orantı, matematik ve diğer birçok bilgi alanında önemli kavramlardır (Abdounur, 2002; Cai ve Sun, 2002; Hart, 1988). Oran kavramı herhangi iki niceliği, birinin diğerine bölünmesi veya diğerleriyle çarpılmasıyla hesaplayarak karşılaştıran bir ilişkiyi ifade etmektedir (Ben-Chaim vd., 2012; Lamon, 2020). Oran, iki nicelik arasındaki çarpımsal ilişkilerin sayısallaştırılarak sunulmasıdır (Argün ve diğerleri, 2014; Cai ve Sun, 2002). Matematiksel olarak $K = \{(a,b) \in \mathbb{R} \times \mathbb{R} : b \neq 0 \text{ veya } a \neq 0\}$ kümesinin her bir elemanına oran denmektedir (Argün ve diğerleri, 2014).

Oran genellikle gerçek hayatta var olan durumları ifade eden bir kavramdır. Örneğin; bir kolyedeki kırmızı boncukların beyaz boncuklara oranı a/b olarak verildiğinde bu oran; 1) her a kadar kırmızı boncuk için b kadar beyaz boncuk, 2) her $a+b$ boncuk için a kadar kırmızı ve b kadar beyaz boncuk, 3) tüm boncukların $a/a+b$ 'sinin kırmızı ve $b/a+b$ 'sinin beyaz, 4) kırmızı boncukların beyaz boncuk sayısının a/b 'si, 5) beyaz boncukların kırmızı boncuk sayısının b/a 'sı kadar olduğunu ifade etmektedir (Ben-Chaim vd., 2012). Günlük hayatta ve diğer disiplinlerde sıklıkla kullanılan nüfus yoğunluğu, ölçek, hız, ivme, güç, kâr-zarar, benzin tüketimi gibi kavramlar oran içermekte ve oranla açıklanabilmektedir (Ben-Chaim vd., 2012; Lamon, 2020).

Orantı kavramı iki veya daha çok oranın eşit olma durumunu ifade etmektedir (Argün ve diğerleri, 2014; Ben-Chaim vd., 2012). Matematiksel olarak; " *a/b oranı c/d oranına bağıntılı olması için gerek ve yeter şart $a/b=c/d$ olmasıdır*" bağıntısı, orantılı olma bağıntısını vermektedir. Orantısal akıl yürütme ise oranların eşitliğinin ötesinde, birbirine bağlı niceliklerin değişimlerini inceleyip karşılıklı etkilerini açıklama ve muhakeme etmeye dayalı bir beceri olarak tanımlamaktadır (Lamon, 2020). Orantısal akıl yürütme becerisine sahip olma; orantılı durum ve uygulamaları anlayıp kavramsallaştırmak, buna paralel olarak da

matematik farkındalığını artırmak için bir ön koşuldur (Ben-Chaim ve diğerleri; Cai ve Sun, 2002; Lamon, 2020).

İlgili Araştırmalar

Bu bölümde STEM eğitiminde Mühendislik Tasarım Döngüsü kullanımıyla ilgili alanyazında bulunan çalışmalara yer verilmiştir. İncelenen çalışmalara Scopus, Web of Science, ERIC, ProQuest, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve Google Scholar veri tabanlarından “mühendislik tasarım döngüsü”, “engineering design process”, “K-12 education”, “bütünleşik STEM eğitimi ve “integrated STEM education” anahtar kelimeleri aratılarak erişilmiştir. Erişilen çalışmaların 52’sinin fen bilimleri eğitimi, 26’sının okul öncesi eğitimi, 20’sinin matematik eğitimi, 6’sının bilişim ve teknoloji eğitimi alanlarında; 17 tanesinin ise fen, teknoloji, matematik, mühendislik karma olarak okul dışı bağlamlarda yürütüldüğü görülmüştür. Bu çalışmaların fen eğitiminde yoğunlaşmasına karşın matematik eğitiminde daha sınırlı olduğu görülmektedir.

Göktepe Yıldız (2019) çalışmasında ortaokul öğrencilerine uygulanan mühendislik tasarım etkinliklerinin, uzamsal yetenek ve 3 boyutlu düşünme becerilerine etkilerini araştırmıştır. Çalışmada bir devlet okulunda öğrenim görmekte olan 75 sekizinci sınıf öğrencisi ile 2’şer saat süreyle bilgisayar destekli, somut materyal ve serbest matematik uygulamaları içeren 3 modülden oluşan mini tasarım etkinlikleri uygulanmıştır. Araştırmanın verileri araştırmacı tarafından geliştirilen Uzamsal Yetenek ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Testleri, Matematik Öğrenme Yaklaşımları Ölçeği ve ile toplanmıştır. Araştırma sonucunda tasarım temelli matematik uygulamalarının, 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri ve 3 boyutlu geometrik düşünme becerilerini anlamlı şekilde geliştirdiği görülmüştür.

Şimşek (2020) çalışmasında mühendislik tasarımı içeren matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme becerilerine etkisini araştırmıştır. Araştırmanın katılımcılarını bir devlet okulunda öğrenim gören 15 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmuştur.

Araştırmanın veri toplama araçlarını problem çözme testi, öğrenci tasarımları, çalışma kâğıtları ve etkinlik kayıt defteri, tasarım değerlendirme rubrikleri oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında araştırmacı tarafından geliştirilen 4 tasarım etkinliği, 4 hafta süresinde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda her grubun problem çözme testi puanlarında artış görüldüğü, problem çözme süreç ve becerilerinde gelişimler gözlemlendiği belirtilmiştir. Ayrıca öğrencilerin mühendislik temelli matematik etkinliklerinden keyif aldıkları, etkinliklerde mühendislik tasarım döngüsünü kullanmanın problem çözme sürecini kolaylaştırdığını belirttikleri görülmüştür.

Berk (2020) çalışmasında; gerçek yaşam problemleri bağlamında geliştirilen, DMÖN (Dinamik Matematik Öğrenme Nesnesi) ve STEM destekli matematik derslerinin öğrencilerin oran-orantı ve yüzdeler konusundaki başarılarına, STEM'e yönelik tutumlarına ve bilgisayarca düşünme becerilerine etkisini ve uygulamaya yönelik öğrenci görüşlerini araştırmıştır. Araştırmanın örneklemini iki ortaokulda yedinci sınıfa devam eden 89 tane öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmanın verileri başarı testi, STEM'e yönelik tutum ölçeği, bilgisayarca düşünme becerileri ölçeği ve öğrenme günlüğü ile toplanmıştır. Araştırmacı çalışma kapsamında, gerçek hayat problemlerine yönelik oluşturulan 3 tasarım uygulaması yapmıştır. Araştırma sonucunda yapılan uygulamanın matematik başarısı, STEM'e yönelik tutum ve bilgisayarca düşünme becerisine olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Şen (2018) çalışmasında mühendislik tasarım içeren bütünlük STEM etkinlikleri uygulaması sırasında kullanılan STEM becerilerini araştırmıştır. Bu amaç doğrultusunda 7. Sınıfa devam üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerle 10 hafta boyunca etkinlik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Araştırma verileri bireysel ve odak grup görüşmeleri, gözlem, etkinlik dokümanları kullanılarak toplanmıştır. Araştırma sonucunda yapılan uygulamanın katılımcı öğrencilerin akıl yürütme, problem çözme, ilişkilendirme, mühendislik gibi STEM becerilerini ortaya çıkardığı görülmüştür. Ayrıca uygulama sonucunda öğrencilerin STEM disiplinlerini birbirleriyle ilişkilendirdikleri ve ilgilerinin arttığı belirtilmiştir.

Güler vd. (2019) Model Oluşturma Etkinlikleri sırasında ortaya çıkan mühendislik becerilerini araştırmışlardır. Bu amaç doğrultusunda araştırmacılar tarafından; 3D yazıcıların kullanıldığı, mühendislik tasarım döngüsünü içeren, matematik ve geometri bilgisini kullanmayı gerektiren Model Oluşturma Etkinlikleri geliştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet üniversitesinde, İlköğretim Matematik Öğretmenliği bölümü 2. sınıfta öğrenim gören sekiz öğretmen adayı oluşturmuştur. Araştırmanın veri toplama araçlarını bireysel görüşmeler, video kayıtları ve uygulamada oluşturulan modeller oluşturmaktadır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının tasarım, modelleme ve model oluşturmada mühendislik becerilerini kullandıkları ve Model Oluşturma Etkinliklerinin öğretmen adaylarının teknolojiye yönelik ilgi ve motivasyonlarını olumlu etkilediği bulgularına ulaşılmıştır.

Öztürk ve Çınar (2022) mühendislik tasarım bağlamı içeren bir STEM eğitiminin, okul öncesi öğrencilerinin problem çözme becerisine etkisini araştırmışlardır. Araştırma kapsamında MEB kazanımları, okul öncesi öğrencilerinin gelişim alanları ve okul öncesi öğrenciler için geliştirilen mühendislik tasarım döngüsü dikkate alınarak 8 etkinlik tasarlanmıştır. Çalışmanın katılımcılarını bir devlet okulunun anasınıfında görev yapmakta olan iki öğretmen ve öğrencileri ile velileri oluşturmuştur. Araştırma verileri Problem Çözme Becerisi Ölçeği ve yarı yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda mühendislik tasarım sürecine dayalı STEM eğitiminin, öğrencilerin problem çözme becerisine olumlu etkisinin olduğu görülmüştür. Ayrıca eğitim sürecinin öğrencilerin iletişim becerileri, problemlere yaklaşımları, küçük kas gelişimi gibi durumlara olumlu etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

Alfieri vd. (2015) çalışmalarında; bir robot matematik etkinliği bağlamında matematiksel düşünmenin gelişimini incelemişlerdir. Araştırmanın örneklemini ABD'deki farklı okullarda okuyan 116 6-8. Sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında bir robotu 3D su ortamında gezinmeye programlamak için orantılı akıl yürütme becerilerini kullanmalarını gerektiren interaktif bir simülatör oyunu tasarlamışlar ve 1 haftalık süreçte

uygulamışlardır. Araştırma sonucunda öğrencilerin orantısal akıl yürütme becerilerinin yanı sıra robotiğe olan ilgilerinin de arttığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Pugalenti (2019), bütünleşik STEM eğitime yeniden kavramsallaştırılmış bir yaklaşım önermek amacıyla yürüttüğü çalışmada mühendislik tasarım bağlamını kullanmıştır. Yedinci sınıf öğrencileriyle gerçekleştirdiği çalışmada; açılar, paralel doğrular ve 3 boyutlu cisimler kavramlarını anlamaya motive etmek için bir konut topluluğu tasarlama görevini uygulamıştır. Araştırma verileri öğrenci çalışma kâğıtları, video/ses kayıtları ve grup görüşmeleriyle toplanmıştır. Çalışma sonunda öğrencilerin açıları, paralel doğruları ve mühendislik düşüncesini anlamalarında bir gelişme olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra, uygulanan mühendislik temelli matematiksel öğretim etkinliklerinin konular arası ilişkiler kurma, etik düşüncüyü ve iletişimi geliştirme gibi becerileri ortaya çıkardığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Park vd. (2018) mühendislik tasarımı uygulamaları içeren bir STEM etkinliği bağlamında küçük çocukların hacim kavramını nasıl anlayıp uyguladıklarını araştırmışlardır. ABD'de bir şehirde bulunan bir devlet ilkokulundan, 6-7 yaş aralığında üç çocukla yürütülen çalışma 1 hafta ısınma ve 1 hafta tekne yapımı deneyimi olacak şekilde 2 hafta sürmüştür. Araştırmacılar bu çalışma için, öğrencilerin mühendislik problemlerini tanımlamasına, çözümler tasarlamasına ve en büyük hacme sahip bir kilden tekne oluşturmak için tasarım çözümünü optimize etmelerine imkân tanıyan oyun tabanlı ve uygulamalı bir STEM etkinliği geliştirmişlerdir. Araştırmanın verileri bireysel görüşmeler, tekne tasarımlarının fotokopileri ve gözlem notları ile toplanmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin hacim kavramını anlayışlarının geliştiği, bu anlayış ve probleme yaklaşma biçimlerinin yaşantılarıyla ilişkili olarak değişim gösterdiği bulgularına ulaşılmıştır.

Maiorca (2016) bir okul sonrası bütünleşik STEM programının, programa katılan dördüncü ve beşinci sınıf öğrencilerinin matematikle ilgili inançlarına etkisini araştırmıştır. Bu amaçla 24 katılımcıyla, 6 haftalık bir sürede, 6 adet mühendislik tasarım döngüsü içeren model oluşturma etkinliklerinin kullanıldığı uygulama süreci gerçekleştirmiştir. Araştırma

verileri anket, gözlem ve odak grup görüşmeleri aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda katılımcıların matematiğin doğası ve matematik öğrenimine yönelik inançlarında bazı değişiklikler olduğu görülmüştür. Ayrıca araştırmacı uygulama sonunda bazı katılımcıların; mühendisler gibi problem çözerken matematik öğrenebileceklerini ifade ettiklerini, matematiğin eğlenceli olduğunu düşündüklerini ve matematiğin sadece kâğıt üzerindeki problemleri çözmekten daha fazlası olduğunu anladıklarını ifade ettiklerini belirtmiştir.

English ve King (2015) mühendislik tasarım döngüsünü ilkökul müfredatına dahil ettikleri bir araştırma gerçekleştirmişlerdir. 3 özel okulda 4. Sınıfa devam eden 65 öğrenciyle yürüttükleri çalışmada öğrencileri bir havacılık problemi aracılığıyla mühendislik tasarım sürecine dahil etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın veri toplama araçlarını odak grupların ve sınıf tartışmalarının video kayıtları, öğrenci çalışma kitapları ve ortaya konan tasarımlar oluşturmuştur. Araştırma sonucunda öğrencilerin tasarım süreci boyunca matematik ve fen bilgilerini etkin şekilde kullandıkları bulgusuna ulaşmışlardır.

Rogers ve Portsmore (2004) mühendisliği K-12 düzeylerine entegre etmek amacıyla geliştirdikleri LEGO/ROBOLAB araç setinin etkilerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda araç setinin her sınıf seviyesi için mühendislik tasarımının matematik ve fen bilimlerine yönelik içerik ve kavramların geliştirilmesinde önemli rol oynadığı görülmüştür. Ayrıca bu araç setiyle uygulanan öğretim sürecinde öğrencilerin derse daha ilgili, istekli ve grup çalışmasına daha yatkın davranışlar sergiledikleri belirtilmiştir. Bunun yanında mühendislik tasarımı konusunda kız öğrencilerin bir şeyi inşa etmeye başlamadan önce tasarımını oluşturdukları, erkek öğrencilerin ise tasarım üzerinde fazla düşünmeden inşa sürecine başladıkları bulgusuna ulaşmışlardır.

Mangold ve Robinson (2013) Matematik ve fen bilimleri sınıflarında kullanılmak üzere tasarım sürecine giriş, mühendislik tasarım problemi seçimi ve tasarım projesi üzerinde çalışma olacak şekilde üç aşamalı bir mühendislik tasarım modülü geliştirmişlerdir. Geliştirilen modül iki yıl boyunca 7. sınıf matematik ve fen bilimleri derslerinde

uygulanmıştır. Mühendislik tasarım sürecinin sınıfta kullanım başarısını ölçmek için öğretmen ve öğrencilerle görüşmeler yapılmış, anketler uygulanmış, öğrencilere modülün odaklandığı konu alanıyla ilgili ön ve son değerlendirmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda; uygulanan programın öğrenci öğrenmesini ve öğrenci ilgisini arttırdığı, öğrencilerin %90'ından fazlasının programdan olumlu etkilendiği görülmüştür. Bunun yanında uygulamanın, öğrencilerin hem mühendislikle tanışmalarına hem de mühendislik tasarım ilkelerini günlük yaşamlarına uygulamalarına yardımcı olduğu belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar bazı öğrencilerin, tasarım sürecinde deneme-yanılma fırsatı verilmesinin kendilerini memnun ettiğini ifade ettiklerini belirtmişlerdir.

Fan ve Yu (2017) lise teknoloji eğitiminde mühendislik tasarımının kullanıldığı, fen bilimleri ve matematiğe yönelik bilgileri de içeren bütünleştirici bir STEM yaklaşımı uygulanmasının etkilerini araştırmışlardır. Araştırma 16 ila 17 yaşları arasındaki toplam 332 öğrencinin katılımı ile yürütülmüştür. Çalışma 4 hafta eğitim ve 6 hafta LEGO ile bir oyuncak tasarım projesi olmak üzere, toplam 10 hafta süresince yürütülmüştür. Araştırmada deney grubunda STEM mühendisliği modülü uygulanırken kontrol grubunda geleneksel teknoloji eğitimi modülü uygulanmıştır. Araştırma verileri Mekanik kavramsal bilgi testi, Üst düzey düşünme becerileri testi, yarı yapılandırılmış görüşme ve gözlemler aracılığıyla toplanmıştır. Araştırma sonucunda deney grubu öğrencilerinin, kontrol grubu öğrencilerine kıyasla daha karmaşık üst düzey düşünme becerileri kazandıkları ve tasarım projesinde kontrol grubu öğrencilerinden daha iyi performans gösterdikleri bulgularına ulaşılmıştır. Ayrıca uygulamanın, öğrencilerin fen bilimleri ve matematiğe yönelik bilgilerini etkin şekilde kullanma noktasında ilerleme kaydetmelerini sağladığı sonucuna da ulaşılmıştır.

Hernandez vd. (2014) disiplinlerarası bir sınıf müdahalesi bağlamında, STEM içerik bilgisinin birbirine bağımlı doğasına ilişkin öğrenci algılarını ölçmeyi amaçlamışlardır. Bu amaç doğrultusunda mühendislik tasarım problemleri çözmek üzere 275 lise öğrencisinden oluşan fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ekipleri oluşturulmuştur. Öğrenciler çalışma esnasında birbiriyle ilişkili birden fazla tasarım problemiyle karşı karşıya kalmışlar ve süreç

boyunca yaptıklarını mühendislik not defterlerine kaydetmişlerdir. 24 hafta süren çalışma sürecinin sonucunda öğrencilerin bağlantılı STEM içerik bilgisi algılarında olumlu etkiler görüldüğü belirtilmiştir.

Guzey ve ark. (2016a) Araştırma kapsamında; STEM entegrasyonu konusunda mesleki gelişim programına katılan 48 fen bilimleri öğretmeni, 20 adet mühendislik tasarımı tabanlı STEM müfredat birimi tasarlamışlardır. Birimler okul içeriğine uygun fen ve matematik kavramlarının yanı sıra yaşam, fizik veya yer bilimi alanlarından birini de bütünleştiren gerçek dünya problemleri içermektedir. Araştır için bir müfredat değerlendirme aracı (STEM-ICA) geliştirilmiştir. Entegre STEM müfredat birimleri bu araç kullanılarak değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda fizik odaklı bütünleştirilmiş STEM ünitelerindeki mühendislik içeriklerinin, yaşam bilimleri ve yer bilimleri ile bütünleştirilmiş ünitelerde kullanılan otantik bağlamlara kıyasla katılımcıların ilgilerini daha çok çektiği ve motive edici olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Ek olarak matematik odaklı bütünleştirme ve iletişimin STEM müfredat birimlerinin geneline önemli bir katkıda bulunmadıkları görülmüştür. Araştırmacılar bu durumun fen bilimleri öğretmenleri için matematik entegrasyonunun zor olmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir.

Guzey ve ark. (2016b) mühendislik tasarımına dayalı bir fen bilimleri müfredatının mühendislik, fen bilimleri ve matematik testlerindeki öğrenci başarısı ve STEM'e yönelik tutuma etkisini araştırmışlardır. Araştırmanın katılımcılarını 275 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında, bölgede yaşayan ve nesli tükenen bir kuş türü için doğal yaşam platformu tasarımlarını gerektiren bir tasarım süreci geliştirilmiştir. Tasarım süreci bağlamında matematiksel düşünme ve veri analizi gibi matematik içeriklerine de yer verilmiştir. Araştırma sonucunda mühendislik-matematik ve matematik-fen bilimleri içerikli son test puanlarında anlamlı bir artış bulunmazken tutum puanlarının artış gösterdiği görülmüştür.

Bu araştırma bir ortaokul matematik dersine mühendislik tasarım döngüsünü dâhil etmeyi içeren bütünleşik STEM eğitimi anlayışıyla yürütülmüştür.

Bölüm 3

Yöntem

Bu bölümde Araştırmanın Türü, Katılımcılar, Araştırmacının Rolü, Veri Toplama Süreci, Veri Toplama Araçları, Uygulama Süreci ve Verilerin Analizi başlıklarına yer verilmiştir.

Araştırmanın Türü

Bu araştırmada Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin akademik başarı ve tutumlarına etkisi incelenmiştir. Ayrıca öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşleri alınmıştır. Bu amaçla bu araştırmada, nitel verilerle desteklenen deneysel desen kullanılmıştır. Araştırma ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılarak yürütülmüştür. Ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel tasarım, seçkisiz atamanın kullanılmayıp grupların belirli değişkenler üzerinden eşleştirildiği deneysel araştırma desendir (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Bu araştırmada Mühendislik Tasarım Temelli Matematik eğitimi uygulaması araştırmanın bağımsız değişkenini oluştururken ortaokul öğrencilerinin akademik başarıları ve matematiğe yönelik tutumları bağımlı değişkenlerini oluşturmaktadır. Araştırmanın deneysel deseni Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmanın nitel verileri ise deneysel çalışmayı destekleyecek şekilde, betimsel yaklaşımla sunulmuştur. Betimsel yaklaşım kavramsal yapı ve çerçevesi önceden belirlenmiş bir araştırmanın bulgularını düzenleyip sunmaya imkân tanımaktadır (Strauss ve Corbin, 1990).

Tablo 1

Araştırmanın Deneysel Deseni

Grup	Ön test	Uygulama	Son test
Deney	Düzy Belirleme Testi Akademik Başarı Testi Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği	Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri Uygulaması	Akademik Başarı Testi Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği
Kontrol	Düzy Belirleme Testi Akademik Başarı Testi Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği	Mevcut öğretim programına göre eğitim süreci	Akademik Başarı Testi Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

Katılımcılar

Araştırmanın katılımcılarını 2021-2022 eğitim öğretim yılında, Tokat'taki bir özel okulda öğrenim görmekte olan 38 yedinci sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışma grubu toplam 78 yedinci sınıf öğrencisinden oluşan 5 farklı gruba uygulanan Düzey Belirleme Testi (DBT) puanlarının analizi sonucunda, elverişli örnekleme yöntemiyle belirlenmiştir. Araştırmada Düzey Belirleme Testinden, aralarında fark olmayan iki grup seçip bu grupları deney ve kontrol olarak atamak amacıyla yararlanılmıştır. Araştırmacı tarafından geliştirilen ve 20 çoktan seçmeli sorudan oluşan Düzey Belirleme Testi 7. sınıf seviyesine göre, uygulama yapılacak Oran ve Orantı konularının öncesinde işlenen konulara yönelik olacak şekilde hazırlanmıştır. Düzey Belirleme Testinde Milli Eğitim Bakanlığı'nın yapmış olduğu sınavlarda çıkmış sorular kullanılmıştır. Bu sınavlarda çıkmış soruların geçerlik ve güvenilirliği test edilmiş sorular olmasının, testin geçerlik ve güvenilirliğini artırmaya katkısı olacağı düşünülmüştür. Ek olarak testin KR-20 güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve 0,72 bulunmuştur. KR-20 değerinin 0,70'ten büyük olması sebebiyle bu testin güvenilir olduğunu söylemek mümkündür. Ayrıca test maddelerinin uygunluk ve anlaşılabilirliği için bir akademisyen ve bir matematik öğretmeni olmak üzere iki uzman görüşüne başvurulmuştur. Testin puanlamasında doğru cevapların değeri 5, yanlış veya boş bırakılan cevapların değeri 0 olarak değerlendirilmiştir. Buna göre testten alınabilecek en düşük puan 0 iken en yüksek puan 100 olarak belirlenmiştir. Test EK-A'da verilmiştir.

Bu amaç doğrultusunda ilk olarak grupların her birinin Düzey Belirleme Testinden aldıkları puanların normal dağılım gösterip göstermediklerine bakılmıştır. Grupların örneklem büyüklükleri 50'den küçük olduğundan bu işlem için Shapiro-Wilk testi tercih edilmiştir. Tablo 2'de araştırmanın deney ve kontrol grupları olarak seçilen grupların DBT puanları Shapiro-Wilk testi sonuçları yer almaktadır. Shapiro-Wilk testi sonucunda her iki grupta da p anlamlılık değerlerinin 0,05'ten küçük olduğu, puanların normal dağılım göstermediği görülmüştür.

Tablo 2*Deney ve Kontrol Gruplarının Düzey Belirleme Testi Puanları Normallik Testi Sonuçları*

Çalışma Grubu	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Düzey Belirleme Testi		
N	21	17
M	75,23	72,05
SD	9,148	7,512
P	,028	,006

Araştırma gruplarının Düzey Belirleme Testinden aldıkları puanların normal dağılım göstermemesi ve örneklem büyüklüklerinin 30'dan küçük olması sebebiyle, puanların analizi için parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U testi kullanılmıştır.

Tablo 3*Çalışma Gruplarının Düzey Belirleme Testi Puanları Analizi*

Gruplar	N	M	U	Z	P
Deney Grubu	21	21,14	144,000	-1,040	,299
Kontrol Grubu	17	17,47			

Tablo 3'te görüldüğü gibi çalışma gruplarının DBT puanlarının Mann Whitney U testi ile analizi sonucunda deney (M=21,14) ve kontrol (M=17,47) grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>,05$). Bu bulgudan hareketle deney ve kontrol gruplarının çalışma başlangıcında aynı düzeyde olduğunu söylemek mümkündür. Çıkarılma ya da vazgeçmeye bağlı olarak denek kaybı oluşması riskine karşı, çalışma grubu olarak belirlenen 21 ve 17 kişilik iki gruptan; katılımcı sayısı fazla olan deney, diğeri kontrol grubu olarak atanmıştır. Araştırmaya katılan öğrencilerin hepsi Oran ve Orantı konularını görmüş, Oran ve Orantı konusunda ön öğrenmelere sahip öğrencilerdir. Katılımcılar kimliklerinin gizli tutulması amacıyla Ö1, Ö2,...,Ö21 şeklinde kodlanmıştır.

Araştırmacının Rolü

Bu araştırma Tokat'ta bulunan bir özel okulda gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı, araştırmanın bu okulda uygulanabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonu ve

Tokat İl Milli Eğitim Müdürlüğü'nden alınan izinler doğrultusunda okul yönetimi ve sınıfların matematik öğretmeninden olumlu cevaplar almıştır. Araştırmanın deney ve kontrol gruplarının Matematik derslerine aynı öğretmen girmektedir. Araştırmacı bu uygulamada okul dışından bir uygulayıcı olup katılımcılarla daha önce herhangi bir etkileşimi bulunmamaktadır. Bu nedenle uygulamaya başlamadan önce araştırmacı uygulama yapacağı sınıfın matematik derslerinde bulunarak gözlem yapmış; böylelikle katılımcılarla uygulama öncesinde iletişimlerini geliştirme imkânına sahip olmuşlardır. Araştırmacı uygulama öncesi ve sonrasında her iki gruba ölçekleri uygulamış, uygulama aşamasında hem etkinlikleri yürütmüş hem de uygulama süreciyle ilgili gözlemlerini not almıştır. Aynı zamanda uygulama aşamasında etkinlik gruplarına geri bildirimlerde bulunmuştur. Süreç boyunca sınıf matematik öğretmeni etkinliklerde yer alan matematiksel işlemlerle ilgili geri bildirim ve grupların kontrolünü sağlama açısından, araştırmayı etkilemeyecek şekilde araştırmacıya yardımcı olmuştur.

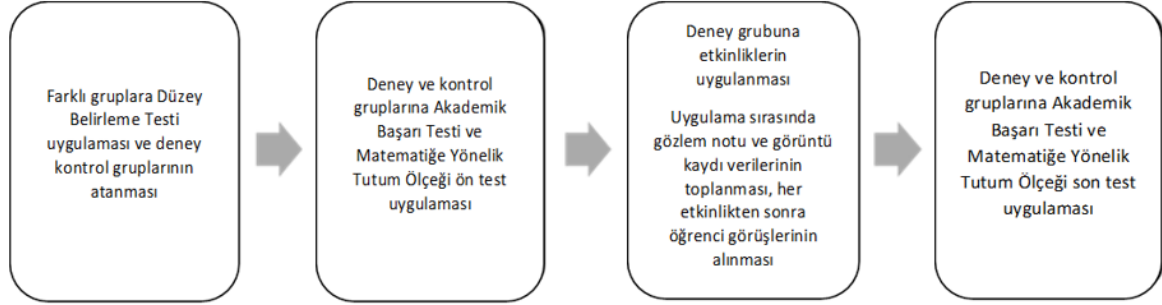
Veri Toplama Süreci

Bu araştırmanın verileri araştırmacı tarafından geliştirilen Akademik Başarı Testi, Görüş Formu, Önal (2013) tarafından geliştirilen Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği, gözlem notları ve görüntü kaydı ile toplanmıştır. Uygulama öncesinde farklı gruplara uygulanan Düzey Belirleme Testi sonucunda deney ve kontrol gruplarının atanmasının ardından, deney grubuyla uygulamaya başlamadan önce her iki gruba da Akademik Başarı Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği ön test uygulaması yapılmıştır. Ön testlerin tamamlanmasının ardından deney grubuna Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulaması yapılmış, uygulama esnasında gözlem ve görüntü kaydı verileri toplanmıştır. Her etkinlik sonrası Görüş Formunda yer alan sorular aracılığıyla deney grubu katılımcılarının görüşleri yazılı olarak alınmıştır. Deney grubuna yapılan uygulama süresince kontrol grubuna araştırmacı tarafından herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Kontrol grubu Oran Orantı konu tekrarını kendi matematik öğretmenleri ile birlikte, soru çözümü aracılığıyla gerçekleştirmiştir. Uygulama sonrasında deney ve kontrol

gruplarına Akademik Başarı Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği son test olarak yeniden uygulanmıştır. Veri toplama sürecine ilişkin akış planı Şekil 8'de verilmiştir.

Şekil 8

Veri Toplama Süreci



Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmada kullanılan ölçme araçları detaylı şekilde açıklanmaktadır.

Akademik Başarı Testi (ABT)

Ortaokul öğrencilerinin uygulama öncesi ve sonrasındaki akademik başarılarını belirlemek amacıyla araştırmacı tarafından geliştirilen Akademik Başarı Testi, uygulama yapılan Oran ve Orantı konularına yönelik 10 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Testte 7. Sınıf Oran ve Orantı konusu kazanımlarını karşılayacak şekilde PISA, TIMMS ve Milli Eğitim Bakanlığı'nın sınavlarında çıkmış sorular kullanılmıştır. Bu sınavlarda çıkmış soruların geçerlik ve güvenilirliği test edilmiş sorular olmasının, testin geçerlik ve güvenilirliğini artıracığı düşünülmüştür. Bir öğretim üyesi ve bir matematik öğretmeninden alınan görüş ve dönütlere göre teste son hali verilmiştir. Son haliyle testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,70 olarak hesaplanmıştır. Test puanları değerlendirilirken doğru cevaplanan her bir soruya 10 puan, yanlış cevaplanan veya boş bırakılan her soruya 0 puan verilmiştir. Buna göre testten alınabilecek en düşük puan 0 iken en yüksek puan 100'dür. Test EK-B'de verilmiştir.

Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği (MYTÖ)

Araştırmada öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrasında, matematiğe yönelik tutumlarını belirlemek amacıyla kullanılan ölçek Önal (2013) tarafından geliştirilmiştir. Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği 5'li likert tipinde olup ilgi, kaygı, çalışma ve gereklilik olmak üzere 4 alt faktör ve 22 maddeden oluşmaktadır. Ölçeğin Cronbach Alpha değeri 0.90 olarak hesaplanmıştır (Önal, 2013). Bu araştırmada ise ölçeğin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı 0.83 olarak hesaplanmıştır. Ölçekten elde edilen veriler analiz edilirken “Kesinlikle Katılmıyorum”, “Katılmıyorum”, “Kararsızım”, “Katılıyorum”, “Tamamen Katılıyorum”, şeklindeki cevaplar sırasıyla 1’den 5’e kadar puanlanmıştır. Buna göre ölçekten alınabilecek en düşük puan 22 iken en yüksek puan 110’dur.

Görüş Formu

Ortaokul öğrencilerinin Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasına yönelik görüşlerini belirlemek amacıyla deney grubu katılımcılarının görüşleri alınmıştır. Bu süreçte araştırmacı tarafından hazırlanan Görüş Formundaki beş adet açık uçlu soru kullanılmıştır. Görüş Formu soruları, mühendislik tasarım etkinliklerinin öğrenci açısından seviyeye uygunluğu ve öğrencilerin bütünlük STEM etkinliklerine ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla hazırlanmıştır. Görüş Formunun geçerliği için bir akademisyen ve bir öğretmen olmak üzere iki uzmanın görüşüne başvurulmuştur. Sorular açıklık ve uygunluk açısından incelenmiş ve forma son hali verilmiştir. Deney grubundaki her öğrencinin görüşleri etkinliklerden sonra, yazılı olarak alınmıştır. Görüş Formu EK-C’de verilmiştir.

Gözlem Notları

Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamaları boyunca araştırmacı deney grubunu gözlemleyip bu gözlemlerle ilgili notlar almıştır. Araştırma sonunda gözlem notları öğrencilerin etkinliklere katılımı, etkinlik uygulamalarının amaca ve kurala uygun yürütülmesi gibi durumların örneklendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

Görüntü Kaydı

Deney grubundaki etkinlik uygulamaları boyunca çalışmalar video kaydına alınmıştır. Bu kayıtlar araştırma sonucunda, katılımcıların uygulama sırasındaki eylemleri ve uygulamaların kurala uygunluğu gibi durumları anlamlandırarak gözlem verilerini desteklemek için kullanılmıştır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmanın nicel verileri SPSS programı ile uygun istatistiksel yöntemler belirlenerek analiz edilmiştir. Araştırmada ilk olarak deney ve kontrol gruplarının atanması amacıyla farklı gruplara uygulanan Düzey Belirleme Test puanları analiz edilmiştir. Bir veri setine istatistiksel analizler uygulanmadan önce normallik durumlarının incelenmesi gereklidir (Pallant, 2011). Bu nedenle grupların her birinin Düzey Belirleme Testinden aldıkları puanların normal dağılım gösterme durumları incelenmiştir. Grupların örneklem büyüklükleri 50'den küçük olduğundan bu işlem için Shapiro-Wilk testi tercih edilmiştir. Shapiro-Wilk testi sonucunda, grupların Düzey Belirleme Testi puanlarının normal dağılım göstermediği görülmüştür.

Grupların Düzey Belirleme Testi puanlarının normal dağılım göstermemesi ve örneklemin 30'dan küçük olması sebebiyle non-parametrik testlerden Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Mann Whitney-U testi deneysel bir çalışmada ilişkisiz ölçümlerin yapıldığı, katılımcı sayısının az olup puanlarının normallik varsayımını sağlamadığı durumlarda kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2020). Bu testin uygulanma amacı, başlangıçta Düzey Belirleme Test puanları açısından aralarında fark olmayan iki grubun belirlenmek istenmesidir. Test sonucunda DBT puanları arasında anlamlı fark bulunmayan iki grup seçilmiş, deney ve kontrol olarak atanmıştır.

Deney ve kontrol gruplarının Oran ve Orantı konusunda başarılarının uygulama öncesindeki durumlarını karşılaştırmak için Akademik Başarı Testi ön test ortalamaları arasında anlamlı fark olup olmadığına bakılmıştır. Deney ve kontrol gruplarındaki öğrenci

sayıları 30'dan az olduğu için puanlar parametrik olmayan testlerden Mann Whitney-U testi ile analiz edilmiştir. Aynı işlemler Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği puanları için de uygulanmıştır. Bunun sonucunda uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının akademik başarı ve tutum yönünden, aralarında herhangi bir fark olmadığı görülmüştür.

Uygulama süreci tamamlandıktan sonra her iki gruba tekrar uygulanan Akademik Başarı Testi ve Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği puanları analiz edilmiştir. Bu aşamada deney ve kontrol gruplarının kendi içlerinde ön ve son test puanları arasında fark olup olmadığını yorumlamak için (örneklem büyüklükleri 30'dan küçük olduğundan) parametrik olmayan testlerden Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi kullanılmıştır. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi birbiriyle ilişkili iki veri setinin puanları arasındaki anlamlılığını incelemek amacıyla kullanılır (Büyüköztürk, 2020).

Uygulama sürecinin gruplar içinde ortaya çıkardığı etkinin anlamlılığını inceleyebilmek amacıyla Akademik Başarı Testi son test puanları deney ve kontrol grupları arasında karşılaştırılmıştır. Bu amaçla deney ve kontrol grupları ABT son test puanlarına, non-parametrik testlerden Mann Whitney-U testi uygulanmıştır.

Görüş Formundan elde edilen veriler için betimsel analiz uygulanmıştır. İçerik analizi aynı özelliği sağlayan bazı kelime, kelime grupları ve kavramları listeleyip incelemeyi mümkün kılmaktadır (Miles ve Huberman, 2016). Bu araştırmada da katılımcıların görüş formundaki sorulara verdikleri yanıtlar analiz edilerek kategori ve kodlar olarak gruplandırılmıştır. Sonuçların geçerlik ve güvenilirliğini sağlayabilmek için bulgular doğrudan alıntılarla desteklenmiş, veriler yorum yapmadan aktarılmış ve kodlama iki farklı kişi tarafından bağımsız olarak yapıp tutarlılık sağlanmıştır.

Gözlem ve görüntü kaydı verileri analiz sürecine dâhil edilmeyip araştırma sonucunu destekleyip örneklendirmek için kullanılmıştır.

Uygulama Süreci

Araştırma kapsamında deney grubuna, araştırmacı tarafından Oran ve Orantı konu ve kazanımlarına uygun olarak hazırlanan üç Mühendislik Tasarım Temelli Matematik

Etkinliği uygulanmıştır. Çalışmanın kontrol grubuna araştırmacı tarafından n ve son test uygulamaları dışında herhangi bir müdahalede bulunulmamış, grup mevcut ğretim programına göre, rutin eğitim sürecine devam etmiştir. Bu grupta Oran ve Orantı pekiştirme çalışması deney grubuyla eş zamanlı olacak şekilde, zet konu tekrarı ve soru zmleri ile gerçekleştirilmiştir. Deney grubunda ilk etkinliğin öncesinde mühendislik tasarım döngüsü hakkında bilgi verilmiş, etkinliklerin amacı ve yapılacaklar açıklanmıştır. Uygulama aşamasında kullanılan etkinliklerin her biri NGSS (2013)'in ortaokullar için önerdiği mühendislik tasarım döngüsü temel alınarak tasarlanmış ve yürütülmüştür. Bu etkinlikler EK-D, EK-E ve EK-F'de verilmiştir.

Araştırmanın n testleri her iki gruba uygulandıktan sonra deney grubuyla uygulama sürecine geçilmiş ve üç etkinliğin de içinde bulunduğu süreç Tablo 4'te verildiği gibi, her biri 40 dakika süren 12 oturum ve 5 hafta süresinde tamamlanmıştır.

Tablo 4

Uygulama Takvimi

Uygulama	Uygulama Sresi	Zaman
n Testler	1 oturum (40 dk)	1. Hafta
2 Vites Etkinliği	4 oturum (160 dk)	2. Hafta
Hidrolik Kaldıraç Etkinliği	4 oturum (160 dk)	3. Hafta
Yaşam Merkezi Etkinliği	4 oturum (160 dk)	4. Hafta
Son Testler	1 oturum (40 dk)	5. Hafta

Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri

Araştırmanın deney grubuna uygulanan Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri tasarlanırken NGSS (2013)'in Tanımla, zmler Geliştir, Optimize Et adımlarından oluşan döngüsü temel alınmıştır. Bu doğrultuda tasarlanan 3 etkinlik de; koşullarıyla birlikte ele alınması gereken bir problem, zmler üretebilmek için gerekli bir araştırma süreci ve en iyi olduğu dşnlen sonuca ulaşabilmek için uygulanması gereken

test ve kontrol süreçlerini içermektedir. Ayrıca etkinliklerde oran ve orantı kazanımlarına yönelik kavramsal öğrenmeleri destekleyecek sorgulamalara yer verilmiştir. Bunların yanında etkinlikler tasarlanırken hem matematik hem de mühendislik için anlamlı bağlamlar kullanılmasına, her iki disiplin için de geçerli olabilecek yöntem ve içeriklerin bütünleştirilmesine dikkat edilmiştir. Etkinlikler aşağıda kısaca açıklanmıştır.

2 Vites Etkinliği

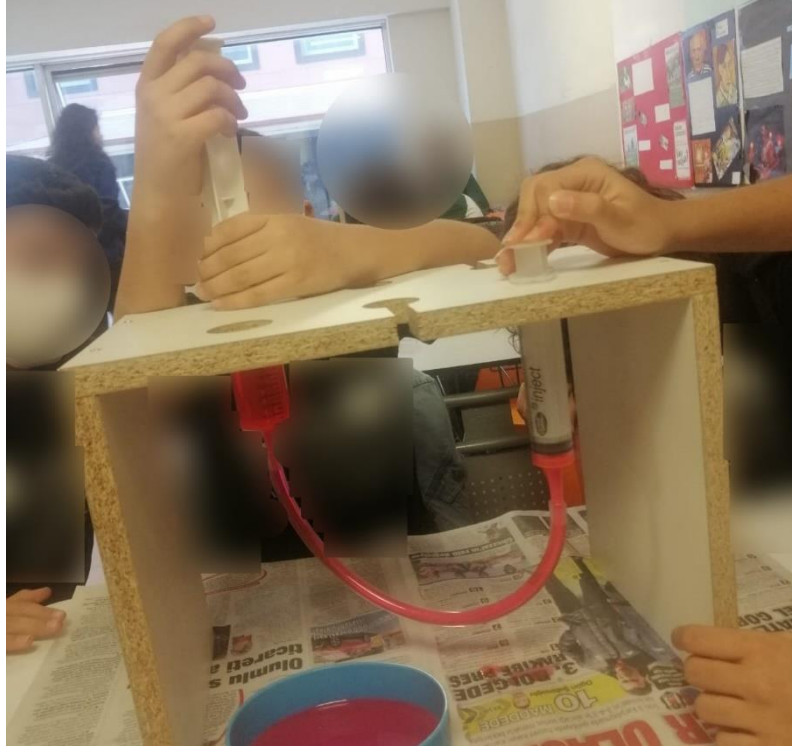
Bu etkinlik matematikteki Oran ve Orantı kavramlarının mühendislik disiplinindeki aktif bir kullanım alanı olan dişli çark sistemleri üzerinden ele alınmıştır. Etkinlikteki öncelikli amaç; eldeki malzemeyle bir arabanın hızlanma, yavaşlama ve kalkışı için uygun tasarımları yapmaktır. Bu amaç doğrultusunda öğrencilere, mühendislikte oluşturulan birçok tasarımın temelinde yer alıp hem doğru hem ters orantıyı içerisinde barındıran dişli oranı kavramı açıklanır. Ardından öğrencilerden dişli oranı ve dişli oranı değişiminin meydana getirdiği sonuçları göz önünde bulundurarak tasarımlar oluşturmaları istenir. Tasarım süreci öğrencilerin kendilerine verilen problemin çözümü için ölçüt ve sınırlılıkları fark etmeleriyle başlar, çözüm için denemeler yapıp bu çözümleri sürekli olarak test etmeleriyle devam eder. Başka bir deyişle tasarım süreci, birbirine bağlı dişli çarklar ile sistemin hız ve momenti arasındaki ilişkiyi oran ve orantısal değişimler üzerinden açıklayarak şekillenir. Çözümler geliştirme ve bu çözümleri optimize etme aşamalarında öğrencilere, Lego model araçları kullanarak tasarımlarını bizzat ve sürekli olarak test etme fırsatı verilir. Şekil 9'da tasarımların test sürecine ilişkin bir görsel verilmiştir. Ayrıca etkinlik için kullanılan çalışma kâğıdında, geliştirilen tasarımın farklı durumlara uyarlanabilmesini kontrol eden durumlara da yer verilir.

Şekil 9**2 Vites Etkinliği****Hidrolik Kaldıraç Etkinliği**

Bu etkinlik alanyazında STEM uygulaması olarak sıklıkla karşılaşılan hidrolik sistem modellerinden esinlenilerek geliştirilmiştir. Hidrolik Kaldıraç Etkinliğinde tasarım süreci, mühendislerin hidrolik krikolar, fren sistemleri, iş makineleri gibi sıvıyla çalışan sistemleri üretilip çalıştırmak için yararlandıkları prensip olan Pascal yasası temel alınarak şekillendirilmiştir. Bu etkinlikte amaç; verilen malzemelerle bir aracı mümkün olduğunca az kuvvet harcayarak kaldırmaya imkân tanıyan bir kaldıraç modelini tasarlamaktır. Öğrencilerin bu amaç doğrultusunda çözümlerini geliştirebilmeleri için kesit alanları ile ağırlıklar arasındaki oran ve orantısal ilişkileri kendilerinin araştırıp keşfetmeleri beklenir. Ardından farklı denemeler yaparak kendilerine verilen problem için en uygun olduğunu düşündükleri çözüme karar verirler. Şekil 10'da etkinlik sürecine ilişkin görsel yer almaktadır. Etkinliğin sonunda öğrencilerin doğru ve ters orantılı durumları nasıl yorumladıkları, tasarımlarını farklı durumlara uyarlamak gerektiğinde neler yapabilecekleri tartışılır.

Şekil 10

Hidrolik Kaldıraç Etkinliği

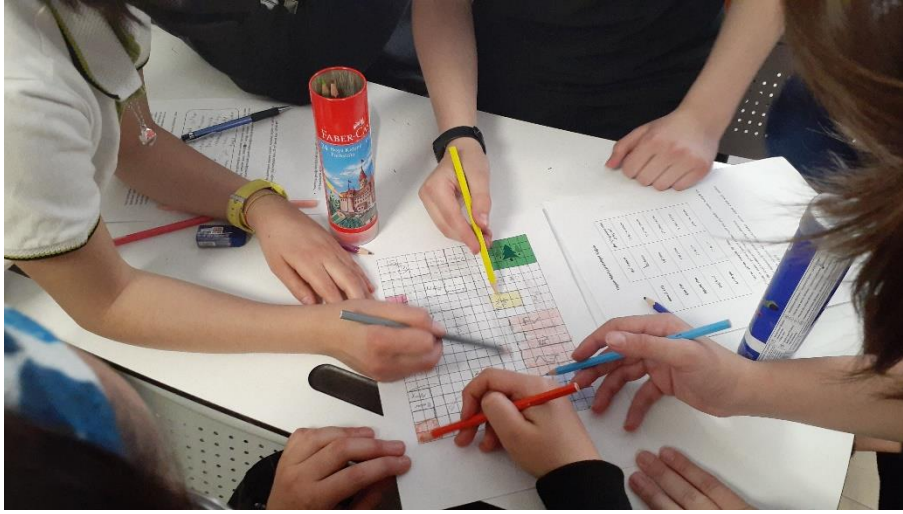


Yaşam Merkezi Etkinliği

Bu etkinliğin amacı bir yaşam merkezi tasarlayıp bu tasarımı plana aktarmaktır. Tasarım süreci mühendislikte sıklıkla kullanılan belli bir oranda küçültülmüş çizim yapma, ölçek kullanımı ve bir tasarım için önemli olan zaman ve ekonomiklik ilkeleri çerçevesinde planlanmıştır. Etkinlikte öğrenciler bir yaşam merkezini verilen koşullara göre en uygun şekilde tasarlayan ekip olabilmek için sürece dâhil olurlar. Başlangıçta beyin fırtınası yaparak bir yaşam merkezinde bulunabilecek yapıları belirlerler. Ardından inşa edilecek alanın büyüklüğü, yapıların gerçekteki büyüklüklerine göre inşa süreleri ve maliyetleri gibi koşulları oran ve orantısal ilişkiler aracılığıyla göz önünde bulundurarak tasarımlarının son hallerine karar verirler. Süreç sonunda kendi tasarımlarının güçlü ve zayıf yönlerini diğer tasarımlarla karşılaştırırlar. Şekil 11’de etkinlik sürecine ilişkin görsel yer almaktadır.

Şekil 11

Yaşam Merkezi Etkinliği



Geçerlik ve Güvenirlik

Bilimsel bir araştırmadan elde edilen sonuçların geçerlik ve güvenilirliği sağlanması için gerekli tedbirlerin alınması önemlidir (Cresswell, 2021). Bir araştırma sonucunda yapılan çıkarımların geçerliği için uygun, anlamlı, doğru ve kullanışlı olması; güvenilirliği için ise tutarlılığı gerekir (Fraenkel ve diğerleri, 2012). Buna göre bu araştırmanın geçerlik ve güvenilirlik koşullarını sağlaması için aşağıdaki işlemlere başvurulmuştur:

- Araştırma takvimi önceden belirlenmiş ve araştırma kapsamında yapılan uygulamalar bu takvime bağlı kalınarak gerçekleştirilmiştir. Buna göre araştırma veri toplama ve uygulama süreçleri arasında sonuçları etkileyecek bir boşluk bırakılmadan yürütülmüştür.
- Araştırmanın deney ve kontrol gruplarına ön test- son test olarak aynı ölçme araçları, aynı araştırmacı tarafından uygulanmıştır.
- Araştırmanın başlangıcında aynı seviyede olan deney ve kontrol grupları seçilip eşleştirilmiştir.

- Araştırmadan çıkarılma ya da vazgeçmeye bağlı olarak denek kaybı oluşması riskine karşı; katılımcı sayısı fazla olan deney, diğeri kontrol grubu olarak atanmıştır.
- Araştırmaya katılım gönüllülük esasına dayanmış, süreç başlamadan önce katılım ve çıkarılma koşulları açıkça belirtilmiştir.
- Uygulama süreci 3 etkinlikle sınırlı olduğundan tüm etkinliklere katılım sağlayan katılımcılar araştırmaya dâhil edilmiştir.
- Araştırmacı süreç başlamadan önce katılımcılarla etkileşimde bulunmak amacıyla Matematik derslerinde bulunmuştur.
- Araştırmada veri toplama aracı olarak kullanılan DBT ve ABT daha önceden geçerlik ve güvenilirliği test edilmiş sorulardan oluşturulmuştur. Ek olarak testlerin güvenilirlik katsayıları hesaplanmış ve 0,70'ten büyük oldukları görülmüştür. Ayrıca bu testlerin geçerliği için uzman görüşüne de başvurulmuştur.
- Araştırmanın nicel verileri nitel verilerle desteklenmiştir.
- Uygulama sürecine yönelik hazırlanan görüş sorularının hem hazırlama hem de analiz aşamasında uzman görüşlerine başvurularak açıklık, uygunluk, tutarlılık bakımından incelenmesi sağlanmıştır.
- Araştırma bulguları yorum yapılmadan direkt olarak sunulmuş, sonuç kısmında tartışılmıştır.
- Araştırmada elde edilen kodlar ve temalar için doğrudan alıntılarla örnekler sunulmuştur.
- Uygulama süreci gözlem ve görüntü kaydıyla da desteklenerek takip edilmiştir.

Bölüm 4

Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde araştırma alt problemlerinin sırasına göre, yapılan istatistiksel analizler sonucunda elde edilen bulgulara ve bulguların yorumlarına yer verilmiştir.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın birinci alt problemi; “Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının, ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi nedir?” olarak belirlenmiştir. Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının, katılımcıların akademik başarı puanlarına etkisinin incelenmesi için deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi Oran ve Orantı konusundaki başarılarının belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle deney ve kontrol gruplarının ABT ön test puanları Mann Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen bulgular Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

Çalışma Gruplarının Akademik Başarı Test Puanları Analizi

Gruplar	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
Deney Grubu	21	19,93	169,500	-,276	,783
Kontrol Grubu	17	18,97			

Tablo 5’e bakıldığında uygulama öncesinde Oran ve Orantı konusundaki başarının deney grubu ($M=19,93$) ve kontrol grubu ($M=18,97$) arasında anlamlı şekilde farklılaşmadığını söylemek mümkündür ($z=-,276$ $p>,05$). Bu bulguya göre uygulama sonrasında deney grubu ABT puanlarındaki değişimlerin, Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının bir sonucu olduğunu söyleyebilmek mümkün olmaktadır.

Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin deney grubuna uygulanmasının ardından, Oran ve Orantı konularındaki başarıya etkisinin incelenmesi amacıyla her iki gruba yeniden ABT uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının ABT ön test ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi sonuçları Tablo 6 ve Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 6

Deney Grubu Akademik Başarı Testi Ön Test-Son Test Puanları Analizi

ABT ön test-ABT son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif Sıralar	3	6,00	18,00	-2,066	,039
Pozitif Sıralar	10	7,30	73,00		
Eşit	8				

Not: $n = 21$

Tablo 6 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin akademik başarı ön test puanları (M=73,80) ile son test puanları (M=78,09) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ($Z=-2,066$ $p<,05$). Bu verilerden hareketle Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının deney grubunun Oran ve Orantı konularındaki başarısını artırdığını söylemek mümkündür.

Tablo 7

Kontrol Grubu Akademik Başarı Testi Ön Test-Son Test Puanları Analizi

ABT ön test-ABT son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Negatif Sıralar	2	4,50	9,00	-1,414	,157
Pozitif Sıralar	6	4,50	27,00		
Eşit	9				

Not: $n = 17$

Tablo 7'de kontrol grubunun ABT ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmadığı görülmektedir. Kontrol grubunun son test puan ortalamasının

($M= 75,88$) ön test puan ortalamasına ($M=73,52$) göre artış gösterdiği bulgusuna ulaşılmış olsa da, bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir ($z=-1,414$ $p>,05$). Grupların kendi içlerindeki ABT ön test ve son test puanlarının analizinden elde edilen sonuçlar; Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının, ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına olumlu bir etkisinin olduğunu göstermektedir. Müdahalede bulunulmayan mevcut öğretim programına göre yapılan eğitim sürecinin ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermese de son test puanlarına olumlu etkisinin olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 8

Çalışma Gruplarının Akademik Başarı Testi Son Test Puanları Analizi

Gruplar	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>U</i>	<i>Z</i>	<i>P</i>
Deney Grubu	21	22,88	107,500	-2,190	,029
Kontrol Grubu	17	19,02			

Tablo 8 incelendiğinde ABT son test puanlarının deney ve kontrol gruplarında anlamlı şekilde farklılaştığı görülmektedir ($p=,029$ $p<,05$). Elde edilen bulgulara göre deney grubu son test ABT puanları ortalamasının ($M=78,09$) kontrol grubu son test ABT puanları ortalamasından ($M= 75,88$) daha yüksek olduğu görülmüştür. Buna göre bu bulgular Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının akademik başarıya katkı yönünden, müdahalede bulunulmayan mevcut öğretim programına göre daha etkili olduğunu göstermektedir.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın ikinci alt problemi; “Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının, ortaokul öğrencilerinin matematik dersine yönelik tutumlarına etkisi nedir?” şeklindedir. Çalışma gruplarının Matematik dersine yönelik tutumlarının uygulama öncesi durumunu görebilmek amacıyla deney ve kontrol grupları MYTÖ ön test puanları Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9*Çalışma Gruplarının Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği Ön Test Puanları Analizi*

Gruplar	N	M	U	Z	P
Deney Grubu	21	18,10	149,000	-,867	,386
Kontrol Grubu	17	21,24			

Tablo 9 incelendiğinde uygulama öncesinde, deney grubu MYTÖ puanları (M=18,10) ile kontrol grubu MYTÖ puanları (21,24) arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmektedir ($z=-,867$ $p>,05$).

Deney grubuna yapılan Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına etkisini inceleyebilmek amacıyla deney grubu ve kontrol grubunun MYTÖ ön ve son test puanları kendi içlerinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Testiyle analiz edilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10*Deney ve Kontrol Gruplarının MYTÖ Ön Test- Son Test Puanları Analizi*

Gruplar	MYTÖ ön test-MYTÖ son test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
Deney	Negatif Sıralar	7	8,93	62,50	-1,843	,065
	Pozitif Sıralar	14	12,04	168,50		
	Eşit	0				
	Toplam	21				
Kontrol	Negatif Sıralar	9	7,94	71,50	-,181	,856
	Pozitif Sıralar	7	9,21	64,50		
	Eşit	1				
	Toplam	17				

Tablo 10 incelendiğinde deney grubunun uygulama öncesi puanlarının (M=3,04), uygulama sonrası alınan puanlardan (M=3,37) daha düşük olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir ($z=-1,843$ $p>,05$). Kontrol grubu MYTÖ ön test (M=3,20) ve

son test puanları ($M= 3,24$) arasında da anlamlı bir farklılık olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır ($z=-,181$ $p=,856$). Bu bulgular Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulaması ve müdahalede bulunulmayan mevcut öğretim programına göre yapılan eğitim sürecinin, matematiğe yönelik tutuma anlamlı etkilerinin olmadığını göstermektedir. Buna karşın her iki grupta da tutum puanlarının arttığını söylemek mümkündür.

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Araştırmanın üçüncü alt probleminde; “Ortaokul öğrencilerinin Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasına yönelik görüşleri nasıldır?” sorusuna yanıt aranmıştır. Deney grubu öğrencilerine her etkinlikten sonra bireysel olarak Görüş Formu uygulanarak görüşlerini yazılı olarak ifade etmeleri sağlanmıştır. Görüş Formundan elde edilen veriler bilgisayar ortamına aktarılarak betimsel analiz uygulanmıştır. Betimsel analiz kategorilerin önceden belirlenip kodların buna göre dağıldığı analiz yaklaşımıdır (Yıldırım ve Şimşek, 2021). Bu çalışmada Görüş Formu cevaplarından elde edilecek kategoriler “zorlanılan yerler”, “kolay gelen yerler”, “etkinliğe katılacaklara tavsiyeler”, “etkinliği değerlendirme” ve “etkinliği matematiğe etkisi” olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda kodlara ulaşılmıştır. Elde edilen sonuçların geçerliği için Görüş Formu soruları hazırlanırken uzman görüşü alınmış, bulgular doğrudan alıntılarla desteklenmiş; güvenilirliği için veriler yorum yapmadan aktarılmış ve kodlama iki farklı kişi tarafından bağımsız olarak yapıp tutarlılık sağlanmıştır. Görüş Formu verilerinin betimsel bulguları ve katılımcı cevaplarından doğrudan alıntılar aşağıda verilmiştir.

Tablo 11

“Etkinlikte zorlandığınız yerler nelerdi?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Etkinlik	Kodlar	f
Zorlanılan Yerler	2 Vites	Lego parçalarını kullanıma	7
		Devir ölçer kullanma	6
		Matematiksel işlemleri yapma	5
		Sistemin çalışma mantığını anlama	5
		Tasarım için seçim yapma	3
		Yok	2
	Hidrolik Kaldıraç	Etkinlik düzeneğini kullanma	10
		Matematiksel İşlemleri yapma	4
		Yok	2
	Yaşam Merkezi	Grupla ortak karar verme	11
		Çizimi tasarım kâğıdına sığdırma	8
		Tasarımı verilen ölçütlere göre düzenleme	6
		Alan ölçüsü ile harita ölçeği ilişkilendirme	5
		Tasarım için seçim yapma	5
		Matematiksel işlemleri yapma	4

Tablo 11’de görüldüğü gibi, 2 Vites etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “zorlanılan yerler” kategorisine ilişkin; *Lego parçalarını kullanma (f=7)*, *devir ölçer kullanma (f=6)*, *matematiksel işlemleri yapma (f=5)*, *sistemin çalışma mantığını anlama (f=5)*, *tasarım için seçim yapma (f=3)* ve *yok (f=2)* kodları ortaya çıkmıştır. Katılımcıların 2 Vites etkinliğinin uygulaması sırasında yaşadıkları zorluklarla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö4: *“Parçaların sabit tutulmasında zorlandım. Daha önce Lego parçalarını yerleştirme deneyimim olmadığı için sorun yaşadım. Kalan şeyler kolaydı. Oran orantı işlemlerinde zorlanmadım.”* (Lego parçalarını kullanma)

Ö20: *“Legoları kullanırken arabamız dağıldı sonra öğretmen yardım etti. Burada zorlanmıştım”* (Lego parçalarını kullanma)

Ö2: *“İlk defa gördüğüm için devir ölçmede zorlandım.”* (Devir ölçer kullanma)

Ö9: "Dişlileri tekrar tekrar takip çıkarma, dönme sayısını bulan aleti denk getirme, bazı işlemleri yapma." (Lego parçalarını kullanma, Devir ölçer kullanma, Matematiksel işlemleri yapma)

Ö15: "Takometreyi kullanmak zordu çünkü hepimiz ilk defa kullanıyorduk. Dönme miktarını ölçerken arabayı hep sabit tutmamız gerekti mesela." (Devir ölçer kullanma)

Ö7: "Arabanın nasıl hızlanıp yavaşlayacağını anlamadığım için dişlileri seçmekte zorluk yaşadım." (Sistemin çalışma mantığını anlama, Tasarım için seçim yapma)

Ö10: "Matematikte iyi olmadığım için işlemler zor geldi, bu yüzden dişli oranı mantığını anlamakta zorlandım." (Matematiksel işlemleri yapma, Sistemin çalışma mantığını anlama)

Hidrolik Kaldıraç Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda "zorlanılan yerler" kategorisine ilişkin; *etkinlik düzeneğini kullanma* ($f=10$), *matematiksel işlemleri yapma* ($f=4$), *yok* ($f=2$) kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcıların Hidrolik Kaldıraç Etkinliği uygulaması sırasında yaşadıkları zorluklarla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö11: "Şırıngalara diskleri koyarken zorlandım. Orada sistemi dengeye getirmek biraz uğraştırıyordu." (Etkinlik düzeneğini kullanma)

Ö17: "Şırıngaları kullanmakta. Her denemede şırıngalara sıvı çekip havalarını falan boşaltmamız gerekiyordu. Bana zor geldi." (Etkinlik düzeneğini kullanma)

Ö14: "Tasarımı çözmemiz için yapılması gereken orantı işlemlerinde zorlandım." (Matematiksel işlemleri yapma)

Ö4: "Tasarım yaparken kaldıraç sistemini tam anlamıyla kurduk ama hesaplamada kafam karıştı." (Matematiksel işlemleri yapma)

Yaşam Merkezi Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda "zorlanılan yerler" kategorisine ilişkin; *grupla ortak karar verme* ($f=11$), *çizimi tasarım kâğıdına sığdırma* ($f=8$), *tasarımı verilen ölçütlere göre düzenleme* ($f=6$), *alan ölçüsü ile harita ölçeği ilişkilendirme* ($f=5$), *tasarım için seçim yapma* ($f=5$) ve *matematiksel işlemleri yapma* ($f=5$) kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcıların Yaşam Merkezi Etkinliği uygulaması sırasında yaşadıkları zorluklarla ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö11: “Benim bir yaşam merkezinde olmasını istediğim şeylerle grup arkadaşlarımlıkler çok farklıydı. Bu yüzden o grupla çalışmak benim için zor geçti.” (Grupla ortak karar verme)

Ö12: “Tasarımımızın yapım süresinin ve maliyetinin çok olmamasına dikkat ettik. Bu yüzden işlemleri yaparken de çok dikkatli davrandık. Bunları düzenleyebilmek zordu.” (Tasarımı verilen ölçütlere göre düzenleme, Matematiksel işlemleri yapma)

Ö13: “Tasarıma koyacağımız şeyleri seçemedik. Bunun nedeni herkesin çok fikrinin olmasıydı. Karar veremeyince herkesin fikrini koyalım dedik ama bu sefer de verilen alana sığdıramadık. Grubumuzda kendi fikrini tasarıma koydurabilmek için ormanı katletmeyi düşünenler bile oldu.” (Grupla ortak karar verme, Çizimi tasarım kâğıdına sığdırma, Tasarım için seçim yapma)

Ö19: “Tasarım kağıdında bulunan ormanlık alanın ölçülerini kullanarak ölçeği bulmamızı istediğiniz yerde zorlandım. Ölçekleri çok kullanıyoruz ama hep uzunluk mantığına göre kullandığımız için alanı farklı yorumlamamız gerektiğini anlayamamıştım.” (Alan ölçüsü ile harita ölçeği ilişkilendirme)

Ö5: “Yaşam merkezini sadece görsel olarak güzel olmasını düşünüp tasarladık. Diğer gruplar gibi zaman ve maliyeti pek göz önünde bulunduramadık.” (Tasarımı verilen ölçütlere göre düzenleme)

Tablo 12’de görüldüğü gibi, 2 Vites etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “kolay gelen yerler” kategorisine ilişkin; *istenen tasarımı oluşturma* (f=9), *matematiksel işlemleri yapma* (f=8), *tasarımı test etme* (f=4), *tasarımı farklı koşullara uyarlama* (f=2) kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcılara 2 Vites etkinliğinin uygulaması sırasında kolay gelen yerler ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Tablo 12

“Etkinlikte size kolay gelen yerler nelerdi?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Etkinlik	Kodlar	f
Kolay gelen yerler	2 Vites	İstenen tasarımı oluşturma	9
		Matematiksel işlemleri yapma	8
		Tasarımı test etme	4
		Tasarımı farklı koşullara uyarlama	2
	Hidrolik Kaldıraç	İstenen tasarımı oluşturma	10
		Matematiksel işlemleri yapma	5
	Yaşam Merkezi	Matematiksel işlemleri yapma	5
		Tasarımı düzenleme	5
		Tasarım yapma	5
		Tasarımı sunma	3
		Tartışma	2

Ö12: *“Arabaları tasarlamak için uygun dişlileri seçmek kolaydı çünkü hem sayısal olarak işlem yaptık hem de yaptığımız işlemleri araba üzerinde kontrol ettik. Bu da işi kolaylaştırdı.”*
(İstenen tasarımı oluşturma)

Ö19: *“Dişli oranı kullanarak ve orantı kurarak yaptığımız matematik kısmı. Bunlardan sonra da tasarımı yapıp test etme. Hem kolay hem de zevkliydi”.* (Matematiksel işlemleri yapma, İstenen tasarımı oluşturma, Tasarımı test etme)

Ö4: *“Oran orantı işlemlerinde zorlanmadım. Çalışma kağıdında ek sorular vardı. Asıl işi anlayıp tasarımı yaptıktan sonra o soruları çözmek kolay geldi.* (Matematiksel işlemleri yapma, Tasarımı farklı koşullara uyarlama)

Ö15: *“Tasarlamamız gereken arabaların neye göre hızlanıp yavaşladığını anlamak kolaydı. Çünkü sadece işlem yapmakla kalmadık kendi gözümüzle de görmüş olduk.”* (İstenen tasarımı oluşturma)

Hidrolik Kaldıraç Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “kolay gelen yerler” kategorisine ilişkin; *istenen tasarımı oluşturma (f=9)* ve *matematiksel işlemleri yapma (f=5)* kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcılara Hidrolik Kaldıraç etkinliğinin uygulaması sırasında kolay gelen yerler ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö1: *“İşlemler bunda daha kolaydı. Tasarımı yapmak zor değildi.”* (İstenen tasarımı oluşturma, Matematiksel işlemleri yapma)

Ö7: *“Uygun şıringaları ve ağırlıkları seçmekte zorlanmadık.”* (İstenen tasarımı oluşturma)

Ö8: *“Seçimler belli olduktan sonra işlemler kolaylaştı.”* (Matematiksel işlemleri yapma)

Ö16: *“Etkinliğin sonunda seçimleri nasıl yaptığımızı sordunuz. Bunu cevaplamak kolaydı.”* (Tasarım için yapılan seçimlerin nedenini açıklama)

Yaşam Merkezi Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “kolay gelen yerler” kategorisine ilişkin; *matematiksel işlemleri yapma (f=5)*, *tasarımı düzenleme (f=5)*, *tasarım yapma (f=5)*, *tasarımı sunma (f=3)* ve *tartışma (f=2)* kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcılara Yaşam Merkezi etkinliğinin uygulaması sırasında kolay gelen yerler ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir:

Ö3: *“İnşaatin yapılma süresi ve ne kadar tutacağını bulmak işlemler uzun olsa da zor değildi.”*(Matematiksel işlemleri yapma)

Ö6: *“Biz grupça tasarımı yaparken her şeye dikkat ettik. Bu yüzden de artılarını ve eksilerini kolayca anlattık. Diğerleriyle karşılaştırabildik.”* (Tasarım yapma, Tasarımı sunma)

Ö8: *“Zorlansak bile sonuçta ortaya çıkan tasarımı beğendim. Sunumunu yapmakta da zorlanmadım.”* (Tasarımı sunma)

Ö12: “Ders sonunda tasarımı ve işlemleri neden yaptığımızı sorgulattığınız bölümde zorlanmadım.” (Tartışma)

Ö10: “Seçimlerimizi kağıt üzerine yerleştirip kullanışlı bir yer tasarlamak kolay geldi.” (Tasarım yapma, Tasarımı düzenleme)

Ö7: “Bu etkinlik bana mühendis gibi tasarım yapmanın kolay olduğunu düşündürdü.” (Tasarım yapma)

Tablo 13

“Etkinliği 5 puan üzerinden değerlendirecek olsanız kaç puan verirsiniz? Neden?”

Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Etkinlik	Puanlar	Kodlar	f		
Etkinliği Değerlendirme	5	Eğlenceli		3		
		Öğrenmeyi kolaylaştırıyor		3		
		Merak uyandırıyor		2		
		Tasarımları direkt olarak karşılaştırmak mümkün		1		
		Derse ilgiyi artırıyor		1		
		Günlük hayat durumlarını anlamlandırmaya yarıyor		1		
		Sadece matematik işlemi yaptırmıyor		1		
		Denemeler yapmaya fırsat veriyor		1		
		2 Vites	4	Lego parçaları küçük		2
				Tasarımların karşılaştırılması tek araçta yapılmıyor		1
	Eğlenceli				1	
	Uygulama yapmadan anlamak zor				1	
	Yaratıcı				1	
	İlgi çekici				1	
	3			Kafa karıştırıcı		1
				Parçalar küçük		1
				Tasarım beklentisini karşılamıyor		1
				İlgi çekici değil		1
	2	4	Bazı teknik konuları anlatmakta yetersiz		1	
			Hidrolik	Etkinlik materyali ilgi çekici değil	2	

Kaldıraç	Sıvı kullanımı zor	2
	Aktif katılım az	1
	İlgi çekici	1
	<hr/>	
	Sıvı kullanımı zor	1
	Sistemi hareket ettirmek zor	1
	3 İlgi çekici değil	1
	Diskler ağır	1
	Kullanışsız	1
	<hr/>	
	Eğlenceli	3
	Gereksiz işlem yok	1
	5 Tasarım zor değil	1
	Tartışma soruları aydınlatıcı	1
	Gerçekçi	1
2 Gerçekçi değil	1	
1 Sıvı kullanımı zor	1	
<hr/>		
Yaşam Merkezi	Eğlenceli	5
	İlgi çekici	5
	Güzel vakit geçirmeyi sağlıyor	3
	Özgürlük tanıyor	2
	5 Yaratıcılığı geliştiriyor	2
	Farklı tasarımlarla karşılaştırma fırsatı veriyor	1
	Kaliteli	1
	Çevreye duyarlı	1
	<hr/>	
	Bireysel uygulanmalı	2
	4 Anlaşılır	1
	Çizim alanı yetersiz	1
	<hr/>	
	Çizim alanı yetersiz	2
	3 Grupla çalışmak zor	1
İşlemler uzun	1	

Tablo 13'te görüldüğü gibi, 2 Vites etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliği değerlendirme” kategorisine ilişkin 5 olarak puanlayanlarda; *eğlenceli* ($f=3$), *öğrenmeyi kolaylaştırıyor* ($f=3$), *merak uyandırıyor* ($f=2$), *tasarımları direkt olarak karşılaştırmak mümkün* ($f=1$), *derse ilgiyi artırıyor* ($f=1$), *günlük hayat durumlarını anlamlandırmaya yarıyor* ($f=1$), *sadece matematik işlemi yaptırmıyor* ($f=1$), *denemeler yapmaya fırsat veriyor* ($f=1$) kodlarına ulaşılmıştır. 4 olarak puanlayanlarda; *Lego parçaları küçük* ($f=2$), *tasarımların karşılaştırılması tek araçta yapılmıyor* ($f=1$), *eğlenceli, uygulama yapmadan anlamak zor* ($f=1$), *yaratıcı* ($f=1$), *ilgi çekici* ($f=1$) kodlarına ulaşılmıştır. 3 olarak puanlayanlarda; *kafa karıştırmacı* ($f=1$), *parçalar küçük* ($f=1$), *tasarım beklentisini karşılamıyor* ($f=1$), *ilgi çekici değil* ($f=1$) kodlarına ulaşılırken 2 olarak puanlayanlarda; *bazı teknik konuları anlatmakta yetersiz* ($f=1$) kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcıların 2 Vites Etkinliği uygulamasına yönelik değerlendirmeleri ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö14: “5 puan veririm çünkü günlük hayatta sürekli karşılaştığımız şeyleri anlamlandırmaya yarayan bir etkinlikti.” (Günlük hayat durumlarını anlamlandırmaya yarıyor)

Ö12: “5 puan veriyorum çünkü bizden istenen şeyleri 3 farklı araçta da görme deneyimine sahip olduk.” (Tasarımları direkt olarak karşılaştırmak mümkün)

Ö4: “4 puan çünkü bazı şeyleri kâğıt üzerinde anlamak zordu. Uygulama yapınca anlayabildim.” (Uygulama yapmadan anlamak zor)

Ö5: “3. Tasarım yapmak deyince daha farklı bir şey beklemiştim. Beklentimi karşılamadı.” (Tasarım beklentisini karşılamıyor)

Ö21: “2 Puan. Bence dişlilerde nasıl moment oluştuğu gibi şeyleri çok iyi anlatan bir etkinlik değildi.” (Bazı teknik konuları anlatmakta yetersiz)

Hidrolik Kaldıraç Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliği değerlendirme” kategorisine ilişkin 5 olarak puanlayanlarda; *eğlenceli* ($f=3$), *gereksiz işlem yok* ($f=1$), *tasarım zor değil* ($f=1$), *tartışma soruları aydınlatıcı* ($f=1$), *gerçekçi* ($f=1$) kodlarına ulaşılmıştır. 4 olarak puanlayanlarda; *etkinlik materyali ilgi çekici değil* ($f=2$), *sıvı kullanımı*

zor (f=2), aktif katılım az (f=1), ilgi çekici (f=1) kodlarına ulaşılmıştır. 3 olarak puanlayanlarda; *sıvı kullanımı zor (f=1), sistemi hareket ettirmek zor (f=1), ilgi çekici değil (f=1), diskler ağır (f=1), kullanışsız (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. 2 olarak puanlayanlarda; *gerçekçi değil (f=1)* koduna ulaşılrken 1 olarak puanlayanlarda (f=1); *sıvı kullanımı zor* koduna ulaşılmıştır. Katılımcıların Hidrolik Kaldıraç Etkinliği uygulamasına yönelik değerlendirmeleri ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö4: “4 puan çünkü arabalı etkinlik gibi malzemeli olanları biraz daha ilgi çekici buluyorum.”
(Etkinlik materyali ilgi çekici değil)

Ö5: “5 puan. Araç bakımında görmüştüm. Onlar yağ kullanıyordu, biz renkli su kullandık. Bu yüzden etkinliğin gerçekçi olduğunu düşünüyorum.” (Gerçekçi)

Ö15: “3. Diskler çok ağır olduğu için kullanmak zordu. Bu yüzden çok zevk alamadım.”
(Diskler ağır)

Ö9: “2 puan. Araçların böyle kaldırıldığını düşünmüyorum, gerçekçi olmamış.” (Gerçekçi değil)

Yaşam Merkezi Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliği değerlendirme” kategorisine ilişkin 5 olarak puanlayanlarda; *eğlenceli (f=5), ilgi çekici (f=5), güzel vakit geçirmeyi sağlıyor (f=3), yaratıcılığı geliştiriyor (f=2), özgürlük tanıyor (f=2), kaliteli (f=1), farklı tasarımlarla karşılaştırma fırsatı veriyor (f=1), çevreye duyarlı (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. 4 olarak puanlayanlarda; *bireysel uygulanmalı (f=2), anlaşılır (f=1), çizim alanı yetersiz (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. 3 olarak puanlayanlarda ise; *çizim alanı yetersiz (f=2), grupta çalışmak zor (f=1) ve işlemler uzun (f=1)* kodlarına ulaşıldığı görülmektedir. Katılımcıların Yaşam Merkezi Etkinliği uygulamasına yönelik değerlendirmeleri ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö19: “5 çünkü bu etkinlik önekilere göre bizi daha özgür bırakıyor. Seçilebilecek sınırsız şey var ve başkalarının tasarımlarıyla karşılaştırma fırsatı veriyor.” (Özgürlük tanıyor, Farklı tasarımlarla karşılaştırma fırsatı veriyor)

Ö13: “5 puan veriyorum çünkü etkinlikte yaşam merkezini inşa ederken ormanlık alanı korumamız gerekiyordu. Bu etkinliğin çevreye duyarlı olması çok hoşuma gitti.” (Çevreye duyarlı)

Ö7: “4, çünkü etkinlik güzeldi fakat çizdiğimiz alan çok küçük.” (Çizim alanı yetersiz)

Ö14: “4. Bireysel yapsaydık 5 verirdim.” (Bireysel olmalı)

Ö16: “3 puan çünkü grupta çalışılması zor bir etkinlik.” (Grupla çalışmak zor)

Tablo 14

“Aynı etkinliğe katılım sağlayacak farklı öğrencilere ne tavsiye edersiniz?” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Etkinlik	Kodlar	f
Etkinliğe Katılacaklara Tavsiyeler	2 Vites	Sistemin çalışmasını engellemeyecek şekilde dişlileri bağlama	4
		Dişlileri seçilen kombinasyona göre takma	3
		İşlem kullanımına dikkat etme	3
		Devir ölçerken takometre ve arabayı sabitleme	2
	Hidrolik Kaldıraç	Sıvıyı dikkatli kullanma	6
		Hortumun havasını boşaltma	4
		Şırınga takım ve kullanımına dikkat etme	3
	Yaşam Merkezi	Büyük tasarım kâğıdı isteme	7
		Grupla uzlaşmaya özen gösterme	5
		Tasarımı tüm ölçütleri dikkate alarak yapma Tasarımı önce taslak olarak belirleme	2 2

Tablo 14’te görüldüğü gibi, 2 Vites etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliğe katılacaklara tavsiyeler” kategorisine ilişkin; *sistemin çalışmasını engellemeyecek şekilde dişlileri bağlama* (f=4), *dişlileri seçilen kombinasyona göre takma* (f=3), *işlem kullanımına dikkat etme* (f=3) ve *devir ölçerken takometre ve arabayı sabitleme* (f=2) kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcıların 2 Vites Etkinliği uygulamasına katılacaklara yönelik tavsiyeleri ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö4: “Dişliler dönerken ayrılabilirdi için kola sabitlemeyi unutmamalarını tavsiye ederim.”

(Sistemin çalışmasını engellemeyecek şekilde dişlileri bağlama)

Ö9: “Ezberle iş yapmayın. En iyi tasarım için işlem kullanmayı unutmayın.” (İşlem

kullanımına dikkat etme)

Ö14: “Dişli oranını kullanırken dikkatli yazsınlar. Biz bir yerini ters yazdığımız için hata

yapmıştık.” (İşlem kullanımına dikkat etme)

Hidrolik Kaldıraç Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliğe

katılacaklara tavsiyeler” kategorisine ilişkin; *sıvıyı dikkatli kullanma (f=6)*, *hortumun havasını*

boşaltma (f=4), ve *şırınga takım ve kullanımına dikkat etme (f=3)* kodlarına ulaşılmıştır.

Katılımcıların Hidrolik Kaldıraç Etkinliği uygulamasına katılacaklara yönelik tavsiyeleri ile

ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö3: “Sıvıyı dikkatli çöksinler. Arkadaşlarını ıslatmasınlar.” (Sıvıyı dikkatli kullanma)

Ö5: “Hortumda hava kalmasın. Yoksa hortum çıkıyor.” (Hortumun havasını boşaltma)

Ö7: “Şırıngayı suyu çektikten sonra takabilirler. Daha kolay oluyor. Zaten bunun için

bölmeler de var.” (Şırınga takım ve kullanımına dikkat etme)

Yaşam Merkezi Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliğe katılacaklara

tavsiyeler” kategorisine ilişkin; *büyük tasarım kâğıdı isteme (f=7)*, *grupla uzlaşmaya özen*

gösterme (f=5), *tasarımı tüm ölçütleri dikkate alarak yapma (f=2)* ve *tasarımı önce taslak*

olarak belirleme (f=2) kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcıların Yaşam Merkezi Etkinliği

uygulamasına katılacaklara yönelik tavsiyeleri ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda

verilmiştir.

Ö11: “Gruplarıyla anlaşmaya çalışmalarını tavsiye ederim. Ortak bir karar veremediğiniz

zaman ortaya güzel bir şey çıkaramıyorsunuz.” (Grupla uzlaşmaya özen gösterme)

Ö3: “Öğretmenden daha büyük çizim kâğıdı istesinler.” (Büyük tasarım kâğıdı isteme)

Ö5: “Tasarımı yaparken her yönden iyi olmasına dikkat etmelerini (güzel olması, ekonomik

olması...)” (Tasarımı tüm ölçütleri dikkate alarak yapma)

Tablo 15

“Mühendislik tasarım etkinliğinin, Matematik dersi hakkında görüşünüzü etkilediğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise bu konuya karşı görüşünüzü nasıl değiştirdiğini açıklayın. Cevabınız hayır ise sebebini açıklayın.” Sorusuna İlişkin Öğrenci Görüşleri

Kategori	Etkinlik	Görüşe Etki	Kodlar	f
Etkinliğin Matematiğe Yönelik Görüşlere Etkisi	2 Vites	Etkiledi	Günlük hayatta kullanılabilir olduğunu fark etme	6
			Derslerin eğlenceli geçebileceğini düşünme	2
			Her alanda gerekli olduğunu düşünme	2
			Kolay öğrenilebilir olduğunu düşünme	1
			Derslerde aktif olunabileceğini fark etme	1
		Derse katılma isteğini artırma	1	
		İlgi alanı değil	2	
		Etkilemedi	Matematik dersleri böyle işlenmiyor	1
			Yalnızca güzel vakit geçirme sağlıyor	1
			Sınavlara böyle hazırlanılmıyor	1
	Mühendislik de matematik de zor		1	
	Neden iyi olmadığını sorgulamaya sebep oluyor		1	
	Hidrolik Kaldıraç	Etkiledi	Matematiğin eğlenceli olduğunu düşünme	4
			Matematiği sevebileceğini düşünme	3
			Matematiğin önemli olduğunu düşünme	2
			Normal zamanda işe yarayabilir	1
			Gelecekte işe yarayabilir	1
		Etkilemedi	Bir şey değiştirmede	5
			İlgi alanı değil	3
			Matematikle ilgili olduğunu düşünmüyor	1
Çok zevk aldırıyor			1	
Matematik kullanmadan da bulunabilir			1	
Yaşam Merkezi	Etkiledi	Günlük hayatta kullanılabilir olduğunu fark etme	8	

	Derse katılma isteğini artırma	5
	Problem çözenin zevkli olduğunu fark etme	1
	Özgüveni artırma	1
	Bir şey değiştirmede	3
Etkilemedi	Matematiğe yönelik önyargıyı yıkamıyor	1
	Mühendis olmazsa işe yaramaz	1

Tablo 15'te görüldüğü gibi, 2 Vites etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda "etkinliğin matematiğe yönelik görüşlere etkisi" kategorisine ilişkin etkiledi cevabını verenlerde; , *günlük hayatta kullanılabilir olduğunu fark etme (f=6)*, *her alanda gerekli olduğunu düşünme (f=2)*, *derslerin eğlenceli geçebileceğini düşünme (f=2)*, *kolay öğrenilebilir olduğunu düşünme (f=1)* derslerde *aktif olunabileceğini fark etme (f=1)*, *derse katılma isteğini artırma (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. Buna karşılık etkilemedi cevabını verenlerde; *matematik dersleri böyle işlenmiyor (f=1)*, *yalnızca güzel vakit geçirme sağlıyor (f=1)*, *sınavlara böyle hazırlanılmıyor (f=1)*, *mühendislik de matematik de zor (f=1)*, *neden iyi olmadığını sorgulamaya sebep oluyor (f=1)*, *ilgi çekmiyor (f=1)*, *doktor olmak istiyor (f=1)* kodları elde edilmiştir. Katılımcıların 2 Vites Etkinliğinin Matematik dersine yönelik görüşlerine etkisi ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö12: "Evet gerçekten etkiledi. Bu derste yaptığımız işlemleri hep gerçek hayatta var olan bir şeyle ilişkilendirdik. Demek ki gerçekten matematiği günlük hayatta kullanabiliriz dedim."

(Günlük hayatta kullanılabilir olduğunu fark etme)

Ö14: "Evet. Nedeni ise bu etkinlikten önce matematik dersinde bu kadar aktif olabileceğimizi düşünmezdim. Bu etkinlik görüşümü değiştirdi." (Derslerde aktif olunabileceğini fark etme)

Ö13: "Hayır düşünmüyorum. Matematik zaten zor bir ders. Fazladan mühendisliğe gerek yoktu." (Mühendislik de matematik de zor)

Ö10: "Hayır. Normalde matematik dersleri böyle işlenmiyor." (Matematik dersleri böyle işlenmiyor)

Hidrolik Kaldıraç Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliğin matematiğe yönelik görüşlere etkisi” kategorisine ilişkin etkiledi cevabını verenlerde; *matematiğin eğlenceli olduğunu düşünme (f=4)*, *matematiği sevebileceğini düşünme (f=3)*, *matematiğin önemli olduğunu düşünme (f=2)*, *normal zamanda işe yarayabilir (f=1)* ve *gelecekte işe yarayabilir (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. Buna karşılık etkilemedi cevabını verenlerde; *bir şey değiştirmede (f=5)*, *ilgi alanı değil (f=3)*, *matematikle ilgili olduğunu düşünmüyor (f=1)*, *çok zevk aldırıyor (f=1)* ve *matematik kullanmadan da bulunabilir (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcıların Hidrolik Kaldıraç Etkinliğinin Matematik dersine yönelik görüşlerine etkisi ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö1: “Evet, olumlu yönde etkiledi, matematiği sevebileceğimi düşünmeye başladım.”

(Matematiği sevebileceğini düşünme)

Ö5: “Evet etkiledi. Matematik kullanarak küçük kuvvet kullanarak büyük ağırlık nasıl kaldırılır gördük. Bu bilgi normal zamanda işimize yarayabilir.” (Normal zamanda işe yarayabilir)

Ö14: “Hayır. Bunları matematik kullanmadan da deneyerek bulurduk.” (Matematik kullanmadan bulunabilir)

Ö4: “Hayır çünkü etkilemesi için çok zevk almam gerekirdi. Bu normal bir etkinlikti.” (Çok zevk aldırıyor)

Yaşam Merkezi Etkinliği sonrası alınan görüşlerin analizi sonucunda “etkinliğin matematiğe yönelik görüşlere etkisi” kategorisine ilişkin etkiledi cevabını verenlerde; *derse katılma isteğini artırma (f=5)*, *günlük hayatta kullanılabilir olduğunu fark etme (f=8)*, *problem çözmenin zevkli olduğunu fark etme (f=1)* ve *özgüveni artırma (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. Buna karşılık etkilemedi cevabını verenlerde; *bir şey değiştirmede (f=3)*, *matematiğe yönelik önyargıyı yıkamıyor (f=1)* ve *mühendis olmazsa işe yaramaz (f=1)* kodlarına ulaşılmıştır. Katılımcıların Yaşam Merkezi Etkinliğinin Matematik dersine yönelik görüşlerine etkisi ile ilgili ifadelerinden bazıları aşağıda verilmiştir.

Ö6: “Etkinlikte yapamadığım yerleri grup çalışmasında olduğumuz için arkadaşlarımla yardımlaşarak kolaylıkla yaptık ve etkinliği eksiksiz tamamlamış olduk. Matematikte bir şeyi

yapamadığım zaman kendimi özgüvensiz hissediyorum. Burada öyle bir durum yaşamadığım için özgüvenim arttı. O yüzden etkiledi diyebilirim.” (Özgüveni artırma)

Ö7: *“Evet etkiledi çünkü matematikte problem çözmeyi sadece kitaplardaki gibi düşündüğüm için hoşlanmıyordum. Böyle olursa zevkli olabileceğini düşünmeye başladım.”*
(Problem çözenin zevkli olduğunu fark etme)

Ö10: *“İleride belki mühendis olursam işime yarar ama olmazsam sadece kağıt üzerinde işe yarar. Matematikle ilgili de aynı şeyleri düşünüyorum, görüşümü etkilemedi”* (Mühendis olmazsa işe yaramaz)

Ö12: *“Etkinlik matematik hakkındaki ön yargılarımı yıkamadı ve matematik mühendislik hakkında önyargı oluşturdu zaten. Yine de aynı yani.”* (Matematiğe yönelik önyargıyı yıkamıyor)

Öğrencilerin etkinlik uygulamalarına yönelik görüşleri genel olarak incelendiğinde çoğunlukla daha önce karşılaşmadıkları deneyimlerle meşgul olmak zorunda kalmalarının kendilerini zorladığını ifade ettikleri görülmektedir. Bunun yanında grupla işbirliği içinde çalışma, fikirlerini kabul ettirme ve ortak karar alma gibi konularda da zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bazı öğrenciler Oran ve Orantıya yönelik matematiksel işlemleri yapmayı kolay bulurken bu işlemleri neden ve nasıl yaptıklarını açıklamakta zorlandıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca bazı öğrencilerin cevapları, seçenekler ve sınırlamaların daha net olduğu tasarımları oluşturmada zorlanmazken sınırlar genişledikçe tasarım oluşturmada zorlandıklarını göstermektedir.

Öğrencilerin araştırma sürecinde uygulanan etkinliklerden olan 2 Vites ve Yaşam Merkezi'ne, Hidrolik Kaldıraç'a göre daha olumlu görüşler belirttikleri görülmüştür. Bu olumlu görüşlerde eğlenceli, ilgi çekici, öğrenmeyi kolaylaştırıcı gibi ifadeler öne çıkarken olumsuz görüşlerde genellikle etkinlik materyaline yönelik eleştiriler öne çıkmaktadır.

Öğrencilerin etkinliğe katılım sağlayacak farklı kişilere tavsiye olarak yazdıkları ifadelerin, etkinlik sürecinde yaptıkları hatalar ve yaşadıkları aksaklıkları yazdıkları

görülmüştür. Ayrıca bulgular öğrencilerin çoğunluğunun, Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin Matematik dersi hakkındaki görüşlerini olumlu yönde etkilediğini ifade ettiklerini göstermektedir.

Bölüm 5

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu bölümde yapılan araştırmadan elde edilen sonuçlar tartışılmış, öğretmenlere ve gelecekte bu konuda çalışacak araştırmacılara yol gösterebilecek önerilerde bulunulmuştur.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi ve öğrencilerin etkinliklere yönelik görüşleri araştırılmıştır. Araştırmadan elde edilen sonuçlara göre Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının deney grubu katılımcılarının akademik başarı testinden aldıkları puanları anlamlı şekilde, olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Buna karşın, araştırmacı tarafından müdahalede bulunulmayıp mevcut öğretim programıyla eğitim sürecine devam eden kontrol grubunun akademik başarı testi puanlarında artış olsa da, anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Ancak bu durumun araştırmacı tarafından deney grubuna yapılan müdahalenin kontrol grubuna yapılmamış olması ve araştırma katılımcılarının konuyu hâlihazırda öğrenmiş öğrenciler olmaları; kontrol grubunda yapılan pekiştirme çalışmasının deney grubundaki gibi kavramları anlamlandırma üzerine olmayıp soru çözümü üzerinden ilerlemesinden kaynaklanabileceği göz ardı edilmemelidir. Süreç sonunda deney ve kontrol gruplarının oran-orantı konularındaki akademik başarıları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın birinci alt problemine yönelik olarak ulaşılan bu sonuçlar, alanyazında mühendislik tasarım döngüsünün matematik eğitime dâhil edilmesinin başarıyı artırdığını belirten bazı çalışmalarla paralellik göstermektedir. Coxon ve ark. (2017) öğrencilerin robotlar tasarlamasını hedefleyen mühendislik tasarım döngüsünü içeren bir ünite oluşturmuşlardır. Oluşturdukları ünite bütünleşik STEM anlayışını desteklerken 4. ve 5. sınıf Matematik dersi Kesirler konusundaki standartlarına da uygun olarak hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda bu uygulamanın matematik başarı testi puanları üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu görülmüştür.

Firdaus ve ark. (2020) bir ilkokuldaki 6 öğrenciye yüzey alanı ve hacim, elektrik devreleri ve mühendislik tasarım sürecinin bütünleştirildiği öğretim süreci uygulamışlardır. Bu sürecin sonunda öğrencilerin Matematik ders notlarında artış olduğu gözlemlenmiştir.

Mühendislik tasarım temelli matematik etkinlikleri uygulamasının öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarına olumlu bir etkisinin olsa da, bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu bulgu Burghardt ve Krowles (2006)'ın mühendislik tasarımının matematiğe yönelik tutumda olumlu değişime neden olduğu bulgusuyla çelişmektedir. Bu durumun nedenlerinden birinin uygulamanın araştırmayla sınırlı olup yalnızca 3 etkinliği kapsamaması olduğu düşünülmektedir. Araştırmacı katılımcılar için dışarıdan gelen bir uygulayıcı olduğundan araştırma bitiminde mevcut öğretim programına göre eğitim süreçlerine devam edeceklerdir. Bulunan sonucun bir başka nedeni de uygulama sürecinin yeterince uzun yapılmamış olması olabilir. Bu çalışmada etkinlik uygulaması her hafta bir etkinlik olmak üzere toplam üç hafta sürmüştür. Grootenboer ve Marshman (2016) ortaokul öğrencilerinin genellikle matematiği sıkıcı ve zor olarak gördüklerini belirtmişlerdir. Bu yaygın tutumu değiştirmenin uzun bir süreç gerektirdiği düşünülmektedir. Ancak etkinlik sırasında yapılan gözlemler ve etkinlik sonrası öğrenci görüşleri göz önüne alındığında matematik derslerine yönelik bazı gelişmeler dikkat çekmektedir. Öğrencilerin etkinlik uygulamasının başladığı ilk dönemde hem grup içinde hem de sınıf içerisinde yapılan toplu tartışmalarda fikirlerini ifade etmekten çekindikleri gözlemlenmiştir. Buna karşın özellikle son etkinlikte fikirlerini korkmadan ifade etme, tasarımlarını tüm sınıfa sunma, yaptıkları işlemleri ve gerekçelerini rahatça ifade edebilme gibi olumlu gelişmeler yaşandığı görülmüştür. Bununla ilgili son etkinliğe yönelik; yapamadığını düşündüğü yerlerde grup arkadaşları eksikliğini giderdiği için matematik derslerindeki özgüveninin arttığını belirten bir katılımcı görüşüne de rastlanmıştır. Guzey vd. (2019) mühendislik tasarım sürecinin, öğrencilerin bilgi ve deneyimleri paylaşabilmeleri için bireyselin yanında işbirlikçi bir çaba da gerektirdiğini belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak öğrencilerin etkinlik sırasında yaptıkları uygulamaları günlük hayatla ilişkilendirmenin, uygulamaya yönelik ilgilerini artırdığı gözlemlenmiştir. Mühendislik Tasarım Temelli

Matematik Etkinlikleri günlük hayat bağlamına yönelik tasarlanmış olsa da, bazı öğrenciler için anlamlı olmayabileceği düşünüldüğünden etkinlik başında yöneltilen soru ve verilen örneklerle anlamlı hale getirilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak öğrencilerin çoğunluğunda matematiğin zevkli, ilgi çekici, günlük hayatta kullanılabilir, her alanda gerekli olduğu gibi görüşler oluşurken ilgisini çekmediği, işine yarayacağını düşünmediği gibi olumsuz görüşlere de rastlanmıştır. Etkinlik sonrası matematik dersine yönelik görüşlerde olumlu bir etki görülmemesinin nedeni, yine uygulama kapsamının yalnızca bu araştırmayla sınırlı kalması olabilir. Nitekim bazı öğrenciler, uygulamanın matematiğe karşı görüşlerini değiştirmedeğini çünkü normal süreçte derslerin bu şekilde işlenmediğini ifade etmişlerdir.

Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulama sürecinde her etkinlik sonunda katılımcılardan görüşleri alınmıştır. Katılımcı görüşleri zorlanılan yerler, kolay gelen yerler, etkinliği değerlendirme, etkinliğe katılacaklara tavsiyeler ve etkinliğin matematiğe yönelik görüşlere etkisi kategorileri etrafında şekillenmiştir. Öğrencilerin ilk iki etkinlikte en çok etkinlik materyalini kullanmakta zorluk yaşadıklarını belirtirken son etkinlikte grupta karar verme noktasında oldukça zorlandıkları görülmüştür. 2 Vites etkinliği materyalleri küçük Lego parçalarından oluşmaktadır. Bu durumun daha önce Lego kullanma deneyimi olmayan öğrenciler açısından etkinliği zorlaştırdığı gözlemlenmiş ve bunu destekleyen öğrenci görüşlerine ulaşılmıştır. Hidrolik Kaldıraç etkinliği materyallerinde ise sıvı ve ağır diskler olduğu için öğrencilerin zorluk yaşadığı görülmüştür. Hidrolik Kaldıraç etkinlik düzeneği gerçeğe daha yakın olması ve rahat gözlem sağlayabilmesi amacıyla büyük şırıngalar kullanılarak tasarlanmıştır. Ancak bu durumun şırıngaları doldurabilmek ve sistemi hareket ettirebilmek için daha fazla sıvı ile ağırlığa ihtiyaç duyulmasını da beraberinde getirmiştir. Bu sorunun oluşmasında pilot çalışmanın eksikliğinin etkili olduğu düşünülmektedir. Öğrencilerin seçimlerin ve yapılabilecek tasarımların sınırlı olduğu ilk iki etkinlikte grup çalışması konusunda zorluk yaşamazken kendilerini tasarım konusunda daha özgür bırakan Yaşam Merkezi etkinliğinde zorluk yaşadıkları görülmektedir. Öğrencilerin grup içerisinde kendi fikirlerini kabul ettirmek için çeşitli gerekçeler ortaya attıkları, fikirleri aralarında oyladıkları, çoğunlukla uzlaşma sağladıkları gözlemlenmiştir.

Kendi fikrini kabul ettiremeyen bazı öğrencilerin tasarımın farklı bölümlerinde görev almayı tercih ettikleri görülse de, uygulama başında kullanılan beyin fırtınası tekniği sayesinde tüm grup üyelerinin fikrini ifade edebilmesine imkân tanındığı düşünülmektedir.

Öğrencilerin çoğunlukla, etkinliklerde tasarımların oluşturulması için yapılması gereken bazı Oran ve Orantı işlemlerini uzun olsalar bile yapmakta zorlanmadıklarını ifade ettikleri görülmüştür. Bu durumun sebebinin işlemleri tasarıma ulaşmak, tasarımın işlerliğini test etmek ve uygunluğunu kanıtlamak için bir araç olarak görmelerinin olabileceği düşünülmektedir. NAE ve NRC (2014) mühendislik tasarım döngüsünün, öğrencilerin derse ilgi ve katılımını artırmasının nedeninin; kendi tasarımlarının haklılığını gösterebilmeleri için matematik bilgisine ihtiyaç duymaları olduğunu belirtmişlerdir.

Alınan görüşler sonucunda öğrenciler tarafından en yüksek puanı alan etkinlik Yaşam Merkezi olurken en düşük puanı alan etkinliğin Hidrolik Kaldıraç olduğu görülmüştür. Bu durumun görüşlerden de anlaşılacağı gibi; Hidrolik Kaldıraç etkinliğinin öğrencilere kullanışlı bir tasarım süreci sunamamasına karşın, Yaşam Merkezi etkinliğinin yaratıcılık fırsatı veren, rahatça çalışabilmeyi kolaylaştıran bir etkinlik olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hathcock vd. (2015) mühendislik tasarım etkinliklerinin, öğrencilerin ürün ortaya koyma aracılığıyla yaratıcılıklarını göstermeleri ve geliştirmeleri için önemli bir fırsat olduğunu belirtmişlerdir. Bu açıdan öğretmenlerin öğrencilere fikirlerini ifade edebilmeleri, kendilerine verilen olanak ve kısıtlamaları fark edebilmeleri ve fikirlerini deneyebilmeleri için yeterince fırsat sunması gerekmektedir. Struyf vd. (2019) bütünleşik STEM eğitime katılan öğrencilerin, tasarım yaparken özgür olmanın ilgi çekici olduğunu ifade ettiklerini belirtmişlerdir. Bu araştırma için tasarlanan 2 Vites ve Hidrolik Kaldıraç etkinliklerinin matematik dersi kazanımlarını kapsayıcı olması hedeflendiğinden net sınırlamalar içermesi gerekmiştir. Bu durumun mühendislik tasarım döngüsünün, öğrencilerin tasarım oluşturma aşamasında yaratıcılıklarını etkin kılma yönünü zayıflattığı düşünülmektedir.

Öğrenciler etkinliğe katılım sağlayacak farklı kişilere süreç içerisinde yapılabilecek hatalar ve yaşanabilecek aksaklıklarla ilgili tavsiyelerde bulunmuşlardır. Başka kişilere tavsiye olarak yazdıkları bu ifadelerin, etkinlik süreci boyunca kendi yaptıkları hatalar ve

yaşadıkları aksaklıkların olduğu görülmektedir. Tasarım sırasında yaşanan başarısızlık deneyimleri olumsuz gibi görünseler de, mühendislik tasarım sürecinin ayrılmaz bir parçasıdır ve yaratıcılık, kalıcılık gibi değişkenler açısından olumlu etkilere neden olabileceği düşünülmektedir (Jackson ve diğerleri, 2022; Maltese ve diğerleri, 2018). Berland ve ark. (2014)'na göre tasarım sürecinde hatalar yapıp bunlardan gerekli derslerin çıkarılması ve tasarımın buna göre yeniden oluşturulması, öğrenme sürecine katkı sağlamaktadır.

Öğrenciler çoğunlukla Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin, Matematik dersine yönelik görüşlerini olumlu yönde etkilediği belirtmişlerdir. Uygulamanın matematiğe yönelik etkisi açısından olumlu görüş belirten öğrencilerin cevaplarında matematiğin kolay öğrenilebilir, her alanda gerekli, günlük hayatta kullanılabilir, eğlenceli, ilgi çekici ve merak uyandırıcı olabileceği gibi görüşlerin ortaya çıktığı görülmektedir. Moore ve ark. (2014) mühendislik tasarımına dayalı deneyimlerin, öğrencilere matematik ve fen bilimlerine özgü bilgilerin gerçek dünya bağlamlarındaki yeri ve etkisini görmeleri için fırsat sağlayabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca bazı öğrenciler uygulamanın derse katılma isteklerini artırdığını ve matematik derslerinin aktif katılım sağlayarak da ilerleyebileceğini fark ettiklerini belirtmişlerdir. Bu sonuca benzer şekilde, Dickerson ark. (2014) tasarım döngüsünü içerisinde barındıran bir STEM eğitim programına katılım gösteren öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşlerinin eğlenceli, heyecan verici, unutulmaz, kullanışlı gibi temalar etrafında oluşan olumlu görüşler olarak ortaya çıktığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Şimşek (2020) de öğrencilerin mühendislik temelli matematik etkinliklerine yönelik olumlu görüşler belirttiklerini ifade etmiştir.

Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin, Matematik dersine yönelik görüşlerini etkilemediğini belirten öğrencilerin cevapları incelendiğinde iki disiplinin de ilgisini çekmediği, her ikisinin de zor olduğu gibi sebeplerden, birbirleri hakkında olumsuz düşünmeye sebep olduğunu belirten ifadeler dikkat çekmektedir. Ayrıca bazı öğrencilerin bu uygulamanın sınavlara hazırlanmak için uygun olmadığını, normal zamanda Matematik derslerinin bu şekilde işlenmediğini belirttikleri görülmüştür. Örneğin bazı öğrenciler bu

durumla ilgili; uygulamanın yalnızca güzel vakit geçirmelerini sağladığını, matematik hakkındaki ön yargılarını yıkmaya yetmediğini belirttikleri görülmüştür. Toptaş ve Gözel (2018) Matematik dersinin öğrenciler tarafından çoğunlukla yorucu ve sıkıcı olarak algılanması nedeniyle oldukça önyargılı bir şekilde karşılandığından bahsetmişlerdir. Bu durumunun, öğrencilerin devamlı bir sınav kaygısı içinde olmaları sebebiyle okulda edindikleri her türlü bilgi ve beceriyi sınavlara yönelik değerlendirmelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Oysaki matematiksel bilgi günlük hayatın içinde var olduğu sürece anlamlı hale gelmektedir (Gilroy, 2002).

Öneriler

Aşağıda öğretmenlere ve gelecekte bu konuda çalışacak araştırmacılara yol gösterebilecek önerilere yer verilmiştir.

Araştırma Sonuçlarına Yönelik

Bu araştırma sonucunda Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinlikleri uygulamasının deney grubu katılımcılarının akademik başarı testinden aldıkları puanları istatistiksel olarak anlamlı şekilde artırdığı görülmüştür. Araştırmacı tarafından müdahalede bulunulmayıp mevcut öğretim programıyla eğitim sürecine devam eden kontrol grubunun akademik başarı testi puanlarında artış görülmesine karşın, bunun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu araştırmanın katılımcıları oran ve orantı konularını aynı öğretim yöntem ve teknikleriyle görmüş gruplar olsalar da, pekiştirme çalışmalarında gerçek hayatla ilişkili, sorgulattıran, anlamlı öğrenmeleri hedefleyen içerikler sunulmasının etkisi görülmüştür. Ayrıca bu etkinin deney ve kontrol gruplarının oran-orantı konularındaki akademik başarıları arasında da anlamlı olduğu sonucu elde edilmiştir. Bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda sınıf ortamında matematiği diğer disiplinlerle bütünleştirici, anlamlı öğrenme bağlamları sağlayan ve öğrencileri bir sorunu çözmek için matematiksel bilgiyi doğrudan kullanmaya teşvik eden etkinlikler ve deneyimlerin artırılması gerektiği düşünülmektedir.

Araştırma sonucunda mühendislik tasarım temelli matematik etkinlikleri uygulamasının öğrencilerin matematik dersine yönelik tutum puanlarında bir artış meydana getirmesine rağmen, bu durumun istatistiksel olarak anlamlı olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Disiplinlerarası yaklaşımla tasarlanmış bir eğitim sürecinin uzun süreli ve geniş kapsamlı etkilerini görebilmek için bu yaklaşımla tasarlanan ders ve müfredat içerikleri eğitim politikası haline getirilip okullarda uygulanabilir. Bu amaçla okullarda farklı alanlardaki öğretmenlerle işbirliği sağlanıp ortak veya paralel içerikler geliştirilebilir. Mühendislik tasarım döngüsü daha geniş bir STEM bağlamında ele alınarak diğer disiplinlere entegre edilebilir. Bu sayede hem sınıf içinde öğrenciler arasında hem de daha genel olarak dersler ve içerikleri arasında işbirliğini destekleyen çalışmalara daha fazla yer verilebileceği düşünülmektedir.

Gelecek Araştırmalara Yönelik

- Mühendislik tasarım döngüsüyle farklı konu ve kazanımlara yönelik etkinlikler tasarlanarak sonuçlar karşılaştırılabilir.
- Mühendislik tasarım temelli matematik etkinlikleri genişletilip uygulanması uzun bir sürece yayılarak tutum, motivasyon ve farklı matematiksel becerilere etkisi incelenebilir.
- Öğrencilerin mühendislik tasarım döngüsüyle şekillendirilmiş bir etkinlik sırasında kullandıkları matematiksel beceriler araştırılabilir.
- Öğrencilerin mühendislik tasarım döngüsüyle şekillendirilmiş bir etkinlik sırasında ortaya çıkan kavram yanlışları araştırılabilir.
- Bu çalışmada kullanılan etkinliklerde yaşanmış olan aksaklık ve eksiklikler giderilerek benzer şekilde yeniden uygulanabilir.
- Daha geniş kapsamlı mühendislik tasarım temelli etkinlikleri tasarlanarak K-12 düzeyinde farklı gruplara uygulanıp sonuçların karşılaştırması yapılabilir.

Kaynaklar

- Abdounur, O. J. (2002). Compounding ratios and intervals: an educational approach in mathematics and music. *Teaching Mathematics and Its Applications*, 21(1), 1-10.
- Accreditation Board for Engineering & Technology (US). (1991). ABET accreditation yearbook. *Accreditation Board for Engineering and Technology*.
- 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. (Ed). (2019). *Okul Öncesinden Üniversiteye Kuram Ve Uygulamada Stem Eğitimi (2. Baskı)*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Alfieri, L., Higashi, R., Shoop, R., & Schunn, C. D. (2015). Case studies of a robot-based game to shape interests and hone proportional reasoning skills. *International Journal of STEM Education*, 2, Article 4. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0017-9>
- Anderson, D. M. (2013). Overarching goals, values, and assumptions of integrated curriculum design. *SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education*, 28(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/1937156X.2013.11949690>
- Argün, Z., Halicioğlu, S., Arıkan, A. ve Bulut, S. (2014). *Temel matematik kavramların künyesi*. Gazi Kitabevi.
- Asimov, M. (1962). A philosophy of engineering design. In *Contributions to a Philosophy of Technology* (pp. 150-157). Springer, Dordrecht
- Atman, C. J., Adams, R. S., Cardella, M. E., Turns, J., Mosborg, S., & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of engineering education*, 96(4), 359-379.
- Baykul, Y. (2021) *Ortaokulda Matematik Öğretimi (5-8. Sınıflar)*. (4. Baskı). Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.

- Beane, J. A. (1993). Problems and possibilities for an integrative curriculum. *Middle School Journal*, 25(1), 18-23. <https://doi.org/10.1080/00940771.1993.11495181>
- Beane, J. A. (1997). Curriculum integration: Designing the core of democratic education. New York: Teachers College Press.
- Becker, K., & Park, K. (2011). Effects of integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A preliminary meta-analysis. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 12(5), 23–37.6.
- Beckmann, S., & Izsák, A. (2015). Two perspectives on proportional relationships: Extending complementary origins of multiplication in terms of quantities. *Journal for Research in Mathematics Education*, 46(1), 17-38.
- Ben-Chaim, D., Keret, Y., & Ilany, B. S. (2007). Designing and implementing authentic investigative proportional reasoning tasks: the impact on pre-service mathematics teachers' content and pedagogical knowledge and attitudes. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4), 333-340. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9052-x>
- Ben-Chaim, D., Keret, Y., & Ilany, B. S. (2012). *Ratio and proportion. Research and Teaching in Mathematics Teachers' Education (Pre-and In-Service Mathematics Teachers of Elementary and Middle School Classes)*. Springer Science & Business Media.
- Berk, G. (2020). *Dmön Destekli Stem Uygulamalarının Oran – Orantı Ve Yüzdeler Konusunda Etkisinin İncelenmesi* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Berland, L., Steingut, R., & Ko, P. (2014). High School Student Perceptions of the Utility of the Engineering Design Process: Creating Opportunities to Engage in Engineering Practices and Apply Math and Science Content. *Journal of Science Education and Technology*, 23(6), 705– 720. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9498-4>

- Berry, R. Q., Bull, G., Browning, C., Thomas, C. D., Starkweather, G., & Aylor, J. (2010). Use of digital fabrication to incorporate engineering design principles in elementary mathematics education. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 10(2), 167-172.
- Beswick, K., & Fraser, S. (2019). Developing mathematics teachers' 21st century competence for teaching in STEM contexts. *ZDM*, 51(6), 955-965. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01084-2>
- Blum, W., & Leiß, D. (2007). Deal with modelling problems. *Mathematical modelling: Education, engineering and economics-ICTMA*, 12, 222.
- Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational psychologist*, 26(3-4), 369-398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brewer, G. D. (1999). The Challenges of Interdisciplinarity. *Policy Sciences*, 32(4), 327–337.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Burghardt, M.D. & Krowles, C. (2006). Enhancing mathematics instruction with engineering design. *Paper presented at the American Society for Engineering Education Annual Conference, Pittsburgh, PA.*
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı: İstatistik, Araştırma Deseni Spss Uygulamaları ve Yorum (28. Baskı)*. Pegem Akademi Yayıncılık.

- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. & sp, F. (2010). Örneklem Yöntemleri, In Büyüköztürk, Ş. (Ed.), *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: PegemA.
- Bybee R. W. (2010). What is STEM education? *Science*, 329(5995):996.
- Channell, D. F. (2009). *The emergence of the engineering sciences: An historical analysis*. In *Philosophy of technology and engineering sciences* (pp. 117-154). North-Holland.
- Cai, J. & Sun, W. (2002). Developing students' proportional reasoning: A Chinese perspective. In B. Litwiller & G. Bright (Eds.), *Making sense of fractions, ratios, and proportions*. Reston, Virginia: National Council of Teachers of Mathematics.
- Cooper, R., & Heaverlo, C. (2013). Problem Solving and Creativity and Design: What Influence Do They Have on Girls' Interest in STEM Subject Areas?. *American Journal of Engineering Education*, 4(1), 27-38.
- Coxon, S. V., Dohrman, R. L., & Nadler, D. R. (2018). Children using robotics for engineering, science, technology, and math (CREST-M): The development and evaluation of an engaging math curriculum. *Roepers Review*, 40(2), 86-96. <https://doi.org/10.1080/02783193.2018.1434711>
- Creswell, J. W. (2021). *Karma Yöntem Araştırmalarına Giriş* (3. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Cross, N. (1982). Designerly ways of knowing. *Design studies*, 3(4), 221-227.
- Crouch, R., & Haines, C. (2004). Mathematical modelling: Transitions between the real world and the mathematical model. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 35(2), 197-206.
- Czerniak, C. M., Weber Jr, W. B., Sandmann, A., & Ahern, J. (1999). A literature review of science and mathematics integration. *School Science and Mathematics*, 99(8), 421-430.

- Daugherty, M. K. (2013). The Prospect of an "A" in STEM Education. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(2).
- Dickerson, D. L., Eckhoff, A., Stewart, C. O., Chappell, S., & Hathcock, S. (2014). The examination of a pullout STEM program for urban upper elementary students. *Research in Science Education*, 44(3), 483-506. <https://doi.org/10.1007/s11165-013-9387-5>
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Drake, S. M., & Reid, J. L. (2018). Integrated curriculum as an effective way to teach 21st century capabilities. *Asia Pacific Journal of Educational Research*, 1(1), 31-50
- Drake, S. M. & Savage, M. F. (2016). Negotiating accountability and integrated curriculum in a global context. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 15(6).
- Dym, C. (1999). Learning engineering: Design, languages, and experiences. *Journal of Engineering Education*, 88(2), 145–148.
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of engineering education*, 94(1), 103-120.
- English, L. (2015). STEM: Challenges and opportunities for mathematics education. In Proceedings of the 39th Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, PME 39 (Volume 1) (pp. 4-18). *IGPME-The International Group for the Psychology of Mathematics*
- English, L. D. (2016a). STEM education K-12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-8.
- English, L. D. (2016b). Advancing mathematics education research within a STEM environment. *Research in mathematics education in Australasia 2012-2015* (pp. 353-371). Springer, Singapore.

- English, L. D., & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*. <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0027-7>
- Etim, J. S. (2005). *Curriculum integration: the why and how*. In J. S. Etim (Ed.), *Curriculum integration k-12 theory and practice* (3-11). UK: University Press of America.
- Fan, S. C., & Yu, K. C. (2017). How an integrative STEM curriculum can benefit students in engineering design practices. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(1), 107–129. <https://doi.org/10.1007/s10798-015-9328-x>
- Fantz, T. D., De Miranda, M. A., & Siller, T. J. (2011). Knowing what engineering and technology teachers need to know: An analysis of pre-service teachers engineering design problems. *International Journal of Technology & Design Education*, 21(3), 307-320.
- Firdaus, A. R., Wardani, D. S., Altaftazani, D. H., Kelana, J. B., & Rahayu, G. D. S. (2020). Mathematics learning in elementary school through engineering design process method with STEM approach. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1657, No. 1, p. 012044). IOP Publishing.
- Fitzallen, N. (2015). STEM Education: What Does Mathematics Have to Offer?. *Mathematics Education Research Group of Australasia*.
- Fogarty, R. (1991). Ten ways to integrate curriculum. *Educational Leadership*, 49(2), 61–65.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (8th ed.). New York: McGraw-Hill Companies.
- Frodeman, R., Klein, J. T., & Pacheco, R. C. D. S. (Eds.). (2010). *The Oxford handbook of interdisciplinarity*. Oxford University Press.

- Geiger, V., Stillman, G., Brown, J., Galbriath, P., & Niss, M. (2018). Using mathematics to solve real world problems: the role of enablers. *Mathematics Education Research Journal, 30(1)*, 7-19.
- Gilroy, M. (2002). Waking up students math/science attitudes and achievement. *The Education Digest, 68 (4)*, 39-44.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer. Washington, DC: Congressional Research Service, Library of Congress.
- Gregory, S. A. (Ed.). (1966). *The design method*. London, UK: Butterworths.
- Göktepe Yıldız, S. (2019). *Tasarım Temelli Matematik Uygulamalarının Farklı Öğrenme Yaklaşımlarına Sahip Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine ve 3 Boyutlu Geometrik Düşünme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi (Doktora Tezi)*. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Griffin, P., & Care, E. (Eds.). (2014). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach*. Springer.
- Grootenboer, P., & Marshman, M. (2016). *The affective domain, mathematics, and mathematics education*. In *Mathematics, affect and learning* (pp. 13-33). Springer, Singapore.
- Guler, G., Sen, C., Ay, Z. S., & Ciltas, A. (2019). Engineering skills that emerge during Model-Eliciting Activities (MEAs) based on 3D modeling done with mathematics pre-service teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology (IJEMST), 7(3)*, 251-270
- Guzey, S. S., Moore, T. J., & Harwell, M. (2016a). Building Up STEM: An Analysis of Teacher-Developed Engineering Design-Based STEM Integration Curricular Materials. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 6(1)*.
<https://doi.org/10.7771/2157-9288.1129>

- Guzey, S. S., Moore, T. J., Harwell, M., & Moreno, M. (2016b). STEM Integration in Middle School Life Science: Student Learning and Attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 25, 550–560. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9612-x>
- Guzey, S. S., Ring-Whalen, E. A., Harwell, M., & Peralta, Y. (2019). Life STEM: A case study of life science learning through engineering design. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 23-42.
- Gündoğdu, N. S., & Pişkin Tunç, M. (2022). Improving middle school students' proportional reasoning through STEM activities. *Journal of Pedagogical Research*, 6(2), 164-185. <https://doi.org/10.33902/JPR.202213548>
- Gürkan, T. & Gökçe, E. (1999). Eğitim Programlarını Bütünleştirmenin On Yolu. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences (JFES)*, 32 (1). https://doi.org/10.1501/Egifak_0000001166
- Hammarfelt, B. (2019). *Discipline*. ISKO Encyclopedia of Knowledge Organization.
- Hart, K. (1988). *Ratio and proportion*. In J. Hiebert & M. Behr (Eds.), *Number concepts and operations in the middle grades*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Hathcock, S.J., Dickerson, D.L., Eckhoff, A., & Katsioloudis, P. (2015). Scaffolding for Creative Product Possibilities in a Design-Based STEM Activity. *Research in Science Education*, 45(5), 727-748. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9437-7>
- He, X., Li, T., Turel, O., Kuang, Y., Zhao, H., & He, Q. (2021). The Impact of STEM Education on Mathematical Development in Children Aged 5-6 Years. *International Journal of Educational Research*, 109, 101795.
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., & De Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: Measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(1), 107–120. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9241-0>

- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn?. *Educational psychology review, 16(3)*, 235-266.
- Holmlund, T. D., Lesseig, K., & Slavit, D. (2018). Making sense of “STEM education” in K-12 contexts. *International journal of STEM education, 5(1)*, 1-18.
- Hung, W. (2011). Theory to reality: A few issues in implementing problem-based learning. *Educational Technology Research and Development, 59(4)*, 529-552.
- Hynes, M., Portsmouth, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D., & Carberry, A. (2011). *Infusing engineering design into high school STEM courses*.
- International Technology Education Association [ITEA]. (2000). Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology. Reston, Va.: ITEA.
- Jackson, A., Godwin, A., Bartholomew, S., & Mentzer, N. (2022). Learning from failure: A systematized review. *International Journal of Technology and Design Education, 32(3)*, 1853-1873. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09661-x>
- Jacobs, H. H. (1989). *Interdisciplinary curriculum: Design and implementation*. Association for Supervision and Curriculum Development, 1250 N. Pitt Street, Alexandria, VA 22314.
- Jaworski, B. (1992). Mathematics teaching: What is it. *For the learning of Mathematics, 12(1)*, 8-14
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education, 3(1)*, 1-11.
- Kennedy, T. J., & Odell, M. R. L. (2014). Engaging students in STEM education. *Science Education International, 25(3)*, 246-258.
- Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based learning* (pp. 317-334). na.

- Koehler, C., Faraclas, E., Sanchez, S., Latif, S. K. & Kazerounian, K. (2005). Engineering frameworks for high school setting: Guidelines for technical literacy for high school students, ASEE Conference & Exposition.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving schools*, 19(3), 267-277.
- Koonce, D. A., Zhou, J., Anderson, C. D., Hening, D. A., & Conley, M. (2011). What is STEM? American society for engineering education annual Conference proceedings.
- Kysilka, M. L. (1998). Understanding integrated curriculum. *Curriculum journal*, 9(2), 197-209. <https://doi.org/10.1080/0958517970090206>
- Lamon, S. J. (2020). *Teaching Fractions and Ratios for Understanding: Essential Content and Instructional Strategies for Teachers*. Routledge.
- Lawson, M. J. (2003). Problem solving. International handbook of educational research in the Asia-Pacific region, 511-524.
- Lesh, R., & Doerr, H. M. (Eds.). (2003). *Beyond constructivism: Models and modeling perspectives on mathematics problem solving, learning, and teaching*. Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Li, Y., Schoenfeld, A. H., diSessa, A. A., Graesser, A. C., Benson, L. C., English, L. D., & Duschl, R. A. (2020). On computational thinking and STEM education. *Journal for STEM Education Research*, 3(2), 147-166.
- Lie, R., Selcen Guzey, S., & Moore, T. J. (2019). Implementing engineering in diverse upper elementary and middle school science classrooms: Student learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 28(2), 104-117. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9751-3>
- Lindholm-Leary, K., & Borsato, G. (2006). Academic achievement. *Educating English language learners: A synthesis of research evidence*, 176-222.

- Loepp, F. L. (1999). Models of curriculum integration. *The Journal of Technology Studies*, 25(2), 21-25.
- Maass, K., Geiger, V., Ariza, M. R., & Goos, M. (2019). The role of mathematics in interdisciplinary STEM education. *ZDM*, 51(6), 869-884.
- Maiorca, C. (2016). *A Case Study: Students' Mathematics-Related Beliefs From Integrated STEM Model-Eliciting Activities* (Doctoral dissertation). University of Nevada, Las Vegas.
- Maltese, A. V., Simpson, A., & Anderson, A. (2018). Failing to learn: The impact of failures during making activities. *Thinking Skills and Creativity*, 30, 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.01.003>
- Mangold, J., & Robinson, S. (2013). The engineering design process as a problem solving and learning tool in K-12 classrooms. In 2013 ASEE Annual Conference & Exposition (pp. 23-1196).
- Marakas, G. M. 2003. *Decision Support Systems in The 21st Century*, Prentice Hall, USA.
- Martínez Ortiz, A. (2015). Examining Students' Proportional Reasoning Strategy Levels as Evidence of the Impact of an Integrated LEGO Robotics and *Mathematics Learning Experience*. *Journal of Technology Education*, 26(2), 46-69.
- McComas, W.F. (2014). STEM: Science, Technology, Engineering, and Mathematics. In: McComas, W.F. (Eds). *The Language of Science Education*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-497-0_92
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (2016). *Nitel veri analizi* (S. Akbaba Akgül ve A. Ersoy, Çev.). Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Miller, R. (2005). Integrative learning and assessment. *Peer Review*, 7(4), 11-14.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2018). *Matematik dersi (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.

- Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices* (pp. 35-60). Purdue University Press.
- Moon, J. & Singer, S.R. (2012). Bringing STEM into focus. *Education Week*, 31(19), 32-34.
- Moran, J. (2010). *Interdisciplinarity* (pp. 13-17). Routledge.
- Morrison, J. (2006). Attributes of STEM education: The student, the school, the classroom. *TIES (Teaching Institute for Excellence in STEM)*, 20, 2-7.
- Mulder, M. (2012). Interdisciplinarity and education: towards principles of pedagogical practice. *The Journal of Agricultural Education and Extension*, 18(5), 437-442.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press
- National Research Council [NRC] & National Academy of Engineering [NAE]. (2009). *Engineering in K-12 Education: Understanding the status and improving the prospects*. (L. Katehi, G. Pearson, & M. Feder, Eds.). Washington DC: National Academies Press.
- NCTM (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM Publications.
- Newell, W. H., Wentworth, J., & Sebberson, D. (2001). *A theory of interdisciplinary studies*. Issues in Interdisciplinary Studies.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.

- Nikitina, S. (2006). Three strategies for interdisciplinary teaching: contextualizing, conceptualizing, and problem-centring. *Journal of curriculum studies*, 38(3), 251-271. <https://doi.org/10.1080/00220270500422632>
- OECD (2017). PISA 2015 Assesment and Analytical Framework: Science Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, PISA, OECD Publishing, Paris.
- Önal, N. (2013). Ortaokul Öğrencilerinin Matematik Tutumlarına Yönelik Ölçek Geliştirme Çalışması. *İlköğretim Online*, 12(4).
- Öztürk, D. Z. ve Çınar, S.(2022). Mühendislik Tasarıma Dayalı STEM Eğitiminin Okul Öncesi Öğrencilerinin Problem Çözme Becerisine Etkisi, *Trakya Eğitim Dergisi*, 12(1), ss. 34.-56
- Pallant, J. (2011). *Survival manual. A step by step guide to data analysis using SPSS*. McGraw-Hill Education (UK).
- Park, D. Y., Park, M. H., & Bates, A. B. (2018). Exploring young children's understanding about the concept of volume through engineering design in a STEM activity: A case study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(2), 275-294
- Partnership for 21st Century Learning [P21]. (2011). Framework for 21st century learning. http://www.p21.org/storage/documents/P21_Framework.pdf
- Pearson, G. (2017). National academies piece on integrated STEM. *The Journal of Educational Research*, 110(3), 224-226.
- Pinnell, M., Rowley, J., Preiss, S., Blust, R. P., Beach, R., & Franco, S. (2013). Bridging the gap between engineering design and PK-12 curriculum development through the use the STEM education quality framework. *Journal of STEM Education*, 14(4).
- Pollak, H. (2007). Mathematical modelling—A conversation with Henry Pollak. In *Modelling and applications in mathematics education* (pp. 109-120). Springer, Boston, MA.

- Purzer, S., & Quintana-Cifuentes, J. P. (2019). Integrating engineering in K-12 science education: spelling out the pedagogical, epistemological, and methodological arguments. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 1(1), 1-12.
- Pugalenthi, P. (2019). *Integration of engineering in a middle grade mathematics classroom: A conceptual framework for science, technology, engineering and mathematics (STEM) integration* (Doctoral dissertation). The University of North Carolina at Charlotte.
- Quarteroni, A. (2009). Mathematical models in science and engineering. *Notices of the AMS*, 56(1), 10-19.
- Rennie, L., Wallace, J., & Venville, G. (2012). Exploring Curriculum Integration: Why Integrate?. *Integrating science, technology, engineering, and mathematics* (pp. 11-21). Routledge.
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H. H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School science and mathematics*, 112(1), 31-44.
<https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>
- Rogers, C., & Portsmore, M. (2004). Bringing engineering to elementary school. *Journal of STEM Education: Innovations & Research*, 5(3/4), 17–28.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20– 2.
- Sage, S., M. (1996). A Qualitative Examination of Problem-Based Learning at The K- Level: Preliminary Findings, *Annual Meeting of the American Educational Research Association, April 8-12, Newyork*.
- Shaughnessy, J. M. (2013). Mathematics in a STEM context. *Mathematics Teaching in the Middle school*, 18(6), 324-324.

- Schmidt, H. G., Rotgans, J. I., & Yew, E. H. (2011). The process of problem-based learning: what works and why. *Medical education*, 45(8), 792-806. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2011.04035.x>
- Shoemaker, B. J. E. (1989). Integrative education: A curriculum for the twenty-first century. *OSSC Bulletin*, 33(2), n2.
- Sill, D. J. (1996). Integrative thinking, synthesis, and creativity in interdisciplinary studies. *The Journal of General Education*, 45(2), 129-151.
- Simon, Y. R. (1983). Pursuit of Happiness And Lust For Power In Technological Society. In C. Mitcham & R. Mackey (Eds.), *Philosophy and Technology*. New York: Free Press
- Solomon, G. (2003). Project-based learning: A primer. *Technology and learning-dayton*, 23(6), 20-20.
- Spring, J. (2014). *Globalization of Education: An Introduction* (2nd ed.). Routledge.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research (Vol. 15)*. Newbury Park, CA: Sage.
- Stroud, A., & Baines, L. (2019). Inquiry, investigative processes, art, and writing in STEAM. In *STEAM education* (pp. 1-18). Springer, Cham.
- Struyf, A., De Loof, H., Boeve-de Pauw, J., & Van Petegem, P. (2019). Students' engagement in different STEM learning environments: integrated STEM education as promising practice?. *International Journal of Science Education*, 41(10), 1387-1407. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1607983>
- Suh, E., Hoffman, L., Hughes, M., & Zollman, A. (2020). The twelve-foot basketball player task: STEM circles score points and win academic goals with emergent multilingual students. *Middle School Journal*, 51(3), 11-18. <https://doi.org/10.1080/00940771.2020.1735872>

- Şen, C. (2018). *Mühendislik Tasarımı Odaklı Bütünleşik STEM Etkinliklerinde Üstün Zekâlı ve Yetenekli Öğrencilerin Kullandığı Beceriler* (Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Şimşek, D. (2020). *Mühendislik Temelli Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme Becerilerine Etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. and Depaepe, F. (2018). Integrated STEM Education: A Systematic Review of Instructional Practices in Secondary Education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Tourniaire, F., & Pulos, S. (1985). Proportional reasoning: A review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*, 16, 181–204.
- Thurstone, L. L. (1928). Attitudes can be measured. *American journal of Sociology*, 33(4), 529-554.
- Toptaş, V., Gözel, E. (2018). Türkiye’de matematik kaygısı ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin içerik analizi. *Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi*, 4(3), 136-146.
- Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). *STEM education: A project to identify the missing components*. Pittsburgh, PA: Intermediate Unit 1 and Carnegie Mellon.
- Ünlü, M. (Ed.). (2020) *Uygulama Örnekleriyle Matematik Öğretiminde Yeni Yaklaşımlar*. Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara.
- Van De Walle, J. A., Karp, K. S., & Bay-Williams, J. M. (2012). *İlkokul ve ortaokul matematiği: Gelişimsel yaklaşımla öğretim* (Çev. S. Durmuş). Ankara: Nobel Yayıncılık.

- Vars, G. F. (1991). Integrated curriculum in historical perspective. *Educational leadership*, 49(2), 14-15.
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.
- Wood, D. F. (2003). Problem based learning. *Bmj*, 326(7384), 328-330.
<https://doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2021). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (12. Baskı). Seçkin Yayıncılık, Ankara

EK-A: Düzey Belirleme Testi

1. $(-11) + (+17) + (-13)$ işleminin sonucu kaçtır?
 A) -7 B) -4 C) 15 D) 19
2. $\frac{1}{6} < \frac{\quad}{8} < \frac{2}{3}$ sıralamasında yerine aşağıdakilerden hangisi yazılırsa sıralama yanlış olur?

- A) 3 B) 4 C) 5 D) 6

3. $-6x - (4x-3)$ cebirsel ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $-10x + 3$ B) $-10x - 18$
 C) $-2x - 3$ D) $-2x + 6$

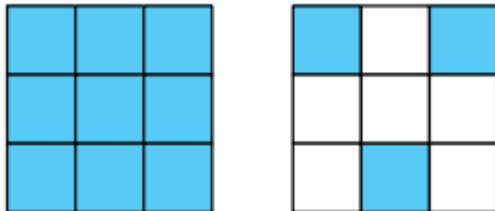
4. $\left(-\frac{3}{10}\right)^3$ ün değeri kaçtır?

- A) $\frac{27}{100}$ B) $-\frac{3}{1000}$
 C) $-\frac{9}{1000}$ D) $-\frac{27}{1000}$

5. $(2x+5y-3) \cdot 4$ cebirsel ifadesi aşağıdakilerden hangisine eşittir?

- A) $2x + 9y + 3$ B) $2x + 20y - 12$
 C) $8x + 5y - 3$ D) $8x + 20y - 12$

6. Aşağıda her biri dokuz eş parçaya ayrılmış iki eş kare verilmiştir.



Buna göre maviye boyalı karelerin temsil ettiği kesre karşılık gelen ondalık gösterim aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $0,\overline{13}$ B) $0,1\overline{3}$ C) $1,0\overline{3}$ D) $1,\overline{3}$

7. Aşağıdaki ifadelerden hangisinin değeri negatif bir tamsayıdır?

A) $(-5)^4$

B) $(-3)^3$

C) $(-1)^6$

D) $-(-2)^5$

8. "Bir sayının 5 fazlasının 3 katının 4 eksiğinin yarısı 10'a eşittir." sözel ifadesindeki sayı x olduğuna göre bu ifadeye uygun denklem aşağıdakilerden hangisidir?

A) $\frac{3(x+5)-4}{2} = 10$

B) $\frac{3x+1}{2} = 10$

C) $\frac{3x+5}{2} - 4 = 10$

D) $3(x+5) + \frac{4}{2} = 10$

9.

$$\frac{1 - \frac{1}{5}}{2}$$

İşleminin sonucu hangisidir?

A) $\frac{2}{5}$

B) $\frac{1}{2}$

C) $\frac{8}{5}$

D) $\frac{5}{2}$

10. Bir baloncu her birinin üzerinde bir tam sayı yazılı olan balonlar satmaktadır. Baloncu üzerinde +3, -5, +4, +2 sayıları yazılı olan dört balondan, üzerindeki sayıların toplamı sıfır olan üçünü satın alan kişiye dördüncü balonu hediye edecektir.

Buna göre hediye edilebilecek balonun üzerinde yazan tam sayı aşağıdakilerden hangisidir?

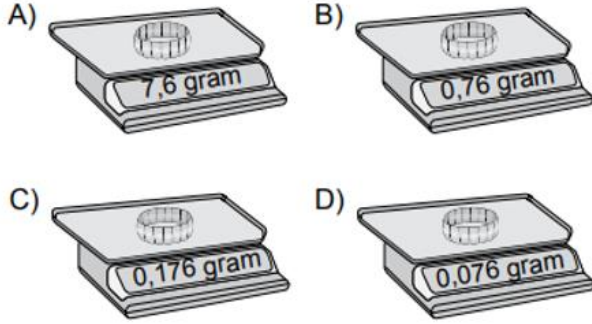
A) -5

B) +2

C) +3

D) +4

11. Bir yüzüğün kütlesi $\frac{76}{100}$ gramdır. Buna göre bu yüzük aşağıdaki terazilerden hangisindeki?



12. 1,4,7,10, ...

Yukarıdaki örüntüde terimler arasındaki artış miktarı sabittir. Buna göre bu örüntünün genel kuralı aşağıdakilerden hangisidir?

- A) $n + 3$ B) $2n - 1$
 C) $3n - 2$ D) $4n - 3$

13. Dengede olan bir terazinin bir kefesinde her biri 4 kg olan 3 kabak, diğer kefesinde ise bir kavun ile her biri 5 kg olan 2 karpuz vardır. Buna göre kavun kaç kilogramdır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4

14. Çarpımları -72 olan dört tam sayıdan ikisi -2 ve -3'tür. Buna göre, diğer iki sayı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

- A) 2 ve 6 B) -4 ve 3
 C) -12 ve -1 D) -3 ve 6

15. Hakan'ın kütlesi Seda'nın kütlesinin 2 katından 8 kg fazladır. Hakan'ın kütlesi 46 kg olduğuna göre, Seda'nın kütlesi kaç kg'dır?

- A) 18 B) 19 C) 27 D) 36

16. $-\frac{4}{9}$, $-\frac{5}{6}$, $-\frac{7}{12}$ rasyonel sayılarının doğru sıralanışı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

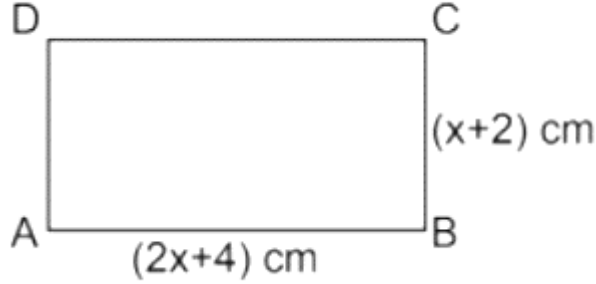
A) $-\frac{4}{9} > -\frac{7}{12} > -\frac{5}{6}$

B) $-\frac{5}{6} > -\frac{7}{12} > -\frac{4}{9}$

C) $-\frac{4}{9} > -\frac{5}{6} > -\frac{7}{12}$

D) $-\frac{7}{12} > -\frac{5}{6} > -\frac{4}{9}$

17.



Şekildeki ABCD dikdörtgeninin çevresini santimetre cinsinden veren cebirsel ifade aşağıdakilerden hangisidir?

A) $3x + 12$

B) $3x + 8$

C) $6x + 6$

D) $6x + 12$

18. Bir işçi, bir işin $\frac{1}{3}$ 'ünü, 2. Günde kalan işin $\frac{1}{3}$ 'ünü ve 3. günde de geriye kalan işin yarısını yapıyor. Buna göre aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

A) 1. gün ile 2. gün yapılan işler aynıdır.

B) 3. günde yapılan iş, ilk iki günde yapılan işten fazladır.

C) 2. gün ile 3. gün yapılan işler aynıdır.

D) Geriye, işin $\frac{1}{9}$ 'i kalmıştır.

19. $6(x+1) = 2(-3+5x)$ olduğuna göre x kaçtır?

A) 4

B) 3

C) -3

D) -4

20. Cansu bir günlük harçlığının $\frac{1}{6}$ 'ini ulaşım, $\frac{3}{5}$ 'ünü yemek masrafları için ayırmıştır. Cansu'nun geriye 7 lirası kaldığına göre bir günlük harçlığı kaç liradır?

A) 15

B) 23

C) 27

D) 30

EK-B: Akademik Başarı Testi

1. 8 litre suya 2 litre sirke katılarak homojen bir karışım elde ediliyor. **Bu karışımın 1 litresinde kaç litre sirke vardır?**
- A) 0,1 B) 0,2 C) 0,4 D) 0,5
2. Bir otomobil fabrikasında mavi renkli otomobil sayısının, beyaz renkli otomobil sayısına oranı $\frac{3}{5}$ 'tir. **Bu fabrikada 150 tane mavi renkli otomobil bulunduğuna göre kaç tane beyaz renkli otomobil vardır?**
- A) 90 B) 250 C) 450 D) 750
3. Sahipsiz hayvanların bulunduğu bir barınaktaki kedilerin sayısının köpeklerin sayısına oranı $\frac{2}{5}$ 'tir. Bu köpeklerden 6 tanesi sahiplendirilerek barınaktan ayrıldığında kalan köpeklerin sayısı kedilerin sayısına eşit oluyor. **Buna göre bu barınakta kaç kedi vardır?**
- A) 4 B) 6 C) 8 D) 10

Çalının boyu (cm)	Gölge boyu (cm)
20	16
40	32
60	48
80	64

4. Yukarıdaki çizelge, farklı boylardaki dört çalının sabah saat 10.00'daki boylarını göstermektedir. 50 cm boyundaki bir çalının sabah saat 10.00'daki boyu nedir?
- A) 36 cm B) 38 cm C) 40 cm D) 42 cm

5. Bir manavdaki elmaların toplam kütlesinin portakalların toplam kütlesine oranı $\frac{3}{5}$ 'tir.

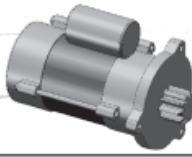


Bu manav gün boyunca 30 kg elma ve 60 kg portakal satmıştır.

Bu manavdaki geriye kalan portakalların kütlesi, geriye kalan elmaların kütlesine eşit olduğuna göre portakal ve elmaların satılmadan önceki toplam kütlesi kaç kilogramdır?

- A) 45 B) 75 C) 120 D) 150

- 6.

Tablo: Bir Makinenin Farklı Modellerinin Özellikleri

MODELLER			
ÖZELLİKLER			
Boy (cm)	60	30	20
Maliyet (bin TL)	1	2	3
Kütle (kg)	6	3	2
Dayanıklılık (yıl)	2	4	6

Bir fabrikada üretilen bir makinenin farklı modellerine ait veriler yukarıdaki tabloda gösterilmektedir. **Buna göre, aşağıdakilerden hangisindeki özellikler doğru orantılıdır?**

- A) Boy ve maliyet
 B) Boy ve dayanıklılık
 C) Maliyet ve dayanıklılık
 D) Dayanıklılık ve kütle
7. Bayrak Kanunu'na göre Türk bayrağının uzunluğu, genişliğinin 1,5 katı olmalıdır. Kaç metre uzunluğunda olduğu aşağıda belirtilen direklerin hangisine, uzunluğu 2,25 m olan bir Türk bayrağı çekilebilir?

Tablo: Direk Uzunluğuna Göre Göndere Çekilecek Türk Bayrağı Genişlikleri

Bayrak Direği Uzunluğu (m)	Bayrak Genişliği (cm)
4 - 5	70
5 - 7	100
7 - 10	150
10 - 12	200

- A) 4 B) 6 C) 9 D) 11

8. 360 tane cevizi üç kardeşten ilk ikisi sırası ile 3 ve 4 sayılarıyla doğru, üçüncü kardeş ise 5 sayısı ile ters orantılı olarak paylaşıyorlar. **Buna göre, ikinci kardeşe düşen ceviz sayısı kaçtır?**

A) 50 B) 100 C) 150 D) 200

9. Bir temizlik görevlisi 80 m²lik alanı 4 saatte temizleyebilmektedir.

Buna göre bu görevli ile aynı iş gücünde kaç kişi 320 m²lik alanı 4 saatte temizler?

A) 2 B) 4 C) 6 D) 8

10. $\frac{3}{a} = \frac{b}{12}$ orantısına göre, aşağıdakilerden hangisi **yazılamaz?**

A) $\frac{b}{3} = \frac{12}{a}$ B) $\frac{12}{b} = \frac{a}{3}$ C) $\frac{3}{b} = \frac{a}{12}$ D) $\frac{a}{b} = \frac{3}{12}$

EK-C: Görüş Formu

Sevgili öğrenciler, aşağıda yer alan sorular birlikte uyguladığımız mühendislik tasarım etkinliklerine yönelik görüşlerinizi belirlemek amacıyla sorulmuştur. Görüşleriniz akademik bir çalışmada kullanılacak, not olarak değerlendirilmeyecek ve isminiz gizli tutulacaktır. Bu nedenle soruları içtenlikle yanıtlamanız benim için önemlidir. Katkılarınız için teşekkür ederim.

1. Etkinlikte zorlandığınız yerler nelerdi?
2. Etkinlikte size kolay gelen yerler nelerdi?
3. Etkinliği 5 puan üzerinden değerlendirecek olsanız kaç puan verirsiniz? Neden?
4. Aynı etkinliğe katılım sağlayacak farklı öğrencilere ne tavsiye edersiniz?
5. Mühendislik tasarım etkinliğinin, Matematik dersi konuları hakkında görüşünüzü etkilediğini düşünüyor musunuz? Cevabınız evet ise bu konuya karşı görüşünüzü nasıl değiştirdiğini açıklayın. Cevabınız hayır ise sebebini açıklayın.

EK-D: 2 Vites Etkinliği

Özet

Bu etkinlikte öğrenciler elektrik motorlarının kullanıldığı asansör ve vinçlerde, otomobil, bisiklet gibi vitesli araçlarda dişlilerin kullanımının sağladığı etkileri fark eder; buradan hareketle mühendislik tasarım döngüsü adımlarını takip ederek dişli çiftleriyle bir aracın vites kutusunu basit şekilde temsil edecek bir tasarım yaparlar. Bu tasarımı yaparken gözlemlerini matematiksel oran ve orantı kavramlarıyla destekleyerek kendilerine sunulan şartlara en uygun tasarıma ulaşmaya çalışırlar.

Süre: 40+40+40+40=160 dk

Matematik Kazanımları

- “M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler.
 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.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.
 M.7.1.4.5. Doğru orantılı iki çokluğa ait orantı sabitini belirler ve yorumlar.
 M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.”

Mühendislik İlişkisi

Mühendislikte bir makine elemanı olarak dişli çarkların kullanımı oldukça yaygındır. Bir motorda oluşan gücü istenilen moment ve hız oranına dönüştürmek için dişlilerden yararlanılmaktadır. Mühendisler dişli çark mekanizmalarında sabit olan çevrim (dişli) oranını, tasarım amaçlarına göre değiştirerek ürünler elde ederler.

Malzemeler

- Lego model araç (Önceden hazırlanmış, her grup için birer tane)
- Dişliler (Her grup için birer tane 40, 8 ve 24 diş sayılı)
- Takometre (Devir ölçer)
- 2 Vites etkinliği çalışma kâğıdı (Ek-D.1)

Giriş

Etkinliğe başlamadan önce öğrencilere, çözümler arayacakları problemi fark ettirmek amacıyla;

- Bisiklet kullanıyor musunuz?
- Bisikletinizi seçerken hangi özelliklere sahip olmasına dikkat edersiniz?
- Araçların nasıl hızlanıp yavaşladığını düşündünüz mü? soruları yöneltilerek sınıfta tartışılır.

Tartışmanın ardından mühendislikte dişli kullanımının yeri, güç ve devir ileten dişli çark sistemlerinin çalışma ve kullanım prensipleri açıklanır:

İnsanlar eski ve orta çağa kadar dayanan zamanlardan bu yana yüklerin kaldırılması, kuyudan su çekilmesi gibi gündelik ihtiyaçların karşılanması için çözümler üretmek durumunda

kalmışlardır. Dişliler de bu zamanlarda, bu çözümlerden biri olarak ortaya çıkıp gelişen teknolojiyle birlikte hemen her makine için vazgeçilmez birer eleman haline gelmişlerdir (Babalık ve Çavdar, 2014). İki veya daha fazla dişli birlikte çalışarak güç ve hareket ileten dişli çark mekanizmalarını oluştururlar.

Dişli çark sistemlerinin kullanımına saat, asansör, otomobil, bisiklet, vinç gibi araçlarda rastlanmaktadır. Bu araçlarda hızı ve gücü değiştirmek için farklı çaptaki dişliler kullanılır. Döndüren ve döndürülen dişlilerden oluşan bir dişli çark mekanizmasının hareketi iletmesi, çevrim oranı (veya dişli oranı) denilen bir orana bağlıdır (Cürgül, 2020).

$$\text{Dişli oranı} = \frac{\text{Döndürülen dişlinin diş sayısı}}{\text{Döndüren dişlinin diş sayısı}} = \frac{\text{Giriş devir sayısı}}{\text{Çıkış devir sayısı}}$$

Örneğin; bir dişli çark sisteminde döndüren dişlinin diş sayısı 8, döndürülen dişlinin diş sayısı 24 ise bu sistemin çevrim oranı $\frac{24}{8}=3$ 'tür. Bu orana bağlı olarak böyle bir sistemde çıkış milini 1 tur döndürmek için giriş milinin 3 tur döndürülmesi gerekir.

Bu oranın 1'den büyük veya küçük olma durumuna göre sistem, hız düşürücü veya artırıcı olabilir. Hangi durum için hızı düşürücü, hangi durum için artırıcı olduğu uygulama sırasında araştırılacaktır.

Dişliler mühendislikte moment değiştirmek için de kullanılmaktadır. Moment; bir nesnenin bir nokta etrafında dönmesini sağlayan kuvvetin ölçümüdür. Örneğin bir asansör veya vinçte momentin yüksek olması, yükün kaldırılmasını kolaylaştırır. Bir bisikletle yokuş çıktığınızı hayal edin. Böyle bir durumda vitesinizi hız yerine momenti artıracak şekilde ayarlayarak bisikletinizin yokuşu daha rahat çıkmasını sağlamış olursunuz.

Mühendisler bir aracın kalkış, hızlanma, yavaşlama viteslerini tasarlarken de dişlilerden ve dişli oranından yararlanırlar. Sizler de bu etkinlikte bir mühendis gibi çalışarak dişlilerin ve dişli oranlarının kullanıldığı tasarımlar yapacaksınız.

Uygulama

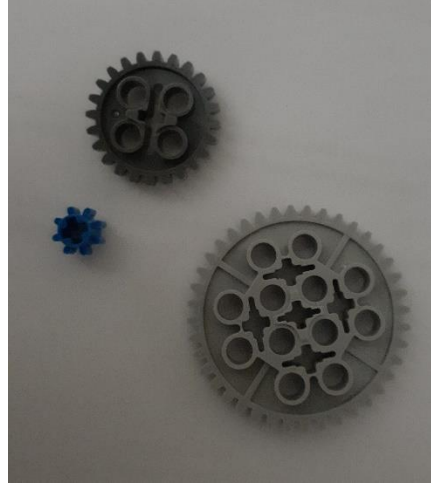
Öğrenciler 4'erli gruplara ayrılır ve her gruba önceden hazırlanmış Lego model araç, dişliler, takometre ve 2 Vites Etkinliği çalışma kâğıtları dağıtılır.

Problem 1: Bir aracın vites kutusu için hızlanma vitesini tasarlamanız isteniyor. Elinizdeki dişlileri kullanarak bu aracı mümkün olan en yüksek hıza ulaştıran dişli çiftini ve dişli oranını belirleyin.

Problem 2: Bir aracın vites kutusu için yavaşlama vitesini tasarlamanız isteniyor. Elinizdeki dişlileri kullanarak bu aracı mümkün olan en düşük hıza ulaştıran dişli çiftini ve dişli oranını belirleyin.

Problem 3: Günlük hayatta kullanılan araçlar ağır olduklarından kalkış aşamasında veya dik bir yolu çıkarken zorlanmamaları için momentlerinin yüksek olması gerekir. Elinizdeki dişlileri kullanarak bu aracı mümkün olan en yüksek momente ulaştıran dişli çiftini ve dişli oranını belirleyin.

Öğrenciler kullanmak istedikleri diş sayısına göre 2 dişli seçerler.



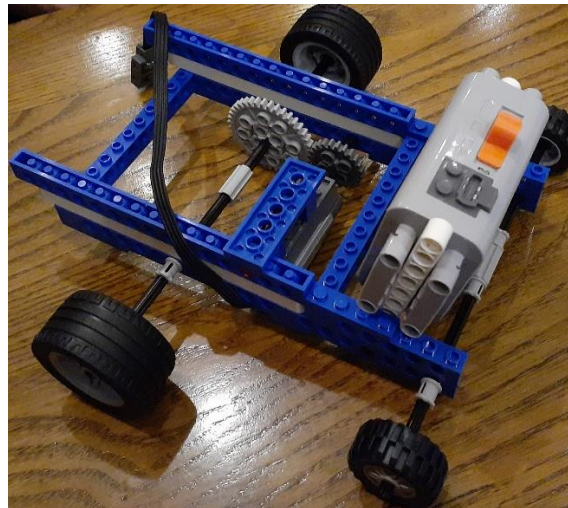
Dişli mekanizması için seçilen dişlilerden hangi dişlinin döndüren, hangisinin döndürülen olacağı belirlenir.

Döndürülen ve döndüren dişlilerin diş sayıları birbirine oranlanır ve 2 Vites Etkinliği çalışma kâğıdındaki tablonun ilgili kısmına yazılır. Oranın 1'den büyük veya küçük olma durumu yorumlanır.

Takometre ile motor devri ölçülüp 2 Vites Etkinliği çalışma kâğıdındaki tablonun ilgili kısmına yazılır.

Seçilen dişlilerin diş sayılarına göre hesaplanmış olan çevrim oranını kullanarak çıkış devri hesaplanır. Hesap 2 Vites Etkinliği çalışma kâğıdındaki ilgili kısma yazılır.

Seçilen dişli çifti araca takılır.



Döndürülen dişli üzerindeki mil devri (çıkış devri) ölçülür ve çevrim oranı kullanılarak yapılan hesaplama karşılaştırılır. Ölçüm, 2 Vites Etkinliği çalışma kâğıdındaki tablonun ilgili kısmına yazılır.

Motor (giriş mili) devri ve çıkış mili devirleri arasındaki oran hesaplanır ve 2 Vites Etkinliği çalışma kâğıdındaki tablonun ilgili kısmına yazılır.

Bu oran ve döndüren ile döndürülen dişlilerin diş sayıları oranının birbirlerine eşitlik durumu kontrol edilir.

Motor çalıştırılarak arabanın gidiş hızı gözlemlenir. Grupların seçtiği dişlilerle yaptıkları tasarımın, hız ile ilgili sonuçları uygulamalı olarak görülür.

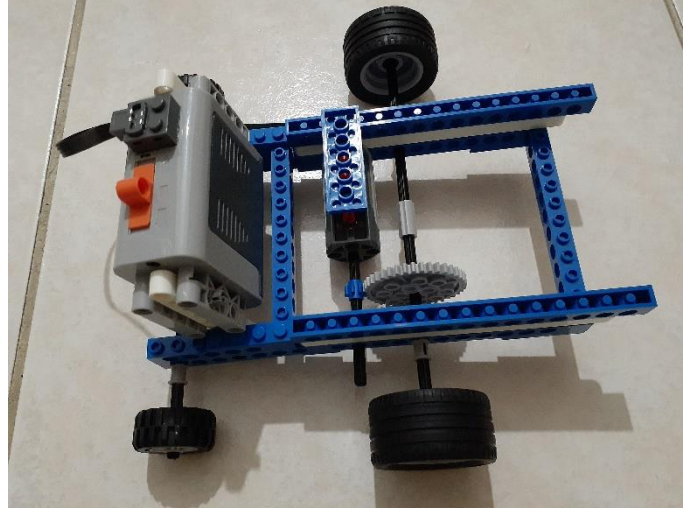
Aracın arkasına ağırlık bağlanarak motor çalıştırılır. Aracın ağırlığı çekebilme durumu gözlemlenir.

Hesaplama ve gözlemler tamamlandıktan sonra aynı adımlar, döndüren ve döndürülen dişlilerin yerleri değiştirilerek yeniden uygulanır.

"Döndüren ve döndürülen dişlileri yerlerini değiştirerek bağlamak sisteminizi ve oranınızı nasıl etkiledi?" sorusu tartışılır.

Tartışma tamamlandıktan sonra gruplar, ellerinde bulunan farklı dişlilerle yeni kombinasyonlar oluşturup hesaplamalarını ve gözlemlerini çalışma kâğıtlarına not eder.

Tasarımların tamamlanmasının ardından çalışma kâğıdındaki pekiştirme soruları yanıtlanır.



Çalışmalar tamamlandıktan sonra gruplardan, problemler için geliştirdikleri arasında en iyi olduğunu düşündükleri tasarımı sunmaları istenir.

Sonuç

Tüm gruplar 3 problemin de çözümü için tasarımlarını sunduktan sonra tartışmaya geçilir.

- Öğrenciler bu etkinlikte tasarımlarını yaparken dişlilerin diş sayıları ve motorun devir sayıları olmak üzere 2 oran hesaplayıp bu oranların eşitliğinden yararlandılar. İlk aşamada iki oranın eşitliğine nasıl karar verdiklerini tartışmak için: "Döndüren ve döndürülen dişlilerin diş sayılarının oranı ile motorun giriş ve çıkış devirleri oranlarını ayrı ayrı hesapladınız. Bu oranların eşit olduğuna nasıl karar verdiniz?" sorusu yöneltilir. *(Oranları sadeleştirdiklerinde veya genişlettiklerinde aynı sabitin çıktığını görmüş olabilirler)*
- Öğrenciler iki oranın eşit olduğunu fark ettikten sonraki aşamada çıkış devrini yeniden ölçüme gerek kalmadan hesapladılar. Birbirine oranı verilen iki çokluktan bilinmeyenini elde ederken nasıl bir yol izlediklerini tartışmak için: "Dişlileri değiştirip giriş devrini ölçtükten sonra çıkış devrini nasıl buldunuz? Birbirine oranlarını bildiğiniz iki değerden biri verildiğinde diğerini bulmak için ne yaparsınız?" soruları yöneltilir.
- Öğrencilerin etkinlikte kullandıkları oranların çevrim oranını vermesinin yanı sıra, birbirlerine eşitliklerinden dolayı bir orantı da oluşturduklarını fark etmeleri için: "Dişlilerin diş sayılarının oranı ile motor devirleri oranlarının eşitliği matematiksel olarak ne anlama gelmektedir? İki oranın orantı oluşturduğuna nasıl karar verirsiniz?" soruları yöneltilir. *(Öğrencilere oranların genişletilmiş veya sadeleştirilmiş hallerinin eşit olmasının yanında, çapraz çarpımlarının da birbirlerine eşit olduğu fark ettirilir.)*

- Öğrencilerin ters orantılı çokluklar arasındaki ilişkiyi nasıl ifade ettiği ve iki çokluğun ters orantılı olduğuna nasıl karar verdiklerini tartışmak için: “Aracınızın momenti ve hızı arasındaki ilişkiyi fark edebildiniz mi? Bu ilişkiyi nasıl açıklarsınız?” soruları yöneltilir. (*Etkinlikte momentin artışı, aracın yükü kaldırabilme yeteneğine karşılık gelmektedir. Aracın yükü kaldırması kolaylaştıkça, momenti arttıkça gidiş hızı azalmaktadır. Öğrencilerin moment ve hız arasında ters orantı olduğunu fark etmeleri beklenmektedir.*)
- Geriye dönüp tasarımınızda bir değişiklik yapmak isteseyiz neleri değiştirdiniz? Sorusu sınıfça tartışılarak etkinlik tamamlanır.

Kaynakça

Babalık, F. C. ve Çavdar, K. (2014). *Makine Bilimi ve Elemanları* (5. Baskı).

Cürgül, İ. (2020). *Çözümlü Problemlerle Makina Elemanları 2*. Cilt (s. 231).

Ek-D.1: 2 Vites Çalışma Kâğıdı

Döndüren Dişlinin Diş Sayısı	Döndürülen Dişlinin Diş Sayısı	Çevrim (Dişli) Oranı

Dişli Kombinasyonu	Giriş devir sayısı	Hesaplanan Çıkış devir sayısı	Ölçülen Çıkış devir sayısı	Çevrim (Dişli) Oranı
40-8				
8-40				
40-24				
24-40				
8-24				
24-8				

Hızlanma vitesi için seçtiğiniz kombinasyon:

Yavaşlama vitesi için seçtiğiniz kombinasyon:

Güçlü kalkış için seçtiğiniz kombinasyon:

- Giriş devrinin 5 olduğu bir sistemde çıkış devri 10 ise giriş kolunu 1 tur çevirdiğinizde çıkış kolu kaç tur döner?
- Döndüren dişlisinin diş sayısı 8 olan bir dişli çark sisteminde, giriş devri 6 iken çıkış devrinin 2 olması için döndürülen dişlinin diş sayısı kaç seçilmelidir?

EK-E: Hidrolik Kaldıraç Etkinliği

Özet

Bu etkinlikte öğrenciler mühendislik tasarım döngüsü adımlarını takip ederek sıvının itici bir güç gibi kullanıldığı, sıvıyla çalışan (hidrolik) kaldıraç tasarlarlar. Tasarımlarını, farklı ağırlıkları kaldırabilmeye yetecek kuvveti bulmak için matematiksel oran ve orantı kavramlarını kullanarak şekillendirir ve test ederler.

Süre: 40+40+40+40=160 dk

Matematik 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.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.

M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.”

Mühendislik İlişkisi

Kapalı kapta bulunan bir sıvıya uygulanan basınçtaki değişim, sıvının her noktasına aynen iletilir ve bu durum Pascal yasası olarak adlandırılır (Halliday, Resnick & Walker, 2014). Mühendislikte hidrolik krikolar, fren sistemleri, iş makineleri gibi sıvıyla çalışan sistemleri üretip çalıştırmak için bu ilkedden yararlanır.

Malzemeler

- Kesit alanı farklı şırıngalar
- Serum hortumu
- Ağırlıklar
- Her grup için sunta platform (Platform, şırıngaları yerleştirmek için kullanılacaktır. Sınıfa getirmeden önce öğrencilerin etkinlik sırasında rahat deneme yapabilmeleri için platform üzerinde her şırınganın girebileceği kadar delikler açtırılacaktır.)
- Renkli sıvı
- Etkinlik Çalışma Kâğıdı (Ek-E.1)

Giriş

Etkinliğe başlamadan önce;

- Çalışma sandalyesi/oyuncu koltuğunuz var mı? Bu koltukların yükseklik ayarını nasıl yapıyorsunuz?
- Daha önce patlayan bir araba lastiğinin nasıl değiştirildiğini gördünüz mü?”

- Normal insanlar tek başlarına bir arabayı kaldıramazken küçük bir krikonun bunu nasıl başardığını düşündünüz mü? soruları yöneltilerek sınıfça tartışılır.

Ardından sıvının herhangi bir noktasına uygulanan kuvvetle basınç iletimi ilişkisi ve kullanım yerleri açıklanır:

Kapalı kapta bulunan bir sıvı kendi içinde belirli bir basınca sahiptir. Bu sıvıya uygulanan basınçtaki herhangi bir değişiklik, sıvının her noktasına kayıpsız şekilde iletilir. Bu durum ilk olarak Fransız bilim insanı Blaise Pascal tarafından keşfedilmiş ve Pascal yasası olarak adlandırılmıştır (Serway & Jewet, 2021). Günlük hayatta Pascal yasasının kullanımının birçok örneğini görmek mümkündür. Örneğin; bir sprej şişesinin başına bastırıldığında sprejin püskürmesinin sebebi budur. İtfaiye merdivenleri, kamyonların kasaları, kepe gibi birçok iş makinesi bu temel prensibe göre çalışır. Krikonun küçük bir kuvvet uygulayarak ağır arabayı kaldırabilmesi de basıncın sıvı içinde iletilmesiyle açıklanabilir.

Mühendisler ağır araçları mümkün olduğunca az kuvvet harcayarak kaldırabilen sistemler tasarlayıp kullanabilmek için bu temel prensipten yararlanırlar. Sizler de bu etkinlikte bir mühendis gibi çalışarak sıvı basıncındaki değişimin kullanıldığı hidrolik kaldırma tasarımları yapacaksınız.

Problem: Bir araç tamir istasyonuna gelen araçları mümkün olduğunca az kuvvet harcayarak kaldırmaya imkân tanıyan bir kaldırma tasarlamamız isteniyor. Elinizdeki malzemeleri kullanarak bu imkânı sağlayan bir model tasarlayın.

Uygulama

Öğrenciler 4'erli gruplara ayrılır.

Grupların problemde istenen şarta uygun tasarımlarını oluşturmalarından önce, hidrolik kaldırma sisteminin çalışma prensibini anlayıp çözümü buna göre araştırmaları ve seçimlerinin sonuçlarını görmeleri beklenir.

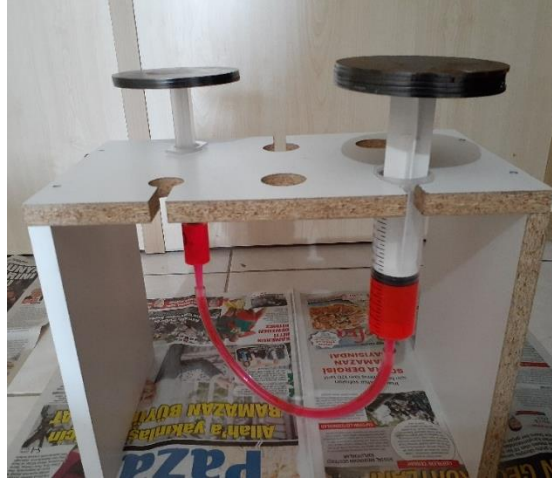
Bunun için sistemde kullanılmak üzere 2 şırınga seçip platforma yerleştirmeleri istenir.

Seçilen şırıngaların kesit alanları çalışma kâğıdındaki tablonun ilgili bölümüne yazılır.

İlk seçilen şırıngaya sıvı çekilir ve diğer şırıngaya hortumla bağlanır.

Öğrenciler ağırlıklardan birini seçer. Seçilen ağırlık şırıngalardan birinin üstüne koyulur.

Öğrencilerden, şırınganın üzerine koyulan ağırlığı kaldırabilecek bir ağırlık seçmeleri istenir. Seçim yapabilmek için boşta kalan şırınganın üzerine ağırlıklar koyularak denemeler yapılır.



Kaldıraçları dengeye getirecek kombinasyon seçildikten sonra çalışma kağıdındaki tablonun ilgili kısımlarına işlenir.

Tüm gruplar tablodaki ilk satırı verilerine göre doldurduktan sonra sınıfça tartışma için ara verilir. Öğrencilerin kuvvetler ve kesit alanları arasındaki oranı fark edebilmeleri için aşağıdaki sorular yönlendirilir: (Pascal Prensibine göre bir sıvıya belirli bir kesit alanından kuvvet etki ettiğinde oluşan basınç Kuvvet/Kesit Alanı'na eşit olduğundan sistemi dengeye getirebilmek için her iki tarafında bu oranın eşit, $\frac{F1}{A1} = \frac{F2}{A2}$ olması gerekmektedir. Öğrencilerin her iki tarafta eşit oranı oluşturacak veriler elde edip bu eşitliği fark etmeleri beklenecektir.)

“Elde ettiğiniz verilerde dikkatinizi neler çekti?”

“Platformlara seçtiğiniz şırıngaların kesit alanlarıyla üzerlerine yerleştirdiğiniz ağırlıklar arasında nasıl bir ilişki var?”

“İlk şırınganın kesit alanı ve üstüne yerleştirdiğiniz ağırlığın oranını söyleyebilir misiniz?”

“İkinci şırınganın kesit alanı ve üstüne yerleştirdiğiniz ağırlığın oranını söyleyebilir misiniz?”

“Kaldıraç sistemini dengeye getirebilmek için kullandığınız ağırlıklar ve kesit alanlarına baktığınızda sistemin dengede kalabilmesi için gerekli şartı açıklayabilir misiniz?”

“Sistemin her iki tarafında oluşan oranlar eşit olduğuna göre bu oranlar arasındaki ilişkiyi nasıl ifade edersiniz?”

Tartışmalar tamamlandıktan sonra gruplardan sistemlerindeki şırıngaları değiştirip farklı şırıngalar ve birine koymak üzere yeni bir ağırlık seçmeleri istenir.

Seçimleri çalışma kâğıdındaki tablonun ilgili kısmına yazılır.

Öğrencilerden oluşturdukları yeni sistemi dengeye getirebilmek için diğer platforma koymaları gereken ağırlığı önce hesaplamaları, çıkan sonuca göre platforma koyup kontrol etmeleri istenir.

Seçimler değiştirilerek farklı tasarımlar oluşturulur ve veriler tabloya kaydedilir.

Hidrolik kaldırıcın çalışma prensibi görüldükten sonra gruplar, problem için tasarımlarını oluşturmaya başlarlar. Bunun için ağırlıklardan biri seçilip sabit tutulur ve diğer değişkenler gözlemlenir. (Örneğin; F2 ağırlık olarak sabitken A1 de sabit tutulup A2 artırılırsa uygulanması gereken F1 kuvveti nasıl değişir?)

Problemin çözümü için; kuvvetin kesit alanı küçük olan şırıngadan, büyük olana doğru aktarılması gerekmektedir. Bu aşamada grupların tabloya önceden kaydettikleri verilerle birlikte yeni denemeler de yaparak bu çözüme ulaşmaları beklenir.

Çözüm için uygun olduğunu düşündükleri tasarımı oluşturduktan sonra bu tasarımda kullandıkları verileri çalışma kâğıdındaki ilgili kısma yazarlar.

Tüm gruplar hazır olduğunda tasarımlar sınıfa sunulur ve tartışılır.

Sonuç

- Kaldıraç tasarımında F1 kuvvetini azaltmak için A1'i azaltmak, A2'yi artırmak gerekliydi. Öğrencilerin bu değerler arasındaki ilişkiyi nasıl yorumladıklarını tartışmak için: "Ağırlığı kaldırmak için gereken kuvvet ile sabit ağırlığın bulunduğu şırınganın kesit alanı arasındaki ilişkiyi açıklayabilir misiniz? Bu kuvvetle uygulandığı şırınganın kesit alanı arasındaki ilişkiyi açıklayabilir misiniz?" soruları yöneltilir.
- Öğrencilerin iki çokluğun doğru orantılı olduğuna nasıl karar verdiklerini tartışmak için: "Ağırlığı kaldırmak için gereken kuvvet ile uygulandığı şırınganın kesit alanının doğru orantılı olduğuna nasıl karar verdiniz? Kuvvet uygulanan şırınganın kesit alanını azalttığınızda uygulamanız gereken kuvvetin de aynı oranda azaldığını fark ettiniz mi?" soruları yöneltilir.
- Öğrencilerin iki çokluğun ters orantılı olduğuna nasıl karar verdiklerini tartışmak için: "Ağırlığı kaldırmak için gereken kuvvet ile sabit ağırlığın bulunduğu şırınganın kesit alanının ters orantılı olduğuna nasıl karar verdiniz? Ağırlığın bulunduğu şırınganın kesit alanını artırdığınızda uygulamanız gereken kuvvetin aynı oranda azaldığını fark ettiniz mi?" soruları yöneltilir.
- Tasarımınızda kullanmak üzere seçtiğiniz şırıngalarla 50 kg'lık bir cismi kaldırmak isteseydiniz ne kadarlık bir kuvvet uygulamanız gerekirdi?
- Geriye dönüp tasarımınızda bir değişiklik yapmak isteseydiniz neleri değiştirirdiniz? Soruları sınıfça tartışılarak etkinlik tamamlanır.

Kaynakça

Halliday, D., Resnick, R. & Walker, J., (2014). *Fiziğin Temelleri-1, Dokuzuncu baskıdan çeviri*. Ankara: Palme Yayıncılık.

Serway, R. A. & Beichner, R. J. (2021). *Modern Fizik İlaveli Fen ve Mühendislik İçin-Cilt 1. Dokuzuncu Baskıdan Çeviri*. Ankara: Palme Yayıncılık

Ek-E.1: Hidrolik Kaldıraç Etkinliği Çalışma Kâğıdı

1. Şiringa Kesit Alanı	2. Şiringa Kesit Alanı	1. Ağırlık	2. Ağırlık

- Tasarımınızda kullanacağınız sabit ağırlık, koyulacağı şiringa ve kuvvet uygulanan şiringaların hangileri olduğunu yazınız.

- Seçiminizin nedenini açıklayınız.

EK-F: Yaşam Merkezi Etkinliği

Özet

Bu etkinlikte öğrenciler, içinde olmasını istedikleri öncelikli yapıları belirleyerek kendi yaşam merkezlerini tasarlarlar. Tasarımlarını belirli bir ölçekte küçülterek kâğıda aktarırlar. Yaşam merkezi tasarım süreçlerini mühendislik tasarım döngüsüne göre şekillendirirken yapıların haritadaki ve gerçekteki boyutlarını, maliyetleri ve inşaa sürelerini matematiksel oran ve orantı kavramlarıyla ilişkilendirip açıklarlar.

Süre: 40+40+40+40=160 dk

Matematik Kazanımları

- “M.7.1.4.1. Oranda çokluklardan birinin 1 olması durumunda diğerinin alacağı değeri belirler.
 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.7.1.4.4. Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder.
 M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir.”

Mühendislik İlişkisi

Mühendislikte tasarımların kâğıda aktarılması hem anlaşılabilirlik hem de taslak oluşturma kolaylığı yönünden oldukça sık kullanılmaktadır. Tasarımı kâğıda çizerken gerçek büyüklüğünü belirtebilmek için ölçeklerden yararlanır. Tasarımın planlanan gerçek boyutlarına göre çizimler, tasarımı temsil edecek şekilde büyütme veya küçültme ölçekleri kullanılarak yapılabilir. Ayrıca mühendisler tasarımlarını maliyet, zaman, kullanılabilirlik gibi kısıtlamaları da göz önünde bulundurarak ortaya koyarlar.

Malzemeler

- Yaşam Merkezi Etkinlik Tasarım Kâğıdı (her grup için birer tane, uzunluk ölçümü ve çizimlerin rahatlığı için kareli kâğıt kullanılacaktır.) (Ek-F.1)
- Yaşam Merkezi Etkinliği Çalışma Kâğıdı (her grup için birer tane (Ek-F.2)
- Yaşam Merkezi Maliyet kağıdı (her grup için birer tane) (Ek-F.3)
- Renkli boya kalemleri
- Cetvel

Giriş

Etkinliğe başlamadan önce aşağıdaki sorular sınıfa yöneltilir ve tartışılır:

- Dünyada herhangi bir ülkenin yerini nasıl bulursunuz?
- Bir Dünya haritasını incelediğinizde ülkelerin haritada farklı alanlar kapladığını görürsünüz. Bunun nedeni nedir? (Öğrencilerin bu durumun, ülkelerin gerçekteki yüz ölçümlerinin/alanlarının/büyüklüklerinin farklılığından kaynaklandığını fark etmeleri beklenir.)
- Bir Türkiye haritası ve bir Dünya haritasını incelediğinizde Türkiye'deki herhangi bir şehrin, Dünyadaki büyük bir ülkeyle aynı boyutlarda çizildiğini görebilirsiniz. Bunun nedeni ne olabilir?

Ülkemizin Dünya haritasında küçük bir alan kaplarken Türkiye haritasında tüm kağıdı kaplayacak büyüklükte gösterilmesini nasıl açıklarsınız? (*Öğrencilerin bir Dünya haritası ve bir Türkiye haritasının farklı miktarlarda küçültülerek/farklı ölçeklerde çizildiğini fark etmeleri beklenir.*)

- Elinizde bir haritayla doğa yürüyüşüne çıktığınızı hayal edin. Size en yakın varış noktasını, haritaya bakarak nasıl belirlersiniz? (*Harita üzerinde buldukları konuma göre en kısa uzaklığı belirlemeleri gerektiğini fark etmeleri beklenir.*)

Tartışmalar tamamlandıktan sonra ölçek kavramı açıklanır:

Bir harita, plan, model veya resimde belirtilen uzunluk ile bunların gerçekteki uzunlukları arasındaki orana ölçek denir. Ölçek kullanımı kâğıt üzerinde veya modelle temsil edilemeyecek kadar büyük ya da küçük nitelikleri temsil edebilme kolaylığı sağlar. Aynı alanların iki haritada farklı büyüklükte görülmesinin sebebi ölçek farklılığıdır. Örneğin; 1/100000 ölçekli bir haritada 1 cm'lik uzunluk 100 000 cm'yi temsil ederken 1/500 ölçekli bir haritada 1 cm'lik uzunluk gerçekte 500 cm'yi temsil etmektedir.

Mühendislikte bir makinenin parçasını tasarlarken, bir yerleşim yerinde bulunacak yolları, köprüleri, binaları planlarken de ölçekli çizimlerden yararlanılmaktadır. Kullanılacak ölçek; çizimi yapılacak nesne veya alanın boyutları, şekilleri, çizim yapılacak alanın boyutları gibi kistaslara göre belirlenir.

Sizler de bu etkinlikte birer mühendis gibi çalışarak kendi şehirlerinizi tasarlayacaksınız.

Problem: Yeni yerleşime açılacak boş bir alanın üzerine bir yaşam merkezi inşa edecek ekip aranıyor. Belirtilen şartlara göre en iyi tasarımı yapan ekip kazanacak ve yaşam merkezi o ekibin tasarımına göre inşa edilecek. Yaşam merkezinizde olmasını istediğiniz yapıları belirleyin ve tasarımınızı plana aktarın. Seçimlerinizi, tasarımınızın gerçekleştirilmesi için gereken süre ve maliyeti göz önünde bulundurarak yapmayı unutmayın.

Uygulama

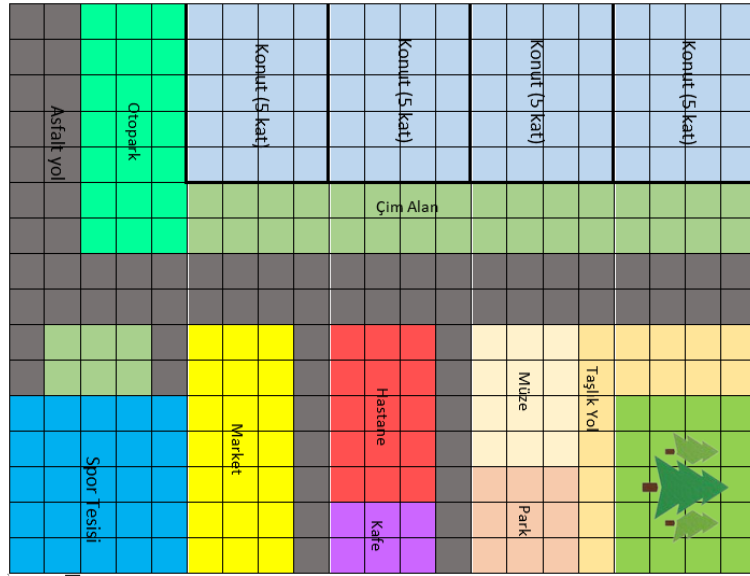
Öğrenciler 4'erli gruplara ayrılır. Her gruba Yaşam Merkezi Etkinliği Çalışma Kâğıdı dağıtılır.

Tüm gruplar kendi içlerinde beyin fırtınası yaparak şehirlerinde olması gerektiğini düşündükleri yapıları belirler ve tüm fikirleri etkinlik kâğıdındaki alana yazarlar.

Ardından gruplara tasarımlarını oluşturmaları için boya kalemleri, cetvel, Etkinlik Tasarım Kâğıdı ve Yaşam Merkezi Maliyet kâğıdı dağıtılır.

Gruplar tasarımlarına başlamadan önce tasarım kağıdında verilen planın hangi ölçeğe göre düzenlendiğine, buradan hareketle tasarım yapacakları alanın gerçek boyutlarına ulaşmaya çalışırlar. Bunun için yaşam merkezi sınırları içinde kalan ormanlık alanın cetvelle ölçtükleri, plan üzerindeki boyutunu ve gerçek boyutunu kullanırlar. (*Ormanlık alanın gerçekte 200000 m² olduğu belirtilmiştir. Plan üzerinde 4 cmx5cm=20 cm² olarak çizildiğinden ölçek 1/10000'dir.*)

Ölçek bulunduktan sonra her grup yapılarını planlarına yerleştirerek tasarımlarını oluşturur. Örnek tasarım aşağıda verilmiştir.



Öğrencilere, tasarımı kullanılacak grup seçilirken inşanın tamamlanacağı öngörülen süre ve maliyetinin de belirleyici ölçütler olacağı, tasarımlarını oluştururken bunları da hesaba katmaları gerektiği açıklanır. (Yapı birimlerinin m² başına fiyatları ve inşa süreleri, Yaşam Merkezi Maliyet kâğıdında verilmiştir.) Örneğin bir grup tasarımlarının inşa süresini kısaltmak isterse fazladan işçi alma hakkına sahiptir fakat daha fazla işçinin daha fazla maliyet getireceğini de görmelidirler.

(İnşa süresi, bir yapı tamamlandıktan sonra diğer yapının inşasına geçileceği düşünülerek hesaplanmalıdır.)

Tasarımlar ve hesaplamalar tamamlandıktan sonra her grup tasarımlarını, tasarımlarını hayata geçirmek için gereken maliyet ve süreyi tüm sınıfla paylaşırlar.

Sunumlar sonucunda en iyi olduğu düşünülen tasarım sınıfla birlikte seçilir.

Sonuç

- Öğrencilerin bir tasarımı oluştururken öncelikli olarak neleri ölçüt olarak aldıklarını tartışmak için: “Yaşam merkezini tasarlarken nelere dikkat ettiniz?” sorusu yöneltilir. (En az maliyet, en kısa süre, en kullanışlı veya hepsini bir ölçüde sağlayan bir tasarım mı?)
- Grupların çizimlerini yapacakları planda, ölçeklerini belirleyebilmeleri için ormanlık alanın harita ve gerçekteki ölçüleri belliydi. Öğrencilerin bu ölçeği matematiksel bir oran olarak nasıl elde ettikleri ve ölçeği nasıl yorumladıklarını tartışmak için: “Tasarımınızda kullanacağınız ölçeği nasıl buldunuz?”, “Bu ölçeği nasıl yorumlarsınız, 1/10 000 ölçek ne ifade etmektedir?” soruları yöneltilir. (1/10 000 ölçek bu harita üzerindeki 1 cm uzunluğun, gerçekte 10000 cm/100m uzunluğa denk olduğu anlamına gelmektedir. Öğrenciler bu ölçeği elde edebilmek için;

harita uzunluğu ve gerçek uzunluğu oranlayıp $\frac{4 \text{ cm}}{40000 \text{ cm}} = \frac{1}{10000}$ olarak hesaplayabilir,

4 cm \nearrow 40000 cm’yi gösteriyorsa
1 cm \searrow x cm’yi gösterir

$$1 \cdot 40\ 000 = 4 \cdot x$$

x=10 000 olarak hesaplayabilirler.)

- Öğrencilerin birim fiyatı verilen yapıların tasarımdaki boyutlarıyla ne kadar maliyete geldiğini bulmak için ölçeği ve birim fiyatları nasıl kullandıklarını tartışmak amacıyla “Tasarımınızın maliyetini nasıl hesapladınız?” sorusu yöneltilir. (*Öğrenciler maliyet hesabını;*

Birim fiyattan hesaplanan fiyat/miktar oranını tasarlanan gerçek ölçüye göre genişleterek yapabilir,

Fiyat miktar arasında doğru orantı kurarak yapabilir.)

- Öğrencilerin doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi nasıl ifade ettiği ve iki çokluğun doğru orantılı olduğuna nasıl karar verdiklerini tartışmak için: “Kullandığınız yapı biriminin alanıyla veya inşa edilecek kat sayısı ile maliyetleri arasında nasıl bir ilişki vardı? Bu ilişkiye nasıl karar verdiniz?” soruları yöneltilir. (*Öğrencilerin binaların boyutları ve katları arttıkça maliyetlerinin de aynı oranda arttığını fark etmeleri beklenir.*)
- Maliyetle benzer şekilde süreyle ilgili olarak: “Tasarımınızın inşa edileceği süreyi nasıl hesapladınız?”, “Kullandığınız yapı biriminin alanıyla inşa süresi arasında nasıl bir ilişki vardı? Bu ilişkiye nasıl karar verdiniz?” soruları tartışılır. (*Öğrencilerin binaların boyutları ve katları arttıkça inşa sürelerinin de aynı oranda arttığını fark etmeleri beklenir.*)
- Öğrencilerin doğru ve ters orantılı çokluklar arasındaki ilişkileri nasıl ifade ettiği ve iki çokluğun ters orantılı olduğuna nasıl karar verdiklerini tartışmak için: “Tasarımınızda planladığınız işçi sayısının maliyet ve süreye nasıl etkileri oldu?” sorusu yöneltilir. (*Öğrencilerin, işçi sayısındaki artışın maliyeti artırırken süreyi azalttığını, dolayısıyla bu iki çokluğun ters orantılı olduğunu fark etmeleri beklenir. İşçi sayısı ve süre arasındaki ters orantı;*

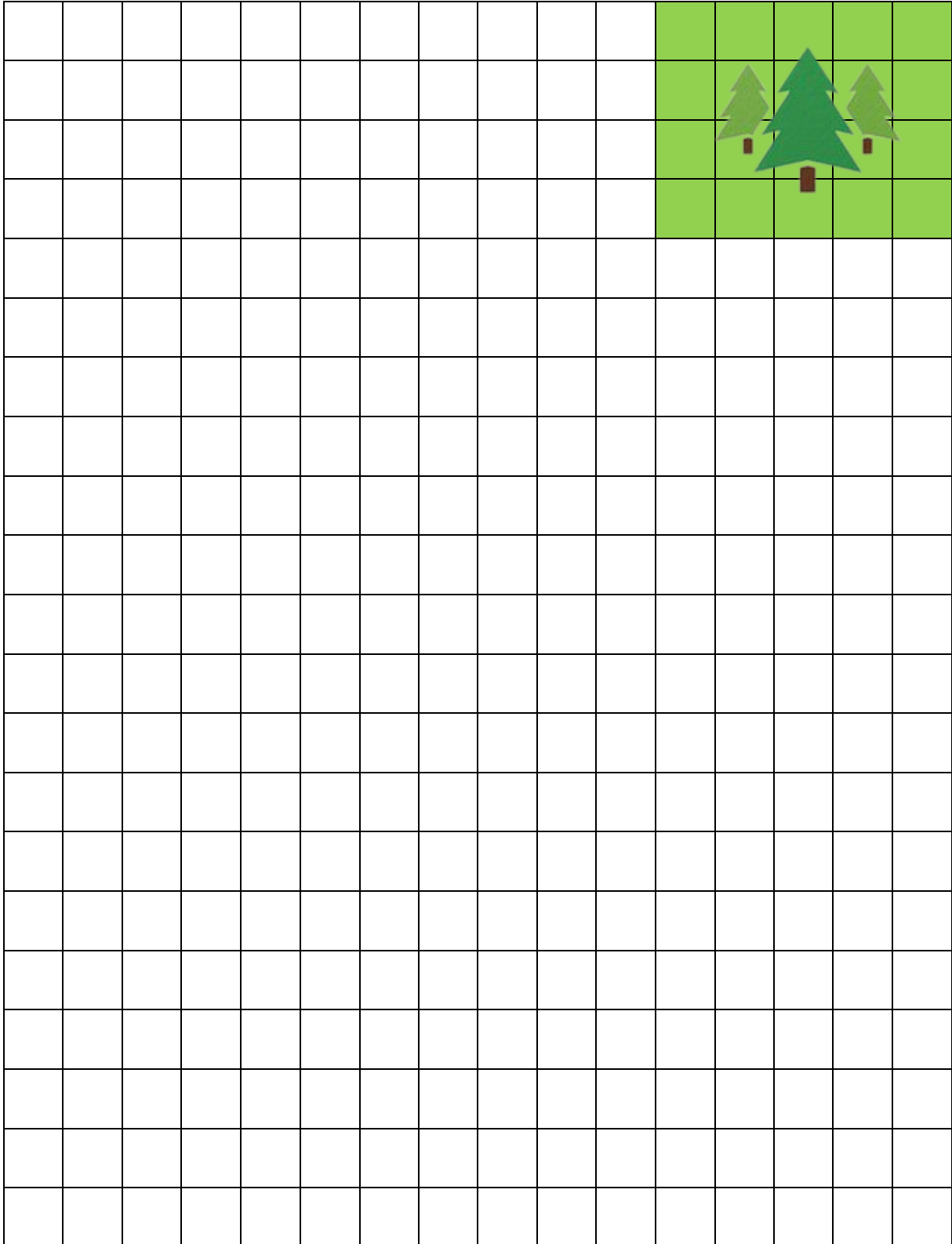
5 işçi → bir binayı 10 birim zamanda tamamlıyorsa

10 işçi → bir binayı x birim zamanda tamamlar.

$$10 \cdot x = 5 \cdot 10$$

x=5 şeklinde kurularak hesaplanabilir.)

- “Geriye dönüp tasarımınızda bir değişiklik yapmak istesenz neleri değiştirirdiniz?” sorusu gruplarla tartışılarak etkinlik tamamlanır.

Ek-F.1: Yaşam Merkezi Etkinliği Tasarım Kâğıdı

Ek-F.2: Yaşam Merkezi Etkinliği Çalışma Kâğıdı

Yeni yerleşime açılacak boş bir alanın üzerine bir yaşam merkezi inşa edecek ekip aranıyor. Belirtilen şartlara göre en iyi tasarımı yapan ekip kazanacak ve yaşam merkezi o ekibin tasarımına göre inşa edilecek. Yaşam merkezinde olmasını istediğiniz yapıları belirleyin ve tasarımınızı plana aktarın. Seçimlerinizi, tasarımınızın gerçekleştirilmesi için gereken süre ve maliyeti göz önünde bulundurarak yapmayı unutmayın.

- Yaşam merkezinde olması gereken yapılar neler? Aşağıya yazınız. (Hastane, okul, yollar... vb.)

- Yaşam merkezi haline getireceğiniz alanın sınırları içerisinde kalan bir ormanlık alan bulunmaktadır. Bu ormanlık alanın 200000 m² olduğu biliniyor. Buna göre size taslağı verilen tasarım kâğıdındaki planda kullanacağınız ölçeği hesaplayınız.

Ölçek:

- Tasarımınızda kullandığınız yapıların isimleri, haritadaki ölçüleri ve gerçek ölçülerini yazınız. (Örneğin; Okul Haritadaki Alan: 25 m² Gerçek Alan: 12500 m²)
- Tasarımınızı gerçeğe dönüştürmek için gerekli maliyet ve sürelerin toplamını, her yapı için hesaplayarak yazınız.

Ek-F.3: Yaşam Merkezi Maliyet Kâğıdı

	m² maliyet	m² için gereken süre (1 işçi ile)
Bina (1 kat)	200 birim	25 birim zaman
Çim alan	50 birim	10 birim zaman
Ağaçlık alan	100 birim	20 birim zaman
Taşlık yol	25 birim	5 birim zaman
Asfalt yol	75 birim	15 birim zaman

Her bir işçinin maliyeti: 30 birim

Not 1: m² maliyet verileri yalnızca yapının malzemeleri için geçerlidir. Toplam maliyeti için işçi maliyetini de hesaba katmayı unutmayın.

Not 2: Her yapının inşasında farklı sayıda işçi çalıştırabilirsiniz.

Not3:Yapıların inşa sürelerini biri tamamlandıktan sonra diğeri başlayacak şekilde hesaplamanız gerekmektedir.

EK-G: Etik Komisyonu Onay Bildirimi

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Rektörlük

Sayı : E-35853172-300-00002061228
Konu : Zeynep Gül DERTLİ (Etik Komisyon İzni)

27.02.2022

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: 11.02.2022 tarihli ve E-51944218-300-00002032584 sayılı yazınız.

Enstitünüz Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi tezli yüksek lisans programı öğrencisi **Zeynep Gül DERTLİ**'nin , **Dr. Öğr. Üyesi Bahadır YILDIZ** danışmanlığında yürüttüğü "**Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Tutumlarına Etkisi**" başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **22 Şubat 2022** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN
Rektör Yardımcısı

EK-H: Etik Beyanı

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- * tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- * görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- * başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- * atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- * kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- * bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

19/01/2023

Zeynep Gül DERTLİ

EK-I: Yüksek Lisans/Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu

19/01/2023

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı : Mühendislik Tasarım Temelli Matematik Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarı Ve Tutumlarına Etkisi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
23 / 01 / 2023	136	190203	30 / 12 / 2022	%25	1997652484

Uygulanan filtreler:

1. Kaynaklar hariç
2. Alıntılar dâhil
3. 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

Ad Soyadı: Zeynep Gül Dertli

Öğrenci No.: N20130146

Ana Bilim Dalı: Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı

İmza

Programı: Matematik Eğitimi

Statüsü: Y.Lisans Doktora Bütünleşik Dr.

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR.

Dr. Öğr. Üyesi Bahadır Yıldız

EK-İ: Thesis/Dissertation Originality Report

19/01/2023

HACETTEPE UNIVERSITY
Graduate School of Educational Sciences
The Department of Mathematics and Science Education

Thesis Title: The Effect Of Engineering Design Based Mathematics Activities On Academic Achievements And Attitudes Of Middle School Students

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
23 / 01 / 2023	136	190203	30 / 12 / 2022	%25	1997652484

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

Name Lastname: Zeynep Gül Dertli

Student No.: N20130146

Department: The Department of Mathematics and Science Education

Program: Mathematics Education

Status: Masters Ph.D. Integrated Ph.D.

Signature

ADVISOR APPROVAL

APPROVED

Assist. Prof. Dr. Bahadır Yıldız

EK-J: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

19 /01 /2023

Zeynep Gül DERTLİ

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezinerişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3 şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir
*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

