



**“Basit Makineler” Konusunda Mühendislik Tasarım Sürecine Göre Geliştirilen Etkinliklerin 8. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına ve Bilimsel Süreç Becerilerine Etkileri**

*The Effects of the Activities Developed According to the Engineering Design Process on the “Simple Machines” on the Conceptual Understanding and Scientific Process Skills of 8th Grade Students*

Ela Aydın<sup>1</sup>

Fethiye Karşlı Baydere<sup>2\*</sup>

\* Sorumlu yazar

Corresponding author

<sup>1</sup>Öğretmen, MEB, Türkiye,

Teacher, Ministry of National Education, Turkey

[elaydn61@gmail.com](mailto:elaydn61@gmail.com)

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-4867-0583>

<sup>2</sup>Doç. Dr., Giresun Üniversitesi, Türkiye,

Assoc. Prof. Dr., Giresun University, Turkey,

[fethiyekaršli28@gmail.com](mailto:fethiyekaršli28@gmail.com)

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0994-0974>

Makale geliş tarihi / First received : 02.11.2022

Makale kabul tarihi / Accepted : 21.01.2023

**Bilgilendirme / Acknowledgement:**

Yazarlar aşağıdaki bilgilendirmeleri yapmaktadırlar:

1- Yazarların katkı oranı eşittir.

2- Bu çalışmanın küçük bir kısmı Ankara Üniversitesi`nde düzenlenmiş olan VIth International Eurasian Educational Research Congress (EJER 2019) Kongresi`nde sözlü bildiri olarak sunulmuş olup tam metin bildiriler kitabında basılmıştır.

3- Araştırma 2020 yılı öncesinde planlanıp tamamlandığı için etik kurul izni alınamamıştır.

4- Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

This article was checked by *iThenticate*. Similarity Index 21%

**Atıf bilgisi / Citation:**

Aydın, E. & Karşlı Baydere, F. (2023). “Basit Makineler” konusunda mühendislik tasarım sürecine göre geliştirilen etkinliklerin 8. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkileri. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (14), 121-154.

## ÖZ

Bu araştırmanın amacı, “Basit Makineler” ünitesi kapsamında Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) odaklı geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin kavramları anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini ortaya koymaktır. Araştırma, tek gruplu yarı deneysel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Giresun iline bağlı olan bir köy okulunun sekizinci sınıfında öğrenim gören toplam 11 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada hem kolaylık hem de amaçlı örnekleme prosedürlerinin bir kombinasyonu kullanılmıştır. Araştırmada deney grubuna “Basit Makineler” ünitesi kapsamında MTS odaklı STEM etkinlikleri uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak 16 sorudan ve iki aşamadan oluşan “İki Aşamalı Basit Makine Testi (İABMT)”, Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT), konu kavramları ve öğretim uygulamaları ile ilgili yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. Öğrencilere, ön ve son test olarak uygulanan İABMT ve BSBT’den elde edilen veriler SPSS paket programı ile istatistiksel olarak analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Uygulama sonrası öğrencilerle “Basit Makineler” konusundaki kavramlar ve öğretim uygulamaları hakkındaki yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen veriler ise içerik analiziyle çözümlenmiştir. Bu çalışmada MTS odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin “Basit makineler” konusuyla ilgili kavramları anlamalarında anlamlı bir artış sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak MTS odaklı STEM etkinlikleri öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede bir miktar artış sağlasa da bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Buna ek olarak mülakata katılan öğrencilerin çoğu süreçte her ne kadar zorlandıklarını belirtmiş olsalar da bütün süreç düşünüldüğünde öğrencilerin uyumlu çalışma, etkili iletişim, sosyal beceri, yeni fikir geliştirme, sorumluluk, problem çözme, karar verme ve zorlukların üstesinden gelme gibi özellikler açısından olumlu özellikler kazandıkları söylenilebilir.

### Anahtar kelimeler

Basit makineler, Mühendislik tasarım süreci, STEM eğitim yaklaşımı.

## ABSTRACT

The aim of this research is to reveal the effects of STEM activities, developed with a focus on the Engineering Design Process (EDP) within the scope of the "Simple Machines" unit, on the understanding of concepts and scientific process skills of eighth grade students. The research was carried out using a single-group quasi-experimental method. The study group of the research consists of a total of 11 students studying in the eighth grade of a village school in Giresun in the 2018-2019 academic year. A combination of both convenience and purposive sampling procedures was used in the study. In the research, STEM activities focused on EDP were applied to the experimental group within the scope of the "Simple Machines" unit. As data collection tool, "Two-Stage Simple Machine Test (TSSMT)" consisting of 16 questions and two stages, Scientific Process Skills Test (SPST), and semi-structured interview form about subject concepts and teaching practices were used. The data obtained from the TSSMT and SPST, which were applied to the students as a pre- and post-test, were statistically analyzed and compared with the SPSS package program. After the application, the data obtained from the semi-structured interviews with the students about the concepts and teaching practices on "Simple Machines" were analyzed by content analysis. In this research, it was concluded that EDP-focused STEM activities provided a significant increase in students' understanding of the concepts related to the "simple machines" topic. However, although EDP-focused STEM activities provide some increase in improving students' scientific process skills, it has been determined that this increase is not statistically significant. In addition, although most of the students who participated in the interview stated that they had difficulties in the process, when the whole process is considered, it can be said that they had the opportunity to develop many aspects such as harmonious working, effective communication, social skills, developing new ideas, responsibility, problem solving, decision making and overcoming difficulties.

### Keywords

Simple machines, Engineering design process, STEM education approach.

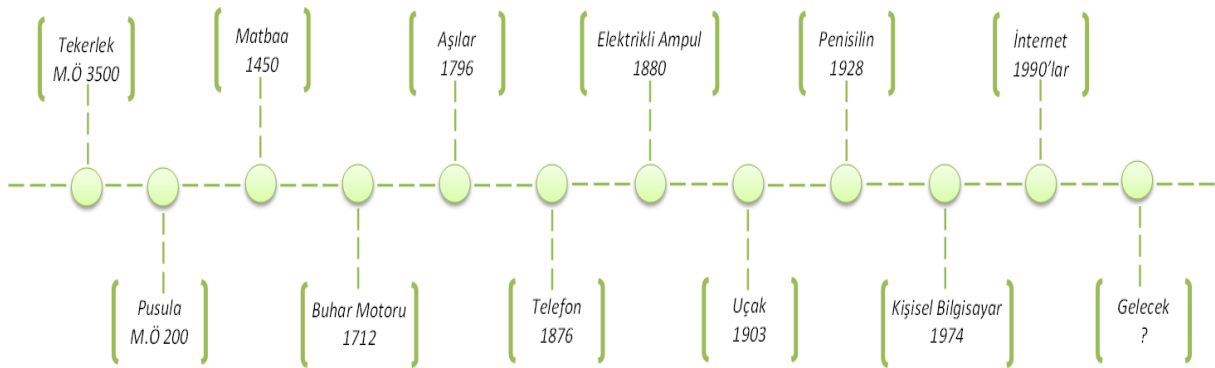
## GİRİŞ

Tüm dünyada bilim ve teknoloji hızla değişmekte ve gelişmektedir. Bu değişim ve gelişim paralelinde günümüz şartlarında bireylerde aranan özelliklerde de değişim zorunlu hale getirmiştir. Bireylerden, disiplinler arası bilgi aktarımını sağlayarak günlük yaşamda karşılaştığı problemlere çözüm üretebilmeleri, iş birliği içerisinde çalışabilmeleri, üretken olmaları, yaratıcı ve eleştirel düşünebilme becerilerine ve yüksek iletişim gücüne sahip olmaları beklenmektedir. Bireylerin, istenilen bu özelliklerde yetiştirilmesi ve ülke ekonomisinin lider hale gelebilmesi ülkenin güçlü bir eğitim politikasına sahip olması ile mümkün olmaktadır (Çorlu vd., 2014; Roehrig vd., 2012; Isdianti vd., 2021; Febrianto vd., 2021).

Fen (Science), Teknoloji (Technology), Mühendislik (Engineering) ve Matematik (Maths) disiplinlerinin birbirine entegre edilmesiyle bireylerin gerçek yaşam problem durumunu tespit edebilmesini, probleme yönelik alternatif ve pratik çözüm önerisi geliştirebilmesini ve yaratıcı özgün çözümler sunabilmesini sağlayan eğitim yaklaşımına “STEM” adı verilmektedir (Altunel, 2018; Bybee, 2010; Uğraş, 2017, s. 38; Yılmaz vd., 2017). STEM kavramının içerdiği bu alanlar birbirleriyle ilişkilidir. STEM eğitim yaklaşımı ile bireyler Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin entegrasyonuna dayalı olarak birçok alanda yeterlilik kazanmaktadır (Eroğlu & Bektaş, 2016, s. 43; Çakır vd., 2016, s. 182; Tunkham vd., 2016, s. 217; Bybee, 2010, s. 30). STEM disiplinleri öğrencilere 21. yüzyıl becerilerini kazandırmak için fırsatlar sunmaktadır (Çorlu vd., 2014; Wan Husin vd., 2016). Öğrenciler bu yaklaşım ile çevreye uyum, etkili iletişim, sosyal beceriler, rutin olmayan problem çözme, kendi kendini yönetme, kendini geliştirme ve sistem düşüncesi gibi 21. yüzyıl becerilerini geliştirebilirler (NRC, 2011).

Ülkelerin gelişmişlik düzeylerini ve ekonomik farklarını meydana getiren unsurların başında, bilim ve teknolojiye gelişmeler gelmektedir. Bunun örneklerini Şekil 1’de de görüldüğü gibi tarih boyunca uygarlığın ve teknolojik gelişmenin ilerlemesine damgasını vuran en önemli STEM buluşlarında Şekil 1’de görmek mümkündür.

**Şekil 1.** Önemli STEM Buluşları (URL-1, 2021).



Bu çağır açan buluşlara dönüp baktığımızda, ülke ekonomisinin büyümesinde ve toplumun gelişiminde önemli bir yere sahip araçlar olduğunu görülmektedir. Netice itibariyle ülkeler ekonomik ve sosyal yapısında olumlu yönde hızlı bir değişim sağlamak için bireylerin fen, matematik, teknoloji ve mühendislik disiplinlerini kullanarak, üretebilme yeterliliği kazanmalarına büyük önem vermektedirler. Bunun da hiç şüphesiz eğitim-öğretim kurumlarında öğrencilere kazandırılması gerekmektedir. Eğitimde fen ve matematik öğretim

programlarında genellikle fen veya matematik disiplinlerinden sıkça bahsedilmekte teknoloji veya mühendislik disiplinlerine ise nadiren atıfta bulunmaktadır (Bybee, 2010).

Türkiye'nin eğitim politikasında, STEM eğitimi geliştirme ve üniversiteden önce mühendislik tasarım kavramlarının ortaya koyulması ihtiyaç olarak kabul edilmektedir. STEM eğitim ve mühendislik uygulamaları sonucunda çocukların erken yaşlarda bilimsel bilgiyle karşılaşmaları sağlanmaktadır (Yıldırım & Altun, 2015, s. 28; Kuvac & Koc, 2022). Bu nedenle ülkemizde, 2023 Eğitim vizyonu kapsamında revizyon çalışmaları yapılmış ve yenilenen Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programında alana özgü beceriler kategorisine Mühendislik ve Tasarım Becerileri eklenmiştir (MEB, 2016; MEB, 2018a). STEM alanında yapılan bu girişimlerin asıl amacı, bu alanda yetkin bireylerin sayısını ve kalitesini artırmaktır. Ancak ülkemiz adına yapılan bu yenilik hareketleri bir takım sorunları da beraberinde getirmiştir. Örneğin mühendislik ve tasarım becerilerini öğrencilere kazandırma noktasında öğretmenlerin bu yenilikçi öğretim uygulamalarında deneyimlerinin desteklenmesi ihtiyacı doğmuştur. Bununla birlikte STEM eğitim yaklaşımının sınıf ortamında nasıl işlevsel hale getirilebileceği ile ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmuştur. Bir diğer ihtiyaç duyulan konu ise mühendislik ve tasarım becerilerinin geliştirilmesine yönelik uygulaması yapılmış ve etkililiği incelenmiş öğretim materyallerinin azlığı ya da erişiminin kısıtlı olmasıdır (Karşlı Baydere vd., 2021, s. 568; Özbilen, 2018). Bu nedenlerle mühendislik tasarım odaklı etkinliklerin geliştirildiği, tanıtımının yapıldığı, uygulandığı ve etkililiğinin değerlendirildiği çalışmalar önem arz etmektedir.

STEM eğitim yaklaşımına yönelik yapılmış bazı çalışmalarda bu yaklaşımın, tüm öğrencilere bilgilerini uygulama şansı verdiği belirtilmektedir (Fan & Ritz, 2014, s. 7). Bununla birlikte öğrencilerin STEM uygulamaları ile ilgili etkinliklere katılmalarının STEM alanlarına olan ilgilerini artırdığı sonucuna da ulaşılmıştır (Dabney, Almarode, Tai, Sadler, Sonnert, Miller & Hazari, 2012, s. 63). STEM eğitim yaklaşımı öğrencilerin bilgileri harmanlanmasını sağlar. Öğrencilerin bilgileri harmanlaması sonucunda karşılaştıkları problemlere alternatif çözüm önerisi oluşturabilmeleri kolaylaşmaktadır (Morrison, 2006, s. 195; Niess, 2005, s. 509). Bu durum öğrencilerin becerilerini geliştirerek farklı problemlerin çözümünde kullanabilmesine imkan tanımaktadır (Pekbay, 2017). STEM eğitim yaklaşımı öğrencilerin derse karşı olan ilgi (Baran vd., 2016, s. 9; Kier vd., 2014, s. 461; Niess, 2005, s. 509; Shahali vd., 2016; Siew vd., 2015; Stohlmann vd., 2012, s. 4; Kurtoğlu & Karşlı Baydere, 2021; Karşlı Baydere & Bodur, 2022), motivasyon (Küçük & Şişman, 2017, s. 312; León vd. 2015, s. 156; Niess, 2005, s. 509; Siew vd., 2015) ve tutumları (Yamak vd., 2014, s. 249) üzerinde olumlu yönde gözle görülebilir bir fark oluşturmuştur. Bununla birlikte STEM eğitiminin öğrencilerin akademik başarılarını (Çakır vd., 2016, s. 182; Means vd., 2016, s. 709; Schnittka & Bell, 2011, s. 1861; Tunkham vd., 2016, s. 217; Yıldırım & Altun, 2015, s. 28; Kutlu vd., 2022) olumlu yönde değiştirdiği de ortaya konulmuştur. English ve King'e (2015) göre, STEM disiplinlerinin entegrasyonu öğrencilerin daha iyi problem çözümler olmalarına, daha olumlu ve motive edilmiş öğrenme sergilemelerine, matematik ve fen başarılarını geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Bakırcı & Kaplan, 2021).

STEM eğitim yaklaşımının Fen Bilimleri dersine entegrasyonunda kullanılan uygulamalarından bir tanesi de Mühendislik Tasarım Süreci (MTS)'dir (Winarno vd., 2020). MTS öğrencilerin problem karşısında pratik çözüm önerileri üretmesini, en uygun çözüm yolunu seçmelerini ve seçtiği çözüm yolunu kullanarak bir ürün tasarlama aşamasını içeren aşamalı bir süreçtir (NAE & NRC, 2009). Bu süreçte öğrenciler gerçek yaşam problemlerini MTS basamaklarını sırayla

uygulayarak gerçek yaşam problemlerine çözüm bulmaya çalışırlar. Probleme çözüm bulma sürecinde kendileri kullanmasalar bile başkalarının işine yarayacak yeni fikirler geliştirme, uygulama ve anlatma becerilerini de kullanacaklardır. Öğrencilere MTS’yi tanıtmak amacıyla, onlara ortak bir yanlış anlama olan “bir şeyler inşa etmek” değildir. MTS, öğrencilere, mühendisliğin sorunlara yüksek kaliteli çözümler veya ürünler geliştirmek amacıyla karar vermeyi geliştirmek için düşünceler üretmekle ilgili olduğunu öğretmeyi amaçlamaktadır (Bybee, 2010). MTS'nin başarılı bir şekilde uygulanmasında üç temel kavram vardır: Öğrenciler mühendislerdir; öğretmenlerin öğrencilerini dinlemesi gerekir ve sınıf ortamlarının, MTS aracılığıyla öğrenmeyi doğru bir şekilde sağlamak için değişmesi gerekir. Mühendislik tasarımını öğrenmenin amacı, öğrencileri matematik ve fen bilgisinin pratik bir uygulaması olarak uygulamalı etkinliklerde mühendislik ile etkileşime teşvik etmektir. Gerçek mühendislik uygulamaları sayesinde, öğrenciler bunun sadece bir şeyler inşa etmek olmadığını öğrenirler. Bunun yerine, ihtiyaç veya sorunun net bir şekilde tanımlandığı, araştırma, planlama, beyin fırtınası, test, değerlendirme ve iletişimin gerekli olduğu yapıların tasarlandığı bir süreç olduğunu fark ederler. Buna ek olarak STEM öğreniminin genç öğrencilerin erken mühendislik potansiyelini desteklediği de savunulmaktadır. Bagiati ve Evangelou (2015), küçük yaşta çocukların mühendislik eğitimi için bazı kaynaklar olmasına rağmen, genellikle net öğrenme hedeflerinden, öğrencilerin öğrenmesini değerlendirmek için araçlardan ve yeterli öğretmen desteğinden yoksun olduklarını belirtmiştir. Bu nedenle gelecekteki seçimlerin belirleyicileri olan erken deneyimlerle öğrencilerin daha fazla karşılaştırılması önerilmektedir (English & King, 2015). Bu bağlamda mevcut araştırma MTS destekli STEM etkinliklerinin geliştirilmesi, genç öğrencilere uygulanması, öğrencilerin bu süreçte deneyim kazanmaları ve etkililiğinin incelenmesi üzerine kurgulanmıştır.

Araştırmacılar genellikle basit makineler konuları kapsamında öğrencilerin temel kavramları anlama seviyelerini ve alternatif kavramlarını araştırmışlardır (Kahraman & Karataş, 2012, s. 27-30; Avcı vd., 2012, s. 27). Ayrıca öğrencilerin farklı öğrenme yaklaşımlarının basit makineler konusunu anlamaya etkilerinin nasıl farklılaştıklarını araştırmışlardır (Ayazgök, 2013; Marulcu & Barnett, 2013, s. 1825; Telli vd., 2004). Bu çalışmalar öğrencilerin basit makineler konularını nasıl düşündükleri ve hangi öğrenme yaklaşımının kavramsal anlamaları nasıl etkilediği hakkında çok fazla bilgi oluşturmuş olsa da, öğrencilerin öğrendikleri kavramları pratik görevler için ya da günlük yaşamdaki bir problemin çözümünde uygun nesnelere ve materyalleri seçmek üzere uygulayıp uygulamadıklarını veya nasıl uyguladıklarını ele almamıştır. Bunun yanı sıra ülkemizde STEM eğitimi ile ilgili etkinlik geliştirme makaleleri diğer türlere göre de oldukça sınırlıdır (Günbatır & Tabar, 2019). Bu bağlamda yapılan bu araştırmanın literatürdeki bu eksikliği giderilebileceğine ve basit makineler konusunda geliştirilen MTS’ye STEM disiplinlerinin nasıl entegre edildiği noktasında önemli bilgiler sunacağına inanılmaktadır. Ayrıca mevcut araştırmada, öğrencilere verilen “inşaat malzemelerini binaya daha az kuvvet harcayarak çıkarabilmeleri için bir düzenek oluşturunuz” problem durumu ile öğretim sürecinde basit makineler konusu hakkında etkili bir şekilde bilgi edinmeleri gerçekleşmiş olup, öğrencilerin bu konuda deneyim kazanmaları da sağlanmıştır.

Bilimsel süreç becerileri, günlük hayatta karşılaşılan her türlü olay, zorluk ve problemle başa çıkmada, doğru bilgiye ulaşmak için geçirilen her türlü zihinsel ve bedensel faaliyetlerin genel adıdır (Karlı, 2011). Bilimsel araştırmalar ve laboratuvarlarda yapılan deneyler bireylerin bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinin ve kavramsal anlamalarının arttırılması için

kullanılır (Wilke & Straits, 2005, s. 538). Sukarno Permanasari, Hamidah ve Widodo’ya (2013) göre fen eğitiminde bilimsel süreç becerilerinin kullanılması bireylerin ileriki hayatlarında onları bir adım öteye taşıyabilecek önemli bir beceridir. Buna gerekçe olarak bilimsel süreç becerilerinin deneysel yöntemler ve bilimsel düşünme yoluyla bireylerin etrafındaki dünyayı anlamasına yardımcı olması sunulmaktadır. Esasında bilimsel süreç becerilerine sahip olmak ve kavramsal anlama birbirini destekleyen durumlardır (Karlı Baydere vd., 2020). Çünkü öğrenciler çeşitli fen deneyleri/etkinlikleri sayesinde fen kavramlarını öğrenirken bilimsel süreç becerilerini de işe koşarlar. Literatürde öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ile fen kavramlarını anlamaları arasında paralel bir ilişki olduğunu sunan çalışmalar da mevcuttur (Karlı Baydere vd., 2020; Şahin Çakır & Karlı Baydere, 2022, s. 172). Benzer şekilde STEM uygulamaları da öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmektedir (Akdağ & Güneş, 2021, s. 24; Bozkurt, 2014; Gökbayrak & Karışan, 2017; Özkul & Özden, 2020; Strong, 2013; Uysal & Cebesoy, 2020; Yamak vd., 2014, s. 249). Ayrıca STEM kariyer ilgisi ile bilimsel süreç becerileri arasında da pozitif ilişki olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (Zorlu & Zorlu, 2017). STEM uygulamalarına maruz bırakılan öğrencilerin kendilerine sunulan problemleri çözüme kavuştururken bilim insanlarının izlediği yolu takip etmeleri gerekecektir. Bu da onların hem ele alınan kavramı yaparak yaşayarak anlamlı öğrenmelerine hem de bu süreçte bilimsel süreç becerilerini kazanmalarına destek olacaktır (Bozkurt, 2014). Literatürde basit makineler konusunda geliştirilen MTS odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin hem kavramsal anlamaları hem de bilimsel süreç becerileri üzerine etkilerini ele alan bir araştırmaya ulaşılamamıştır. Bu açıdan yapılan bu araştırmanın literatürdeki bu eksikliği dolduracağına inanılmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, “Basit Makineler” ünitesi kapsamında Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) odaklı geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin sekizinci sınıf öğrencilerinin kavramları anlamalarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisini ortaya koymaktır.

## YÖNTEM

Bu çalışmada, araştırmanın yapıldığı okulda okuyan sekizinci sınıf öğrencileri tek bir şubeden oluştuğu için tek gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yeni bir yaklaşımın geliştirilerek uygulanması sırasında veya çalışma grubuna eş bir kontrol grubunun bulunmaması durumunda bu araştırma deseninin kullanılması mümkündür (Creswell, 2012, 2014; Creswell & Plano-Clark, 2017; Marsden & Torgerson, 2012; Thyer, 2012). Araştırmada nicel verilere ek olarak nitel verilere de yer verilmiştir. Araştırmanın nicel verileri kavram testi ve bilimsel süreç becerileri testi aracılığıyla, nitel verileri ise öğretim uygulaması sürecinin ardından öğrencilerle yürütülen kavramlar hakkında ve öğretim uygulamaları hakkında yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilmiştir.

## Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılında Giresun iline bağlı olan bir köy okulunun 8. sınıfında öğrenim gören toplam 11 öğrenci (erkek=6, kız=5) oluşturmaktadır. Öğrencilerin yaşları 12 ile 13 arasında değişmektedir. Başlangıçta çalışmaya katılan öğrenci sayısı 12’dir. Ancak bir öğrenci çalışmaya başından sonuna kadar devamlı olarak katılmadığı için 11 öğrenciden elde edilen veriler araştırmaya dahil edilmiştir. Araştırmanın örneklemini araştırmanın yazarlarından birisinin öğretmenlik yaptığı okuldaki öğrencilerden seçilmiştir. Bunun nedeni öğretmen ve öğrencilerin birbirini daha önceden tanıyıyor olması bir başka deyişle doğal bir öğrenme ortamında araştırmanın yapılmasına imkan sunmasıdır. Araştırmada hem

kolaylık hem de amaçlı örnekleme prosedürlerinin bir kombinasyonu kullanılmıştır. Tüm katılımcılar araştırmadan haberdar edilmiştir. Öğrenciler, okul öncesinde basit makinelerin günlük yaşamda ne işe yaradığı ile ilgili gerçekleştirilen çeşitli etkinlikler sonucu edindikleri ön öğrenmelere sahiptirler. Konu ile ilgili detaylı bilgileri 8. sınıfta “Basit Makineler” ünitesi ile birlikte öğrenmektedirler. Bununla birlikte araştırmaya katılan öğrenciler daha önceden STEM eğitim yaklaşımının MTS basamaklarına göre tasarlanmış herhangi bir öğretim aktivitesine katılmamışlardır.

### Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak 16 sorudan ve iki aşamadan oluşan “İki Aşamalı Basit Makine Testi (İABMT)”, Bilimsel Süreç Beceri Testi (BSBT), konu kavramları ve öğretim uygulamaları ile ilgili yarı yapılandırılmış mülakat formu kullanılmıştır. İki aşamalı test maddeleri yazılırken maddelerde, literatür araştırmaları sonucu elde edilen alternatif kavramlara yer verilmesi sağlanmıştır. Ayrıca soru maddelerinde günlük yaşamla ilişki kurmaya yönelik durumların verilmesi sağlanmıştır. 16 sorudan oluşturulan iki aşamalı testin geçerlilik çalışması alan uzmanlarının görüşleri alınarak ve belirtke tablosu hazırlanarak yapılırken, güvenilirlik çalışması SPSS paket programında güvenilirlik katsayısı (Cronbach Alpha) hesaplanarak yapılmıştır. İABMT'nin geçerliliğinin sağlanması için uzmanlık alanları fen öğretimi olan üç akademisyen ve iki fen bilimleri öğretmeninin görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda test üzerinde gerekli düzeltmeler yapılmıştır. Bununla birlikte uzmanlar test maddelerinin belirtke tablosunda belirtilen konu ve kavramları kapsadığı ve amacına uygun hazırlandığı yönünde görüş belirtmişlerdir. 16 sorudan oluşan iki aşamalı testten herhangi bir madde çıkarılmamıştır. İABMT'nin güvenilirlik analizlerinin yapılabilmesi için test, araştırmanın katılımcılarından farklı 120 (Kız=54, Erkek=66) öğrenciye uygulanmıştır. İABMT'nin iki aşaması birlikte ele alınarak Cronbach Alpha güvenilirlik katsayısı 0,86 olarak bulunmuştur. İABMT'nin her bir aşamasının puanlanabilmesi Tablo 1’de verilen ve Karslı ve Çalık (2012)’in araştırmalarında kullandığı kriter tablosu kullanılmıştır. Tablo 1’den de anlaşıldığı üzere her bir sorunun her iki aşamasını da doğru cevaplayan öğrencinin alabileceği maksimum puan 160’tır. Testin ikinci aşamasına verilen cevaplar araştırmacılar tarafından birlikte kategorilendirilerek Tablo 1’deki puanlandırmalara göre her öğrencinin toplam puanları elde edilmiştir.

**Tablo 1.** İABMT'nin Puanlandırılmasında Kullanılan Kategori Ve Toplam Puanlar

| Seçeneklerdeki Puanları | Kategoriler- | Açıklamalardaki Kategoriler ve Puanları      | Toplam Puan |
|-------------------------|--------------|--|-------------|
| Doğru Seçenek           |              | Doğru Açıklama                               | 10          |
| Doğru Seçenek           |              | Kısmen Doğru Açıklama                        | 9           |
| Yanlış Seçenek          |              | Doğru Açıklama                               | 8           |
| Boş                     |              | Doğru Açıklama                               | 7           |
| Yanlış Seçenek          |              | Kısmen Doğru Açıklama                        | 6           |
| Doğru Seçenek           |              | Alternatif Kavramlı Açıklama/Yanlış Açıklama | 5           |
| Doğru Seçenek           |              | Boş /İlişkisiz                               | 4           |

|                |                              |                 |   |
|----------------|------------------------------|-----------------|---|
| Yanlış Seçenek | Alternatif Kavramlı Açıklama | Açıklama/Yanlış | 3 |
| Boş            | Alternatif Kavramlı Açıklama | Açıklama/Yanlış | 2 |
| Yanlış Seçenek | Boş /İlişkisiz               |                 | 1 |
| Boş            | Boş /İlişkisiz               |                 | 0 |

Araştırmada kullanılan iki aşamalı basit makineler testinden örnek bir soru Şekil 2’de sunulmuştur.

Şekil 2. İki Aşamalı Basit Makineler Testinden Örnek Bir Soru

**Kemal, Kerem, Ömer ve Ali aralarında basit makinelerin özellikleri ile ilgili konuşmaktadırlar. Sizce hangi öğrenci ya da öğrencilerin söyledikleri doğrudur?**

a) Ömer  
b) Kerem ile Ömer  
c) Kemal ile Ali  
d) Ali

Çünkü:

.....

.....

.....

.....

Araştırmada kullanılan ikinci veri toplama aracı ise Burns, Okey ve Wise (1985), tarafından geliştirilen 36 maddelik BSB testidir. BSBT, Aşkar, Geban ve Özkan (1994), tarafından Türkçeye çevirisi yapıldıktan sonra Aktamış ve Ergin (2007), tarafından tekrar geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmış ve 25 madde halinde Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak hesaplanmıştır. Bu araştırma kapsamında da 25 maddelik BSBT katılımcılardan farklı 42 sekizinci sınıf öğrencisine uygulanarak tekrar Cronbach Alfa güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve  $\alpha = 0,81$  olarak bulunmuştur. BSBT öğretim uygulamalarından önce ve sonra olmak üzere öğrencilere iki kez uygulanmıştır. Araştırmada kullanılan BSBT’den örnek bir soru Şekil 3’te sunulmuştur.



### Şekil 3. Bilimsel Süreç Becerileri Testinden Örnek Bir Soru

- 4) Bir fen sınıfında, tekerlek yüzeyi genişliğinin tekerleğin daha kolay yuvarlanması üzerine etkisi araştırılmaktadır. Bir oyuncak arabaya geniş yüzeyli tekerlekler takılır, önce bir rampadan (eğik düzlem) aşağı bırakılır ve daha sonra düz bir zemin üzerinde gitmesi sağlanır. Deney, aynı arabaya daha dar yüzeyli tekerlekler takılarak tekrarlanır. Hangi tip tekerleğin daha kolay yuvarlandığı sizce nasıl ölçülür?
- Her deneyde arabanın gittiği toplam mesafe ölçülür.
  - Rampanın (eğik düzlem) eğim açısı ölçülür.
  - Her iki deneyde kullanılan tekerlek tiplerinin yüzey genişlikleri ölçülür.
  - Her iki deneyin sonunda arabanın ağırlıkları ölçülür.

Araştırmada kullanılan üçüncü veri toplama aracı ise konu kavramları ve öğretim uygulamaları ile ilgili yarı yapılandırılmış mülakat sorularıdır. Mülakat, öğrencilerin “Basit Makineler” konularını anlamalarını (dört soru) ve öğretim uygulamaları ile ilgili (altı soru) düşüncelerini ortaya koyabilecek sorulardan oluşturulmuştur. Mülakat sorularının geçerliliğinin sağlanabilmesi için alanında uzman iki fen eğitimcisinin ve iki fen bilimleri öğretmenin görüşleri alınmıştır. Araştırmada kullanılan mülakat soruları aşağıda verilmiştir.

1. Sence basit makine nedir? Açıklar mısın?
2. Basit makinelerin özellikleri nelerdir?
3. Basit makine çeşitleri nelerdir? Bunlara günlük hayattan örnekler verir misin?
4. Basit makinelerde kuvvet kazancının olabilmesi için gerekli şartlar nelerdir? Açıklar mısın?
5. Yaptığımız etkinlikler hoşunuza gitti mi? Eğer hoşuna gittiyse hangi açılardan hoşuna gitti? Açıklar mısın?
6. Etkinlikleri yaparken zorlandın mı? Eğer zorlandıysan hangi açılardan zorlandın? Açıklar mısın?
7. Bu konunun işleniş şekli ile daha önceki konuların işleniş şekli arasında farklılık var mıydı? Varsa ne gibi farklılıklar vardı? Açıklar mısın?
8. Bu konunun işleniş şekli size herhangi bir yarar sağladı mı? Sağladı ise hangi açılardan yarar sağladı? Açıklar mısın?
9. Bu konunun işleniş şekli arkadaşlarımızla olan ilişkilerinize herhangi bir etkisi oldu mu?
10. Bu konuyu öğrenirken yapılan uygulamalar diğer derslerinizde de yapılsaydı hangi becerilerinize/yönlerinize etkisi ya da katkısı olurdu? Açıklar mısın?

### Öğretim Materyalinin Hazırlanması ve Uygulanması

Bu araştırmada “Basit Makineler” ünitesi kapsamında Hynes, Portsmore, Dare, Milto, Rogers, Hammer ve Carberry (2011), tarafından önerilen MTS aşamaları dikkate alınarak geliştirilen STEM etkinlikleri uygulanmıştır. MTS basamaklarına göre uygulanan etkinlikler geliştirilirken sekizinci sınıf fen bilimleri ders kitapları ve literatürde STEM yaklaşımına yönelik yapılmış araştırmalar (Aydın-Günbatır, 2018, s. 99; Aydın-Gunbatır vd., 2018, s. 954; Aydın & Karşlı-Baydere, 2019; Berta vd., 2015; English & King, 2015; Karşlı-Baydere vd., 2019; Karahan & Bilici, 2015; Karşlı-Baydere, 2020; Kurtoğlu & Karşlı-Baydere, 2021) incelenmiştir. Araştırmacılar tarafından geliştirilen MTS odaklı STEM etkinlikleri, MEB (2018) tarafından Fen Bilimleri dersi öğretim programında belirtilen öğrenme çıktılarını yansıtabilecek şekilde, öğrencilerin düşüncelerini rahatlıkla yazabilmesi, onların kendi arasında konuyu tartışabilmesi ve uygulama sürecini daha verimli geçirebilmesi için çalışma yapılarına dönüştürülmüştür. Etkinliklerin

hangi konularda olduğu ve etkinlik isimleri bilgisi Tablo 2’de verilmiştir. Geliştirilen etkinlikler, iki uzman (fen eğitimi alanında uzman bir akademisyen ve 10 yıldan fazla deneyime sahip bir fen bilgisi öğretmeni) tarafından incelenmiştir. Uzmanlar etkinliklerin sekizinci sınıf düzeyine ve amacına uygun olarak hazırlandığı yönünde görüş belirtmişlerdir. Öğretim uygulamaları araştırmanın birinci yazarı tarafından yapılmıştır. Öğretim uygulamasını yapan araştırmacı STEM eğitim yaklaşımına yönelik lisansüstü ders almış ve bu yaklaşımın uygulanması konusunda deneyimlidir. Öğretim süreci, okulun mevcut fen bilimleri laboratuvarı ve okul yakınında bulunan bir atölyede gerçekleştirilmiştir. Öğretim sürecinde ihtiyaç duyulan materyaller araştırmacılar tarafından tedarik edilmiştir. Öğretim sürecine başlamadan önce öğrencilere yapılacak uygulamalar ve içerik hakkında genel bilgi verilmiştir ve ardından İABMT ve BSBT ön test olarak uygulanmıştır. Ardından uygulama sürecine başlanılmadan önce 11 öğrenci 3’er ve 4’er kişilik 3 gruba ayrılmıştır. Bütün gruptaki öğrencilere çalışma yaprakları dağıtılmış ve öğrencilerden çalışma yapraklarındaki yönergeleri takip etmeleri istenmiştir. Öğretmen bu süreçte bir rehber olarak hareket etmiştir. Öğrencilerin sorularını cevaplamıştır ve hatalarını düzeltmek yerine kendi kendilerine doğru cevaplar bulmalarına yardımcı olmuştur. Öğrencilerden kendilerine verilen görev çerçevesinde çoklu yanıtlar üretmeleri ve gerekli araştırmaları yapmaları beklenmiştir. Daha sonra grup olarak problem durumuna karşılık gelecek şekilde tasarımlarını planlamaları istenmiştir. Öğrenciler problem durumuna çözüm bulabilmek için ihtiyaçlarını belirlemişler, planladıkları ürünü hayal etmişler ve tasarımlarını çizmişlerdir. Gerekli malzemeleri aldıktan sonra ürünlerini özgürce tasarlayıp, test etmişlerdir. Öğrencilerin katkısını artırmak için aktiviteler tamamlanırken sürekli sınıf içi tartışmalar yapılmıştır. Tüm gruplar ürünlerini sergiledikten sonra sınıf olarak değerlendirilmiştir. Araştırmada öğretim sürecinde MTS’ye uygun olarak 3 ayrı problem durumu öğrencilere sunulmuştur. Öğrencilere, problem durumları sırayla verilmiştir. Öğrenciler bir problem durumuna çözüm getirmeden diğer bir problem durumuna geçememiştir. Basit makineler ile ilgili problem durumları; mümkün olduğunca günlük yaşamdan, öğrencilerin dikkatini çekebilecek ve öğrencilerde her anlamda farkındalık oluşturabilecek şekilde hazırlanmaya çalışılmıştır. Öğretim uygulamalarının sona ermesinin ardından İABMT ve BSBT son test olarak yeniden öğrencilere uygulanmıştır. Bu uygulamalar tamamlandıktan bir hafta sonra öğrencilerle yarı yapılandırılmış mülakatlar yapılmıştır. Öğrencilere yapılan bilgilendirmeye ve veri toplama araçlarının uygulanmasıyla birlikte etkinlik uygulama süreci öğretim programında ön görülen sürede yani toplamda dört hafta, 16 ders saatinde (16x40=640 dakika) tamamlanmıştır. Mülakatlar ders saatinden ayrı bir günde gerçekleştirilmiştir.

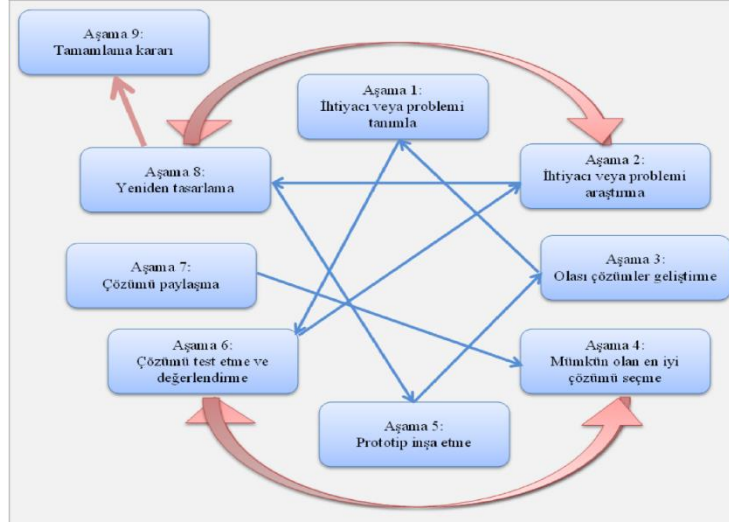
**Tablo 2.** MTS Odaklı STEM Etkinliklerinde Ele Alınan Basit Makine Türleri ve Etkinlik İsimleri

| Haftalar | Basit Makine Türü      | Kullanılan Etkinlikler                               |
|----------|------------------------|--|
| 1        | Makaralar, Kaldıraçlar | Basit Makine Mucizesi                                |
| 2        | Çıkrık, Eğik Düzlem    | Su’ya Tutun  |
| 3        | Dişli<br>Kasnaklar     | Çarklar,<br>Engeller Kaldırılsın, Engelsiz Yaşayalım |
| 4        | Bileşik Makineler      | Engeller Kaldırılsın, Engelsiz Yaşayalım             |

Bu şekilde geliştirilen etkinliklerden bir örnek MTS adımlarıyla birlikte detaylı olarak aşağıda sunulmuş olup, MTS’nin her bir aşamasında öğretmen ve öğrencilerin rolleri verilmiştir. Bu şekilde uygulayıcılara ve öğretmenlere etkinlikte STEM entegrasyonunun nasıl yapıldığı

konusunda bir örnek sunulması sağlanmıştır. Şekil 4’te MTS adımları şematik olarak sunulmuştur.

Şekil 4. Mühendislik Tasarım Süreci (Hynes vd., 2011, s. 8-13).



### 1. Aşama: İhtiyacı veya Problemi Tanımlama

Uygulama sürecine ilk olarak problem durumunun belirlenmesiyle başlanmıştır. Problem durumunun tespit edilebilmesi için öğrencilere günlük hayatla ilişkili ve onların dikkatlerini çekebilecek bir senaryo sunulmuştur. Öğretmen, problem durumlarını içeren senaryoları gruplara dağıtır. Öğretmen problem senaryosunu gönüllü bir öğrenci tarafından yüksek sesle okutur. Öğrenciler, metne odaklanırlar. Öğrenciler öğretim materyalinde kendilerine sunulan problemin “Ne” olduğunu ve bu probleme yol açan “Nedenlerin” neler olduğunu araştırarak bulmaya çalışırlar. Öğrencilere verilen senaryo içerisinde onların problem durumunu belirleyebilmesi için “Yukarıda geçen olay için çözülmesi gereken problem tam olarak nedir? Grup arkadaşlarınızla tartışarak ortak fikrinizi aşağıya yazınız.” soruları sorulur. Buradaki amaç öğrencilerin problemin farkına varabilmesini ve problemi sorgulayabilmesini sağlamaktır. Öğretmen, grupları dolaşarak belirledikleri problem durumlarını kontrol eder. Gruplardan, arkadaşlarıyla tartışarak problem durumunu tam ve eksiksiz bir şekilde belirlemelerini ister. Problem durumunu eksik veya yanlış belirleyen gruplar varsa, problem durumunu yeniden gözden geçirmeleri noktasında rehberlik eder. Bunun akabinde öğretmen, öğrencilerden aşağıdaki soruyu cevaplamalarını ister: “1. Betül ve ailesinin yaşadığı probleminin kriter ve sınırlılıkları nelerdir?” Şekil 5’te araştırma kapsamında öğrencilere sunulan senaryolardan birisi yer almaktadır.

Şekil 5. Problem durumunun belirlenmesi sürecinde öğrencilere sunulan senaryolardan bir örnek

**BASİT MAKİNE MUCİZESİ**

Betül'ün ailesi, köyde kendileri için üç katlı yeni bir ev yapacaklardır. Köyde herhangi bir imkân olmadığından dolayı Betül ve ailesi inşaat için gerekli olan malzemeleri, sırtlarında taşıyarak inşaat halinde olan binaya taşımak zorunda kalmaktadırlar. Bu şekilde Betül ve ailesi hem fazla kuvvet harcamakta hem de binanın yapım süresi uzamaktadır. Bu olumsuz durumları gidermek isteyen Betül, inşaat malzemelerini binaya daha az kuvvet harcayarak çıkarabilmek için bir düzenek kurmaya karar vermiştir.



Sizler de Betül'e kuracağı düzenekte yardımcı olunuz.

**Ürününüzü (Prototipi) Tasarlarken Dikkat Edecekleriniz:**

- Tasarlayacağınız ürün için en az 2 (iki) basit makine kullanılmalıdır.
- Tasarladığınız ürün kuvvetten kazanç sağlamalıdır.
- Doğal çevreden ya da kolayca ulaşılabilecek malzemeler kullanılmalıdır.
- Tasarladığınız ürün ekonomik olmalıdır.
- Estetik olmalı aynı zamanda emniyetli olmalıdır.

Şekil 6. Problem durumunun belirlenmesi sürecinden bir kesit

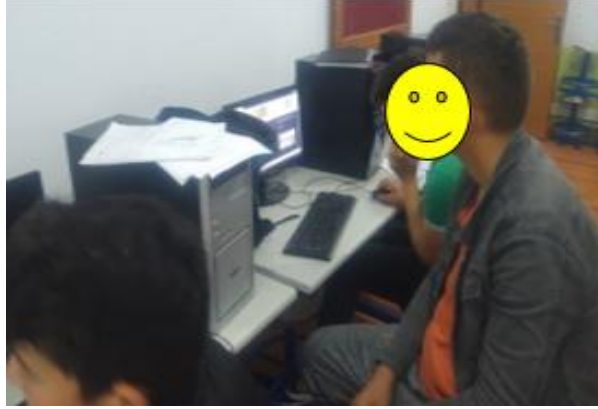


## 2. Aşama: İhtiyacı veya Problemi Araştırma

STEM eğitim yaklaşımında MTS uygulanırken özellikle bu aşamada bilimsel araştırma-sorgulama sürecine özel önem verilmelidir. Çünkü MTS'deki en kilit aşama ihtiyaçların belirlenmesi ve akabinde gelen aşamalardır (Holbrook & Kolodner, 2013; Kolodner, 2002). Öğretmen bu aşamada, tüm grupların problem durumunu eksiksiz ve tam bir şekilde belirleyip belirleyemediğinden emin olur. Ardından öğretmen, öğrencilerin “Bu problemi çözmek için neler biliyorsunuz?” ve “Neleri bilmeye ihtiyacınız var?” sorularına cevap bulmaları için onları konu ile ilgili araştırma yapmaya yönlendirir. Öğretmen, Basit Makineler konusunda öğrencilerin edindiği bilgilerin doğruluğu ve eksikliği açısından grupları tek tek dolaşarak öğrencilere konu hakkında soru-cevap yöntemini kullanarak dönütler alır. Gruplarda herhangi bir alternatif kavram veya konu eksikliği tespit etmişse var olan durumun düzeltilmesi açısından gruplara

yeniden araştırmaları için rehberlik eder. Öğrenciler, problem durumlarını belirledikten sonra problemi çözebilmeleri için neler bildiklerini ve neleri bilmeleri gerektiğini belirlerler. Bu çalışmada öğrencilerin STEM etkinliğini başarılı bir şekilde çözüme kavuşturabilmesi için farklı kaynaklardan bilgi toplaması konusunda yönlendirilmiştir. Bunun için öğretmen, öğrencilerin tamamının araştırmalarını yapmaları konusunda gerekli internet, bilgisayar ve kütüphane imkânını sunar. Öğrenci grupları konu hakkında edindikleri bilgileri öğretim materyalinde yer alan “Neler Öğrendik?” bölümüne yazarlar.

Şekil 7. Öğrenciler araştırma yaparken



### 3. Aşama: Olası Çözümler Geliştirme

Bu adım, öğrencilerin fikir oluştururken kullanacakları bilgiler hakkında sorgulayıcı ve yol gösterici sorular sorarak öğrencilerin çeşitli fikirler üretmelerine yardımcı olmayı amaçlamıştır. Bu aşamada öğrencilerden kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak mühendislik tasarım problemine çok sayıda fikir üretmeleri (en az üç tane) beklenmiştir. Çünkü öğrencilere sunulan problem durumunun çözüme kavuşturulması için tek bir yol yoktur (Brunsell, 2012; Silk & Schunn, 2008). Öğrenciler, bu şekilde önceden belirledikleri probleme grup arkadaşlarıyla yaptıkları ortak çalışmalar neticesinde birçok çözüm yolu geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri çözümleri çalışma yapraklarına yazmışlardır. Bunun için sırayla öğrencilerden senaryo içerisinde sunulan problem durumunun çözümü için kriter ve sınırlılıkları dikkate alarak çözüm önerileri geliştirmeleri istenmiştir. Burada dikkat edilebileceği kriterler; “daha az kuvvet harcamak, binanın yapım süresinin kısılması ve tasarladığımız ürün kuvvetten kazanç sağlamalıdır.” Şeklinde sıralanabilir. Etkinlikte dikkat edilebileceği sınırlılıklar ise; “Tasarlayacağınız ürün için en az 2 (iki) basit makine kullanılmalıdır. Doğal çevreden ya da kolayca ulaşılabilecek malzemeler kullanılmalıdır. Tasarladığımız ürün ekonomik olmalıdır. Estetik olmalı aynı zamanda emniyetli olmalıdır.” şeklindedir. Öğretmen, öğrenci gruplarının geliştirdikleri olası çözümleri hem sözel olarak ifade etmelerini hem de şekil olarak öğretim materyalinin gerekli bölümüne çizmelerini ister. Burada öğrencilerden problem durumuna birden fazla çözüm geliştirmeleri konusunda rehberlik eder. Öğrenciler, edindikleri bilgiler çerçevesinde grup arkadaşlarıyla tartışarak problem durumuna birden fazla çözüm geliştirirler. Geliştirdikleri çözümleri, çalışma yaprağının gerekli bölümüne hem yazılı olarak ifade ederler hem de şeklini çizerler.

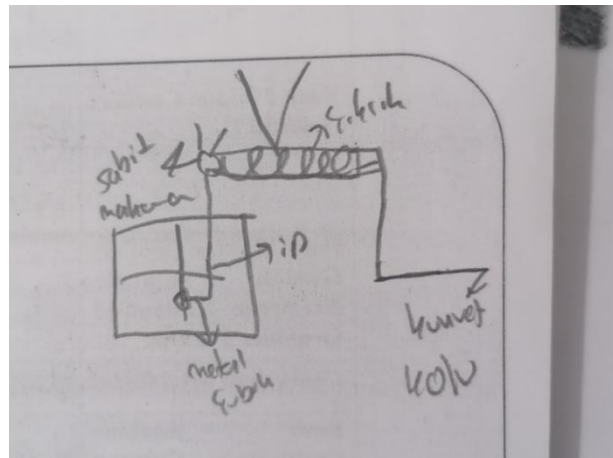
Şekil 8. Öğrencilerin probleme çözüm bulma sürecinden bir kesit



#### 4. Aşama: Mümkün Olan En İyi Çözümü Seçme

Bu aşamada öğrencilerden beklenen, verilen kriter ve sınırlılıklar içerisinde mühendislik problem durumuna karşı geliştirmiş oldukları çözüm önerilerinden en uygun olan çözümü seçmeleridir (Brunsell, 2012; NRC, 2012; Hynes vd., 2011; Mentzer, 2011, s. 7). Öğrencilerden, kriter ve sınırlılıklar dikkate alarak, en uygun çözümü seçebilmek için grup içerisinde gerekçeleriyle birlikte görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Bunun için öğrencilere “sınırlılıkları ve kriterleri göz önünde bulundurarak grup arkadaşlarınızla karar verdiğiniz en iyi çözümün çizimini yapınız ve çizimini gerçekleştirdiğiniz ürünün çalışma prensibini yazınız.” yönergeleri sunulur. Öğretmen, öğrencilerin en uygun çözümü seçerken problem durumunda yer alan sınırlılık ve kriterlere dikkat etmeleri gerektiğine vurgu yapmıştır. Öğrenciler, grup arkadaşlarıyla birlikte kendilerine sunulan problemi çözüme kavuşturacak mümkün olan en iyi çözümü seçerler ve diğer grup arkadaşlarına çözüm önerisini gerekçeleriyle birlikte açıklarlar. Bunun yanı sıra seçilen en iyi çözüm belirlenen sınırlılık ve kriterleri de bünyesinde barındırmaktadır. Daha sonra öğrencilerden seçtikleri çözümü uygulayabileri için bir plan hazırlayarak sonraki derse hazırlıklı gelmeleri istenmiştir. Bu adımda öğrenciler çözümlerini nasıl tasarlayacaklarını planlamışlar ve hayal ettikleri tasarımı çalışma yaprağının ilgili kısımlarına çizmişlerdir. Şekil 9’da örnek bir öğrenci çizimi verilmiştir.

Şekil 9. Öğrencilerin problem için karar verdikleri en iyi çözümden örnek bir çizim



## 5. Aşama: Prototip İnşa Etme

Problemi çözebilme sürecinde, çözümü ayrıntılı bir şekilde ortaya koyan, bir tasarımın ilk örneği, modeli ya da sürümüne prototip denir (Hynes, vd., 2011; NRC, 2012; Karlı-Baydere vd., 2019). Prototip bir ürünün son hali olmamakla birlikte, son haline en yakın halidir. Prototip hazırlamanın asıl amacı, tasarlanan ürünün işleminin doğru ve tutarlı olup olmadığını test etmektir. Öğretmen, MTS'nin bu aşamasında her bir grubun seçtiği en iyi çözüm önerisini hayata geçirecek şekilde ürünlerini prototip halinde tasarlamalarını istemiştir. Bunun için öğrencilere “*Karar verdiğiniz çözüm öneriniz için tasarımınızı (prototip) yapınız. (Gerekli araç gereçleri ve ihtiyaç duyacaklarınızı belirleyerek öğretmenimize bu ihtiyaçlarınızı bildiriniz.)*” der. Öğretmen, yapım aşamasına geçmeden önce öğrenci gruplarının kendi aralarında görev dağılımı yapmalarını ister. Prototiplerini yapabilmeleri için gerekli tüm malzemeler öğretmen tarafından temin edilip öğrenci gruplarına dağıtılır. Prototip için gerekli olan malzemelerin mümkün olduğunca ulaşılabilir ve maliyeti düşük olması tercih edilir. Öğretmen tarafından gerekli görüldüğü takdirde öğrenci gruplarının, daha rahat bir şekilde prototiplerini tasarlamaları için mekân değişikliği yaptırabilir. Öğrenciler, belirledikleri en iyi çözümlerini grup arkadaşlarıyla yapmaya başlarlar. Prototipin yapımı aşamasında grup arkadaşlarıyla görev paylaşımı yaparlar. Bu süreçte öğrenciler, tıpkı bir bilim insanı, mühendis, sanatçı, matematikçi veya teknoloji uzmanı gibi çalışmaya teşvik edilmişlerdir ve tasarımlarını grup arkadaşlarıyla ihtiyaç duydukları malzemelerle yapmaya başlamışlardır.

Şekil 10. Prototipin yapılması aşamasından bir kesit



## 6. Aşama: Çözümü Test Etme ve Değerlendirme

Yapılan prototipin probleme çözüm sunup sunmadığının belirlenmesi için test edilmesi ve kullanılabilir olması gerekmektedir (Koehler vd., 2005; Karlı-Baydere vd., 2019). Bunun için gerçekleştirilen prototipin, belirlenen problemi çözmedeki performansının kriter ve sınırlılıkları kapsayan testlerle test edilmesi ve değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Bu değerlendirme sonucunda prototip başarılı olana kadar tasarımın geliştirilmesi gerekmektedir (Hynes vd., 2011; Brunsell, 2012; Karlı-Baydere vd., 2019). Bu aşamada öğretmen, öğrencilerin tasarımlarını (prototiplerini) tamamlamalarının ardından, prototiplerini test etmeleri konusunda rehberlik eder. Bunun için “*Yaptığımız tasarımı (prototip) test ederek problem durumunu ortadan kaldırıp kaldırmadığını gözlemleyiniz.*” der. Öğretmen, grupların test etme ve değerlendirme aşamasında,

yapılan prototipin hem sınırlık ve kriterler bağlamında olması hem de probleme başarılı bir şekilde çözüm sunması gerektiğine dikkat çekmiştir. Öğrenci grupları, tasarımlarını tamamladıktan sonra prototiplerini test edip değerlendirirler. Bu aşamada tasarımlar gruplar halinde test edilerek uygun bulunmayan tasarımların neden işe yaramadığının grup içinde tartışılması sağlanır. Öğrenciler test ve değerlendirme sonuçlarını dikkate alarak prototipleri için yapılması gereken değişiklikleri belirler. Tespit edilen hata ve eksiklikler düzeltilerek tasarım yeniden düzenlenir ve probleme çözüm sunacak hale dönüştürülür. Öğretmen bu şekilde bütün grupların prototiplerinin başarılı olma durumunu görme fırsatı sağlamış olur.

**Şekil 11.** Öğrenciler oluşturdukları prototiplerini test ederken

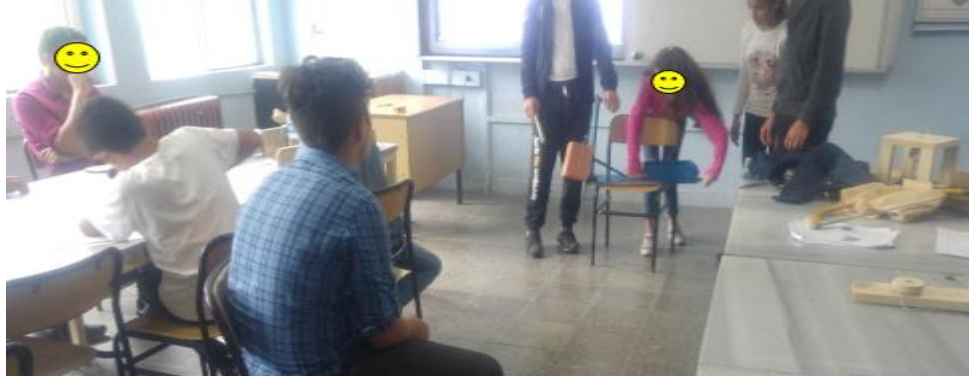


### 7. Aşama: Çözümü Paylaşma

Öğretmen, bu aşamada tüm grupların geliştirdikleri tasarımlarını diğer grup arkadaşlarıyla paylaşmalarını sağlar. Bu aşamada her bir grup öğretmen rehberliğinde diğer grupların oluşturduğu tasarımlar için fikir, öneri ve eleştiri sunarlar. Diğer gruplar, tanıtılan prototip hakkında eksik veya yanlış gördükleri kısımlar varsa bunları arkadaşlarına belirtirler. Öğrenciler, inşaat malzemelerinin daha az kuvvetle binaya çıkarılabilmesi problemine karşılık geliştirdikleri çıkık ve sabit makaradan oluşan tasarımlarını diğer grup arkadaşlarına da sundular. Tasarımlarını sunan öğrenciler, problem durumunun çözümü için kullandıkları malzemeleri kullanma gerekçelerini ve karşılaştıkları zorlukları da açıklamışlardır. Bu aşamada öğrenci grupları çözümlerini paylaşırken iletişim ve işbirliği becerilerini geliştirirler (Hynes, vd., 2011; NRC, 2012; Mentzer, 2011, s. 7; Karşı-Baydere vd., 2019). Öğrencilerin tasarımları “Tasarlayacağınız ürün için en az 2 (iki) basit makine kullanılmalıdır. Kuvvetten kazanç sağlamalıdır. Tasarladığınız ürün ekonomik olmalıdır. Doğal çevreden kolayca ulaşılabilen malzemeler kullanılmalıdır. Estetik olmalıdır. Emniyetli olmalıdır.” gibi çeşitli sınırlılıklara ve kriterlere göre değerlendirildi. Hazırlanan değerlendirme kriterleri ile gruplar hem kendi tasarımlarını hem de diğer grupların tasarımlarını değerlendirme imkanı buldular. Gruplar, tasarımlarını sınıfa sunmuşlar ve değerlendirme kriterlerine göre gruplar tarafından yapılan tasarımlar arasından hangisinin en iyi olduğuna karar vermişlerdir. Bu şekilde aslında probleme çözüm sunan bir tasarımın tek bir kritere bağlı olmadığını, birkaç değişkene bağlı olduğunu anlama fırsatı yakaladılar.



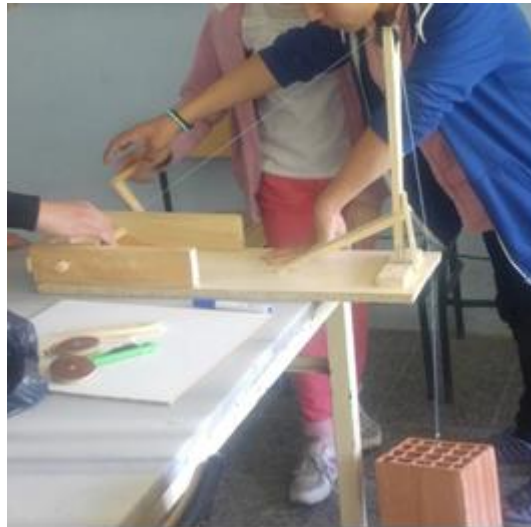
**Şekil 12.** Prototiplerini test eden öğrencilerin prototiplerini diğer gruplara sunması sürecinden bir kesit



### 8. Aşama: Yeniden Tasarlama / Tasarımın Sonlandırılması

Öğretmen, öğrenci gruplarının prototiplerini diğer gruplara sunmasının ardından prototiplerinde herhangi bir eksiklik veya yanlışlık tespit edilmişse bunları gidermeleri için prototiplerini yeniden tasarlayarak tamamlamalarını ister. Öğrenci grupları, sunum esnasında prototiplerine gelen olumlu veya olumsuz eleştiriler neticesinde; prototiplerinde gidermeleri gereken eksikleri, kendilerine verilen süre içerisinde tamamlamaya çalışırlar. Böylelikle prototiplerine son şeklini vermiş olurlar.

**Şekil 13.** Öğrenci gruplarından birinin prototiplerinin son hallerinden bir kesit



MTS'ye uygun olarak geliştirilen öğretim materyallerinde fen, matematik ve teknoloji disiplinlerinin nasıl entegre edildiği Tablo 3'te özetlenmiştir.

**Tablo 3.** MTS’ye Fen, Matematik ve Teknoloji Disiplinlerinin Entegrasyonu

| Disiplin türü                       | MTS’nin içeriğindeki uygulamaları  |
|-------------------------------------|--|
| Fen disiplininin entegrasyonu       | Etkinliğin fen entegrasyonu sürecinde öğrencilerin bilimsel araştırma yöntemlerini kullanarak bilgiye (Basit Makineler, sabit makara, hareketli makara, palanga, kaldıraç, eğik düzlem, çıkırık, basit makinelerin kullanım alanları) ulaşmalarının sağlanması ve fen bilimleri dersi öğretim programında konuyla ilgili “F.8.5.1.1. Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar. ve F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar.” (MEB, 2018a) kazandırılması hedeflenen kazanımlara sahip olmasına yönelik uygulamalara yer verilmiştir.   |
| Matematik disiplininin entegrasyonu | MTS’de matematik disiplini ilköğretim matematik dersi öğretim programında yer verilen “M.1.3.1. Uzunluk Ölçme, M.5.3.1.1. Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur. M.6.1.1.2. İşlem önceliğini dikkate alarak doğal sayılarla dört işlem yapar. M.7.1.4.2. Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur ve M.7.1.4.6. Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters ya da doğru orantılı olup olmadığına karar verir.” (MEB, 2018b) kazanımları ölçüsünde çeşitli etkinlikler yaptırılarak etkinliğe entegre edilmiştir. Bunun için problem durumunun oluşturulması sürecinde araştırma soruları oluşturma, öğrencilerin tasarım görevlerini yaparken uzunluk ölçme, doğal sayılarla dört işlem yapma ve tasarımlarını test edip değerlendirmeleri sürecinde ise oran ve orantı konularını uygulamalarına yönelik etkinliklere yer verilmiştir.  |
| Teknoloji disiplininin entegrasyonu | Teknoloji disiplininden, öğretim sürecinin hemen hemen her aşamasında yararlanılmaktadır. Öğretmen, öğrencilerin problem durumuna çözüm getirilebilmeleri için konu araştırması yapmalarını ister. Bunun yanı sıra öğretmen, öğrencilerden basit makineler ile ilgili “videolar” bulup izlemelerini ister. Öğretmen, konu araştırmasının yapılmasının ardından, öğrencilerden “eba” uygulamasında yer alan Basit Makine” etkinliklerini yapmalarını ister. Bu kapsamda bilişim teknolojileri ve teknoloji-tasarım dersi öğretim programlarında yer alan “BT.3. D4.1. İnternet üzerinden bir konu ile ilgili araştırma yapar, TT. 7. Ç. 2. 2. Özel gereksinimli bireylerin yaşama kolaylığı için geliştirilen ürünlerin tasarım özelliklerini araştırır ve sağlayacak bir ürün çizerek tasarlar. 7. D. 1. Özgün Ürünü Tasarlıyorum. TT. 8. A. 1. 2. İnsan hayatını kolaylaştıracak inovatif bir fikir geliştirir. TT. 8. B. 1. 1. Tasarımı için taslak çizimler yapar.” (MEB, 2018c) kazanımlarına yönelik MTS’de çeşitli etkinliklere yer verilmiştir. |

Matematik, fen ve mühendislik bilgilerini anlama ve uygulama becerisini kazanır.

Verilen bir problem belirleme, çözümüne uygun öneriler sunma ve karar verme becerisi kazanır.

Bir problemde sunulan kriter ve kısıtlamalarla, problemlerin analizi ve çözümü için ihtiyaç duyulan ürünü tasarlayabilir, seçebilir ve kullanabilir; bilgi teknolojilerini etkin bir şekilde kullanabilir.

İstenen ihtiyaçları karşılayacak şekilde tasarım yapma becerisi kazanır.

Uygulamalarında karmaşık problemlerin analizi ve çözümü için ihtiyaç duyulan modern teknik ve araçları tasarlayabilme, seçebilme ve kullanabilme; bilgi teknolojilerini etkin bir şekilde kullanabilmek

Bir ekipte üretken bir şekilde çalışabilir ve grup içi ve gruplar arası etkili bir şekilde iletişim kurar.

Mühendislerin problemleri çözerken kullandıkları adımları uygulamalarında kullanarak standartlar hakkında bilgi sahibi olur.

Araştırma kapsamında geliştirilen öğretim materyalleri 4 haftalık bir sürede uygulanabilmiştir. Uygulamanın bitiminden sonra öğrencilere İABMT ve BSBT son test olarak ikinci kez uygulanmıştır. Son test tamamlandıktan sonra rastgele ve gönüllü olan beş öğrenci (Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö11) ile basit makine kavramları ve öğretim uygulamaları hakkında yarı yapılandırılmış mülakat yapılmıştır.

### Verilerin Analizi

Veri analizinin parametrik ya da nonparametrik testlerden hangisine göre yapılacağı belirlenmesi için verilerin normallik dağılımı bakılmıştır. Bunun için gözlem sayısının 30'un altında olduğu durumlarda Shapiro-Wilks testi kullanılmaktadır.

Veri toplama araçları olarak kullanılan test puanlarının p değerleri 0.05 ten büyük çıkmıştır (İABMT ve BSBT için p değerleri sırasıyla 0.33 ve 0.17). Bu nedenle verilerin analizinde nonparametrik istatistik tekniklerinden faydalanılmıştır. Öğrencilere, ön ve son test olarak uygulanan İABMT ve BSBT'den elde edilen veriler SPSS programı kullanılarak nonparametrik istatistik tekniklerinden olan Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Uygulama sonrası öğrencilerle “Basit Makineler” konusundaki kavramlar ve öğretim uygulaması hakkındaki yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen veriler ise içerik analizi ile çözümlenmiştir. Mülakatlar, öğrencilerden izin alınarak ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır ve her bir öğrencinin mülakat süresi ortalama 15 dk. sürmüştür. Mülakatlardan elde edilen veriler, transkript edilerek araştırmacılar arasında tutarlılık gösteren kod ve temalar oluşturulmuştur. Araştırmacılar arasında tutarsızlığa düşülen kod ve temalarda, araştırmadan bağımsız üçüncü bir uzman görüşü alınarak ve birlikte tartışarak ortak karar çerçevesinde son hali verilmiştir. Bunun yanı sıra öğrenci ifadelerinden direkt alıntılara da yer verilmiştir. Ayrıca öğrencilerin “Basit Makineler” konusu ile ilgili yarı-yapılandırılmış mülakatlara verdikleri cevaplar kavramsal anlama kategorilerine göre; Doğru Açıklama (DA), Kısmen Doğru Açıklama (KDA) ve Alternatif Kavramlı Açıklama (AKA) şeklinde gruplandırılmış ve frekans değerleri verilmiştir (Yıldırım and Şimşek, 2013). Öğrencilerin cevaplarının doğru açıklama kategorisine girmesi için soruya bilimsel olarak doğru bir cevap vermeleri beklenmektedir. Kısmen doğru açıklama kategorisine giren cevaplar ise bilimsel olarak doğru cevaplardır ancak bazı

eksiklikleri olan cevaplardır. Alternatif kavramlı açıklama kategorisi ise verilen cevapların bilimsel gerçeklerle çeliştiği ve yanlış bilgileri içerenler ifadelerden oluşturulmuştur.

## BULGULAR

### İABMT’den Elde Edilen Bulgular

Öğrencilere “Basit Makineler” konusunda MTS odaklı geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin uygulanmasının öncesindeki ve sonrasındaki İABMT puanlarını karşılaştırmak için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi uygulanmıştır. İABMT ön ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları Tablo 4’te sunulmuştur.

**Tablo 4.** İABMT ön ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

| Sontest-<br>Öntest | N  | Sıra<br>ortalaması | Sıra<br>toplamı | z       | p     | Etki büyüklüğü<br>(r) |
|--------------------|----|--------------------|-----------------|---------|-------|-----------------------|
| Negatif sıra       | 1  | 2,50               | 2,5             | -2,714* | 0.007 | 0.82                  |
| Pozitif sıra       | 10 | 6,35               | 63,50           |         |       |                       |
| Eşit               | 0  |                    |                 |         |       |                       |

\*Negatif sıralar temeline dayalı,

Tablo 4 öğrencilerin İABMT öğretim uygulaması öncesi ve öğretim uygulaması sonrası puanlarının istatistiksel olarak son test lehine farklılaştığını göstermektedir ( $z=2.714$ ,  $p<.05$ ,  $r=0.82$ ). Bununla birlikte 10 öğrencinin pozitif sıralar yönünde puanlarında artış olmuştur. Cohen (1988) etki büyüklüğü kriterlerine göre 0.1 civarı küçük etki, 0.3 civarı orta etki ve 0.5 ve yukarı değerler için ise geniş etki değerine sahiptir. Buna göre hesaplanan etki büyüklüğü değeri ( $r= 0.82$ ) geniş etki büyüklüğüne işaret etmektedir. Bu sonuçlara göre, öğrencilere uygulanan MTS’ye dayalı öğretim uygulamaları, öğrencilerin basit makineler konusunu anlamalarına pozitif yönde etki etmiştir.

### BSBT’den Elde Edilen Bulgular

Öğrencilere “Basit Makineler” konusunda MTS kullanılarak geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin uygulanmasının öncesindeki ve sonrasındaki BSBT puanlarını karşılaştırmak için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi uygulanmıştır. BSBT ön ve son test puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar testi sonuçları Tablo 5’te sunulmuştur.

**Tablo 5.** BSBT Ön ve Son Test Puanlarının Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi Sonuçları

| Sontest-<br>Öntest | N | Sıra<br>ortalaması | Sıra toplamı | z      | p     | r    |
|--------------------|---|--------------------|--------------|--------|-------|------|
| Negatif sıra       | 3 | 5.17               | 15.50        | -.857* | 0.392 | 0.26 |
| Pozitif sıra       | 6 | 4.92               | 29.50        |        |       |      |
| Eşit               | 2 |                    |              |        |       |      |

Tablo 5 incelendiğinde öğrencilerin ön test ve son test BSBT puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmektedir ( $z=.857$ ,  $p>.05$ ,  $r=0.26$ ). Ayrıca hesaplanan etki büyüklüğü değeri orta etki büyüklüğüne işaret etmektedir. Bir başka deyişle MTS uygulamaları, öğrencilerin BSB puanlarında bir miktar artış sağlamıştır ancak bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir.

### Kavramlar Hakkında Yapılan Yarı Yapılandırılmış Mülakatlardan Elde Edilen Bulgular

Öğrencilerle “Basit Makineler” konusunda kavramlar hakkında yapılan yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular Tablo 6’da sunulmuştur:

**Tablo 6.** Öğrencilerin “Basit Makineler” Konusu ile İlgili Yarı-Yapılandırılmış Mülakatlara Verdikleri Cevapların Kavramsal Anlama Kategorilerine İlişkin Analizi

| Tema                             | Kod              | Anlama Kategorisi | Öğrenci İfadelerinden Alıntılar   | f |
|----------------------------------|------------------|-------------------|---|---|
| Basit Makine Özellikleri         | Kuvvet kazancı   | DA                | -Basit makinelerde kuvvetten kazanç varsa yoldan kayıp vardır, yoldan kazanç varsa kuvvetten kayıp varsa yoldan kazanç vardır (Ö2).   | 5 |
|                                  | İş kolaylığı     | DA                | -İşimizi kolaylaştırmaya yararlar (Ö4).<br>-İşten kazanç sağlamazlar, iş kolaylığı sağlarlar (Ö11).   | 4 |
|                                  | İş kazancı       | AKA               | -İşten kazanç sağlar (Ö7).  | 1 |
| Basit Makinelerde Kuvvet Kazancı | Çıkrık           | DA                | -Çıkrıkta kuvvet kazancının olabilmesi için kuvvet kolunun daha uzun olması gerekir (Ö2).<br>-Kuvvet kazancını artırmak için kuvvet kolunu artırmak gerek (Ö4).   | 4 |
|                                  | Kaldıraç         | DA                | -Çift taraflı kaldıraçlarda, kuvvet kazancı için desteği biraz daha yüke yaklaştırmalıyız (Ö4).<br>-Tek taraflı kaldıraçların bir tanesinde yük kolu kuvvet kolundan büyük olduğundan kuvvet kazancı yoktur (Ö7). | 4 |
|                                  | Sabit Makara     | DA                | -Sabit makarada, kuvvet kazancı ve kaybı yok (Ö8).<br>-Sabit makarada kuvvet kazancı yok (Ö11).   | 4 |
|                                  | Hareketli Makara | DA                | -Hareketli makarada makara yükü hareket eder. Kuvvet kazancı var (Ö8).<br>-Hareketli makarada kuvvet kazancı var (Ö11).   | 4 |
|                                  | Palanga          | DA                | -Kuvvet kazancı var. Palangada makara ve ip sayısını artırabiliriz (Ö8).  | 1 |
|                                  | Eğik Düzlem      | DA                | -Eğik düzlemde, daha uzun olanda yoldan kayıp var ama kuvvetten kazanç oluyor. Kısa olanda yoldan kazanç var kuvvetten kayıp vardır (Ö7).<br>-Yüksekliği azaltmalıyız, yolu uzatmalıyız (Ö11).                    | 4 |
|                                  | Kasnak           | DA                | -Kasnaklar düz bağlanırsa aynı yönde dönerler, çapraz bağlanırsa ters yönde dönerler (Ö8).  | 2 |
|                                  | Dişli Çark       | DA                | -Dişli çarklar dışarıdan temas ediyorsa dönüş yönleri ters olur, büyük olan daha yavaş döner küçük olan hızlı döner. Birbirine perçinlenmiş olursa dönme yönleri ve tur sayıları aynı olur (Ö2).                  | 4 |

-Dişli çarkların dönme yönleri terstir. Yarıçapla tur sayısı ters orantılıdır. Dişliler perçinlenmişse dönme yönleri ve tur sayıları aynıdır (Ö4).

(DA: Doğru Açıklama, AKA: Alternatif Kavramlı Açıklama)

Tablo 6 incelendiğinde öğrencilerin MTS kullanılarak geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin uygulanması sonrasında “Basit Makineler” kavramlarıyla ilgili yarı yapılandırılmış mülakatlara verdikleri cevaplarının “Basit Makine Özellikleri” ve “Basit Makinelerde Kuvvet Kazancı” temaları altında toplandıkları görülmektedir. Basit makine özellikleri temasındaki cevapları ise ‘kuvvet kazancı’, ‘iş kolaylığı’ ve ‘iş kazancı’ şeklinde kodlara ayrıldığı görülmektedir. Benzer şekilde “basit makinelerde kuvvet kazancı” temasındaki cevaplar ise ‘çıkırık’, ‘kaldıraç’, ‘sabit makara’, ‘hareketli makara’, ‘palanga’, ‘eğik düzlem’, ‘kasnak’ ve ‘dişli çark’ gibi kodlara ayrıldığı görülmektedir. Öğrencilerin MTS kullanılarak geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin uygulanmasından sonra basit makinelerle ilgili kavramlar hakkında yürütülen yarı yapılandırılmış mülakatlara çoğunlukla doğru açıklamalar yaptıkları sadece iş kazancı kodu altında Ö7 kodlu öğrencinin “*basit makineler işten kazanç sağlar (Ö7).*” şeklinde alternatif kavramlı açıklama yaptığı görülmektedir.

### Öğrencilerin Öğretim Uygulamalarına İlişkin Görüşlerinden Elde Edilen Bulgular

Öğrencilere “Basit Makineler” konusunda geliştirilen MTS destekli STEM etkinliklerinin uygulamalarına ilişkin yürütülen yarı yapılandırılmış mülakatlardan elde edilen bulgular Tablo 7’de sunulmuştur:

**Tablo 7. Öğrencilerin Öğretim Uygulamalarına İlişkin Görüşleri**

| Tema                     | Kod                        | Öğrenci İfadelerinden Alıntılar  | Öğrenci Kodları     | f |
|--------------------------|----------------------------|--|---------------------|---|
| MTS’nin olumlu yönleri   | Yaparak öğrenme            | Ders çalışmak yerine, biz bunları yaparak öğrendik (Ö8).                 | Ö4, Ö7, Ö8          | 3 |
|                          | Kalıcı öğrenme             | Kendimiz araştırıp bulunca daha kolay aklımızda kalıyor, anlıyoruz (Ö7). | Ö4, Ö7, Ö8          | 3 |
|                          | Olumlu ilişki geliştirme   | Arkadaşlarla ilişkilerimizi geliştirdi (Ö4).                             | Ö2, Ö4, Ö11         | 3 |
|                          | İşbirliği sağlama          | Arkadaşlarla aramızda birliktelik ve yardımlaşma oldu (Ö8).              | Ö4, Ö8              | 2 |
|                          | Yaratıcı çözüm geliştirme  | Daha yaratıcı çözümler bulmamızı sağladı (Ö11).                          | Ö4, Ö11             | 2 |
|                          | El becerilerini geliştirme | Farklı aletler kullandık, el becerimizi geliştirdi (Ö2).                 | Ö2, Ö4              | 2 |
| MTS’de yaşanan zorluklar | Matematiksel işlemler      | Matematiksel işlemlerden dolayı zorlandım (Ö11).                         | Ö2, Ö4, Ö7, Ö8, Ö11 | 5 |
|                          | Probleme çözüm bulma       | Problem durumuna çözüm bulurken zorlandım (Ö8).                          | Ö2, Ö4, Ö8          | 3 |

|                         |  |         |   |
|-------------------------|--|---------|---|
| Malzemeleri birleştirme | Malzemeleri birleştirirken zorluk yaşadık (Ö7).                              | Ö7, Ö8  | 2 |
| Tasarım yaparken        | Yaptığımız bazı tasarımlar olmadığı için onları yıktık, yeniden yaptık (Ö2). | Ö2, Ö11 | 2 |
| Araştırma yapma         | Araştırma kısmında biraz zorlandım (Ö2).                                     | Ö2      | 1 |

Öğrencilerin, öğretim uygulamalarına ilişkin görüşleri; MTS'nin olumlu yönleri (f:15) ve MTS'de yaşanan zorluklar (f:13) olmak üzere iki tema altında toplanmıştır. MTS'nin olumlu yönleri temasında öğrencilerin en sık “yaparak öğrenme (f:3)”, “kalıcı öğrenme (f:3)” ve “olumlu ilişki geliştirme (f:3)” kodları altında görüş belirttikleri görülmektedir. Yaparak öğrenme koduna ait örnek bir öğrenci ifadesi “*Ders çalışmak yerine, biz bunları yaparak öğrendik (Ö8).*” şeklindedir. MTS'de yaşanan zorluklar temasında ise öğrencilerin en sık “matematiksel işlemler (f:5)” kodu altında cevaplar verdikleri görülmektedir. Matematiksel işlemler koduna ait örnek bir alıntı ifade “*Matematiksel işlemlerden dolayı zorlandım (Ö11).*” şeklindedir. Bunu “probleme çözüm bulma (f:3)”, “malzemeleri birleştirme (f:2)” ve “tasarım yaparken (f:2)” kodları izlemiştir. En az sıklıkta ise “araştırma yapma (f:1)” kodu altında görüşün olduğu belirlenmiştir.

## TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu araştırma “Basit Makineler” konusunda MTS kullanılarak geliştirilmiş olan STEM etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin ele alınan kavramları öğrenmeleri ve BSB üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla yürütülmüştür. MTS odaklı STEM etkinlikleri kullanılarak yapılan öğretim uygulamalarından sonra öğrencilerin “Basit makineler” konusuyla ilgili kavramları anlamalarında anlamlı bir artış olduğu bulunmuştur. Bu durum MTS odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin ele alınan fen kavramlarını daha iyi anlamalarını sağladığı şeklinde yorumlanabilir. Bununla birlikte “Basit Makineler” kavramları ile ilgili yapılan mülakat sonuçlarında genel olarak mülakat yapılan öğrencilerin tamamına yakını doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Bir başka ifadeyle MTS destekli STEM etkinlikleri uygulandıktan sonra 8. sınıf öğrencileri “Basit makineler” kavramları hakkında daha bilimsel açıklamalar yapabilmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin günlük yaşamındaki bir problemi çözme noktasında araştırarak ve sorgulayarak sahip olduğu bir bilgiyi işlevsel hale getirmelerinden ve bu sayede öğrenilen bilgilerin pratiğinin yapılarak basit makineler hakkındaki anlayışlarını geliştirmelerini desteklemesinden kaynaklanmış olabilir. Bu olumlu durumun diğer bir nedeni; konu ile ilgili yapılan araştırmanın ardından öğrenilen bilgilerin uygulamayı yürüten öğretmen tarafından sorgulanması veya öğrencilerin bizzat kendilerinin basit makineler ile ilgili matematiksel işlemler gerçekleştirerek bunu ispatlamış olmaları olabilir. Öğrenciler basit makine çeşitlerindeki kuvvet kazançlarının nasıl olacağı sorusuna çoğunlukla (f=4) doğru açıklamalarda bulunmuşlardır. Öğrenciler, genel olarak problem durumunda kullandıkları basit makine çeşitlerini tam ve doğru bir şekilde açıklamışlardır. Eğitim sürecinde oluşturulan hiçbir grup problem durumları için prototip oluştururken “palanga” kullanmadığından dolayı yarı yapılandırılmış mülakatlarda yalnızca bir öğrenci bu basit makineyi hatırlayıp hakkında bilgi verebilmiştir. Bu sonuçta öğrencilerin günlük yaşamda kullandığı basit makineleri çok kolay hatırlarken, günlük yaşamında kullanmadığı basit makineleri ise unuttuğunu göstermektedir. Böyle bir sonucun oluşmasında MTS'nin ilk adımında öğrencilere gerçek yaşamdan “*inşaat malzemelerini binaya daha az kuvvet harcayarak çıkarabilmek*” problemine çözüm bulmaya yönelik

bir senaryo sunulması ve onların öğrenmeye ve problemi çözmeye motive edilmeye çalışılması neden gösterilebilir. MTS'nin ilk aşamasında öğrencilere senaryo sunulduktan sonra, öğrenciler gerçek yaşam problemine nasıl çözüm bulacağını düşünmeye ve araştırmaya başladılar. Bu süreçte öğrenciler birçok konuda bilgiye ihtiyaç duyduklarını fark ettiler. Ayrıca öğrenciler konu ile ilgili edindikleri bilgileri, bizzat yaptıkları prototipler sayesinde gözlemleme fırsatı da bulmuşlardır. Böyle bir sonucun elde edilmesinde, etkinliklerde öğrencilere günlük yaşamda gördükleri birçok basit makinenin ne işe yaradığını deneyimleme fırsatı sunulması etkili olmuş olabilir. Ayrıca bu durum problemi belirleme/tanımlama, ihtiyacı/problemi araştırma, olası çözümler geliştirme, prototip inşa etme, çözümü test etme ve değerlendirme, çözümü paylaşma ve yeniden tasarlama gibi aşamaları içeren MTS'nin kullanılmasının bir sonucu olabilir. Bu aşamaların her biri problemin çözümünde anahtar rol oynayan bir dizi bileşen içeren süreçlerdir. Fen konularında içerik bilgisinin geliştirilmesinde tasarım sırasındaki süreçler önem kazanmaktadır. Nitekim öğrenciler MTS'de grup halinde işbirliğine dayalı çalışmalar yaparak ve edindikleri bilgileri pratikte uygulamasını yaparak gerçek hayat problemine çözüm bulmuşlardır. Bu da onların konuda yer alan kavramları ve kavramların özelliklerini daha doğru bir şekilde zihinlerinde yapılandırmalarına neden olmuş olabilir. STEM eğitim yaklaşımının öğrencilerin öğrenmelerini desteklediğine yönelik araştırma sonuçları da bu durumu destekler niteliktedir (Aydın-Gunbatır vd., 2018; Çakır vd., 2016; León vd., 2015, s. 156; Tunkham vd., 2016; Yıldırım & Altun, 2015; Kurtuluş & Karşı Baydere, 2021). Araştırmada fen konularının gerçek dünya problemi ile sunulmasının bir sonucu olarak öğrencilerin fen deneylerini daha iyi tasarlayabildikleri, sürece daha aktif katıldıkları ve kavramları daha kalıcı bir şekilde öğrendikleri söylenebilir. STEM eğitim yaklaşımında öğrencilerin bilgileri harmanlaması sonucunda karşılaştıkları problemlere alternatif çözüm önerisi oluşturabilmeleri kolaylaşmaktadır (Morrison, 2006, s. 195; Niess, 2005, s. 509; Yıldırım, 2016; González-Peña vd., 2021, s. 919; Karşı Baydere & Bodur, 2022). Bu sonuçlar çeşitli araştırmalarda STEM yaklaşımının problem çözme, aktif katılım ve kalıcı öğrenmeyi sağladığı yönünde bildirilenlerle tutarlılık göstermektedir (Klahr & Li, 2005, s. 217; Sulaeman vd., 2021; Dedetürk vd., 2021, s. 21; Ozkan & Umdu Topsakal, 2021, s. 441; Higde, 2022).

STEM eğitim yaklaşımına yönelik geliştirilen MTS etkinliğinde öğrenme sürecine bir dizi bilgi, beceri ve uygulama adımları entegre edildiği için öğrencilerin süreçte kendilerinin deneyimlemelerine ve bunun sonucu olarak çeşitli öğrenmelerin daha anlamlı olmasına izin verilmiş olabilir. Çünkü STEM eğitimi tipik olarak fen kavramlarının ve 21. yy becerilerinin geliştirilmesinin birincil kaynağı olarak hizmet eder ve MTS, bu bilgi ve becerilerin edindirilmesi için araç olarak kullanılmaktadır.

Öğretim uygulamasından sonra sadece bir öğrencide basit makinelerin iş kazancı sağladığı ile ilgili alternatif kavram oluşmuştur. Benzer alternatif kavrama Avcı, Kara ve Karaca (2012)'nin çalışmalarında da rastlanmaktadır. Bu durumun nedeni, öğrencinin konu ile ilgili bilgileri tam içselleştirememesi veya “kazanç” ile “kolaylık” kelimelerini eş değer olarak görmesinden kaynaklanmış olabilir.

Öğrencilerin öğretim uygulamasından önceki BSBT ön test puanları ile öğretim uygulamalarından sonraki BSBT son test puanları arasındaki fark anlamsız çıkmıştır. Diğer bir deyişle, MTS odaklı STEM etkinlikleri ile yapılan öğretim uygulaması öğrencilerin BSB'lerini geliştirmede bir miktar artış sağlasa da bu artış istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu



araştırmada öğrencilere STEM eğitim yaklaşımına göre hazırlanan etkinliklerin uygulaması 4 haftalık bir süreyi kapsamaktadır. 4 haftalık bir STEM uygulaması öğrencilerin BSB’lerinde anlamlı düzeyde bir artış sağlamada yeterli olmamış olabilir. Anlamlı olmasa da öğrencilerin BSB puanlarında bir miktar artış olmuştur. Bunun temel nedeni, MTS’de kullanılan aşamalar olabilir. Uygulama sürecinde öğrencilerin gerçek mühendisler ve bilim insanları gibi süreçleri kullanmaları sağlanmıştır. Ayrıca ürün tasarlama sürecinde öğrencilerin gözlem, çıkarım yapma, karşılaştırma, hipotez kurma, değişkenleri değiştirme ve test etme gibi birçok becerisi işe koşulmaktadır. Nitekim bu uygulamalar öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmektedir (Karsli-Baydere vd., 2020). Literatürdeki birçok araştırma da STEM uygulamalarının öğrencilerin BSB’lerini geliştirdiğini belirtmiştir (Akdağ & Güneş, 2021, s. 24; Gökbayrak & Karışan, 2017; Köngül & Yildirim, 2021, s. 159; Özkul & Özden, 2020; Uysal & Cebesoy, 2020; Yamak vd., 2014, s. 249). Uzun vadede STEM eğitime dayalı öğretim uygulamalarının benimsenmesinin ve uygulanmasının öğrencilerin BSB’lerinde katkıda bulunan optimal değişikliklerin yarattığı bilinmektedir (Cotabish vd., 2013, s. 215; Dilek vd., 2020, s. 92; Lestari vd., 2018, s. 18; Uğur vd., 2020).

Öğrenciler kendilerine uygulanan öğretim uygulamalarının yaparak öğrenmeyi desteklediğinden bahsetmişlerdir. Bu durum, öğrencilerin MTS uygulamalarına aktif katılımının faydalarının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Ayrıca öğrenciler öğretim uygulamalarının kalıcı öğrenmeyi desteklediği şeklinde de görüş belirtmişlerdir. Nitekim geliştirilen etkinlikte öğrencilere, fen bilimleri, teknoloji, matematik ve mühendislik temel alanlarını da kullanabilecekleri bir gerçek hayat problemi sunulmuştur. Bu şekilde öğrenciler fen bilimleri, teknoloji, matematik ve mühendislik becerilerini kullanarak ve süreçte sürekli araştırma sorgulama yaparak, 4 farklı disiplinin entegrasyonuna dayalı uygulamalı bir etkinliği deneyimlemiştir (Isdianti vd., 2021, s. 223; Lin vd., 2021). Bu sonuç STEM etkinliklerinin, öğrencilerin MTS adımlarını işbirlikçi bir atmosferde deneyimlemeleri için bir ortam sağlamanın bir sonucu olarak değerlendirilebilir (Aydın & Karşı-Baydere, 2019; Kurtoğlu & Karşı-Baydere, 2021; Tunkham vd., 2016). Öğretim uygulamaları ile ilgili öğrenci görüşlerinden öğrencilerin olumlu ilişki geliştirme, işbirliği yapma ve yaratıcılığı geliştirme gibi alanlarda katkılarına yönelik ifadelerine rastlanmaktadır. Öğrenciler MTS boyunca işbirliği yaparak sürekli iletişim halinde olmaktadır (NRC, 2012; Mentzer, 2011, s. 7; Karşı-Baydere vd., 2019). Öğrenciler, MTS’nin başından itibaren “problemin belirlenmesi” aşamasında kriter ve sınırlılıkların görüşülmesinde, “en uygun çözüm önerisinin belirlenmesi” aşamasında en uygun çözümü tartışmalarında, “çözümün test edilmesi ve değerlendirilmesi” sürecinde ise elde edilen sonuçların görüşülmesinde ve prototipin geliştirilmesinde sürekli iletişim ve işbirliği halinde olmuşlardır. Öğrenciler, sürecin sonunda tasarımın değerlendirilmesinde ortaya konan ürünün problemi hangi ölçüde karşıladığına, kriter ve sınırlılıkların dikkate alınma ölçüsünde iletişim halinde olmuşlardır (Hynes, vd., 2011; NRC, 2012; Karşı-Baydere vd., 2019). Bu deneyimleme süreci öğrencilere grup halinde işbirliğine dayalı çalışmalar yaparak sorumluluğu paylaşma ve gerçek hayat problemine özgün çözümler bulmaya çalışırken yaratıcılıklarını geliştirme fırsatı da sunmaktadır. Nitekim literatürde STEM destekli öğrenme yaklaşımının öğrencilerin yaratıcılıklarını geliştirmeye katkı sağladığı belirten çalışmalarda vardır (Kırıcı ve Bakırcı, 2021). Bütün bu uygulamalar öğrencilerin görüşlerine olumlu yansımalar yapmış olabilir. Öğrencilerin olumlu görüşlerinden bir diğeri de MTS’nin öğrencilerin el becerilerini geliştirdiğidir. Nitekim literatürde STEM uygulamalarının öğrencilerin el becerilerinde gelişme sağladığına yönelik

araştırma bulgularına rastlanmaktadır (Aydın & Karlı-Baydere, 2019). Öğrencilerin öğretim uygulaması ile ilgili olumlu görüşlerinin yanı sıra süreçte yaşadıkları bazı zorluklardan da bahsettikleri görülmektedir. Öğrencilerin bu çalışma MTS odaklı ilk gerçek yaşam problemine çözüm bulma deneyimi olduğu düşünüldüğünde bu durum şaşırtıcı değildir. Eğitimciler öğrencilerin STEM okuryazarlığını ilerleteceklerse bir takım zorluklarla yüzleşmek ve çözmek zorunda olduklarını savunmaktadır (Bybee, 2010). Çoğunlukla öğrencilerin matematiksel işlemler ve probleme çözüm bulma konusunda zorlandıkları görülmüştür. Matematiksel işlemlerde zorluk yaşamalarının nedeni; matematik dersinde öğrenilen bilginin fen bilimleri dersine entegre edilememesi veya matematik dersindeki kazanımların tam olarak öğrenilememesi olabilir. Elde edilen bu sonuçlar literatürdeki bazı çalışmalarla benzerdir (Cebesoy & Yeniterzi, 2016; Çorlu & Aydın, 2016). Problem durumuna çözüm üretebilmelerinde yaşanan zorluğun nedeni ise öğrencilerin problem durumunu tam olarak belirleyememeleri veya problem durumu ile basit makineleri zihinlerinde eşleştirememeleri olabilir. Bazı öğrencilerin gerçek yaşam problemine çözüm bulma sürecinde yaşadıkları bu zorluklar, etkinlik geliştirecek olanların yaşanan bu zorluklara daha fazla dikkat etmesi gerektiğini göstermektedir. Örneğin öğrencilerin problemi belirleme sürecinden test etme sürecine ve problemin kriter ve sınırlıklarını belirlemeye odaklanma dahil olmak üzere daha fazla ilgi gösterilebilir ve zaman ayrılabilir.

Bu çalışmada MTS odaklı STEM etkinlikleri kullanılarak yapılan öğretim uygulamalarından sonra öğrencilerin “Basit makineler” konusuyla ilgili kavramları anlamalarında anlamlı bir artış olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Buna ek olarak çalışmada MTS odaklı STEM etkinlikleri ile yapılan öğretim uygulamasının öğrencilerin BSB’lerini geliştirmede bir miktar artış sağlasa da bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca bu çalışmadan MTS deneyiminin, öğrencilere basit makinelerin sağladığı avantajlar ve basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlama bağlamında tasarım süreçlerine aktif katılma fırsatları sağladığı söylenebilir. Bu deneyimler sayesinde onlar sadece kendilerine sunulan gerçek yaşam problemlerine çözüm bulmakla kalmayıp, süreçte hem uyumlu çalışma, etkili iletişim, sosyal beceri, yeni fikir geliştirme, sorumluluk, problem çözme, karar verme hem de zorlukların üstesinden gelme gibi birçok yönlerini geliştirmelerine fırsat buldular. Bu fırsatlar, MTS’de öğrencilerin farklı disiplin bilgilerini daha iyi uygulamasına da katkıda bulunmuştur.

## ÖNERİLER

Günlük yaşamımı destekleyen çoğu öğenin birer tasarım ürünü olduğu düşünüldüğünde küçük yaşta öğrencilerin temel fen kavramları hakkında anlayışlarını ve mühendislik yeteneklerini geliştirmek için daha fazla sayıda MTS odaklı STEM araştırmaları yapılmalıdır. Ayrıca geliştirilen ve etkililiği incelenen etkinliklerin öğretmenlerin kolay ulaşılabilir olduğu bir platformda tanıtılmalarının yapılması önerilebilir. Bu çalışmada örneklem sayısının az olması, bu bulguların genelleştirilebilirliğini sınırlamaktadır. Bu nedenle benzer araştırmaların daha fazla sayıda öğrencilerle yapılması ve bu öğrencilerin mevcut öğretim uygulamalarına katılan kontrol grubuyla karşılaştırılması önerilmektedir. Ayrıca bu çalışmada öğrenilen kavramların ne derece kalıcı olduğu araştırılmamıştır. Başka araştırmalarda MTS odaklı STEM etkinliklerinin öğrencilerin kavramları anlamalarındaki kalıcılığı araştırılabilir.

## KAYNAKÇA

- Akdağ, F. T. & Güneş, T. (2021). 7. sınıflarda STEM uygulamaların akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri üzerine etkisi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(2), 24-36
- Aktamış, H. & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 33, 11-23.
- Altunel, M. (2018). STEM eğitimi ve Türkiye: Yönetim ve riskler. *Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı*, 1-7.
- Avcı, D. E., Kara, İ. & Karaca, D. (2012). Fen bilgisi öğretmen adaylarının iş konusundaki kavram yanlışları. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 27-39.
- Ayazgök, B. (2013). *Basit makineler konusunun dayandığı fizik ilkeleri hakkındaki ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı düzeyleri ile biliş ötesi farkındalık düzeylerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Aydın, E., & Karşlı Baydere, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: Karışımların ayrıştırılması Örneği. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education*, 38(1), 35-52.
- Aydın-Günbatır, S. (2018). Elmanın kararmasının engellenmesi: Bir FeTeMM Etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 8(2), 99-110.
- Aydın-Günbatır, S., Tarkin-Celikkıran, A., Kutucu, E. S. & Ekiz-Kıran, B. (2018). The influence of a design-based elective STEM course on pre-service chemistry teachers' content knowledge, STEM conceptions, and engineering views. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 954-972.
- Bagiati, A. & Evangelou, D. (2015). Engineering curriculum in the preschool classroom: the teacher's experience. *European Early Childhood Education Research Journal*, 23(1), 112-128.
- Bakırcı, H. & Kaplan, Y. (2021). Fen bilimleri öğretmenlerinin mühendislik ve tasarım becerileri alanında karşılaştığı sorunlar ve çözüm önerileri. *Journal of Computer and Education Research*, 9(18), 626-654. DOI: 10.18009/jcer.908161.
- Baran, E., Bilici, S. C., Mesutoğlu, C. & Ocak, C. (2016). Moving STEM beyond schools: Students' perceptions about an out-of-school STEM education program. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 9-19.
- Berta, R., Bellotti, F., Van Der Spek, E. & Winkler, T. (2016). A tangible serious game approach to science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education. *Handbook of Digital Games and Entertainment Technologies*, 571-592.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Brunsell, E. (2012). The engineering design process. In Brunsell, E. (Ed.), *Integrating Engineering + Science in Your Classroom* (pp. 3-5). National Science Teacher Association [NSTA].

- Burns, J. C., Okey, J. R. & Wise, K. C. (1985). Bütünleşik bir süreç beceri testinin geliştirilmesi: TIPS II. *Fen öğretiminde araştırma dergisi*, 22(2), 169-177.
- Bybee, B. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30-35.
- Çakır, R., Ozan, C. E., Kaya, E. & Buyruk, B. (2016). The impact of FeTeMM activities on 7th grade students' reflective thinking skills for problem solving levels and their achievements. *Participatory Educational Research (PER)*, 4, 182-189.
- Cebesoy, Ü. B. & Yeniterzi, B. (2016). 7th grade students' mathematical difficulties in force and motion unit. *Turkish Journal of Education*, 5(1), 18-32.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed. Erlbaum.
- Çorlu, M. A. & Aydın, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29.
- Çorlu, M. S., Capraro, R. M. & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: implications for educating our teachers for the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74-85.
- Cotabish, A., Dailey, D., Robinson, A. & Hughes, G. (2013). The effects of a STEM intervention on elementary students' science knowledge and skills. *School Science and Mathematics*, 113(5), 215-226.
- Creswell, J. W. & Plano-Clark, V. L. (2017). *Designing and Conducting Mixed Methods Research*. 3th ed. Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2012). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2014). *A Concise Introduction to Mixed Methods Research*. Sage Publications.
- Dabney, K. P., Tai, R. H., Almarode, J. T., Miller-Friedmann, J. L., Sonnert, G., Sadler, P. M. & Hazari, Z. (2012). Out-of-school time science activities and their association with career interest in STEM. *International Journal of Science Education, Part B*, 2(1), 63-79.
- Dedetürk, A., Kirmizigül, A. S. & Kaya, H. (2021). The Effects of STEM activities on 6th grades students' conceptual development of sound. *Journal of Baltic Science Education*, 20(1), 21-37.
- Dilek, H., Taşdemir, A., Konca, A. S. & Baltacı, S. (2020). Preschool children's science motivation and process skills during inquiry-based stem activities. *Journal of Education in Science Environment and Health*, 6(2), 92-104.
- English, L. D. & King, D. T. (2015). STEM learning through engineering design: fourth-grade students' investigations in aerospace. *International Journal of STEM Education*, 2(1), 1-18.
- Eroğlu, S. & Bektaş, O. (2016). STEM eğitimi almış fen bilimleri öğretmenlerinin STEM temelli ders etkinlikleri hakkındaki görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi*, 4(3), 43-67.
- Fan, S. & Ritz, J. (2014). International views of STEM education. *PATT-28 Research into Technological and Engineering Literacy Core Connections*, 7-14.

- Febrianto, T., Ngabekti, S. & Saptono, S. (2021). The effectiveness of schoology-assisted PBL-STEM to improve critical thinking ability of junior high school students. *Journal of Innovative Science Education*, 10(2), 222-229.
- Gökbayrak, S. & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 8(2), 63-84.
- González-Peña, O. I., Morán-Soto, G., Rodríguez-Masegosa, R. & Rodríguez-Lara, B. M. (2021). Effects of a thermal inversion experiment on STEM students learning and application of damped harmonic motion. *Sustainability*, 13(2), 919.
- Günbatar, S. A. & Tabar, V. (2019). Türkiye’de gerçekleştirilen STEM araştırmalarının içerik analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1054-1083.
- Higde, E. (2022). An interdisciplinary renewable energy education: Investigating the influence of STEM activities on perception, attitude, and behavior. *Journal of Science Learning*, 5(2), 373-385.
- Holbrook, J. & Kolodner, J. L. (2013, April). *Scaffolding the development of an inquiry-based (science) classroom*. In International conference of the learning sciences (pp. 233-239). Psychology Press.
- Hynes, M., Portsmore, M., Dare, E., Milto, E., Rogers, C., Hammer, D. & Carberry, A. (2011). Infusing engineering design into high school STEM courses. 8-13
- Isdianti, M., Nasrudin, H. & Erman, E. (2021). The effectiveness of STEM based inquiry learning packages to improving students’ critical thinking skill. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 9(3), 223-232.
- Kahraman, F. & Karataş, F. Ö. (2012). Bilim tarihi temelli hikâyeler kullanımı ile 7. sınıf “basit makineler” konusunun öğretimi: Bir eylem araştırması. X. *Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, 27-30.
- Karahan, E. & Canbazoğlu Bilici, S. (2015). Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik (FeTeMM) eğitimi. *Uygulamalı etkinlerle fen eğitiminde yeni yaklaşımlar*, 77-97.
- Karlı, F. (2011). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde ve kavramsal değişim sağlamasında zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin etkisi*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Karlı Baydere, F. & Bodur, A. M. (2022). 9th Grade students' learning of designing an incubator through instruction based on engineering design tasks. *Journal of Science Learning*, 5(3), 500-508.
- Karlı Baydere, F., Şahin Çakır, Ç., Hacıoğlu, Y., & Kocaman, K. (2021). Lisansüstü öğrencilerinin stem eğitimi ile ilgili görüşleri: İki üniversite örneği. *Trakya Eğitim Dergisi*. 11(2), 568-587.
- Karlı-Baydere, F. (2020). Fen bilimleri eğitimi anabilim dalı’nda lisansüstü eğitim yapan öğrencilerin aldıkları STEM eğitim yaklaşımı dersi sürecine ilişkin görüşleri. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*, 6(39), 2649-2662.

- Karslı-Baydere, F., Ayas, A. & Çalik, M. (2020). Effects of a 5Es learning model on the conceptual understanding and science process skills of pre-service science teachers: The case of gases and gas laws. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 85(4), 559-573.
- Karslı-Baydere, F., Hacıoğlu, Y. & Kocaman, K. (2019). An example of the science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education activity: Anticoagulant drugs. *Kastamonu Education Journal*, 27(5), 1935.
- Kier, M. W., Blanchard, M. R., Osborne, J. W. & Albert, J. L. (2014). The development of the STEM career interest survey (STEM-CIS). *Research in Science Education*, 44(3), 461-481.
- Kırıcı, M. G. & Bakırcı, H. (2021). The effect of STEM supported research-inquiry-based learning approach on the scientific creativity of 7<sup>th</sup> grade students. *Journal of Pedagogical Research*, 5(2), 19-35. <http://dx.doi.org/10.33902/JPR.2021067921>
- Klahr, D. & Li, J. (2005). Cognitive research and elementary science instruction: From the laboratory, to the classroom, and back. *Journal of Science Education and Technology*, 14(2), 217-238. doi: 10.1007/s10956-005- 4423-5
- Koehler, C., Faraclas, E., Sanchez, S., Latif, S. K. & Kazerounian, K. (2005). Engineering frameworks for a high school setting: guidelines for technical literacy for high school students. *age*, 10, 1.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40.
- Köngül, Ö. & Yıldırım, M. (2021). Effects of STEM applications on the scientific process skills and performance of secondary school students. *Journal of Human Sciences*, 18(2), 159-184.
- Küçük, S. & Şişman, B. (2017). Birebir robotik öğretiminde öğrencilerin deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1), 312-325.
- Kurtoğlu, S. & Karslı-Baydere, (2021). Diş çürüklerini önleyici” isimli STEM etkinliği hakkında fen bilgisi öğretmen adaylarının görüşleri. *Cumhuriyet International Journal of Education*. 10(2), 481-509.
- Kutlu, E., Bakırcı, H. & Kara, Y. (2022). STEM education effect on inquiry perception and engineering knowledge. *Participatory Educational Research*, 9(3), 248-263. <https://doi.org/10.17275/per.22.64.9.3>
- Kuvac, M. & Koc, I. (2022). Enhancing preservice science teachers’ perceptions of engineer and engineering through STEM education: a focus on drawings as evidence. *Research in Science & Technological Education*, 1-21.
- León, J., Núñez, J. L. & Liew, J. (2015). Self-determination and STEM education: Effects of autonomy, motivation, and self-regulated learning on high school math achievement. *Learning and Individual Differences*, 43, 156-163.
- Lestari, T. P., Sarwi, S. & Sumarti, S. S. (2018). STEM-based Project Based Learning model to increase science process and creative thinking skills of 5th grade. *Journal of primary education*, 7(1), 18-24.

- Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T. & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-15.
- Maltaca, A.V. & Tai, R.H. (2011). Ardışık düzen kalıcılığı: ABD'li öğrenciler arasında FeTeMM alanında kazanılan derecelerele eğitim deneyimleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Fen eğitimi*, 95(5), 877-907.
- Marsden, E. & Torgerson, C. J. (2012). Single Group, Pre-and Post-Test Research Designs: Some Methodological Concerns. *Oxford Review of Education*, 38(5), 583–616.
- Marulcu, I. & Barnett, M. (2013). Fifth graders' learning about simple machines through engineering design-based instruction using LEGO™ materials. *Research in Science Education*, 43(5), 1825-1850.
- Means, B., Wang, H., Young, V., Peters, V. L. & Lynch, S. J. (2016). STEM-focused high schools as a strategy for enhancing readiness for postsecondary STEM programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(5), 709-736.
- MEB. (2016). *STEM eğitim raporu*. Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü.
- MEB. (2018a). *Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı -İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar*. Millî Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2018b). *Matematik Dersi Öğretim Programı -İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar*. Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2018c). *Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretim Programı -Ortaokul 7 ve 8. Sınıflar*. Milli Eğitim Bakanlığı.
- Mentzer, N. (2011). High school engineering and technology education integration through design challenges. *Journal of STEM Teacher Education*, 48(2), 7.
- Moomaw, S. (2013). *Teaching STEM in the early years: Activities for integrating science, technology, engineering, and mathematics*. Redleaf Press.
- Morrison, A. (2006). A contextualisation of entrepreneurship. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 12(4), 192-209.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. (Eds). National Academies Press.
- National Research Council [NRC]. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academic Press.
- National Research Council. (2011). *Successful K-12 STEM Education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. The National Academies Press.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and teacher education*, 21(5), 509-523.

- Özbilen, A. G. (2018). Stem eğitime yönelik öğretmen görüşleri ve farkındalıkları. *Scientific educational studies*, 2(1), 1-21.
- Ozkan, G. & Umdü Topsakal, U. (2021). Investigating the effectiveness of STEAM education on students' conceptual understanding of force and energy topics. *Research in Science & Technological Education*, 39(4), 441-460.
- Özkul, H. & Özden, M. (2020). Investigation of the effects of engineering-oriented stem integration activities on scientific process skills and STEM career interests: A mixed methods study. *Eğitim ve Bilim*, 45(204), 1-23.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri*. Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- 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.
- Şahin Çakır, Ç. & Karlı Baydere, F. (2022). Bilimsel süreç becerilerine dayalı laboratuvar uygulamalarının öğretmen adaylarının kavramsal anlamalarına etkisi: Kaldırma kuvveti örneği. *Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi*, 9(1), 172-195. DOI: 10.21666/muefd.947304
- Schnittka, C. & Bell, R. (2011). Engineering design and conceptual change in science: Addressing thermal energy and heat transfer in eighth grade. *International Journal of Science Education*, 33(13), 1861-1887.
- Shahali, E. H. M., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. & Zulkifeli, M. A. (2016). STEM learning through engineering design: Impact on middle secondary students' interest towards STEM. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(5), 1189-1211.
- Siew, N. M., Amir, N. & Chong, C. L. (2015). The perceptions of pre-service and in-service teachers regarding a project-based STEM approach to teaching science. *Springer Plus*, 4(1), 1-20.
- Silk, E. M., & Schunn, C. (2008, January). *Core concepts in engineering as a basis for understanding and improving K-12 engineering education in the United States*. In National academy of engineering/National research council workshop on K-12 engineering education, Washington, DC.
- Stohlmann, M., Moore, T. J. & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for teaching integrated STEM education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 2(1), 4.
- Strong, M. G. (2013). *Developing elementary math and science process skills through engineering design instruction*. Hofstra University.
- Sukarno, Permanasari, A., Hamidah, I. & Widodo, A. (2013). The analysis of science teacher barriers in implementing of science process skills (SPS) teaching approach at junior high school and it's solutions. *Journal Education and Practice*, 4(27), 185-190.



- Sulaeman, N. F., Putra, P. D. A., Mineta, I., Hakamada, H., Takahashi, M., Ide, Y. & Kumano, Y. (2021). Exploring student engagement in STEM education through the engineering design process. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA*, 7(1), 1-16.
- Telli, A., Yıldırım, H. İ., Şensoy, Ö. & Yalçın, N. (2004). İlköğretim 7. sınıflarda basit makinalar konusunun öğretiminde laboratuvar yönteminin öğrenci başarısına etkisinin araştırılması. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 291-305.
- Thyer, B. A. (2012). *Quasi-experimental research designs*. New York: Oxford University Press.
- Tunkham, P., Donpudsa, S. & Dornbundit, P. (2016). Development of STEM activities in chemistry on “protein” to enhance 21 st century learning skills for senior high school students. *Silpakorn University Journal of Social Sciences, Humanities, and Arts*, 16(3), 217-234.
- Uğraş, M. (2017). Okul Öncesi Öğretmenlerinin STEM Uygulamalarına Yönelik Görüşleri, *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 1(1), 38-54
- Uğur, S., Duygu, E., Şen, Ö. F. & Kırındı, T. (2020). The Effects of STEM education on scientific process skills and STEM awareness in simulation based inquiry learning environment. *Journal of Turkish Science Education*, 17(3), 387-405.
- URL-1, <http://scientix.eu/>
- Uysal, E. & Cebesoy, Ü. B. (2020). Tasarım temelli FeTeMM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine, tutumlarına ve bilgilerine etkisinin incelenmesi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 7(1), 60-81.
- Wan Husin, W. N. F., Mohamad Arsad, N., Othman, O., Halim, L., Rasul, M. S., Osman, K. & Iksan, Z. (2016). Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) in integrated STEM education program. In *Asia-Pacific Forum on Science Learning & Teaching*, 17(1), Article 3.
- Wilke, R. R. & Straits, W. J. (2005). Practical advice for teaching inquiry-based science process skills in the biological sciences. *The American Biology Teacher*, 67(9), 534-540.
- Winarno, N., Rusdiana, D., Samsudin, A., Susilowati, E., Ahmad, N. J. & Afifah, R. M. A. (2020). The steps of the engineering design process (EDP) in science education: a systematic literature review. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 1345-1360. <http://dx.doi.org/10.17478/jegys.766201>
- Yamak, H., Bulut, N. & Dündar, S. (2014). The impact of STEM activities on 5<sup>th</sup> grade students' scientific process skills and their attitudes towards science. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.
- Yıldırım A. & Şimsek H., (2013). *Qualitative research methods in social sciences*, 9th ed. Seckin Publishing.
- Yıldırım, B. (2016). STEM Eğitimi Araştırmalarının Bir Analizi ve Meta-Sentezi. *Eğitim ve Uygulama Dergisi*, 7(34), 23-33.
- Yıldırım, B. & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuvar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezeri Journal of Science and Engineering*, 2(2), 28-44.

Yılmaz, H., Koyunkaya, M. Y., Güler, F. & Güzey, S. (2017). Turkish adaptation of The attitudes toward science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education scale. *Kastamonu Education Journal*, 25(5), 1787-1800.

Zorlu, F. & Zorlu, Y. (2017). Comparison of science process skills with STEM career interests of middle school students. *Universal Journal of Educational Research*, 5(12), 2117-2124.