

# Kuramdan Uygulamaya STEM<sup>+A</sup><sub>+E</sub> Eğitimi

Editör: Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

— 5. Baskı —

 PEGEM  
AKADEMI



Editör: Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

## KURAMDAN UYGULAMAYA STEM<sup>+A</sup><sub>+E</sub> EĞİTİMİ

ISBN 978-605-241-056-1

Kitap içeriğinin tüm sorumluluğu yazarlarına aittir.

© 2023, PEGEM AKADEMİ

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Pegem Akademi Yay. Eğt. Dan. Hizm. Tic. AŞ'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri, kapak tasarımı; mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt ya da başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz. Bu kitap, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır. Okuyucularımızın bandrolü olmayan kitaplar hakkında yayınevimize bilgi vermesini ve bandrolsüz yayınları satın almamasını diliyoruz.

Pegem Akademi Yayıncılık, 1998 yılından bugüne uluslararası düzeyde düzenli faaliyet yürüten **uluslararası akademik bir yayınevdir**. Yayımladığı kitaplar; Yükseköğretim Kurulunca tanınan yükseköğretim kurumlarının kataloglarında yer almaktadır. Dünyadaki en büyük çevrimiçi kamu erişim kataloğu olan **WorldCat** ve ayrıca Türkiye'de kurulan **Turcademy.com** tarafından yayınları taranmaktadır, indekslenmektedir. Aynı alanda farklı yazarlara ait 1000'in üzerinde yayını bulunmaktadır. Pegem Akademi Yayınları ile ilgili detaylı bilgilere <http://pegem.net> adresinden ulaşılabilir.

1. Baskı: Ekim 2017, Ankara

5. Baskı: Şubat 2023, Ankara

Yayın-Proje: Şehriban Türüldür  
Dizgi-Grafik Tasarım: Tuğba Kaplan  
Kapak Tasarım: Pegem Akademi

Baskı: Ay-bay Kırtasiye İnşaat Gıda Pazarlama ve Ticaret Ltd. Şti.  
Çetin Emeç Bulvarı 1314. Cadde No: 37A-B Çankaya/ANKARA  
Tel: (0312) 472 58 55

Yayıncı Sertifika No: 51818

Matbaa Sertifika No: 46661

### İletişim

Macun Mah. 204. Cad. No: 141/A-33 Yenimahalle/ANKARA

Yayınevi: 0312 430 67 50

Dağıtım: 0312 434 54 24

Hazırlık Kursları: 0312 419 05 60

İnternet: [www.pegem.net](http://www.pegem.net)

E-ileti: [pegem@pegem.net](mailto:pegem@pegem.net)

WhatsApp Hattı: 0538 594 92 40

## ÖN SÖZ

Bilimsel ve teknolojik yarışta önde olmak isteyen ülkelerin fen ve matematik eğitimine büyük önem verdikleri bilinmektedir. Fen ve matematik öğretim programlarındaki temel değişikliğin 1957 yılında Rusların Sputnik uzay aracını göndermesi ile hız kazandığı, Amerika ve diğer ülkelerin bu yarışta geri kalmamaları için fen ve matematik öğretim programlarında köklü değişikliklere gittikleri ve bu yıllardan sonra birçok yeni fen bilimleri ve matematik programlarının geliştirilip uygulandığı görülmektedir. Bu programlardaki temel anlayış; bilimsel ve teknolojik yarışta geri kalmamak için matematik ve fen bilimlerini kavramsal olarak iyi anlayan, bu kavramları günlük olaylarla ilişkilendiren ve okullarda öğrenilen bilgileri günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmek için kullanan bireyler yetiştirmektir. Bu anlayış aslında gelişmek isteyen tüm toplumların ortak idealidir. Bununla birlikte, gerçekler ideallerden oldukça farklıdır. Yıllardan beri bütün öğrenim kademelerindeki öğrencilerimizin özellikle matematik ve fen bilimleri konu ve kavramlarını derinlemesine anlamamaları ve 'okulda verilen bilgiler ne işimize yarayacak' şeklinde negatif tutumlar sergilemeleri gibi nedenlerden dolayı fen bilimleri ve matematik derslerinin öğretimi anlayışında köklü değişikliklere gidilmesi zorunlu hale gelmiştir. Son zamanlarda okullarımızdaki matematik ve fen bilimleri derslerine ve bunlarla bağlantılı mesleklere olan negatif tutumu pozitive çevirmek için bağlantıları kurulmadan öğrenilen disiplinlerin her birinin bir bütünün parçaları olarak görülmesini sağlayan ve bu süreçte bilgi ile beceriyi birleştiren STEM anlayışı eğitim literatürümüze girmiştir.

Bu genel anlayıştan sonra ülkemiz açısından STEM eğitiminin köklerini anlamak için fen ve matematik eğitiminin yakın geçmişine kısa bir bakış yapmamızda faydalar olacağına inanılmaktadır. Bizler klasik fen ve matematik anlayışı ile yetişmiş ve 'nasıl öğrenilirse öyle öğretilir' ilkesi ile bu mesleği icra eden bir kültüre sahip bireyleriz. Yaptığımız temel faaliyet işlemsel öğrenmedir. Düz anlatım yapma, tanımlar yazdırma, formüller çıkarma ve formüllere dayalı sorular çözme ve tanım ve formülleri unutmamak için bu döngüyü sürekli tekrar etme tüm eğitim kurumlarımızın (özel ve devlet) ortak öğretim anlayışı olarak gelişmiştir. Bu anlayıştan kurtulmak için tarihsel olarak modern fen programları (PSSC fizik, kimya, biyoloji) ülkemize uyarlanmıştır. Formül ve matematiksel işlemler yerine kavramsal öğrenmeyi, beceri ve keşfetmeyi savunan ve bilimsel etkinliklerle (deneylerle) dolu bir anlayışa sahip programların ülkemize adapte edildiği bilinmektedir. Bu programlar yardımıyla fen bilimlerindeki formülleri ve bilgileri ezberlemenin yerini kavramsal öğrenme, beceri geliştirme ve keşfetmeyi savunan bir anlayışın alması hedeflenmekteydi. Çok emek verilmesi ve bütçe ayrılmasına rağmen modern fen ve matematik programlarından vazgeçilmesinin arkasındaki

gerekçeler oldukça anlamlıdır. Bu gerekçelerden bazıları; modern fen kitaplarının kalın klasik fen kitaplarının ise ince kitaplar olduğu, laboratuvar, araç-gereç ve alt yapı sorunlarının çözülmeden yeni anlayışa geçildiği, öğrenci, veli ve öğretmenlerin deney ve etkinlikleri boşa geçen zaman olarak algıladıkları ve öğretmenlerin deney yapmaya karşı isteksizlikleri olarak sıralanabilir. Bununla birlikte, vazgeçilen her programdan sonra ülkemizde öğretim anlayışı olarak daha çağdaş ve daha ileri programlar geliştirildiği görülmektedir.

İkibinli yıllardan sonra 2004, 2007, 2013 ve 2017-2018 yıllarında öğretim programlarında köklü değişime gidilmiştir. 2004 fen bilimleri programları ile; beceri eğitimine ilk adımların atıldığı, programlardaki kazanımların BSB, FTTÇ, BİB, PÇB, TD gibi tanımlanıp sınıflandırıldığı, yapılandırmacılık (3E, 4E, 5E ve 7E modelleri) ve yaşam temelli öğretim anlayışına (REACT Modeli) vurgu yapıldığı görülmektedir. Bununla birlikte bu dönemde de sık sık program değişikliğine veya programların yeniden yapılandırılmasına gidilmiştir. 2004 programlarının 2013 yılında yenilenmesinin temel gerekçeleri şunlardır: (1) 2004 program kitapçığının kalın olması ve bundan dolayı öğretim programı kitapçıklarının öğretmenler tarafından okunmaması ve (2) kazanımların BSB, FTTÇ ve TD gibi çok çeşitli becerileri içermesi ve çok sayıda olması. 2013 yılında 'okunabilen ve uygulanabilen bir program' sloganı ile öğretmenlerimizin ve velilerimizin direnç göstermeyeceği bir göstermeyeceği bir program oluşturulmaya çalışılmıştır. Bununla birlikte, 2013 programlarının da 2017-2018 yılında yenilenmesi, öğretim programlarının her yeni gelen milli eğitim bakanının müdahale ettiği bir alan algısını biraz daha güçlendirmiştir. 2017-2018 programları incelendiğinde, 2013 programlarından temelde vazgeçilmediği, değerler eğitiminin bütün ünitelere entegre edilmeye çalışıldığı ve özellikle ABD ve birçok ülkenin gündeminde olan STEM eğitimi kapsamında dördüncü sınıftan başlamak üzere bilim uygulamaları ünitelerinin yeni programlara eklendiği görülmektedir.

Ülkemiz açısından programlarda sürekli bir yenileşme arayışının (yapısalcılığa, yaşam temelliye ve son olarak E-STEAM'ye) en önemli gerekçeleri; genel lise ve fen liselerinin uzun yıllardan beri teknik becerileri olmayan bireyler yetiştirmeleri ve buna karşılık meslek liselerinin ise akademik bilgiden uzak bireyler yetiştirmeleridir. İçinde bulunduğumuz durum ile geleceğin dünyası için öne çıkarılan 21. yüzyıl becerilerini kazanmış ve geleceğin mesleklerine uygun bilgi ve becerilere sahip bireyleri yetiştiremeyeceğimiz çok açık olarak görülmektedir. Ülkemizde zor ve uzun soluklu bir süreç gerektiren bu becerileri kazanma yerine daha çok basit beceriler gerektiren usta-çırak ilişkisi ile öğrenilebilecek kalıpsal becerileri öğrenmeye yönelme oldukça yaygın hale gelmiştir. Bu sorunların üstesinden gelmek, özel olarak okul bilgisi ile gündelik hayatta karşılaşılan sorunları çözebilecek

bilgi ve becerilere sahip bireyler yetiştirmek ve genel olarak ise 21. yüzyıl becerilerinin alt yapısını oluşturacak beceriler geliştirmek öğretim programlarımızın temel hedefi olmalıdır.

Her düzeyde tek disiplini bilmenin (matematik, fizik vs.), onlarla ilgili olan teknolojiyi anlamada ve ona katkı sağlamada yeterli olmadığı ve bundan dolayı derslerimizde bütünlük bir yapının oluşmasının zorunlu olduğu ve bu yapının da ancak STEM eğitimi ile başarılacağı savunulmaktadır. STEM eğitiminin bir başka önemi teorik olarak savunduğu kavramlardan gelmektedir. Bunlar; eleştirel düşünme, yaratıcılık, analitik düşünme, problem çözme, tasarım, üretim, özgünlük, girişimcilik vb. gibi sıralanabilir. Tüketimden üretime ve ürettiğini pazarlamaya yönelmiş bir yaklaşım olarak da önem kazanmaya başlayan bu anlayışı geçerli kılmak için fen ve matematik programlarına STEM eğitimi anlayışı getirilmeye çalışılmaktadır.

Ashında teknolojinin ve eğitimin tarihsel gelişimine bakıldığında yeni olarak tasvir ettiğimiz her akımın ya teorik ya da somut ürünleri çevremizde görülebilir. Bunlardan biri, aşağıdaki resimdeki 450 Yıllık Mağlova Kemerini STEAM yaklaşımına örnek olarak verebileceğimizeyizdir.



Bu eserde fen, teknoloji, mühendislik, sanat ve matematiğin birleştiği ve STEAM olarak tanımladığımız bütün kavramları tek tek veya bütüncül olarak görebiliriz.

STEM eğitiminin uygulamaya dönüşmesinde anlaşılması gereken iki kavram “çok disiplinli” ve “disiplinler arası” yaklaşımlarıdır. STEM yaklaşımı sebze çorbasına mı yoksa domates çorbasına mı benzemeli? Bu metaforlar anlaşıl-

madıkça STEM anlayışını yaygınlaştırmak oldukça zor görülüyor. Bugüne kadar denenen ST (fen ve teknoloji), SM (fen ve matematik), SM (fen ve mühendislik) modelleri STEM eğitiminin sınırlı entegrasyonlardır. Bütüncül olmayan bu modellerin STEM okuryazarlığına katkısı oldukça sınırlıdır.

Birçok öğretim kurumu STEM merkezlerinin öğrencilere sunduğu fırsatları sağlamakta gerekli olan maddi güce, alt yapıya ve eğitici yeterliliklerine sahip değildir. Bu görevleri son zamanlarda STEM merkezleri veya çeşitli adlarda faaliyet gösteren fen ve matematik kavramlarını içermeyen ve dolayısıyla STEM'in doğasını temsil etmeyen "maker" hareketleri, bilim okulları, beceri geliştirme okulları gibi kurumlar üstlenmişlerdir. Bu kurumlarda yapılan faaliyetler detaylı incelendiğinde STEM hareketinin ülkemize STEM'in doğası ile örtüşecek bir yapıda giriş yapmadığına inanılmaktadır.

Ülkemizde STEM konsepti altında sunulan faaliyetlerde yapılmaya başlanan köklü yanlışlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir:

1. Fen ve matematik kavramlarını kapsamayan "maker" hareketinin (do it yourself) STEM'in ana omurgası olarak tanıtılması ve bu kapsamda çeşitli ürünlerin tanıtılıp satışının yapılması (çeşitli legolar, robotlar, elektronik devreler). Son yıllarda özellikle Çin menşeli araç-gereçlerin yoğun şekilde piyasada yer alması ülkemizin kısa süre içerisinde STEM araç-gereç çöplüğüne dönüşmesi kaygısını arttırmaktadır.
2. STEM anlayışını çağrıştıran ve temsil eden görsellerin birçok okulda yeni bir reklam modası ve daha çok kulüpler üzerinden yürütülmeye çalışılan bir yapıya dönüşmesi (reklama dönük deneylerin ve görsellerin her geçen gün sayılarının artması).
3. Hobi kurslarının STEM olarak sunulması. Hedefinde veya içeriğinde fen bilimleri ve matematik kavramlarının anlaşılması ve uygulanması olmayan ve günlük hayatta bir sorunu çözmeye yönelmemiş kurslar olarak görünmesi. Bunlardan bazıları: seramik, origami, kirigami, resim, yemek yapma, ebru sanatı, kukla yapma, resimlerden film yapma.
4. Geleneksel el işi/el sanatları derslerinde yapılan faaliyetlerin STEM olarak sunulması: Çocuklar için geliştirilen makinelerle ahşap atölyelerinde yarı işlenmiş materyallerle kesme, biçme, zımpara yapma faaliyetlerinin gerçekleşmesi.
5. Fen bilimleri kazanımları ile ilişkilendirilmemiş kodlama eğitiminin STEM'in vazgeçilmez bir faaliyeti olarak sunulması ve özellikle internetten indirilen hazır birkaç programla satın alınmış robotları bir çizgide veya sağa sola hareket ettirme faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi.

6. STEM'in varoluş felsefesine zıt faaliyetlerin yapılması ve STEM'in üretimden ziyade tüketime yönelmesi. Bu bağlamda özellikle yurt dışında üretilen birçok materyalin pazarlamaya dönüşmesi ve "hazır elektronik devreler (arduino), robot, yapay zeka, 3D printer olmadan STEM olmaz" imajının oluşturulması. STEM etkinlikleri olarak sunulan etkinliklerin birbirinin aynısı olması (farklı etkinlik repertuvarının henüz oluşmaması).
7. Bazı kurumların STEM formasyonu veya sertifikası altında bir haftalık hızlandırılmış kurslarla öğretmen ve öğretmen adaylarına ücret karşılığında STEM sertifikası vermeye başlaması.
8. STEM'i anlamadan ve anlatmadan, bu alanda bilimsel bir alt yapıya sahip olmadan STEM panayırları veya fuarlarının düzenlemeye başlanması. Öğrencilere ve akademisyenlere yönelik STEM temelli iyi örnekler adı altında organizasyonların düzenlenmeye başlanması.
9. MEB'in STEM'i çok basite alması. Bu bağlamda birkaç günlük öğretmen eğitimleri ile öğretmenin öğretmene STEM kursları vermeye başlaması.

### **Ne Yaparsak STEM'in Ruhuna Dokunmuş Oluruz?**

1. 2004 ve 2013 öğretim programlarımızı anlayan ve uygulayan öğretmen, STEM okuryazarı olmaya ramak kalmış öğretmendir.
2. STEM uygulamaları 2013 ve 2017-2018 öğretimi programlarında vurgu yapılan bağlam temelli/yaşam temelli konulara ve önerilen ders yapılarına uygunluk göstermektedir.
3. STEM uygulamalarında fen bilimleri programlarında sunulan tasarım adımları 2004-2013 öğretim programlarındaki teknolojik tasarım basamakları ile örtüşmektedir.
4. STEM derslerinde öğrenciler öğrendikleri matematik ve fen içeriğini deneylerle/etkinliklerle gündelik hayatta sorun çözebilecek bir ürüne dönüştürmeye gayret ederler. Ülkemizde fen ve matematik derslerinin öğretimine bu anlayış gelmelidir.
5. PISA ve TIMSS sınavlarında sorulan soruların çoğunun STEM odaklı etkinliklerden geliştirildiği görülmektedir. Ölçme değerlendirme sistemimizi ve sorularımızı bu mantığa göre yeniden yapılandırmamız gerekmektedir.

Bizler STEM veya STEM felsefesine yakın felsefelerle araştırma yapan ve bu alanda materyaller üreten alan uzmanları olarak bir araya gelerek bu kitabı oluşturmaya çalıştık. Önemli olan, ülkemizde STEAM eğitimine doğru bir başlangıç

yapmaktır. Kitabı hazırlamak çok uzun bir süre almıştır. Her bir bölüm için bölümle ilgili alan uzmanı arayışına gidilmiş ve bölüm yazarlarının yapmış olduğu yayınlardan/faaliyetlerden uzmanlık alanları belirlenmiştir. Kitaptaki her bir bölüm bütüncül STEM anlayışı dikkate alınarak ve teori-pratik dengesi kurularak hazırlanmaya çalışılmıştır. Bu süreçte en büyük uğraş, "STEM eğitimi gerçek sınıf ortamına nasıl yansıtılabilir?" sorusunun bir karşılık bulması için öğretmen, öğretmen aday ve öğrencilerin uygulayabilecekleri etkinlikleri hazırlamaya verilmiştir. Bu süreçte yazarlar olarak çok büyük deneyimler kazandığımızı belirtmek isterim.

*Kuramdan Uygulamaya STEM+A+E Eğitimi* kitabının hazırlanış sürecinde teklifimi kabul edip katkı sağlayan tüm bölüm yazarlarına, Bursa'da Europe STEM Akademisi kurma faaliyetleri içinde olan ve bu süreçte benim STEM adı altında ülkemizde yapılan faaliyetleri görmemi sağlayan *Sincap Oyuncak* yöneticisi Çetin Kılıç Bey'e ve *Kuramdan Uygulamaya Stem+A+E Eğitimi* kitabının bölümleri ile ilgili öğretmenlerin bakış açıları boyutunda önerilerde bulunan ve yapıcı destek veren fen bilimleri öğretmeni olan sevgili eşim Emine Kızıl Çepni'ye çok teşekkür ederim. Ayrıca kitabı dil yönünden inceleyen Doç. Dr. Kasım Kıröglü'na katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Şubat 2023, Bursa

Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

ORCID No: 0000-0003-2343-8796

Editör



# BÖLÜMLER VE YAZARLARI

Editör: Prof. Dr. Salih ÇEPNİ

## 1. Bölüm: Geleceğin Dünyası

*Prof. Dr. Salih ÇEPNİ* - Bursa Uludağ Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-2343-8796

*Doç. Dr. Ümmühan ORMANCI* - Bursa Uludağ Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-3669-4537

## 2. Bölüm: Eğitimde Geleneksel Anlayışa Yeni Bir S(İ)tem

*Prof. Dr. Faik Özgür KARATAŞ* - Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-1391-1597

## 3. Bölüm: STEM Eğitiminde Global Gelişmeler ve Türkiye İçin Çıkarımlar

*Prof. Dr. Mehmet AYDENİZ* - University of Tennessee

*Doç. Dr. Kader BİLİCAN* - Kırıkkale Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-9768-1276

## 4. Bölüm: STEM Eğitim Merkezleri

*Doç. Dr. Engin KARAHAN* - Orta Doğu Teknik Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4530-211X

## 5. Bölüm: Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Sanat ve Matematik (STEAM)

*Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI* - Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-3181-3923

*Prof. Dr. Abdullah AYAYDIN* - Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-7900-9232

## 6. Bölüm: E-STEM (Girişimcilik, Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik)

*Doç. Dr. İsa DEVECİ* - Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-0191-1212

## 7. Bölüm: Tasarım Temelli Fen Eğitimi ve Probleme Dayalı STEM Uygulamaları

*Doç. Dr. Esra BOZKURT ALTAN* - Sinop Üniversitesi

## 8. Bölüm: STEM Öğretme-Öğrenme Modelleri: 5E Öğrenme Modeli, Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı ve STEM SOS Modeli

*Prof. Dr. Mahmut SELVİ* - Gazi Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-9704-1591

*Doç. Dr. Bekir YILDIRIM* - Muş Alparslan Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-5374-4025

## 9. Bölüm: STEM ve Teknoloji Uygulamaları

*Prof. Dr. Hakan Şevki AYVACI* - Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-3181-3923

## 10. Bölüm: Fen Bilimlerinde STEM Uygulamaları

*Doç. Dr. Adem TAŞDEMİR* - Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-3027-3256

*Prof. Dr. Muammer ÇALIK* - Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-8323-8783

**11. Bölüm: STEM Eğitiminde Matematik Odaklı Gerçek Dünya Problemleri ve Matematiksel Modelleme**

*Doç. Dr. Engin KARAHAN* - Orta Doğu Teknik Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4530-211X

*Dr. Öğr. Üyesi Gülay BOZKURT* - Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-9573-5920

**12. Bölüm: Lego Robotik Uygulamaları ile STEM Eğitimi**

*Doç. Dr. Miraç AYDIN* - Trabzon Üniversitesi

**13. Bölüm: STEM Eğitiminde Bilişimsel Düşünme ve Kodlamanın Rolü**

*Prof. Dr. Hasan KARAL* - Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-3555-050X

*Gülbahar Merve ÇAKMAK ŞILBİR* - Karadeniz Teknik Üniversitesi

*Öğr. Gör. Dr. Merve YILDIZ* - Karadeniz Teknik Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-8665-0287

**14. Bölüm: İnsan ve Makine Etkileşimi: Artırılmış Gerçeklik ve Uygulama Örnekleri**

*Prof. Dr. Tuncay ÖZSEVGİÇ* - Trabzon Üniversitesi

ORCID No: 0000-0002-0997-3357

*Arş. Gör. Dr. Büşra EROĞLU* - Karadeniz Teknik Üniversitesi

**15. Bölüm: Okul Öncesi Dönemde STEM Eğitimi**

*Prof. Dr. Emine ÇİL* - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4069-8709

**16. Bölüm: Üstün Yeteneklilerde STEM Eğitimi**

*Doç. Dr. Bestami Buğra ÜLGER* - Bursa Uludağ Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-2898-5625

*Prof. Dr. Salih ÇEPNİ* - Bursa Uludağ Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-2343-8796

**17. Bölüm: Engelsiz STEM Eğitimi**

*Doç. Dr. Mustafa Şahin BÜLBÜL* - Kafkas Üniversitesi

*Prof. Dr. Mustafa SÖZBİLİR* - Atatürk Üniversitesi

ORCID No: 0000-0001-6334-9080

**18. Bölüm: STEM Eğitiminde Ölçme Değerlendirme**

*Prof. Dr. Emine ÇİL* - Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-4069-8709

*Prof. Dr. Salih ÇEPNİ* - Bursa Uludağ Üniversitesi

ORCID No: 0000-0003-2343-8796

**19. Bölüm: Öğretmen Yetiştirme Anlayışındaki Dönüşümler ve STEM Öğretmeni Eğitimi**

*Doç. Dr. Yılmaz KARA* - Bartın Üniversitesi

ORCID No: 0001-0001-6897-3245

## İÇİNDEKİLER

Ön Söz.....	iii
Bölümler ve Yazarları.....	ix

### 1. BÖLÜM

#### GELECEĞİN DÜNYASI

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	1
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?.....	1
Giriş.....	2
Öğretim Programları .....	2
Öğretim Programları ve Beceriler.....	4
Öğretim Programları ve STEM .....	5
Öğretim Programları ve PISA-TIMSS Uygulamaları.....	6
21. Yüzyıl Becerileri.....	7
Beceriler ve Meslekler .....	12
Geleceğin Meslekleri.....	18
Bölüm Özeti .....	29
Kendimizi Geliştirelim .....	30
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları .....	31
Kaynakça.....	32
Ek 1. Kişilik Özelliklerine Göre Mesleklerin Sıralanması .....	35
Ek 2. Ülkemizde Var Olan ve Devam Etme Olasılığı Olan 16 Mesleğe İlişkin Bilgiler.....	37

### 2. BÖLÜM

#### EĞİTİMDE GELENEKSEL ANLAYIŞA YENİ BİR S(İ)TEM

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	53
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?.....	53
Giriş.....	54
STEM Anlayışının Doğuşu ve Kısa Tarihi.....	55
Bütünleştirilmiş STEM Eğitimi ve Modeller .....	59
Bölüm Özeti .....	62
Kendimizi Geliştirelim .....	63
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları .....	64
Kaynakça.....	65

### 3. BÖLÜM

#### STEM EĞİTİMİNDE GLOBAL GELİŞMELER VE TÜRKİYE İÇİN ÇIKARIMLAR

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	69
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?.....	69
Giriş.....	70
STEM'in Kavramsal Çerçevesi.....	71
Dünyada STEM Eğitimi Çalışmaları: Motivasyonlar, Modeller ve Zorluklar.....	72
Bütünleşik STEM Eğitimindeki Gelişmeler ve Sorunlar .....	74
Kodlama Eğitimindeki Gelişmeler ve Karşılaşılan Sorunlar .....	77
Avustralya'da STEM Eğitimi ile İlgili Gelişmeler .....	78
Brezilya'da STEM .....	80
Avrupa'da STEM Eğitimi ile İlgili Gelişmeler .....	81
STEM Eğitiminde Müzelerin ve Bilim Merkezlerinin Artan Önemi.....	83
Farklı Ülkelerdeki STEM Eğitimi Çalışmalarının Ortak Noktaları.....	83
STEM Eğitim Çalışmalarından Türkiye İçin Çıkarımlar .....	85
2017 Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve STEM .....	85
Bölüm Özeti .....	87
Kendimizi Geliştirelim .....	88
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları .....	89
Kaynakça.....	90

### 4. BÖLÜM

#### STEM EĞİTİM MERKEZLERİ

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	93
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?.....	93
Giriş.....	94
STEM Eğitim Merkezleri: Görev ve Faaliyetleri.....	94
STEM Eğitim Merkezlerinin Yapılandırılmaları.....	98
Üniversite Bünyesinde Yer Alan STEM Eğitim Merkezleri .....	98
Bağımsız Kişi ve Kurumların İnisyatifi ile Kurulan STEM Eğitim Merkezleri .....	100
İnformel Öğrenme Ortamları İçerisinde Yer Alan STEM Eğitimi Odaklı Çalışan Birimler .....	101
STEM Eğitim Merkezlerinin Yürüttüğü Öğretim Hizmetleri .....	103
Lisans ve Lisansüstü Düzeyinde Öğretmen Eğitimi.....	103

Öğretmenlere Yönelik Mesleki Gelişim.....	104
K-12 Öğrencilerine Yönelik Okul Dışı Öğrenme Olanakları.....	106
Türkiye’de STEM Eğitim Merkezleri.....	107
Bölüm Özeti .....	109
Kendimizi Geliştirelim .....	110
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları.....	111
Kaynakça.....	113

## 5. BÖLÜM

### BİLİM, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK, SANAT VE MATEMATİK (STEAM)

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	115
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?.....	115
Giriş.....	116
Bilim, Sanat ve Eğitim .....	121
Sanat ve Tasarımın STEM’e Katkısı.....	122
Sanat ve Tasarım İlişkisi.....	124
Sanat ve Tasarımın Dili.....	125
STEAM’de Öğrencinin Sanattan Bazı Kazanımları .....	127
Bölüm Özeti .....	130
Kendimizi Geliştirelim .....	131
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları.....	132
Kaynakça.....	133

## 6. BÖLÜM

### E-STEM (GİRİŞİMCİLİK, FEN, TEKNOLOJİ, MÜHENDİSLİK, MATEMATİK)

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	137
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz? .....	137
Giriş.....	138
Girişimcilik.....	138
Mühendislik, Teknoloji ve Toplum İlişkisi.....	141
Girişimcilik ve Mühendislik (E-STEM) .....	147
Bölüm Özeti .....	154

Kendimizi Geliştirelim .....	154
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları .....	155
Kaynakça.....	156
Ek-1 .....	159
Ek-2 .....	161
Ek-3 .....	163
Ek-4 .....	164
Ek-5 .....	165
Ek-6 .....	166
Ek-7 .....	167

## 7. BÖLÜM

### TASARIM TEMELLİ FEN EĞİTİMİ VE PROBLEME DAYALI STEM UYGULAMALARI

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	169
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz? .....	169
Giriş.....	170
Probleme Dayalı Öğrenme ve STEM Eğitimi: Probleme Dayalı STEM Uygulamaları.....	172
Probleme Dayalı Öğrenme .....	172
Probleme Dayalı Öğrenmenin Karakteristik Özellikleri .....	174
Probleme Dayalı STEM Eğitimi ve Uygulama Örnekleri .....	176
Tasarım Temelli Öğrenme.....	180
Bir Disiplin Olarak Mühendislik ve Mühendislik Tasarım Süreci.....	181
STEM Entegrasyonu İçin Bağlam Olarak Mühendislik Disiplini.....	186
Tasarım Temelli Fen Eğitimi .....	188
Bölüm Özeti .....	192
Kendimizi Geliştirelim .....	194
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları .....	196
Kaynakça .....	199

## 8. BÖLÜM

### STEM ÖĞRETME-ÖĞRENME MODELLERİ: 5E ÖĞRENME MODELİ, PROJE TABANLI ÖĞRENME YAKLAŞIMI VE STEM SOS MODELİ

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	205
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz? .....	205
Giriş.....	206
5E Öğrenme Modeli ve STEM Eğitim Entegrasyonu .....	207
5E Öğrenme Modeli'ne Uygun Ders Planı.....	214
Engage - Giriş.....	215
Explore - Keşfetme .....	215
Explain - Açıklama.....	216
Elaborate - Derinleştirme.....	217
Problem Durumu .....	217
Evaluate – Değerlendirme .....	220
STEM Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme .....	221
Proje Tabanlı Öğrenme Süreci.....	222
STEM Eğitimi ve Proje Tabanlı Öğrenmenin Özellikleri .....	226
STEM Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenmenin Sınırlılıkları .....	227
STEM Eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme ile İlgili Yaşanacak Sınırlılıklar .....	228
STEM Proje Tabanlı Öğrenme Örneği: Yenilenebilir Enerji Kaynakları ile Enerji Üretiyoruz.....	228
Soru Sorma Aşaması.....	228
Problem Durumu .....	229
Projenin STEM ile Bağlantısı.....	232
STEM SOS Modeli .....	233
Düzyey I Projeleri.....	233
Düzyey II ve III Projeleri.....	234
STEM SOS Modelinde Teknoloji .....	234
Bölüm Özeti .....	236
Kendimizi Geliştirelim .....	236
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları .....	237
Kaynakça.....	239

## 9. BÖLÜM

### STEM VE TEKNOLOJİ UYGULAMALARI

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	243
Bu Bölümde Neler Öğreneceğiz?.....	243
Giriş.....	244
Mühendislik Becerileri ve STEM Eğitimi .....	246
Teknolojik Tasarım Projeleri Değerlendirme Süreci .....	250
Bölüm Özeti .....	252
Kendimizi Geliştirelim .....	253
Bölüm Sonu Değerlendirme Soruları.....	254
Kaynakça.....	255
STEM Proje Örnekleri .....	257

## 10. BÖLÜM

### FEN BİLİMLERİNDE STEM UYGULAMALARI

Bu Bölümü Neden Öğreneceğiz? .....	293
Bu Bölümü Neler Öğreneceğiz? .....	293
STEM Eğitimi Uygulama Örnekleri .....	295
STEM Kazanımları.....	296
Öğrenci Çalışma Kağıdı 1: Roket Yapalım .....	301
Etkinlik 2: Kendi Köprümüzü Yapalım .....	306
Öğrenci Çalışma Kağıdı 2: Kendi Köprümüzü Yapalım .....	311
Etkinlik 3: Ay'da Örnek Toplama Aracı Tasarlıyoruz .....	316
Öğrenci Çalışma Kağıdı 3: Ay'da Örnek Toplama Aracı Tasarlıyoruz .....	320
Etkinlik 4: Kendi Şehrimi Tasarlıyorum.....	325
Öğrenci Çalışma Kağıdı 4: Kendi Şehrimi Tasarlıyorum.....	332
Etkinlik 5: Taka Üretim Yarışması .....	339
Öğrenci Çalışma Kağıdı 5: Taka Üretim Yarışması .....	344
Bölüm Özeti .....	351
Kaynakça .....	352