

MESLEKİ VE TEKNİK LİSELERDE SANAYİ 4.0 İÇİN STEM EĞİTİMİ

PROJE ve BULGULAR



STEM Eğitimi
Uygulama ve Araştırma Merkezi



MESLEKİ VE TEKNİK LİSELERDE SANAYİ 4.0 İÇİN STEM EĞİTİMİ

PROJE ve BULGULAR

Doç. Dr. Devrim Akgündüz
Dr. Öğr. Üyesi Canan Mesutoğlu

Nisan 2020

Yayın No: TUSIAD-T/2020-04/619

Meşrutiyet Cd. No 46, 34420, Tepebaşı/İstanbul

www.tusiad.org

© 2020, TÜSİAD

Tüm hakları saklıdır. Bu eserin tamamı ya da bir bölümü, 4110 sayılı Yasa ile değişik 5846 sayılı FSEK uyarınca, kullanılmadan önce hak sahibinden 52. Maddeye uygun yazılı izin alınmadıkça, hiçbir şekil ve yöntemle işlenmek, çoğaltılmak, çoğaltılmış nüshaları yayılmak, satılmak, kiralanmak, ödünç verilmek, temsil edilmek, sunulmak, telli/telsiz ya da başka teknik, sayısal ve/veya elektronik yöntemlerle kullanılmamaz.

ISBN: 978-605-165-046-3

Önsöz

TÜSİAD, Türkiye'nin önde gelen girişimcileri ve iş dünyası yöneticileri tarafından 1971 yılında, Anayasamızın ve Dernekler Kanunu'nun ilgili hükümlerine uygun olarak kurulmuş, kamu yararına çalışan bir dernek olup gönüllü bir sivil toplum örgütüdür.

TÜSİAD, insan hakları evrensel ilkelerinin, düşünce, inanç ve girişim özgürlüklerinin, laik hukuk devletinin, katılımcı demokrasi anlayışının liberal ekonominin, rekabetçi piyasa ekonomisinin kurum ve kurallarının ve sürdürülebilir çevre dengesinin benimsendiği bir toplumsal düzenin oluşmasına ve gelişmesine katkı sağlamayı amaçlar.

TÜSİAD, Atatürk'ün öngördüğü hedef ve ilkeler doğrultusunda, Türkiye'nin çağdaş uygarlık düzeyini yakalama ve aşma anlayışı içinde, kadın-erkek eşitliğini, siyaset, ekonomi ve eğitim açısından gözetilen iş insanlarının toplumun öncü ve girişimci bir grubu olduğu inancıyla, yukarıda sunulan ana gayenin gerçekleştirilmesini sağlamak amacıyla çalışmalar gerçekleştirir.

TÜSİAD, kamu yararına çalışan Türk iş dünyasının temsil örgütü olarak, girişimcilerin evrensel iş ahlakı ilkelerine uygun faaliyet göstermesi yönünde çaba sarfeder; küreselleşme sürecinde Türk rekabet gücünün ve toplumsal refahın, istihdamın, verimliliğin, yenilikçilik kapasitesinin ve eğitimin kapsam ve kalitesinin sürekli artırılması yoluyla yükseltilmesini esas alır.

TÜSİAD, toplumsal barış ve uzlaşmanın sürdürüldüğü bir ortamda, ülkemizin ekonomik ve sosyal kalkınmasında bölgesel ve sektörel potansiyelleri en iyi şekilde değerlendirerek ulusal ekonomik politikaların oluşturulmasına katkıda bulunur. Türkiye'nin küresel rekabet düzeyinde tanıtımına katkıda bulunur, Avrupa Birliği (AB) üyeliği sürecini desteklemek üzere uluslararası siyasal, ekonomik, sosyal ve kültürel ilişki, iletişim, temsil ve iş birliği ağlarının geliştirilmesi için çalışmalar yapar. Uluslararası entegrasyonu ve etkileşimi, bölgesel ve yerel gelişmeyi hızlandırmak için araştırma yapar, görüş oluşturur, projeler geliştirir ve bu kapsamda etkinlikler düzenler.

TÜSİAD, Türk iş dünyası adına, bu çerçevede oluşan görüş ve önerilerini Türkiye Büyük Millet Meclisi (TBMM)'ne, hükümete, diğer devletlere, uluslararası kuruluşlara ve kamuoyuna doğrudan ya da dolaylı olarak basın ve diğer araçlar aracılığı ile ileterek, yukarıdaki amaçlar doğrultusunda düşünce ve hareket birliği oluşturmayı hedefler. TÜSİAD, misyonu doğrultusunda ve faaliyetleri çerçevesinde, ülke gündeminde bulunan konularla ilgili görüşlerini bilimsel çalışmalarla destekleyerek kamuoyuna duyurur ve bu görüşlerden hareketle kamuoyunda tartışma platformlarının oluşmasını sağlar.

Bu rapor “TÜSİAD Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi 4.0 için STEM Eğitimi Projesi” kapsamında İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Direktörü Doç. Dr. Devrim Akgündüz ve İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi Direktörü Dr. Öğr. Üyesi Canan Mesutoğlu tarafından hazırlanmıştır. Raporun editörlüğü Doç. Dr. Devrim Akgündüz tarafından yapılmıştır.

TÜSİAD tarafından Milli Eğitim Bakanlığı ile imzalanan protokol çerçevesinde gerçekleştirilen proje için Milli Eğitim Bakanlığı'na, proje yürütücüsü İstanbul Aydın Üniversitesi'ne ve proje ana destekçisi Dow'a teşekkür ederiz.

Nisan 2020

Özgeçmişler

Doç. Dr. Devrim Akgündüz

Lisans ve yüksek lisans öğrenimini Gazi Üniversitesi, doktora öğrenimini Marmara Üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği alanında tamamladı. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) ve üniversitelerin çeşitli kademelerinde öğretmen, proje koordinatörü, danışman, uzman, öğretim görevlisi ve öğretim üyesi olarak görev yaptı. STEM eğitimi, proje hazırlama teknikleri ve yönetimi, harmanlanmış öğrenme ve sosyal medya, eğitim teknolojileri, teknoloji entegrasyonu, uluslararası değerlendirme sınavları ve eğitimde inovasyon ile ilgili on binlerce öğretmen, yönetici ve öğrenciye konferans, seminer ve hizmet içi eğitim verdi. Amerikan Dışişleri Bakanlığının daveti ile IVLP (2009) ve yürütücüsü olduğu STEM projesi (2014) kapsamında ABD’de 10 eyalet ve 32 şehirde 50 toplantıya katıldı. ABD’de Bilim Merkezleri, Müzeler, Düşünce Kuruluşları, Bakanlıklar, Üniversiteler, Eğitim Kuruluşları, Okullar, Kütüphaneler, Yerel Yönetimler ve Enstitülerde temaslarda bulundu. 2006’da Türkiye’nin ilk proje sitesi olan Proje Okulunu (projeokulu.com), STEM eğitimi ile ilgili Türkiye’deki ilk organizasyon olan STEM Okulunu (stemokulu.com), World STEM Organizasyonunu (worldstem.org) ve Türkiye’nin ilk STEM laboratuvarını kurdu. Türkiye’nin STEM eğitimi ile ilgili ilk raporları olan STEM Eğitimi Türkiye Raporu ve Türkiye STEM Eğitimi Üzerine Kapsamlı Bir Değerlendirme Raporunun editörlüğünü ve yazarlığını yaptı. TÜBİTAK, UNESCO, TÜSİAD, Avrupa Birliği ve ABD Dışişleri Bakanlığı fonlu STEM projelerinin yürütücülüğünü yapmaktadır. Dr. Akgündüz halen İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Sınıf Eğitimi Bölümü öğretim üyeliği, STEM Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Direktörlüğü görevine devam etmektedir. Ayrıca; STEM Laboratuvarı, STEM Okulu ve STEM Öğretmeni yetiştirmeyi amaçlayan STEM Öğretmeni Sertifika Programını (www.stemokulu.com), World STEM Education Conference (worldstemed.org) ve World STEM Festival (worldstemfest.org) adlı organizasyonları yönetmektedir.

Web Sitesi: www.devrimakgunduz.com

Dr. Öğr. Üyesi Canan Mesutoğlu

Lisans eğitimini Boğaziçi Üniversitesi Fen Bilgisi Öğretmenliği Bölümü’nde tamamladı. Mezuniyetinin ardından iki yıl süresince Eyüboğlu Eğitim Kurumları’nda fen bilgisi öğretmeni olarak görev aldı. Orta Doğu Teknik Ü. (ODTÜ) Rehberlik ve Psikolojik Danışmanlık Bölümü’nde yüksek lisansını, ODTÜ Eğitim Programları ve Öğretimi Bölümü’nde doktora çalışmalarını tamamladı. Fulbright Doktora Tez Araştırma Bursu ile bir akademik yıl University of California, Berkeley’de bulunarak, doktora tez konusuna yönelik dersler aldı. Lawrence Hall of Science, Berkeley ve Bay Area Scientists in Schools kapsamında gönüllü STEM çalışmaları yürüttü. Yüksek lisans ve doktora eğitimi boyunca ODTÜ Eğitim Bilimleri Bölümünde araştırma görevlisi olarak çalıştı ve ODTÜ STEM Eğitimi Merkezi bünyesindeki STEM eğitimi odaklı projelerde rol aldı. Doktora eğitiminin ardından BAUSTEM Merkezinde erkenSTEM program sorumlusu olarak görev aldı ve Boğaziçi Üniversitesi’nde yarı zamanlı öğretim görevlisi olarak dersler verdi. Halen İstanbul Aydın Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğretim üyesi olarak çalışmakta ve Eğitim Bilimleri ve Teknolojileri Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğünü yürütmektedir. Araştırma alanları arasında STEM eğitimi, mühendislik tasarım uygulamaları, öğrenme ilerlemeleri bulunmaktadır.

SUNUŞ

Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri (MTAL), sanayinin asıl işgücünü oluşturan okullar olarak özel bir önemi hak etmektedir. Bu okullarda öğrenim gören öğrenciler mesleki ve teknik eğitim almakta ancak bu eğitimin alt yapısını oluşturan fizik, kimya, biyoloji ve matematik gibi temel bilim derslerinden yeterince faydalanamamakta hatta bu derslerin gerekliliği konusunda sorgulamalar olabilmektedir. Diğer taraftan bu dersleri veren öğretmenlerle teknik branş öğretmenlerinin iş birliği yapması konusunda da bir gelişim alanı bulunmaktadır. Öğrencilerin fen bilimleri ve matematik bilgilerini teknik alanlarda kullanabilmeleri ancak iş birliği ile mümkün olabilir. Örneğin fizik dersinde öğrenilen bir bilgi, matematik dersinde öğrenilen bilgi ile birlikte kullanılmalı, bilgiler de teknik alan için gerekli alt yapıyı oluşturmalıdır. Böylesine bir iş birliği fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin İngilizce kısaltması olan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimi ile gerçekleştirilebilir.

Mesleki ve teknik liselerde diğer bir sorun da dördüncü sanayi devrimi ya da Sanayi 4.0 olarak adlandırılan döneme yönelik yeterli hazırlıkların yapılması ihtiyacıdır. Sanayi 4.0 ile birlikte doğrudan kas gücü yerine farklı beceriler gerektirecek mesleklerin ortaya çıkacağı düşünüldüğünde, mesleki ve teknik liselerde bir modernizasyonun yapılması, öğretim programlarının Sanayi 4.0'a yönelik olarak revize edilmesi, öğretmenlerin ve öğrencilerin farkındalıklarının artırılması çok önemlidir.

Bu çerçevede, TÜSİAD ile Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yapılan protokol kapsamında, Dow desteğinde ve İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Eğitimi Uygulama ve Araştırma Merkezi Direktörü Doç. Dr. Devrim Akgündüz'ün yürütücülüğünde "Mesleki Teknik Liselerde Sanayi 4.0 için STEM Eğitimi" projesi geliştirilmiştir. Proje, İstanbul ve Kocaeli'ndeki dört MTAL'de başarıyla uygulanmıştır.

Proje, öğretmen yetkinliklerinin STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenleriyle artırılmasına yönelik olarak geliştirilmiştir. Her okuldan fen bilimleri ve matematik alanında beş, teknik alanlarda beş öğretmen olmak üzere toplam dört okuldan 39 öğretmenin seçilerek katıldığı projede; öğretmenlere 60 saat yüz yüze, 45 saat çevrimiçi, 45 saat uygulama olmak üzere İstanbul Aydın Üniversitesinde STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenlerini kapsayan 150 saatlik uygulamalı bir eğitim verilmiştir. Öğretmenlerin gelişimlerini incelemek üzere proje öncesinde, eğitim sonrasında ve proje sonrasında olmak üzere üç kez veri toplama araçları uygulanmış ve veriler toplanmıştır.

Eğitimlerini alan öğretmenler, okullarındaki diğer öğretmenlere seminerler düzenlemiş, fen bilimleri ve matematik alanlarında STEM ders planları hazırlamış ve öğretmenler arası iş birliği en üst düzeye çıkarılmıştır. Proje kapsamında fen bilimleri ve matematik dersinde başlayan

süreç, teknik branşların atölyelerinde tamamlanmıştır. Böylece öğrenciler yıl boyunca her dersten STEM eğitimi süreçleri ile ikişer adet ürün oluşturmuşlardır. Ürünler ise okullarda ve proje sonunda Rahmi Koç Müzesi'nde yapılan Proje Fuarında sergilenmiştir.

Proje kapsamında yapılan tüm çalışmalar ve bulgular bu rapor kitapta ortaya konmuştur. Rapor, sırasıyla dört bölüm, kaynakça ve yedi ekten oluşmaktadır. Raporun birinci bölümünde; 21. yüzyıl becerileri, Sanayi 4.0 ve bileşenleri, STEM kavramı ve STEM eğitimi, mesleki teknik liselerin yapısı ve STEM eğitimi ile ilişkisi konuları üzerinde durulmuştur. Raporun ikinci bölümünde, proje kapsamında yapılan araştırmaya ait yöntem bilgisine, çalışma grubuna, veri toplama araçlarına, uygulama sürecine ve veri analizine yer verilmiştir. Raporun üçüncü bölümünde, veri toplama araçları ile elde edilen verilerin analizi nicel ve nitel bulgular olarak ortaya konmuştur. Bu bölümde öğretmen görüşlerinden örnekler de yer verilmiştir. Raporun dördüncü bölümünde ise öncelikle projenin çıktı performansı sunulmuş, elde edilen bulguların sonuçlarına yer verilmiş, hem verilerden hem de yapılan toplantılarda elde edilen gözlem bilgilerinden yola çıkarak öneriler getirilmiştir.

Öğretmenlerden elde edilen verilere göre proje öncesine kıyasla STEM eğitimi yetkinliğinin oldukça iyi seviyelere yükseldiği, robotik ve programlama ile öğretmenlerin robotik yetkinliğinin arttığı, diğer Sanayi 4.0 bileşenleri ile öğretmenlerin yetkinliklerinin ve farkındalıklarının geliştiği gözlenmiştir. Projenin okul ortamına, öğretmenlerin profesyonel mesleki gelişimlerine ve öğrencilerin akademik gelişimine olumlu katkılar sunduğu görülmüştür. Okulda birbirinden bağımsız bir şekilde çalışan fizik, kimya, biyoloji, matematik ve teknik branş öğretmenlerinin birbirleriyle etkili bir iş birliği yaptıkları, STEM eğitiminin temel bilim ve mühendislik kısımlarında kendilerine düşen görevi yerine getirdikleri tespit edilmiştir. Bundan dolayı projenin mesleki teknik eğitimin STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenleriyle güçlendirilmesi amacına ulaşıldığı düşünülmektedir. Pilot olarak uygulanan projenin genişletilerek tüm mesleki ve teknik liselere yaygınlaştırılması dileğimizdir.

Doç. Dr. Devrim Akgündüz
Proje Yürütücüsü

INTRODUCTION

Technical and vocational education has the great potential to contribute to the quality of the labor force. However, students need to be sufficiently exposed to the major area courses: physics, chemistry, biology, and mathematics courses that are the basis of technical and vocational education. According to a few education professionals, these courses are even considered insignificant and irrelevant for technical and vocational education. On the other hand, teachers of technical fields and teachers of major area courses need to collaborate. Such collaboration has the power to lead to an improvement in students' capacity to apply their theoretical knowledge. Students should be given opportunities to use their knowledge of the core area courses from an integrative viewpoint. Embracing an approach for the integration of disciplines can be initiated with STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) education.

Another important issue for technical and vocational high schools is getting prepared for the 4th industrial revolution or new Industry 4.0 era. Industry 4.0 jobs requires individuals to be equipped with unique cognitive and social skills as opposed to muscle strength. To keep pace with the Industry 4.0 era, educational goals should include restructuring technical and vocational education, revising education programs in line with industry 4.0 components and raising the awareness of teachers and students based on the requirements of the new era. In this context, upon the protocol signed between TÜSİAD and the Ministry of Education, with the support of Dow, "STEM Education for Industry 4.0: Technical and Vocational High Schools" project was implemented by Dr. Devrim Akgündüz, the head of İstanbul Aydın University STEM Education and Research Center.

The project was put into practice in four technical and vocational high schools located in İstanbul and Kocaeli districts. The primary objective of the project was to improve teachers' competencies with regards to STEM education and Industry 4.0 components. The participants included 39 teachers in total. The teachers were selected from the four project schools according to their field of teaching; half of the participants were science and mathematics teachers and the other half were technical teachers. The project included 150 hours of specialized training composed of 60 hours of face-to-face workshops, 45 hours of online training and 45 hours of practicum. The face-to-face component was executed at İstanbul Aydın University. This project is part of a scientific research project that aimed to examine project teachers' improvement in STEM capabilities and related STEM teaching skills. Data were collected in three phases from the teachers and the students; before, during and after the project.

Following the face-to-face and online training components, project teachers organized seminars to other teachers in their schools with the goal of creating a shared STEM culture in the school. In all project schools, teachers collaborated with the goals of creating and implementing STEM lesson plans. As teachers implemented the lesson plans with their students, each student worked in groups on four different design products throughout the project. Teachers and the students presented selected project artifacts (e.g. research reports, prototypes) and final design products during the project fair at Rahmi Koç Museum, Istanbul.

This report includes all components of the project summarized above together with preliminary findings of the scientific research. The first part of this report introduces 21st century skills, Industry 4.0 components, STEM education, and the connection between STEM education and technical vocational education. The second part details the scientific research conducted including the research design, participants, data collection and data analysis procedures. The third part of the report puts forward the results of the preliminary analysis of quantitative and qualitative data. The fourth and the final part of the report presents the conclusion and recommendations sections depending on empirical findings and researchers' observations and field notes.

This report illustrated that teachers that participated in this project improved their competencies in STEM education, robotics and programming, and their awareness on industry 4.0 components. The project is found to have contributed to teachers' professional development and to students' academic achievement. It is notable that interaction and collaboration between teachers advanced towards positive; teachers of multiple teaching fields created a professional learning community. Teachers were given the opportunity to learn from each other as they engaged with the concepts and practices of all STEM disciplines. Project outcomes point to the value of STEM education practices for technical vocational education. We hope that this pilot project and STEM education practices extend to empower all technical and vocational high schools in Turkey.

Dr. Devrim Akgündüz
Project Coordinator

İÇİNDEKİLER

1. Giriş	15
1.1. 21. Yüzyıl Becerileri.....	15
1.2. Sanayi 4.0.....	17
1.3. STEM Alanları ve STEM Eğitimi.....	20
1.4. Mesleki Teknik Liselerde STEM Eğitimi ve Sanayi 4.0.....	25
2. Mesleki ve Teknik Eğitimde Sanayi 4.0 için STEM Eğitimi Projesi ve Araştırma Yöntemi	355
2.1. Mesleki ve Teknik Eğitimde Sanayi 4.0 İçin STEM Eğitimi Projesi	355
2.1.1. Amaç, Hedefler ve Çıktılar	355
2.2. Yöntem.....	366
2.2.1. Araştırma Modeli.....	366
2.2.2. Çalışma Grubu	366
2.2.3. Uygulama.....	39
2.2.4. Veri Toplama ve Değerlendirme Araçları	466
2.2.5. Veri Analizi.....	49
3. Bulgular	53
3.1. Nicel Verilerin Analizi.....	53
3.2. Nitel Verilerin Analizi	63
4. Sonuç ve Öneriler	833
4.1. Performans	833
4.2. Sonuçlar.....	844
4.3. Öneriler	866
Kaynakça	90
Ekler	966
Ek-1 Yüz Yüze Eğitim Çalışmaları.....	977
Ek-2 Çevrim İçi Eğitim Çalışmaları.....	10707
Ek-3 Okul İzleme Çalışmaları.....	11414
Ek-4 Proje Fuarı	1211
Ek-5 Proje Okullarının Yaptıkları Çalışmalar	1299
Ek-6 Videolar.....	1422

Bölüm 1

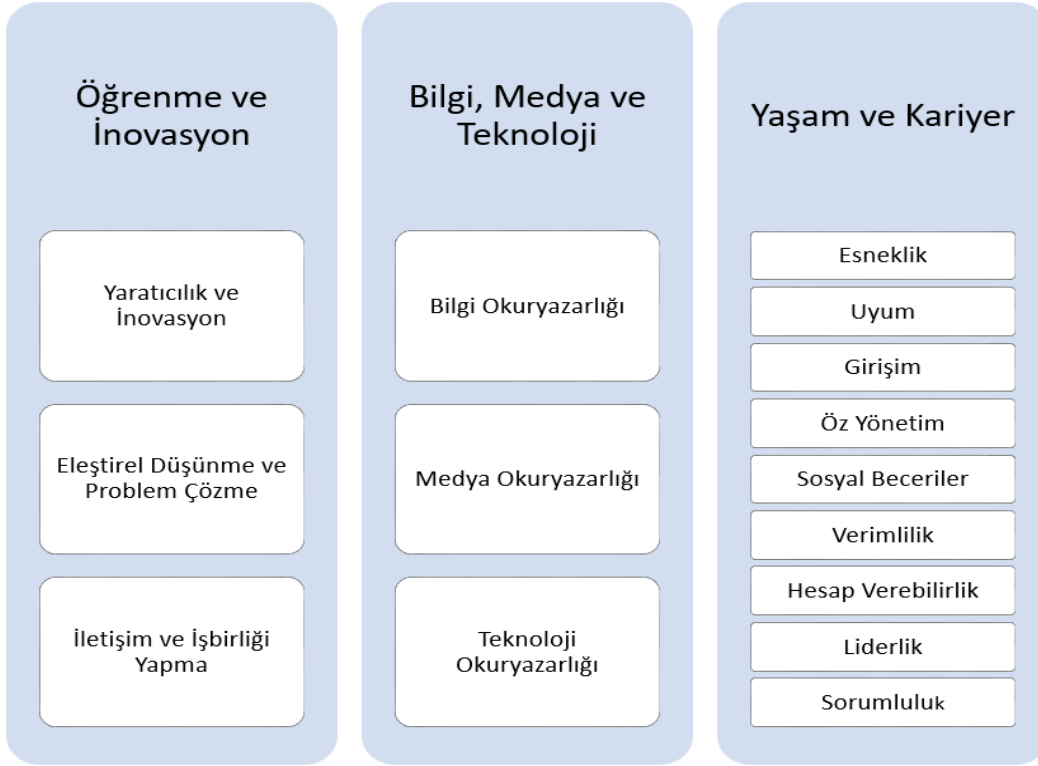
GİRİŞ

1. Giriş

Tüm dünyada eğitim alanındaki ilerlemeler sanayiye geliştirmekte, sanayideki gelişmeler de eğitimi değişime zorlamaktadır. Birbiri ile sıkı bir ilişki içerisinde olan sanayi, teknoloji ve eğitim küresel ölçekte üzerinde durulan en önemli konular arasında yer almaktadırlar. Bu noktadan hareketle, tüm bireylerin 21. yüzyıl becerileri olarak da tanımlanan, çağımızın gerektirdiği becerilere sahip olması beklenmekte ve eğitim uygulamalarının bu becerilerin edinimi üzerine tasarlanması önem taşımaktadır. Eğitim programları tasarlanırken de bu becerilerin kazandırılabilmesi yaklaşımının merkezde yer alması önemlidir. Bu yaklaşımların en önemlilerinden birisi fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin birbirine entegre edildiği STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) eğitimidir. STEM eğitiminin okul öncesinden üniversiteye kadar tüm seviyelerde uygulanması, söz edilen becerilerin kazandırılmasını kolaylaştıracak ve Sanayi 4.0 olarak adlandırılan dönemde gerekli nitelikli işgücünün oluşmasını sağlayacaktır. Özellikle uzun yıllar boyunca hak ettiği değeri bulamayan mesleki ve teknik eğitimde STEM felsefesinin ve Sanayi 4.0 bileşenlerinin yerleşmesi yeni döneme en iyi şekilde hazırlanmanın önünü açacaktır. Bu kapsamda yukarıda bahsedilen kavramlar ayrı ayrı ele alınmıştır.

1.1. 21. Yüzyıl Becerileri

İçinde bulunduğumuz 21. Yüzyılda sanayi 4.0 olarak isimlendirilen dönemde bireylerin sahip olması gereken becerilerin niteliği önceki sanayi dönemleri ile karşılaştırıldığında değişiklik göstermektedir. Partnership for 21st Learning (P21CS, 2019) bu becerileri üç kategoride belirtmektedir (Şekil 1): Öğrenme ve İnovasyon; Bilgi, Medya ve Teknoloji; Yaşam ve Kariyer. Özellikle eğitim açısından ele alındığında; eleştirel düşünme, yaratıcılık, karmaşık problem çözme, inovasyon, iletişim kurma ve iş birliği yapma gibi beceriler bütün öğrencilerin sahip olması gereken beceriler olarak düşünülmektedir. Bu becerilere ek olarak, bireylerin bilgiye nasıl ulaşacağını, bilgiyi nasıl elde edeceğini, bilgiyi nasıl kullanacağını kapsayan bilgi okuryazarlığı; teknolojinin verimli ve etkin bir şekilde kullanabilmesi için teknoloji okuryazarlığı; medyanın takip edebilmesi, özellikle sosyal medyanın etkin bir şekilde kullanabilmesi için medya okuryazarlığı gibi beceriler de oldukça önemlidir.



Şekil 1. 21. Yüzyıl becerileri

Şekil 1’de Yaşam ve Kariyer altında gösterilen beceriler de sanayinin ihtiyaç duyduğu çalışan profilinde olması gereken becerilerdir. Dünya Ekonomik Forumu da (World Economic Forum, 2016), aralarında Şekil 1’de belirtilen becerilerin de bulunduğu becerilerin 2020 yılına göre önem sıralamasını yapmıştır (Şekil 2).

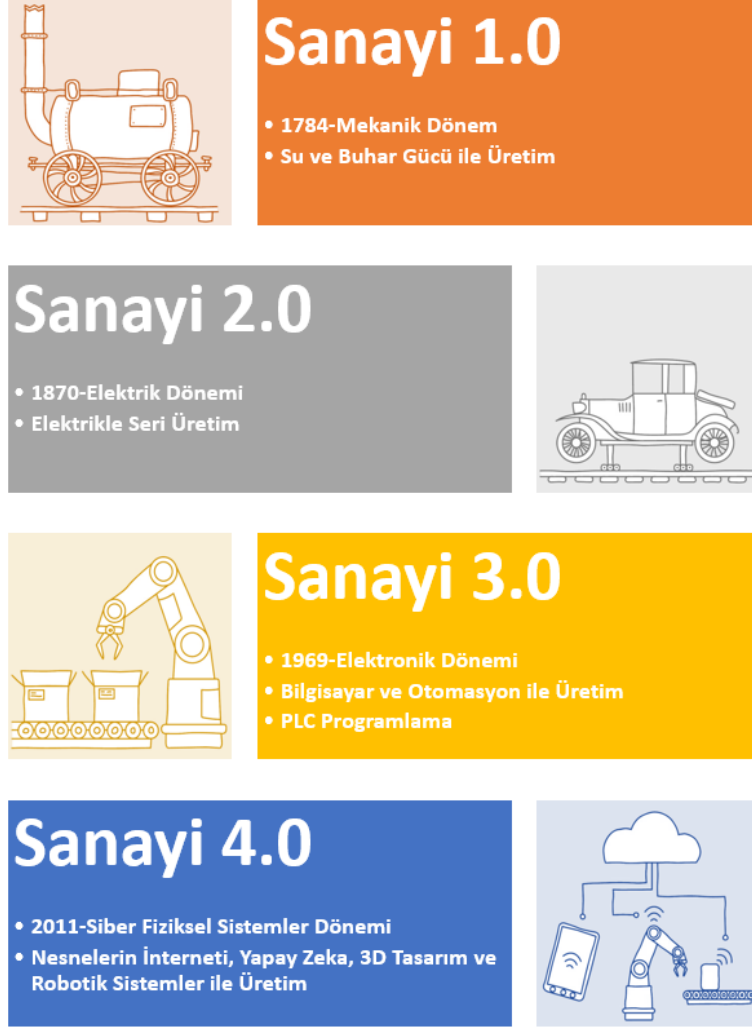
2020 YILINDA GEREKLİ İLK 10 BECERİ
1-Karmaşık Problem Çözme Becerisi
2-Eleştirel Düşünme
3-Yaratıcılık
4-İnsan Yönetimi
5-Diğerleri ile Koordinasyon
6-Duygusal Zekâ
7-Yargı ve Karar Verme
8-Hizmet Oryantasyonu
9-Müzakere
10-Bilişsel Esneklik

Şekil 2. 2020 yılında gerekli ilk 10 beceri

Dünya Ekonomik Forumu'na göre 2020 yılı için en önemli beceri, Dünya Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü'nün (OECD) yaptığı uluslararası değerlendirme sınavı Programmefor International Student Assessment'da da (PISA) incelenen karmaşık problem çözme becerisidir. Diğer önemli beceriler ise eleştirel düşünme, yaratıcılık, insan yönetimi ve diğer bireyler ile koordinasyon olarak sayılabilir. PCS21'in de ortaya koyduğu Öğrenme ve İnovasyonla ilgili olan bu beceriler, öğrencilerin iş hayatına atılmadan önce ve Sanayi 4.0 dönemine hazırlanmak için temelini oluşturması gereken beceriler olarak düşünülebilir.

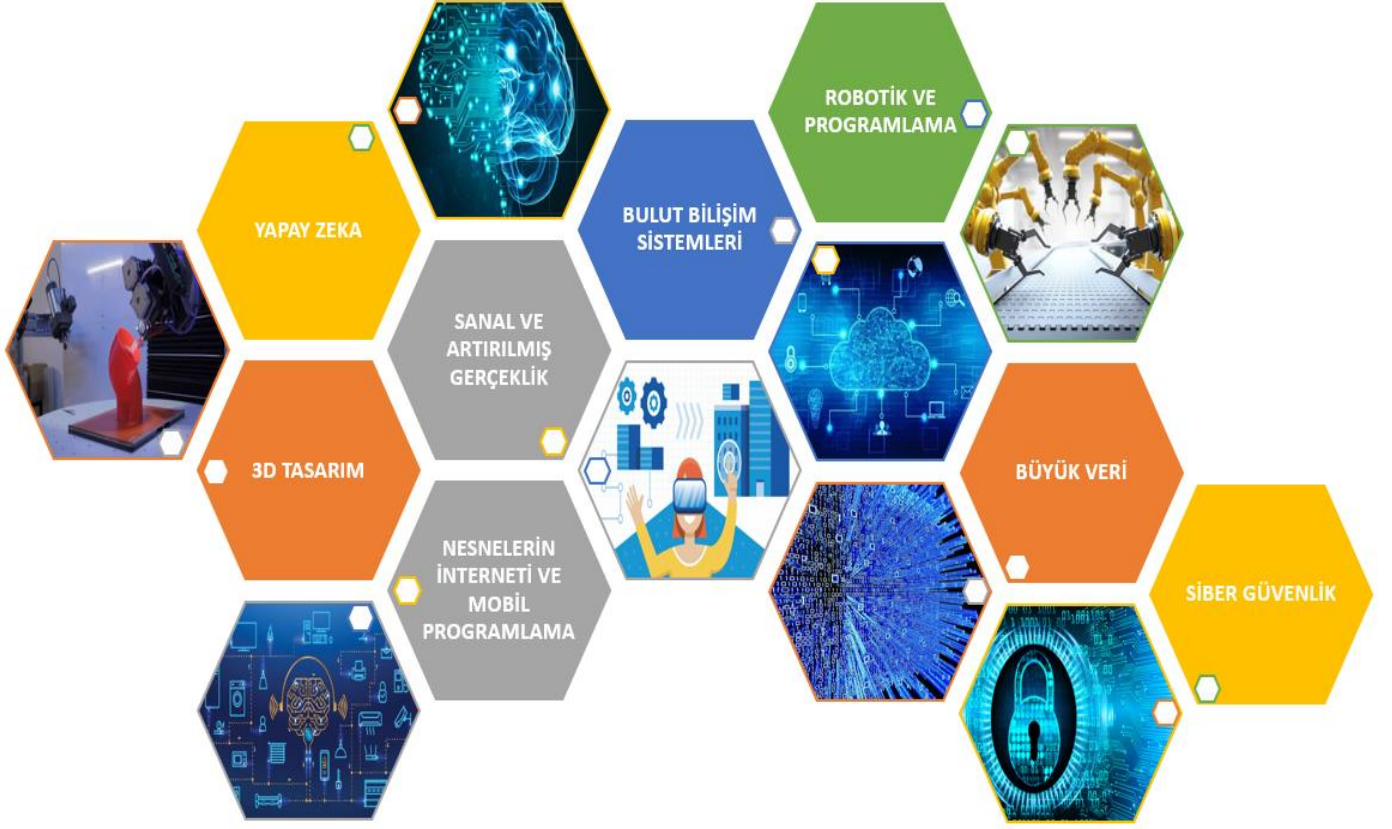
1.2. Sanayi 4.0

Dünya genelinde üretim tamamen kas gücü ile seri olmayan bir şekilde yapılırken, 18. yüzyılın sonlarına doğru buhar gücünden faydalanılması ile hızlı bir şekilde yapılmaya başlanmıştır. Üretimde buhar gücünden faydalanmanın başlaması sanayi dönemine geçişi temsil etmektedir. Sanayi 1.0 olarak adlandırılan bu dönem, yaklaşık 100 yıl sonra; 19. yüzyılın sonlarında, elektriğin bulunması ve üretimde elektrikten yararlanılması ile ikinci sanayi döneminin başlamasını sağlamıştır. Elektriğin üretimde kullanıldığı bu döneme Sanayi 2.0 adı verilmektedir. İkinci sanayi dönemi ile elektrikli üretim hatları açılmış ve seri üretim başlamıştır. İnsanlık, elektriğin bulunmasından yine yaklaşık 100 yıl sonra bilişim teknolojileri ve elektroniği keşfetmiş ve yeni bir döneme girilmiştir. Sanayinin otomasyon ile güçlendiği bu dönem ise Sanayi 3.0 olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemde basit programlamalar ile üretim hatları otomatikleşmiş, seri ve yoğun bir üretim dönemi başlamıştır. Sanayiyi, toplumu ve eğitimi bambaşka bir boyuta taşıyan Sanayi 4.0 dönemi ise internetin hayatın tüm alanlarına dâhil olması ile başlamıştır. Siber fiziksel sistemler ve nesnelerin interneti dönemi olarak adlandırılacak bu dönemde kas gücü, yerini akıllı ve birbiri ile haberleşebilen makinelere bırakmaktadır. Sanayi dönemleri Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3. Sanayi dönemleri

Sanayide dijital dönüşümü mümkün kılan 11 dijital teknolojinin entegre biçimde çalışması geleceğin fabrikalarının ve değer zincirinin de temelini oluşturmaktadır: Simülasyon, Yapay Zekâ ve Akıllı Sistemler, Sensörler, Artırılmış Gerçeklik, Endüstriyel İnternet, Robot ve Otomasyon, Eklemeli Üretim, Yatay/Dikey Entegrasyon, Büyük Veri ve Analizleri, Siber Güvenlik ve Bulut Bilişim Sistemleri (TÜSİAD-BCG, 2016). Bu teknolojiler Şekil 4’te görülmektedir.



Şekil 4. Sanayi 4.0 bileşenleri

Sanayi 4.0 ile tamamen akıllı olarak adlandırılabilen cihazlar, internet yolu ile birbirleriyle haberleşmekte ve sezgisel olarak çeşitli görevler üstlenebilmektedir. Bu görevlere örnek olarak; rezervasyon yapma ve satın alma, yedek parça üretme, bireyselleştirilmiş ürünler üretme, sipariş verme, navigasyonu kullanarak uyanma saatine karar verme verilebilir. Hayatı kolaylaştırma ve yaşam kalitesini yükseltmenin yanında ticaret, hukuk ve özellikle eğitim alanında da devrim niteliğinde değişikliklere gidildiği gözlemlenmektedir. Örneğin, bugün tıp fakültelerinde sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklikten yararlanarak tedaviler yapılabilmektedir. Öğretmenler sanal gerçeklik uygulamaları ile fiziksel olarak sınıf ortamında bulunmadan sınıf yönetimi konusunda kendilerini geliştirebilmektedirler. Üç boyutlu tasarım sadece bir uçağın gövdesinin üretilmesinde kullanılmamakta, aynı zamanda okullarda çocukların hayal güçlerini tasarlayarak üretmeleri için de kullanılabilir.

Bütün bunlar gerçekleşirken, kas gücünden yararlanılan meslekler yerine Sanayi 4.0 bileşenleri ile uyumlu mesleklerin ortaya çıkmaya başladığı gözlemlenmekte ve bu kapsamdaki yenilikçi meslek gruplarına yenilerinin ekleneceği ön görülmektedir. Sanayi 4.0'ın çalışanların sahip olması gereken yetkinlikleri de değiştireceği, yeni üretim teknolojilerini etkin biçimde yönetmek ve

entegre olmuş dünyada gelirlerini artırmak için şirketlerin daha yetkin bir işgücüne ihtiyaç duyacakları beklenmektedir (TÜSİAD-BCG, 2016). Bu gelişmelerin istihdam yapısını değiştirmesi de olasıdır. Bundan dolayı Sanayi 4.0 bileşenleri ile uyumlu mesleklere yönelik olarak eğitimin yeniden şekillendirilmesi önem taşımaktadır (Çorlu vd., 2018).

Sanayi 4.0 ile birlikte ortaya çıkacak mesleklerden bazıları Elektrik Mühendisleri Odası tarafından Şekil 5’de ifade edilmiştir (EMO, 2018). Yeni mesleklerin hızla çeşitlendiği ve sayısının arttığı da dikkate alınmalıdır.



Şekil 5. Sanayi 4.0 ile ortaya çıkacak mesleklerden örnekler

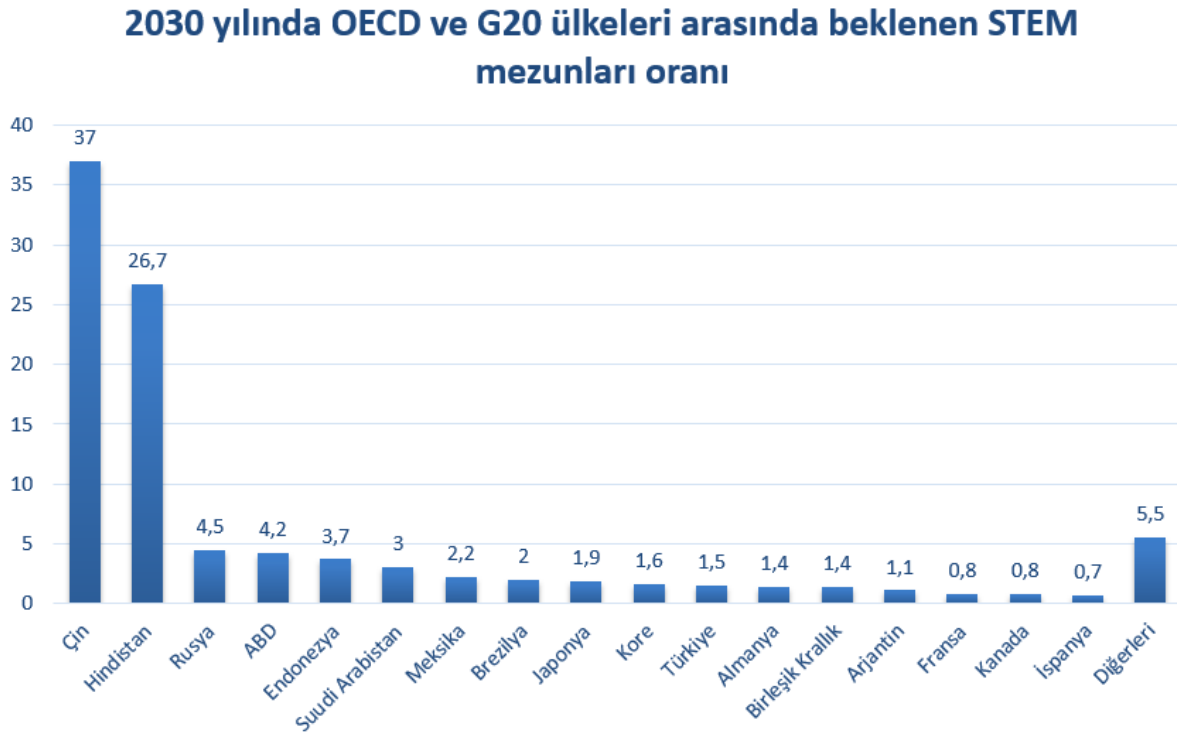
Dijital dönüşümle gündeme gelen mesleklerin aynı zamanda Amerikan Göçmenlik Dairesi'nin (ICE, 2019) kategorik olarak sunduğu STEM alanları ile uyumlu olduğu görülecektir. Bu durum, Sanayi 4.0'a bireyleri hazırlayacak eğitimin öğrencileri STEM alanlarına yönlendirecek bir şekilde yapılması gerektiği anlamına gelebilir.

1.3. STEM Alanları ve STEM Eğitimi

Amerikan Göçmenlik İdaresi, STEM alanlarını genel olarak tüm fen bilimleri alanları (fizik, kimya, biyoloji, yer bilimleri, uzay bilimleri vb.), istatistik de dâhil olmak üzere tüm matematik alanları, tüm bilgisayar ve teknoloji alanları (yazılım, donanım, veri, bulut vb.) ve

mimarlık da dâhil olmak üzere tüm mühendislik alanları (inşaat, çevre, elektronik mühendislikleri vb.) olarak kategorilendirmektedir (Akgündüz, 2016; ICE, 2019).

STEM alanlarında yer alan mesleklerin gelişimi büyük bir hızla devam etmektedir. ABD Eğitim Bakanlığı, 2010 yılı ile kıyaslandığında, 2020 yılında tüm STEM iş alanlarında ortalama %14'lük bir büyüme öngörmektedir (Akgündüz vd., 2015). OECD ise “Education Indicators in Focus” adlı raporunda (2015), 2030 yılında OECD ve G20 ülkeleri arasında beklenen STEM mezunları oranlarını yayınlamıştır (Şekil 6). Gelecekte kariyer alanlarının birçoğunun STEM alanları içerisinde yer alması öngörülmektedir.



Şekil 6. 2030 yılında OECD ve G20 ülkeleri arasında beklenen STEM mezunlarının oranı

Şekil 6'ya göre en çok STEM mezununun büyük oranda Çin ve Hindistan tarafından verileceği görülmektedir. Ekonomik büyüme trendleri incelendiğinde, son yıllarda Çin ve Hindistan'ın gösterdiği performansta STEM ile bağlantılı sektörlerin gelişiminin etkisi olduğu düşünülebilir. STEM alanları ekonomik gelişme ve teknoloji liderliğine işaret etmektedir. Dolayısıyla Çin ve Hindistan'ın STEM alanlarında ortaya koyduğu performans karşısında, küresel rekabet ortamında ABD öğrencileri STEM becerileriyle donatmak ve bu alanları geliştirmek amacıyla her yıl ortalama üç milyar dolar yatırım yapmaktadır (Akgündüz vd., 2015a). Türkiye'de

beklenen STEM alanları mezunu oranı ise tüm mezuniyet alanlarının % 1,5'i oranındadır. Bu projeksiyon Türkiye'nin STEM alanına daha fazla odaklanması gerektiğine işaret eden bir gelişme olarak görülebilir.

Jang (2016), işveren görüşlerine dayanarak dijital çağda iş dünyasının ihtiyaç duyduğu 21. Yüzyıl becerilerine sahip bir mezun kitlesinin oluşumunda mevcut STEM eğitimi ve mühendislik entegrasyonu uygulamalarının yetersizliğini ortaya koymuştur. STEM alanlarının güçlendirilmesi için STEM eğitime önem verilmesi bir zorunluluk olarak göze çarpmaktadır.

1.3.1. STEM Eğitimi

STEM eğitimi, fen ve matematik bilgilerini alt yapı olarak kullanıp, mühendisliğin sistematik tasarım adımlarıyla birleştirilerek teknoloji üretimi olarak tanımlanabilir (Akgündüz, 2018a).

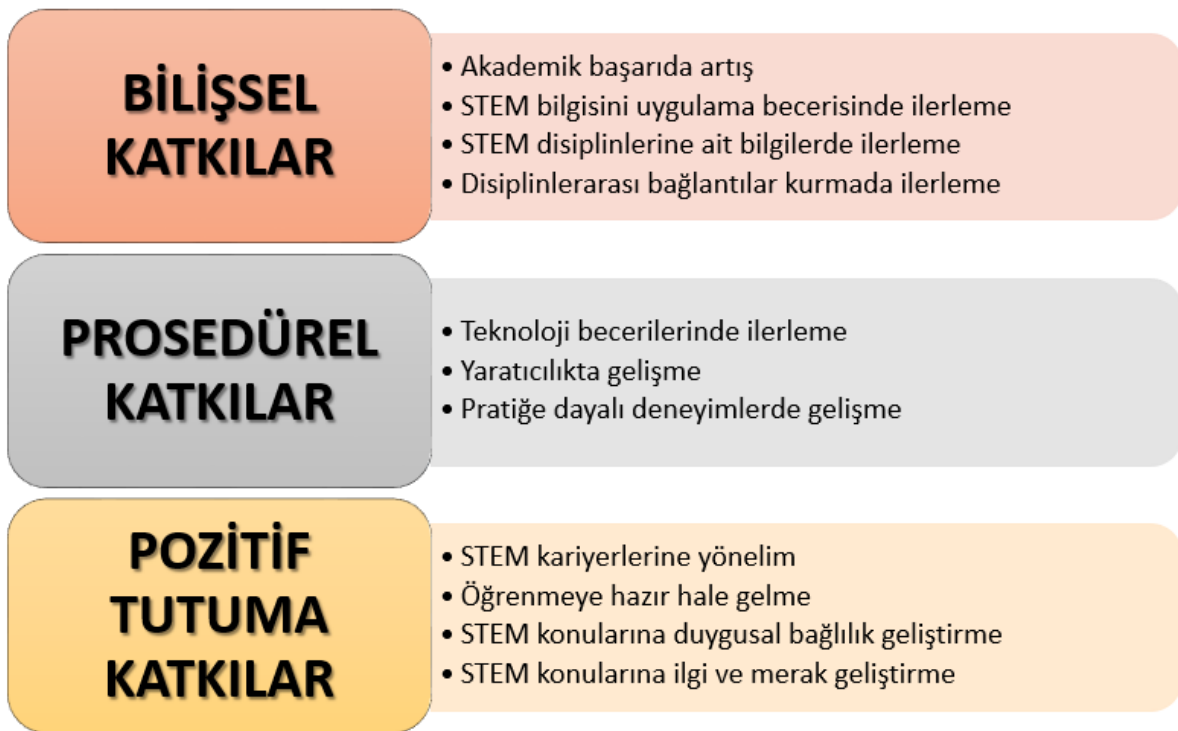
STEM eğitimi, 21. Yüzyıla ait küresel ve yerel ölçekteki problemlere çözüm getirilmesi ve tüm seviyelerdeki öğrencilerin yaratıcı, eleştirel düşünebilen, inovatif ve iş birlikli çalışan bireyler olarak yetişmesinde büyük önem taşımaktadır (Akgündüz vd., 2015a, 2015b, 2018; National Research Council [NRC], 2012; Sanders, 2008; TÜSİAD, 2017). Problemlere yaklaşırken, alternatif çözümler geliştirebilen, sistematik ve yaratıcı düşünebilen öğrencilerin yetiştirilmesinde, STEM eğitiminin potansiyeli ön plana çıkmaktadır (Akgündüz, 2016; Bybee, 2018; Corlu, Capraro ve Capraro, 2014; Honey, Pearson ve Schweingruber, 2014; NRC, 2012).

Disiplinler arası bir bakış açısı ile çözüme kavuşturulabilecek gerçek hayat problemlerine örnek olarak "21. Yüzyıl için 21 Problem" (United Nations Environment Programme, 2012) başlıklı raporda sıralanmış olan ve Şekil 7'de sunulan problemler verilebilir.



Şekil 7. 21. Yüzyıl problemlerine örnekler

Öğrencilerin problemleri tespit etmelerine, problemlere olası çözümler üretebilmelerine ve ürün odaklı düşünebilmelerine, STEM eğitiminin önemli katkıları olduğu görülmektedir (Akgündüz vd., 2015a, 2015b, 2018; Baran, Canbazoglu-Bilici, Mesutoğlu ve Ocak, 2016; Bybee, 2010; Corlu, vd. 2014; NRC, 2012; Özçelik ve Akgündüz, 2018b; Sarıcan ve Akgündüz, 2018; Şahin, Ayar ve Adıgüzel, 2014). Martín-Páez, Aguilera, Perales-Palacios ve Vélchez-González (2019) tarafından ortaya konan kapsamlı literatür taraması sonuçlarına göre, STEM eğitiminin öğrencilere katkıları üç ana eksen çerçevesinde değerlendirilebilir. STEM eğitiminin öğrencilere katkıları Şekil 8’ de sunulmaktadır.



Şekil 8. STEM eğitiminin öğrencilere katkıları

2016 yılında Amerika Eğitim Departmanı tarafından paylaşılan “STEM 2026: A vision for innovation in STEM education” (US Department of Education, 2016) başlıklı rapora göre, yaşam boyu öğrenmenin bir parçası olarak düşünülmesi gereken STEM bakış açısının, okul öncesi kademedede başlayıp, lise ve yükseköğretimde de devam ederek kazandırılması önemli bulunmaktadır. Güçlü bir STEM eğitimi yaklaşımı, sorgulamaya ve problem çözmeye dayalı, okul öncesi kademedede başlayan (Akgündüz ve Akpınar, 2018), öğrencilerin fikir üretmede aktif olduğu ve öğrencilere STEM disiplinlerindeki uzmanlarla etkileşim fırsatları sunan bir kavramsal

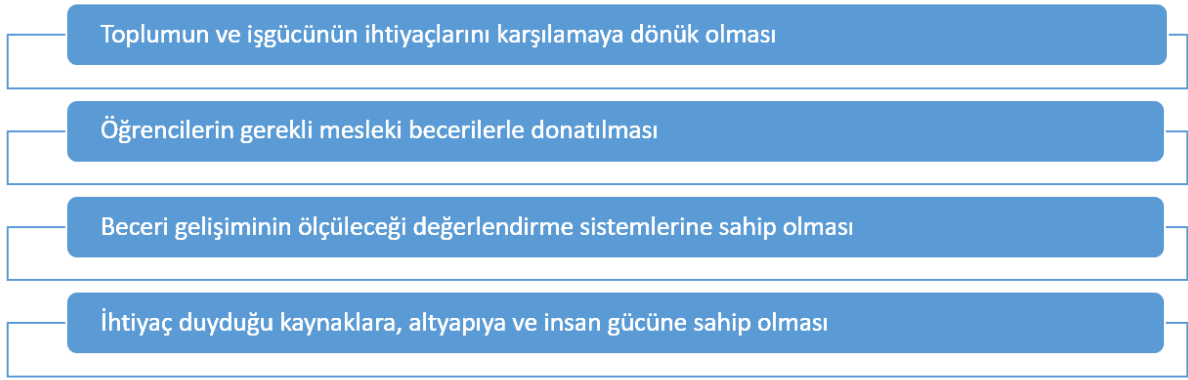
çerçeveye dayanmalıdır (Bybee, 2018; US Department of Education, 2016). Etkili STEM eğitiminin bileşenleri arasında, açıkça yazılmış hedefler ve amaçlar, farklı paydaşlar arasında iş birliği ve iletişim ve fen eğitimine erken yaşta maruz kalmanın yanı sıra, donanımlı öğretmen kadrosu ve bu öğretmenlere sağlanan yüksek nitelikteki destek ve araçlar da sıralanmıştır (National Science Board, 2009).

STEM eğitiminin başarıya ulaşması noktasında, STEM eğitiminin öğretim programlarına nasıl entegre edileceği, sınıf içi uygulama örneklerinin nasıl formüle edileceği ve farklı entegrasyon yöntemlerinin olası sonuçları, üzerine dikkatle durulması gereken başlıklar arasındadır (Akgündüz vd., 2015b, 2018; Kelley ve Knowles, 2016). Öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamaları konusunda yetersiz motivasyona ve tecrübe eksikliğine sahip oldukları ve farklı branşlardan meslektaşları ile yeterince etkileşim sağlayamadıkları gözlenmektedir (Akgündüz vd., 2018).

Yerel bağlamdaki incelemeler doğrultusunda, “Millî Eğitim Bakanlığı Vizyon 2023 Raporu”nda (MEB, 2018a) öne çıkarılan, disiplinlerin entegrasyonu, üretim odağı ile problemlere alternatif çözümler geliştirme, teknoloji okuryazarlığı ve çocukların kendi yerel çevrelerindeki problemlere dair farkındalık kazanmalarının önemi, STEM eğitimi hedefleri çerçevesinde altı çizilen noktalar arasındadır. Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan 2018 İlköğretim Fen Bilimleri Programında da (MEB, 2018b) disiplinler arası bakış açısı ile inovasyon ve tasarım becerileri özellikle vurgulanmaktadır. Fen bilimlerinde teknoloji ve mühendisliğin entegrasyonu, öğrencilerin problem çözme, inovasyon, eleştirel düşünme, tasarım ve akıl yürütme becerilerinin gelişimine zemin hazırlamaktadır (Akgündüz, 2018c; Baran vd., 2016; Bybee, 2010; Jang, 2016; NRC, 2012). Lise mezuniyeti ile birlikte her öğrencinin, küresel problemlerin çözümü noktasında görüş sunabilmesi, gerçek hayat bağlamında fen, matematik ve mühendisliğin önemini fark edebilmesi ve bilgi okuryazarı olması beklenmektedir (NGSS LeadStates, 2013). Öğrencilerin 21. Yüzyıl becerilerine sahip olarak geleceğe hazırlanabilmeleri için; fen, matematik, teknoloji, mühendislik ve söz konusu problem özelindeki diğer ilişkili disiplinlerin harmanlanarak çözüm üretiminde entegrasyonun sağlanması gerekmektedir (Akgündüz vd., 2018; Baran, Canbazoglu-Bilici, Mesutoğlu ve Ocak, 2019; Corlu vd., 2014; Martín-Páez vd., 2019).

STEM eğitiminin inovasyona temel oluşturacak ana bileşenleri arasında; yapı, materyallere erişim, teknolojik altyapı ve çalışma alanı anlamında esneklik ve zenginlik içeren öğrenme alanlarının önemi vurgulanmıştır (US Department of Education, 2016). Bu bakımdan, barındırdığı çok sayıda atölye ve laboratuvar imkânları ve farklı uzmanlık alanlarına sahip öğretmen kadroları ile mesleki ve teknik liseler, kritik bir öneme sahiptir. Mesleki ve teknik eğitim mezunlarının oluşturacağı iş gücünün STEM okuryazarı olmalarında, aldıkları eğitim kapsamında teknolojinin

fen, matematik ve mühendisliğe entegrasyonu uygulamalarının rolü olduğu söylenebilir. Hem ulusal hem de uluslararası bağlamda, STEM uygulamalarının; meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarılarını ve STEM kariyerlerine ilgilerini geliştirdiğini gösteren çalışmalar olduğu görülmektedir (Chang, Ku, Yu, Wu ve Kuo, 2015; Çevik, 2018; Dougherty ve Macdonald, 2019; Oran, Akgündüz, Adıgüzel ve Altıngövde, 2018). OECD (2015) tarafından 40 ülkedeki mesleki ve teknik eğitim pratik ve deneyim bilgilerine dayanarak ortaya konan kapsamlı raporda ifade edilen ve mesleki ve teknik eğitimi etkililiğini belirleyen dört esas bileşen Şekil 9’da gösterilmektedir.



Şekil 9. Etkili mesleki teknik eğitimin bileşenleri

Şekil 9’da ifade edilen bileşenler ışığında, toplumun ve iş dünyasının ihtiyaç duyduğu yetkinlikteki mesleki eğitim mezunlarının yetişebilmesinde, mesleki teknik eğitim bünyesinde bulunan öğretmenlerin nitelikleri de önem taşımaktadır. Öğrencilerin 21. Yüzyılda iş hayatının gerektirdiği mesleki becerilerle donatılmasında ve bu beceri gelişiminin izlenebilmesinde, STEM eğitimi konusunda yetkin öğretmenlerin mesleki ve teknik eğitimde görev yapması gerekliliği kaçınılmazdır.

1.4. Mesleki Teknik Liselerde STEM Eğitimi ve Sanayi 4.0

1.4.1. Mesleki Teknik Liselerde Fen Bilimleri, Matematik ve Teknik Eğitim

Mesleki ve Teknik Liseleri tanımlarken, teknik eğitim, mesleki eğitim, mesleki ve teknik eğitim gibi farklı kavramsallaştırmalar birbirinin yerine geçecek şekilde kullanılmaktadır (Tripney ve Hombrados, 2013). UNESCO’nun (2002) mesleki teknik eğitime dair ortaya koyduğu tanım

ise şu şekildedir: “Eğitim süreçlerinin, genel eğitime ek olarak, fen bilimleri, teknoloji, pratik becerilerin elde edilmesi ve ekonomik ve sosyal yaşamın pek çok bileşenine yönelik tutum, kavrayış ve bilginin çalışıldığı alan.” Mesleki ve teknik eğitim veren liselerde, mezuniyet için, ana akademik derslerin ve genel kültür derslerinin yanında, mesleki ve teknik eğitime dair bilişim, elektronik gibi uygulamalı derslerin de tamamlanması gerekmektedir. Öğrenciler lise hayatlarını, belli bir kariyer alanını tercih etmiş olarak tamamlarlar. Öğrenciler mesleki becerileri kazanarak, lise eğitimleri sonrası işgücüne katılabilmektedirler. Türkiye’de mesleki ortaöğretim, dört yıl sürmekte olup, hem alan eğitimini hem de dal eğitimini kapsamaktadır. “Mesleki ve Teknik Eğitim Strateji Belgesi Çerçevesi”nde (MEB, 2014, sf. 49) mesleki ve teknik eğitime dair vizyon şu şekilde ifade edilmiştir:

“Sosyal ve ekonomik sektörler ile iş birliği içinde ulusal ve uluslararası mesleki yeterliliği ile kabul gören, mesleki değerlere sahip, yaratıcı, yenilikçi, girişimci, üretken, ekonomiye değer katan ehil işgücü yetiştiren, kalite değerleri oluşmuş lider bir mesleki ve teknik eğitim sistemi.”

Yaşanan teknolojik gelişmeler ve ihtiyaç duyulan beceriler arasında oldukça karmaşık ve çok katmanlı bir ilişki olduğu görülmektedir. Hızla değişen dünyaya uyum sağlamak ve problemlere etkili çözümler üretebilmek için gereken nitelikler de sürekli bir dönüşüm içerisindedir (OECD, 2018). Mesleki teknik eğitim öğrencilerinin sahip olması gereken nitelikler ile 21. Yüzyılın hızla dönüşen karmaşık yapısı paralelinde işgücü ihtiyacı arasında doğrudan bir ilişki bulunmaktadır (Tripney ve Hombrados, 2013). Dördüncü sanayi devrimi ile birlikte, bilgi ve iletişim teknolojilerinde ilerlemeler, işin tanımı ve yapılış biçiminde değişiklikler, yapay zeka teknolojisinin karmaşık bilişsel görevlerde kullanımı görülmekte ve bu gelişmeler devam etmektedir (Schleicher vd., 2019). Bu bağlamda sıralanan gelişmelerin öncelikli anlamı, gençlerin STEM alanları ile yakınlık geliştirmesi ve onların iş gücüne katılmaları olarak karşımıza çıkmaktadır.

21. Yüzyılda iş dünyasında başarılı olabilmek için gerekli olan beceriler (ör: etkili dinleme, karmaşık problemleri çözme, zaman yönetimi), bilgi (ör: matematik, mühendislik ve teknoloji) ve iş aktiviteleri başarısı (ör: süreçleri izleme, takım oluşturma ve yönetme, başkalarına rehberlik etme veri toplama ve veri analizi), STEM yetkinliği adına eşit düzeyde öneme sahiptir (Jang, 2016). Mesleki ve teknik eğitim odağında öne çıkarılması gereken 21. Yüzyıl becerileri arasında, problem çözme, yaratıcılık, iletişim ve eleştirel düşünme sayılabilir (Reeve, 2016). Sanayi 4.0 devrimi ile birlikte, iş dünyası, üniversiteler, okul yöneticileri, öğretmenler gibi farklı paydaşların aynı amaç etrafında birleşerek dijital çağda öğrencilerin var olmalarına destek olacak projeler geliştirmeleri önem arz etmektedir (TÜSİAD, 2017). Sahip olduğu teknolojik ve fiziksel altyapı

ve bilişim, yazılım gibi teknik alanları da kapsayan farklı branş öğretmenlerini bünyesinde barındırması ile mesleki ve teknik liseler, söz konusu becerilerin geliştirileceği projelerin yürütülmesi için ideal bir araştırma ve öğrenme ortamı sunmaktadır (Blosveren ve Voytek, 2015; Reeve, 2016). Şekil 10, öğrenci gelişimi ve işgücüne katkı açısından, mesleki teknik eğitimin özgün değerine dair vizyonu ifade etmektedir (Blosveren ve Voytek, 2015;MEB, 2014; Reeve, 2016; Tripney ve Hombrados, 2013).



Şekil 10. Mesleki ve teknik eğitimin özgün önemi

Millî Eğitim Bakanlığı “2023 Vizyon Raporu”nda (MEB, 2018a) belirtildiği üzere, mesleki ve teknik eğitimde; sektörlerin ve iş gücünün ihtiyaç duyduğu, yeni nesil teknolojilere uyum sağlayabilecek yetkin bireylerin yetiştirilmesinin altı çizilmiştir. Mesleki ve teknik eğitimin gelişimi noktasında sunulan başlıca öneriler arasında, öğrenci özgün ürünlerinin teşviki, dijital dönüşüme öğrencileri hazırlayacak projelerin geliştirilmesi, öğretmenlerin mesleki gelişimlerinin sürekli olarak desteklenmesi bulunmaktadır. Mesleki ve teknik eğitimin, yeni yüzyılın ihtiyaçları doğrultusunda şekillenmesinde özellikle yeni ekonomik ihtiyaçlar, toplumun okullardan beklentileri, öğrenci öğrenme süreçleri ve akademik motivasyonlarına dair yeni araştırma bulgularının yön verdiği görülmektedir (Lynch, 2000).

Mesleki ve teknik eğitim öğrencilerinin, yeni nesil iş hayatının ihtiyaçlarına göre yeterliklerinin incelendiği çalışmalar, öğrencilerin inovasyon ve yeni teknolojiler konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıklarını (Bağcı, Daş ve Genç, 2018), akademik başarılarının düşük olduğunu (Palmer ve Gaunt, 2007), problem çözme, soyut düşünme ve farklı perspektifleri değerlendirme gibi üst düzey düşünme becerilerinde zayıf olduklarını (Mohamad, Heong, Rajuddin ve Keong, 2011) ortaya koymaktadır. İnovasyonun mesleki teknik eğitimde bir hedef olarak ortaya konması ve bu konuda politika yapımcıların, işverenlerin, eğitimcilerin ve öğrencilerin etkileşim halinde

olması önem taşımaktadır (Hodge ve Smith, 2018). Literatürde ortaya konan, iş gücünün ihtiyaç duyduğu teknik becerilerle donatılmış mezunların yetişmesi noktasında, okullar ve iş dünyası arasındaki güçlü iş birliği önemli bir stratejidir (Fletcher ve Tyson, 2017). Bilginin sanayi ve eğitim kurumlarında karşılıklı paylaşımı ve öğrencilerin okullardan iş gücüne geçişi süreçlerinde ilgili bilgi ve becerilerle donatılmış olmaları yolunda, STEM eğitimi programlarının geliştirilmesinde sanayiden destek alınması gereklidir.

Mesleki ve teknik eğitimde görev yapan öğretmenlerin yetkinliği, eğitim kalitesini yükseltecek öncelikli faktörler arasındadır. Önemli bariyerlerden birisi, öğretmenlerin yeni yöntem ve teknikler konusunda bilgi ve deneyimlerinin sınırlı olması ve iş dünyasının ihtiyaç duyduğu niteliklerin sürekli bir dönüşüm içerisinde olmasıdır. Bu bariyerlerle başa çıkmanın adımları arasında, öğretmenlere pedagojik destek sağlanması ve öğretmenlerden uzun süreli veri toplanarak sistematik bilimsel araştırmalar yürütülmesi gösterilebilir.

Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (2018a) tarafından hazırlanan “Türkiye’de Mesleki ve Teknik Eğitim’in Görünümü” raporunda ortaya konan, mesleki teknik eğitime dair yeni küresel eğilimler arasında, sektörle olan bağın kuvvetlenmesi bulunmaktadır. Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (2018b) tarafından hazırlanan “Mesleki ve Teknik Eğitimde Sanayi 4.0 Dönüşümü Raporu”nda da işaret edildiği gibi, dijital dönüşümün bir sonucu olan Sanayi 4.0 ile beraber, teknolojiyi üreten yüksek nitelikli bir işgücüne ihtiyaç bulunmaktadır. Teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak meslek lisesi mezunlarından üst düzey teknik becerilere sahip olmaları beklenmektedir. Bu kapsamda mesleki ve eğitim mezunlarının istihdam edilmelerinin yanında, öğrenme kapasitelerini sürekli olarak artıracak, farklı görevleri başarı ile yerine getirmelerini sağlayacak çeşitli bilişsel becerilerle donatılmış olmaları yüksek öneme sahiptir. Bu özelliklere sahip bir işgücünün ortaya konmasında, mesleki ve teknik eğitimde STEM eğitimi uygulamalarının gerçekleştirilmesi önemli bir adımdır. Son yıllarda, mesleki teknik eğitim öğretim programlarına, özellikle matematik ve fen alanlarının entegrasyonu için çeşitli adımlar atılmış durumdadır. Mesleki ve teknik eğitimde STEM çalışmalarının nasıl yapılacağına dair yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmakla beraber, farklı disiplinlerin entegre edilerek öğretilmesine uygun bir öğretim ortamı, mesleki ve teknik eğitimde mevcuttur.

Mesleki ve teknik eğitime olan ilginin artması ve eğitim kalitesinin yükseltilmesinde, iş dünyasının, sivil toplum kuruluşlarının ve toplumun farklı kesimlerinden sosyal destekçilerin dâhil olduğu proje çalışmalarına dikkat çekilmiştir. Halen mesleki teknik eğitim ebeveynler için ilk tercih olmamaktadır ve mevcut durumun değişmesinde, iş dünyasının ihtiyaçlarına daha yakın, akademik bilgi ve beceri anlamında 21. Yüzyıl dünyasına uyum sağlayan bireyler yetiştirmenin

öncelikli hale getirilmesi gerekmektedir. “Dijital Teknolojiler ve Ekonomik Büyüme Raporu”nda (TÜSİAD, 2018), dijital teknoloji sektörlerinde Türkiye’nin mevcut durumu ve fırsatları ortaya konmuştur. Dijital teknolojilerin yaygın olarak kullanımı ile birlikte, bilgiye erişim kolaylaşmıştır ancak internetin eğitim amaçlı kullanımında Türkiye, Avrupa ortalamasının gerisindedir. Dijital teknolojiler, eğitim içerik ve yöntemlerinde ilerlemelere yol açmıştır ancak bilişim teknolojileri gibi dijital uzmanlık alanlarında ve bulut bilişim kullanan girişim oranlarında Türkiye düşük sıralamadaki ülkeler arasındadır. Raporda yer alan incelemeler sonucunda, Avrupa ülkelerine kıyasla, Türkiye’nin dijital teknolojileri yaygınlaştırmak adına daha büyük adımlar atması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Mesleki ve teknik eğitim, son yıllarda ekonomik gelişmelere paralel olarak, STEM alanlarına daha çok vurgu yapmaktadır (Dougherty ve MacDonald, 2019; Lynch, 2000). Mesleki ve teknik eğitim veren kurumlarda, STEM eğitimi kapsamında özellikle bilişim teknolojileri ve programlama alanlarında ilerlemeler görülmektedir. Ancak öğrencilerin mesleki teknik eğitimde kazandıkları bilgi ve becerilerin, STEM alanındaki kariyerleri tercih ettiklerinde, bu kariyerlerin kendilerine nasıl katkılar sunduğu konusunda yeni araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Mesleki teknik eğitimde STEM programlarına yönelik artan ilginin, STEM kariyerlerindeki cinsiyet eşitsizliğin giderilmesine ve STEM alanlarında dezavantajlı grupların daha fazla temsil edilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Dougherty ve MacDonald, 2019).

Türkiye’de mesleki ve teknik eğitimin öncelikleri arasında, mesleki teknik eğitimin niteliğini devamlı şekilde yükseltmek, mezunların üretime katılabilecek şekilde yetişmesini sağlamak, dijitalleşme sürecine uygun bilgi ve iletişim teknolojilerinde temel bilgi ve üst düzey becerileri kazandırmak ve girişimcilik anlayış ve becerisine sahip gençler yetiştirmek gelmektedir (Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, 2018a). Meslek eğitiminde, öğretmenlerin STEM eğitimine ve disiplinler arası uygulamalara dair bir ön bilgi ve deneyimleri olmadığından, katıldıkları kısa süreli eğitim programları da etkili sonuçlar vermemekte ve kalıcı çözümler ortaya konamamaktadır (Atik, 2018). Bu noktada, mesleki ve teknik eğitim öğretmenlerinin ve öğrencilerinin gelişimine katkı sağlayacak, üniversite, okul, iş dünyası iş birliğine örnek teşkil edecek sürdürülebilir programların uygulanması önem arz etmektedir (Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, 2018a). Bu uygulamaların neticesinde, öğrencilerin Sanayi 4.0 bileşenleri ve disiplinler arası öğrenme kapsamındaki bilgi ve becerilerine önemli katkılar sunulabilir.

Teknik eğitimin önde gelen ilk beş sorunu arasında, teknoloji entegrasyonu ile STEM alanlarının iş birliği ve STEM eğitimine uyum gösterilmektedir (Fletcher ve Tyson, 2017). Mesleki ve teknik eğitimin başlıca sorunlarını ortaya koyan kapsamlı meta-analiz sonuçlarına göre okullar

ve işgücü arasında iş birliği ve mezunların işgücünün ihtiyacı olan yetkinliklere sahip olmamaları öne çıkan sorunlar arasındadır (Sağlık ve Aykaç, 2018). Mesleki ve eğitim ile işgücü ihtiyacı ve piyasa koşulları arasındaki bağı kuvvetlendirmek ve rekabet edebilir bir işgücü oluşturmak adına, STEM eğitimleri bir çözüm olarak gündeme gelmeye başlamıştır (Atik, 2018).

Mesleki ve teknik eğitimde fen, matematik ve teknik eğitimin ortaya konduğu bu başlıkta sunulan bilgi ve bulgular şu şekilde özetlenebilir:

- Farklı paydaşların iş birliği içerisinde çalışarak, mesleki ve teknik eğitimin niteliğini artırmaya yönelik projeler ortaya koymalarının önemi,
- Mesleki ve teknik eğitim mezunlarının dijital dönüşüm çağında güncel iş gücü ve gelecekte öne çıkacak yeni meslek alanlarının gerektirdiği niteliklere henüz sahip olmadığı,
- Mesleki ve teknik eğitim ve işgücü arasındaki bağı ve iletişimin güçlenmesi gerektiği,
- Mesleki ve teknik eğitim öğrencilerinin 21. Yüzyıl becerileri ile donatılması ve girişimci, dijital okuryazar bireyler olarak yetişmelerinde STEM eğitiminin potansiyelinin fark edilmesi ve bu konudaki çalışmaların artması gerektiği.

1.4.2. Mesleki Teknik Anadolu Liselerinde Atölyeler, Bölümler ve İstihdam İlişkisi

Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü (2018a) tarafından sunulan bilgilere göre, mesleki ve teknik eğitim kapsamında verilen örgün eğitim, Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri, Çok Programlı Anadolu Liseleri ve Mesleki Eğitim Merkezleri olmak üzere üç okul türünde gerçekleştirilmektedir. Anadolu Meslek Programı (AMP), Anadolu Teknik Programı (ATP) ve Ustalık Programı (MEMEP) olmak üzere, üç farklı Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi eğitim vermektedir. 2017-2018 eğitim öğretim yılında, mesleki ve teknik ortaöğretim kurumlarında eğitim gören öğrenci sayısı, ortaöğretimdeki toplam öğrenci sayısının yüzde 35'ini oluşturmaktadır. Mesleki ve Teknik Anadolu Liseleri'nde toplam 54 farklı alan ve bu alanlar altında, 199 farklı dalda öğretim programı uygulanmaktadır. Söz edilen 54 alana bazı örnekler şu şekilde sıralanabilir: Kimya Teknolojisi, Adalet, Sivil Havacılık, Sanat ve Tasarım, Gazetecilik, Bilişim Teknolojileri. Erkek öğrencilerin yoğunluklu olarak tercih ettikleri alanlara Makine Teknolojisi, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri, Metal Teknolojisi ve Raylı Sistemler Teknolojisi. Bu alanların tamamı ise Şekil 11'de sunulmaktadır.



Şekil 11. Mesleki teknik eğitimde alanlar (Mesleki ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, 2018a, s.28)

10. Sınıf öğrencileri temel ve ortak yeterlilikler doğrultusunda Alan Eğitimi alırken, 11. ve 12. Sınıf öğrencileri, iki gün okul ve üç gün ilgili işletme olmak üzere iş başında eğitim almaktadırlar. İş başında eğitim, farklı dallarda gerçekleştirilmektedir. Örneğin, Makine Teknolojisi örnek alanı için, Makine Bakım Onarım, Mermer İşletme, Endüstriyel Kalıp ve Bilgisayar Destekli Endüstriyel Modelleme dalları mevcuttur.

Mesleki teknik eğitim kurumlarında sağlanan eğitim öğretim uygulamaları, günümüzde çok hızlı değişen iş gücü ihtiyaçlarına yanıt verecek şekilde yapılandırılmalıdır (Hoeckel ve Schwartz, 2010). 2016 yılında ikincisi gerçekleştirilen “Eğitimden Üretime Sektörle İş Birliğine”(Mesleki Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü, 2016) başlıklı Eğitim Kongresi özet raporunda da, Türkiye’de mesleki eğitim ile iş dünyası arasındaki bağın güçlendirilmesinin üzerinde sıklıkla durulmuştur. İfade edilen önemli satır başları arasında, eğitimde teknoloji uygulamalarının, makinelerin, kodlamanın ve yapay zekânın öneminin artacak olması ve üst düzey düşünme becerisi gerektiren işlerdeki istihdama olan ihtiyacı karşılamaya yönelik dijital tabanlı bir mesleki eğitim bulunmaktadır. Türkiye’de mesleki ve teknik eğitimin temel sorun alanları arasında mezun istihdamı ile öğrencilere yaratıcılık, girişimcilik gibi kilit becerilerin kazandırılması bulunmaktadır

(MEB, 2014). Sanayinin ve işgücü piyasalarının son yıllarda dijitalleşen sanayiye ve bu dönüşümün işgücüne olan etkisine vurgu yapmakta olduğu görülmektedir. İşaret edilen noktalardan hareketle, öğrencilerin teknoloji okuryazarı olarak gelişmelerine katkı sunan ve 21. Yüzyıl becerilerinin gelişimi ile doğrudan ilişkisi bulunan STEM eğitiminin bir çözüm olarak öne çıktığı görülmektedir.

“İstanbul İşgücü Piyasa Araştırma Raporu”nda (İŞKUR, 2017) belirtilen gelecek dönem istihdam eğilimleri incelendiğinde, en fazla istihdam beklenen sektörler arasında bilimsel ve teknik faaliyetlerin yer aldığı görülmektedir. ABD, Finlandiya, Almanya, Türkiye ve Kazakistan gibi farklı ülkelerin mesleki ve teknik eğitim uygulamalarının karşılaştırıldığı çalışmada (Gelişli, Beisenbayeva, Sultanbek, ve Ussenova, 2016), Türkiye’deki öğrencilerin çoğunlukla meslek lisesi yerine genel liseleri tercih ettikleri paylaşılmıştır. Sahip olduğu laboratuvar, atölye, materyal ve teknik alanlar ve temel bilimleri kapsayan çok çeşitli branşlardan öğretmenlerin oluşturduğu mesleki öğrenme toplulukları ile STEM uygulamalarına ideal bir ortam oluşturan meslek liselerine olan ilginin, benzer STEM eğitimi odaklı projelerin yürütülmesi ile artırılacağı düşünülmektedir.

Bölüm 2

**MESLEKİ VE TEKNİK EĞİTİMDE SANAYİ 4.0 İÇİN
STEM EĞİTİMİ PROJESİ
VE
ARAŞTIRMA YÖNTEMİ**

2. Mesleki ve Teknik Eğitimde Sanayi 4.0 için STEM Eğitimi Projesi ve Araştırma Yöntemi

2.1. Mesleki ve Teknik Eğitimde Sanayi 4.0 İçin STEM Eğitimi Projesi

STEM eğitimi ile okul öncesinden yükseköğretime kadar tüm süreçlerde disiplinler arası öğrenmenin sağlanması ve Sanayi 4.0 bileşenlerinin eğitim sistemimize dâhil edilmesi ülkemizin ekonomik ve sosyal kalkınması yolunda önemli avantajlar sağlayacaktır. Bu kapsamda mesleki teknik liselerde STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenlerine önem verilmesi değerli bir adım olacaktır.

Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinde eğitimin disiplinler arası ve bütünleşik olarak yapılandırılması; Fizik, Kimya, Biyoloji ve Matematik dersleri ile meslek dersleri arasında bilgi ve uygulama açısından güçlü bağlar kurulması gereklidir. Bu husus, eğitimin niteliğinin gelişmesinin yanı sıra öğrencilerin fen bilimleri ve matematik derslerinin neden mesleki eğitimde gerekli olduğunu kavrayabilmeleri bakımından da önemlidir. Fen bilimleri ve matematik dersleri ile elde edilen bilgilerin mesleki dersler ile uygulamaya ve ürüne dönüştürülerek farklı disiplin bilgi ve uygulamalarının entegre edilmesi gerekmektedir.

Ayrıca Sanayi 4.0 bileşenlerinin özellikle mesleki ve teknik liselerde ele alınarak, öğretmen yeterliliklerinin bu kapsamda geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Böylelikle, Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinde geleceğin mesleklerine hazır, nitelikli teknik çalışanların yetişmesi sağlanacaktır.

2.1.1. Amaç, Hedefler ve Çıktılar

Amaç

Projenin amacı, proje kapsamındaki Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerini STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenleri ile güçlendirmektir.

Hedefler

Projenin hedefleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinde görev yapan fizik, kimya, biyoloji, matematik öğretmenleri ile teknik alan öğretmenlerinin STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenleri ile mesleki yeterliliklerini artırmak,
- Mesleki ve Teknik Anadolu Liselerinde ayrı ayrı ele alınan disiplinlerin birlikte kullanılacağı proje tabanlı STEM ve Sanayi 4.0 bileşenleri projeleri gerçekleştirmek,

- Proje kapsamındaki okullardaki öğrencilerin STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenleri ile farkındalıklarını ve yeterliliklerini artırmak,
- STEM eğitimi alan öğretmenleri bir yıl boyunca izleyerek desteklemek.

Beklenen Çıktılar

Projenin beklenen çıktıları aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

- Dört okuldan projeye katılan öğretmenlerin sertifikalandırılması.
- Dört okuldaki öğrencilerin ve projeye katılmayan öğretmenlerin de okul proje koordinatörleri aracılığıyla bu eğitimlerden faydalandırılması.
- Koordinatörler tarafından STEM Portfolyo Değerlendirme Raporu hazırlanması.
- Okullarda yılsonu STEM fuarı düzenlenmesi.
- Proje sonunda yapılacak proje fuarı ile farkındalık faaliyetleri gerçekleştirilmesi.
- Öğretmenlerden elde edilecek verilerin yayına dönüştürülmesi (makale ve konferans bildirisi), ayrıca “Mesleki Teknik Liselerde Sanayi 4.0 için STEM Eğitimi” isimli bir raporun yayımlanması.

2.2. Yöntem

2.2.1. Araştırma Modeli

Nitel araştırma yönteminin izlendiği, betimsel bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Belirlenen bir duruma ilişkin sonuçların ortaya konması amaçladığından, araştırma durum çalışması biçiminde desenlenmiştir. Durum çalışmaları, güncel bir olguyu, gerçek hayat bağlamında kapsamlı şekilde irdeleyen ampirik incelemeler olarak tanımlanmaktadır (Yin, 1994). Durum çalışmaları, belli bir sistem, kurum, sınıf, topluluk gibi irdelenmek istenen duruma özgü derinlemesine bir analiz ve tanımlamalar bütünü ortaya koyabilmektedir (Yıldırım ve Şimşek, 2013; Yin, 1994).

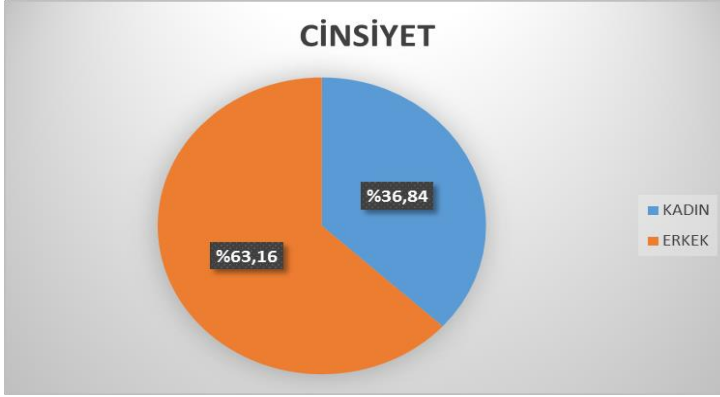
2.2.2. Çalışma Grubu

Projeye, Kocaeli ve İstanbul'dan dört Mesleki Teknik Anadolu Lisesi (MTAL) katılmıştır:

1. Darıca Deniz Yıldızları MTAL (Kocaeli)
2. Gebze STFA MTAL (Kocaeli)
3. Üsküdar Haydarpaşa MTAL (İstanbul)

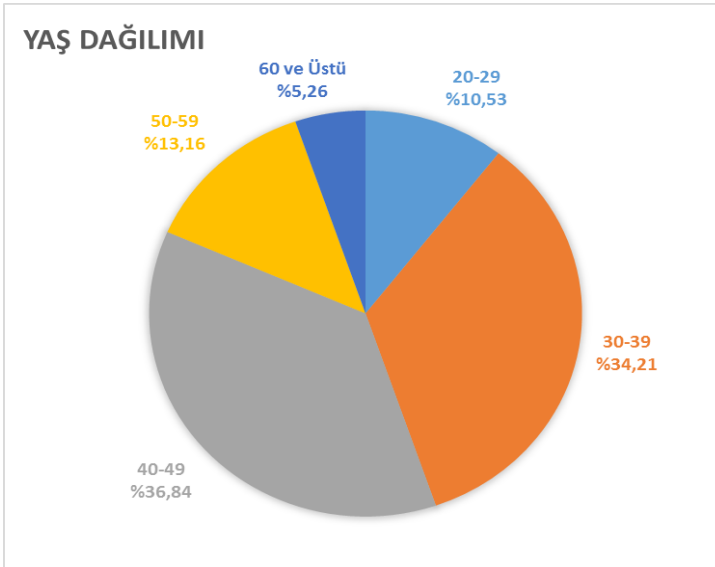
4. İzmit Atatürk MTAL (Kocaeli)

Projede dört MTAL'den 39 öğretmen eğitim olarak görev yapmıştır. Projeye katılan hiçbir öğretmenin daha önce STEM eğitimi almadığı tespit edilmiştir. Öğretmenlerin cinsiyet dağılımı ise Şekil 12'de verilmiştir. Projede yer alan öğretmenlerin %37'si kadın, %63'ü ise erkektir.



Şekil 12. Cinsiyet dağılımı

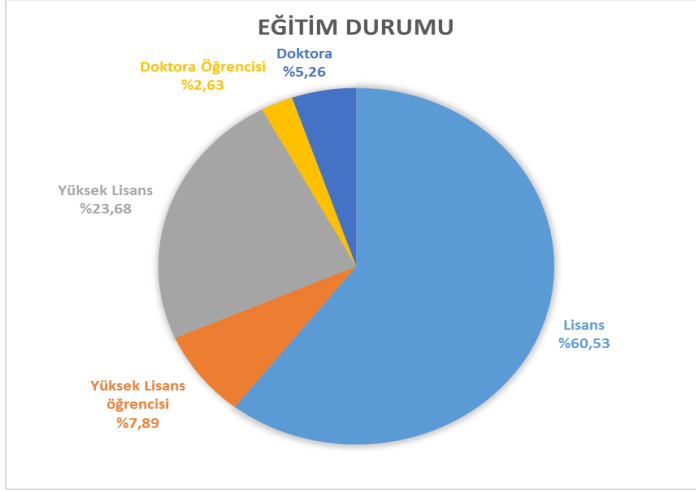
Şekil 13'te katılımcı öğretmenlerin yaş dağılımı bilgileri sunulmuştur.



Şekil 13. Yaş dağılımı

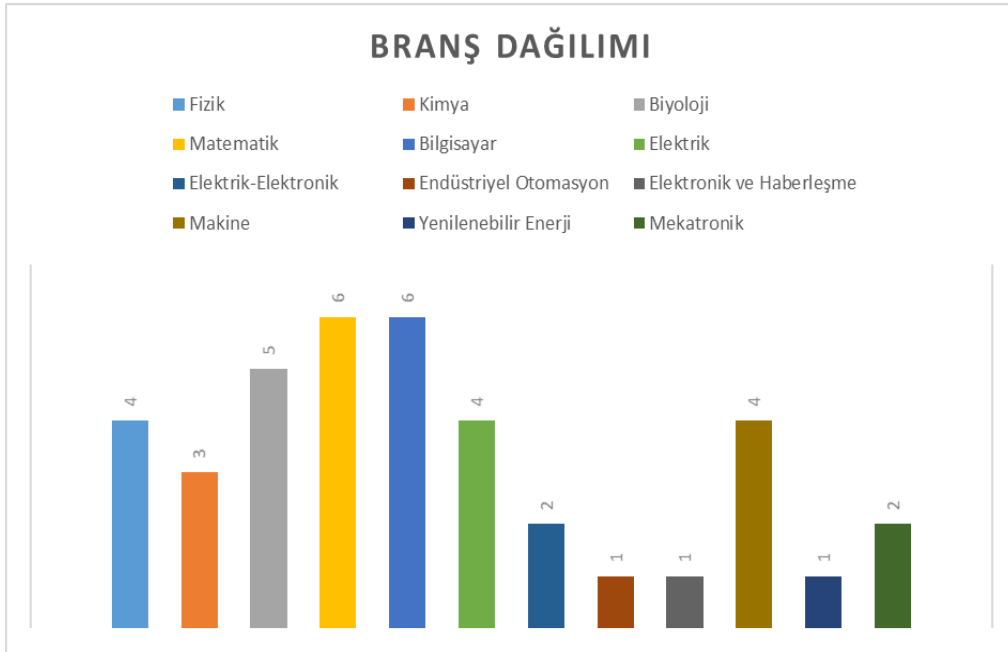
Şekil 13 incelendiğinde, en az katılım gerçekleşen yaş gruplarının 60 yaş ve üstü ile 20-29 yaş aralığı olduğu ve 30-39 yaş aralığı ile 40-49 yaş aralığından daha fazla katılım sağlandığı görülmektedir.

Şekil 14'te katılımcı öğretmenlerin eğitim durumu bilgileri görülmektedir. Projeye katılan öğretmenlerin büyük çoğunluğunun lisans mezunu oldukları saptanmıştır. Bunu sırasıyla yüksek lisans mezunu ve yüksek lisans öğrencisi olan öğretmenler takip etmiştir. Projeye en az katılımın doktora öğrencisi ve doktora mezunu gruplarındaki öğretmenlerden olduğu görülmektedir.



Şekil 14. Eğitim durumu

Şekil 15'te katılımcı öğretmenlerin branş dağılımı bilgileri görülmektedir.

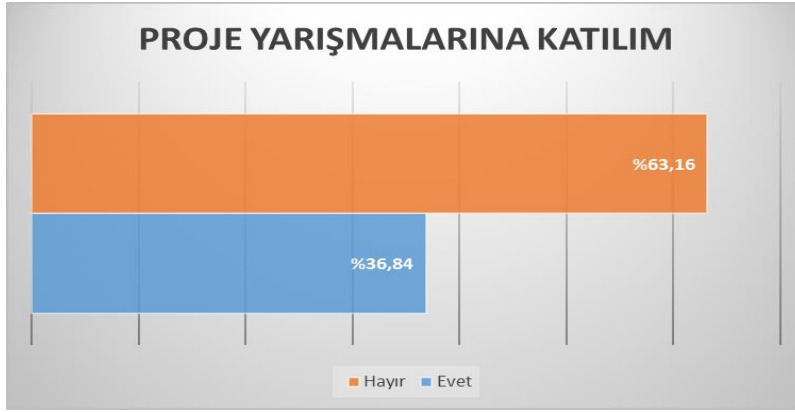


Şekil 15. Branş dağılımı

Şekil 15 incelendiğinde, katılımcılarda fizik-kimya-biyoloji-matematik (FKBM) ile teknik branş öğretmenleri arasında bir denge sağlandığı görülmektedir. Hem FKBM hem de teknik

branş öğretmenlerinden oluşan bir öğretmen grubu ile STEM eğitimi çalışmalarının gerçekleştirilmiş olması, farklı uzmanlık alanlarından öğretmenlerin iş birliği yapmalarına olanak sağlamıştır.

Şekil 16'da katılımcı öğretmenlerin daha önce proje yarışmalarına katılım sağlayıp sağlamadıkları hakkında veriler yer almaktadır. Bu projeye katılan öğretmenlerin büyük bir bölümünün daha önce her hangi bir proje yarışmasına katılmadığı görülmektedir.



Şekil 16. Proje öncesinde proje yarışmalarına katılma durumu

2.2.3. Uygulama

Projenin uygulanması altı iş paketi ile gerçekleştirilmiştir. İş paketleri sırasıyla şu şekilde uygulanmıştır:

- İş Paketi-1: Protokoller ve Onaylar
- İş Paketi-2: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı için Hazırlık
- İş Paketi-3: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı
- İş Paketi-4: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı sonrası İzleme
- İş Paketi-5: Proje Fuarı
- İş Paketi-6: Rapor Yazımı ve Yayın Çalışmaları

Yukarıda belirtilen iş paketleri Şekil 17'de belirtilen takvim doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

YAPILACAK İŞLER	2018												2019						
	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
İş Paketi-1: Protokoller ve Onaylar			■	■															
İş Paketi-2: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı için Hazırlık			■	■	■														
İş Paketi-3: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı						■	■	■	■										
İş Paketi-4: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı sonrası izleme								■	■	■	■	■	■	■	■	■			
İş Paketi-5: Proje Fuarı														■	■	■	■		
İş Paketi-6: Rapor Yazımı ve Yayın Çalışmaları												■	■	■	■	■	■	■	■

Şekil 17. Proje takvimi

İş Paketi-1: Protokoller ve Onaylar

Proje öncesinde TÜSİAD ve Milli Eğitim Bakanlığı arasında bir iş birliği protokolü imzalanmıştır. Bu protokol çerçevesinde oluşturulan projenin paydaşları şu şekildedir:

1. TÜSİAD
2. Milli Eğitim Bakanlığı (Nihai Yararlanıcı)
3. İstanbul Aydın Üniversitesi (Proje Yürütücüsü)
4. Dow (Ana Destekçi)

Projenin yazımını da üstlenen İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Eğitimi Araştırma ve Uygulama Merkezi Müdürü Doç. Dr. Devrim Akgündüz projenin yürütücüsü olarak görevlendirilmiştir. Dr. Öğr. Üyesi Canan Mesutoğlu araştırmacı olarak proje yönetim ekibinde görev almıştır.



Görsel 1. TÜSİAD-MEB protokolü imza töreni sonrası

İş Paketi-2: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı için Hazırlık

Projenin ikinci iş paketinin birinci aşamasında mesleki ve teknik lise öğretmenlerine yönelik olarak yüz yüze ve çevrimiçi olarak harmanlanmış bir şekilde uygulanacak bir STEM ve Sanayi 4.0 eğitim programı oluşturulmuştur.

Eğitim programı 60 saat yüz yüze, 45 saat çevrimiçi ve 45 saat okulda uygulama olarak planlanmıştır. Böylece toplam 150 saatlik bir program oluşturulmuştur. Programın ana konusu STEM eğitimi olarak belirlenmiştir. Sanayi 4.0 tarafında ise Robotik ve Programlama, Nesnelerin İnterneti (IoT) ve Mobil Programlama, 3D Tasarım, Bulut Bilişim Sistemleri, Sanal ve Artırılmış Gerçeklik, Siber Güvenlik ve Büyük Veri, Yapay Zekâ, Otomasyon ve Sistem Entegrasyonu konuları yer almıştır.

Bu eğitim programı içeriği Şekil 18'de belirtilmiştir.

Eğitim Paketi	Yüz yüze	Çevrimiçi	Toplam (saat)
Sanayi 4.0 Genel Konferansı	2	0	2
STEM eğitimi	20	10	30
Robotik ve Programlama Eğitimi	20	10	30
Mobil Programlama ve IoT Eğitimi	0	5	5
Otomasyon ve Sistem Entegrasyonu Eğitimi	8	0	8
3D Tasarım Eğitimi	0	10	10
Bulut Bilişim Sistemleri Eğitimi	0	5	5
Siber Güvenlik ve Büyük Veri Eğitimi	0	5	5
Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Eğitimi	10	0	10
Eğitim Toplam Süresi	60	45	105 saat
Okulda Uygulama	45	0	45
Eğitim + Uygulama Sertifika Süresi (kişi başı)	0	0	150 saat

Şekil 18. STEM ve Sanayi 4.0 eğitim programı

İkinci iş paketinin ikinci aşamasında okulların seçimi için bir Google Form oluşturulmuş ve hem resmi kanallardan hem de sosyal medya üzerinden duyuru yapılmıştır. Protokol gereği Kocaeli ve İstanbul'dan okulların başvuru yapması sağlanmıştır. Başvuru formunda her okuldan “Temel Bilimler” (Biyoloji, Fizik, Kimya, Matematik) alanlarında beş ve “Teknik Branşlar” (Bilgisayar, Elektrik-Elektronik, Endüstriyel Otomasyon, Makine, Mekatronik) alanlarında beş olmak üzere toplam 10 öğretmenin belirtilmesi ve özgeçmişlerinin yer alması istenmiştir. Okulların kendileri hakkında da detaylı bilgiler vermesi sağlanmıştır. Proje okulları aşağıdaki kriterler doğrultusunda seçilmiştir:

- Okul yönetiminin kararlı olması,
- Öğretmenlerin eğitimler için istekli ve kararlı olması,
- Öğretmenlerin özgeçmişler ve ilgili deneyimleri,
- Okul yönetimlerinin ve öğretmenlerin çalışmalar için gerekli raporlamalar konusunda taahhütte bulunması,

- Okul yönetimlerinin bu kapsamda bir başvuru dosyası hazırlayarak yönetim ekibine sunması.

Değerlendirmeler sonucunda projeye İstanbul'dan bir ve Kocaeli'nden üç okul dâhil edilmiş ve okullara bilgi verilmiştir.

İş Paketi-3: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı

Üçüncü iş paketinde seçilen okullardan 39 öğretmene 8-13 Ekim 2018 tarihleri arasında yüz yüze, 1 Ekim 2018 ve 15 Kasım 2018 tarihleri arasında çevrimiçi olarak STEM ve Sanayi 4.0 eğitim program uygulanmıştır. Programın eğitimcileri aşağıda yer almaktadır:

- **Eğitim Koordinatörü ve STEM Eğitmeni:** Doç. Dr. Devrim Akgündüz
- **Sanayi 4.0 Konuşmacısı:** İzlem Tekin Bayrak-Arçelik
- **Robotik ve Programlama Eğitmeni:** Dr. Öğr. Üyesi Burak Şişman ve Aydın Tiryaki
- **Mobil Programlama ve IoT Eğitmeni:** Prof. Dr. Yaşar Özden
- **3-D Tasarım Eğitmeni:** Dr. Ahmet Çelik
- **Bulut Bilişim Sistemleri Eğitmeni:** Dr. Öğr. Üyesi Özge Kelleci
- **Siber Güvenlik, Büyük Veri, Otomasyon ve Sistem Entegrasyonu Eğitmeni ve Yapay Zekâ Eğitmenleri:** Ceyhun Göcenoğlu, Ozan Olak, Said Çelik, Begüm Daşkaya, Poyraz Sağtekin, Cüneyt Göksu (IBM)
- **Sanal ve Artırılmış Gerçeklik Eğitmenleri:** Doç. Dr. Deniz Yengin, Doç. Dr. And Algül, Ar. Gör. Tamer Bayrak

Yüz yüze eğitimler İstanbul Aydın Üniversitesi STEM Laboratuvarı, Sanal Gerçeklik Laboratuvarı ve IBM İnovasyon Merkezinde altı günde yoğun bir şekilde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara hem eğitimlerde hem de okullarda kullanılmak üzere birer “teknoloji-programlama kiti” verilmiştir.

Çevrimiçi eğitimler İstanbul Aydın Üniversitesi Online Eğitim Merkezi uhdesinde oluşturulan bir portal aracılığı gerçekleştirilmiştir. Bütün eğitimler Adobe Connect ve Moodle üzerinden canlı gerçekleştirilmiştir. Çevrimiçi dersler ortalama dört haftada işlenmiştir. Bazı dersler yüz yüze eğitim öncesi başlamış ve yüz yüze eğitim sonrası çeşitli görevlerle tamamlanmıştır. Çevrimiçi eğitimlerin videoları sistem üzerinde saklanmış ve proje boyunca 7/24 öğretmenlerin kullanımına açık olarak kalmıştır.

Çevrimiçi eğitimlere, projeye dâhil edilemeyen Kandıra MTAL, Körfez ve Hereke Nuh Çimento MTAL'den 26 öğretmen de katılma fırsatı yakalamış, bu okullara ikişer adet teknoloji kiti gönderilmiştir.

İş Paketi-4: STEM ve Sanayi 4.0 Eğitim Programı sonrası İzleme Safhası

Dördüncü iş paketinde eğitim alan tüm öğretmenler okullarında Okul Proje Koordinatörü olarak görevlendirilmiş ve koordinatörler kurulunu oluşturmuştur. Koordinatörler kurulu okulun bir yıllık eylem planını hazırlamıştır. Bu eylem planına göre:

- Okul proje koordinatörleri diğer öğretmenlere ve öğrencilere STEM ve Sanayi 4.0 farkındalık eğitimleri vermiştir.
- Okul proje koordinatörleri fizik, kimya, biyoloji ve matematik alanlarında iki dönemde ikişer adet STEM ders planı hazırlamıştır. Ders planları proje yönetim ekibine gönderilmiş ve incelendikten sonra geri bildirimde bulunmuş ve revize edilmiştir. Onaylanan planlar doğrultusunda çoğunlukla 9. ve 10. sınıf öğrencileri ile proje tabanlı STEM çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Proje tabanlı STEM formları yönetim ekibi tarafından sağlanmıştır.
- Okullarda hedef gruptaki öğrenciler, beşer kişilik gruplara ayrılarak, hazırlanan ders planları kapsamında proje hazırlamıştır.
- Ortaya çıkan ürünler okullarda sergilenmiştir. Bu ürünlerin belgeleri ve fotoğrafları proje yönetim ekibine akademik dönem sonlarında gönderilmiştir.
- Okullarda yapılan çalışmalar iki ay arayla yapılan toplantılarda proje yönetim ekibine rapor olarak sunulmuştur. Rapor yazım formatı koordinatörlere yönetim ekibi tarafından gönderilmiştir. Raporlar proje yönetim ekibi tarafından klasörlerde toplanarak değerlendirilmiş ve okul proje koordinatörlerine geri bildirim verilmiştir.

Proje yönetim ekibi ikişer ay arayla okulları ziyaret ederek yerinde danışmanlık ve izleme faaliyeti sürdürmüştür. Öğretmenlere ders planları ve mühendislik tasarım süreçleri, ürünlerin geliştirilmesi hususlarında destek olmuştur. Okuldaki atölyeler incelenmiş ve Sanayi 4.0 kapsamında çeşitli öneriler getirilmiştir.

İş Paketi-5: Proje Fuarı

Beşinci iş paketinde proje kapsamında yapılan tüm çalışmaların sergileneceği bir proje fuarı düzenlenmiştir.

- Proje fuarına proje okullarından 39 proje koordinatörü ve okul öğrencileri katılmıştır. Ayrıca çevrimiçi eğitime katılan okulların öğretmenler ve okul öğrencileri de davet edilmiştir.

- Proje fuarına hazırlık olarak her okula özel proje kitabı ve panoları yönetim ekibince belirlenen bir format doğrultusunda öğretmenler tarafından hazırlanmış, proje yönetim ekibince düzenlenmiş ve basılmıştır.

- Her okuldan 20 adet ürünün proje fuarında sergilenmesi sağlanmıştır.

- Öğretmenlerin ve öğrencilerin görüşlerini yansıtan kısa videolar katılımcılarla paylaşılmıştır.

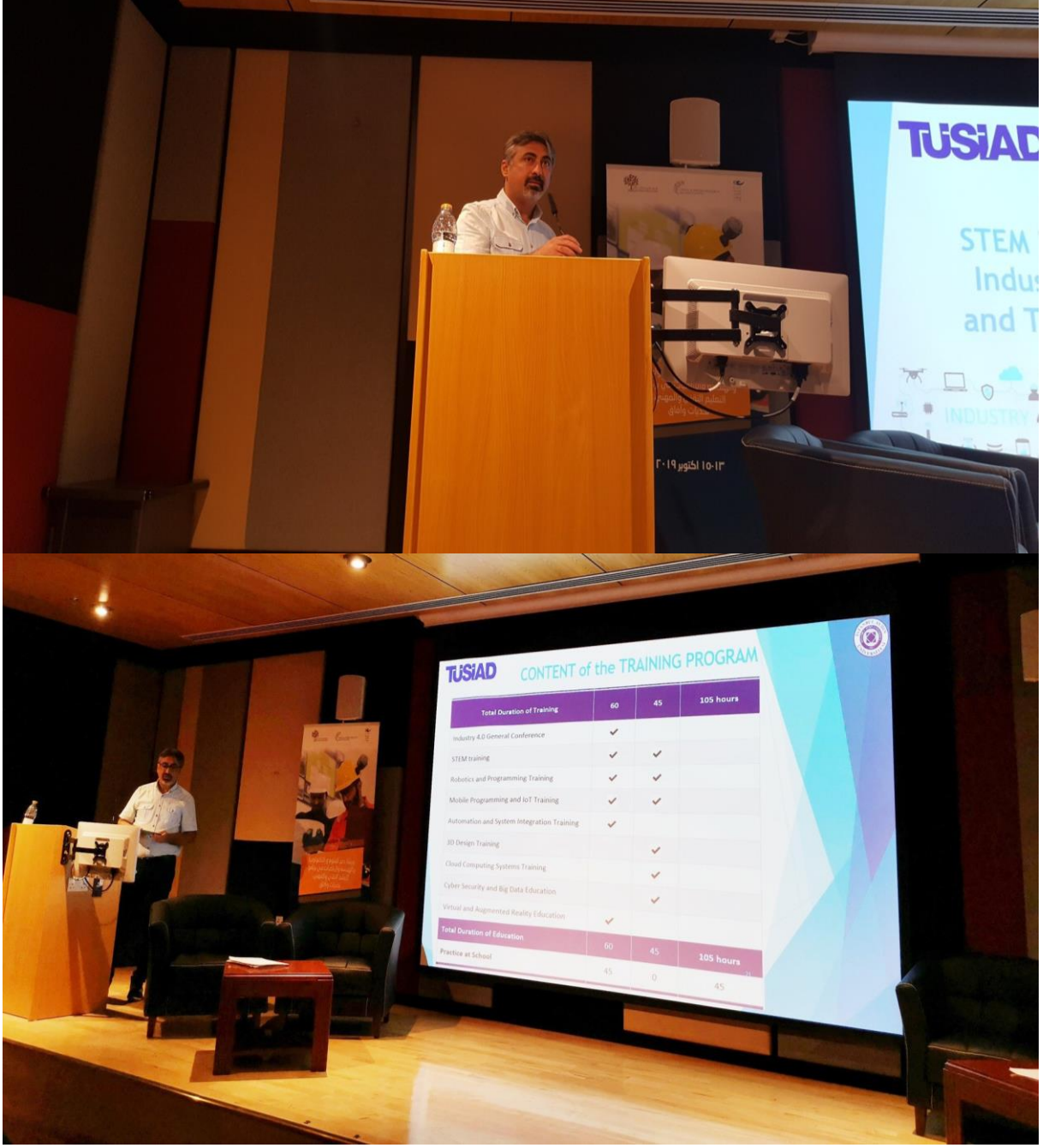
- Proje fuarında proje yürütücüsü Doç. Dr. Devrim Akgündüz moderatörlüğünde okulları temsilen yedi öğretmenle bir panel gerçekleştirilmiştir.

- Panel sonrasında öğretmenlere TÜSİAD ve İAÜ imzalı sertifika takdim edilmiştir. Ayrıca çevrimiçi eğitime katılan 26 öğretmene de çevrimiçi eğitime katılım belgesi takdim edilmiştir.

İş Paketi-6: Rapor Yazımı ve Yayın Çalışmaları

Altıncı iş paketinde projenin raporunun yazımı ve yayın çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Projede elde edilen ilk veriler; 13-15 Ekim 2019 tarihlerinde Doha, College of the North Atlantic-Qatar tarafından Qatar National Research Funds (QNRF) ve Qatar Petrochemical Company sponsorluğunda gerçekleştirilen “Trends in the Development and Integrating of STEM in to TVET Education Programmes: Issues, Concerns and Prospects” Çalıştayında “STEM Education Project for Industry 4.0 in Vocational and Technical High Schools” başlığı altında Proje Yürütücüsü Doç. Dr. Devrim Akgündüz tarafından sunulmuştur.



Görsel 2. Devrim Akgündüz'ün "Trends in the development and integrating of STEM in to TVET education programmes: Issues, concerns and prospects" adlı konuşması.

2.2.4. Veri Toplama ve Değerlendirme Araçları

Projede bu raporda kaynak olarak kullanılmak üzere üç adet veri toplama aracı kullanılmıştır. Bunlar:

- 1- STEM Öğretmen Bilgi Formu
- 2- STEM Eğitim Değerlendirme Formu
- 3- STEM Genel Değerlendirme Formu

Ayrıca öğretmenlerin hazırladıkları ders planları, mühendislik tasarım formları ve ürünleri içeren portfolyolar da veri kaynağı olarak değerlendirilmiştir. Ancak bu portfolyoların analizleri bu raporda kullanılmamıştır.

1- STEM Öğretmen Bilgi Formu:

23 adet demografik soru ve 16 adet STEM eğitimi, Robotik, Sanayi 4.0 ve bileşenleri ve mesleki teknik eğitimini kapsayan açık uçlu yoruma dayalı soru olmak üzere 39 sorudan oluşmaktadır. İki adet soru yarım sayfalık bir kompozisyon yazımını gerektirmektedir. Soruların cevaplarında kısıtlamaya gidilmemiştir. Bu form projenin başında, eğitimler başlamadan öğretmenler tarafından doldurulmuştur. Bazı örnek sorular aşağıda yer almaktadır:

Endüstri 4.0 kavramı ile ilgili bildiklerinizden bahsediniz. (Lütfen herhangi bir kaynağa başvurmayınız. Bu bilgiler sadece ön bilgilerinizi görmek için değerlendirilecektir) *

Yeterli ve gerekçeli bir yazı yazınız

Long answer text

Sizce bir meslek lisesinde fizik, kimya, biyoloji ve matematik dersleri gerekli midir yoksa öğrenciler için zaman kaybı mıdır? Açıklayınız. *

Long answer text

2- STEM Eğitim Değerlendirme Formu:

Dört adet demografik soru, 14 adet dereceli anket sorusu ve 25 adet açık uçlu yoruma dayalı soru olmak üzere 36 sorudan oluşmaktadır. Bazı sorular eğitimle ilgili genel görüşleri yansıtmak için hazırlanmıştır. Dereceli anket soruları eğitim öncesi ve sonrası STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenleri yetkinlik düzeyleri hakkında bilgi elde etmek, açık uçlu yoruma dayalı sorular ise eğitimde ele alındıktan STEM eğitimi ve Sanayi 4.0 bileşenleri hakkında öğretmenlerin görüşlerini almak için eğitim sonrasında sorulmuştur. Bazı örnek sorular aşağıda yer almaktadır:

Robotik ve Programlama ile ilgili yetkinlik düzeyiniz hakkında bilgi veriniz. *

	Çok Yeterli	Yeterli	Orta	Yetersiz	Çok Yetersiz
Eğitim Öncesi	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eğitim Sonrası	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Robotik ve programlama eğitimi ile ilgili düşünceleriniz? *

Yeterli ve gerekçeli bir yazı yazınız

Long answer text

Mars'a araç gönderecek ya da orada koloni kurulmasını sağlayacak bir ekipte *
bir meslek lisesinin olma ihtimali nasıldır? Mesleki okul mezununa böyle bir
durumda nasıl bir rol biçilir? Açıklayınız?

Long answer text

3- STEM Eğitimi Genel Değerlendirme Formu:

Dört adet demografik soru, 11 adet dereceli anket sorusu, 19 soru STEM eğitimi, Robotik, Sanayi 4.0 ve bileşenleri ve mesleki teknik eğitimi kapsayan açık uçlu yoruma dayalı soru olmak üzere 34 sorudan oluşmaktadır. Bazı sorular tüm proje süreci ile ilgili genel görüşleri elde etmek için sorulurken, dereceli anket soruları öğretmenlerin proje sonundaki yetkinlik düzeylerini değerlendirmek için proje bitiminde sorulmuştur. Bazı örnek sorular aşağıda yer almaktadır:

STEM eğitimi ile ilgili yetkinlik düzeyiniz hakkında bilgi veriniz. *

	Çok Yeterli	Yeterli	Orta	Yetersiz	Çok Yetersiz
Program sonunda	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ders planları geliştirirken, farklı branş öğretmenleri ile işbirlikli çalıştınız. Farklı branş öğretmenleri ile işbirlikli çalışmanın size katkılarının neler olduğunu düşünüyorsunuz?

Long answer text

2.2.5. Veri Analizi

STEM Öğretmen Bilgi Formu, STEM Eğitimi Değerlendirme Formu ve STEM Genel Değerlendirme Formundan elde edilen nicel veriler, SPSS programı aracılığıyla betimsel analiz tekniği ile frekans ve yüzde hesaplanması yapılarak değerlendirilmiştir. Sıralanan veri toplama araçlarındaki açık-uçlu yoruma dayalı sorulara alınan yanıtlar ise, içerik analizi ile incelenmiştir (Miles ve Huberman, 1994). Bu aşamada öncelikle her iki araştırmacı bağımsız olarak veriyi tekrarlı olarak okumuş ve ortaya çıkan kodlar listesini oluşturmuştur. İkinci aşamada, araştırmacılar oluşan kod listelerini değerlendirerek ekip halinde veri üzerinde çalışmışlardır. Fikir ayrılıkları üzerine görüş bildirilmesi nihai kod listesi ile sonuçlanmıştır. Böylelikle, öğretmenlerin açık-uçlu sorulara verdikleri yanıtlarda yoğunlukla söz ettikleri kavram ve olgular ortaya konmuştur (Miles ve Huberman, 1994; Yıldırım ve Şimşek, 2013).

Bölüm 3

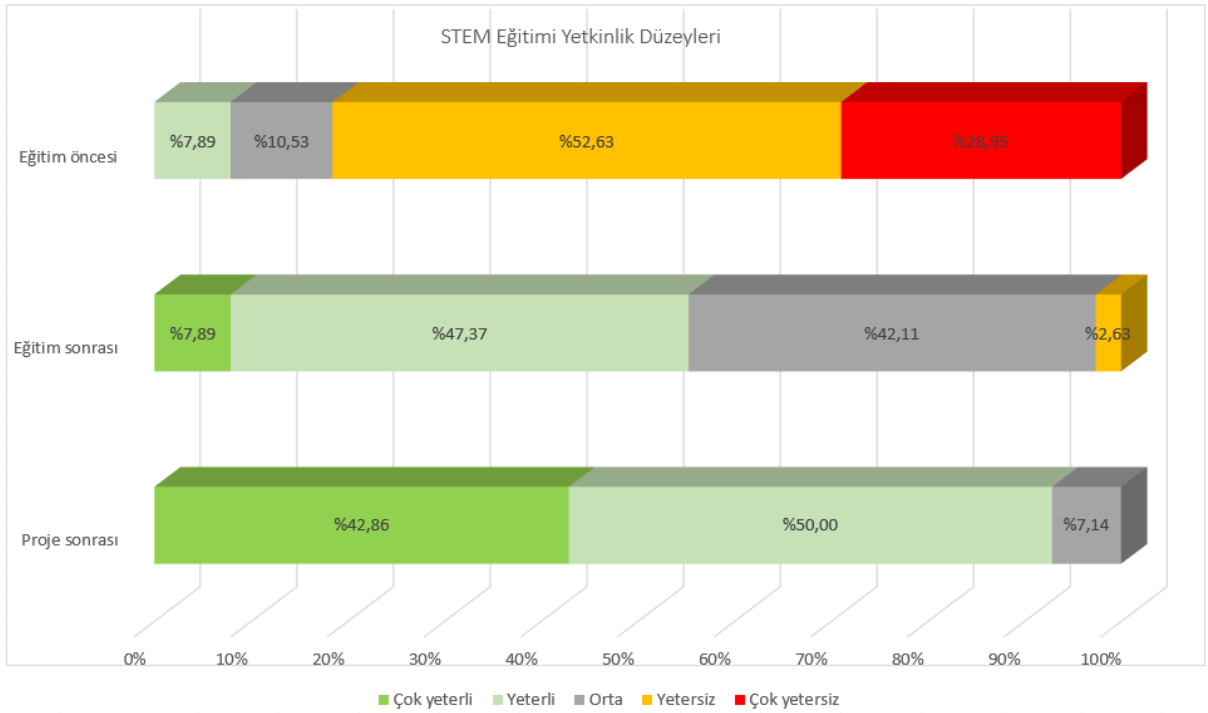
BULGULAR

3. Bulgular

Çalışmada elde edilen veriler iki kategoride analiz edilmiştir. İlk bölümde nicel, ikinci bölümde nitel veriler ve bulgular sunulmaktadır.

3.1. Nicel Verilerin Analizi

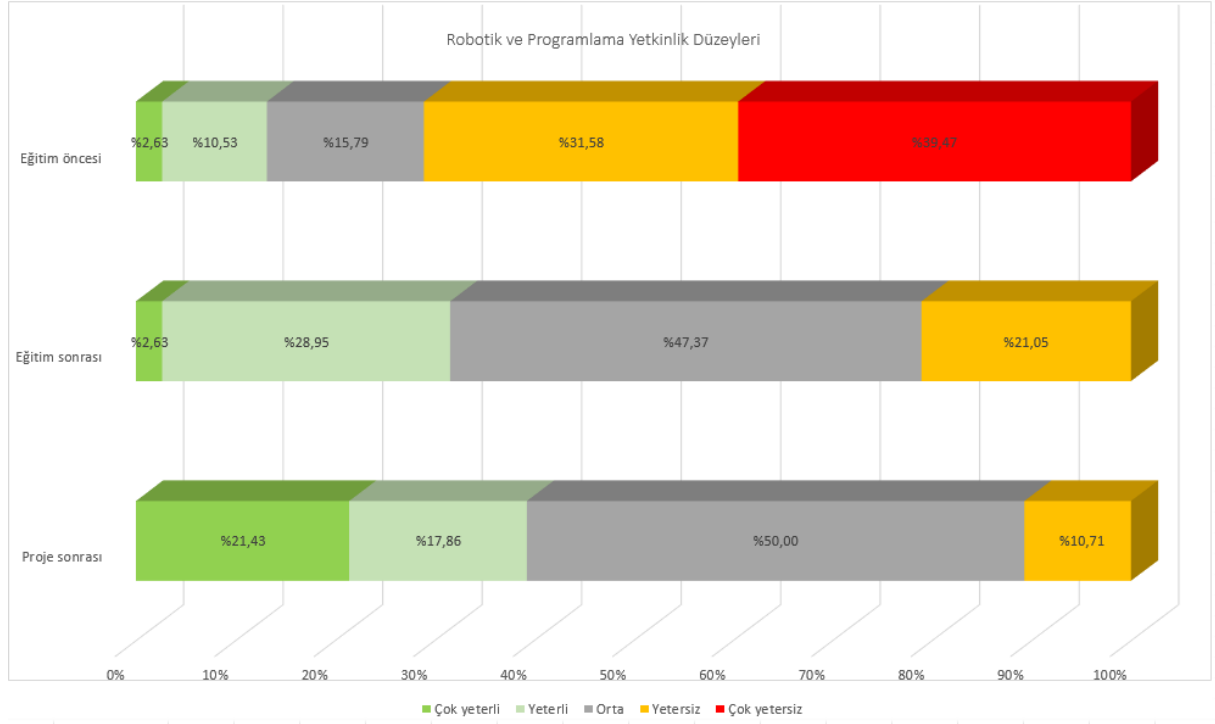
Şekil 19’da, projeye katılan öğretmenlerin proje süresince STEM eğitimi yetkinlik düzeylerindeki değişimler ele alınmaktadır. Öğretmenlerin, STEM yetkinlik düzeylerini “Çok Yeterli” ve “Yeterli” ile ifade etme oranlarında büyük bir artış gözlenirken, “Yetersiz” ve “Çok Yetersiz” kategorilerinde önemli düşüş tespit edilmiştir.



Şekil 19. Proje süresince STEM eğitimi yetkinlik düzeyleri

Şekil 19’deki veriler ışığında, projeye katılan öğretmenlerin proje süresince STEM eğitimi yetkinlik düzeylerindeki değişim incelendiğinde, projenin öğretmenlere en fazla ilerleme gösterme fırsatı sunduğu başlıklardan birisi olduğu görülmektedir. Proje sonunda, öğretmenlerin STEM yetkinliklerini yeterli ve çok yeterli olarak ifade etme oranlarında çok önemli artışlar gerçekleşmiştir. Proje sonunda yetkinlik düzeyini çok yetersiz ve yetersiz olarak ifade eden öğretmen bulunmadığı görülmektedir.

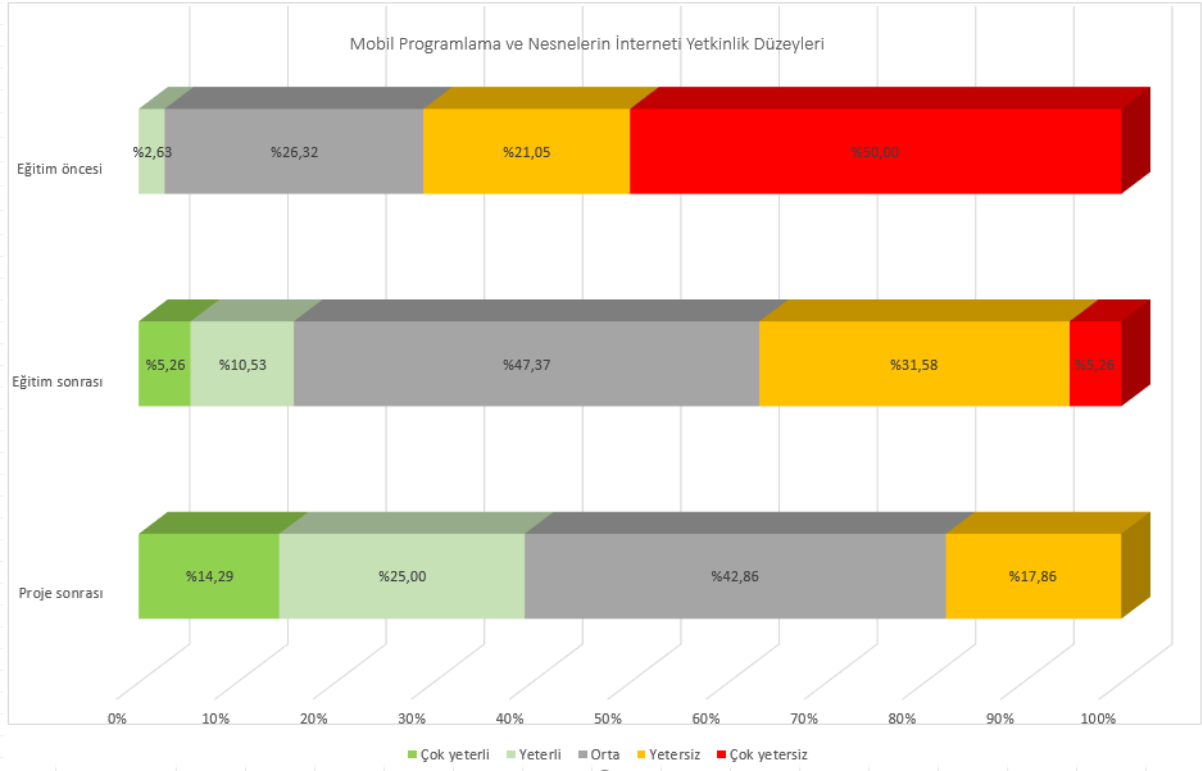
Şekil 20’de projeye katılan öğretmenlerin robotik ve programlama yetkinliklerindeki değişimler sunulmuştur.



Şekil 20. Proje süresince robotik ve programlama eğitimi yetkinlik düzeyleri

Şekil 20’de gösterildiği üzere, robotik ve programlama yetkinliği bakımından, projeye katılan öğretmenlerin önemli bir ilerleme gösterdikleri, eğitim sonrasında ve proje sonunda yetkinlik düzeyini çok yetersiz olarak ifade eden öğretmen olmadığı görülmüştür. Eğitim sonrasında yetkinlik düzeyini yeterli olarak gören öğretmenlerin oranı artmıştır.

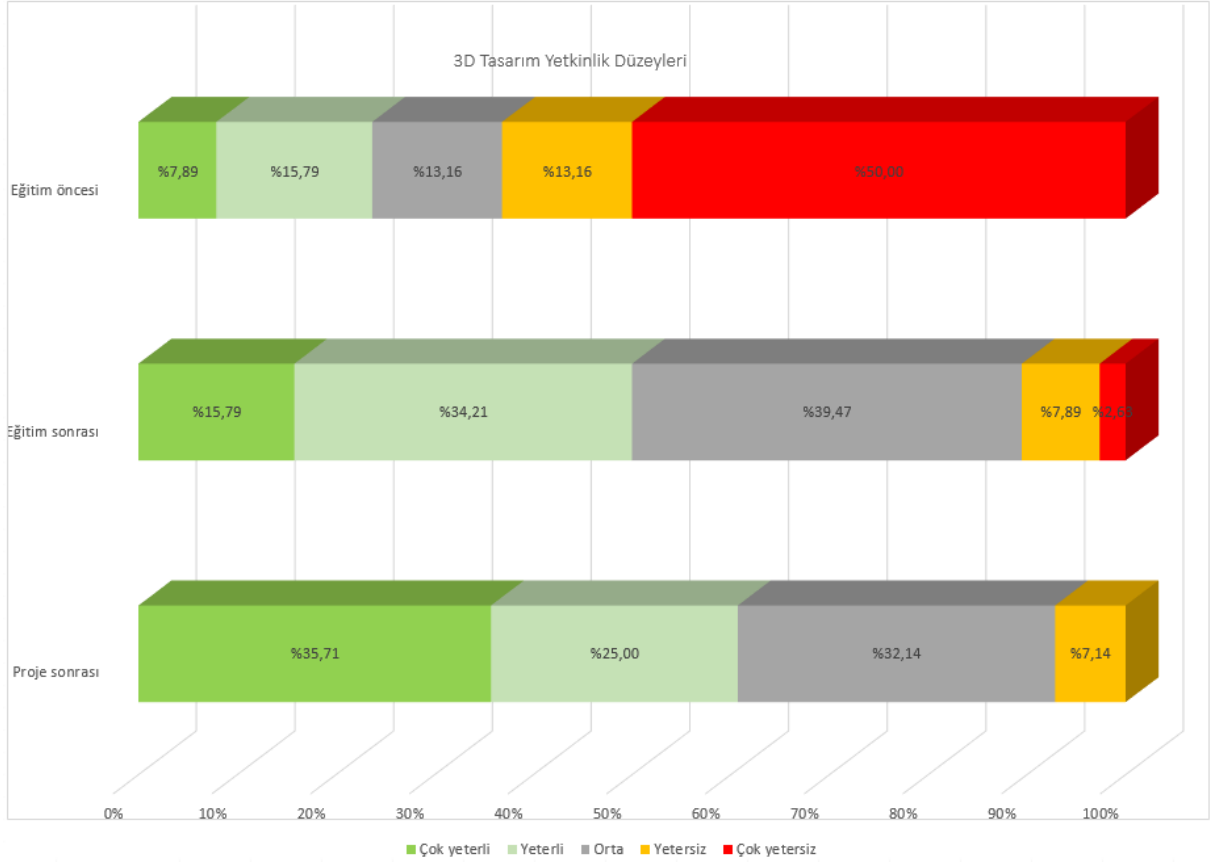
Şekil 21, proje öğretmenlerinin mobil programlama ve nesnelerin interneti yetkinlik düzeylerindeki değişimi yansıtmaktadır.



Şekil 21. Proje süresince mobil programlama ve nesnelerin interneti yetkinlik düzeyleri

Şekil 21’de sunulan sonuçlar incelendiğinde, proje sonunda mobil programlama ve nesnelerin interneti yetkinlik düzeyini çok yetersiz olarak ifade eden öğretmen bulunmadığı görülmektedir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğu yetkinlik düzeylerinin yeterli ve çok yeterli olduğunu düşünmektedir.

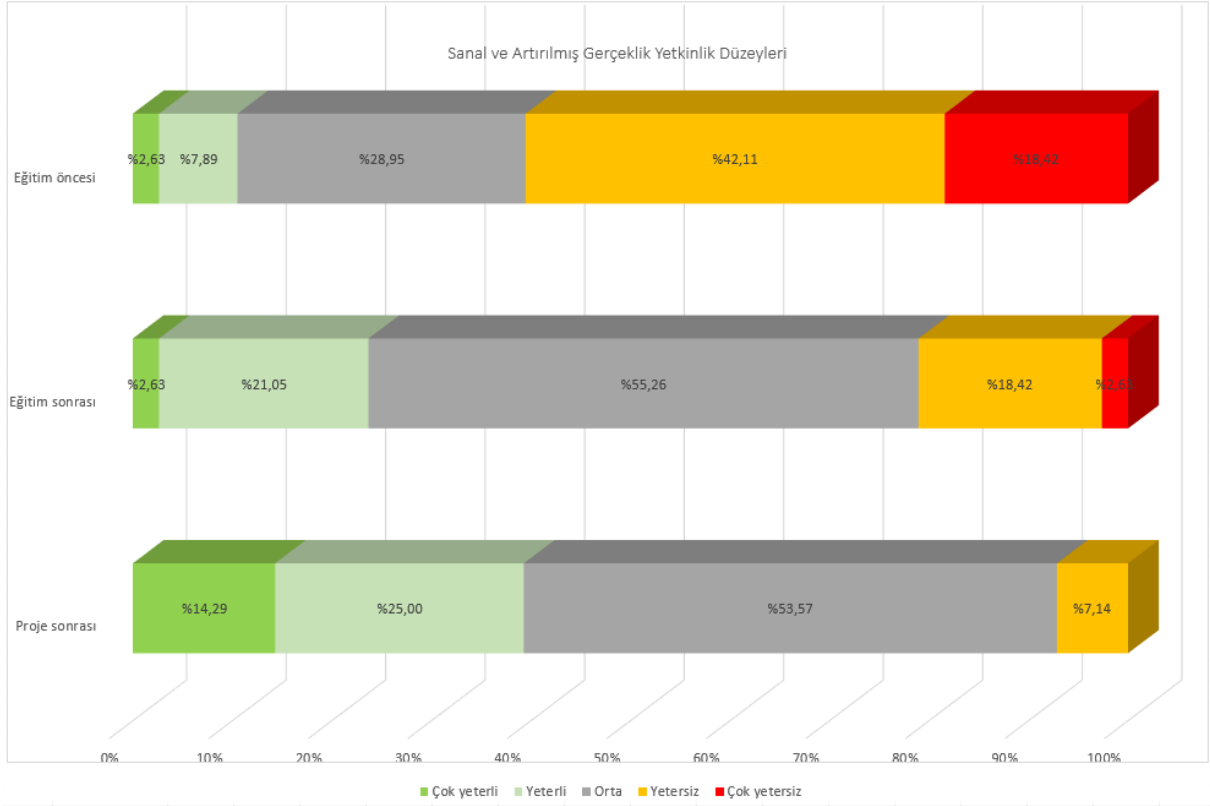
Şekil 22’de projeye katılan öğretmenlerin 3D tasarım yetkinliklerindeki değişimler sunulmuştur.



Şekil 22. Proje süresince 3D tasarım yetkinlik düzeyleri

Şekil 22 incelendiğinde, 3D tasarım yetkinliği bakımından, projeye katılan öğretmenlerin yeterliklerinde önemli ilerlemeler olduğu tespit edilmiştir. Eğitim öncesinde yetkinlik düzeylerinin yetersiz ve çok yetersiz olduğuna inanan öğretmenlerin oranı, hem eğitim sonrası hem de proje sonunda büyük bir düşüş göstermiştir.

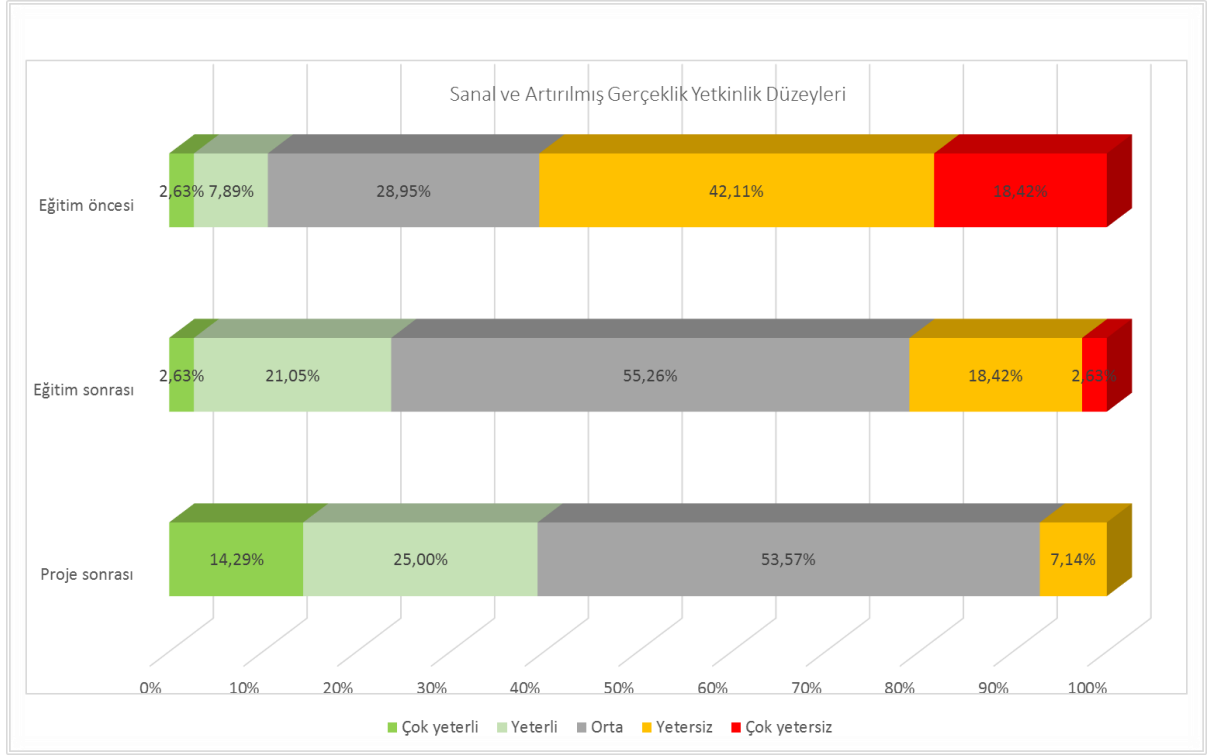
Şekil 23'de projeye katılan öğretmenlerin bulut bilişim sistemleri yetkinliklerindeki değişimler sunulmuştur.



Şekil 23. Proje süresince bulut bilişim sistemleri yetkinlik düzeyleri

Şekil 23 verileri ışığında, projeye katılan öğretmenler bulut bilişim sistemleri yetkinliği bakımından incelendiğinde, önemli bir gelişme gösterdikleri ortaya konmuştur. En büyük fark ise “Yetersiz” kategorisinde gözlenmiştir. Öğretmenler proje sonunda yetkinliklerini “Çok Yetersiz” olarak ifade etmezken, eğitim öncesinde “Yetersiz” yönünde görüş bildiren öğretmenlerde çok büyük düşüş olduğu, “Çok Yeterli” ve “Yeterli” yönünde görüş bildiren öğretmenlerde ise çok büyük bir artış olduğu görülmektedir.

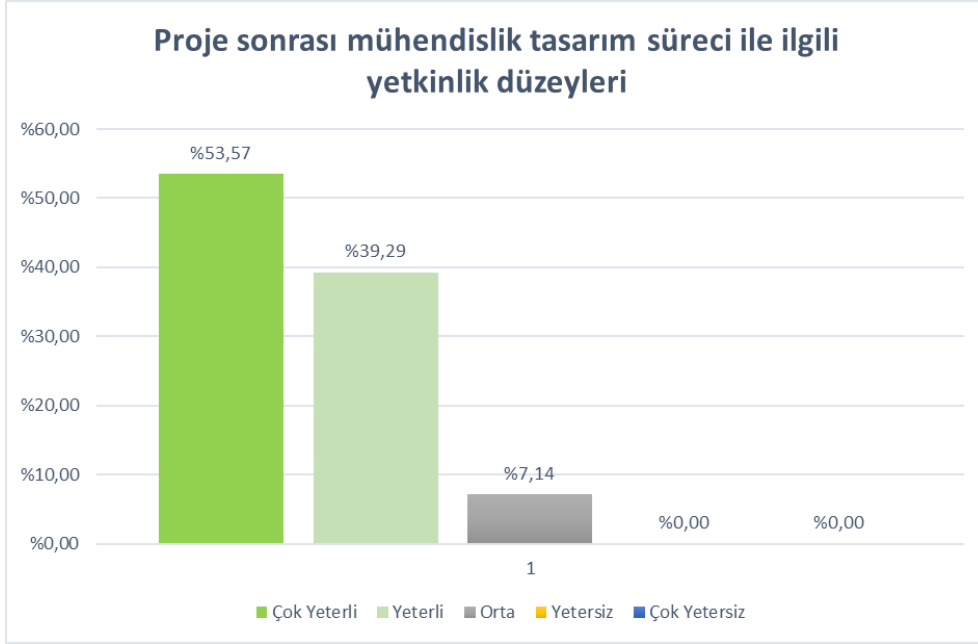
Şekil 24’te projeye katılan öğretmenlerin sanal ve artırılmış gerçeklik yetkinliklerindeki değişimler sunulmuştur.



Şekil 24. Proje süresince sanal ve artırılmış gerçeklik yetkinlik düzeyleri

Şekil 24 incelendiğinde, projeye katılan öğretmenlerin sanal ve artırılmış gerçeklik yetkinlik düzeylerinde, proje süresince önemli ilerlemeler olduğu ortaya konmuştur. Öğretmenlerin yetkinlik düzeylerinin yeterli olduğunu düşünmeleri yönünde görüşler artarken, yetersiz yetkinlik yönündeki görüşler azalmıştır. Örneğin “Yetersiz” kategorisi için, eğitim öncesi düzey ile proje sonu düzey arasında büyük bir fark bulunmaktadır.

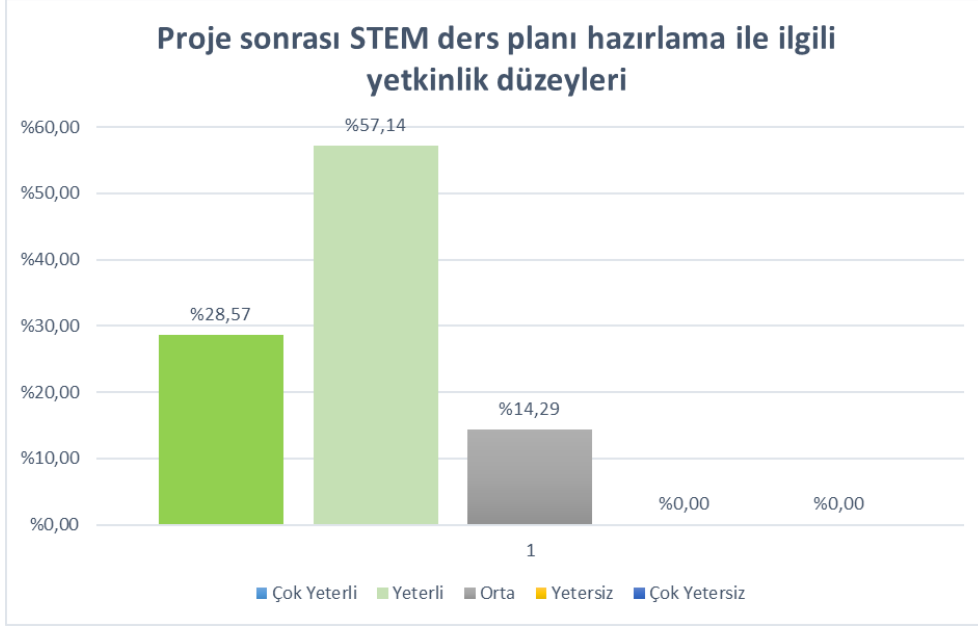
Şekil 25’de projeye katılan öğretmenlerin proje sonrası mühendislik tasarım yetkinlikleri ortaya konulmuştur.



Şekil 25. Proje sonrası mühendislik tasarım süreci ile ilgili yetkinlik düzeyleri

Şekil 25’te sunulduğu üzere, proje sonunda mühendislik tasarım süreci yetkinlik düzeyini “Yetersiz” ve “Çok Yetersiz” olarak ifade eden öğretmen bulunmadığı ortaya konmuştur. Bu durum öğretmenlerin büyük çoğunlukla STEM eğitiminin önemli bir parçası olan mühendislik tasarım sürecini içselleştirdiği anlamına gelebilir.

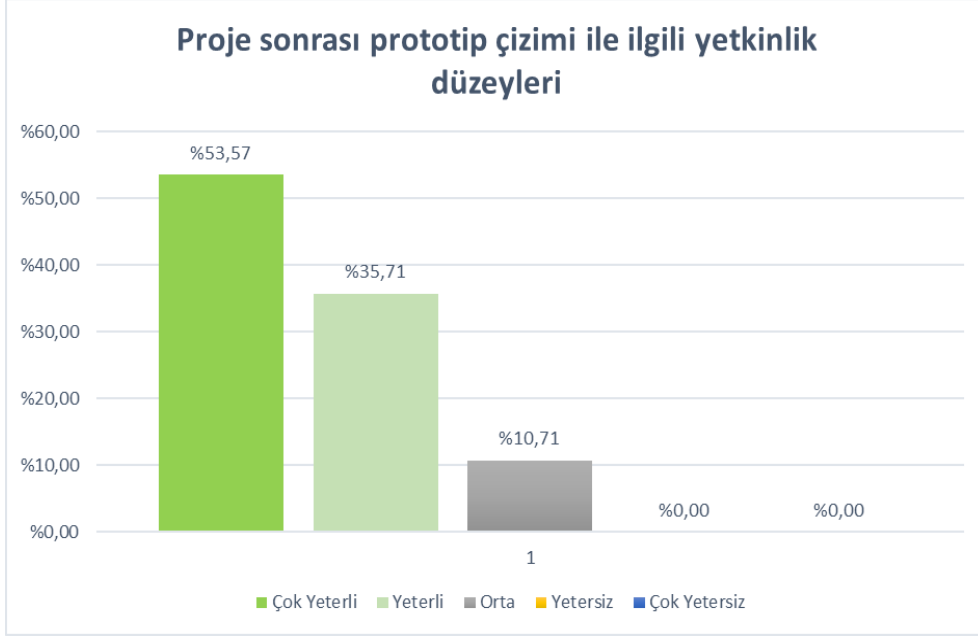
Şekil 26’da projeye katılan öğretmenlerin proje sonrası STEM ders planı hazırlama yetkinlikleri ortaya konulmuştur.



Şekil 26. Proje sonrası STEM ders planı hazırlama ile ilgili yetkinlik düzeyleri

Şekil 26’da, proje sonrasında yetkinlik düzeyini “Yetersiz” ve “Çok Yetersiz” olarak ifade eden öğretmen bulunmadığı ve öğretmenlerin yarısından fazlasının düzeylerini yeterli olarak ifade ettikleri yansıtılmıştır.

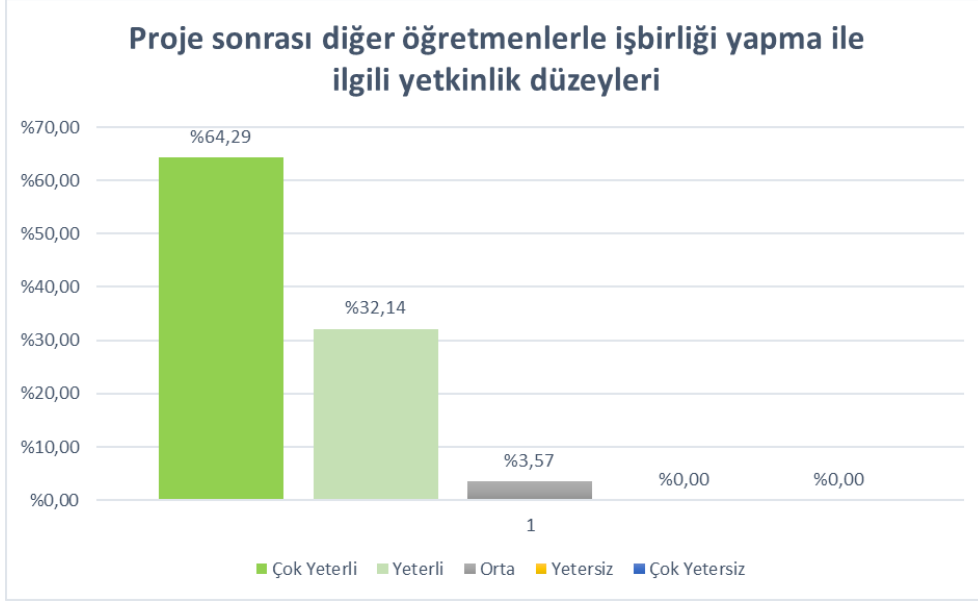
Şekil 27’de projeye katılan öğretmenlerin proje sonrası prototip çizimi ile ilgili yetkinlikleri ortaya konulmuştur.



Şekil 27. Proje sonrası prototip çizimi ile ilgili yetkinlik düzeyleri

Şekil 27’de gösterildiği üzere, proje sonunda prototip çizimi yetkinlik düzeyini “Yetersiz” ve “Çok Yetersiz” olarak ifade eden öğretmen bulunmaması, proje süresince yapılan çalışmaların, prototip çizimine önemli katkılarda bulunduğunu ifade etmektedir.

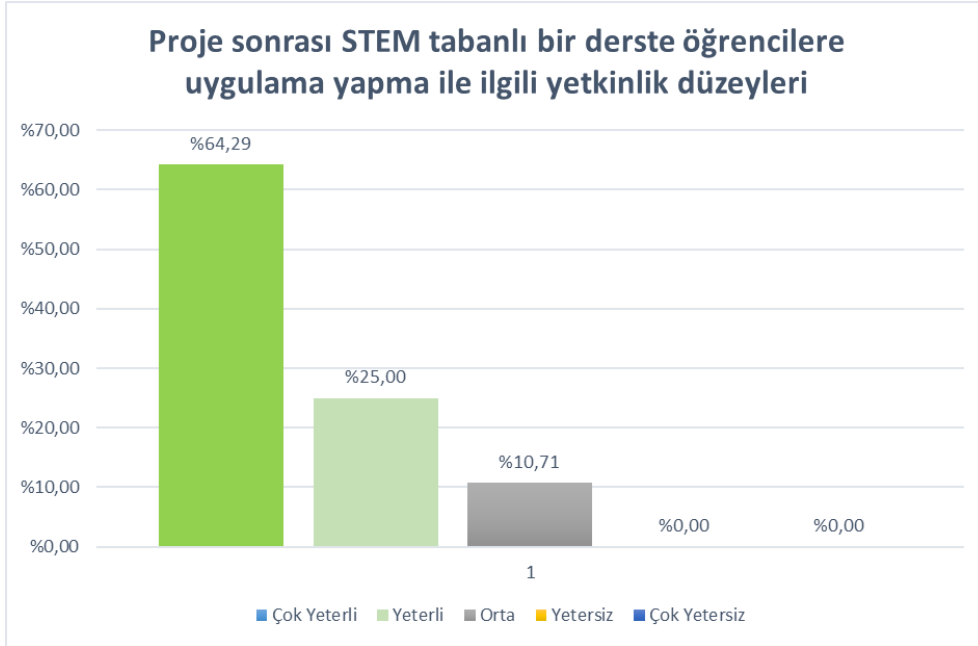
Şekil 28’de projeye katılan öğretmenlerin proje sonrası diğer öğretmenler ile iş birliği yapma konusundaki yetkinlikleri ortaya konulmuştur.



Şekil 28. Proje sonrası diğer öğretmenlerle iş birliği yapma ile ilgili yetkinlik düzeyleri

Şekilde 28’da yansıtıldığı üzere, proje sonunda diğer öğretmenlerle iş birliği yapma bakımından katılımcı öğretmenlerin yarısından fazlası kendini çok yeterli olarak görmektedir.

Şekil 29’da projeye katılan öğretmenlerin proje sonrası STEM tabanlı bir derste öğrencilere uygulama yapma konusundaki yetkinlikleri ortaya konulmuştur.



Şekil 29. Proje sonrası bir STEM tabanlı derste öğrencilere uygulama yapma ile ilgili yetkinlik düzeyleri

Şekilde 29’da sunulan veriler incelendiğinde, öğretmenlerin çok büyük çoğunluğunun, projenin STEM tabanlı derste uygulama yapma yetkinliklerine katkı sunduğunu düşündükleri görülmektedir. Proje sonunda yetkinlik düzeyini “Çok Yetersiz” ve “Yetersiz” olarak ifade eden öğretmen bulunmamaktadır.

3.2. Nitel Verilerin Analizi

3.2.1. STEM Kavramı

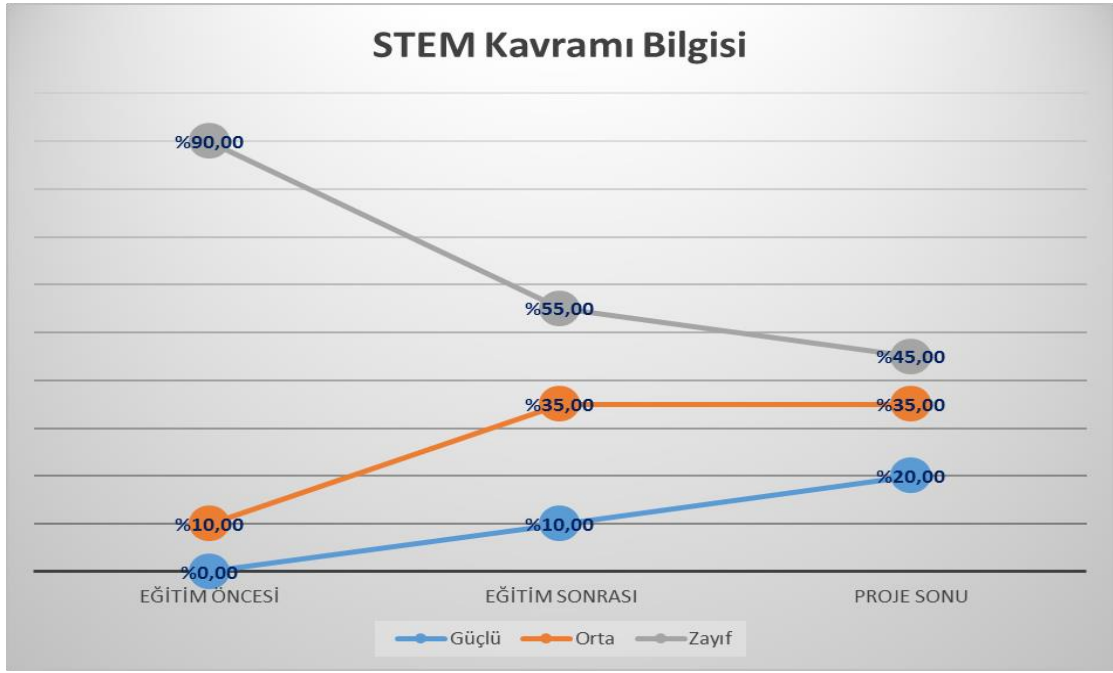
Projede görev alan öğretmenlere, eğitim öncesinde, eğitim sonrasında ve proje sonunda toplam üç kez olmak üzere “STEM kavramı sizce ne ifade ediyor?” sorusu yöneltilmiştir. Tablo 1’de öğretmenlerin STEM kavram bilgilerini incelemeye kullanılan seviyelere ait açıklamalar ifade edilmektedir.

STEM kavram bilgilerini incelemeye kullanılan seviyelere ait açıklamalar ifade edilmektedir.

Tablo 1. STEM kavram seviyeleri

Seviye	Açıklama
Güçlü	Birden fazla STEM disiplininin ismi ile disiplinler arası iş birliği, bu iş birliği ile problemlere çözüm getirildiği, ürün ortaya konduğu, günlük yaşam, gerçek hayat problemleri ile bağlantı.
Orta	<i>En az biri</i> Birden fazla STEM disiplininin ismi ile disiplinler arası iş birliğine vurgu, disiplinler arası iş birliğinin olumlu sonuçlarına vurgu (bilginin kullanımı, ilişkili beceriler, tasarım, mühendislik tasarım süreci ve üretim gibi)
Zayıf	<i>En az biri</i> Birden fazla STEM disiplininin ismi, disiplin alanları verilmeden iş birliği vurgusu (bir araya gelme, disiplinlerin birleşimi, ortak çalışması gibi ifadeler)

Tablo 1’de sunulduğu üzere verilen yanıtlar üç seviyeye ayrılarak incelenmiştir: “Güçlü”, “Orta” ve “Zayıf”. Elde edilen bulgular Şekil 30’da verilmiştir.



Şekil 30. STEM kavramı bilgisi

Şekil 30 incelendiğinde, eğitim sonrasında ve proje sonunda öğretmen yanıtlarında, “Güçlü” ve “Orta” seviyelerinde artış olduğu görülmektedir. Eğitim öncesinde öğretmenlerin yanıtlarının büyük çoğunluğu “Zayıf” seviyesinde yer almıştır. Proje sonunda ise “Zayıf” seviyesinde değerlendirilen yanıtlarda çok büyük bir düşüş yaşandığı görülmektedir. “Zayıf” seviyesi için örnek bazı alıntılar aşağıda paylaşılmıştır:

- *“Geleceği oluşturacak temellerin yapı taşları.”*
- *“Dünyanın sanayi devrimindeki sıçrayışını yakalayan her ülke gücü elinde tutar, bunun içinde gerçekten ciddi bir eğitim ve üretim şart...”*

“Zayıf” seviyesi için kategorize edilen yanıtların büyük çoğunluğunda, disiplinler arası iş birliğine değinilmemiş olup, yalnızca birden fazla STEM disiplininin ismi ifade edilmiştir. Diğer yanıtlarda ise, disiplinlerin ismi açıkça yazılmamış olup, disiplinler arası çalışmanın tasarım ve üretim süreçlerindeki önemine değinilmiştir. Örnek öğretmen yanıtları şu şekilde verilebilir:

- *“Fizik, kimya, matematik ve biyoloji alanlarının bütünleşerek daha verimli çalışması.”*
- *“Açılımı düşünüldüğünde bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının ortak çalışmasını yansıtıyor.”*

- *“Farklı mesleki alanların belirli bir soruna çözüm geliştirmek adına bir araya gelerek çalışmasıdır.”*

“Güçlü” seviyesinde değerlendirilen örnek yanıtlar aşağıda paylaşılmıştır:

- *“Günlük hayatta karşılaştığımız problemlere fizik, kimya, matematik ve biyoloji bilgilerimiz ile daha uygulamaya yönelik olan mühendislik bilgimizi entegre ederek çözümler üretmektir. Bu çözüm üretimi aşamasında mühendislik tasarım döngüsünü kullanmak ve iyi bir takım çalışması yapmak çok önemlidir.”*
- *“STEM (Fen, teknoloji, mühendislik, matematik) eğitimi teorik bilgilerin ürüne dönüştürülmesi ve 21. yüzyıl becerilerinin kazanılması açısından büyük önem teşkil etmektedir. STEM eğitimi ile fen ve matematik gibi temel bilimler mühendislik ve teknolojinin sağladığı uygulama ile entegre edilmektedir. Böylece STEM eğitimi ile disiplinler arası bir öğrenme sağlanmaktadır. STEM eğitimi, ekonomik olarak ilerlemeyi, bilgi ve bilişim çağını yakalamış bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır.”*

“Orta” seviyesinde değerlendirilen örnek yanıtlar ise şu şekilde verilebilir:

- *“STEM kavramı branşının içeriğini diğer fen ve teknoloji branşlarıyla ilişkilendirerek günlük hayat problemlerine öğrencilerimin daha donanımlı bir biçimde nasıl yaklaşacağını gösterebileceğim/ rehberlik edebileceğimi ifade ediyor.”*
- *“STEM eğitiminde farklı disiplinler uygulamaya yönelik olarak birbirleriyle entegre edilmektedir. Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik ayrı disiplinlerdir. Bunların birlikte entegre edildiği bir öğretimdir. Aşamaları: problemi tanımlama, araştırma, yorumlama, fikir üretme, prototip, test, geliştirme....”*

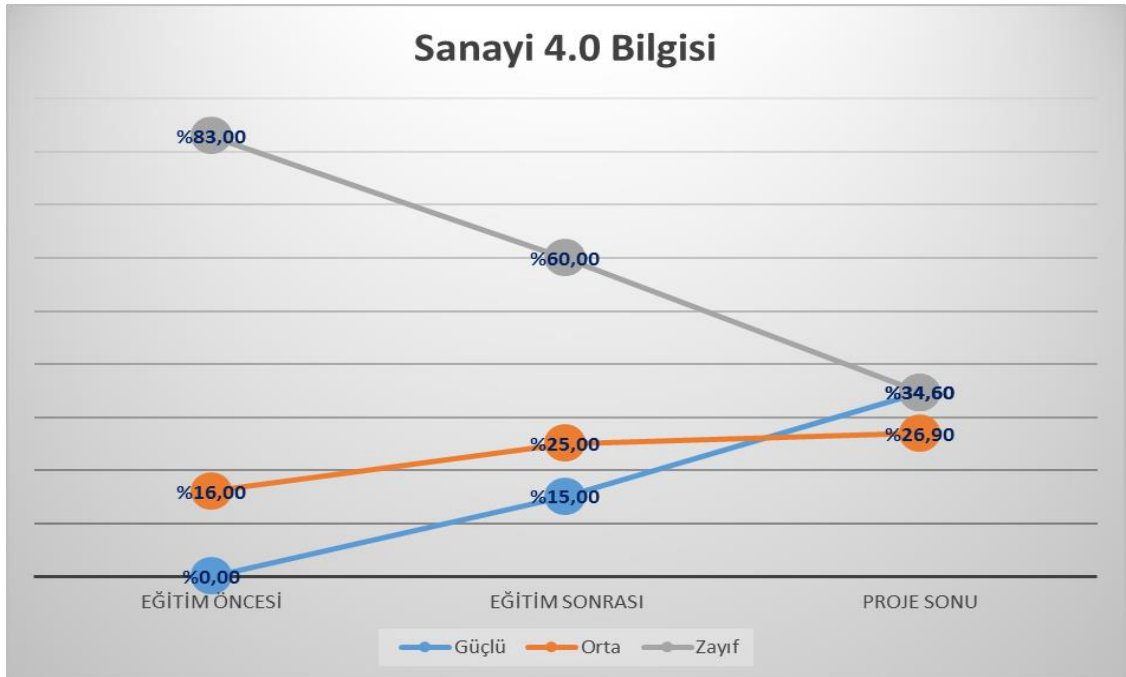
3.2.2. Sanayi 4.0 Kavramı

Projede görev yapan öğretmenlere, eğitim öncesinde, eğitim sonrasında ve proje sonunda toplam üç kez olmak üzere “Sanayi 4.0 kavramı ile ilgili bildiklerinizden bahsediniz” sorusu yöneltilmiştir. Tablo 2’de öğretmenlerin Sanayi 4.0 kavram bilgilerini incelemeye kullanılan seviyelere ait açıklamalar ifade edilmektedir.

Tablo 2. Sanayi 4.0 kavram seviyeleri

Seviye	Açıklama
Güçlü	Makinaların birbiri ile iletişimi, Sanayi 4.0 bileşenleri (nesnelerin interneti, büyük veri, 3D yazıcılar, bulut bilişim, siber güvenlik, sanal gerçeklik gibi), Güncel hayat bağlantısı, çeşitli örnekler, önceki endüstri devrimleri.
Orta	Makinaların birbiri ile iletişimi, Sanayi 4.0 bileşenleri (nesnelerin interneti, büyük veri, 3D yazıcılar, bulut bilişim, siber güvenlik, sanal gerçeklik gibi).
Zayıf	Teknoloji kullanımı, teknolojik gelişmeler, dijital dönüşüm, okul-sanayi iş birliği, ekonomik kalkınma, yeni meslekler ifadeleri

Yapılan incelemeler ile verilen yanıtlar üç seviyeye ayrılarak “Güçlü”, “Orta” ve “Zayıf” olarak kategorilendirilmiştir. Elde edilen veriler Şekil 31’de sunulmaktadır.



Şekil 31. Sanayi 4.0 kavramı bilgisi

Şekil 31 incelendiğinde, Sanayi 4.0 kavram bilgisinde, eğitim öncesinden proje sonuna kadar önemli ilerlemeler olduğu görülmektedir. Eğitim öncesinde, yanıtı “Güçlü” seviyesinde

değerlendirilen öğretmen yanıtı olmazken, proje sonunda, “Güçlü” seviyesinde yanıt oranının 34,6%'ya yükseldiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde, “Zayıf” seviyesinde değerlendirilen öğretmen yanıtları, eğitim öncesinden, proje sonuna kadar büyük bir düşüş göstermiştir.

Sanayi 4.0 bilgisine dair “Güçlü” seviyesinde değerlendirilen örnek yanıtlar aşağıda paylaşılmıştır:

- *“Bulut bilişim, nesnelere haberleşmesi, robotik kodlama, yapay zekâ ve artırılmış sanal gerçeklik, siber güvenlik kavramları hakkında bilgim arttı. Sorunların çözümlerinde daha kalıcı ve etkin yollar bulmamıza yardımcı olur. İmkânları daha fazla kullanmayı ve sonuç odaklı çalışmadan ziyade süreç odaklı ve sistematik, planlı çalışmayı teşvik eder.”*
- *“Sanayi 4.0 tek cümle ile ifade edersem sanayi devriminde buhar gücü, elektrik, otomasyondan sonra siber- fiziksel sistemlere, nesne ve hizmet internetine dayalı üretim ile geldiğimiz son noktadır. Sanayi 4.0 ile artık akıllı fabrikalar hayatımıza girmekte, üretimde insan gücünün yerini robotlar almakta, maliyet azalmakta ve insanların meslek tanımları değişmektedir. Meslek liseleri, endüstriye eleman yetiştiren kurumlar olarak, Sanayi 4.0 kavramının beklentileri doğrultusunda eğitimlerini yenilemeli ve yeni iş tanımlamalarına uygun bilgilerle donatılmış elemanlar yetiştirmelidirler.”*

Sanayi 4.0 bilgisine dair “Orta” seviyesinde değerlendirilen örnek yanıtlar aşağıda paylaşılmıştır:

- *“Sanayi 4.0'ın insanların sadece beyin gücüne ihtiyaç duyduğu, makinaların birbirleri ile haberleşmesi ile üretimlerin yapıldığı bir teknolojidir. Sanayi 4.0 kavramı bir meslek lisesinde yer alırsa öğrencilerimiz meslek lisesinden mezun olduktan sonra makinaları arası haberleşmenin nasıl olduğunun farkında olur ve Sanayi 4.0 ile üretime geçen fabrikalarda çok daha rahat iş bulabilir ve oluşan problemleri ve arızaları kolaylıkla çözebilir.”*
- *“Bir sanayi devrimi olduğu için meslek öğretmenin de endüstri 4.0 bileşenleri konusunda kendisini geliştirmesi zorunlu hale gelecektir. Makinaların haberleşmesi, robotların ve makinaların programlanması, karanlık fabrikalar, insansız üretim. Kendini sürekli yenilemek zorunda kalacaktır.”*

3.2.3. Eğitim Öncesi Okul, Öğretmen, Öğrenci Boyutu

Öğretmene düşen görevler:

Projede görev yapan öğretmenlere, eğitim öncesinde, “Bir öğretmen olarak fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanları göz önüne alındığında kendinize nasıl bir rol biçersiniz?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğu, STEM eğitimi çerçevesinde öğrencilerine karşı üstleneceği görev ve sorumlulukları açıklarken, sürekli bir profesyonel gelişim içerisinde olmanın, araştıran ve yenilikleri takip eden bir profile sahip olmanın, sahip oldukları bilginin kendi branşları ile sınırlı kalmamasının, öğrenciye en doğru yönlendirmeyi yapabilmek için, çeşitli STEM disiplinleri bilgi ve deneyimi ile donanmanın önemini vurgulamıştır.

Örnek bazı alıntılar aşağıda paylaşılmıştır:

- “Araştırmacı, yenilikçi ve sorgulayan.... ”
- “Hem öğrenen hem öğreten... ”
- “...her öğretmen kendi alanında yeterli olmasının yanında gelişen teknolojiyi takip edebilmesi gerektiğini düşünmekteyim”
- “Kimya öğretmeni olarak fen ve teknolojideki değişimlerden ve gelişimlerden haberdar olup öğrencilere aktarmak ve bilgiyi araştıran öğrencileri yetiştirmek”
- “Bir öğretmen sadece kendi alanını iyi biliyorum, diyemez. Öğrencinin ilgisini çekmek için onun ön bilgisini, ilgisini de bilmeli ona hitap edebilmelidir.”
- “Matematik ve mühendislik alanlarının yakın temasının altını çizen elle tutulan uygulanabilir fonksiyonel ürünler ile zenginleştirilebilen öğrenme ortamları sunan bir rol”

Öğretmenlerin bir kısmı da, çeşitli paydaşlarla iş birliği içerisinde olarak, projelerde görev almalarının önemini dile getirmişlerdir:

- “Tasarım ve programlama konusunda daha detaylı bilgi almak ve Milli Eğitim Bakanlığı’nda oluşturulacak projelerde yer almak istiyorum”
- “Öğrenci ve öğretmenleri proje ve yarışmalara teşvik eden, sanayi iş birliğim dolayısıyla sponsor bulan organizatör olarak rol biçebilirim”

Meslek lisesi öğrencileri ile ilgili gelecek beklentileri:

Projede görev yapan öğretmenlere, eğitim öncesinde, “Mars’a araç gönderecek ya da orada koloni kurulmasını sağlayacak bir ekipte bir meslek lisesinin olma ihtimali nasıldır? Mesleki okul mezununa

böyle bir durumda nasıl bir rol biçilir?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenler böyle bir olası görevde, meslek lisesi mezunlarının özellikle teknik konularda önemli destek sunacaklarına inanmaktadırlar. Öğretmenler, böyle bir görevde meslek lisesi mezunlarının öne çıkacak özellikleri arasında sıklıkla meslek lisesi mezunlarının kuram ile uygulamayı bütünleştiren bakış açısı ve teknisyenlik yapabilme özelliklerine vurgu yapmışlardır.

Örnek bazı alıntılar aşağıda paylaşılmıştır:

- *“Nasıl ki bir fabrikada mühendislerin yanında çalışacak belki mühendis olmayan ama ara teknik elemana ihtiyaç duyuyorsa Mars'a gönderilecek bir ekip içinde yine teknik elemanlar gerekli olacaktır. Mesleki liseler de bu ara elemanların yetişmesinde rol alan kurumlardan biridir.”*
- *“Mars'a gönderilecek araçta mutlaka mesleki eğitim almış kişilerin olması gerekir. Mesleki okul mezunu olan bir kişi teknik ekibin başında yer alır.”*
- *“Her kademe olabilir. Ama herhalde teknik eleman olarak değerlendirilir.”*
- *“Meslek lisesinde iyi bir uygulamalı eğitim alarak mühendis olan temeli sağlam yetkin kişiler böyle bir ekipte yer alabilir.”*
- *“Mars'ta bile olsa bir meslek lisesi mezununun öne geçebileceği, aranan insan olabileceği alan yüksek tecrübesi, pratik olması, gerçek hayatta karşılaşılabilecek sorunlara daha hazırlıklı bir tutum içinde olması olacaktır.”*

Böyle bir göreve meslek lisesi mezunlarının katkı sağlayabilmesi noktasında, meslek liselerinde mevcut sorunların etkisiyle öğretmenler tarafından ifade edilen kaygılar ise aşağıda yer almıştır:

- *“...şu andaki meslek liseleri için uçuk bir hayal”*
- *“Mevcut sistemde çok zor olsa da olma ihtimali yok diyemeyiz. Mevcut sistemle düşünen, yorum yapıp inisiyatif alabilen öğrenci yetiştirmek çok zor bu nedenle ekstra bir katkı beklentisi içerisine girilmeden Rutin bakım onarım işi için ekibe dâhil edilebilir.”*
- *“Mars'a araç gönderecek ya da orada koloni kurulmasını sağlayacak bir ekipte bir meslek lisesinin olma ihtimali şu an için imkânsız görünüyor. Ancak meslek lisesinde iyi bir uygulamalı eğitim alarak mühendis olan temeli sağlam yetkin kişiler böyle bir ekipte yer alabilir.”*

3.2.4. Eğitim Sonrası Okul, Öğretmen, Öğrenci Boyutu

Meslek lisesi öğrencileri ile ilgili gelecek beklentileri:

Projede görev yapan öğretmenlere, eğitim sonrasında ikinci kez, “Mars’a araç gönderecek ya da orada koloni kurulmasını sağlayacak bir ekipte bir meslek lisesinin olma ihtimali nasıldır? Mesleki okul mezununa böyle bir durumda nasıl bir rol biçilir?” sorusu yöneltilmiştir. Eğitim sonrasındaki öğretmenlerin yanıtlarında, olası bir görevde çalışacak ekibe meslek lisesi mezunlarının teknik konularda, yazılım, onarım ihtiyaçlarında ve bunun yanında araştırma ve tasarım yapma, olası çözümler geliştirme ile destek sağlama kapasiteleri öne çıkmıştır. Öğretmenlerin, STEM uygulamaları gerçekleştirildiğinde, çok çeşitli açılardan kendilerini böyle bir ekipte göstereceklerini raporladıkları gözlenmiştir.

Olası teknik desteği öğretmenlerden ikisi şu şekilde ifade etmiştir:

- “...çok iyi yetiştirilmiş ara eleman olarak görev alabilirler. Farklı sorunlarla karşılaştıklarında hemen çözüm yolu bulup bunu teknik olarak modelleme yapıp, deneyip daha sonra geliştirebilirler.” ve “Meslek liseleri teknik eleman yetiştirdiği için ortaya çıkacak herhangi bir teknik aksaklıkta önemli katkı sağlayabilirler. Değişik çözüm önerileri sunabilirler. Araçların tasarımı da teknik bir bilgi gerektirdiği için bu konuda da katkı sağlayabilirler.”

Meslek lisesi öğrencilerinden beklentilere dair ifade edilen üç örnek alıntı daha aşağıda paylaşılmaktadır:

- “.....iyi eğitim almış bir meslek liseli böyle projelerde mutlaka olmalıdır. Üreten, geliştiren, programlayan bir ara eleman.”
- “STEM eğitimi ile yetişirlerse yüksek ihtimaldir. Senaryo, araştırma, mühendislik tasarımlarında bilinçli teknisyenler olarak görev alabilirler.”
- “...STEM eğitimi verilirse Mars’a gidecek aracın tasarımı, donanım yapım aşaması ve tüm problemlerinin çözümünde önemli rolleri olacaktır.”
- “Mars’a gidecek olan kolonide mutlaka bir meslek lisenin olması gerekmektedir. Çünkü STEM eğitimi ile ortaya çıkabilecek problem ile ilgili mutlaka bir fikir sahibi olur ve muhtemel çözüm yöntemleri ile problemi çözer.”

Alınan yanıtlarda, öğretmenlerin meslek liselerini tercih eden öğrenci profili ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerine tam anlamıyla sahip olmadan mezun olmaları konularına yönelik kaygılar da dile getirilmiştir. Örnek kaygılar şu şekilde ifade edilmiştir:

- “*Şu anki eğitim sistemimizde meslek lisesine açığa kalan öğrenciler geldiğinden çok etkin bir konumda olamayacaktır. Fakat bilinçli ve isteyerek meslek lisesine gelen başarılı, soyut düşünebilen öğrenciler verilen mesleki eğitimle beraber bu çalışmada üst sıralarda da olabilir.*”
- “*Şu anki Türkiye koşullarında meslek lisesi tercihleri ve gelen öğrencilerin hedefleriyle ilgili durum.Ülkemizde dönemsel bir durum farkı var şuan.*”
- “*Bu seviyede bir meslek lisesi öğrencisinin (düşünmeyen, araştırmayan, geliştirmeyen) böyle bir projede olması çok düşünülemez.*”

Mesleki teknik liseler ve STEM eğitimi:

Projede görev yapan öğretmenlere, eğitim sonrasında, “*Bir mesleki teknik lisede STEM eğitiminin uygulanması var olan yapıda öğrenciler için eksik gördüğünüz neleri daha iyi hale getirir?*” sorusu yöneltilmiştir. Alınan öğretmen yanıtları dikkatle incelendiğinde, öğretmenlerin STEM eğitimi uygulamalarının, öğrencilere önemli katkılar yapacağına inandıkları ve okuldaki uygulamalar ve hâkim bakış açısında da değişiklikler öngördükleri görülmektedir. Öğretmenlerin özellikle öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinde gelişim, öğrencilerin merak ve ilgilerinde artış, öğrencilerin akademik başarılarında artış olacağına inandıkları tespit edilmiştir.

Örnek bir öğretmen yanıtı öğrencilerdeki olası gelişimleri şu şekilde aktarmıştır:

- “*STEM eğitimi ile öğrenciler çevrelerindeki sorunları ve olayları sorgulayan, karşılaştıkları problemlere çözüm üreten bireyler haline gelebilir. Mevcut ezberci sistemle öğrenciler derslerde öğrendiklerini günlük hayata aktarmamakta ve analitik düşünme sergileyememektedir. STEM ile bu sorunların üstesinden gelineceği kanaatindeyim.*”

Diğer örnek alıntılar aşağıda paylaşılmaktadır:

- “*Proje üretebilme, tasarım yapabilme, fikir üretebilme becerileri kazanır...*”
- “*Öğrencinin FEN grubu (fizik, kimya, biyoloji, matematik) derslerine verdiği önemi artırır*”
- “*Öğrencilerin ilgileri doğrultusunda dabil olmak istedikleri problem çözümlerinin onların okul hayatları ile ilgili motivasyonlarını/ istekliliklerini artıracaklarını düşünüyorum.*”

Alınan bazı yanıtlarda, öğretmenlerin okul fiziki yapısına, mesleki teknik liseleri tercih eden öğrenci profiline ve mesleki teknik liselerdeki güncel uygulamalara dair kaygıları olduğu görülmüştür:

- *“Şu durumda hiçbir katkısı olmaz. Gelişmiş toplumların eğitim modelleri kopyalanıp yapıştırılarak ülkemizde başarıya ulaşmamıştır ve ulaşamaz da. Önce eğitim sistemindeki temel sorunlar çözülmeli ve belirli bir düzeye gelindikten sonra bu tür yaklaşımlar uygulanmalıdır.”*
- *“Öğrencilerin bilgi seviyesinin yükselmesi, sınıf sayılarının azaltılması ve okulların altyapı eksikliğinin giderilmesi ile olacaktır.”*
- *“...mevcut öğrenci alt yapısıyla ve mevcut müfredatla çok zor olsa da öğrencilerin matematik, fizik, kimya ve biyoloji derslerine bakış açıları olumlu olarak değişebilir.”*

3.2.5. Proje Sonu Okul, Öğretmen, Öğrenci Boyutları

Okul kültürü:

Projede görev alan öğretmenlere, Proje Sonunda, *“Bu programa katılarak, okulunuzda 1 yıl süresince çeşitli çalışmalar yapıldı. Bu çalışmaların, okul kültüründe ne gibi değişiklikler yarattığını düşünüyorsunuz?”* sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenler okul kültüründe dönüşümler fark ettiklerini ve özellikle okulda STEM konusunu öğrenmek isteyenler için bir kaynak grup olarak fark edildiklerinin, okullarına yönelik algının pozitif yönde geliştiğinin ve okul içinde genel bir birliktelik ve iş birliği tutumunun oluşmaya başladığının altını çizmişlerdir.

Bu kapsamda ortaya konan bazı örnek ifadeler sunulmuştur:

- *“Okulda meslek dersleri ve kültür dersleri öğretmenleri arasında yeni bir iletişim kanalı açmıştır. Yeni yapılacak çalışmalara zemin hazırlamış tolere edilecek hususlar önem ihtiva eden basamaklar fark edilmiştir.”*
- *“Bu çalışmalar okulumuzda eğitim programının içeriğini canlandırıcı bir öğrenme ortamı oluşmasını sağladı. Öğretmenler arası ve öğrenciler ile iletişim ve iş birliğini arttırdı. Böylece hem öğretmenlerimizin hem de öğrencilerimizin motivasyonu arttı.”*
- *“Kan kaybeden mesleki eğitime bir can suyu olacağını düşündüğüm bu projede çalışmak her şeyden önce bir heyecan yarattı ve yapılabilecek ve yapılması gereken farklı şeylerin olduğunu görmek umut ve motivasyonun artmasına neden oldu.”*

- “Marmara bölgesinden katılan 4 okuldan biri olmak oldukça onur ve gurur vericidir. Okulumuzda daha önce meslek öğretmeni-kültür öğretmeni arasındaki diyalog eksikliği giderek azalmış ve diyalog artmıştır. Okula kayıt yaptırmayı düşünen ortaokul öğrencilerinin okula olan ilgileri artmıştır. ”
- “...farklı disiplinlerde çalışan öğretmen ve öğrenciler arası diyalog ve iş birliği arttı. STEM çalışmalarında yer almak isteyen öğrenci ve öğretmen sayısında artış oldu. Okulumuzda okulun kendi imkânları ile bir STEM laboratuvarı kuruldu. Ürünlerin ortaya çıkması ile İlçe çapında diğer okulların (resmi ve özel) ve üst makamların okulumuza olan ilgisi arttı. Çevre okullardan okulumuza idareci, öğretmen ve öğrenciler ile ziyaretler gerçekleştirildi. Okul ilgi merkezi oldu. Okulun böyle bir program içinde yer alması okulumuz için çok olumlu etkiler üretti.”
- “Laboratuvar ortamlarında mesleki ve kültür derslerinin daha kolektif çalışması gerektiğinin ne kadar önemli olduğunun altı bir kez daha çizildi.”

Bazı öğretmenlerin yanıtlarında görülen bir endişe konusu ise zaman, mekân ve program kısıtlamalarından dolayı, öğretmenlerin bir araya gelmekte zaman zaman zorlandıkları ve okuldaki her öğretmenin bu kültürün bir parçası yapılamadığı olmuştur.

Bu kapsamdaki bazı ifadeler aşağıda sunulmuştur:

- “....çalıştığım okul büyük bir okul. STEM kültürünü her öğretmen arkadaşına ulaştırabildiğimizi düşünmüyorum (program uymaması ve zaman kısıtlılığından). Ulaşabildiğimiz öğretmenlerimiz ise yakından ilgilendiler.”
- “Öğretmenlerimizin bireysel olarak motivasyonlarının arttığı söylenebilir. Ancak zaman ve imkân sınırlamaları çalışmaları zorlaştırmıştır.”
- “... çok büyük bir okul olmamız ve fiziki şartlarımızın çok uygun olmaması çok sayıda öğrenciye ulaşabilmemizi bu yıl için engelledi ama birlikte çalıştığımız öğrenciler STEM çalışmasını bizim okulumuzda ders işlemenin bir parçası olarak görmeye başladılar.”

Eğitim-öğretim süreçleri:

Proje sonunda, görev alan öğretmenlere, eğitim-öğretim süreçleri kapsamında STEM uygulamalarını değerlendirmelerini hedefleyen, “Mesleki ve teknik eğitim veren okullarda STEM uygulamaları gerçekleştirilmesi, eğitim-öğretim süreçleri açısından ne gibi sonuçlara yol açabilir?” sorusu yöneltilmiştir. Yanıtlar incelendiğinde, okuldaki uygulama çalışmalarının artması, öğrencilerde

beceri gelişimi ve aktif öğrenmede ilerlemeler ile meslek liselerine yönelik ilgi üzerinde durulduğu görülmüştür:

Bu kapsamdaki örnek ifadelerden bazıları aşağıda verilmiştir:

- “Öğrencilerin kendilerine olan güvenleri arttı. Büyük oranda öğrencilerin kazandığı bilgi, beceri ve davranışların kalıcılığı pozitif yönde arttı. Motivasyon (öğrenci-öğretmen) artar. Eğitim ortamlarının gelişmesine, değişmesine yol açar. Etkili öğretme ve öğrenmenin gerçekleşme oranı artar.”
- “Eğitim öğretimin daha kaliteli ve daha anlamlı olmasını sağlar. Öğrenciler öğrendiklerini günlük hayata aktaramadan tam bir öğrenme gerçekleştiremezler. STEM eğitimi sayesinde öğrendiklerini günlük hayatta karşılarına çıkan problemleri çözmeye kullanabilirler.”
- “Mesleki ve teknik liselerde kültür/fen bilimleri derslerine olan ilginin olumlu yönde artacağına inanıyorum. Gelecek yıllarda belki de mühendislik alanında ilerlemek isteyen öğrencilerimiz bu okulları tercih edecektir.”
- “Meslek lisesi öğrencisi kâğıt üzerinde öğrenilen bilginin bizzat uygulayarak, deneyimleyerek öğrenir. Böylece daha verimli ve kalıcı hale gelir öğrendikleri. Ama ne var ki son zamanlardaki meslek lisesi öğrenci profiline bakıldığında fen ve matematik derslerinde iyi değiller ya da sevmiyorlar. Bundan dolayıdır ki STEM uygulamalarının bu sorunu bir nebze çözeceğini düşünüyorum. Dolayısıyla mesleğini öğrenmiş olarak, aranılan teknik elemanlar mezun edebiliriz.”

Mesleki teknik liseler ve Sanayi 4.0:

Proje sonunda öğretmenlere, “Sanayi 4.0’la birlikte mesleki teknik liselerde ne gibi yenilikler yapılmalıdır?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğu, laboratuvar ve araç-gereç desteği sağlanması ile öğretim programlarında STEM eğitimi yaklaşımının yer alması için değişikliğe gidilme gerekliliğini vurgulamıştır.

Bu kapsamdaki örnek ifadeler şu şekildedir:

- “Laboratuvarlar ve okul dersleri bu içeriğe uygun olarak hazırlanmalıdır.”
- “Müfredat değişimi ve buna uygun planlar hazırlanmalı”
- “Sanayi 4.0 dediğimizde aklıma gelen üç kavram var. Bunlar bilgi, teknoloji ve internet. Bunlar tam olmalı ki bizler Sanayi 4.0 ile ilgili eğitim yapabilelim. Oysaki meslek liselerinde devletin sunduğu imkânlardan dolayı cihazlardaki teknoloji güncel değil. Ders planları olsun,

kullanılan cihazlar olsun gündemin gerisinde kalıyor. Öncelikle bunların yenilenmesi gerekiyor.”

- *“Eski adıyla endüstri meslek lisesinde okuyan yani sanayiye eleman yetiştiren okul türlerinde robotik ve otomasyon alanları ile ilgili derslerin açılması ve öğrencilerden öğretim gördükleri alanlar ile ilgili robotik çalışmalar yapmaları sağlanmalıdır.”*
- *“STEM eğitim müfredatına konulmalı. STEM atölyeleri tüm meslek liselerinde kurulmalıdır. Öğretmenlere eğitimler verilerek öğretmenlerin teşvik edilmesi gerekmektedir.”*

Öğrenci bilgi ve becerileri:

Projede görev alan öğretmenlerin, öğrencilerinde gözlemledikleri bilgi ve beceri gelişimine dair görüşlerini ayrıntılı alabilmek adına, Proje sonunda, *“Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik entegrasyonu ile öğrenciler hangi bilgi ve becerileri kazandılar?”* sorusu yöneltmiştir. Yanıtlar incelendiğinde, öğrencilerde özellikle problem çözme, eleştirel düşünme, sistematik düşünme, iş birliği ve iletişim becerileri ile bilgilerin günlük hayatta karşılığını fark edebilme becerisinde ilerlemeler gözlemlendiği tespit edilmiştir.

Örnek bazı yanıtlar aşağıda paylaşılmıştır:

- *“Öğrencilerimizin derslere bakış açısı değişti. Derste gördükleri kazanımları ile günlük hayatta karşılaştıkları problemleri bu doğrultuda çözmeye çalışmaya başladılar. Sadece kendi problemlerini değil çevresindeki insanların karşılaştıkları problemlere çözüm önerileri sunmaya, projeler üretmeye başladılar. Öğrencilerimiz eleştirel düşünme, iş birliği yapma, iletişim kurma becerileri ile projeler geliştirdi ve öğrencilerimiz kendilerini daha rahat ifade etmeye, daha iyi sunum yapmaya başladılar.”*
- *“Problem tabanlı düşünme becerisi, proje tabanlı düşünme becerisi, grup çalışması, eleştirel düşünme becerisi, ekip ruhu, birlikte başarmanın mutluluğu, iş birliği, bir probleme birden fazla farklı çözümler üretebilme becerileri gelişti.”*
- *“Öğrenciler problemlere farklı yönleriyle bakabilmeyi, çözümler üretebilmeyi, sistemli, programlı çalışma becerilerini kazandılar.”*

Az sayıda öğretmenin yanıtlarında ise, tasarım becerilerinin ve farklı fikirlere saygı duyma becerilerinin geliştiği ifade edilmiştir. Bu yanıtlar aşağıda paylaşılmıştır:

- “Öğrencilerimiz 21. yüzyıl becerilerini kazanmakla kalmayıp bunların sürekliliğini sağladılar. Yaptığımız projelerde iş birliği yapmayı fikirlere saygı duymayı sistematik düşünmeyi farklı alanlardaki arkadaşlarıyla iletişim kurmayı sağladılar.”
- “.....düşüncelerini paylaşmayı ve gerektiğinde karşı fikirleri benimsemeyi öğrendiler....”
- “.....eleştirel düşünme tasarım odaklı düşünme becerileri ve grup içerisinde iş birliği ile çalışma becerileri gelişmiştir.”

Disiplinler arası öğrenme ve STEM Eğitimi:

Proje sonrasında öğretmenlere “Proje programını tamamlamış biri olarak, disiplinler arası öğrenme sizin için ne anlama geliyor? Öğrencilere ne gibi katkılar sunabilir?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğu, bir problem çözülürken veya tasarım ortaya konarken farklı disiplinlerin uzmanlığına ihtiyaç duyulduğunu, farklı derslerin kazanımlarının ve konularının sentezlendiğini vurgulamıştır.

Örnek bazı yanıtlar aşağıda paylaşılmıştır:

- “Daha bilimsel ve ayrıntıları göz önünde bulundurduğumuz yaklaşımdır. Öğrencilerin çözümünü tek branş dışında sorgulayıp analiz etme yeteneğine katkıda bulunacaktır.”
- “Bütün mühendislik ve fen disiplinleri birbiri ile entegre şekilde çalışmalıdır. Çünkü teknik ve mühendislik tek başına fazla bir şey ifade etmemektedir.”
- “Fen, matematik ve teknolojinin birbirlerine entegre bir şekilde öğretilmesi demektir. Problemlere farklı yönleriyle bakabilmeyi sağlayacaktır. Bir konu üzerinde çalışırken çözüm üretmek için alanımla ilgili bilgilerimin yanı sıra konuyla ilgili diğer disiplinler hakkında da bilgiye sahip olmam gerektiğini gördüm. Tümünü yeni bir disiplini öğrenmek için zamanım olmadığını gördüğümde o disiplin üzerinde çalışan başka bir öğretmen arkadaşım ile iş birliğine girmem gerektiğini daha net gözlemledim. Öğrencilerimizde de aynı ihtiyacın ortaya çıktığını gördüm.”
- “Hiçbir proje veya çözüm tek başına oluşmuyor. Beraberinde bir mühendislik veya fen bilgisi yer almaktadır. Bu program sonunda bunun farkındalığı arttı. Artık bir tasarımda bulunurken direk sonucu düşünmüyor sürecin tamamını adım adım gidiyoruz. Matematik, fen veya diğer hangi bilgilere ihtiyacımız olacağını araştırıyoruz.”

Öğretmenlerden birisi, öğrencileri ile çalışma yaptığı sırada yaşadığı bir anıyı şu şekilde aktarmıştır:

- *“İkinci dönem projemiz ile ilgileniyoruz. Problemimiz Mars’ta karşılaşıcağımız bir probleme çözüm oluşturacak bir aracı nasıl tasarlırsın? Derste Pisagor’un piramitlerin boyunu nasıl ölçtüğünden bahsediyordum öğrencilerimden biri hocam bunu STEM projesine uygulayalım dedi nasıl olur derken Mars’ta bir araştırma ekibi oluşturmaktan ve bu ekibin Mars’taki tepelerin boylarını ölçmesinden yola çıkarak projeye başladık. Ürün oluşturma aşamasına geldiğimizde gölge oluşturmakta zorlandığımızı fark ettik. Bir gün yine çalışıyoruz; ışık kaynaklarını yerleştirdiğimizde öğrencim ‘hocam yaptığımız düzenek açık renk olduğundan ışık yansıyor ve tam gölge oluşmuyor’ dedi. ‘İşte bu’ dedim, aslında biz Pisagor’un izinden giderek bir araç oluşturmaya çalışıyorduk ama karşımıza fizik dersi çıktı. İşte STEM bu!”*

Tasarım odaklı düşünme:

Proje Sonunda, projede görev alan öğretmenlere, *“Tasarım odaklı düşünme ve mühendislik tasarımı hakkında bildiklerinizi yazınız.”* sorusu yöneltilmiştir. Alınan yanıtlardaki benzer olarak öne çıkan odak noktaları, problem çözmek, sonuca odaklanmak yerine fikir üretimi üzerinde durmak ve mühendislik tasarım sürecini izlemek çerçevesinde özetlenmiştir.

Öğretmenlerin yanıtlarından örnekler aşağıda paylaşılmıştır:

- *“Tasarım Odaklı Düşünme problemlere yaratıcı çözümler üretebilen bir düşünme çeşididir. Mühendislik Tasarım ise disiplinlerin bir arada kullanılması ve sonucunda araştırma, analiz, prototip çizimi ve çözümlerin test edilmesini içerir.”*
- *“Bir problemi çözmek için ürün odaklı değil süreç odaklı olarak tam bir öğrenme gerçekleştirme amaçlayan düşünce yöntemidir.”*
- *“Tasarım odaklı düşünmenin özünü öncelikle kendini problemi yaşayan kişilerin yerine koyarak empati kurma ile başlıyor. Sonrasında problem tanımlanarak ve anlaşılacak şekilde çözüm için fikirler üretmek, en uygun çözümü belirleyip onun prototipini oluşturmak, çözümü test edip gerektiğinde ilk adıma kadar dönüp yeni fikirler ile bizi çözüme götürecek en uygun tasarımı yapmaktır. Mühendislik tasarımı dediğimizde ise tasarıma mühendis gözüyle yaklaşmak gerekir. Ürünün göze hitap etmesinin yanında yeterli donanım, minimum maliyet, maksimum performans vb. şartlarında sağlanması gerekir. Bunu için de bir sistem içerisinde ilerlenmelidir.”*
- *“Sürecin önemli olduğu planlı çalışmanın ön planda tutulduğu, sonucu düşünüp odaklanmak yerine problemi daha iyi tespit edip fikir üretmeye yardımcı olan süreç olarak tanımlayabilirim.”*

- “...çözüm bulmak için bir ürün ortaya çıkarmaktır. Bu ürünü ortaya çıkartılırken mühendislik tasarım döngüsünden geçirilmelidir. Önce gerekli araştırmalar yapılmalı, olası çözüm yolları bulunmalı, imkanlar doğrultusunda en olası çözüm seçilmeli, prototip çizimi yapıp ürünü ortaya çıkarmalı. Daha sonra bu ürünün çalışıp çalışmadığı değerlendirilmeli ve karşılaşılan güçlükler yazılmalıdır. ”

Mühendislik tasarım süreci aşamaları:

Projede görev alan öğretmenlere, proje sonunda, “Öğrencileriniz mühendislik tasarım süreci doğrultusunda çalışırken, en çok hangi aşamalarda zorlandılar?” sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin büyük çoğunluğu, olası çözümler üretme ve prototip çizimi aşamalarında öğrencilerin zorlandığını vurgulamışlardır.

Örnek bazı ifadeler şu şekildedir:

- “En büyük sıkıntımız fikir üretmek, bir probleme çözüm bulmaktır; maalesef çocuklarımız fikir üretmek ve yaratıcı düşünmek konusunda zorlanıyorlar.”
- “Olası çözümlerde, çünkü bir fikir ortaya atılınca hemen üretime geçmek istediler ve düşünceleri aynı yönde ilerledi başlarda. Ama daha sonraki çalışmalarında çok farklı açılardan bakabilmeyi başardılar ve birden fazla olası çözüm çıkardılar ortaya. Hatta bu da karar vermelerini zorlaştırdı diyebiliriz.”
- “Ürün tasarlama, taslak çizimleri ve prototip ürün geliştirme aşamalarında çok zorlandıklarını düşünüyorum.”
- “Prototip çizme aşamasında zorlanan öğrenciler oldu. Teknik resim bilgi eksikliği olması öğrencilerimizi zaman zaman bu konuda zorladı. Ancak proje ilerledikçe bu konuda kendilerini geliştirdiler.”
- “Olası çözümler geliştirmek yerine tek bir çözüm bulup bunu sonuca bağladılar. En çok olası çözümler geliştirme aşamasında zorlandılar.”

Ayrıca bazı öğretmenler, öğrencilerin grup çalışması yapmakta ve iş birliği içerisinde mühendislik tasarım süreci aşamalarını takip etmekte zorlandıklarını fark etmişlerdir:

- “Takım çalışması sırasında zorlandılar. Oluşan problem durumlarda sorunların sebebini bulmak ve gidermek yerine birbirlerini suçlama çabalarında bulundular.”
- “İletişim, iş birliği, birbirlerinin fikrine saygı ve fikir kabullenme...”

- "...ders programlarının yoğunluğundan dolayı proje arkadaşlarıyla ortak zaman ayarlamakta çok zorlandılar."

Mesleki ve teknik liselerin temel bilim dersleri ve öğrencilere katkıları:

Projede görev alan öğretmenlere, Proje Sonunda, "Bir meslek lisesinde; fizik, kimya, biyoloji ve matematik dersleri öğretiminin, öğrencilere ne gibi katkıları olmaktadır?" sorusu yöneltilmiştir. Öğretmenlerin temel bilim branş derslerinin öğrencilere katkıları yönündeki görüşleri temel bilimsel çalışma gerekliliği, uygulama dersleri ile koordinasyon sağlanması ve gerçek hayat problemlerine çözüm bulabilmeleri konularına yoğunlaşmıştır.

Örnek yanıtlar aşağıda paylaşılmıştır:

- "Fen ve matematik hayatın kendisidir. Hayatta karşılığı olan bu derslerin hayata aktarılma araçları ise meslek branşlarıdır. Dolayısıyla meslek lisesindeki öğrenciler fen ve matematik derslerini somutlaştırmayı meslek branşları ile tamamlarlar."
- "Farklı alanlarda bilgiler elde ettikten sonra bu bilgileri kendi meslek alanlarında kullanarak hayatta karşılaştıkları problemlere çözüm bulacaklardır. Kendilerine olan özgüvenleri artacaktır."
- "Herhangi bir çırak bile hesap yapamadığında zor duruma düşebilir. Her insana gerekli bu beceri ve bilginin neden öğrencilere gerekmediğini anlamıyorum. Biyoloji bilgisi de kendi ve etrafındakilerin sağlığı ile ilgili bir problemi doğru bir şekilde çözebilmesi gerekmektedir. Momentum bilmeyen bir marangoz kapı kolunu nereye koyabilir."
- "Bilimsel bir çalışma yapılacaksa temel bilgi gereklidir. Matematik fizik kimya biyoloji göz ardı edilerek oluşturulan bir ürün her zaman hata verir."

Bölüm 4

SONUÇ VE ÖNERİLER

4. Sonuç ve Öneriler

4.1. Performans

Elde edilen veriler incelendiğinde, proje hedeflerinin gerçekleştiği görülmektedir:

ÇIKTI PERFORMANSI

Proje Okullarının öğretmenleri sertifikalandırılmıştır.

Proje dâhil olmayan ancak sadece çevrimiçi eğitimlere katılan öğretmenlere katılım belgesi düzenlenmiştir.

Okullarda proje kapsamında eğitim alan öğretmenlerin yaptıkları eğitimlerle okul ortamının olumlu etkilendiği tespit edilmiştir.

Okullarda sertifikalı öğretmenlerin yaptıkları eğitimlerle diğer öğretmenlerin de projeden faydalandığı tespit edilmiştir.

Okullarda STEM eğitimi ile kendi ürünlerini tasarlayan öğrencilerin becerilerinin geliştiği gözlemlenmiştir.

Okullara üçer kez danışmanlık ve izleme toplantısı gerçekleştirilmiştir.

Koordinatorler tarafından STEM Portfolyo Değerlendirme Raporu hazırlanmış ve yönetim ekibi tarafından değerlendirilmiştir.

Okullarda yılsonu STEM fuarı düzenlenmiştir.

12 Haziran 2019 tarihinde Rahmi Koç Müzesinde Proje Fuarı düzenlenmiştir.

4.2. Sonuçlar

- Proje sonunda retmenlerin kendilerini çoğunlukla çok yeterli olarak gördükleri başlıklar; STEM eğitimi genel yetkinlik düzeyi, mühendislik tasarım süreci ile ilgili yetkinlik düzeyi, prototip çizimi ile ilgili yetkinlik düzeyi, retmenlerle iş birliği yapma ile ilgili yetkinlik düzeyine STEM tabanlı derste öğrencilere uygulama yapma ile ilgili yetkinlik düzeyi olarak ortaya konmuştur. retmenlerin hazırladıkları STEM ders planlarında mühendislik tasarım süreci basamaklarını takip etmiş olmalarının, retmenlerin mühendislik tasarım süreci yetkinlik düzeylerine olumlu etki ettiği görülmüştür. retmenlerin proje kapsamında sınıf uygulamaları yapmalarının ise STEM eğitimi genel yetkinlik düzeylerini ve derslerde uygulama yapma yetkinlik düzeylerini geliştirdiği söylenebilir. Son olarak STEM ders planı hazırlama ve uygulama süreçlerinde teknik branş ve meslek dersleri branşları retmenlerinin birlikte hareket etmiş olmalarının, retmenlerin iş birliği yapma ile ilgili yetkinlik düzeylerine önemli katkılar yapıldığı anlaşılmaktadır.

- retmenlerin kendilerini yeterli olarak ifade ettikleri başlıklar ise 3D tasarım yetkinlik düzeyleri, bulut bilişim sistemleri yetkinlik düzeyleri ve STEM ders planı hazırlama ile ilgili yetkinlik düzeyleri olarak belirlenmiştir. Proje çerçevesinde retmenlerin STEM ders planı hazırlama konusunda eğitim aldıktan sonra, kendi okullarında tekrarlı şekilde ders planları hazırlama, geri bildirim alma ve sonrasında uygulama aşamalarından geçmelerinin, retmenlerin STEM uygulamaları yapma yetkinliklerine katkı yaptığı düşünülmektedir. Bu genel ilerlemeye rağmen, proje sonunda retmenlerin STEM ders planlarının çeşitli aşamalarının hazırlığında, desteğe ihtiyaç duydukları da tespit edilmiştir.

- Proje sonunda retmenlerin STEM kavramına yönelik görüşleri incelendiğinde, STEM disiplinlerinin neler olduğunu ifade edebildikleri ve farklı disiplinlerin iş birliğine vurgu yapabildikleri ancak bu iş birliğinin gerçek hayattaki örnek ve sonuçlarına daha fazla değinmeleri gerektiği gözlenmiştir. Proje boyunca üretmenler, gerçek hayat problemlerinden yola çıkan STEM ders planları oluşturmuş olmalarına rağmen, farklı disiplinlerin problemlere çözümler getirme amacı ile iş birliği yaptığını açıklamada halen gelişim alanları bulunduğu görülmüştür.

- Proje sonunda retmenlerin Sanayi 4.0 kavramına dair, özellikle Sanayi 4.0 dönemine ait toplumsal gelişmeleri ve Sanayi 4.0 bileşenlerini ifade etmede yetkin oldukları belirlenmiştir. Bu noktada retmenlerin, Sanayi 4.0 döneminin özellikleri ve ilgili bileşenler konusunda kendilerini geliştirmiş oldukları görülmektedir. Bu noktada IBM yetkilileri tarafından verilen çevrim içi eğitimin de katkı sağladığına inanılmaktadır. Diğer taraftan retmenlerin, makinaların birbiri ile iletişimi ve bu iletişimin gerçek hayattaki yansımaya ve sonuçlarına değinmede

halen gelişim alanları bulunmaktadır. Yine öğretmenlerin hazırladıkları STEM ders planları ile mühendislik tasarım etkinliklerinde Sanayi 4.0 bileşenlerinden az yararlanmış olmaları bu bulguyu destekler niteliktedir.

- Proje sonuçları okul boyutunda değerlendirildiğinde, öğretmenlerin meslek lisesi profilinin yerel ve küresel düzeydeki problemlere çözüm getirmede özellikle teknik konular ve yazılım desteği verme açısından büyük katkısı olacağına inandıkları görülmüştür. Öğretmenler ayrıca meslek lisesi öğrencilerinin kuram ile uygulamayı bütünleştiren bakış açısına sahip olmaları ile problem çözme ve üretim gerektiren süreçlerde rol alabileceklerini belirtmişlerdir. Meslek liselerinin var olan altyapı ve araç-gereç imkânları ile beraber, gelecekteki STEM projelerine olumlu katkılar yapacağı ifade edilmiştir. Öğretmenlerin proje sonunda, meslek liselerinin STEM eğitimi uygulamalarında, uygulama ve teoriyi birleştiren özgün yönünü ortaya koyabilecek farkındalığı geliştirmeleri önemli bulunmaktadır. Proje ile beraber öğretmenler okullarında birlikteliği vurgulayan, iş birlikçi ve aidiyeti artıran bir kültürün geliştiğini gözlemlemişlerdir. Söz konusu kültürün gelişmesinde, yönetici, öğretmen ve öğrencilerle beraber okulun her kademesinin projede aktif yer almış olmasının, farklı branş öğretmenlerinin iş birlikli çalışmış olmalarının, proje yönetim ekibinin ve İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerinin katılımları ile gerçekleşen uzun süreli izleme toplantılarının ve öğrenci çalışmalarının okullarda sergilenerek proje dışındaki kesimlerde de farkındalık uyandırmasının özellikle rolü olduğu görüşü öne çıkmaktadır. Öğretmenler ayrıca bu tür projelerin, meslek liselerine karşı genel tutumu pozitif yönde geliştireceğini ifade etmişlerdir.

- Proje sonuçları öğretmen mesleki gelişimi boyutunda değerlendirildiğinde, öğretmenlerin kendilerini özellikle STEM, Sanayi 4.0, tasarım odaklı düşünme ve mühendislik tasarım sürecine dair kavram bilgileri edinme ile birlikte STEM ders planı ve mühendislik tasarım etkinlikleri hazırlama ve iş birlikli çalışma açılarından geliştirdikleri bulgular arasındadır. Öğretmenlerin bu konularda gelişim göstermiş olmalarının önemli sebeplerinden birisi proje dâhilinde teori ve pratiğin buluşması, yüz yüze eğitim, çevrimiçi destek ve uygulamaya ve geri bildirim vermeye dayalı izleme faaliyetleri çerçevesinde uzun süreli ve sürdürülebilir nitelikte bir eğitim sağlanmış olması olarak gösterilebilir. Öğretmenlerin sürekli olarak kendilerini geliştirmenin, mesleki anlamda yenilikleri takip etmenin önemini fark ettikleri de sonuçlar arasındadır.

- Öğretmenler problemlere çözümler getirirken, farklı branşların uzmanlığının öneminin altını çizmişler ve bu şekilde kazanım ve konuların entegre edildiğini vurgulamışlardır. Öğretmenler ilk uygulamalarda meslektaşlarıyla birlikte iş birlikli çalışmak için uygun mekân ve zamanı bulmada sorun yaşadıklarını dile getirmişler ancak ilerleyen uygulamalarda, birlikte çalışma

kültürünün gelişmesi ile zorluk yaşamadan, zaman zaman mobil uygulamalar gibi hızlı iletişim yollarını da kullanarak etkili çalışmalar gerçekleştirmişlerdir. Öğretmenlerin meslektaşlarının uzmanlık alanlarının kendi mesleki gelişimleri için değerini fark etmiş olmaları, karşılıklı saygı, olumlu iletişim ve birlikte öğrenme kültürünü de geliştireceğinden önemli bulunmaktadır.

- Proje sonuçları öğrenci gelişimi boyutunda değerlendirildiğinde, öğrencilerin teori ve uygulamanın birlikteliğini fark ettikleri, gerçek hayat bağlantısını fark edip problem çözme becerilerini geliştirdikleri öğretmenlerce tespit edilmiştir. Öğrencilerin sistematik düşünme, iş birliği ve iletişim becerilerinde gelişim, merak ve ilgileri ile akademik başarılarında artış öğretmenlerin gözlemleri arasındadır. Öğretmenlerin hazırladıkları ve uyguladıkları STEM ders planlarında, dersin farklı aşamalarında günlük hayat problemlerine ve bağlantılarına yer vermiş olmalarının öğrencileri olumlu yönde geliştirdiği düşünülmektedir. Ders planlarında dikkat çekici ve güncel örnekler kullanılmış olmasının, öğrencilerin ekip halinde çalışmalarının, öğrencilerin süreç ve ürünlerini hem okullarındaki akranları ve öğretmenleri hem de proje sonu fuarında diğer okullar, MEB ve TÜSİAD yetkilileri ile sunumlar aracılığı ile paylaşımlarının, sıralanan becerilerinin gelişiminde rol oynadığı söylenebilir.

4.3. Öneriler

Projede elde edilen veriler ve araştırmacıların gözlemlerinden faydalanılarak yedi kapsayıcı başlık oluşturulmuş ve öneriler bu başlıklar altında sunulmuştur. Öneri başlıkları Şekil 32’de ifade edilmekte ve sonrasında detaylandırılmaktadır:

Sanayi 4.0 ve STEM Eğitimi Politikası



Okul-Üniversite-Sanayi İşbirliği

Şekil 32. Öneri başlıkları

Öğretmenlerin Mesleki Gelişimi

Mesleki teknik liselerde STEM eğitiminin uygulanabilmesi için öğretmenlerin mesleki gelişimi son derece önemlidir. Bu kapsamda aşağıda belirtilen çalışmaların yapılması önerilmektedir:

- Bu proje kapsamında yapılan eğitimlerin, öğretmenlerin STEM eğitimi yetkinliğini artırdığı görülmektedir. Yetkinliğin daha da gelişebilmesi için benzer STEM projelerinde 150 saatten daha fazla sürelerle eğitimler gerçekleştirilebilir.
- Sanayi 4.0 kapsamında yapılan eğitimlerden olan robotik ve programlama, nesnelerin interneti ve mobil programlama eğitimlerinin süresinin artırılması bu bileşenlere ait yetkinlikleri daha fazla geliştirecektir.
- Mesleki ve teknik lise öğretmenlerinin Sanayi 4.0 kapsamında profesyonel mesleki gelişimleri için bu alanda çalışan özel sektör kuruluşlarında öğretmenler için eğitimler düzenlenmesi sağlanabilir, bu konuda teşvikler geliştirilebilir.
- Özellikle fizik, kimya, biyoloji ve matematik öğretmenlerinin öncelikle kendi branşlarında ders planı hazırlama ile ilgili gelişim göstermeleri sağlanmalıdır. Birden fazla disipline ait bilgi ve pratiğin yer aldığı STEM eğitimi ders planı hazırlığı, mevcut öğretmen yetiştirme programlarında daha fazla ele alınarak geliştirilmelidir.
- Öğretmenlerin yaklaşım, öğrenme modeli, yöntem ve teknik vb. pedagojik kavramlar ile ilgili bilgi ve kullanım deneyiminin artırılması sağlanmalıdır.
- Öğretmenlerin, farklı disiplinlere ilişkin kazanımların bir araya getirilerek ortak bir konu veya problem kapsamında ele alınmasına yönelik olarak gelişimleri için özel eğitimler düzenlenebilir.
- Mühendislik tasarım süreçlerinin tam anlamıyla uygulanabilmesi için bu kapsamda mesleki teknik liselerde birinci öncelikle teknik branş öğretmenlerinin yetkinliği artırılmalıdır.

Öğrencilerin Gelişimi

- STEM projelerinde öğrencilerde mühendislik tasarım süreçlerinin gelişimine özel önem verilmeli ve gelişimin artarak devam etmesi için daha sistematik bir şekilde çalışılmalıdır.
- STEM projeleriyle öğrencilerin öncelikli olarak eleştirel düşünme, iletişim kurma, iş birliği yapma, problem çözme gibi bilişsel becerilerinin geliştiği anlaşılmaktadır. Bu becerilerde gelişimin üst seviyeye çıkarılması için öğretmenlerce öğrencilere daha iyi rehberlik edilmesi, öğrencilerin ders dışında da birlikte proje hazırlayabilecekleri ve STEM uygulamalarını gerçekleştirebilecekleri fiziksel ortamların oluşturulması önemli bulunmaktadır.

Sanayi 4.0 ve STEM Eğitimi Politikası

- Mesleki ve teknik liselerde Fizik, Kimya, Biyoloji ve Matematik derslerinin öneminin artırılması için Milli Eğitim Bakanlığı Mesleki Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü tarafından yenilikçi yöntemlerin de uygulandığı bir çalışma başlatılması faydalı bulunmaktadır. Bu derslerin mesleki teknik eğitimdeki önemine ilişkin farkındalık faaliyetleri merkez ve taşra teşkilatı yöneticileri, okul yöneticileri, öğretmenler ve öğrenciler için planlanabilir. Farkındalık faaliyetlerinde tek yönlü bilgi akışının olduğu geleneksel seminerler yerine öğrencilerin de etkin olacağı yöntemlere başvurulmalıdır. Örneğin öğrenciler için çizgi karakterler kullanılabilir, grup çalışmaları gerçekleştirilebilir, okuldaki yerel bir sorun konu edilip katılımcı yöntemlerle çözüm önerileri alınabilir.

- Teknolojinin son derece hızlı geliştiği, Sanayi 4.0 bileşenleri ile dünyanın şekillendiği bir dönemde STEM eğitimi gibi çağdaş yaklaşımların tüm okullarda ve özellikle uygun öğretmen profili ve fiziksel ve teknolojik altyapısı ile mesleki teknik eğitimde uygulanması, Sanayi 4.0 bileşenlerinden etkin bir şekilde faydalanılması açısından bir zorunluluktur. Bu kapsamda Milli Eğitim Bakanlığının “Mesleki Teknik Liselerde STEM eğitimi ile Sanayi 4.0 Dönüşüm Eylem Planı”nın kısa vadede hazırlanarak uygulamaya geçirilmesi önerilmektedir.

- Mesleki Teknik Liselerde STEM entegrasyonu için Fizik, Kimya, Biyoloji ve Matematik öğretim programları içerisine mühendislik tasarımının entegre edilmesi, sistematik tasarım basamaklarına ait bilgi ve yöntemlerin yerleşmesi bakımından oldukça önemlidir. Bundan dolayı öğretim programlarının Sanayi 4.0 bileşenleri de dikkate alınarak güncellenmesi gerekmektedir.

Okulda İş birliği

- STEM eğitiminin Fen Bilimleri ve Matematik kısımlarını oluşturan Fizik, Kimya, Biyoloji ve Matematik öğretmenleri ile mühendislik ve teknoloji kısımlarını oluşturan teknik öğretmenlerin dönem başlarında okulda Sanayi 4.0 ve STEM eğitimi eylem planı oluşturmaları STEM eğitiminin başarılı bir şekilde uygulanması için önemlidir.

- Okulda iş birliği çalışmaları için öğretmenlerin ders programlarının birbiri ile uyumlu bir şekilde hazırlanması gerekmektedir. Örneğin fizik dersinde başlatılacak bir STEM eğitimi çalışması için görev alacak matematik öğretmeni ve teknik öğretmenin süreci birlikte yürütebilmesini kolaylaştıracak bir ders programı hazırlanabilir.

Okul-Üniversite-Sanayi İş birliği

- Mesleki ve teknik lise öğretmenlerinin Sanayi 4.0 kapsamında vereceği eğitimlerin desteklenmesi amacıyla, ilgili sanayi ve akademi kurum ve kuruluşlarının uzmanları vasıtasıyla Sanayi 4.0 bileşenleri konusunda eğiticinin eğitimi çalışmalarının yürütülmesi sağlanabilir.
- Mesleki ve teknik lise öğretmen ve öğrencilerinin Sanayi 4.0 ile ilgili örnek uygulamaları yerinde incelemeleri sağlanabilir (Örneğin, Arçelik Sanayi 4.0 Atölye, IBM İnovasyon Merkezi vb. merkezler). Sanayi 4.0 bileşenleriyle üretim yapan tesislere araştırma ve öğrenme gezileri düzenlenebilir.
- Mesleki ve teknik lise öğretmenlerinin üniversiteler aracılığı ile Sanayi 4.0 ve STEM eğitimi sertifika programlarına dâhil edilmeleri okul-üniversite iş birliğine iyi bir örnek teşkil edecektir. Özellikle mühendislik fakülteleri ile mesleki ve teknik liselerin iş birliği yapmaları eğitimde dönüşüme dair gelecek vizyonu oluşturma açısından olumlu olacaktır.

Eğitim Yönetimi

- Bir okulun Sanayi 4.0 uygulamalarını takip edebilmesi ve buna uyumlu faaliyetler göstermesi okula liderlik eden okul yöneticilerine bağlıdır. Mesleki ve teknik lise yöneticilerinin okul yöneticiliği kapsamında, Sanayi 4.0 ve STEM eğitimi konusunda nasıl yönlendirme yapacakları ile ilgili seminerlere katılmaları özendirilmelidir.

Fiziksel İmkânlar

- Mesleki ve teknik liselerde Sanayi 4.0'a hazırlık yapmak için okulların fiziki alt yapısının güçlendirilmesi gerekmektedir.
- MEB 2023 Vizyon Belgesi'nin Mesleki ve Teknik Eğitim bölümünde "ulusal ve uluslararası sektör ve kamu finansal kaynaklarının kullanımı yoluyla okulların altyapı ve donanımının hızla değişen ve gelişen teknolojiyle uyumlu hâle getirilmesi" hedefi bulunmaktadır. Bu hedef kapsamında okullarda veya okulların yararlanabileceği belli merkezlerde Sanayi 4.0 bileşenlerinin uygulanacağı özel laboratuvarlar (yapay zekâ, nesnelerin interneti, 3D tasarım, robotik gibi) ve STEM Laboratuvarları kurulması sağlanabilir. Bu amaçla kamu kaynaklarının yanı sıra özel sektör destekleri özendirilebilir.

Kaynakça

- Akgündüz, D. (Ed.) (2018a). *Okul öncesinden üniversiteye kuram ve uygulamada STEM eğitimi*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D. (2018b). STEM eğitiminin kuramsal çerçevesi ve tarihsel gelişimi. Devrim Akgündüz (Ed.), *Okul öncesinden üniversiteye STEM eğitimi (s.19-49) içinde*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D. (2018c). İlkokul ve ortaokul fen bilimleri eğitiminde STEM uygulamaları. Devrim Akgündüz (Ed.) *Okul öncesinden üniversiteye STEM eğitimi (s.169-200) içinde*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D. (2016). A research about the placement of the top thousand students in STEM fields in Turkey between 2000 and 2014. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(5), 1365–1377.
- Akgündüz, D. ve Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde STEM eğitimi uygulamaları. Devrim Akgündüz (Ed.) *Okul öncesinden üniversiteye STEM eğitimi (s.135-167) içinde*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Cavaş, B., Çorlu, M. S., Öner, T. ve Özdemir, S. (2015a). *STEM eğitimi Türkiye raporu: Günün modası mı yoksa gereksinim mi?* İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M., Kaplan Sayı, A., ve Türk, Z. (2015b). *STEM eğitimi çalıştay raporu: Türkiye STEM eğitimi üzerine kapsamlı bir değerlendirme*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Akgündüz, D., Ertepinar, H., Ger, A. M. ve Türk, Z. (2018). *STEM eğitiminin öğretim programına entegrasyonu: Çalıştay raporu*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi.
- Atık, İ. (2018). Nitelikli işgücü için etkin mesleki eğitim konusuna çözüm olarak fen, teknoloji, mühendislik, matematik eğitimi. *Journal of Higher Education & Science/Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 8(2), 254–263.
- Baran, E., Canbazoğlu-Bilici, S., Mesutoglu, C. ve 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.

- Baran, E., Canbazoglu-Bilici, S., Mesutoglu, C. ve Ocak, C. (2019). The impact of an out-of-school STEM education program on students' attitudes toward STEM and STEM careers. *School Science and Mathematics*, 119(4), 223–235.
- Blosveren, K., ve Voytek, S. (2015). STEM and CTE: A perfect match. *Techniques: Connecting Education & Careers*, 90(3), 20-23.
- Bağcı, D., Daş, O. ve Genç, S. (2018). Mesleki ve teknik yükseköğretim kurumları öğrencilerinin sektördeki modern teknolojilerle uyum süreçlerinin yapılandırılması. *Başkent University Journal of Education*, 1, 47–54.
- Bilim, Teknoloji ve Sanayi Eğitimi Dairesi Başkanlığı (2017). *Sanayinin ihtiyaç duyduğu işgücü nitelikleri*. Ankara: Bilim, Teknoloji ve Sanayi Eğitimi Dairesi Başkanlığı.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30–35.
- Bybee, R. W. (2018). STEM education now more than ever. National Science Teachers Association.
- Chang, S. H., Ku, A.C., Yu, L. C., Wu, T. C. ve Kuo, B. C. (2015). A science, technology, engineering and mathematics course with computer-assisted remedial learning system support for vocational high school students. *Journal of Baltic Science Education*, 14(5), 641–654.
- Corlu, M. S., Capraro, R. M. ve Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM education: Implications for educating our teachers in the age of innovation. *Eğitim ve Bilim*, 39(171), 74–85.
- Corlu, M. S., Svidt, K., Gnaur, D., Lavi, R., Borat, O. ve Çorlu, M. A. (2018). Engineering education in higher education in Europe. Dori, Y. J., Mevarech, Z. R. ve Baker, D. R. (eds), *Cognition, metacognition, and culture in STEM education* (s. 241-259). Springer: Cham.
- Çevik, M. (2018). Impacts of the project based (PBL) science, technology, engineering and mathematics (STEM) education on academic achievement and career interests of vocational high school students. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 8(2), 281–306.
- Dougherty, S. M. ve Macdonald, I. H. (2019). Can growth in the availability of STEM technical education improve equality in participation?: Evidence from Massachusetts. *Journal of Vocational Education & Training*, 1–24.
- EMO. (2018). Elektrik Mühendisleri Odası Ankara Şubesi haber bülteni 2017/3. http://www.emo.org.tr/ekler/09287020c96f18a_ek.pdf?dergi=1111
- Fletcher Jr, E. C. ve Tyson, W. (2017). Bridging technical skills gaps between high school students and local employers. *Journal of Research in Technical Careers*, 1(1), 20–31.

- Gaunt, D. ve Palmer, L. B. (2007). Current profile of CTE and non-CTE students: Who are we serving. *Journal of Career and Technical Education*, 23(1), 1–9.
- Gelişli, Y., Beisenbayeva, L., Sultanbek, Z. M. ve Ussenova, A. (2016). Vocational education systems in Turkey and the world: New trends and problems. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 7(3), 1–10.
- Hodge, S. ve Smith, R. (2018). Innovation and VET student work placement. *Journal of Vocational Education & Training*, 71(4), 1–19.
- Hoeckel, K. ve Schwartz, R. (2010). Learning for Jobs OECD reviews of vocational education and training. *Austria: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)*. <http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/Learning%20for%20Jobs%20book.pdf>
- Honey, M., Pearson, G. ve Schweingruber, H. (Eds.). (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research* (Vol. 500). Washington, DC: National Academies Press.
- İŞKUR. (2017). *İstanbul işgücü piyasa araştırma raporu*. <https://media.iskur.gov.tr/15149/istanbul.pdf>
- Jang, H. (2016). Identifying 21st century STEM competencies using workplace data. *Journal of Science Education and Technology*, 25(2), 284–301.
- Kelley, T. R. ve Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11.
- Lynch, R. (2000). High school career and technical education for the first decade of the 21st century. *Journal of Vocational Education Research*, 25(2), 155–198.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. ve Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822.
- Mesleki Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2016). Eğitimden üretime sektörle iş birliğine. Erişim tarihi 10 Eylül, 2019: <https://mtegm.meb.gov.tr/www/egitimden-uretime-sektorle-isbirligine-temali-ii-egitim-kongresi-ozet-raporu-yayimlandi/icerik/1508>
- Mesleki Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2018a). *Türkiye de mesleki ve teknik eğitimin görünümü*. Ankara:MEB. http://mtegm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2018_11/12134429_No1_Turkiyede_Mesleki_ve_Teknik_Egitimin_Gorunumu.pdf.
- Mesleki Teknik Eğitim Genel Müdürlüğü. (2018b). *Mesleki ve teknik eğitimde sanayi 4.0 dönüşümü*. Ankara: MEB. <https://mtegm.meb.gov.tr/tr/end4/mobile/index.html>

- MEB. (2018a). *2023 eğitim vizyonu*. Ankara: MEB.
http://2023vizyonu.meb.gov.tr/doc/2023_EGITIM_VIZYONU.pdf
- MEB. (2018b). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: MEB.
<http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=325>
- MEB. (2014). *Türkiye mesleki ve teknik eğitim strateji belgesi ve eylem planı*. Ankara: MEB.
https://mtegm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2016_07/29122004_mte_stareji_belgesi_2014_2018_1.pdf
- Miles, M. B. ve Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: A sourcebook*. Beverly Hills: Sage.
- Mohamad, M. M., Heong, Y. M., Rajuddin, M. R. ve Keong, T. T. (2011). Identifying relationship involving learning styles and problem solving skills among vocational students. *Journal of Technical Education and Training*, 3(1), 37–45.
- National Science Board. (2009). *Science and engineering indicators*. Arlington, VA: National Science Foundation. https://www.nsf.gov/nsb/publications/2009/01_10_stem_rec_obama.pdf
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2014). *Developing assessments for the Next Generation Science Standards*. National Academies Press.
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: The National Academies Press.
- OECD. (2015). How is the global talent pool changing (2013, 2030)? *Education Indicators in Focus*, No. 31. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2015). *Reviews of vocational education and training*. Ankara: MEB.
http://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/OECD_VET_Key_Messages_and_Country_Summaries_2015.pdf
- OECD. (2018). The future of education and skills Education 2030. [https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20\(05.04.2018\).pdf](https://www.oecd.org/education/2030/E2030%20Position%20Paper%20(05.04.2018).pdf)
- Oran, Y., Akgunduz, D., Adiguzel, Z. ve Altıngövdü, E. (2018). *STEM education applications in vocational technical schools: Example of MOSTEM*. Presented at the World STEM Education Conference - 8-10 June 2018. Istanbul, Turkey
- Özçelik, A. ve Akgündüz, D. (2018). Üstün/özel yetenekli öğrencilerle yapılan okul dışı STEM eğitiminin değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 334–351.
- Reeve, E. M. (2016). 21st century skills needed by students in technical and vocational education and training (TVET). *Asian International Journal of Social Sciences*, 16(4), 65–82.

- Sağlık, M.A. ve Aykaç, N. (2018). Mesleki eğitimin sorunları ve çözüm arayışlarının değerlendirilmesi: Bir meta-sentez çalışması. *Eğitim Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 8(2), 25–47.
- Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEM mania. *Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Sarıcan, G. ve Akgündüz, D. (2018). The impact of integrated STEM education on academic achievement, reflective thinking skills towards problem solving and permanence in learning in science education. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 13(1), 94-107.
- Schleicher, A., Achiron, M., Burns, T., Davis, C., Tessier, R. ve Chambers, N. (2019). *Envisioning the future of education and jobs: Trends, data and drawings*. OECD Publishing. <http://www.oecd.org/education/Envisioning-the-future-of-education-and-jobs.pdf>
- Şahin, A., Ayar, M. C. ve Adugüzel, T. (2014). STEM Related after-school program activities and associated outcomes on student learning. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 14(1), 309–322.
- Tripney, J. S. ve Hombrados, J. G. (2013). Technical and vocational education and training (TVEI) for young people in low-and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Empirical Research in Vocational Education and Training*, 5(1), 1–14.
- TÜSİAD. (2017). *2023'e Doğru Türkiye'de STEM gereksinimi*. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/9735-2023-e-dog-ru-tu-rkiye-de-stem-gereksinimi>
- TÜSİAD. (2018). *Dijital teknolojiler ve ekonomik büyüme*. <https://tusiad.org/tr/yayinlar/raporlar/item/10130-dijital-teknolojiler-ve-ekonomik-buyume-raporu>
- TUSİAD-Boston Consulting Group. (2016). Türkiye'nin küresel rekabetçiliği için bir gereklilik olarak sanayi 4.0: Gelişmekte olan ekonomi perspektifi.
- United Nations Environment Programme. (2012). *21 issues for the 21st century: Results of the UNEP foresight process on emerging environmental issues*. http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8056/-21%20Issues%20for%20the%2021st%20Century_%20Results%20of%20the%2020UNEP%20Foresight%20Process%20on%20Emerging%20Environmental%20Issues-20121098.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (UNESCO) and International Labour Organization (ILO). (2002). *Technical and vocational education and training for the twenty-first century*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220748>

- US Department of Education. (2016). *STEM 2026: A vision for innovation in STEM education*.
<https://www.air.org/system/files/downloads/report/STEM-2026-Vision-for-Innovation-September-2016.pdf>
- World Economic Forum (WEF). (2016). *The future of jobs. Employment, skills and workforce strategy for the Fourth industrial revolution*. Geneva, Switzerland.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık: Ankara.
- Yin, R. K. (1994). *Case study research: Design and methods*. SAGE Publications: California, USA.

EKLER

EK-1 YÜZ YÜZE EĞİTİM
ÇALIŞMALARI

EK-2 ÇEVİRİMİÇİ EĞİTİM
ÇALIŞMALARI

EK-3 OKUL İZLEME ÇALIŞMALARI

EK-4 PROJE FUARI

EK-5 PROJE OKULLARININ
YAPTIKLARI ÇALIŞMALAR

EK-6 VİDEOLAR

EK-1
YÜZ YÜZE EĞİTİM
ÇALIŞMALARI



TUSİAD

MESLEKİ TEKNİK LİSELERDE SANAYİ 4.0 İÇİN STEM EĞİTİMİ PROJESİ



PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ



ANA DESTEKÇİ

Online Eğitim

1 Ekim - 15 Kasım 2018

Yüz Yüze Eğitim

8 - 13 Ekim 2018



İstanbul Aydın Üniversitesi Florya Yerleşkesi
www.aydin.edu.tr | 444 1 428

TUSİAD | STEM+A
TEKNOLOJİ - MÜHÜRÜK - MATEMATİK - SANAT
www.tusiadstem.org

PROJE AÇILIŞ TÖRENİ (08.10.2018)



Dr. Devrim Akgündüz (İAÜ)



Ebru Dicle (TÜSİAD)



İzlem Tekin Bayrak (Arçelik)



Aile Fotoğrafi

STEM EĞİTİMİ 1. GÜN (08.10.2018)



Mühendislik Tasarım-1



Mühendislik Tasarım-2



Mühendislik Tasarım-3



Mühendislik Tasarım-4

Dr. Devrim Akgündüz (İstanbul Aydın Üniversitesi)

STEM EĞİTİMİ 2. GÜN (09.10.2018)



STEM Ders Planı Hazırlama-
1



STEM Ders Planı Hazırlama-
2



STEM Ders Planı Hazırlama-
3



STEM Ders Planı Hazırlama-
4

Dr. Devrim Akgündüz (İstanbul Aydın Üniversitesi)

ROBOTİK ve PROGRAMLAMA EĞİTİMİ

1. GÜN (10.10.2018)



Arduino ile Programlama-1



Arduino ile Programlama-2



Arduino ile Programlama-3



Arduino ile Programlama-4

Dr. Burak Şişman (İstanbul Üniversitesi) ve Aydın Tiryaki

ROBOTİK ve PROGRAMLAMA EĞİTİMİ

2. GÜN (11.10.2018)



Robotik-1



Robotik-2



Robotik-3



Robotik-4

Dr. Burak Şişman (İstanbul Üniversitesi) ve Aydın Tiryaki

SANAL VE ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK EĞİTİMİ (12.10.2018)



İAÜ VR LAB ZİYARETİ



AR ve VR LAB EĞİTİMİ-1



AR ve VR LAB EĞİTİMİ-2



YENİ MEDYA EĞİTİMİ

Doç. Dr. Deniz Yengin, Doç. Dr. And Algül, Ar. Gör. Tamer Bayrak (İstanbul Aydın Üniversitesi)

MOBİL PROGRAMLAMA VE NESNELERİN İNTERNETİ EĞİTİMİ (12.10.2018)



Aile Fotoğrafi



Mobil Programlama Eğitimi-1



Mobil Programlama Eğitimi-2



Nesnelerin İnterneti Eğitimi

Prof. Dr. M. Yaşar Özden (Doğu Akdeniz Üniversitesi)

MAIN FRAME, İNOVASYON, SİBER FİZİKSEL SİSTEMLER EĞİTİMLERİ (13.10.2018)



IBM Eğitimi Fotoğrafi



IBM Main Frame Teknolojisi



İnovasyon Merkezi Ziyareti



İnovasyon Merkezi Ziyareti

Ceyhun Göcenoğlu, Begüm Daşkaya, Poyraz Sağtekin,
Cüneyt Göksu (IBM)

EK-2

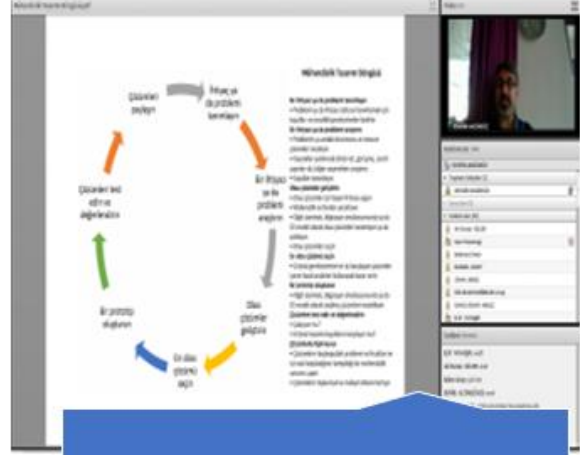
ÇEVİRİMİÇİ EĞİTİM

ÇALIŞMALARI

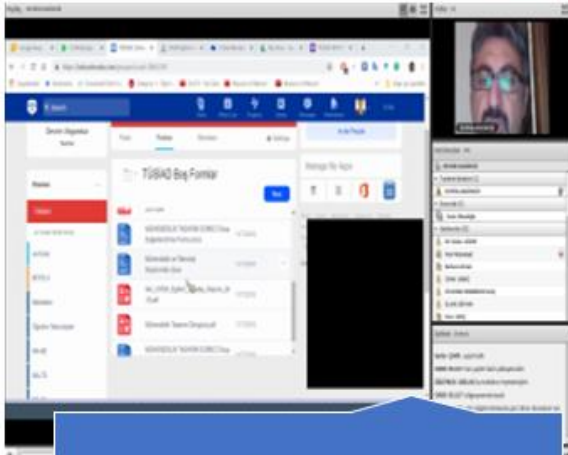
STEM EĞİTİMİ (ÇEVİRİMİÇİ)



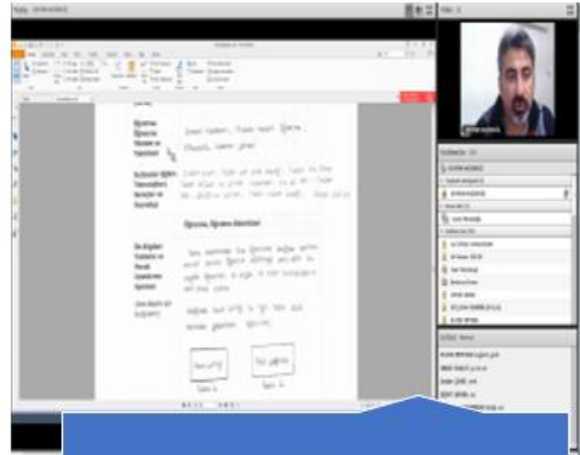
1. Hafta



2. Hafta



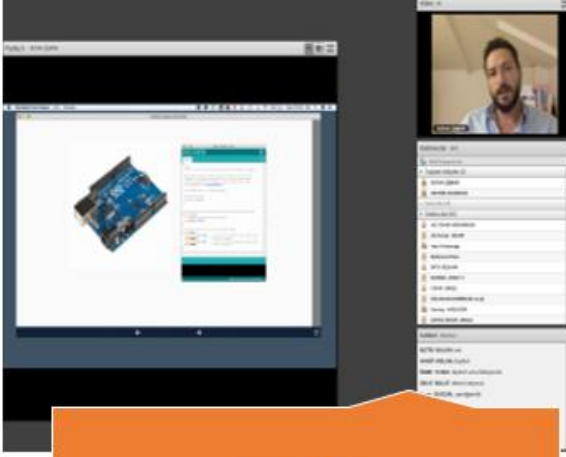
3. Hafta



4. ve 5. Hafta

Dr. Devrim Akgündüz (İstanbul Aydın Üniversitesi)

ROBOTİK ve PROGRAMLAMA EĞİTİMİ (ÇEVİRİMİÇİ)



1. Hafta



2. Hafta



3. Hafta



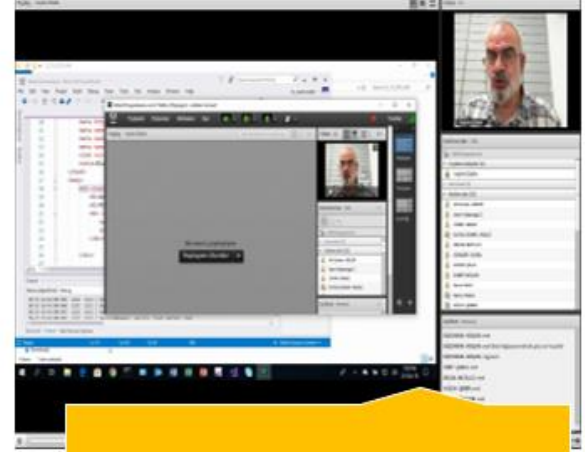
4. ve 5. Hafta

Dr. Burak Şişman (İstanbul Üniversitesi)

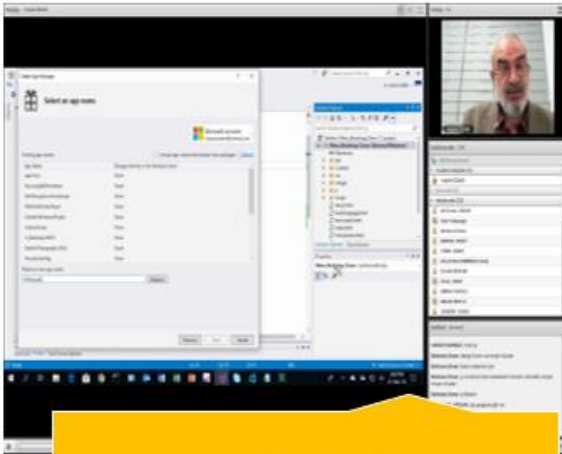
MOBİL PROGRAMLAMA VE NESNELERİN İNTERNETİ EĞİTİMİ (ÇEVİRİMİÇİ)



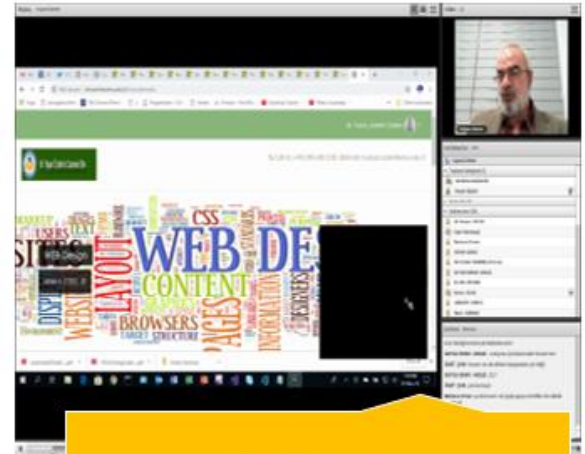
1. Hafta



2. Hafta



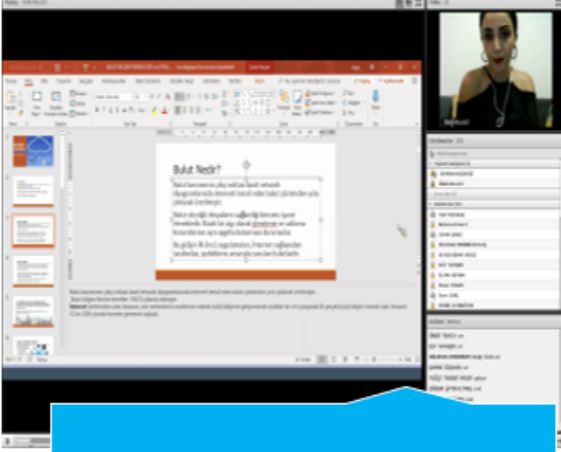
3. Hafta-1



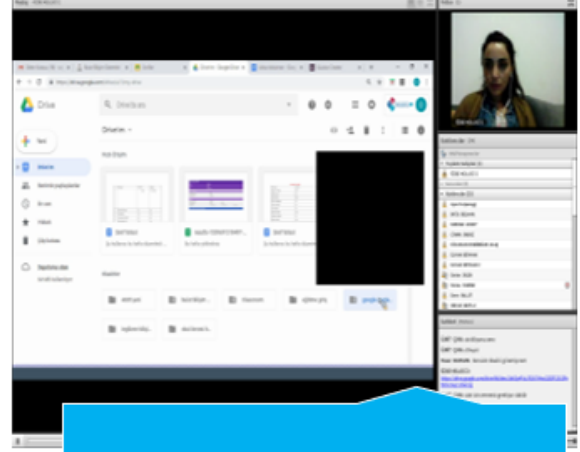
3. Hafta-2

Prof. Dr. M. Yaşar Özden (Doğu Akdeniz Üniversitesi)

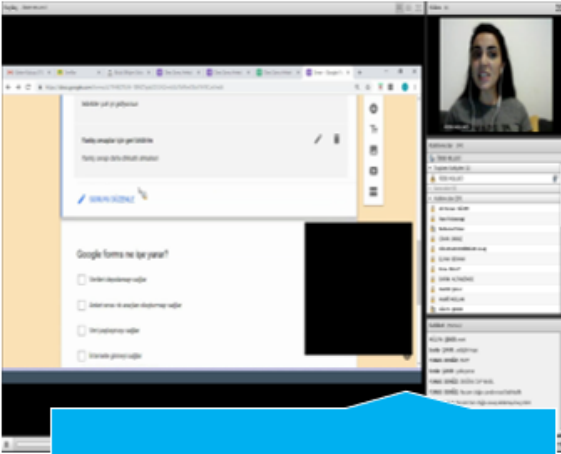
BULUT BİLİŞİM SİSTEMLERİ EĞİTİMİ (ÇEVİRİMİÇİ)



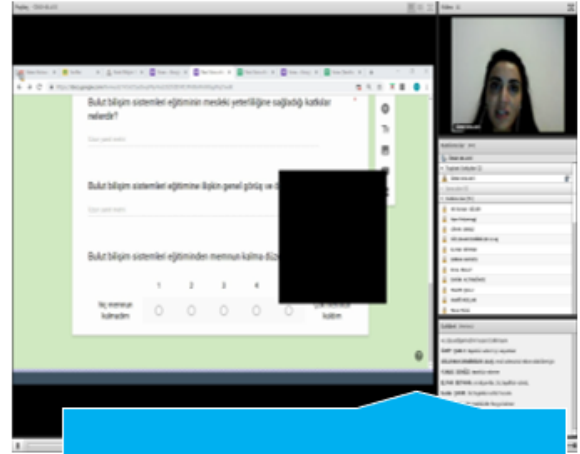
1. Hafta



2. Hafta



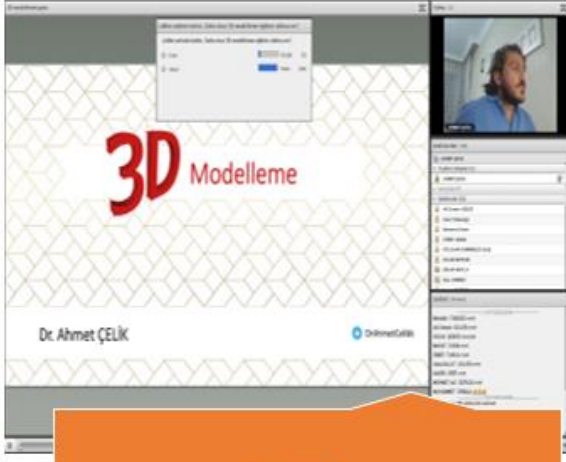
3. Hafta-1



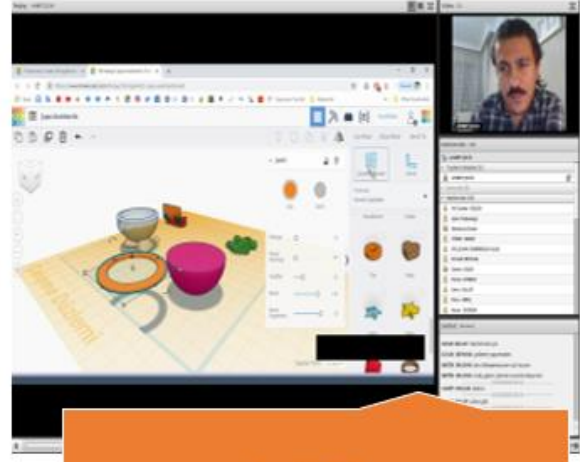
3. Hafta-2

Dr. Özge Kelleci (Hasan Kalyoncu Üniversitesi)

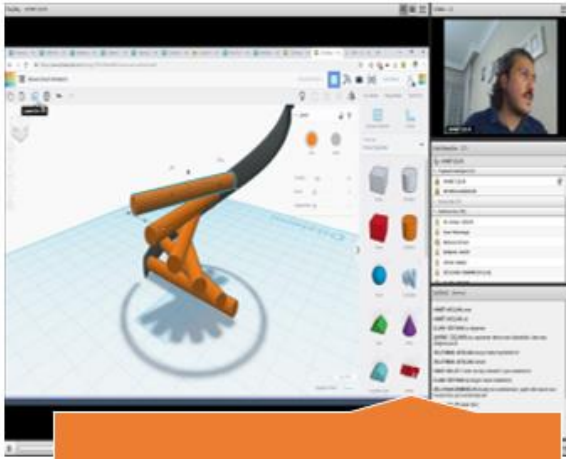
3D TASARIM EĞİTİMİ (ÇEVİRİMİÇİ)



1. Hafta



2. Hafta



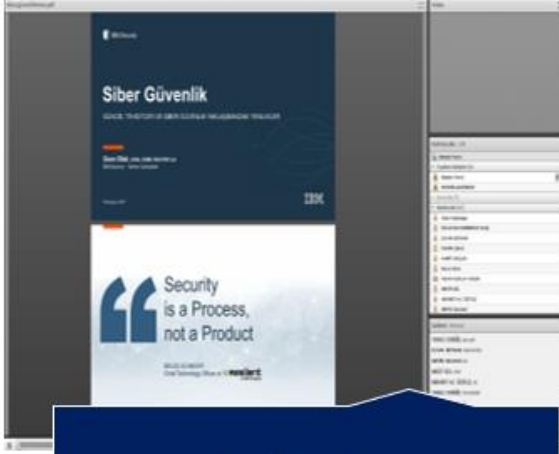
3. Hafta



4. Hafta

Dr. Ahmet Çelik (Gazi Üniversitesi)

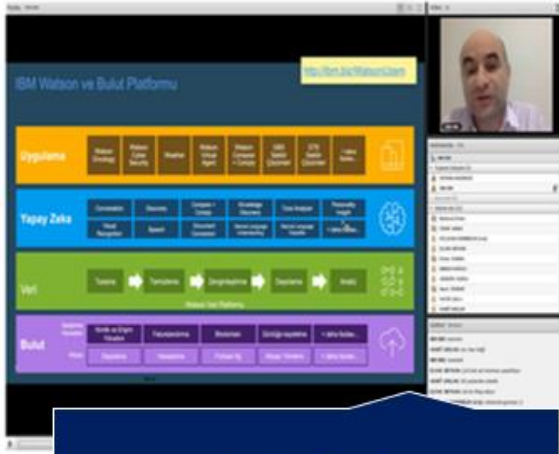
SİBER GÜVENLİK VE YAPAY ZEKA EĞİTİMİ (ÇEVİRİMİÇİ)



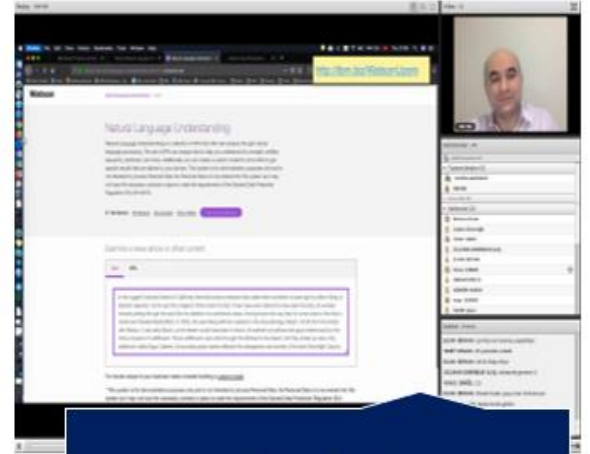
1. Hafta-1



1. Hafta-2



2. Hafta-1



2. Hafta-2

Ozan Olalı, Ahmet Said Çelik (IBM)

EK-3

OKUL İZLEME

ÇALIŞMALARI

1. İZLEME TOPLANTILARI (20.12.2018)



Darıca Deniz Yıldızları MTAL



Darıca Deniz Yıldızları MTAL



Gebze STFA MTAL



Gebze STFA MTAL

1. İZLEME TOPLANTILARI (25.12.2018)



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



İzmit Atatürk MTAL



İzmit Atatürk MTAL

2. İZLEME TOPLANTILARI (21.02.2019)



Gebze STFA MTAL



Gebze STFA MTAL



İzmit Atatürk MTAL



İzmit Atatürk MTAL

2. İZLEME TOPLANTILARI (22.02.2019)



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



Darıca Deniz Yıldızları MTAL



Darıca Deniz Yıldızları MTAL

3. İZLEME TOPLANTILARI (25.04.2019)



Gebze STFA MTAL



Gebze STFA MTAL



İzmit Atatürk MTAL



İzmit Atatürk MTAL

3. İZLEME TOPLANTILARI (29.04.2019)



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



Darıca Deniz Yıldızları MTAL



Darıca Deniz Yıldızları MTAL

EK-4
PROJE FUARI

PROJE FUARI AÇILIŞ TÖRENİ RAHMI KOÇ MÜZESİ (12.06.2019)



Burak Aydın

- TUSIAD STEM Çalışma Grubu Başkanı



Ali Fuat Yeşilyurt

- Dow Türkiye Poliüretan Satış Direktörü



Serkan Sevim

- TUSIAD Yönetim Kurulu Üyesi ve Dijital Dönüşüm Yuvarlak Masası Eş Başkanı



Mehmet Salih Canbal

- MEB Programlar ve Öğretim Materyalleri Daire Başkanı

PROJE FUARI AÇILIŞ TÖRENİ



PROJE FUARI BELGE TAKDİMİ



Gebze STFA MTAL



Darıca Deniz Yıldızları MTAL



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



İzmit Atatürk MTAL

PROJE FUARI PANELİ



Moderatör:
Dr. Devrim Akgündüz



PROJE FUARI OKUL STANTLARI



Darıca Deniz Yıldızları MTAL



Gebze STFA MTAL



Üsküdar Haydarpaşa MTAL



İzmit Atatürk MTAL

PROJE FUARI OKUL STANTLARI



PROJE FUARI



EK-5

PROJE OKULLARININ

YAPTIKLARI

ÇALIŞMALAR

DARICA DENİZYILDIZLARI MTAL

PROJE EKİBİ



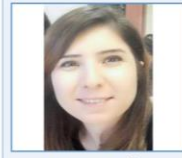
Fizik Öğr.
Fethiye Sözen



Kimya Öğr.
Hatice Akkul



Biyoloji Öğr.
Hacer Dursun



Matematik Öğr.
Ayşe Saygı



Elekt. /Elektro. Öğr.
Serdar Çakır



Radyo Tel. Öğr.
Emre Genç



Bilişim Tek. Öğr.
Barbaros Erman



Bilişim Tek. Öğr.
Önder Kuru



End. Otomas. Öğr.
Emine Duman

EĞİTİMLERDEN GÖRÜNTÜLER



Okul Proje Koordinatörleri Toplantısı



Öğrencilere STEM Eğitimleri



Öğretmenlere STEM Eğitimleri

ÇALIŞMALARDAN GÖRÜNTÜLER



STEM grup çalışmaları



Fizik dersinde



Elektronik uygulaması



Prototip hazırlama çalışması

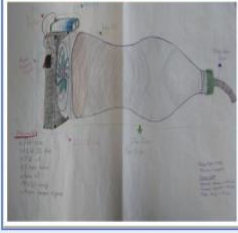


Biyoloji çalışması

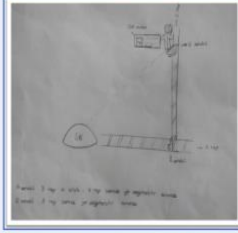
DERSLER VE ÜRÜNLERİ

DERS ADI	KONU	ANA DİSİPLİN ÖĞRETMENİ	DiĞER DİSİPLİN ÖĞRETMENLERİ	MÜHENDİSLİK TASARIM ÜRÜNÜ
FİZİK-1	Manyetizma ve Elektromanyetik İndükleme	FİZİK ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	Üretilen motor ile blender yapımı
FİZİK-2	Manyetizma ve Elektromanyetik İndükleme	FİZİK ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	Elektrik süpürgesi yapımı
KİMYA -1	Periyodik sistem	KİMYA ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	Periyodik cetvelin kolay öğrenilmesi programı
KİMYA-2	Asitler ve Bazlar	KİMYA ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	Asit bazların ayrımını yapan bilgisayar oyun programı tasarlama
BİYOLOJİ-1	Kalıtım	BİYOLOJİ ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	Kalıtsal hastalıkların ebeveynle ilişkisinin tespiti projesi
BİYOLOJİ-2	Kalıtım	BİYOLOJİ ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	Kalıtsal hastalıkların önceden kolay tespiti
MATEMATİK-1	Problemler	MATEMATİK ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	İki nokta arasındaki en kısa mesafeyi gösteren araç
MATEMATİK-2	Problemler	MATEMATİK ÖĞRETMENİ	Fizik ,Kimya, Biyoloji , Bilişim, Elektrik Otom.	Marsta elektrik enerjisi üretimi

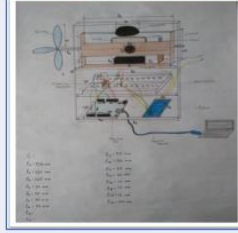
PROTOTİP ÇİZİMLERİ



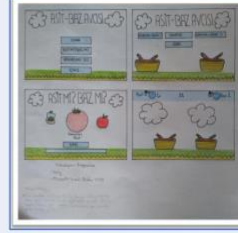
Elektrik süpürgesi



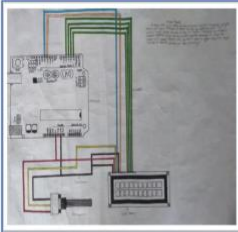
İki nokta arasındaki en kısa mesafeyi gösteren araç



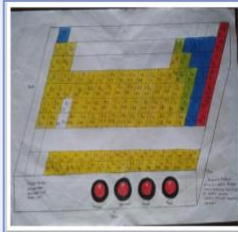
Kendi motorumla serinliyorum



Asit baz belirleyici



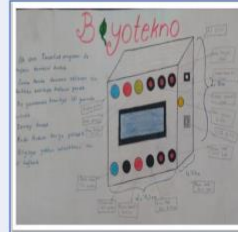
Kalıtsal hastalığın aktarımı



Periyodik cetvel



Endüstriyel robot kol



Kalıtsal hastalığımı öğreniyorum

PROTOTİP ÜRÜNLER



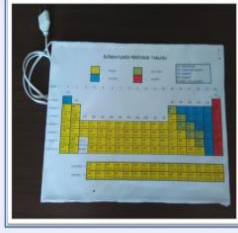
Elektrik süpürgesi



Elementleri tanıyorum



Kalıtsal hastalığımı öğreniyorum



Periyodik cetvel



End. Robot kol



Kendi motorumla blender



Asit baz belirleyici



Enerji üretim aracı

GEBZE STFA MTAL

PROJE EKİBİ



Fizik Öğr.
Diclehan Demirbilek



Kimya Öğr.
Hüseyin Soğanlı



Biyoloji Öğr.
Elvan Beyhan



Matematik Öğr.
Cihan Sabaz



Matematik Öğr.
İhsan Kubilay Avşar



Makina Öğr.
Mecit Gül



Mekatronik Öğr.
Onur Bulut



Bilgisayar Öğr.
Emrah Kapucu



Elektronik Öğr.
Hacer Şallı



Elektrik Öğr.
Muhammet Erbaş

EĞİTİMLERDEN GÖRÜNTÜLER



Okul Proje Koordinatörleri Toplantısı



Öğrencilere STEM Eğitimleri



Öğretmenlere STEM Eğitimleri

ÇALIŞMALARDAN GÖRÜNTÜLER



Prototip yaparken



Robotik dersinde



Araştırma aşaması



Prototip çizerken

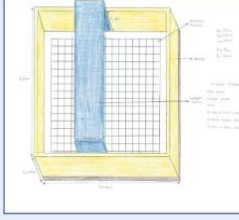


Uygulama aşaması

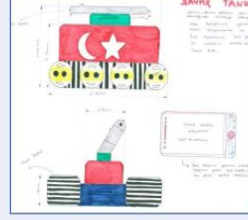
DERSLER VE ÜRÜNLERİ

DERS ADI	KONU	ANA DİSİPLİN ÖĞRETMENİ	DİĞER DİSİPLİN ÖĞRETMENLERİ	MÜHENDİSLİK TASARIM ÜRÜNÜ
FİZİK-1	Elektrik akımı	Fizik	Matematik, Makine Teknolojisi, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri Elektrik-Elektronik	1 güneş paneli 2- mobil programlı tank 3. Engelliler için mesafe ve zaman hesaplayıcı
FİZİK-2	Enerji Dönüşümleri	Fizik	Matematik , Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri, Makine Teknolojisi, Elektrik-Elektronik	1. Elektrik enerjisi görüntüye çeviren kayan led yazı 4- renk ayırıcı 5- elektronik piyano
KİMYA-1	Atom ve periyodik cetvel	Kimya	Matematik, Biyoloji, Elektrik-Elektronik	BİL-BUL
KİMYA-2	Gazlar	Kimya	Matematik, Fizik, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri	ÇEVRE DENETLEYİCİ
BİYOLOJİ-1	Hücre	Biyoloji	Kimya, Matematik, Makine Teknolojisi	DNA MODELİ
BİYOLOJİ-2	Ekosistem Ekolojisi	Biyoloji	Kimya, Makine Teknolojisi	SU ARITMA KONİSİ
MATEMATİK-1	Polinomlar	Matematik	Fizik, Bilişim Teknolojileri ,Elektrik-Elektronik	Polinomları çarpanlara ayırma makinesi
MATEMATİK-2	Oran-Orantı	Matematik	Fizik, Elektrik-Elektronik, Endüstriyel Otomasyon Teknolojileri, Makine Teknolojisi	1- Albatros 2- X-Ray 3- Çekici

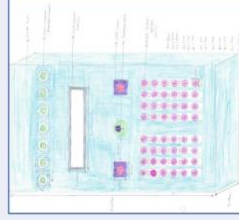
PROTOTİP ÇİZİMLERİ



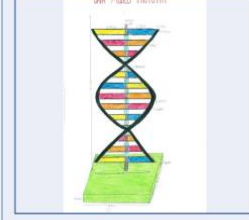
Çarpanlara ayırma



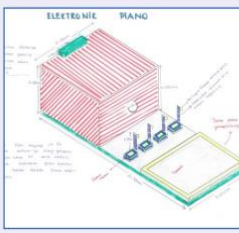
Mobil Programlı Tank



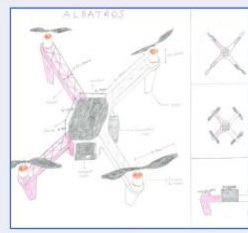
Polinomları çarpanlara ayırma makinesi



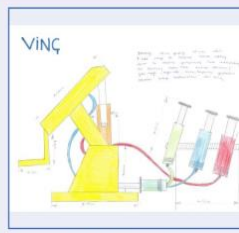
DNA Modeli



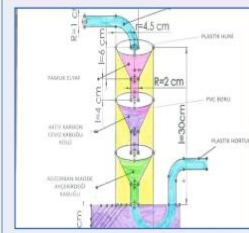
Elektronik Piyano



Albatros Drone



Elektrik enerjisi görüntüye çeviren kayan led yazı



SU ARITMA KONİSİ

PROTOTİP ÜRÜNLER



Çarpanlara ayırma



Mobil Programlı Tank



Polinomları çarpanlara ayırma makinesi



DNA Modeli



Elektronik Piyano



Albatros Drone



Elektrik enerjisi görüntüye çeviren kayan led yazı



SU ARITMA KONİSİ

HAYDARPAŞA MTAL

PROJE EKİBİ



Fizik Öğr.
İlkin Güniz Kurt



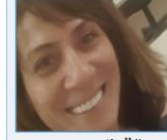
Kimya Öğr.
Zuhall gtgen



Biyoloji Öğr.
Yunus Dengiz



Matematik Öğr.
ıgdem Őatır Altınel



Matematik Öğr.
Hülya Őener



Makina Öğr.
Hamit Arslan



Otomasyon Öğr.
Ümit am



Bilgisayar Öğr.
Őahine zakır



Elektronik Öğr.
Güngör Durdu



Elektronik Öğr.
Süleyman Arslan

EĞİTİMLERDEN GÖRÜNTÜLER



Okul Proje Koordinatörleri Toplantısı



grencilere STEM Eğitimi



gretmenlere STEM Eğitimi

ÇALIŞMALARDAN GÖRÜNTÜLER



Mühendislik tasarımı çalışırken



Biyoloji dersinde ürünlerimiz



Prototip çizim uygulaması



Prototip çizim çalışmalarımız

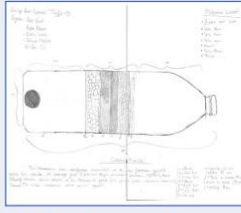


Mühendislik ürünümüz

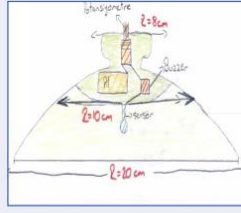
DERSLER VE ÜRÜNLERİ

DERS ADI	KONU	ANA DİSİPLİN ÖĞRETMENİ	DİĞER DİSİPLİN ÖĞRETMENLERİ	MÜHENDİSLİK TASARIM ÜRÜNÜ
FİZİK-1	Isı ve Sıcaklık	FİZİK	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	Akıllı Tencere
KİMYA-1	Kimya bilimi	KİMYA	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	Limonen
KİMYA-2	Çevre kimyası	KİMYA	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	Kantaron Kremi
BİYOLOJİ-1	Hücre zarında madde geçişleri	BİYOLOJİ	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	İçilecek Su Sağlayacak Araç Tasarımı
BİYOLOJİ-2	Mitoz ve mayoz bölünme, üreme	BİYOLOJİ	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	Yumurtadan Cıvciv Çıkmasını Sağlayacak Araç Tasarımı
MATEMATİK-1	Hareket Problemleri (Ortalama Hız)	MATEMATİK	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	Yeşil Dalga Sinyalizasyon Sistemi
FİZİK-1	Isı ve Sıcaklık	FİZİK	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	Akıllı Tencere
KİMYA-1	Kimya bilimi	KİMYA	Bilişim, Elektronik, Makine, Otomasyon	Limonen

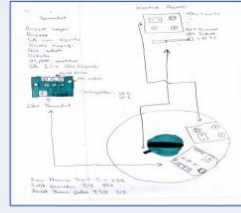
PROTOTİP ÇİZİMLERİ



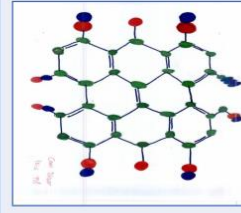
İçilecek su sağlayan araç



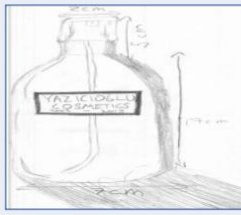
Akıllı tencere



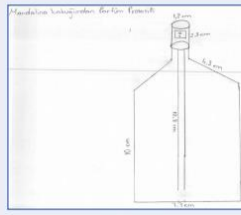
Akıllı tencere



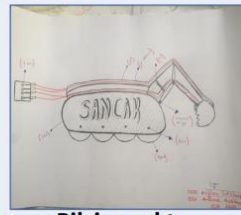
Kantaron kremi



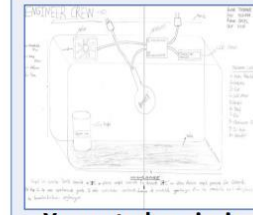
Mandalin kokulu parfüm



Mandalin kokulu parfüm

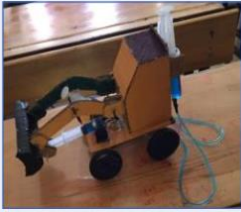


Pilsiz uzaktan kumandalı oyuncak kepçe



Yumurtadan civciv çıkmasını sağlayan araç

PROTOTİP ÜRÜNLER



Pilsiz uzaktan kumandalı kepçe



İçilecek su sağlayan araç



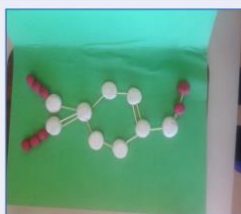
Yumurtadan civciv çıkmasını sağlayan araç



Akıllı tencere



Kantaron kremi



Mandalin kokulu parfüm



İçilecek su sağlayan araç



Yumurtadan civciv çıkmasını sağlayan araç

İZMİT ATATÜRK MTAL

PROJE EKİBİ



Fizik Öğr.
Ömer Tunca



Fizik Öğr.
Seda Okkalı



Biyoloji Öğr.
Serap Taş



Makine Alan Öğr.
Osman Çolakoğlu



Makine Alan Öğr.
Murat Esen



Elekt. /Elektro. Öğr.
Ercan Mutlu



Yen. Enerji Öğr.
Mehmet Görmüş



Bilgisayar Öğr.
Ali Cihan Karahasan



Bilgisayar Öğr.
Harun Kurnaz



Bilgisayar Öğr.
Kadir Cirit

EĞİTİMLERDEN GÖRÜNTÜLER



Okul Proje Koordinatörleri Toplantısı



Öğrencilere STEM Eğitimleri



Öğretmenlere STEM Eğitimleri

ÇALIŞMALAR DAN GÖRÜNTÜLER



STEM çalışırken



STEM fizik dersinde



STEM otonom gemi uygulaması



Kompost gübre çalışması

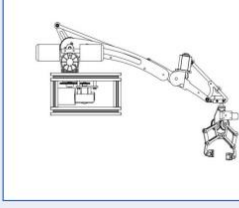


ÇÖPKET çalışması

DERSLER VE ÜRÜNLERİ

DERS ADI	KONU	ANA DİSİPLİN ÖĞRETMENİ	DİĞER DİSİPLİN ÖĞRETMENLERİ	MÜHENDİSLİK TASARIM ÜRÜNÜ
FİZİK -1	Elektrik ve manyetizma	FİZİK ÖĞRETMENİ	Elektrik/Elektronik, Matematik, Kimya, Makina, Bilgisayar	1-Elektronik baston 2-Bileklik 3-Kemer
FİZİK -2	Basınç	FİZİK ÖĞRETMENİ	Matematik, Kimya, Bilgisayar	1-Hidrolik sistemler
KİMYA -1	Kimya her yerde	KİMYA ÖĞRETMENİ	Biyoloji, Matematik	1-Doğal sabun 2-Doğal deterjan
KİMYA -2	Enerji kaynakları ve bilimsel gelişmeler	KİMYA ÖĞRETMENİ	Matematik, Biyoloji, Elektrik/Elektronik, Makina, Fizik	1-Güneş enerji ile çalışan sistemler
BİYOLOJİ -1	Ekosistem ekolojisi ve güncel çevre sorunları	BİYOLOJİ ÖĞRETMENİ	Kimya, Matematik, Fizik	1-Verimli kompost gübre örneklemeleri
BİYOLOJİ -2	Ekosistem ekolojisi ve güncel çevre sorunları	BİYOLOJİ ÖĞRETMENİ	Kimya, Matematik, Fizik, Bilişim	1-Karbondioksit tüketen evler 2-Çevreye duyarlı sistemler
MATEMATİK -1	Sayılar ve cebir	MATEMATİK ÖĞRETMENİ	Fizik, Bilişim, Kimya	1-İdealköprü yapım örneklemeleri
MATEMATİK -2	Katı cisimler	MATEMATİK ÖĞRETMENİ	Fizik, Bilişim, Kimya	1-Silindirik kalıplama ile tünel örnekleri

PROTOTİP ÇİZİMLERİ



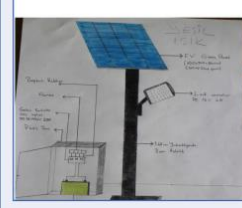
Endüstriyel robotik kol



Savarona
otonom gemi



Yeşil ev



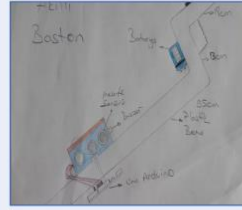
Yeşil ışık



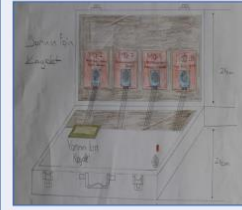
Akıllı garaj



ÇÖPKET



Akıllı baston



Yarının için kaydet

PROTOTİP ÜRÜNLER



ENDÜSTRİYEL ROBOTİK
KOL



SAVARONA
Otonom Gemi



YEŞİL EV



YEŞİL IŞIK



AKILLI GARAJ



ÇÖPKET



AKILLI BASTON



YARININ İÇİN KAYDET

EK-6

VIDEOLAR

VİDEOLAR



TÜSİAD Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi
4.0 için STEM Eğitimi Projesi Öğretmen
Görüşleri



TÜSİAD Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi
4.0 için STEM Eğitimi Projesi Öğretmen
Görüşleri



TÜSİAD Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi
4.0 için STEM Eğitimi Projesi Öğrenci
Görüşleri



TÜSİAD Mesleki ve Teknik Liselerde Sanayi
4.0 için STEM Eğitimi Projesi Öğrenci
Görüşleri