

PROJE TABANLI STEM ETKİNLİĞİ: OKULUMUZUN BAHÇESİNE MİNİ BİR ÇİFTLİK KURALIM¹

Yasemin Adanır², Yasemin Hacıoğlu³

ÖZ

Bu çalışmada “Okulumuzun Bahçesine Mini Bir Çiftlik Kuralım” proje tabanlı STEM etkinliğinin sunulması amaçlanmaktadır. Etkinlik 2018-2019 eğitim öğretim yılında Giresun/Türkiye’de bir devlet ortaokulunda öğrenim gören 28 yedinci sınıf öğrencisiyle Nisan- Mayıs ayları boyunca fen bilimleri ve bilim uygulamaları derslerinde uygulanmıştır. Etkinlik öncesi bilimsel araştırma sorgulama süreci ile ilgili deneyimleri olan öğrencilere mühendislik tasarım süreci, proje yürütme süreci ve proje tabanlı STEM ile ilgili bilgiler verilmiştir. Daha sonra öğrencilere gerçek yaşam problemine çözüm olabilecek okulun bahçesine mini bir tavuk çiftliği kurmaya yönelik tasarım görevi verilmiştir. Öğrenciler projeyi tamamlayabilmek için “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” konusu ile ilgili mini araştırmalar ve mini tasarımlar gerçekleştirmiştir. STEM disiplinlerine ilişkin bilgi ve becerilerini çiftlik tasarlamada kullanmışlardır. Öğrenciler bir STEM projesini yürütmüş, gerçek yaşam problemine yönelik çözüm üretmiş, bu çözümlerden birini seçmişler, gerçek yaşam ortamında uygulayarak değerlendirmiş ve sürdürmüşlerdir.

Anahtar kelimeler: STEM eğitimi, canlılar ve yaşam, etkinlik örneği, bitkiler ve hayvanlarda üreme ve gelişme, proje tabanlı öğrenme.

A PROJECT BASED STEM ACTIVITY: LET'S BUILD A MINI FARM ON OUR SCHOOLYARD

ABSTRACT

This study aimed to present a project-based STEM activity titled “Let's Build a Mini Farm on Our Schoolyard.” The activity was implemented in science and science applications courses during the 2018-2019 academic year with 28 seventh grade students attending a state school in Giresun/Turkey. At the beginning of the study, the students learned about the engineering design process and project-based learning. Then, they were challenged with building a mini chicken farm on their schoolyard, which could be a solution of a real-world problem. To complete the project, they carried out mini researches and mini designs within the unit “Reproduction, Growth, and Development of Plants and Animals.” They used their knowledge and experience in STEM disciplines to design the farm. The students carried out the project activities, offered solutions to the real-world problem, selected one of these solutions, tested the solution, and solved the problem with a sustainable method.

Keywords: STEM education, living things and life, activity sample, reproduction growth and development of plants and animals, project-based learning.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi: 17.04.2021

Kabul Tarihi: 29.09.2021

Elektronik Yayın Tarihi:29.10.2021

¹ Bu çalışmada sunulan etkinlik birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürüttüğü yüksek lisans tezi için tasarlanmış ve uygulanmıştır ve 13 Haziran 2019 tarihinde Uluslararası STEM Öğretmenler konferansında sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Fen Bilimleri Öğretmeni, Giresun 15 Temmuz Şehitler Proje İmam Hatip Ortaokulu, yaseminadanir@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8568-6405>

³ Dr. Öğr. Üyesi, Giresun Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, hacioğlu_yasemin@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1184-4204>

GİRİŞ

Son yıllarda disiplinlerin entegrasyonuna dayanan Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) eğitimi (Bybee, 2013; Breiner vd., 2012) öğrenme faaliyetlerinin odak noktası olmuş, bu alanda uygulamalar yapılmış ve değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmaların değerlendirilmesi sonucunda gerçekleştirilen STEM uygulamaları her geçen gün artmaktadır (Wan vd., 2020). Bu uygulamalar genelde fen ve matematik eğitimine mühendislik ve teknoloji disiplinlerinin entegre edilmesi şeklindedir (National Research Council [NRC], 2012).

STEM eğitim süreci, STEM disiplinlerinin bilgi ve becerisi ile çözülebilecek ve disiplinlerin sınırlarını ortadan kaldıracak bir gerçek yaşam problemi veya proje görevi ile başlar (National Academy of Engineering [NAE] & NRC, 2014). Öğrencilerden karmaşık olan bu problemi bilimsel araştırma-sorgulama, mühendislik/teknoloji tasarım süreci veya matematiksel modelleme sürecini işleterek çözmeleri beklenir (NRC, 2012). Fen ve matematik eğitimine, genellikle problemin belirlenmesi, olası çözümlerin geliştirilmesi, en uygun çözümün seçilmesi, prototipin yapılması ve test edilmesi basamaklarından oluşan mühendislik/teknolojik tasarım sürecinin entegrasyonu şeklinde uygulanmaktadır (Wendell vd., 2010). Bunu gerçekleştirmek için farklı öğretim yaklaşımları kullanılsa da (Guzey vd., 2020) karmaşık görevler etrafında öğrenmeyi içeren proje tabanlı öğrenme (PTÖ) (Thomas, 2000), STEM eğitimi uygulamalarında önemli bir öğretim yaklaşımı olarak karşımıza çıkmaktadır.

PTÖ sürecinde -araştırma sorgulama ve mühendislik tasarım sürecine benzer şekilde-karmaşık, disiplinler arası bilgi ve beceri gerektiren problemi çözebilmek için hedeflerin ve kısıtlamaların belirlenmesi, araştırma, fikir oluşturma, fikirlerin analizi, model oluşturma, test etme ve iyileştirme, iletişim ve yansıtma aşamalarından oluşan bir süreç takip edilir (Han vd. 2016; Wan vd., 2020). Bu nedenle PTÖ, öğrencilerin güçlü fen, teknoloji, mühendislik ve matematik kavramları inşa etmeleri için gerekli bağlamsallaştırılmış otantik deneyimleri sağlamaktadır. Bu bağlamda, mühendislik tasarım süreci ile proje yürütme sürecini birlikte işe koşmayı gerektiren, STEM disiplinlerinin

bilgi ve becerisine ihtiyaç duyan projelerin gerçekleştirilmesine dayanan proje tabanlı STEM (PT-STEM) eğitiminden söz edilebilir (Capraro & Slough, 2013). PT-STEM eğitimi süreci genellikle STEM bilgi ve becerisini gerektiren bir problemi çözmek için bir ürünü yapılandırmak üzerine tasarlanır. Yani proje görevi aynı zamanda bir mühendislik tasarım görevi içerir (Wan vd., 2020). Süreçte öğretmen rehberliğinde, iş birliği içerisinde bilimsel araştırma-sorgulama, mühendislik tasarım süreci ve proje tasarım süreci eş zamanlı ve iç içe yürütülür. Böylece öğrencilerin fen ve matematiği anlamlı öğrenmeleri ile birlikte beceri, ilgi, motivasyon, tutum ve kariyer farkındalıkları gelişir (Chen & Chang 2018; Han vd., 2016; Wan vd., 2020).

Literatürde PT-STEM eğitimi üzerine çalışmalara rastlanmakla birlikte (Bell, 2010; Horton vd., 2006; Merrill & Comerford, 2004; Schooler, 2004), fen bilimleri öğretmenlerinin hem proje tabanlı öğrenme ve/ya STEM etkinlikleri oluşturmada kendilerini yeterli hissetmemeleri hem mevcut etkinlikleri uygularken güçlük çektikleri gerekçesiyle uygulamalı PT-STEM etkinliklerine ihtiyaç duydukları da ortadadır (Bozkurt Altan & Hacıoğlu, 2019; Hacıoğlu & Başpınar, 2020; Wilhelm vd., 2019). Özellikle literatürde biyoloji alanında, canlılar ve yaşam konularına ilişkin etkinliklerin sınırlı olması da (Roehrig vd., 2021) bu ihtiyacın farklı bir boyutunu ortaya koymaktadır. Bu nedenle canlılar ve yaşam öğrenme alanında PT-STEM etkinlik örneklerinin sunulması ve bu etkinliklerin uygulanması için nasıl bir öğrenme ortamı tasarladığının anlatılması STEM uygulamalarının yapılmasını teşvik edebilir.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Bu çalışmada, yedinci sınıf fen bilimleri dersi öğretim programında yer alan “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme” ünitesi kazanımlarına (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) uygun bir PT-STEM etkinliğinin sunulması amaçlanmaktadır. Etkinlik birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında hazırlanmış olduğu yüksek lisans tezi için geliştirilmiştir. Etkinliğe yönelik ayrıntılı bilgiler bu tezde (Adanır, 2021) yer almaktadır.

Etkinlik, gerekli izinler alınarak 2018-2019 eğitim öğretim yılında Giresun’da MEB’e bağlı

bir devlet ortaokulundaki 28 gönüllü yedinci sınıf öğrencisiyle (15 kız, 13 erkek), birinci araştırmacı tarafından ikinci araştırmacı rehberliğinde uygulanmıştır. Etkinlik süresince öğrenciler 5-6 kişilik beş grup şeklinde çalışmışlardır. Öğrenciler gruplarını Ayçiçeği (A), Kabaklar (K), Cıvcıvler (C), Isırganlar (IS), Çakallar (CK) diye kendileri adlandırmıştır. Bu çalışmada öğrenciler grup ismi ve öğrenci numarası şeklinde kodlanmıştır. Örneğin Isırganlar grubundaki öğrenciler IS1, IS2, IS3, IS4 ve IS5 olarak kodlanmıştır. Etkinlik Nisan-Mayıs 2019'da iki aylık (8 hafta) süreçte sınıf içi (fen bilimleri ve bilim uygulamaları dersi kapsamında 18 ders saati) ve sınıf dışında uygulanmıştır.

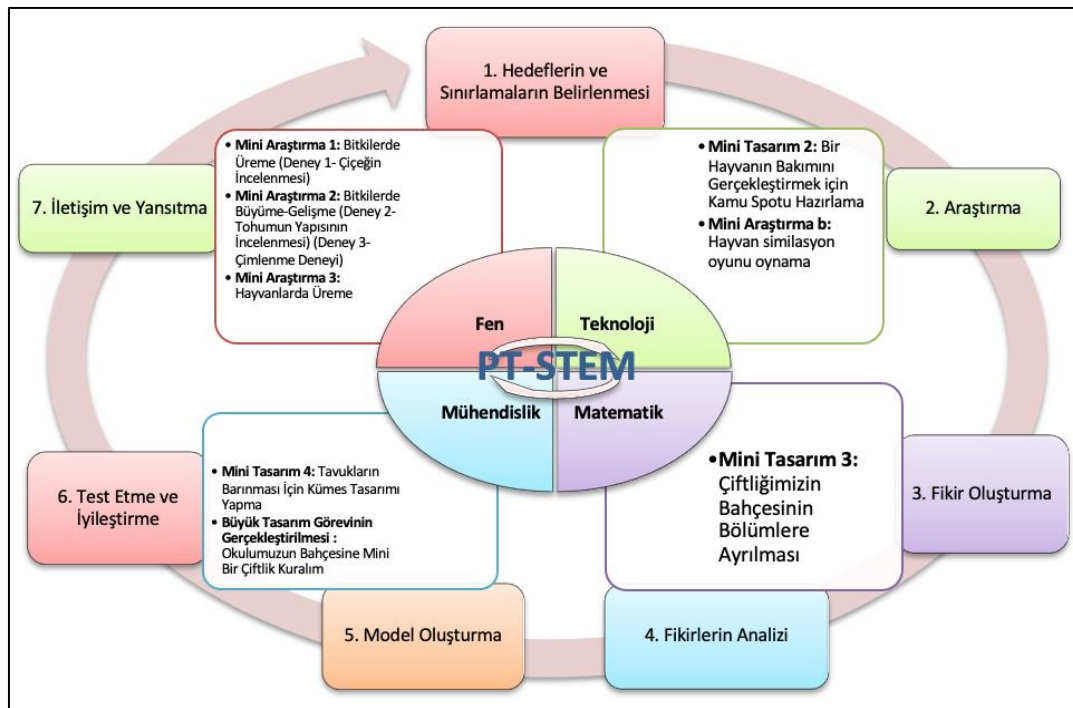
Araç- Gereçler

Etkinliğin uygulanmasında temelde aşağıdaki araç ve gereçler kullanılmıştır:

- ❖ araştırmacılar tarafından hazırlanan “Bitkilerde ve Hayvanlarda Üreme Büyüme ve Gelişme” konulu STEM etkinlik kitapçığı,
- ❖ öğretim materyalleri (akıllı tahta, tablet, telefon, bilgisayar, kaynak kitaplar, vb.),
- ❖ kırtasiye malzemeleri (cetvel, mukavva, raptiye),
- ❖ çiftlik kurmak için yeşil alan,

- ❖ bahçe, çiftlik malzemeleri (çapa, kürek, sebze kasaları, bitki tohumları, fideler, su, saman, vb.), ve
- ❖ inşaat malzemeleri (tuğla, çimento, kum).

Etkinlikte öğrencilere organik yumurta ve besinlerini üretebilecekleri, bitki ve hayvanların üreme büyüme ve gelişmelerini sağlayacak mini bir çiftlik kurma projesi görevi sunulmuştur. Öğrencilerin bu görevi gerçekleştirebilmeleri için yönergeler sunulmuş ve proje (Capraro & Slough, 2013; Han vd. 2016; Wan vd., 2020) ve mühendislik tasarım sürecini (Wendell vd., 2010) işletmeleri sağlanmıştır. Ayrıca bu proje görevi, karmaşık ve kapsamlı olduğundan Wendell ve diğerlerinin (2010) bir ünite de gerçekleştirecek tasarım temelli fen eğitiminde önerdikleri gibi mini araştırma ve mini tasarımlar yoluyla gerekli bilgi ve beceriyi kazanmaları sağlanmıştır. Öğrencilerin çiftlik tasarımlarına ilişkin çözüm önerileri sunmaları, bu önerileri değerlendirmeleri, sınıfça gerçekleştirecekleri çiftliğe karar vermeleri sağlanmıştır. Daha sonra, öğrenciler çiftliklerini tasarlamışlardır. Sürdürülebilirliği sağlamak için, kurdukları çiftlikteki bitki ve hayvanların üreme, büyüme ve gelişmeleri üzerine 3 hafta boyunca çalışmışlardır. Çalışmaları sonucunda projelerini değerlendirmişlerdir. Etkinlik uygulama süreci Şekil 1’de modellenmiştir.



Şekil 1. Yürütülen PT-STEM Sürecinin Modeli

1. Hedeflerin ve Sınırlamaların Belirlenmesi

İki ders saati süren bu aşamada öğrencilere günümüzde bitkilerin ve hayvanların yanlış yetiştirilmesinin bir sonucu olarak yediğimiz besinlerin organik olmamasını ve bunların sağlığımız ve çevre üzerine olumsuz etkilerini içeren çeşitli gazetelerden gerçek yaşam problemleri sunulmuştur. Bu problemlerin üstesinden gelebilmek için neler yapılabileceğine dair öğrenciler fikir alışverişini yapmış ve “Besinlerimizi sağlıklı bir şekilde kendimiz yetiştirmeliyiz.” önerisinde bulunmuşlardır. Sonrasında bu problem durumunun çözümü olabilecek, okullarında bir tavuk çiftliği kurmaya ve tavukları sağlıklı bitkilerle besleyerek çiftliğin sürdürülebilirliğini sağlamaya yönelik bir STEM proje tasarım görevi (Şekil 2) verilerek süreç başlatılmıştır.

Sizler okulumuz hobi bahçesinde bize ayrılan alanı kullanarak, bilinçli bir yumurta üretimi yapmak ve ürettiğimiz yumurtaları afiyetle tüketmek için bir sınıf çiftliği kurmak için görevlendirilmiş ziraat mühendislerisiniz. Çiftliğimiz için öncelikle sahip olacağımız sağlıklı tavuklardan üremiş civcivlerin ve tavuklar olmalıdır ve onların büyüüp-gelişmesi için uygun şartların oluşturulması, sonraki nesillerin devamı için sağlıklı bir şekilde üremelerinin sağlanması gerekmektedir. Çiftlikteki hayvanların sağlıklı besinlerle beslenebilmesi için bitkiler yetiştirebileceğimiz bir bahçe oluşturulmalıdır. Çiftlikteki hayvanların diğer canlılara av olmasını engelleyecek, hasta olmaması için şartların uygun olduğu güvenli barınma alanlarının oluşturulmalıdır. Ayrıca bu süreçte sıfır atık oluşturmak esas alınarak, doğa dostu bir çiftlik planlamalıyız. Bu iş için okulumuzun ayırabileceği sınırlı bütçe vardır.

Şekil 2. PT-STEM Tasarım Görevi

Öğrencilerden proje/tasarım görevinin kriterlerini ve sınırlılıklarını belirlemeleri istenmiştir. Öğrenciler, temiz toprak, sağlıklı besin gibi kriterler belirlemiş, bütçeyi ise bir sınırlılık olarak ifade etmişlerdir. Bir grubun çalışması örnek olarak Şekil 3’te verilmiştir.

Problemin Tanımlanması	
Problemin Kriterleri:	Problemin Sınırlılıkları:
Hava temiz bir alan.	Güvenli barınma
Tavuk sağlıklı beslenecek	
Temiz toprak olacak.	
Üreme	Üreme şartları
Uygun yem ve barınma alanı	Bütçe sınırlı

Şekil 3. Kriter ve Sınırlılıklara Örnekler

2. Araştırma

Bu aşama 9 ders saati sürmüştür, ancak bununla birlikte ders dışı uygulamalar da yapılmıştır. Öğrencilerin projeyi gerçekleştirebilmeleri için bilimsel bilgiye ihtiyaçlarının olduğunu hissettirmek için araştırma sorgulama sürecine girmeden çözüm önerileri sunmaları istenmiştir. Bu aşamada öğrenciler, çözüm önerilerinin projeyi yürütmek için yeterli olmadığını ve konuyu ayrıntılandıramadıklarını fark etmişlerdir. Bu duruma yönelik bir grup öğrencinin grup konuşmaları şu şekildedir:

CK3: Tavukların beslenmesi için solucan yetiştirelim.

CK1: Tavuklar pancar yer ama. Bitki vermemiz lazım. Solucan yerler mi? Yerlerse de nasıl yetiştireceğiz?

CK3: Pancarı nasıl yetiştireceğiz? Pazardan satın mı alacağız? Bütçemiz yetmez.

Çözüm önerilerini ayrıntılandıramayan öğrencilerin işini kolaylaştırmak için “Mini sınıf çiftliğimizi kurmak için neleri biliyoruz? Neleri bilmemiz gerekiyor?” sorusu yöneltilmiştir. Her grup bu iki soruyu tablo kullanarak yanıtlamıştır. Örneğin, bir grup tavukların bitki yediğini ve barınmaya ihtiyaçları olduğunu bildiklerini ancak civcivlerin nasıl beslendiğini ve tavukların nasıl ürediğini bilmediklerini yazmıştır (Şekil 4).

Neleri Biliyoruz?	Neleri Bilmemiz Gerekir?
Hayvanlar bir nebat beslenebilecekleri bir yer lazım.	Bir hayvan nasıl örer, büyür ve gelişir?
Uygun bitkilerle	Olusan yavru civcivlerin nasıl besleneceği?
Hayvan rahat barınıp yaşayacağı ortam.	Barınma için uygun ortam nasıl sağlanır?
Ayıklık, hava alan bir ortam lazım.	Bitki için uygun ortam nasıl sağlanır?
Kuluşkaya yatarak	Tavuk nasıl örer?

Şekil 4. Öğrencilerin Belirledikleri Problemin İhtiyaçlarından Örnekler

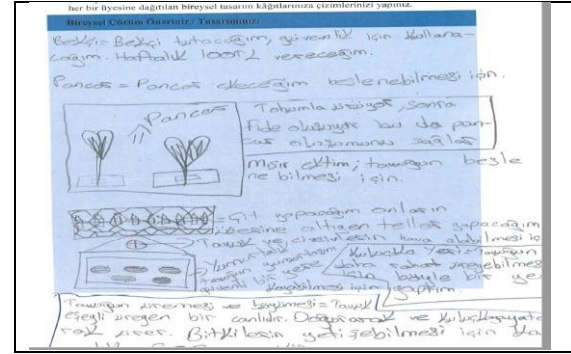
Öğrenciler Şekil 4’te verilen tabloyu oluştururken araştırma soruları da yazmışlardır. Öğrencilerin oluşturdukları soruların Şekil 1’de belirtilen mini araştırmalara ve tasarımlara yönlendiren araştırma soruları olması için öğretmen tarafından rehberlik edilmiştir. Ayrıca öğrencilerin birden çok soruyu cevaplamaları gerektiğinden proje çalışmasının doğası gereği aşamalı olarak sürecin planlanması gerektiği belirtilmiştir. Daha sonra proje görevini gerçekleştirebilmek için gerekli bilgi ve

beceriye kazanacakları her araştırma sorusu için çalışma yapmak üzere araştırma aşamasına geçilmiştir. Öğretmen rehberliğinde yürütülen araştırma süreci Tablo 1’de sunulmuştur.

3. Fikir Oluşturma

Araştırma süreçlerini tamamlayan öğrenciler, kendilerine sunulan probleme -tasarım görevine- uygun kriter ve sınırlılıklar bağlamında bireysel çözüm önerilerini oluşturmuşlardır. Örnek bir öneri Şekil 5’te verilmiştir. Toplam 2 ders saati süren bu aşamada öğrencilerin edindikleri bilgileri kullanmaları, tüm önerilerini ayrıntılı çizimleri,

açıklamaları ve projelerine sağladığı katkıyı ifade etmeleri istenmiştir.

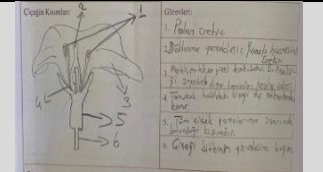


Şekil 5. Bireysel Çözüm Önerisi Örneği

Tablo 1. Mini Tasarım ve Araştırma Süreci ve Öğrenci Çalışmalarından Örnekler

Mini Araştırma 1: Bitkilerde Üreme (Deney 1- Çiçeğin İncelenmesi)

Kurulacak çiftlikte tavukların sağlıklı beslenmesi için bitki yetiştirilmesi ve üretilmesi gerektiğinden, bitkilerin üreme şekilleri ve koşulları araştırılmıştır. Bunun için “Çevremizdeki meyve ağaçlarında da çiçekler var. Bu çiçeklerin önemi nedir? Çiftliğimizde çiçekli bitkilere ihtiyacımız olacak mı? Neden?” gibi sorular cevaplanmıştır. Sınıfa getirilen çiçekli bitkilerin üreme organları incelenmiştir.



Mini Araştırma 2: Bitkilerde Büyüme-Gelişme (Deney 2- Tohumun Yapısının İncelenmesi, Deney 3- Çimlenme Deneyi)

Bitkilerde büyüme ve gelişmenin nasıl olacağı öğrenciler tarafından araştırılmıştır. Bunun için sınıfa getirilen tohumların yapıları incelenmiş, bir tohumun çimlenmesi için gerekli şartların kontrol edildiği deney yapılmıştır. Deneyde araştırma soruları oluşturulmuş, bağımlı- bağımsız ve kontrol edilen değişkenler belirlenmiştir. Deney düzeneği kurularak veriler toplanmış ve sonuçlar yorumlanmıştır. Çimlenme günlüğünde bir çimlenme grafiği oluşturulup yorumlanarak, çimlenme için gerekli şartların neler olduğu tespit edilmiştir.



Mini Tasarım 1: Seçtiğimiz Bir Bitkinin Büyüme ve Gelişmesini Sağlamak: Bir bitkinin büyüme ve gelişmesi için uygun ortam şartları tasarlanmıştır. Öğrencilerin, seçilen bu bitkinin bakımını bir hafta boyunca sürdürmesinde ve takip günlüğü tutarak bir bitkinin büyüme ve gelişmesinin sağlanmasında gerekli ortam koşullarının neler olduğunu öğrenmeleri gerçekleştirilmiştir.



Mini Araştırma 3: Hayvanlarda Üreme, Büyüme ve Gelişme: Tavukların sadece bitkisel kaynaklı besinler tüketmediği, aynı zamanda hayvansal kaynaklı besinler de tükettiği düşünülerek, hayvanların üreme, büyüme, gelişme koşulları araştırılmıştır. Araştırmalar web siteleri, ders kitapları, yardımcı kaynaklardan sürdürülmüştür. Derinlemesine öğrenmenin sağlanması için hayvanların büyüme ve gelişmesine ilişkin simülasyon oyunları oynatılmıştır.



Mini Tasarım 2: Bir Hayvanın Bakımını Gerçekleştirmek için Kamu Spotu Hazırlama: Teknoloji entegrasyonunu gerçekleştirmek için, öğrencilere edindikleri bilgileri kullanarak bir hayvanın bakımının nasıl gerçekleştirilmesi gerektiği ile ilgili kamu spotu hazırlanmıştır. Öğrenciler hayvanların yaşam şartlarını inceleyerek hazırladıkları kamu spotunu grup olarak sınıf ortamında sunmuşlardır.



Mini Tasarım 3: Çiftliğimizin Bahçesinin Bölümlere Ayrılması: Öğrencilerden gerçek alanı karton boyutunda oranladıkları bir matematiksel model oluşturmaları istenmiştir. Matematik entegrasyonunun sağlandığı bu tasarımda, çiftlik için ayrılan alan bitkilerin yetiştirilmesi ve hayvan bakımı alanları gibi bölümlere ayrılmıştır. Öğrenciler oran ve alan hesaplamaları yaparak hangi bitkilerden ne oranda ekip dikebileceklerini, hangi hayvanlardan ne kadar besleyebileceklerini tartışmışlardır.



Mini Tasarım 4: Tavukların Barınması İçin Kümes Tasarımı: Öğrenciler tavukların sağlıklı, güvenli bir ortamda yaşabilmeleri için, uygun maliyetli, çevre dostu bir kümes tasarlamıştır. Öğrenciler tavuk kümeslerini hangi boyutlarda, hangi malzemelerden, hangi özelliklerde ve nereye yapacaklarını belirlemişlerdir.



Her mini araştırma ve mini tasarım sonunda, öğrencilerin elde ettikleri bilgi ve becerileri proje görevinde nasıl kullanabilecekleri tartışılmıştır.

4. Fikirlerin Analizi

İki ders saati süren bu aşamada, öğrencilerden oluşturdukları bireysel çözüm önerilerini başlangıçta belirlemiş oldukları kriter ve sınırlıklara göre değerlendirmeleri ve en iyi çözüm önerisini seçmeleri istenmiştir. Öğrencilerin işini kolaylaştırmak için karar matrisleri kullanılmıştır. Mühendisler gibi karar matrislerini oluşturan öğrenciler, çözüm önerilerinden en çok kriteri karşılayanı, sınırlılıkların üstesinden geleni seçmişlerdir ve çözümlerini ayrıntılandırmışlardır (Şekil 6).

KRİTERLER	Çiftlik	Orman	Çiftlik	Orman	Çiftlik	Orman
Güvenlik	++	++	++	++	++	++
Bünye	-	+	+	+	+	+
Sağlıklı Besin	+	+	+	+	+	+
Beslenme	+	+	+	+	+	+
Hayvan alan	+	+	+	+	+	+

Şekil 6. Karar Matrisi Örneği

Karar sürecinde öğrenciler bitkilerin büyüme sürelerini ve tavukların yediği yiyecekleri dikkate almışlardır. Örneğin, Çakallar grubunun tartışmasından bir bölüm aşağıdaki gibidir:

CK1: Arpa ekmeliyiz. Hem tavukların kısa sürede besine ulaşması mümkün olur. Çünkü hızlı büyüyor.

CK3: O zaman tohum neden ekiyoruz? Marul fidesi dikersek tohumun çimlenmesi ve genç bir bitki olması için geçen zamanı beklemek zorunda kalmayız. Hem tavuklar marul da yiyor.

CK6: O zaman çiftliği kurduğumuz ilk günlerde marul verimiz. İleriki zamanlarda da arpa büyümüş olur onu verimiz.

CK4: Hayvansal besin kaynağı olması için rejenerasyonla üreyen solucanlar işimize yarayabilir.

Bu süreçte bazı gruplar tavukların beslenmesi için bahçe oluşturmada tohum kullanmayı tercih ederken, bazı gruplar tohumların çimlenme ve büyüme sürelerini beklemek yerine, daha kısa sürede yetiştirmek için fide kullanmak istemişlerdir. Kimi öğrenciler de çimlenme deneyinde kullandıkları çimlenmiş tohumları kullanmayı önermişlerdir. Bu süreçten bir görsel Fotoğraf 1'de, bir grubun en iyi çözüm önerisi ise Şekil 7'de sunulmuştur.

Bu bir proje çalışması olduğundan ve her grubun en iyi çözüm önerisini hayata

geçirmenin mümkün olmamasından, sınıftaki en iyi çözüm önerisini seçmek üzere tüm grupların en iyi çözüm önerileri değerlendirilmiştir. Bunun için bütün öğrenci grupları, oluşturdukları en iyi çözüm önerilerini sunmuşlardır. Bu süreçte Kabaklar grubunun sunumundan ifadeler şu şekildedir:

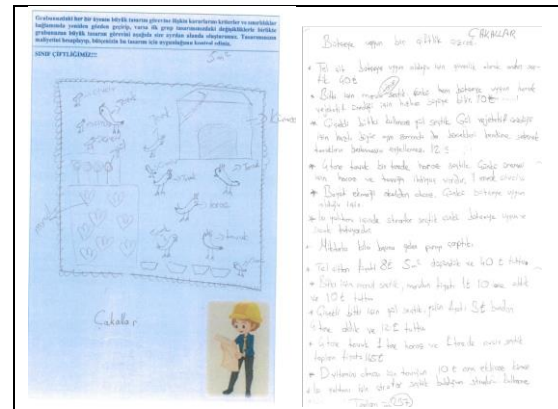
K5: Çiftliğimizi kurarken 5 tavuk ve 1 horoz edinmek istedik. Neslin devamlılığını sağlamak için bir dişi bir erkek birey olması önemliydi. Alanı düşündüğümüzde yeterli olacağını tahmin ediyoruz. Ayrıca bütçe açısından da uygun olacağını düşünüyoruz.

K1: Sağlıklı besin yetiştirmek için sadece fidelerle ekim yapmayı tercih ettik. Tohum kullanmak büyüme ve gelişme açısından zaman kaybına sebep olacaktı.

K2: Vejetatif üreyen naneleri çoğaltma kolaylığından ve sağlıklı yumurta elde edilmesinde etkili olacağından bu bitkiyi yetiştirmeyi seçtik.



Fotoğraf 1. Fikirlerin Analizi Aşamasından Bir Görsel



Şekil 7. Öğrenci Gruplardan Birine Ait En İyi Çözüm Önerisi

Öğrencilerin bilimsel bilgiyi kullanmaları, fikirlerini bilimsel gerekçelerle açıklamaları öğretmen ya da öğrenci sorularıyla sağlanmıştır. Böylece tüm aşamalarda olduğu gibi bu

aşamada da öğrencilerin hem kendilerini hem akranlarını değerlendirme fırsatı olmuştur. Cıvıvler grubunun sunumuna ait sınıftaki diğer öğrencilerin değerlendirmeleri şu şekildedir:

CK3: Kümesin tasarımında ısı yalıtımı sağlamak için cam yünü kullanıldığından doğa dostu olmadığını düşünüyorum. Ancak yemekhanedeki besinlerin kalanlarını kullanmış olmaları atık oluşturmamak için önemli. Doğa dostu bir çiftlik olduğunu düşünüyorum.

IS1: Her ne kadar bütçeyi olumsuz etkilese de organik ürünler seçmişler. Bu şekilde sağlıklı yumurtala elde edilebilir.

A4: Neslin devamlılığı içinse eşeyli üreyebilmeleri önemli. Kümeste tavuk (dişi) ve horoz (erkek) bireylere yer vermişler. Sadece bitkisel kaynaklı besinler yerine bahçedeki böcekler ve eşeysiz olarak rejenerasyonla üreyen solucanları kullanmışlar. Yumurtaların besin değerini arttıracığına inanıyorum.

Sınıftaki en iyi çözüm önerisinin seçilmesi için, sınıf tahtasında bütün grupların katılımıyla birlikte değerlendirme yapılmıştır (Fotoğraf 2). En fazla kriteri sağlayan ve sınırlılığın üstesinden gelen grubun çözüm önerisi geliştirilerek en iyi çözüm önerisi belirlenmiş ve öneriyi hayata geçirmek için nasıl bir yol izleneceği üzerinde konuşulmuştur.



Fotoğraf 2. Tüm Grupların En İyi Çözümünün Belirlenmesi Aşamasından Görseller

Sürelerinin kısıtlı olması nedeniyle tavuk üretiminin başlatılması için sağlıklı tavuklar alınması, tavukların sağlıklı büyümeleri ve gelişmeleri ve daha sonraki süreçte de üremelerinin sağlanmasına karar verilmiştir. Tavukların beslenmesini sağlayacak bitkilerin yetiştirilmesinde daha önce mini araştırma ve tasarım süresince hazırladıkları fideleri kullanmaya ya da çevre bölgeden güvenilir tohumlardan oluşturulmuş fideler alınmasına, çabuk filizlenen tohumların ekilmesine karar

verilmiştir. Öğrenciler tasarladıkları çiftliğin sürdürülebilirliği için gerekli önlemleri belirlemişlerdir. Ayrıca bütçeyi tasarruflu kullanabilmeleri için onlara verilen yapı market kataloğundan yardım alarak çözüm önerilerini gözden geçirmişlerdir. Bütçe planlaması yapıp, tasarımlarını geliştirmişlerdir. Süreci uygulamaya geçirmek için görev dağılımı yapmışlardır.

5. Model Oluşturma

Bu aşama 2 ders saati sürmüş ve ders dışı uygulamalar içermiştir (Fotoğraf 3). Öğrencilerden iş birliği içerisinde çiftliklerini tasarlamaları istenmiştir. Bu etkinlikte de öğrencilerin çiftliklerini tasarlamaları için malzeme temini öğretmen tarafından sağlanmıştır. Özellikle kümesin inşası için öğrenciler tasarım sürecinde okul çalışanlarından, diğer öğrencilerden yardım almışlardır. İmece usulü hızlıca çiftliklerini oluşturmuşlardır.



Fotoğraf 3. Çiftlik Oluşturma Aşamasından Görüntüler

Öğrenciler çiftliklerini tasarlarken bazı gruplar bitkiyi tohumdan yetiştirmeyi tercih ederken, bazı gruplar da proje için zamanın sınırlı olması sebebiyle besin üretimini hızlandırmak için güvenilir yerlerden fideler temin etmiş ve fidelerini dikmişlerdir. Ek olarak zaten bahçede var olan ve vejetatif olarak ürettiğini fark ettikleri naneleri yaymışlar, semiz otu gibi vejetatif üreyen bitkileri de hem fide hem tohumla çoğaltmışlardır. Yine sağlıklı yumurtalar için sağlıklı tavuklar yetiştirmek gerektiğinden öğrenciler tohum seçiminde de dikkatli olmaya çalışmışlar, özellikle genetiği değiştirilmiş organizmalardan uzak durmaya

çalışmışlardır. Bazı öğrencilerin ailelerinin atalık tohum olarak nitelendirilen, nesillerdir sürdürdükleri tohum saklama tekniğiyle sakladıkları tohumlar getirilmiş, bahçeye ekilmiştir. Tavukların sadece bitkilerle beslenmeyeceklerini düşünen gruplar, bahçede zaten var olan böceklerin ve solucanların hayvansal protein kaynağı olduğuna dikkat çekmişlerdir. Ayrıca kimyasal kullanmamak için bahçe toprağı doğal inek gübresiyle verimli hale getirilmiştir. Öğrenciler sonraki süreçte hem ekonomik hem de doğal olması açısından, tavukların gübrelerinin de kullanılabilir olacağını planlamışlardır. Bu şekilde çiftliğin sürdürülebilirliğine yönelik değerlendirmeler tasarlama sürecinde öğretmen rehberliğinde sürekli yapılmıştır. Çiftlik kurulduktan sonra proje tamamlanmış, ders konuları bitmiş görünse de öğrenci çalışmaları ders dışında devam etmiştir. Bitki ve hayvanların bakım süreci başlamıştır.

6. Test Etme ve İyileştirme

Bir ders saati süren bu aşamada öğrencilerden projelerini değerlendirmeleri istenmiştir. Projenin/tasarımın değerlendirilmesi, çiftliğin sürdürülebilirliği için öğrencilere 3 hafta süre verilmiştir. Süreçte öğrenciler kendi aralarında iş birliği yaparak ve okul çalışanlarından destek alarak ders dışı zamanlarda bitki ve hayvanların bakımını sürdürmeye devam etmişlerdir. Bu aşamada yetişen bitkileri tavukların beslenmesi için kullanmışlar, tavuklardan elde ettikleri yumurtaları aralarında paylaşmışlar, ailelerine götürmüşler ve üretim yapmanın hazzını tatmışlardır. Ancak öğrenciler tavukların üremesinin devamlılığını okul döneminin sona ermesi nedeniyle gerçekleştirememişlerdir. Fakat proje sonunda topladıkları yumurtalarla, yumurtanın bir üreme hücresi olduğunun farkına varmışlardır. Üç hafta sonunda öğretmen ve öğrenciler bir saatlik derste bir araya gelerek çiftliği proje görevini dikkate alarak değerlendirmişlerdir. Öğrenciler bu süreçte hızlı yetişen bitkilerle tavukların beslenmesinin desteklenerek maliyetten kazanç sağladıklarını (C1), ayrıca tavuklardan yumurta elde ettiklerini belirtmişlerdir. Sonraki süreçlerde mevsim koşullarına göre bitkiler üretilip yetiştirmeye (A2), bahçede var olan solucanları rejenerasyonla çoğaltıp hayvansal besin olarak kullanabileceklerine (IS5) karar vermişler, tavukları kuluçkaya yatırarak yeni civcivler üretebileceklerini (CK4) ifade

etmişlerdir. Ayrıca bahçede sadece otsu bitkiler değil, tavukların ve civcivlerin dolaşabilmelerine olanak sağlayacak çok yıllık ve odunsu bitkiler olan ağaçların dikilmesi gerektiğine (IS2), bunun için yemekhanede yedikleri meyvelerin çekirdeklerini toprağı gömebileceklerine (A1), tavuk satın almak yerine K3'ün ailesinin yetiştirdiği tavuklara çiftlikte bakmaya (K1), kimi zaman yemekhanede kalan yemekleri besin olarak kullanabileceklerine (K2) karar vermişlerdir. Yaz tatilinde evleri okula yakın olanların, okul çalışanına çiftlik çalışmalarında yardım edebileceğine karar vermişlerdir.

7. İletişim ve Yansıtma

İletişim ve yansıtma etkinliğin tüm aşamalarında gerçekleştirilir. Bu nedenle sadece proje sonunda işletilen bir aşama olarak değerlendirilmemelidir. Öğrenciler problemin, hedeflerin belirlenmesi aşamasından projenin/tasarımının değerlendirilmesine kadar tüm aşamalarda birbirleri ile iletişim halinde ve fikir alışverişinde bulunmuşlar, fikirlerini birbirlerine sunmuşlar ve diğer grup üyelerine yansıtmışlardır. Bu durum süreç değerlendirmeye imkân tanırken, öğrencilerin öz-değerlendirme ve akran değerlendirme yapmalarına fırsat sunmuştur. Öğretmen de öğrencileri değerlendirebilmiş ve rehber göreviyle sürekli dönütler sağlamıştır.

ETKİNLİĞİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Etkinlik sonrası öğrencilerden sürece ilişkin görüşlerini belirtmeleri istenmiştir. Bunun için yapılandırılmamış bir şekilde “Sürece yönelik olumlu ve olumsuz görüşleriniz nelerdir?” sorusu sorulmuştur.

Öğrencilerin yanıtları incelendiğinde bazı ortak temalar ortaya çıkmıştır. Örneğin, bir grup öğrenci, öğrendiklerinin uygulama yaptıkları için kalıcı olduğunu, fen kavramlarını daha iyi anladığını ifade etmiştir:

A2: Etkinlik yaptığımızda akılda daha çok kalıyor. Derslerde sıkılıyorum, ama etkinlikte canım sıkılmıyor. Hem öğreniyorum hem de uyguladığım için daha faydalı oluyor.

K2: İlk çözüm önerisini oluştururken henüz bir şey bilmediğimiz için iyi bir proje ortaya çıkaramadık, var olan bilgilerimiz yeterli olmadı. Yaptığımız ara etkinliklerle yeni

bilgiler öğrenerek daha kapsamlı düşünmeye başladık.

CK6: Konuyu daha iyi anladım. Hayvanlarla ve bitkilerle daha çok ilgilenmek anlamamı kolaylaştırdı. Şimdi konuyu daha iyi kavradığımı düşünüyorum.

IS5: Uygulamalı öğrendiğim için aklımda daha çok yer etti.

C1: Bunun gibi uygulamalı dersler bence çok iyi. Normal işlenen dersler çok sıkıcı.

Bazı öğrenciler etkinliğin derse karşı ilgi ve tutumlarını olumlu etkilediğini dile getirmişlerdir. Bu öğrenciler, dersin daha eğlenceli geçtiğini, araştırma sürecinde aktif olmaktan keyif aldıklarını ve bilgiyi keşfetmenin heyecanlı olduğunu belirtmişlerdir:

C4: Eğlenceliydi, özellikle bahçe ve kümes kurma kısımları. Çünkü sadece bilgi edinmedim, uyguladım.

C3: Diğer konulara göre daha çok ilgi ve heyecan duydum. Araştırarak ve uygulayarak konuyu daha kapsamlı öğrenme fırsatı buldum.

IS1: Eskiden fen dersi sıkıcı geliyordu. Çok yorulduk ancak etkinlikler güzeldi. Konuyla ilgili kalıcı bilgiler edindik.

Öğrencilerden bazıları beceri gelişimine odaklanarak PT-STEM sürecinin; araştırma yapma, modelleme, matematik ve teknolojiyi kullanma, iş birliği içinde çalışma ve problem çözme gibi becerilerini geliştirdiğini ifade etmişlerdir:

C3: Bir problem olduğunda önce bilgi edinip, sorunu çözmeye başlamalıyım.

CK2: Hayatıma kolaylık kattı, hayvan bakımını üstlendiğimde nasıl besleyeceğimi, büyüteceğimi, güvenliğini sağlamak için nasıl düşünmem gerektiğini keşfetmemi sağladı.

IS2: Matematiksel becerim gelişti, çünkü kümesi gerçek ölçüler kullanarak modelledik, bütçe hesaplamaları yaptık.

K1: Hazırladığımız Powtoon sunumu teknolojik bilgi edinmemizi sağladı. Dijitalde oyun da oynadık. Cep telefonlarımızı okula getirdik ve araştırma sürecinde kullandık.

IS4: Grup çalışmasıyla yaptığım çalışmaları çok sevdim ve arkadaşlarımdan öğrenirken çok eğlendim.

Bazı öğrenciler ise etkinlik sürecinde mühendislik mesleğine olan ilgilerinin arttığını, bir mühendisin nasıl çalıştığını daha iyi anladıklarını şu şekilde ifade etmişlerdir:

C2: Mühendis olmak güzel, çünkü ürünleri kendimiz tasarlıyoruz.

CK2: Mühendislerin işi gerçekten zormuş. Ancak gerçek yaşamdaki sorunlara çözüm bulma konusunda çok iyi olmak gerektiği, ayrıntılı olarak her faktörü düşünmemiz gerektiğini anladım.

K4: Ben mühendisin hep form doldurup bilgiler verdiğini sanıyordum. Bu dersten sonra daha güzel bir meslek olduğunu anladım. Çünkü önce planlama yapılıyor, araştırılıyor, sonra uygulamaya geçiliyor.

CK2'nin görüşünü destekler şekilde araştırmacı notlarında da öğrencilerin problemi tanımlama aşamasında kriter ve sınırlılıkların belirlenmesinde ve en iyi çözüme karar verirken daha önceden deneyimlerinin olmamasından dolayı zorlandıkları fark edilmiştir. Bu durumda öğretmenin yol gösterici ve motive edici şekilde rehber olması önemli rol oynamıştır.

Bununla birlikte bu etkinlik fen bilimleri öğretmenin dersleri olan fen bilimleri ve bilim uygulamaları dersleri ile sınırlı kalmıştır. Öğrenciler de ders dışı çalışma yapmak durumunda kalmışlardır. Çok fazla emek harcadıkları ve yoruldukları için –buna değdiğini düşünse de- aralarından olumsuz görüş bildirenler de olmuştur. Özellikle matematik ve teknoloji ile ilgili olan mini araştırma ve mini tasarımların matematik ve bilişim teknolojileri derslerinde gerçekleştirilebileceğine yönelik görüşler belirtmişlerdir. Öğrencilerden birinin görüşü şu şekildedir:

K4: Bütün disiplinleri fen dersinde işlediğimiz için çok yorulduk. Keşke matematiği matematik dersinde, sunumları bilişim teknoloji derslerinde sürdürseydik.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Proje tabanlı STEM etkinliğinde, öğrenciler gerçek yaşamlarında karşılaşılabilecekleri sağlıklı besinler yetiştirmeye yönelik bir problemi çözmek için okul bahçelerine mini bir tavuk çiftliği kurma projesini yürütmüşlerdir. Gerçek yaşamla ilişkili, disiplinler arası bilgi ve beceri gerektiren, kriter ve sınırlılıkları olan, birden fazla şekilde çözülebilen tasarım görevini gerçekleştirmek için hem proje hem de

mühendislik tasarım süreci birlikte işletilmiştir. Etkinlikte öğrenciler proje/tasarım görevini gerçekleştirebilmek için bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini öğrenmiş, bitki ve hayvanların büyüme ve gelişme süreçlerini örneklerle açıklayabilmiş, bitki ve hayvanların büyüme ve gelişmesine etki eden faktörleri öğrenmiş, bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenme ve gelişim sürecini rapor ederek konu hakkındaki kavramsal öğrenmelerini gerçekleştirmişlerdir. Bunun için öğrenciler bilimsel araştırma sorgulama sürecini işletmiş, deneyler yapmış ve elde ettikleri sonuçları gerçek yaşam ortamı olan okul çiftliğini tasarlamak için kullanmışlardır. Proje ve mühendislik tasarım süreci öğrenenlerin bilgiyi gerçek yaşam durumlarına uygulamalarına fırsat sunar (Thomas, 2000; NRC, 2012). Nitekim probleme dayalı öğrenme, STEM ve PT-STEM etkinlikleri öğrencilerin bilgi ve becerilerini geliştirdiğinden ve derse karşı motivasyon ve tutumlarını arttırdığından (Han vd., 2015; Han vd., 2016; Kwon vd., 2021; Miller & Krajcik, 2019; NRC, 2012; Tati vd., 2017; Wan vd., 2020) bu etkinliğin de aynı etkiye sahip olacağı düşünülmektedir. Ayrıca öğrencilerin bitki ve hayvan yetiştirmesine dayanan bahçe temelli uygulamaların öğrencilerin canlılar ve yaşam konusunda öğrenmelerine olanak sağlayan (Blair, 2009; Fifolt & Morgan, 2019; Williams & Dixon, 2013) öğrenme ortamları olması da bu yorumu desteklemektedir.

Çalışmada bizzat kendileri aktif olan, öğrenme ve öğrendiklerini uygulama sorumluluğu alan, hayvan bakımını üstlenen, bitki yetiştiren öğrenciler kendi ortamlarında sınıf dışı ve sınıf içi uygulamalı etkinliklerle alışık olduklarının dışında bir öğrenme deneyimi edindiler. Bu durumun onlara aidiyet duygusu da kazandırdığı birinci araştırmacı olan öğretmen tarafından gözlemlenmiştir. Öğrenciler görevlerini sahiplenmişler ve zamanında tamamlamışlardır. Bununla birlikte her birinin bir lider olarak görev aldıkları söylenebilir. Fifolt ve Morgan (2019) tarafından ilk ve ortaokul öğrencileriyle araştırma sorgulamaya dayalı olarak yürütülen okul çiftliği etkinliğindeki benzer çıktılar da bu yorumu destekler niteliktedir.

Çalışmada öğrencilere sunulan proje görevleri yeniden düzenlenerek farklı sınıf düzeylerinde, öğrencilerin yaşadıkları çevre bağlamı dikkate alınarak, farklı disiplinler entegre edilerek

yeniden düzenlenebilir ve uygulanabilir. Örneğin bu etkinlikte fen ve mühendislik entegrasyonu teknoloji ve matematik disiplinlerinden daha ön plandadır. Yıldırım ve Selvi (2017)'nin PT-STEM etkinliklerinde tüm STEM disiplinlerinin yer alması gerektiği açıklaması bir eleştiri olarak değerlendirilirse bu etkinlik geliştirilebilir. Ancak STEM eğitimi için en az iki disiplinin entegrasyonu şeklinde tanımı dikkate alındığında bunun bir sınırlılık olmayacağı da göz önünde bulundurulmalıdır. Yine de bu konuda araştırmacılar olarak önerilerimizi sunabiliriz. Matematik disiplininin entegrasyonunu daha da güçlendirmek için Selmer vd. (2014) tarafından tasarlanan etkinlik ile süreç devam ettirilebilir. Bunun için öğrencilerin kurdukları çiftlikte yetiştirdikleri sebze, meyve, yumurta ve tavukları semt pazarında satmaları sağlanabilir ve böylece istatistik okuryazarlıkları geliştirilebilir. Ayrıca benzer etkinlik öğrencilerin girişimcilik becerilerini geliştirmek hedeflenerek de uygulanabilir. Yine biyoloji ve çevre eğitimi açısından önemli bir yeterlik olan ekolojik okuryazarlık hedefleri de dikkate alınabilir. Teknoloji entegrasyonunu güçlendirmek için aynı proje gerçek yaşam dışında dijital oyun temelli olarak yürütülebilir. Öğrencilerin Hacıoğlu ve Dönmez Usta (2020) tarafından tasarlanan etkinlikte olduğu gibi dijital oyun içerisinde çiftlik tasarlama görevini gerçekleştirmeleri sağlanabilir. Fakat, tüm bu öneriler dikkate alınırken daha uzun süreler gerektiği ve öğrenme ortamlarının da yeniden düzenlenmesi gerektiği göz ardı edilmemelidir. Ayrıca teknoloji okuryazarlığı kapsamında, çiftliğin iyileştirilmesinde bitkiler ve hayvanların büyüme gelişmelerinin takibi sağlanabilir. Bu bağlamda sensörlerle toprağın verimliliği, su durumu, mineral dengesi tespit edilebilir, gübreleme ve sulama işlemleri sensörlerle desteklenerek sürdürülebilir. Yine civcivlerin büyümesi ve gelişmesi için gerekli olan ortamın sıcaklığının kontrol edilmesinde sıcaklık sensörleri iş görebilir.

KAYNAKLAR

Adanır, Y. (2021). *Proje tabanlı STEM eğitiminin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel okuryazarlıklarına ve üretici düşünme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Giresun Üniversitesi.

- Bell, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39-43.
- Blair, D. (2009). The child in the garden: An evaluative review of the benefits of school gardening. *Journal of Environmental Education*, 40(2), 15-38.
- Bozkurt Altan, E., & Hacıoğlu, Y. (2019). Fen bilimleri öğretmenlerinin derslerinde STEM odaklı etkinlikler gerçekleştirmek üzere geliştirdikleri problem durumlarının incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 12(2), 487-507.
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Capraro R. M., & Slough S. W. (2013). Why PBL? Why STEM? Why now? An introduction to STEM project-based learning. In R. M. Capraro, M. M. Capraro, & J. R. Morgan (Eds.), *STEM project-based learning* (pp. 1-5). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-143-6_1
- Chen, Y., & Chang, C. C. (2018). The impact of an integrated robotics STEM course with a sailboat topic on high school students' perceptions of integrative STEM, interest, and career orientation. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(12), 1614.
- Fifolt, M., & Morgan, A. F. (2019). Engaging K-8 students through inquiry-based learning and school farms. *Journal of Education for Students Placed at Risk (JESPAR)*, 24(1), 92-108.
- Guzey, S.S., Caskurlu, S. & Kozan, K. (2020). Integrated STEM pedagogies and student learning. In C. C. Johnson, M. J. Mohr-Schroeder, T. J. Moore & L. D. English (Eds.), *Handbook of research on STEM education* (pp.65-75). Routledge.
- Hacıoğlu, Y., & Başpınar, A. (2020). Bir sınıf öğretmeni ve öğrencilerinin ilk STEM eğitimi deneyimleri. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(22), 1-23.
- Hacıoğlu, Y., & Dönmez Usta, N. (2020). Digital game design-based STEM activity: Biodiversity example. *Science Activities*, 57(1), 1-15.
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How science, technology, engineering, and mathematics (STEM) project-based learning (PBL) affects high, middle, and low achievers differently: The impact of student factors on achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089-1113.
- Han, S., Rosli R., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2016). The Effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) project based learning (PBL) on students' achievement in four mathematics topics. *Journal of Turkish Science Education*, 13(special), 3-29.
- Horton, R. M., Hedetniemi, T., Wiegert, E., & Wagner, J. R. (2006). Integrating curriculum through themes. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 11, 408-414.
- Kwon, H., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2021). When I believe, I can: Success STEMs from my perceptions. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21, 67-85. <https://doi.org/10.1007/s42330-020-00132-4>
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. <https://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN%20B%C4%B0L%C4%B0MLER%C4%B0%20%C3%96%C4%9ERET%C4%B0M%20PROGRAMI2018.pdf>
- Merrill, C., & Comerford, M. (2004). Technology and mathematics standards: An integrated approach. *Technology Teacher*, 64, 8-12.
- Miller, E., & Krajcik, J. (2019). Promoting deep learning through project-based learning: A design problem. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. <https://doi.org/10.1186/s43031-019-0009-6>.

- National Academy of Engineering and National Research Council. (2014). *STEM integration in K-12 education: Status, prospects, and an agenda for research*. The National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press.
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. R. (2021). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(2), 1-21.
- Schooler, S. R. (2004). A chilling project integrating mathematics, science, and technology. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 10, 116-121.
- Selmer S. J., Rye, J. A., Malone, E., Fernandez, D., & Trebino, K. (2014). What should we grow in our school garden to sell at the farmers' market? Initiating statistical literacy through science and mathematics integration. *Science Activities*, 51(1), 17-32.
- Tati, T., Firman, H., & Riandi, R. (2017, May 24). The effect of STEM learning through the project of designing boat model toward student STEM literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1), 012157. IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/895/1/012157/pdf>
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on PBL*. The Autodesk Foundation. <https://www.asec.purdue.edu/lct/HBCU/documents/AReviewofResearchofProject-BasedLearning.pdf>
- Wan, Z. H., So, W. M. W., & Zhan, Y. (2020). Developing and validating a scale of STEM project-based learning experience. *Research in Science Education*, 1-17. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09965-3>
- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010, June 20-23). *Incorporating engineering design into elementary school science curricula* [Poster session]. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, Louisville, KY, United States.
- Wilhelm, J., Wilhelm, R., & Cole, M. (2019). *Creating project-based STEM environments*. Springer.
- Williams, D. R., & Dixon, P. S. (2013). Impact of garden-based learning on academic outcomes in schools: Synthesis of research between 1990 and 2010. *Review of Educational Research*, 83(2), 211-235.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM öğretme-öğrenme modelleri: 5E öğrenme model, proje tabanlı öğrenme yaklaşımı ve STEM SOS modeli. S. Çepni (Ed.), *Kuramdan uygulamaya STEM eğitimi* içinde (pp. 203-238). Pegem.

Kaynak Gösterme

- Adanır, Y., & Hacıoğlu, Y. (2021). Proje tabanlı STEM etkinliği: Okulumuzun bahçesine mini bir çiftlik kuralım. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 11(2), 125-136. <https://www.ated.info.tr/ojs-3.2.1-3/index.php/ated/issue/view/22>