



EĞİTİMİ DERGİSİ

STEM $\equiv$ ED

STEM PD
Community of Practice

dergi.stempd.net

UYGULAMA ÖRNEĞİ

STEM Eğitiminde Etkileşimsel Süreçler

Metin Şardağ^{a1} ^aVan Yüzyüncü Yıl Üniversitesi

Özet: Bu çalışmada Matematik ve Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Kapsayıcı Bir Eğitim Açısından Desteklenmesi: Çeşitliliğin Ele Alınması ve Temel Değerlerin Teşvik Edilmesi (MaSDiV) projesi mesleki gelişim eğitimlerine katılmış bir fen bilimleri öğretmenin, günlük yaşam bağlamı kullanılarak oluşturulmuş sorgulamaya dayalı bir bütünleşik STEM etkinliğini sınıfında nasıl uyguladığının sınıf içi uygulama verileriyle incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda çalışma nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması olarak yürütülmüştür. Sınıf içi uygulamalar dört ana basamakta gerçekleştirilmiştir. Bunlar a) problem durumunun hissettirilmesi ve ortaya konulması, b) beyin fırtınası süreci, c) tasarlama-üretme-yeniden tasarlama ve d) sunmadır. Süreç içerisinde öğretmenin öğrenci gruplarını ziyaret ettiği, tasarımları ve ürünleri hakkında sorular sorduğu ve tasarımlarının arka planında yatan gerekçeleri ortaya çıkarmaya çalıştığı tespit edilmiştir. Ayrıca öğretmen tarafından üretilen soruların büyük oranda dersin akışını yönlendirdiği görülmektedir. Öğrencilerin ise uygulama sürecinde zihinlerindeki tasarımı somut olarak sunmak, paylaşmak ve resmetmek yerine doğrudan üretim ve üretim aşamasında değişiklikler yapmaya yöneldikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: STEM eğitimi; etkileşimsel süreç; sınıf içi uygulama; etkinlik örneği; mesleki gelişim eğitimi

Giriş

Bilginin takip edilemez bir şekilde artış gösterdiği günümüzde hem öğretim ortamları ve özellikleri hem de bireylerin sahip olması gereken özellikler belirgin bir şekilde değişim göstermektedir (Manyika vd., 2017). Küreselleşen dünya, bireylerin öğrenim gördükleri ortamların başarı, kültür, dil vb. gibi pek çok unsur açısından çeşitlilik barındırmasına neden olmaktadır. Bu durum öğretim faaliyetleri açısından her ne kadar bir güçlük olarak görünse de günümüz anlayışı, sınıflarda homojen öğrenme ortamlarından çeşitliliğin bir fırsat olarak görüldüğü öğrenme ortamına doğru bir paradigma kayması yaşandığını göstermektedir (Sliwka, 2010). Günümüzde bu tür öğrenme ortamlarında bireylerden sadece bilgi edinmeleri veya bilgi

¹ Sorumlu Yazar: Arş. Gör. Dr. Metin Şardağ, Van Yüzyüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Fen Bilgisi Eğitimi Ana Bilim Dalı, metinsardag@yyu.edu.tr

Şardağ, M. (2020). STEM eğitiminde etkileşimsel süreçler. *STEM Eğitimi Dergisi*, 1(1), 4-23.

üretme yollarını kullanmaları değil aynı zamanda eleştirel olarak bilgiyi işlemeleri, toplumsal konularda tartışmalara katılmaları ve aktif vatandaşlar olmaları beklenmektedir. Bu özellikler yaratıcılık, eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, iletişim, işbirliği ve bilgi okuryazarlığını içeren 21. yüzyıl becerileri ile yakından ilişkilidir (Maass vd., 2019).

Sorgulamaya dayalı öğrenme belirtilen koşullar altında istenilen özelliklere sahip bireylerin yetiştirilmesi hususundaki katkıları (ör., Kaya, 2017; Kaya ve Yılmaz, 2016; Lotter vd., 2009), kapsayıcı fen eğitimi bakış açısı ile sınıflardaki çeşitliliğe karşılık verebilmesi (Boeree vd., 2020; Miles ve Ainscow, 2010) nedeniyle ön plana çıkan yaklaşımlar arasında yerini almaktadır. Benzer şekilde STEM eğitimi yaklaşımının da 21. yüzyıl becerilerine sahip bireylerin yetiştirilmesine yönelik katkıları yadsınamaz bir gerçektir. Alanyazın incelendiğinde sorgulamaya dayalı öğrenmenin, STEM eğitiminde etkili pedagojik yaklaşımlar arasında olduğu görülmektedir (McDonald, 2016). Dolayısıyla sorgulamaya dayalı öğrenme paralelinde gerçekleştirilen STEM eğitimi uygulamalarının bireylerin gelişimine olumlu katkılar sunacağı söylenebilir. Belirtilen bakış açıları paralelinde bu çalışmada, fen sınıflarındaki çeşitliliği öğretim faaliyetlerini desteklemek için bir fırsat olarak kullanmanın amaçlandığı sorgulamaya dayalı öğrenme temelinde hazırlanmış olan bir STEM etkinliğindeki etkileşimler incelenmektedir.

Teorik Çerçeve

STEM Eğitimi, Sorgulama ve Çeşitlilik

STEM eğitimi, 1990'lı yıllarda ABD'de ortaya konulmuş (Kelley ve Knowles, 2016), gün geçtikçe yaygınlaşan ve temelinde Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarının entegrasyonunu barındıran bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (STEM Education Review Group, 2016). Politika üreticiler ve eğitimciler her ne kadar STEM eğitiminin öneminin farkında olsalar da bütünsel veya multidisipliner bir çaba olarak STEM eğitiminin doğası üzerine yaygın bir anlayış veya uzlaşıya sahip değildir (Roehrig vd., 2012). Bu durum beraberinde pek çok entegrasyon yaklaşımını gündeme getirmektedir (ör., multidisipliner, transdisipliner (Drake ve Burns, 2004)). Bütünsel STEM eğitimi de bu yaklaşımlar çerçevesinde ortaya konulmuştur.

Bütünsel STEM eğitimi Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik disiplinlerinin bazılarını veya tamamını konular ve gerçek yaşam problemleri arasındaki bağlantılara dayandırılan bir ders, ünite veya konuda bir araya getirme çabası olarak ele alınmaktadır (Moore vd., 2014, s. 38). Bütünsel STEM eğitimi doğal bir şekilde, herhangi bir şeyin nasıl çalıştığı ve teknolojilerin nasıl oluşturulduğu üzerinde çalışmak için gerçek deneyimler gerektirmektedir. Bütünsel STEM eğitiminde teknoloji ve mühendislik doğrudan problem çözme, inovasyon ve tasarımı kapsamakta ve mühendislik bileşeni, öğrencilere eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardım ederek gerçek bağlamlarda matematik ve feni keşfetme imkanı

sağlamaktadır (Hernandez vd., 2014). Bütünleşik STEM eğitiminde içerik entegrasyonu veya bağlam entegrasyonu söz konusudur. İçerik entegrasyonu birçok içerik alanından “büyük fikirleri” öne çıkarmak için tek bir öğretim programı etkinliği veya ünitesinin içeriğine, içerik alanlarının birleştirilmesine odaklanır. Bağlam entegrasyonunda ise öncelikli olarak bir disiplinin içeriği üzerine odaklanılır ve içeriği daha ilgili yapmak için diğer disiplinlerden bağlamlar kullanılır (Roehrig vd., 2012). Eğitimciler entegrasyonları bu kapsamlarda gerçekleştirmektedirler. Fakat yine de STEM eğitimcileri, her birinin bütünlüğünün sağlandığından emin olarak disiplinlerin nasıl etkili bir şekilde entegre edilebileceği problemiyle yüzleşmektedir (English, 2017). Ayrıca alanyazın incelendiğinde hem pratikte sınıftaki çeşitliliğin nasıl yönetilebileceği hususunda (Teo ve Ke, 2014) hem de STEM eğitimi çerçevesindeki faaliyetlerde öğretmenlerin ders öncesi, ders sırası ve ders sonrasında farklı güçlüklerle yüzleştikleri görülmektedir (Lee ve Shin, 2014). Öğretmenler;

- ✓ soyut konuları gerçek dünya senaryolarıyla ilişkilendirmede (Teo ve Ke, 2014),
 - ✓ öğrencilerin ilgi ve yeteneklerini eşleştirmede (Lee vd., 2019),
- ✓ STEM alanlarının entegrasyonunu gerçekleştirmede,
- ✓ grup faaliyetlerine rehberlik etme ve değerlendirmede güçlükler yaşamaktadırlar (Lee, ve Shin, 2014).

Bütünleşik STEM eğitimi araştırma-sorgulama, proje geliştirme, problem çözme ve tasarım oluşturma gibi süreçleri ve bu süreçlere yönelik pek çok ortak beceriyi bünyesinde barındırmaktadır (Hernandez vd., 2014; Yalaki, 2018). Ayrıca, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımları gerçek dünyayla ilişkili aktivitelere öğrencilerin dâhil olabilmesi için tüm STEM disiplinlerinde desteklenmektedir (McDonald, 2016) ve öğrencilerin çeşitlilik kaynaklı öğrenme ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik potansiyeliyle (Abels ve Puddu, 2014; Boeree vd., 2020) ön plana çıkmaktadır. Bu doğrultuda içerisinde bağlam bulunan, sorgulamaya dayalı öğrenme temelinde hazırlanmış olan bütünleşik STEM etkinliklerinin hem sınıflardaki çeşitliliği ele almada hem de bireyleri 21. yüzyıl becerileri ekseninde yetiştirmede kritik bir konumda olduğu söylenebilir.

Çalışmanın Amacı ve Önemi

Yukarıda bahsedilen güçlüklerin üstesinden gelinebilmesi ve istenilen öğretimin öğretmenler tarafından planlanabilmesi hususunda öğretmenlerin mesleki gelişim açısından desteklenmesi ve deneyim kazandırılması gerektiği düşünülmektedir. Dolayısıyla belirtilen hususlara yönelik öğretmenlerin mesleki gelişim programlarına katılması ve deneyim kazanması önemli bir ihtiyaç olarak görülmektedir. Bu çalışma ilgili hususlara ışık tutan, öğretmenleri gelişimleri için destekleyen “Matematik ve Fen Bilimleri Öğretmenlerinin Kapsayıcı Bir Eğitim Açısından Desteklenmesi: Çeşitliliğin Ele Alınması ve Temel Değerlerin Teşvik Edilmesi (MaSDiV)”

projesinin bir ürünü olarak ortaya konulmuştur. Çalışmada MaSDiV projesi mesleki gelişim eğitimlerine katılmış bir fen bilimleri öğretmenin mesleki gelişim eğitimleri sürecinde, ışık kirliliği bağlamında oluşturmuş olduğu bir sorgulamaya dayalı STEM eğitimi etkinliğini fen sınıfında nasıl uyguladığının etkileşimsel incelemesi amaç olarak belirlenmiştir. Çalışmanın hem proje ile öğretmenlerin sınıf içindeki çeşitliliği nasıl ele alabilecekleri, içerisinde bağlam bulunduran sorgulamaya dayalı etkinlikleri nasıl geliştirebileceklerine yönelik içerik sunması ve öğretmenleri desteklemesi hem de projeye katılan bir öğretmen tarafından geliştirilmiş olan bir etkinliğin sınıf uygulamasının nasıl gerçekleştirildiğine yönelik bilgiler sunması açısından oldukça yüksek bir değere sahip olduğu düşünülmektedir. Ayrıca çalışma ile bütünleşik STEM eğitime yönelik sınıf içi uygulamaları yürütmek isteyen öğretmenlere veya öğretmen eğitimcilerine uygulama sürecine yönelik bakış açısı kazandırılabilmesi için çalışmanın önemli çıktıları olduğu düşünülmektedir.

Yöntem

Bu araştırma nitel araştırma yöntemlerinden biri olan durum çalışması olarak yürütülmüştür. Durum çalışması ile araştırmacılar yönetsel ve organizasyonel süreçler, küçük grup davranışları gibi gerçek yaşam olaylarının bütünsel ve anlamlı özelliklerini, karmaşık sosyal fenomenleri anlamaya çalışmaktadırlar (Yin, 2009). Bu çalışmada MaSDiV projesi mesleki gelişim eğitimi almış bir fen bilimleri öğretmenin bağlam kullanarak oluşturmuş olduğu bir sorgulamaya dayalı bütünleşik STEM eğitimi etkinliği, durum olarak incelenmektedir. Bu yolla ilgili etkinlik gerçekleştirilirken sınıfta meydana gelen öğretimsel faaliyetler bütüncül ve anlamlı bir şekilde ele alınıp, sınıftaki etkileşimsel sürece yönelik fenomenlere ışık tutulmaya çalışılmaktadır. Etkinlik sürecinde toplanan sınıf içi uygulama verileri, etkinliğin nasıl gerçekleştirildiğine yönelik analiz edilmiştir. Analizler gerçekleştirilirken öğretmen ve öğrenciler tarafından etkileşime ve etkinlik sürecine sunulan katkılar göz önünde bulundurulmuştur.

Çalışmanın Bağlamı

Bu çalışmanın iki katmanlı bir bağlamı söz konusudur. Biri sınıf içi uygulamalarının gerçekleştirildiği bağlam diğeri ise MaSDiV projesi öğretmen eğitimleri bağlamıdır. Sınıf içi uygulamalar 18 öğrencinin bulunduğu bir altıncı sınıfta iki ders saati sürede gerçekleştirilmiştir. Etkinlik sürecinde öğrenciler 4-5 kişilik gruplarda çalışmalarını yürütmüşlerdir. Etkinlikleri gerçekleştiren öğretmen MaSDiV mesleki gelişim eğitimlerine katılmıştır. MaSDiV projesi, 2017-2020 arasında Avrupa Birliği tarafından fonlanan bir Erasmus+ projesidir. Projenin temel amacı tüm öğrenciler için kapsayıcı bir eğitim sağlamak, aktif vatandaşlar yetiştirmek ve kültürler arası öğrenmeyi teşvik etmek için matematik ve fen bilimleri öğretmenlerini desteklemektir. Bu bağlamda proje, öğrencilerin sosyo-ekonomik ve kültürel yaşantılarına bakmaksızın çeşitli ve çok

kültürlü bağlamlarda öğrenme ortamları sunabilmeleri için matematik ve fen bilimleri öğretmenlerini desteklemek amacıyla mesleki gelişim fırsatı sunmaktadır. Projenin ön plana çıkan özgün unsurlarından biri, fen ve matematik öğrenimini çağdaş, modern ve yapısında çok kültürlülüğü barındıran toplumların temel yapı taşları arasında yer alan “değerleri” destekleyerek yürütülmeye çalışılmasıdır. Projeye konu olan çalışma grubu 11-16 yaş aralığındaki öğrencilere eğitim veren matematik ve fen bilimleri öğretmenleridir.

MaSDiV projesiyle sunulan mesleki gelişim eğitimi üç ana modülden oluşmaktadır (Boerée vd., 2020). Bunlar;

- 1) STEM, Çeşitlilik ve Başarı: Fen ve matematik sınıflarındaki başarıya yönelik çeşitliliği ele almak için bir yaklaşım,
- 2) STEM, Çeşitlilik ve Bağlamlar: Toplumumuzun yapısında yer alan temel değerleri desteklemek için gerçek yaşamla ilgili bağlamlar,
- 3) Fen, Matematik, Çeşitlilik ve Çok Kültürlü Ortamlarda Sorgulamaya Dayalı Öğrenme: Kültürler arası öğrenmeyi desteklemek için bir araç.

1. Modül

Bu modül kapsamında giriş etkinliği olarak öğretmenlerin sınıflardaki çeşitliliğe yönelik deneyimleri ortaya çıkartılmaya çalışılır. Sonrasında kapsayıcı eğitimin temel özellikleri üzerinde durulur. Kapsayıcı eğitim bağlamında tüm öğrencilerin yaşayabileceği öğrenme engellerini ortadan kaldırmak veya azaltmak ve öğrenciler arasındaki farklılıkların bir kaynak olarak kullanılmasında öğrenci ön bilgi ve yaşantılarının önemi üzerine tartışmalar gerçekleştirilir. Ayrıca öğrenci bilgilerini elde etmek için iki olası yöntem uygulaması yürütülür (Beyaz tahta, poster) (<https://bit.ly/2IC0tt1>). Devamında sorgulamaya dayalı öğrenmeyle sınıf ortamındaki çeşitliliğin nasıl fırsata çevrilerek gerçekleştirilebileceğine yönelik uygulama örneği öğretmenlerle paylaşılır. Kapsayıcı eğitim bağlamında öğrenme ortamının özellikleri, öğretmen rolü, öğrenme hedefleri üzerinde durulur ve çeşitli tartışmalar gerçekleştirilir. Tüm öğrencileri fen ve matematik etkinliklerine dahil etmek için kullanılabilecek öğretim yöntemleri ve stratejiler üzerinde durulur. Akran öğretimi (Crouch ve Mazur, 2001), düşünmeye fırsat sağlamak için eller kalkmadan bekleme zamanı (Tobin, 1987), kaçış odaları (McGonigal, 2011), çok boyutlu ve yönlü konular üzerinde çalışmak için heterojen uzman grupları, düşün-eşleş-paylaş, kavram karikatürleri ve kavram haritaları üzerinde tartışmalar gerçekleştirilir. Devam eden süreçte sorgulamaya dayalı öğrenme çerçevesinde gerçekleştirilmiş bir dersten alınmış video klip (<https://bit.ly/2X3C8Q3>) ile çeşitliliğin sınıf içerisinde nasıl bir fırsat olarak değerlendirilebileceği üzerinde analizler ve tartışmalar gerçekleştirilir. 1. Modül eğitimi içeriğinde son olarak öğretmenlerin kendi sınıflarındaki çeşitliliği ele alması için bir ders tasarlama ve hazırlama etkinliği gerçekleştirilir (MaSDiV Türkiye Ekibi, 2020).

2. Modül

Modül başlangıcında bağlam kullanımına yönelik giriş yapılır ve öğretmenlerin bağlam kullanımı hakkında deneyimleri ortaya çıkartılır. Gerçek yaşama yönelik bir bağlam düşüncelerini ve bir önceki modülde oluşturmuş oldukları ders planlarında bağlamın olup olmadığı üzerinde tartışmaları istenir. Bağlam kullanımının faydaları, teorik arka planı ve ders kitaplarında bulunan bağlamlara yönelik tartışmalar gerçekleştirilir. Ardından sunulan açıklayıcı bir bağlam örneği üzerinden analizler gerçekleştirilerek içerik, kavramlar, sorgulamaya dayalı öğrenme, toplum, temel değerler ve bağlamın kapsayıcı eğitim için sunduğu temel fırsatlar ve olası güçlüklerle yönelik tartışmalar gerçekleştirilir. Bunun üzerine sosyo-bilimsel konular çerçevesinde toplumun temel değerlerini konu alan hem bilimsel hem de ahlaki akıl yürütmeye fırsat sağlayacak öğrenme yaşantılarını nasıl destekleyebilecekleri üzerinde çalışılır. Katılımcı öğretmenlere içerisinde sosyo-bilimsel konu bulunan bağlam temelli bir sorgulamaya dayalı ders planı tasarlatılır ve sundurulur (MaSDiV Türkiye Ekibi, 2020).

3. Modül

Bu modülde temel olarak birinci ve ikinci modül arasında bağlantı kurmak ve onlar üzerine kültürler arası çeşitliliği sınıflarda fırsat olarak nasıl kullanılabileceğine yönelik anlayışlar kazandırmak amaçlanmaktadır. Bu bağlamda sınıf uygulamalarında homojenliğin baskın olduğu anlayıştan çeşitliliğin temel yapı olarak kabul edildiği paradigmaya yönelik geçişin olduğu (Sliwka, 2010) üzerinde durulur ve çeşitlilik, kültürün anlamlarına vurgu yapılır. Ardından öğretmenlerin kendi sınıflarında kapsayıcı eğitimi engelleyen unsurları keşfetmeleri sağlanır. Süreçte fen ve matematiğin tarafsız/nötr konuları ele alıp almadığı, kültür, toplum veya politika ile ilgili olup olmadığı ve kanıtlanmış nesnel bilgilere dayanan disiplinler olup olmadığına yönelik tartışmalar gerçekleştirilir. Modül içeriğinde son olarak gerçek yaşam örnek durumları [(<https://bit.ly/3pCW1JO>) / (<https://bit.ly/3rQEXCm>)] gösterilerek öğretmenlerin kendi öğrencilerinin bilime ve kültürel topluluklara sunabileceği katkılar üzerine düşünceleri için fırsatlar verilir (MaSDiV Türkiye Ekibi, 2020).

Etkinliğin Geliştirilmesi

MaSDiV mesleki gelişim eğitim sürecinde öğretmenlerden tüm öğrencileri kapsayan (1. modül), bağlam temelli, sorgulamaya dayalı olan (2. modül) ve çok kültürlülüğü içeren (3. modül), öğretim programlarıyla ilişkili etkinlikler üretmeleri istenmiştir. Üretilen etkinlikler sunulmuş ve üzerinde tartışmalar gerçekleştirilmiştir. Sonrasında öğretmenlerden süreç içerisinde geliştirilmiş etkinlikleri veya araştırmacılar tarafından proje kapsamında üretilmiş olan etkinlikleri sınıflarında uygulamaları ve araştırmacılara dönütler vermeleri istenmiştir. Bu çalışmada ele alınan etkinlik de fen bilimleri dersi öğretim programı esas alınarak, mesleki gelişim eğitimi sürecinde üretilmiş olup bir fen bilimleri öğretmeni tarafından altıncı sınıf öğrencileriyle sınıf içi

uygulaması gerçekleştirilmiştir. Öğretmenin etkinliği uygulama sürecinde herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Fakat mesleki gelişim eğitimleri sürecinde hem sorgulamaya dayalı öğrenmeye yönelik temel basamaklar tanıtılmıştır hem de videolarla uygulama örnekleri incelenmiştir.

Etkinlik, içerisinde bağlam bulunduran, sorgulamaya dayalı öğrenmeyi temel alan ve öğrencilerin problem durumu doğrultusunda ürün geliştirmelerini hedefleyen bir yapıya sahiptir. Etkinlik temelde günlük yaşamda sıklıkla deneyimlenen ışık kirliliği bağlamında, sorgulama ve ışık kirliliğini azaltacak ürünler tasarlama üzerine planlanmıştır. Etkinlik yapısında bulundurduğu bağlam sayesinde ortaokulun her kademesine hitap edebilmektedir. Örneğin; fen bilimleri dersi öğretim programında dördüncü sınıflarda; uygun aydınlatma, ışık kirliliği ve basit elektrik devreleri konuları, beşinci sınıflarda; ışığın yayılması, ışığın yansımaları, ışığın parlaklığına etki eden etmenler, altıncı sınıflarda; elektriksel direnç ve bağlı olduğu faktörler ve son olarak da yedinci sınıflarda; ampullerin bağlanma şekilleri konularıyla uygunluk göstermektedir (bkz. MEB, 2018). Ayrıca Tablo 1’de de görüldüğü gibi etkinlikte kullanılan bağlam, teknoloji ve mühendislik alanlarını da bir araya getirebilmektedir. Örnek etkinlik kağıdı Ek-1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Etkinlikte yer alan teknoloji ve mühendislik alanlarına yönelik hedefler

Alan	Hedef
Teknoloji	Problemin çözümünde, öğrenciler alternatif çözüm yollarını karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçer (MEB, 2018, s. 10).
Mühendislik	Günlük hayattan bir ihtiyacı veya problemi tanımlamaları beklenir. Problemin günlük hayatta kullanılan veya karşılaşılan araç, nesne veya sistemleri geliştirmeye yönelik olması istenir. Problemin çözümünde, öğrenciler alternatif çözüm yollarını karşılaştırarak kriterler kapsamında uygun olanı seçerler. Seçilen çözüme yönelik planlama yaparak sonraki aşamada ürünü ortaya koymaları ve sunmaları beklenir (MEB, 2018, s. 10).

Etkinlikte Kullanılabilecek Malzemeler

Etkinlik sürecinde kullanılabilecek malzemeler öğrenci tasarımlarına göre farklılık gösterebilmesine rağmen temelde Tablo 2’de sunulan malzemeler kullanılmaktadır.

Tablo 2. Etkinlikte kullanılabilecek malzemeler

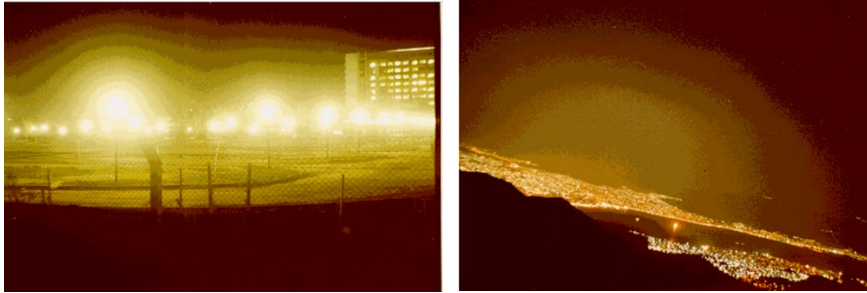
• Krokodil kablolar	• Zil teli	• Güç kaynakları
• Duy	• Bant	• Keski
• Anahtar	• Strafor tabakalar	• Tornavida
• Ampul	• Tahta çubuklar	• Maket bıçağı
• Alüminyum folyo		

Bulgular

Yapılan analizler neticesinde öğretmenin uygulama sürecini dört ana basamakta gerçekleştirdiği ortaya çıkmaktadır. Bunlar 1) problem durumunun hissettirilmesi ve ortaya konulması, 2) beyin fırtınası süreci, 3) tasarlama-üretme-yeniden tasarlama ve 4) sunmadır. Her bir basamağa yönelik bulgular sınıf içi konuşmalar ve görsellerle desteklenerek sunulmuştur.

1) Problem durumunun hissettirilmesi ve ortaya konulması

Öğretmen planlamış olduğu öğretim faaliyetinde problem durumunu doğrudan öğrencilere vermek yerine günlük yaşamda sıklıkla karşılaştıkları durumları görsellerle öğrencilere göstererek düşüncelerini almıştır. Öğretmenin gösterdiği görsellerden bazıları Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Işık kirliliği görselleri

Öğretmen ilgili görselleri gösterdikten sonra “Bu resimlerle ne anlatmak istiyorum?”, “Sizce neden bu resimleri göstermiş olabilirim?” sorularını sorarak öğrenci görüşlerini almıştır. Sunulan görseller ve sorular hem öğrenci dikkatini çekerken hem de problem durumunun ortaya konulabilmesi için fırsatlar yaratmaktadır. Gelen öğrenci görüşlerini doğru ya da yanlış olarak nitelendirmeden tahtaya yazacağını belirten öğretmen, sınıftan olabildiğince fazla öğrencinin görüşünü alıp tahtaya yazmıştır. Aşağıdaki ifadeler gelen öğrenci yanıtlarının örnekleridir.

- Elektrik iletkenliği
- Işık kullanımının çevreye nasıl zarar verdiği
- Elektrik ne kadar fazla kullanıldığı? Ne kadar fazla kullanımı olabilir?
- Işığın yayılması
- Işığın günümüzü kolaylaştırması

- Işığın yansımaları
- Işığın bize yararları ve zararları

Gelen öğrenci yanıtları üzerine öğretmen problem durumunun ortaya konulabilmesi için öğrencilerle yeni bir etkileşim başlatmıştır. Bu sürece yönelik öğretmen-öğrenci etkileşimleri Kesit 1’de sunulmuştur.

Kesit 1:

Kişi	Etkileşim	Etkileşim unsuru
1 Öğretmen:	Peki bu cevapların hepsine bir bakalım ortak bir düşünceye varalım.	Ortak hedef-amaç belirleme istemi
	Arkadaşlar, resimlerde bunlardan hangilerine dikkat çekmiş, dikkat çekmek istiyor olabiliriz? Hangilerine burada cevap arayabiliriz?	Yanıtı bilinen soru (display question) / Problem durumu oluşturmaya yönlendirme
	Yani mesela örnek veriyorum ışığın yansımaları dedi arkadaşınız. Ben orada yansıma ile ilgili düşünün resimleri yansıma ile ilgili mi gösterdim size?	Yanıtı bilinen soru / Belirginleştirme-netleştirme istemi
	Veya ne dedik mesela elektrik, elektriğin iletkenliği dedik iletkenlikle ilgili bir durum var mıydı orada? Düşünün.	Yanıtı bilinen soru / Belirginleştirme-netleştirme istemi
2 Öğrenci 1:	Hocam bence orada elektriğin fazla kullanılması diyebilirim.	
3 Öğretmen:	Elektrik peki elektrikten kasıt tüm elektrikli araçlar var mıydı resimlerde? Sadece belli bir noktaya mı odaklanmıştım? Çeşitleri nelerdi onları hatırlayalım.	Yanıtı bilinen soru / Belirginleştirme - netleştirme istemi
4 Öğrenci 2:	Hocam sadece ışık vardı.	
5 Öğretmen:	Sadece ışık vardı. Peki sizce? Katılıyor musunuz?	Yanıtı bilinmeyen soru (referential question) Öğrenen yanıtı tekrarı / Sınıfa yansıtma
6 Öğrenciler:	Evet	
7 Öğretmen:	Işık vardı peki ışığın hangi durumundan söz etmiş olabiliriz orada? Işık var evet. Işığın varlığını mı göstermek istedim sizce?	Yanıtı bilinen soru / Problem durumu belirlemeye yönlendirme
8 Öğrenci 3:	Işığın fazla kullanımı ve ışığın farklı alanlarda ne kadar kullanıldığı.	
9 Öğretmen:	Peki olumlu bir sonuç mu olumsuz bir sonuç mu? Ne düşünüyorsunuz bununla ilgili?	Yanıtı bilinmeyen sorular /

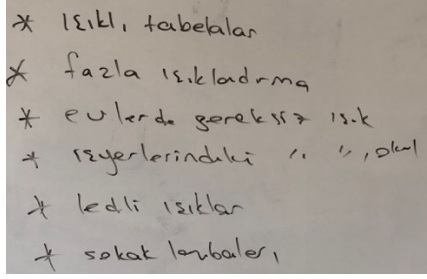
Öğrenci düşüncelerini açığa çıkartma

10 Öğrenci 4:	Hocam olumsuz çünkü çevreye zarar veriyor.	
11 Öğretmen:	Çevreye zarar. Hmm. Peki yani ışığın...	
12 Öğrenci:	Olumsuz etkisi.	
13 Öğretmen:	Olumsuz etkisi peki ışığın olumsuz etkisi derken biz burada ışık kirliliğinden aslında bahsediyoruz doğru mu?	Yanıtı bilinen soru / Problem durumunu belirginleştirmeye çalışma
14 Öğrenciler:	Evet	

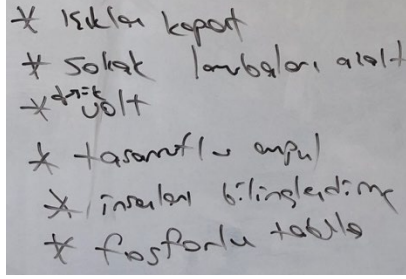
Kesit 1 incelendiğinde, başlangıçta öğretmenin daha önceden gerçekleştirilmiş konuşmalar üzerinden ortak bir düşünceye varmaya çalıştığı görülmektedir. Nitekim devam eden süreçte öğretmenin yanıtı bilinen sorular sorarak problem durumunu oluşturmaya yönlendirme ve yapılan konuşmalar doğrultusunda var olan durumu belirginleştirmeye-netleştirmeye çalıştığı görülmektedir (1. konuşma). Öğrenci 1 tarafından gelen yanıt üzerine öğretmenin tekrardan yanıtı bilinen soru sorduğu ve etkileşime konu olan hususun belirginleştirilmesini-netleştirilmesini istediği görülmektedir. Devam eden süreçte öğretmenin her ne kadar yeniden yanıtı bilinen sorular sorduğu görülse de bu soruların amaçlarının farklılaştıkları dikkat çekmektedir. 7. konuşmada problem durumunu belirlemeye yönlendirme, 13. konuşmada problem durumunu belirginleştirmeye çalışma amaçlarıyla kullanıldıkları görülmektedir. Ayrıca öğretmenin yanıtı bilinmeyen soruları kullanarak öğrenen yanıtını sınıfa yansıtmaya, sınıfın görüşüne sunma (5. konuşma) ve öğrencilerin kendi özgün düşüncelerini ortaya çıkartmaya (9. konuşma) çalıştığı görülmektedir. Etkileşimin akışına bakıldığında öğretmenin ürettiği bu sorular aracılığıyla problem durumunun ortaya konulması için fırsatlar oluşturduğu söylenebilir. Nitekim etkileşimin sonlarına doğru öğretmeninde yönlendirmesiyle problem durumunun belirlendiği görülmektedir.

2. Beyin Fırtınası Süreci

Problem durumunun ortaya konulmasının ardından öğretmen kontrolünde beyin fırtınası süreci gerçekleştirilmiştir. Burada öğretmen problem durumunun altında yatan temel nedenlerin ortaya konulmasına yönelik yeni sorular üretmiştir. Örneğin; “Işık kirliliği adına peki ışık kirliliğini önleyebilmek için neler önerirsiniz? Ne yapmamız gerekir? Işık kirliliği nelerden kaynaklanıyor? Buna neden olan temel faktörler sayabilecek misiniz?”. Sorulan sorulara karşılık olarak öğrenciler ışık kirliliğine neden olabilecek unsurları belirtmişlerdir ve öğretmende tahtaya sıralamıştır. Benzer şekilde ışık kirliliğinin önlenmesine yönelik görüş ortaya koymuşlardır. Şekil 2 ve Şekil 3’te öğretmen tarafından tahtaya yazılan düşünceler bulunmaktadır.



Şekil 2. Işık kirliliği nedenleri



Şekil 3. Işık kirliliğini önleme önerileri

Öğrenci görüşlerinden sonra öğretmen sınıfta ışık kirliliğinin önlenmesi için yapılabileceklerle yönelik bir tartışma başlatmaya çalışmıştır. Fakat bu hususta öğrencilerden öneri olarak belirtilen düşünceler/iddiaların haricinde argümanlar gelmemiştir. Sonrasında öğretmen öğrencilerden üzerinde durdukları problemi ortadan kaldıracak bir model geliştirmelerini istemiştir. Öğretmen bu durumu şu şekilde ifade etmiştir. “Sizden istediğim, ışık kirliliğine yol açan bu sokak lambalarına alternatif bir model geliştirmeniz. Nasıl bir model kullanırsanız ışık kirliliğine engel olursunuz? Tabi ki aynı zamanda yine sokakları aynı şekilde aydınlatacak.”

3) Tasarlama-Üretme-Yeniden Tasarım:

Bu aşamada öğrenciler kendi oluşturdukları gruplarda çalışmış, öğretmen ise öğrencilere kullanabilecekleri malzemeleri dağıtmıştır. Bu süreç içerisinde öğrenciler kendi aralarında düşüncelerini belirtmişlerdir. Fakat tasarım düşüncelerini açık ve net bir şekilde kâğıda dökmek, üzerinde tartışmak yerine doğrudan zihinlerindeki tasarım düşüncesini grupta paylaşma ve ilgili düşüncüyü ürüne dökmeye çalışmışlardır. Aşağıda verilen Kesit 2 tasarım için ortaya sürülen bir düşüncenin, üretilmesi planlanan ürüne geçişini yansıtan öğrenci-öğrenci etkileşimine örnektir.

Kesit 2:

Kişi	Etkileşim	Etkileşim unsuru
1 Öğrenci 3:	Aydınlatma biraz az olur.	İleri sürülen düşünce-iddia
2 Öğrenci 4:	Voltu düşürmeyelim. Mesela on tane yerine altı tane koyalım ampulü.	İleri sürülen düşünce-iddia
3 Öğrenci 3:	ıı o da var. Tamam, onu nasıl yapalım.	Kabul / Tasarıma yansıtma girişimi

Kesit 2 incelendiğinde öğrencilerin tasarım için düşüncelerini paylaştıkları fakat bunlara yönelik tartışmalar gerçekleştirmedikleri görülmektedir. Nitekim 1. ve 2. konuşmalarda öğrencilerin kendi sahip oldukları düşünceleri veya tasarım iddialarını ileri sürdükleri fakat aktif bir sorgulama veya tartışma sürecinden ziyade kabul etme ve tasarıma yansıtma girişiminde

oldukları aşikardır. Gruplarda bu tür etkileşimler gerçekleşirken öğretmen de grupları ziyaret ederek tasarımlarının arkasında yatan temel düşünceleri almaya, onları anlamaya çalışmıştır. Kesit 3 ve Kesit 4'te verilen öğretmen-öğrenci etkileşimleri bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Kesit 3:

<i>Kişi</i>	<i>Etkileşim</i>	<i>Etkileşim unsuru</i>
1 Öğretmen:	<i>Evet bakayım şimdi.</i>	
2 Öğrenci 1:	<i>Hocam biz şimdi böyle yapmadan önce...</i>	
3 Öğrenci 2:	<i>biraz küçük olmuş</i>	
4 Öğrenci 1:	<i>...yukarı ışık vermiyor.</i>	
5 Öğretmen:	<i>Peki nasıl bir sistem o? Sistem, sistemi anladık da nasıl bir görüntü oluşturacak?</i>	<i>Yanıtı bilinmeyen soru / Tasarımın temelini oluşturan düşünceleri açığa çıkarma</i>
6 Öğrenci:	<i>Üste ışık vermeyecek. Alta verecek. Işık tasarrufu olacak.</i>	
7 Öğrenci 3:	<i>Işığın yayılmasını engelleyecek.</i>	
8 Öğretmen:	<i>Tamam yani şu ışık tek başına mı öyle duracak?</i>	<i>Yanıtı bilinmeyen soru / Tasarımı netleştirme</i>
9 Öğrenci 4:	<i>Hayır şöyle</i>	
10 Öğrenci 3:	<i>Diğerin altında da olacak.</i>	
11 Öğrenci 5:	<i>Şurasının şuraya monte edilmesi lazım.</i>	
12 Öğrenci 3:	<i>Bu şekilde üste yayılmayacak alta yayılacak ve her yer aydınlanacak.</i>	
13 Öğrenci 2:	<i>Işık tasarrufu olacak.</i>	
14 Öğretmen:	<i>Işık tasarrufundan kastın?</i>	<i>Yanıtı bilinmeyen soru / Öğrenci düşüncesini açığa çıkarma</i>
15 Öğrenci 2:	<i>Yani daha az lamba olacak ama daha aydınlatması onun kadar olacak diyelim.</i>	

Kesit 3 incelendiğinde öğretmenin yanıtı bilinmeyen sorular kullandığı görülmektedir. Bu yanıtı bilinmeyen sorular öğrencilerin oluşturdukları tasarımın temelini oluşturan düşünceleri açığa çıkarma, tasarımı netleştirme ve öğrenci düşüncelerini açığa çıkarma amaçlarına hizmet etmektedir. Bu sayede tasarım süreci yansıtılmakta ve süreçteki düşünceler açığa çıkartılabilmektedir. Etkileşimin bütününe bakıldığında ise gruplar 4-5 bireyden oluştuğu için grubu oluşturan bütün bireylerin etkileşim sürecine dahil olduğu ve öğretmenin sorularına yanıt üretmeye veya açıklamalar yapmaya çalıştıkları anlaşılmaktadır.

Kesit 4:

<i>Kişi</i>	<i>Etkileşim</i>	<i>Etkileşim unsuru</i>
1 Öğretmen:	Ne yapıyorsunuz?	Yanıtı bilinmeyen soru / Öğrenci faaliyetlerini açığa çıkarma
2 Öğrenci 8:	Hocam biz alüminyum folyoyu buraya koyup ışığın şuradan yansımaları sağlayacağız.	
3 Öğretmen:	hmm yani yollarda ışık olsun diyorsunuz.	Öğrenci tasarımını anladığını yansıtmaya
4 Öğrenciler:	Evet	
5 Öğretmen:	Nasıl olacak, sizce kullanışlı olur mu?	Yanıtı bilinmeyen soru / Öğrenci düşüncesini açığa çıkarma
6 Öğrenci 8:	Yani hocam şimdi alttan ışık yansıyacağı için alüminyum folyo yani yansıtıcı bir şey olması lazım, ayna gibi. Öğretmenim ayna gibi olduğunda da ışık orada yansıyacak ve sadece yolda olacak. Yukarı doğru gitmeyecek ışık.	
7 Öğretmen:	Peki bir şey soracağım size. Yollarda ışığı kullanmamız ne kadar doğru olur? Ne kadar güvenli olur?	Yanıtı bilinmeyen soru / Öğrenci düşüncesini açığa çıkarma / Tasarımda problem olabilecek hususlara dikkat çekme
8 Öğrenci 8:	Öğretmenim şöyle yapmayı düşündük. Yolun altına koyacağız ama yolun altında da iletken olmayan şeylerin konulması lazım. Mesela öğretmenim ampulün etrafının plastik olması lazım. Plastik olduğunda da yolun altına gömeceğiz öğretmenim.	

Kesit 4'te ki etkileşimden de anlaşılacağı üzere öğretmen yanıtı bilinmeyen sorular sorarak öğrenci faaliyetlerini, düşüncelerini açığa çıkarma ve tasarımda problem olabilecek hususlara dikkat çekmektedir. Bu süreçte öğretmenin öğrencilerin tasarımlarında problem oluşturabilecek hususlara olumsuz olarak değerlendirmeler yapmak yerine (5. ve 7. konuşmalar) ilgili kısımlara dikkat çekmeye, onların düşünce ve gerekçelerini ortaya çıkartmaya çalıştığı görülmektedir. Ayrıca Kesit 3 ve 4 ile Kesit 1 karşılaştırıldığında yani tasarlama-üretme-yeniden tasarım süreci ile problem durumunun hissettirilmesi ve ortaya konulması süreci

karşılaştırıldığında öğretmenin tasarlama-üretme-yeniden tasarım aşamalarında daha çok yanıtı bilinmeyen soru kullandığı görülmektedir.

4. Sunma

Öğrenciler ürünlerini ortaya koyduktan sonra öğretmen ve diğer gruplara ürünlerini geliştirirken temel düşüncelerinin ne olduğuna yönelik açıklamalarda bulunmuşlardır. Bu süreçten sonra öğretmen dersi sonlandırmıştır.

Tartışma ve Öneriler

MaSDiV projesi eğitimleri çerçevesinde öğretmenlerin sınıf içerisinde uygulama yapabilecekleri günlük yaşam bağlamı barındıran, sorgulamaya dayalı öğrenme temelli bütünlük STEM eğitimi etkinlikleri geliştirebildikleri görülmektedir. Bu sebeple mesleki gelişim eğitimlerinin istenilen amaçlar doğrultusunda hizmet ettiği söylenebilir.

Tasarlanan etkinliğin sınıf içi uygulaması incelendiğinde, gerçek yaşam bağlamı temelinde oluşturulmuş olan etkinliğin öğrenciler tarafından rahatlıkla kavranabileceğini ve problem durumunun öğrenciler tarafından ortaya konulabileceğini göstermektedir. Nitekim bağlam çerçevesinde öğrenciler problem durumunu ortaya koymuş, problemin nedenlerini tespit etmiş ve olası çözüm yolları önermişlerdir. Bu durum öğrencilerin bağlam temelli öğrenmede yer alan sahiplik duygusu ve sorumluluk alma durumlarını (Gilbert, 2006) deneyimlediklerine işaret etmektedir. Nitekim gruplardaki öğrencilerin sürece dahil olmaları da bu durumu destekler niteliktedir. Ayrıca araştırma süreçlerinin en temelinde bulunan problem durumunun öğrenciler tarafından ortaya konulması ve sürecin kendileri tarafından yürütülmesi, öğrencilerin aktif bir sorgulama süreci deneyimlediklerinin (Bell vd., 2005) delili olarak gösterilebilir. Dolayısıyla bir bağlam temelinde oluşturulmuş sorgulama içeren bütünlük STEM eğitime yönelik bir aktivitede öğrenciler sürecin aktif katılımcıları olarak bilgi ve sorgulama becerilerini edinme fırsatı yakalayabilmektedirler.

Dersin akışı göz önünde bulundurulduğunda temel olarak dört ana basamağın varlığı ortaya çıkmaktadır. Bunlar a) problem durumunun hissettirilmesi ve ortaya konulması, b) beyin fırtınası süreci, c) tasarlama-üretme-yeniden tasarlama ve d) sunmadır. Bu basamaklar göz önünde bulundurulduğunda temelde içerik ve akış açısından “sor”, “hayal et”, “planla”, “oluştur”, “test et” ve “geliştir” basamaklarını içeren mühendislik tasarım süreciyle (NASA Education, 2018) paralellik gösterdiği görülmektedir. Fakat etkinlik sürecinin sonunda öğretmenin öğrencilere ürünlerini, düşüncelerini sunma fırsatı sağlaması farklılık göstermektedir. Bu farklılık her ne kadar mühendislik tasarım sürecinde yer almasa da hem fenin hem de mühendisliğin epistemik uygulamaları (Cunningham ve Carlsen, 2014) içerisinde bilgiyi paylaşma olarak yerini almaktadır.

Süreç içerisinde öğretmenlerden gelen istek üzerine öğrenciler bir ürün tasarlama ve üretme sürecine dahil olmuşlardır. Fakat öğrencilerin bu süreç içerisinde zihinlerindeki tasarımı somut olarak tasarlama ve resmetme yerine düşüncelerini sözel olarak paylaşma, doğrudan üretim ve üretim aşamasında değişiklikler yapmaya yöneldikleri görülmektedir. Alan yazın incelendiğinde bu duruma paralel olarak öğrencilerin sık sık araştırma, beyin fırtınası ve planlama aşamalarını atlayıp doğrudan tasarlama ve yapmaya geçmek istedikleri bilinmektedir (Whitworth ve Wheeler, 2017). Bu durum öğrencilerin süreci yeterince içselleştiremedikleri, daha fazla deneyim kazanmaları gerektiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla araştırmacılar veya uygulayıcılar bu tür durumların yaşanabileceğini göz önünde bulundurarak öğrenme süreçlerini planlamalı (Aydın-Günbatar, 2018) ve öğrencilerin daha fazla öğrenme yaşantıları geçirmeleri, süreçleri içselleştirebilmeleri ve deneyim kazanabilmeleri için öğretmenler tarafından fırsatlar sağlanmalıdır. Bu sayede ilgili süreçlerin daha verimli olarak yürütülebileceği düşünülmektedir.

Ders sürecinde öğretmen tarafından sorulan soruların büyük oranda dersin akışını yönlendirdiği görülmektedir. Nitekim sorulan soruların problem durumunun ortaya çıkartılması ve öğretmen tarafından öğrencilere araştırılacak konunun belirtilmesinde oldukça etkili rol oynadıkları görülmektedir. Fakat kimi durumlarda öğrencilere yönlendirilen sorunun istenilen amaca yöneltmediği aşıkardır. Uygulama esnasında öğretmen problemin çözümüne yönelik öneriler üzerinde tartışma gerçekleştirmek istemesine rağmen sorulan soruya öğrenciler daha önceden belirttikleri yanıtları yenilemişlerdir. Dolayısıyla öğretmen amaçladığı tartışma ortamını yakalayamamıştır. Fakat süreç içerisinde öğrenci gruplarını ziyaret etmesi ve öğrencilerin tasarım ve ürünleri hakkında sorular sorması öğrencilerin tasarımlarının arka planında yatan gerekçeleri belirtmelerine imkân sağlamıştır. Bunun yanı sıra tasarımlarının güçlü ve zayıf yanlarının ortaya çıkartılmasına katkı sağlamıştır. Bu sayede öğretmen öğrencilerin dikkatini tasarımın zayıf yanlarına çekerek geliştirebilmeleri veya o tasarımı tercih nedenlerini belirtebilmelerine olanak tanımıştır. Nitekim alanyazında öğretmenlerin yanıtını bildikleri (display question) ve bilmedikleri soruları (referential question) (Long ve Sato, 1983) kullanarak amaçları doğrultusunda süreci yönettikleri bilinmektedir (Oliveira, 2010; Sardag ve Cakmakci, 2021; Şardağ, 2019). Dolayısıyla bu çalışmada tespit edilen soruların ve amaçlarının alanyazında bulunan öğretmen soruları ve amaçlarıyla paralellik gösterdiği görülmektedir (ör., Benedict-Chambers vd., 2017; Oliveira, 2010; van Zee vd., 2001). Bu doğrultuda öğretmenlerin ders öncesinde sorabilecekleri olası soruları belirlemeleri önerilmektedir. Bu sayede planlanmış biçimlendirici değerlendirme (Shavelson vd., 2008) yapabilme imkanı yakalayabilirler.

Teşekkür

MaSDiV projesi, Avrupa Birliği Erasmus+ programı kapsamında finanse edilmiştir (Anlaşma no: 582943-EPP-1-2016-2-DE-EPPKA3-PI-POLICY, www.hstem.hacettepe.edu.tr). Bu çalışma sadece

yazarın görüşlerini yansıtmaktadır. Avrupa Birliği, burada yer alan bilgilerin herhangi bir şekilde kullanımından sorumlu değildir. Bu çalışmanın yapılması sürecinde katkı sağlayan MaSDiV proje ekibine, katılımcı öğretmen ve öğrencilere teşekkür ederim.

Kaynaklar

- Abels, S., & Puddu, S. (2014). Inquiry-based learning environments to welcome the diversity of a chemistry class. In *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science education research for evidence-based teaching and coherence in learning* (pp. 122-130).
- Aydın-Günbatır, S. (2018). Elmanın kararmasının engellenmesi: Bir FeTeMM etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 8(2), 99-110.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher*, 72(7), 30-33.
- Benedict-Chambers, A., Kademian, S. M., Davis, E. A., & Palincsar, A. S. (2017). Guiding students towards sensemaking: Teacher questions focused on integrating scientific practices with science content. *International Journal of Science Education*, 39(15), 1977-2001. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1366674>
- Boerée, C., Doorman, M., Jonker, V., Mol, A., Wijers, M., Maaß, K., & Mickler, S. (2020). *Matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin kapsayıcı bir eğitim açısından desteklenmesi: Çeşitliliğin ele alınması ve temel değerlerin teşvik edilmesi* [Supporting mathematics and science teachers in addressing diversity and promoting fundamental values] (M. Şardağ, G. Kaya, H. Özcan, & G. Çakmakçı, Çev.). Pusula. <http://fs.hacettepe.edu.tr/hstem/dosyalar/masdiv.pdf>
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American journal of physics*, 69(9), 970-977. <https://doi.org/10.1119/1.1374249>
- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Precollege Engineering Education. Handbook of Research on Science Education, Volume II. <https://doi.org/10.4324/9780203097267.ch36>
- Drake, S. M., & Burns, R. C. (2004). *Meeting standards through integrated curriculum*. Association for Supervision and Curriculum Development Alexandria.
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5-24. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9802-x>
- Gilbert, J. (2006). On the nature of context in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Hernandez, P. R., Bodin, R., Elliott, J. W., Ibrahim, B., Rambo-Hernandez, K. E., Chen, T. W., & de Miranda, M. A. (2014). Connecting the STEM dots: measuring the effect of an integrated engineering design intervention. *International Journal of Technology and Design Education*, 24(1), 107-120. <https://doi.org/10.1007/s10798-013-9241-0>

- Kaya, G. (2017). *Teacher talk and learner contributions in inquiry based science education: A conversation analytic examination*. (Unpublished doctoral dissertation Doctoral dissertation), Hacettepe University, Ankara, Turkey.
- Kaya, G. ve Yılmaz, S. (2016). Açık sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin başarısına ve bilimsel süreç becerilerinin gelişimine etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(2), 300-318. <https://doi.org/10.16986/HUJE.2016016811>
- Kelley, T. R. & Knowles, J. G. (2016) A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education* 3, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Lee, J. M., & Shin, Y. J. (2014). An analysis of elementary school teachers' difficulties in the STEAM class. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 33(3), 588-596. <https://doi.org/10.15267/keses.2014.33.3.588>
- Lee, M. H., Chai, C. S., & Hong, H. Y. (2019). STEM education in Asia Pacific: Challenges and development. *The Asia-Pacific Education Researcher* 28(1), 1-4. <https://doi.org/10.1007/s40299-018-0424-z>
- Long, M. H., & Sato, C. J. (1983). Classroom foreigner talk discourse: Forms and functions of teachers' questions. In H. W. Seliger & M. H. Long (Eds.), *Classroom oriented research in second language acquisition* (pp. 268-285). Rowley, MA: Newbury House.
- Lotter, C., Singer, J., & Godley, J. (2009). The influence of repeated teaching and reflection on preservice teachers' views of inquiry and nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 553-582. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9144-9>
- Maass, K., Doorman, M., Jonker, V., & Wijers, M. (2019). Promoting active citizenship in mathematics teaching. *Zdm-Mathematics Education*, 51(6), 991-1003. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01048-6>
- Manyika, J., Lund, S., Chui, M., Bughin, J., Woetzel, J., Batra, P., Ko, R., & Sanghvi, S. (2017). *Jobs lost, jobs gained: Workforce transitions in a time of automation* (McKinsey Global Institute, Issue. McKinsey & Company.
- MaSDiV Türkiye Ekibi (2020). *Matematik ve fen bilimleri öğretmenlerinin kapsayıcı bir eğitim açısından desteklenmesi: Çeşitliliğin ele alınması ve temel değerlerin teşvik edilmesi*. <http://www.hstem.hacettepe.edu.tr/tr/masdiv-32>
- McDonald, C. V. (2016). STEM Education: A review of the contribution of the disciplines of science, technology, engineering and mathematics. *Science Education International*, 27(4), 530-569.
- McGonigal, J. (2011). *Reality is broken: Why games make us better and how they can change the world*. Penguin.
- MEB. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.

- Miles, S., & Ainscow, M. (Eds.). (2010). *Responding to diversity in schools: An inquiry-based approach*. London: Routledge.
- Moore, T., Stohlmann, M., Wang, H., Tank, K., Glancy, A., & Roehrig, G. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella (Eds.), *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (pp. 35-60). West Lafayette: Purdue University Press.
- NASA. (2018). *Engineering design process*. Retrived from goo.gl/Fg4Sfo
- Oliveira, A. W. (2010). Improving teacher questioning in science inquiry discussions through professional development. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 422-453. <https://doi.org/10.1002/tea.20345>
- Roehrig, G. H., Moore, T. J., Wang, H.-H., & Park, M. S. (2012). Is adding the E enough? Investigating the impact of K-12 engineering standards on the implementation of STEM integration. *School Science and Mathematics*, 112(1), 31-44. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00112.x>
- Sardag, M., & Cakmakci, G. (2021). *Epistemic resources and questions in argumentation-based science classrooms*. Paper to be presented at the 14th European Science Education Research Association (ESERA 2021) Conference, Braga, Portugal, 30 August - 3 September 2021.
- Shavelson, R. J., Young, D. B., Ayala, C. C., Brandon, P. R., Furtak, E. M., Ruiz-Primo, M. A., Tomita, M. K., & Yin, Y. (2008). On the impact of curriculum-embedded formative assessment on learning: A collaboration between curriculum and assessment developers. *Applied Measurement in Education*, 21(4), 295-314. <https://doi.org/10.1080/08957340802347647>
- Sliwka, A. (2010). From homogeneity to diversity in German education. In OECD (Ed.), *Educating Teachers for diversity* (pp. 205-217). Paris: OECD Publishing.
- Şardağ, M. (2019). *Argümantasyon tabanlı bilim eğitiminde biçimlendirici değerlendirme: Bir konuşma çözümlemesi araştırması*. Yayımlanmamış doktora tezi. Hacettepe Üniversitesi, Türkiye.
- Teo, T. W. & Ke, K. J. (2014). Challenges in STEM teaching: Implication for preservice and inservice teacher education program. *Theory into Practice*, 53(1), 18-24. <https://doi.org/10.1080/00405841.2014.862116>
- Tobin, K. (1987). The role of wait time in higher cognitive level learning. *Review of Educational Research*, 57(1), 69-95. <https://doi.org/10.2307/1170357>
- van Zee, E., Iwasyk, M., Kurose, A., Simpson, D., & Wild, J. (2001). Student and teacher questioning during conversations about science. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(2), 159-190. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200102\)38:2<159::AID-TEA1002>3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200102)38:2<159::AID-TEA1002>3.0.CO;2-I)
- Whitworth, B., & Wheeler, L. B. (2017). Is it engineering or not? To bring engineering tasks into the classroom, know what qualifies-and what doesn't. *The Science Teacher*, 84(5), 25-29. <https://www.jstor.org/stable/26389187>

Yin, R. K. (2009). *Case Study Research Design and Methods* (Fourth Edition ed.). SAGE Publications.

Ek 1. Çalışma Kâğıdı

1) Gösterilen fotoğraflar ve sınıfta meydana gelen konuşmaları göz önünde bulundurarak problem durumunuzu belirtiniz.

Problemimiz:

2) Belirlemiş olduğunuz problemin nedenlerini ve ortadan kaldırılabilmesi için olası önerilerinizi belirtiniz.

Nedenleri:

Öneriler:

3) Problemin çözümüne yönelik geliştirilmesi planlanan ürünün tasarımını belirtiniz. Tasarımınızı belirtirken mümkün olduğunca görselleştirmeye ve tasarımınızdaki her bir unsuru açıklamaya çalışınız.

Tasarımımız:

4) Tasarımınızı ürün haline getiriniz.

5) Geliştirmiş olduğunuz ürünün hangi unsurları veya kısımlarının değiştirilmesi, geliştirilmesi gerekmektedir. Neden?

6) Geliştirmiş olduğunuz ürünün son halini arkadaşlarınıza sununuz ve ürününüz güçlü ve zayıf yönleri açısından diğer ürünlerle karşılaştırarak tartışınız.



EĞİTİMİ DERGİSİ

STEM $\equiv$ ED

STEM PD
Community of Practice

dergi.stempd.net