Araştırma Makalesi / *Research Article* **Doi: 10.48146/odusobiad.1203531**

Geliş Tarihi / *Received Date*
13.11.2022

Kabul Tarihi / *Accepted Date*
25.02.2023

Robotik ile Matematik ve Fen Entegrasyonu [1]

Mathematics and Science Integration with Robotics

Betül TEKEREK [2]
Hamza AYDEMİR[3]
Mehmet TEKEREK[4]

Öz

Günümüzde bilim ve teknolojide yaşanan hızlı değişimin eğitim alanlarında da etkisini görmek mümkündür. Bu değişime ayak uyduran bireyler yetiştirmek için öncelikle eğitim sisteminde ve öğretme-öğrenme anlayışımızda değişiklikler yapmamız gerekmektedir. Bu doğrultuda hareket eden ülkelerde STEM eğitimi ve kodlama eğitimi hızla popülerlik kazanmıştır. Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematiği entegre ederek robotik etkinliği hazırlama süreçleri ve bu süreçle ilgili düşüncelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 2020-2021 bahar döneminde üç (3) fen bilgisi öğretmen adayının katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni benimsenmiştir. Verilerin toplanmasında araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formu ve gözlem notları kullanılmıştır. Robotik etkinliklerin hazırlanmasında "Robotis Dream II" setinden yararlanılmıştır. Elde edilen veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Sonuç olarak; öğretmen adaylarının etkinlik hazırlama sürecinden sonra, ders kazanımlarına hâkim olma, disiplinlerarası birleştirme yapma ve robot seti kullanımına hâkim olma kazanımlarını elde ettikleri ortaya çıkmıştır. Öğretmen adayları ayrıca fen ve matematikten seçecekleri ve entegre edecekleri kazanımları robota aktarma noktasında endişe yaşamışlar ve robotun montaj aşamasında zorluk yaşadıklarını belirtmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Matematik ve Fen Entegrasyonu, Robotik Eğitimi, Öğretmen adayları.

[1] Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Etik Kurulunun 19.08.2020 tarih ve 2020/5 sayılı kararı ile uygun görülmüştür.

[2] Sorumlu Yazar, Dr.Öğr.Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, e-mail: btekerek@ksu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-7066-6885

[3] Öğr. Gör., Yozgat Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Bilgisayar Teknolojileri Bölümü e-mail: hamza.aydemir@bozok.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2657-3195

[4] Prof.Dr., Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Öğretim Teknolojileri Ana Bilim Dalı, e-mail: tekerek@ksu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-6112-3651

Bu makale araştırma ve yayın etiğine uygun hazırlanmış ve Dergimiz tarafından iThenticate intihal incelemesinden geçirilmiştir.

Abstract

Nowadays, the rapid change in science and technology shows its effect in the field of education as in every field. To raise individuals who can keep up with this change, we first need to make changes in the education system and our teaching-learning approach. STEM education and coding education have rapidly gained popularity in countries moving in this direction. In this study, it was aimed to examine the prospective science teachers' processes of preparing the robotics activity by integrating science and mathematics and their thoughts about this process. The research was carried out with the participation of three (3) prospective science teachers in the spring term of 2020-2021. In the research, the case study design, one of the qualitative research methods, was used. A semi-structured interview form prepared by the researchers and observation notes were used to collect the data. "Robotis Dream II" set was used in the preparation of robotics activities. The obtained data were analyzed by content analysis method. As a result, after they prepared the activity, they stated that they were able to master the disciplines' objectives well, to make connection between the disciplines and to use the robotics education kit. They also stated that they had difficulties to transfer the integrated objectives from science and mathematics disciplines and to assemble the robot.

Keywords: *Mathematics and Science Integration, Robotics Education, Preservice Teachers.*

Giriş

Çağın gereksinimlerine göre değişen 21. yüzyıl becerileri (Sayın ve Seferoğlu, 2016); eleştirel düşünme, problem çözme, iş birliği, yaratıcılık ve bilgi, medya ve teknoloji okuryazarlığı gibi çeşitli becerileri kapsamaktadır (Partnership for 21st Century Skills, 2009). Sadece okuma, yazma ve aritmetiğe dayanan bir eğitim sisteminin, geleceğin yetişkinlerini yarının rekabetçi ve teknolojik dünyasında başarıya hazırlayamayacağı bir gerçektir (Dugger, 2010). Çünkü öğrencilerin karşılaşacağı 21. yüzyıl problemleri birden fazla disiplini içeren karmaşık bir yapıya sahiptir (Moore, Stohlmann, Wang, Tank, Glancy ve Roehrig, 2014). Bu nedenle öğrencileri geleceğe 21. yüzyıl becerilerini kullanarak karşılaştıkları problemlere çözüm üretebilmeleri hazırlayacaktır (Tekerek ve Karakaya, 2018). Ancak disiplinlerarasındaki ilişkinin izole edildiği ya da dikkate alınmadığı eğitim anlayışında öğrenciler bilgiyi farklı durumlara aktarmada güçlük yaşarlar (Kıray ve Kaptan, 2012; Temel, Dündar ve Şenol, 2015). Bu güçlüklerin ortadan kaldırılması için STEM eğitiminin önemi büyüktür. Alanyazında STEM eğitiminin görüş birliği ile kabul edilen tek bir tanımı yoktur (English, 2016; Gencer, Doğan, Bilen ve Can, 2019). Ancak bu alanda çalışmalar yürüten araştırmacıların STEM eğitimini benzer ifadeleri kullanarak tanımladıkları görülmektedir. Yıldırım ve Altun (2015, s. 31) STEM eğitimini öğrencilerin anlamlı öğrenmelerini sağlayan ve farklı disiplinlerin bir araya geldiği bir yaklaşım olarak tanımlamıştır. Çorlu, Capraro ve Capraro (2014) STEM eğitiminin fen ve matematiğin birbirinden ayrı öğretimine karşı çıkarak, disiplinlerin bütünleşmesiyle ortaya çıkan bilgi, beceri ve inançları içerdiğine vurgu yapmıştır. Dugger (2010); fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin yeni bir disiplinlerarası konuya entegrasyonunu STEM eğitimi olarak tanımlarken STEM eğitiminin verilmesinin birden fazla yolu olduğuna değinmiştir. Bu yollardan en kapsamlı olanı dört disiplini de iç içe geçirerek entegre tek bir konu biçiminde öğretmek olan ve alanyazında bütünleşik STEM eğitimi (B-STEM) olarak adlandırılan yoldur (Dugger, 2010).

B-STEM, gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme, üretilen çözümü uygulama ve sonucu değerlendirme becerilerini kazandırmayı; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarının bütünleşmesiyle sağlamayı hedefleyen tasarıma dayalı eğitim olarak tanımlanabilir (Sanders, 2012). B-STEM; fen-teknoloji-mühendislik ve matematik alanlarının birbiriyle entegrasyonunu, öğrencilere 21.yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını ve derslerin amaç-hedeflerine ulaşmasını sağlar (Akgündüz ve Akpınar, 2018; Blackley ve Howell, 2019; Yıldırım ve Altun, 2015). Moore, Tank, Glancy ve Kersten (2015) B-STEM'nin gerçek yaşam problemlerine odaklandığını vurgulamıştır. Bozkurt Altan, Yamak ve Buluş Kırıkkaya (2016) ise, gerçek yaşam problemleri ile dersin ilişkilendirilmesi boyutuna vurgu yapmışlardır. Özbilen (2018) B-STEM'nin, soyut konuları somutlaştırılması ve uygulamaya imkân tanıması yönlerine dikkat çekmiştir. B-STEM ile öğrenciler, olayları bir bütün olarak görme ve değerlendirme fırsatı elde ederek anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebilir (Karakuş ve Aslan, 2016; Sanders, 2012; Yıldırım ve Altun, 2015). Eroğlu ve Bektaş (2016) bu fırsatın kalıcı öğrenmeler meydana getirme potansiyeline vurgu yapmıştır. Ayrıca B-STEM, öğrencilerin başarı düzeyini artırmada ve fene yönelik olumlu tutum geliştirmelerinde etkili bir yaklaşımdır (Koca, 2018). Kazanımları dikkate alındığında B-STEM bireylerin geleceğe hazırlanmasında amaca uygun ve anlamlı bir yaklaşımdır (Dugger, 2010).

Alanyazında yapılan çalışmalar incelendiğinde, STEM etkinliklerinin öğrenciler tarafından ilgi çekici ve eğlenceli olduğu bulgusunu ortaya koyan çalışmalara rastlamak mümkündür (Aydın ve Karslı Baydere, 2019; Göksoy ve Yılmaz, 2018; Koca, 2018). Ancak B-STEM etkinliklerinin geliştirilmesi ve uygulanması zordur (English, 2016; Yıldırım ve Selvi, 2017). Bu açıdan öğrenme ortamının tasarlayıcıları ve STEM eğitiminin uygulayıcıları olan öğretmenlerin rolleri kritiktir (Akaygun ve Aslan Tutak, 2016). STEM eğitimini uygulayacak öğretmenlerin iş birliği içinde çalışabilmeleri ve uzmanlık bilgisine sahip olmaları gerekir (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012).

Disiplinlerarası müfredat, disiplinleri birbirine bağlayarak anlamlı öğrenmelerin meydana gelmesini sağlayan bütünsel bir yaklaşımdır (Badley, 2009; Smith ve Karr-Kidwell, 2000). Böyle bir yaklaşım benimsenerek verilen eğitimde; fen, matematik ve teknolojinin teori ve uygulaması o kadar iç içe geçer ki, içlerinden birine odaklanmak istenildiğinde eğitimin diğerlerinden nasıl izole edildiği anlaşılamaz (American Association for the Advancement of Science, 1994). Bu bağlamda fen ve matematik entegrasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar B-STEM için temel oluşturur (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012). Bütünleşik bir müfredat kullanmak öğrencilerin dersler arasındaki bağlantıları görmelerini sağlar (Badley, 2009). Ayrıca bu durum öğrencilere anlamlı öğrenmeler meydana getirme fırsatı sunar (Furner ve Kumar, 2007, s. 189). Fen ve matematik entegrasyonu ile öğrenme bağlamı zenginleştirilerek öğrencilerin, anlamlı öğrenmeler gerçekleştirmeleri ve öğrendiklerini farklı disiplinlere transfer edebilme becerisi kazanmaları sağlanır (Berlin ve White, 2001; Furner ve Kumar, 2007). Fen ve matematiğin bütünleştirilmesi öğrencilerin bu disiplinlere yönelik tutumlarına ve okula yönelik ilgilerine de olumlu etki etmekte (Bragaw, Bragaw ve Simith, 1995) ve öğretim programlarının amaçlarına ulaşmasında önemli görülmektedir (Yaman ve diğerleri, 2018).

STEM Eğitimi, Programlama ve Robotik İlişkisi

Günümüzde sadece bilişim sektöründe değil tüm sektörlerde programlama becerisinin önemli olduğu fark edilmekte ve gelecekte bu önemin daha da artması beklenmektedir (Sayın ve Seferoğlu, 2016). Bu doğrultuda özelikle gelişmiş ülkelerde programlama eğitimine erken yaşlarda başlanılmasına önem verildiği görülmüştür (Saygıner ve Tüzün, 2017a). Okulöncesi yaş grubu ile yapılan bir çalışmada programlama bilgisinin problem çözme becerisi üzerinde olumlu etkisinin olduğu ortaya konmuştur (Fessakis, Gouli ve Mavroudi, 2018). Ancak özellikle somut işlemler döneminde olan; okulöncesi, ilkokul ve ortaokul öğrencileri soyut olan programlama mantığını ve kavramlarını anlamakta zorlanmaktadır (Sırakaya, 2018). Bu güçlüğü aşmak için komutların sürükle bırak yöntemi ile eklendiği blok tabanlı görsel programlama ortamları kullanılmaktadır (Numanoğlu ve Keser, 2017). Bu ortamlar programlama mantığını somut olarak ele alır ve programlamada kullanılan kavramları hazır biçimde sunarak komutların unutulmasının önüne geçer (Saygıner ve Tüzün, 2017b). Sadece somut işlemler dönemindekiler için değil özellikle ilk defa programlama eğitimi alacak bireyler için öğrenme sürecini kolaylaştıran bu ortamların programlama eğitiminde kullanımı yaygınlaşmaktadır (Atman Uslu, Mumcu ve Eğin, 2018).

Programlama öğretiminde blok tabanlı görsel programlama ortamları gibi eğitsel robot setlerin kullanımı da soyut programlama kavramlarının somutlaştırılmasını sağlayabilir (Ersoy, Madran ve Gülbahar, 2011). Buna ek olarak eğitsel robot setlerin kullanımı ile öğrenciler oluşturdukları programın etkisini robot üzerinde somut olarak gözlemleyerek anında geri bildirim almaktadır (Atmatzidou, Demetriadis ve Nika, 2018; Numanoğlu ve Keser, 2017). Ayrıca öğrencilerin robot tasarlama süreci problem çözme ve yaratıcılık becerilerinin geliştirilmesi için uygun bir imkân sağlayabilir (Jiea, Hussin, Chuan ve Ahmad, 2019). STEM eğitimi ve programlama eğitimi için eğitsel robot setlerin kullanımı ile öğrenciler bilişsel, duyuşsal ve psikomotor olarak eğitim sürecine katılırlar (Blackley ve Howell, 2019). Öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı sunulur ve bu sayede kalıcı öğrenmelerin meydana gelmesi sağlanabilir (Chang, Lee, Chao, Wang ve Chen, 2010). Öğrencilere ürün tasarlama fırsatı tanınarak fen ve matematiği otantik yöntemler ile öğretme imkânı elde edilebilir (Stohlmann, Moore ve Roehrig, 2012; Taylor, 2019). Bu bağlamda STEM eğitimi ile robotik etkinliklerin birleştirilmesiyle öğrenilen kavramsal bilgiler öğrenciler tarafından ürüne dönüştürülerek verimli ve fayda sağlayan bir eğitim ortamı tasarlanmış olunur (Gülhan ve Şahin, 2016).

Öğrencilerin robot tasarlaması, fen ve matematik alanlarından bilgilerin kullanılmasını, teknolojinin sürece dahil edilmesini ve mühendislik becerilerinin kullanılmasını içerir (Wong, Jeffery, Turner, Sleap ve Chalup, 2018). Fen ve matematik alanlarından bilgileri içeren robotların tasarlaması, öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişmesine katkı sağlayabilir (Jiea, Hussin, Chuan ve Ahmad, 2019). Aynı zamanda robotik eğitiminin B-STEM eğitiminde kullanılmasıyla öğrenciler anlamlı ve kalıcı öğrenme deneyimi yaşar ve STEM alanlarına karşı olumlu bir tutum geliştirir (Mosley, Ardito ve Scollins, 2016). STEM etkinliklerinde eğitsel robot setlerin kullanımının, disiplinlerin bütünleştirilmesi gerektiğini savunan gelişmiş ülkelerde yaygın olduğu görülmektedir (Yolcu ve Demirer, 2017).

Alanyazın incelemesinde B-STEM eğtimine yönelik çeşitli çalışmalara rastlanılmıştır. Bu çalışmaların daha çok matematik ve fen bilgisi öğretmen adaylarına (örn; Çınar, Pırasa ve Paliç Şadoğlu, 2016; Yıldırım, 2017; Delen ve Uzun, 2018) uygulandığı ve öğretmen adaylarının STEM entegrasyonu ile ilgili olumlu düşüncelere sahip oldukları ancak daha çok deneyim kazanmaya gerek duydukları görülmektedir. Programlama eğitiminde robotik etkinliklerin kullanımına yönelik çalışmalar incelendiğinde ise, öğretmen ve öğrencilerin robotik ve kodlama ders ve etkinlikleri ile ilgili görüşlerini ve bu etkinliklerin motivasyon ve bilimsel süreç becerilerine etkilerinin (örn; Koç Şenol ve Büyük, 2015; Çömek ve Avcı, 2016; Göksoy ve Yılmaz, 2018) incelendiği çalışmalara rastlanmıştır. Bu çalışmaların sonuçları robotik uygulamalarının problem çözme, motivasyon, yaratıcı düşünme gibi birçok önemli konu üzerinde olumlu etkileri olduğunu belirtmektedir.

Alanyazın incelendiğinde, yakın zamanda göreve başlayacak eğitim fakültelerinde öğrenim gören öğretmen adayları ile B-STEM eğitimine yönelik akademik çalışmalar yapılmasına ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Akgündüz ve diğerleri, 2015; Alan, 2017; Yıldırım ve Türk, 2018). Bu doğrultuda, STEM alanlarından öğretmen ve öğretmen adaylarının B-STEM etkinliklerini özelikle fen ve matematiğe nasıl entegre edeceklerinin incelendiği çalışmalar yapılması gerektiği söylenmektedir (Delen ve Uzun, 2018). Yapılacak çalışmalarda B-STEM eğitiminin derslere entegre edilebilmesi için kazanımlarla ilişkilendirilmiş etkinlikler geliştirilmesi alanyazınına katkı sağlayacaktır (Aydın ve Karslı Baydere, 2019). Ayrıca farklı robotik setlerin eğitimde kullanımının incelendiği araştırmaların programlama öğretimine de katkı yapacağı belirtilmektedir (Numanoğlu ve Keser, 2017). Yapılan araştırmalar incelendiğinde, genellikle STEM eğitimi ve programlama ya da robotik etkinlikleriyle ilgili görüşlerin incelendiği çalışmaların yoğunlukta olduğu söylenebilir. Ancak bu uygulamaların gerçekleştirildiği süreci derinlemesine inceleyen ve özellikle öğretmen adaylarının fen ve matematik kazanımlarını ilişkilendirerek robotik etkinliği hazırlama sürecine odaklanan çalışmalara rastlanılmamıştır. Çalışmanın bu bağlamda alanyazına katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının matematik ve feni entegre ederek robotik etkinliği hazırlama sürecinde dikkat ettikleri noktalar, yaşadıkları zorluklar ve süreçle ilgili genel düşüncelerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda aşağıda belirtilen sorulara cevap aranmıştır:

1. Fen bilgisi öğretmen adaylarının matematik ve feni entegre ederek robotik etkinliği hazırlama sürecinde dikkat ettikleri noktalar nelerdir?
2. Fen bilgisi öğretmen adaylarının matematik ve feni entegre ederek robotik etkinliği hazırlama sürecinde zorlandığı noktalar nelerdir?
3. Fen bilgisi öğretmen adaylarının matematik ve feni entegre ederek robotik etkinliği hazırlama sürecini nasıl değerlendirmektedirler?

Yöntem

Nitel araştırmada katılımcıların algı ve tecrübeleri ortaya konulmak istenir ve katılımcılar bilgi kaynağı olarak görülür (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Nitel araştırmada, “Neden?” ve “Nasıl?” sorularına yanıt aranarak araştırılan durum hakkında derin bir anlayışa sahip olmak istenir (Berg ve Lune, 2019). Bu araştırmada, nitel araştırma desenlerinden durum çalışması kullanılmıştır. Eğitim alanında nitel

çalışmalarda yaygın olarak tercih edilen durum çalışmasında, kişi veya olay derinlemesine ve boylamsal olarak incelenir (Seggie ve Bayyurt, 2017). Seggie ve Bayyurt (2017) durum çalışmasının; sorularla, gözlemlerle, sesli veya görsel kayıtlarla ve varsa yazılı kaynaklar kullanılarak detaylı betimlemeler yapmayı ve tematik olarak yorumlar getirmeyi amaçladığını vurgulamıştır. Bu çalışmada fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematiği entegre ederek robotik etkinliği hazırlama sürecine odaklanılmıştır. Çalışmada "Araştırma ve Yayın Etiğine" uyulmuştur. Bu doğrultuda Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Etik Kurulunun 19.08.2020 tarih ve 2020/5 sayılı kararı ile etik izni alınmış ve katılımcılar gönüllü katılımcı formu doldurarak çalışmaya katılmışlardır.

Çalışma Grubu

Araştırma; bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği bölümü son sınıfta öğrenim görmekte olan 3 fen bilgisi öğretmen adayının katılımıyla, 2020-2021 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan 3 öğretmen adayı ölçüt örneklem yöntemine göre belirlenmiştir. Ölçüt örneklem yönteminde amaç araştırmacıların önceden belirlediği ölçütleri karşılayan katılımcılarla çalışmasını sağlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Katılımcıları belirlemede kullanılan ölçütler aşağıda yer almaktadır.

- Öğretmenlik uygulaması dersini almış olmak ya da alıyor olmak.
- Robotik setler ve eğitimde kullanımı ile ilgili eğitim almamış olmak.
- Robotik kodlama eğitimi almamış olmak.
- Araştırmaya katılmaya gönüllü olmak.

Yukarıda verilen ölçütleri karşılayan 3 öğretmen adayı belirlenmiştir. Öğretmen adayları, robotik setlerin eğitimde kullanımı ve robotik kodlama ile ilgili daha önce herhangi bir eğitime ya da etkinliğe katılmadıklarını, STEM etkinliklerine ilgi duyduklarını ve robotik setleri ilgi çekici bulduklarını dile getirmişlerdir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının demografik özellikleri Tablo 1'de paylaşılmıştır.

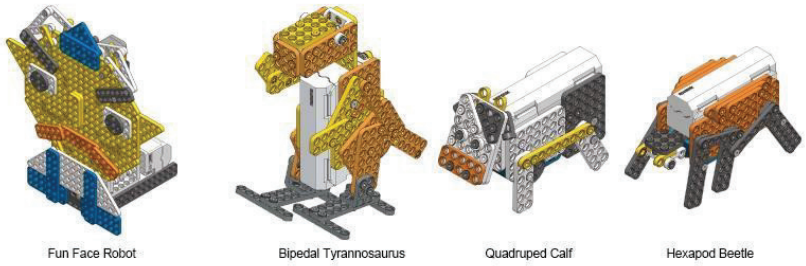
Tablo 1. Öğretmen Adaylarının Demografik Özellikleri

Öğretmen Adayı	***Yaş***	***Cinsiyet***	***Sınıf***	***STEM/Robotik Tecrübesi***
K1	22	Kadın	4	Yok
K2	23	Kadın	4	Yok
K3	23	Erkek	4	Yok

Uygulamada Kullanılan Robot Seti

Araştırmada ROBOTIS firması tarafından 8+ olarak etiketlenen "ROBOTIS Dream II" seti kullanılmıştır. Bu set toplamda 5 ayrı seviyeden oluşmaktadır. Her seviye için gerekli donanım ayrı kutulandırılmıştır. Seviyeler arasında basitten karmaşığa ve kolaydan zora aşamalandırma bulunmaktadır. Bu araştırmada katılımcıların ön bilgileri göz önüne alınarak "ROBOTIS Dream II" setinin; Seviye I, Seviye II ve Seviye III olarak etiketlenen donanım ve kitapları kullanılmıştır.

Sette yer alan kitapların her birinde 12 farklı robot ve bu robotların adım adım montajını gösteren aşamalar yer almaktadır. Buna ek olarak montajı yapılan robotla ilgili kısa bir konu anlatımı ve robotun kullanımını gösteren talimatlar da yer almaktadır. Kitaplarda fen ve matematik konularına ait kazanım ifadeleri yer almamaktadır. ROBOTIS Dream II setinin kitapları takip edilerek yapılabilecek 4 robot örneği Görsel 1'de verilmiştir.

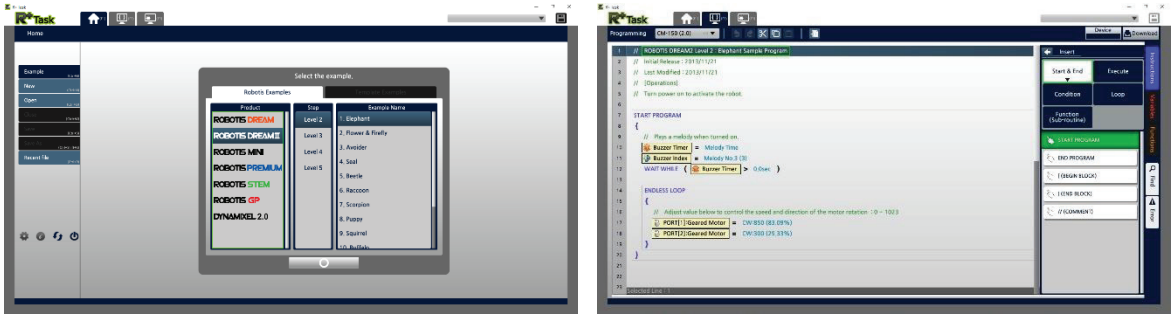


Görsel 1. ROBOTIS Dream II Seti ile Yapılabilecek 4 Robot Örneği

Seviye I'de yer alan robotlar tek bir motor ve sadece mekanik sistemden oluşmaktadır. Seviye II ve Seviye III'te yer alan robotlar; en fazla 4 motor, mekanik sistem, çeşitli algılayıcılar ve 1 denetleyiciden oluşmaktadır. Buna ek olarak Seviye III'te robotun uzaktan kontrol edilmesini sağlayan uzaktan kumanda yer almaktadır. Robotlarda motor, hareket kaynağı olarak kullanılmaktadır. Mekanik sistem, hareketin gerçekleştiği kısımdır. Algılayıcılar, ortamdan gelen verileri toplayıp denetleyiciye aktarır. Denetleyici, kendisine yüklenen komutları çalıştırır ve algılayıcılardan gelen sinyalleri komutlar doğrultusunda işler. Denetleyicide 3 adet kızılötesi algılayıcı, 1 adet ses algılayıcı, 1 adet hoparlör ve çeşitli algılayıcıların bağlanmasına yarayan 1'den 4'e kadar numaralandırılmış 4 adet bağlantı noktası bulunmaktadır. Robotta yer alan motor ve algılayıcılar, denetleyiciye bu bağlantı noktalarından takılır. Bağlantı noktaları sayesinde denetleyiciye yüklenen komutlar ile motor ve algılayıcılar kontrol edilebilir. Örneğin; 1 numaralı bağlantı noktasına takılan motorun saat yönünde %50 güç ile çalışması, 2 numaralı bağlantı noktasına takılan motorun saat yönünün tersine %25 güç ile çalışması sağlanabilir.

Uygulamada Kullanılan Kodlama Ortamı

Araştırmada ROBOTIS firması tarafından geliştirilen robotların kodlanmasını sağlayan blok tabanlı R+Task yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım aracılığıyla araştırmada kullanılan robot setindeki denetleyici üzerinde yer alan algılayıcılar, denetleyiciye bağlantı noktaları aracılığıyla takılan motor ve algılayıcılar kontrol edilebilir. Görsel 2'de R+Task yazılımının başlangıç arayüzü ve hazır program örneği üzerinden kodlamanın yapıldığı arayüz paylaşılmıştır.



Görsel 2. R+Task Yazılımının Arayüzü

Bu yazılım katılımcıların robotların montajını yaptıkları robotik laboratuvarında yer alan bir bilgisayara yüklenmiştir. Süreç boyunca bu bilgisayara katılımcılar erişebilmiş ve yazılımı kullanabilmiştir.

Katılımcılara Verilen Eğitim

Eğitimler, 2020-2021 eğitim-öğretim yılının bahar döneminde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara toplamda 15 saatlik teorik ve uygulamalı eğitim verilmiştir. Eğitim süreci, katılımcılara araştırma kapsamında kullanacakları robot seti tanıtılarak başlamıştır. Daha sonra katılımcılara B-STEM eğitimi ve önemi, programlama eğitimi ve eğitsel robot setleri ve eğitimde kullanımı konusunda teorik eğitim verilmiştir. Daha sonra katılımcılara süreç boyunca kullanacakları robot seti ile ilgili bir sunum yapılmıştır. Sunum; öğrenci düzeyine göre set seçimi, sette yer alan temel donanım, parçalar ve robotların programlanmasını sağlayan blok tabanlı görsel programlama ortamı olan R+Task hakkında bilgileri içermektedir. Eğitimden sonra katılımcılardan Seviye I'de yer alan üç robotun montajını yapmaları istenmiştir. Bu aşamadan sonra programlama eğitimine başlanmıştır. Bu eğitimde; veri türleri, sabit-değişken, algoritma, akış şeması, problem çözmede kullanılan mantık yapıları gibi konulara yer verilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarına fen ve matematik entegrasyonu ile ilgili eğitim verilmiş ve fen bilgisi ve matematik dersi öğretim programları ve ders kitaplarını tarayarak robotik etkinliği için uygun gördükleri kazanımları belirlemeleri istenmiştir. Verilen eğitimde; disiplinlerarası eğitim, fen ve matematik entegrasyonunun tanımı ve önemi, fen ve matematik entegrasyonu modelleri ve fen ve matematik entegrasyonu örnekleri gibi başlıklar yer almaktadır. Eğitim ve uygulama sürecinde katılımcılarla sürekli iletişim içerisinde olunarak anında geri bildirim imkânı sağlanmıştır.

Araştırma Süreci

Araştırma süreci, her hafta 3+2 saat olmak üzere toplamda 16 hafta olarak planlanmıştır. Buna göre süreç robotik etkinliği hazırlık süreci ve robotik etkinliği tasarlama süreci olmak üzere iki temel başlık ile kategorize edilmiştir. Tüm süreç Tablo 2'de haftalık olarak paylaşılmıştır. Robotik etkinliği hazırlık sürecinde katılımcılara, temel robotik ve programlama eğitimi verilmiştir. Robotik etkinliği tasarlama sürecinde ise katılımcılar, ortak belirledikleri fen ve matematik kazanımı doğrultusunda özgün robot tasarlamış ve robotik etkinliği hazırlamıştır. Tablo 2'de bu süreç detaylarıyla verilmektedir.

Tablo 2. Robotik Etkinliği Hazırlık ve Robotik Etkinliği Tasarlama Süreci

Robotik Etkinliği Hazırlık Süreci	
Haftalar	İçerik
1. Hafta	Tanışma ve katılımcıların süreçle ilgili bilgilendirilmesi. (Sunum) Bütünleşik STEM eğitimi ve önemi, programlama eğitimi ve önemi ve eğitsel robot setleri ve eğitimde kullanımı. (Sunum) Araştırma için belirlenen robot seti ve kullanımı. (Sunum + Uygulama)
2. Hafta	Katılımcıların Seviye I'deki üç robotun montajını yapması. (Uygulama)
3. Hafta	Programlama ve robotik eğitimi. (Sunum) R+Task blok tabanlı görsel programlama ortamı eğitimi. (Sunum + Uygulama)
4. Hafta	Katılımcıların Seviye II'deki robotların montajını yapması ve programlaması. (Uygulama)
5. Hafta	Katılımcıların Seviye II'deki robotların montajını yapması ve programlaması. (Uygulama)
6. Hafta	Katılımcıların Seviye II'deki robotların montajını yapması ve programlaması. (Uygulama) Fen ve matematik entegrasyonu eğitimi. (Sunum + Tartışma) Katılımcıların ilk ve ortaöğretim fen bilgisi dersi öğretim programı ve ders kitaplarını taraması. (Uygulama + Tartışma)
7. Hafta	Katılımcıların Seviye III'deki robotların montajını yapması ve programlaması. (Uygulama)
8. Hafta	Katılımcıların Seviye III'deki robotların montajını yapması ve programlaması. (Uygulama)
9. Hafta	Katılımcıların Seviye III'deki robotların montajını yapması ve programlaması. (Uygulama)
10. Hafta	Katılımcıların Seviye III'deki robotların montajını yapması ve programlaması. (Uygulama) Katılımcıların ilk ve ortaöğretim matematik dersi öğretim programı ve ders kitaplarını taraması. (Uygulama + Tartışma)
Robotik Etkinliği Tasarlama Süreci	
Haftalar	İçerik
11. Hafta	Katılımcıların fen ve matematiğin ilişkili olduğu kazanımları belirlemesi ve belirledikleri kazanımlar içerisinden bir tanesini uygulamak üzere seçmesi. (Uygulama)

12. Hafta Seçilen kazanımın nasıl uygulanacağını açıklayan Kazanımlar ve Etkinlik Planı adlı dokümanın hazırlanması. (Uygulama)

13. Hafta Robotun taslak çiziminin yapılması, algoritmasının yazılması, akış şemasının çizilmesi ve kodlanması. (Uygulama)

14. Hafta Robotun montajının yapılması ve test edilerek gerekli düzeltmelerin yapılması. (Uygulama)

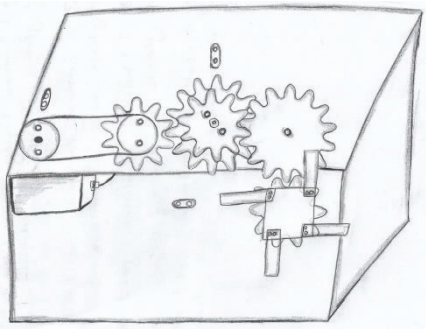
15. Hafta Robotik Etkinlik Dokümanı'nın hazırlanması. (Uygulama)

16. Hafta Uygulama sonrasında görüşmelerin yapılması. (Görüşme)

Robotik etkinliği hazırlık sürecinde katılımcılara eğitimler verilmiş, katılımcıların robot setine hâkim olmaları için uygulama yapma fırsatı sağlanmış ve hazırlayacakları etkinlik için fen ve matematik öğretim programları ve ders kitaplarını taramaları istenmiştir. Bu süreçten üst düzey verim alabilmek için katılımcılar istekleri doğrultusunda inceleyecekleri sınıf düzeylerini belirlemişlerdir. Daha sonra üç katılımcı bir araya gelerek robotik etkinliğine uygun olduğunu düşündükleri kazanımları sunmuştur. Bu noktada katılımcılar tarafından 42 fen ve 14 matematik kazanımı belirlenmiştir. Bu kazanımlar için 26 ayrı robot önerisinde bulunulmuştur. Bunlar içerisinden 4 robot fikri, katılımcılar tarafından birleştirilerek farklı sınıf düzeylerini kapsayan tek bir robota düşürülmüştür. Son durumda robot önerisi sayısı 23 olmuştur.

Robotik etkinliği tasarlama sürecinde ilk olarak katılımcılardan 23 robot arasından 1 tanesini uygulamak ve etkinlik dokümanını hazırlamak üzere seçmeleri istenmiştir. Buna göre katılımcılar 8. sınıf fen bilimleri dersi öğretim programından basit makineler konusunu seçmiştir. Bu konu altında yer alan F.8.5.1.1. numaralı *"Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar."* ve F.8.5.1.2. numaralı *"Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar."* kazanımlarını belirlemişlerdir. Katılımcılar 7. sınıf matematik dersi öğretim programından ise oran ve orantı konusunu seçmiştir. Bu konu altında yer alan M.7.1.4.4. numaralı *"Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder."* ve M.7.1.4.6. numaralı *"Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir."* kazanımlarını belirlemişlerdir. Daha sonra katılımcılardan seçtikleri kazanımların ve tasarladıkları robotla ilgili açıklamaların yer aldığı doküman Ek 1'de verilmiştir.

Katılımcılardan robotun taslak çizimini yapmaları (Görsel 3), algoritmasını yazmaları ve akış şemasını çizmeleri istenmiştir. Katılımcılar tarafından hazırlanan robotun algoritma ve akış şeması Ek 2'de verilmiştir.



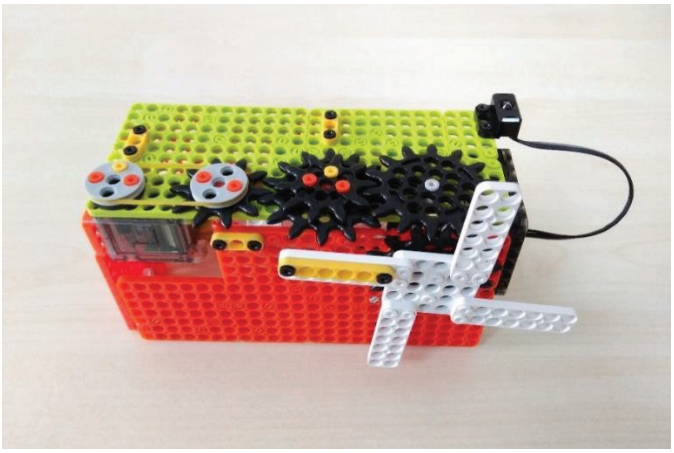
Görsel 3. Robotun Taslak Çizimi

Daha sonra katılımcılar yazdıkları algoritma ve çizdikleri akış şemasını dikkate alarak R+Task programında robotun kodunu hazırlamışlar ve montajını yapmışlardır. Görsel 4'te robotun montajını yaparken alınan bir kesitten fotoğraf verilmiştir.



Görsel 4. Katılımcılar Robotun Montajını Yaparken

Montaj sonrasında robotun görünümü Görsel 5'te paylaşılmıştır. Montajdan sonra katılımcılar oluşturdukları programı robota yükleyip çalıştırmışlardır.



Görsel 5. Araştırma Kapsamında Tasarlanan Robot

Robotu çalışırken gözlemledikten sonra gerekli düzeltmeleri yapmışlardır. Son olarak robotik etkinliği dokümanına son hali verilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak yarı yapılandırılmış görüşme formu ve gözlem notları kullanılmıştır. Öğretmen adaylarının fen ve matematiği entegre ederek bir robotik etkinliği hazırlama sürecinde yaşadıkları durumları ve düşüncelerini anlayabilmek için 10 sorudan oluşan yarı yapılandırılmış görüşme formu araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Araştırma sorularına bir fen bilgisi eğitimi alan uzmanı, bir matematik eğitimi alan uzmanı ve bir bilgisayar ve öğretim teknolojileri eğitimi alan uzmanın görüşüne başvurularak son hali verilmiştir. Katılımcıların robotik etkinliği hazırlama süreci araştırmacılar tarafından gözlemlenmiş ve gözlem notları halinde organize edilmiştir. Gözlemlerde, öğretmen adaylarının grup çalışması yaparak etkinliği hazırlama sürecinde dikkate aldıkları noktaları ve zorlandıkları hususları belirlemek amaçlanmıştır. Uygulama bitince öğretmen adaylarıyla birebir görüşmeler yapılmış ve ses kaydına alınmıştır. Daha sonra 9.31, 15.02 ve 8.54 dakika süren görüşmelerin analizine geçilmiştir.

Verilerin Analizi

Araştırmada toplanan veriler içerik analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. İçerik analizinin önemli görülen iki özelliği sistematik ve tarafsız bilgi sunmayı hedeflemesidir (Koçak ve Arun, 2006). Bu doğrultuda katılımcılar ile yapılan görüşmelerde alınan ses kayıtları araştırmacı tarafından görüşmenin yapıldığı gün ve bir sonraki gün katılımcıların söyledikleri ile birebir uyumlu olarak bilgisayar ortamına metin formatında aktarılmıştır. İçerik analizi yapılırken araştırma soruları doğrultusunda kategoriler belirlenerek görüşme verileri incelenmeye çalışılmıştır. Bu veriler araştırmacılar tarafından önce kodlanmış daha sonra kodlar arasındaki ilişkiler belirlenmiştir. İlişkili kodlar bir araya getirilerek temalar oluşturulmuştur. Ayrıca uygulamanın gözlemlenmesi sonucu elde edilen notlar görüşmelerden elde edilen verileri destekleyecek şekilde içerik analizine dahil edilmiştir. STEM alanlarında çalışmaları bulunan iki uzman tarafından veriler ayrı ayrı analiz edilmiştir. Kodlayıcılar arasındaki tutarlılık hesaplanmış %90 oranında aynı kodların ortaya çıktığı görülmüş ve farklı kodlar tartışılarak kodlayıcılar arasında tutarlılık sağlanmıştır.

Bulgular

Bu bölümde araştırma kapsamında elde edilen bulgular araştırma sorularından hareketle öğretmen adaylarının dikkat ettikleri noktalar, zorlandıkları noktalar ve süreci değerlendirmeleri başlıkları altında sunulmuştur. Araştırma sonucunda elde edilen veriler temalar ve ilgili temaya ait kodlar tablo biçiminde sunulmuştur. Tablonun altında katılımcılarla yapılan görüşmeden alıntılara yer verilerek bulgular açıklanmıştır.

Katılımcıların Süreçte Dikkat Ettikleri Noktalar

Bu başlıkta katılımcıların kazanım belirlerken ve öğrenci açısından dikkat ettikleri noktalar verilmiştir.

Kazanım Belirlerken Dikkat Edilen Noktalar. Öğretmen adaylarının etkinliği hazırlamak için ilk olarak fen ve matematikten ilişkili kazanımları belirlemeye odaklandıkları

gözlenmiştir. Bu durumu uygulama sonrasında yapılan görüşmede de ifade etmişlerdir. Tablo 3 kazanım belirlemede odaklandıkları durumları göstermektedir.

Tablo 3. Robotik Etkinliği İçin Kazanım Belirlerken Dikkat Edilen Noktalar

	Kodlar
K1, K2, K3	Fen ve matematiğin ilişkili olması.
K1	Kazanımın kolay ve robotik etkinliği olarak kullanılabilmesi.
K2	Öğrencilerin anlamakta güçlük çektiği konu ve kazanımlar olması.
K2	Matematik ve fen kazanımlarının sınıf düzeyinde birbiriyle uyumlu olması.

Katılımcıların üçü de kazanım belirlerken fen ve matematiğin ilişkili olmasına dikkat ettiklerini ifade etmiştir. K2 bu durumu *"Fen ve matematiğin bir arada kullanılabileceği konulara öncelik verdik."* şeklinde ifade ederken, K3 *"Fende en çok hangi konuda sayısal işlemler kullanılıyorsa aslında biz onu almaya çalıştık."* şeklinde görüşünü belirtmiştir.

K1 kazanım belirlerken dikkat ettiği noktaları ifade ederken *"Kazanımları belirlerken yapabileceğimiz kazanımları seçtik."* şeklinde kendini ifade etmiştir, K2 *"Staj hocamızla konuştuktan sonra öğrencilerin kasnak sisteminde özellikle de iç içe geçmiş veya yan yana duran sistemlerde zorlandıklarını öğrendik. Bu yüzden bu kazanımı seçtik."* şeklinde görüş belirtmiştir.

Öğrenci Açısından Dikkat Edilen Noktalar. Öğretmen adayları ilişkili kazanımları belirledikten sonra, etkinliğin uygulanması için özellikle öğrenci açısından belli durumlara odaklanmışlardır. Bu gözlem sonuçlarını yine görüşmelerde de ifade etmişlerdir. Tablo 4 öğretmen adaylarının öğrenci açısından nelere odaklandıkları göstermektedir.

Tablo 4. Robotik Etkinliğinde Öğrenci Açısından Dikkat Edilen Noktalar

	Kodlar
K2, K1	Öğrenci düzeyine uygun olması.
K3	Dikkat çekici olması.
K1	Kavram yanılgısına sebep olmaması.

Katılımcıların üçü de robotik etkinliğin dokümanını hazırlarken dokümanın öğrencinin düzeyine uygun olmasına dikkat ettiklerini belirtmiştir. K2 bunun için *"Öğrenci kullanabilir mi? Gözlemleyebilir mi?"* sorularına cevap aradığını ifade etmiştir.

Katılımcıların ikisi robotik etkinliğin dokümanını hazırlarken dokümanın dersin konusu ve kavramlarıyla uyumlu olmasına dikkat ettiklerini belirtmiştir. K1 bunu *"Dokümanı hazırlarken; yaptığımız robotun dersin amacına, konuya, kavramlara ve öğrenci düzeyine uygun olmasına,*

kavram yanılgısı olmasın diye dikkat ettik." şeklinde dile getirmiştir. K3, dokümanın dikkat çekici olması gerektiğini *"Eğitim bilimleri derslerinde öğrencinin dikkatini çekmemiz gerektiği anlatıldı. İlk başta görsel ya da örnek olay vermemiz gerektiği söylendi. Biz hep bunun üstüne yoğunlaştık. Bu nedenle etkinlik dokümanının ilk sayfasında robotun resmini kullandık."* şeklinde ifade etmiştir.

Fen ve Matematiği Entegre Ederek Robotik Etkinliği Hazırlamada Zorlanılan Noktalar

Bu başlıkta katılımcıların kazanım belirlerken ve robotun montajını yaparken zorlandıkları noktalar verilmiştir. Buna göre; katılımcılardan ikisi kazanım seçerken zorlandıkları bir nokta olmadığını ifade etmiştir. Katılımcılardan biri ise kazanımı verebilecek bir robotu tasarlama noktasında zorlandığını dile getirmiştir. Montaj aşamasında ise zihinde oluşan robotu grup arkadaşlarına açıklamada zorlandıklarını ifade etmişlerdir.

Kazanım Belirlerken Zorlanılan Noktalar. Katılımcılar kazanımı belirlerken biraz düşünmüşler fakat çok zorlanmadıkları gözlemlenmiştir. Yapılan görüşmelerde ise sadece K2'nin kazanım belirlerken yaşadığı sıkıntıyı dile getirdiği görülmüştür. Tablo 5'te kazanım belirlemede yaşanan zorluklar verilmiştir.

Tablo 5. Fen ve Matematiğin Entegre Edilmesiyle Oluşturulacak Robotik Etkinliğinde Kazanım Belirlerken Zorlanılan Noktalar

	Kodlar
K1, K3	Zorlandığım bir nokta olmadı.
K2	Kazanımın robot ile uygulanabilirliğini kestirememe.

Katılımcıların ikisi kazanım belirlerken zorlanmadıklarını ifade etmiştir. Örneğin K3 bu durumu *"Kazanıma karar verme sürecinde aslında zorlanmadık."* şeklinde ifade etmiştir. Zorlanmama sebebini de *"Herkes kendi konusunu yazdı. Uygulamaya geçtiğimizde hangisini yapamayacaksak ya da yapabileceksek orada çıkartır ya da koyarız diye düşündük. Yani bir sonraki aşamaya aktarmak oldu çözüm yolumuz aslında."* şeklinde ifade etmiştir.

K2 kazanım belirlerken zorlandığı noktayı *"Kafamda tasarladığım şeyler çok ama bunu robot yapabilir mi diye vazgeçtiğim bir sürü kazanım oldu."* şeklinde ifade etmiştir.

Robotun Montajı Aşamasında Zorlanılan Noktalar. Öğretmen adayları zihinlerinde oluşturdukları robotu grup arkadaşlarına anlatırken güçlük yaşamışlardır (gözlem notları). Ayrıca robotun parçalarını birleştirirken bazı parçaların yerini bulmakta zorlandıkları gözlenmiştir. Tablo 6'da bu süreçte yaşanan zorluklarla ilgili öğretmen adaylarının görüşlerine verilmiştir.

Tablo 6. Katılımcıların Robotun Montajı Aşamasında Zorlandığı Noktalar

	Kodlar
K2, K3	Zihinde oluşan robotu grup arkadaşlarına açıklamada.
K3	Montajda kullanılacak parçaların nereye takılacağını karar vermede.
K1	Zorlandığım bir nokta olmadı.

Katılımcıların ikisi, robotun montajını yapma aşamasında zihinlerinde oluşan robotu grup arkadaşlarına açıklamada zorlandıklarını ifade etmiştir. K2 bu durumu *"Hani soyut olarak kafamda var ama onu somut hale aktaramadığım için çok fazla zorluk çektik."* şeklinde, K3 ise *"Diğer yaşadığımız zorluk ise kendi kafamızda oluşturduğumuz sistemi arkadaşımıza anlatmada zorlandık. Bir de birleştirmek zor oldu bazen."* şeklinde ifade etmiştir.

K1 ise montaj aşamasında zorlanmadığını *"Ben kendi açımdan hiç zorlanmadım. Söküp takma işlemlerinde iyiyim."* şeklinde ifade etmiştir.

Öğretmen adaylarının Süreçle İlgili Görüşleri

Robotun Taslak Çiziminin Yapılması, Algoritmasının Yazılması, Akış Şemasının Çizilmesi ve Kodlama Aşamasının Değerlendirilmesi. Katılımcıların ikisi; taslak çiziminin yapılması, algoritmanın yazılması, akış şemasının çizilmesi ve kodlama aşamasında kendini yeterli gördüklerini dile getirmişlerdir. Örneğin K3 bu durumu *"Algoritmanın zor bir şey olduğunu düşünmüyorum. İyiydim bence. Çizim de zaten gayet iyiydi."* şeklinde açıklamıştır.

K1 ise, kendini *"Ben bu aşamada kendimi çok iyi değerlendirmiyorum. Robotu yapabildim, çizimi de yaparım ama algoritma, akış şeması ve kodlama konusunda iyi değilim."* şeklinde ifade etmiştir. Bunun sebebini *"Robotik kodlamayı tam öğrendim diyemem çünkü İngilizce kelime bilgim yok. Türkçe olsaydı daha iyi olurdu."* şeklinde açıklamıştır.

Robotik Etkinliği İçin Hazılanan Dokümanın Değerlendirilmesi. Katılımcıların ikisi (K1 ve K2) robotik etkinliği dokümanın yeterli olduğunu ve eklemeyi ya da çıkarmayı düşündükleri bir nokta olmadığını belirtmiştir.

K3 ise, hazırladıkları robotik etkinliği dokümanında ekleme yapmak istediği iki unsurun olduğunu *"Bence en büyük eksik dokümanda görsel unsurdu. Sadece iki tane fotoğraf var. Robotun montajı aşaması kısmına görsel unsurlar eklenebilir. Robotun her türlü yani alttan, üstten, sağdan ve soldan bütün görsellerinin yer alması gerekiyordu. Montaj aşamasında öğrenciyi yönlendirebiliriz. Yani mesela öğrenci beyni yerleştirirken kodu yüklemesi gereken kısmı içeride bırakırsa robotu tekrardan sökmek zorunda kalacak. Orada mesela küçük bir uyarı olabilir: Beynin port girişleri dışarı baksın."* şeklinde açıklamıştır.

Robotik Etkinliğinin Öğrencilere Muhtemel Etkisinin Değerlendirilmesi. Öğretmen adayları aldıkları eğitim doğrultusunda matematik ve feni entegre ederek hazırlanan robotik

etkinliğinin öğrncilerin öğrenmelerine yapacağı etkiler hakkında değerlendirmeler yapmışlardır. Bu konudaki görüşleri Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Etkinliğin Öğrencilerin Öğrenmelerine Etkisi ile ilgili Görüşleri

	Kodlar
K1, K2, K3	Yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı.
K1, K2, K3	Öğrenmeyi eğlenceli hale getirme.
K1, K3	Ortaya özgün bir ürün koyma fırsatı.
K2	Kalıcı öğrenme.
K3	Uzamsal düşünme becerisinin geliştirilmesi.
K2	El becerisinin gelişmesi.

Katılımcıların üçü de robotik etkinliğin dokümanının öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı vereceğini ve öğrenmeyi eğlenceli hale getireceğini belirtmiştir. K2 düşüncelerini *"Öğrenci robotu kendisi oluşturacak, kendisi çalıştıracak, kendisi yönlendirecek ve kendisi gözlemleyecek. Yani her şeyi az önce dediğim gibi yaşayarak öğrenme fırsatı kazanacak. Normale oranla daha kalıcı bir öğrenme sağlamış olacak."* şeklinde ifade etmiştir.

K1 düşüncelerini *"Öğrenci bir şeyler düşünecek, yeni bir şeyler ortaya koymaya çalışacak."* şeklinde dile getirmiştir. K3 ise *"Yani biz sadece burada robotun bitmiş halini veriyoruz. Öğrenci bunu kafasına yerleştiriyor. Ve düşünüyor. Aşamalarını düşünüyor. Öğrenci bunu kendi kafasında canlandırarak. Bir ürünü koymaya çalışacak. O üründen bence uzamsal düşünmeyi geliştirecek."* şeklinde öğrencinin uzamsal düşünme becerisinin gelişeceğini düşündüğünü ifade etmiştir.

Robotik Etkinliğinin Dezavantaj Olarak Görülen Noktaları. Öğretmen adayları hazırladıkları etkinliğin bazı dezavantajlara sahip olduğunu belirtmişlerdir. Bu dezavantajlar Tablo 8'de verilmiştir.

Tablo 8. Etkinliğin Dezavantaj Olarak Görülen Noktaları

	Kodlar
K1, K2, K3	Zaman açısından ekonomik olmaması.
K1, K2, K3	Maliyetinin yüksek olması.
K1, K2, K3	Öğretmenlerin teknik anlamda yetersiz olması.

K3	Araç iken amaç haline dönüşmesi.

Katılımcıların üçü de bu tür etkinliklerin en büyük dezavantajını zaman açısından ekonomik olmaması ve maliyetinin yüksek olması olarak belirtmiştir. K1 bu durumu *"Zaman açısından ekonomik değil. Çok zaman alıyor. Hele ki 30 kişilik bir sınıfta yaparsak ve her öğrencinin yaptığını düşünürsek zaman hiç yetmeyecek."* şeklinde ifade etmiştir. K2 ise bu durumu *"Ders için yani bu etkinlik için ayrı bir ders MEB'de verilmezse eğer zaman kaybı yaşanabilir."* şeklinde ifade etmiştir. K3 ise *"İmkân olarak her öğrenciye ulaşabileceğini düşünmüyorum ben. Her öğrenciye uygulayabileceği bir tane set düşemeyecek."* şeklinde düşüncelerini dile getirmiştir.

K3 bu tür etkinliklerin bir diğer dezavantajının ise araç iken amaç haline dönüşmesi olabileceği düşüncesini *"Bu sadece robotik uygulama hani fende bir araç ama öğretmenler tarafından bence araçtan çıkıp amaç haline dönüşebilir. Yani sadece robotu yapmaya odaklanabilirler."* şeklinde açıklamıştır. Ayrıca tüm öğretmen adayları, öğretmenlerin bu tür etkinlikleri hazırlamak için teknik anlamda yeterli olamayacağını düşündüklerini ifade etmişlerdir.

Robotik Etkinliği Hazırlama Sürecinin Genel Değerlendirilmesi. Katılımcılardan üçü de öğretmen olduklarında bu tür etkinlikleri kullanmak istediklerini belirtmiştir. K1 bu düşüncesini *"Bu tür etkinlikleri kullanmak isterim. Çünkü fen konuları soyut, havada kalıyor. Öğrenciye anlatıyoruz ama öğrencinin aklından uçup gidiyor sonra."* şeklinde, K2 *"Eğer ki elime seti temin etme fırsatı geçerse tabii ki öğrencilerimi bundan mahrum edemem. Derslerimi buna ona göre ayarlarım. Onlara bu fırsatı sunarım."* şeklinde ve K3 *"Bu tür etkinlikleri kullanırım. Çünkü ben bu etkinliğe materyal gözüyle bakıyorum. Ben ders anlatımında filan zaten stajda materyal kullanıyorum. Ama bunlar iki boyutlu oluyor öğrenci burada tam olarak anlamıyor. Kendi robotunu yaptığında el becerisi gelişecek sonra kendisi yaptığı için bunu 3 boyutlu görme imkânı olacak. Bir de mühendislikle ilgili bence bu zaten direk. O yüzden kullanırım."* şeklinde açıklamıştır.

Ayrıca öğretmen adayları sürecin kendilerine olumlu katkıları olduğunu belirtmişlerdir. Örneğin bu süreç sayesinde K1 kendisinin robot yapabilecek duruma geldiğini, K2 matematik ve fenle ilgili tüm kazanımları detaylı inceleme fırsatı yakaladığını ve K3 ise disiplinleri nasıl entegre edeceği ile ilgili deneyim kazandığını aşağıdaki ifadelerle açıklamaktadırlar.

K1: "Daha önce elime bir robot verselerdi. Kitaptaki hazır robotları da yapamazdım. Kendim kazanım seçip o kazanım doğrultusunda bir robot da yapamazdım. Şu an bunları yapacak seviyedeyim."

K2: "4 yıllık üniversite eğitiminde hiçbir zaman kazanımları bu kadar ayrıntılı incelememiştim. İlk defa bu kadar bütün sınıfları ayrıntılı inceleme fırsatım oldu. Hani daha öncede geçen dönemde staj yaptık ama sadece hocayı gözlemledik ama hiçbir zaman hangi sınıfta hangi kavrama yer verilir? Hangi kavrama yer verilmez? Hangi cümleyi kullanmamam gerek? Bunlara ilk defa bu kadar dikkat ettim."

K3: "Bir de şey biz sürekli şeyden bahsediyoruz ya disiplinlerarası birleştirme aslında buraya gelene kadar sanırım bunu tam bilmiyorduk diyebilirim. Ama buraya geldiğimizde ilk başta zaten bilgisayarla haşir neşir olduk. Bir kere fen ve bilgisayar birleşmiş oldu. İkincisinde de matematik

kazanımlarını ekledik ya yine matematiği ekledik o da farklı bir disiplin zaten. Yani farklı disiplinleri birleştirmeyi öğrendik aslında."

Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada fen bilgisi öğretmen adaylarının fen ve matematiği entegre ederek robotik etkinliği hazırlama süreçlerinin ve bu süreçle ilgili düşüncelerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarından kazanım belirlerken fen ve matematiğin ilişkili olmasına dikkat ettikleri hem gözlem notlarıyla hem de görüşleriyle belirlenmiştir. Ayrıca iki öğretmen adayı bu aşamada zorlanmadıklarını dile getirmiştir. Bu aşamada zorlandığını dile getiren öğretmen adayı ise fen ve matematiğin entegrasyonu sırasında değil belirlediği kazanımın robot üzerinden verilmesini planlarken zorlandığını ifade etmiştir. Alanyazında bu bulguyu destekleyen çalışmalar mevcuttur. Yıldırım (2017) 12 fen bilgisi öğretmen adayıyla yaptığı çalışmada, öğretmen adaylarının fen ve matematiği ilişkilendirirken zorlanmadıkları, teknoloji ve mühendisliği sürece dahil ederken zorlandıkları bulgusunu elde etmiştir. Delen ve Uzun (2018) matematik öğretmen adaylarının bütünleşik STEM etkinlikleri hazırlarken matematik ve fenin entegrasyonunda zorlanmadıkları, teknoloji ve mühendisliğin entegre edilmesinde zorlandıkları görülmüştür. Aynı çalışmada elde edilen bir diğer bulgu ise öğretmen adaylarının fendeki konuları matematikten en çok oran-orantı konusu ile entegre edebileceklerini dile getirmeleri olmuştur. Araştırma bulgularına göre, fen bilgisi öğretmen adaylarının etkinlik hazırlarken basit makineler ile oran-orantı konusunu ilişkilendirdikleri söylenebilir. Aynı zamanda öğretmen adaylarının fen ve matematik kazanımlarını ilişkilendirmeyi tartışırken, belirledikleri fen kazanımlarına sıklıkla oran-orantı konusunu entegre etme üzerinde durdukları gözlemlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının fen ve matematik arasında ilişki kurarken zorlanmama nedenlerinin bu iki disiplin arasındaki doğal ilişkiden kaynaklandığı söylenebilir. Deringöl ve Gülten'in (2016) 53 fen bilgisi öğretmen adayıyla yaptıkları metafor analizi çalışmasında öğretmen adaylarının fen ve matematiği iç içe gördükleri bulgusu elde edilmiştir.

Araştırmaya katılan öğretmen adaylarından taslak çiziminin yapılması, algoritmanın yazılması, akış şemasının çizilmesi ve kodlama aşamasında kendini yeterli gören adaylar montaj aşamasında kendini yeterli görmemektedir. Montaj aşamasında iyi olduğunu düşünen aday ise taslak çiziminin yapılması, algoritmanın yazılması, akış şemasının çizilmesi ve kodlama aşamasında kendini yeterli görmemektedir.

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının üçü de robotik etkinliğin öğrencilere yaparak yaşayarak öğrenme fırsatı vereceğini ve öğrenmeyi eğlenceli hale getireceğini düşündüklerini belirtmiştir. Öğretmen adaylarının bu ortak görüşü, Koç Şenol ve Büyük (2015) tarafından 7. sınıf öğrencileriyle yapılan robolab uygulamasının sonucunda elde edilen bulgular ile uyumludur. Çömek ve Avcı (2016) 10 fen bilgisi öğretmeniyle yaptıkları çalışmada öğretmenler, robotik uygulamaların öğrencilerin yaratıcılık, çok yönlü düşünme, ürün oluşturabilme, analitik düşünme, bilimsel süreç becerileri, hayal gücü, psikomotor becerileri, bütüncül düşünme, bireysel öğrenme, eleştirel düşünme gibi yeteneklerini geliştirebileceği bir ortam yaratacağını ifade etmişlerdir. Çınar, Pırasa ve Paliç Şadoğlu (2016) 57 eğitim fakültesi son sınıf fen ve matematik öğretmenliği bölümü öğrencisi ile

yaptıkları STEM etkinlikli atölye çalışmasından sonra öğretmen adaylarının STEM eğitimine yönelik görüşlerini almışlardır. Öğretmen adayları; bütünleşik STEM etkinliklerinin eğlenceli olduğunu, öğrencilerin psikomotor ve uzamsal düşünme becerilerini geliştireceğini, derslere karşı olumlu tutum geliştirilmesini sağlayacağını ve yaparak yaşayarak öğrenme ortamı sunduğunu ifade etmiştir. Göksoy ve Yılmaz (2018) 15 ortaokul öğrencisi ve 10 bilgisayar öğretmeni ile yaptıkları çalışmada, öğrencilerin tamamının robotik ve kodlama dersini eğlenceli ve yaratıcılıklarını geliştiren önemli bir ders olarak gördüklerini ifade etmişlerdir.

Araştırmaya öğretmen adaylarının üçü de robotik etkinliklerin dezavantajı olarak zaman açısından ekonomik olmaması ve maliyetinin yüksek olmasını göstermiştir. Buna rağmen öğretmen adayları, robotik etkinlikleri öğretmen olduklarında kullanmak istediklerini ifade etmiştir. Bu durumun nedeninin, öğretmen adaylarının öğrencilerin öğrenme yaşantılarını zenginleştirmeye öncelik vermeleri olduğu söylenebilir. Alanyazında STEM ve robotik etkinliklerin derslerde kullanımı ile ilgili öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerinin alındığı çok sayıda çalışmada da STEM etkinlikleri için katılımcıların zaman ve maliyet konusunda endişelerinin olduğu görülmektedir (Eroğlu ve Bektaş, 2016; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; Karademir, Cesur, Büyükergene, Kaba ve Kesici, 2018; Özcan ve Koştur, 2018; Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg, 2017). Shernoff, Sinha, Bressler ve Ginsburg (2017) 22 öğretmen ve 4 yönetici ile yaptıkları çalışmada katılımcılar, STEM eğitimini planlamasında ve uygulamasında verilen zamanın yetersizliğini, bu konuda eğitime ihtiyaç duyduklarını ve etkinlikler için ayrılan kaynağın yetersizliğini dile getirmiştir. Eroğlu ve Bektaş (2016) 5 fen bilgisi öğretmeniyle yaptıkları çalışmada, öğretmenlerin STEM etkinliklerine yönelik zaman ve maliyete ek olarak, etkinliğin araç iken amaç haline gelmesi ve konuya hâkim olmanın zorluğunu da dile getirmiştir. Çınar, Pırasa ve Paliç Şadoğlu (2016), fen ve matematik öğretmenliği bölümü öğrencileri ile yaptıkları STEM etkinlikli atölye çalışmasından sonra öğretmen adayları; etkinlik planlama, hazırlama ve uygulama süreçlerinde zamanın yetersiz olmasına çözüm olarak, bütünleşik STEM etkinlikleri için ders dışı bir zaman dilimi ayarlayabileceklerini ifade etmişlerdir. Alanyazında STEM etkinlikleri ile ilgili olarak öğretmen ve öğretmen adaylarının görüşlerinin incelendiği çalışmaların büyük bir kısmında katılımcıların bu tarz etkinlikleri derslerinde kullanmak istedikleri bulgusuna ulaşılmıştır (Çınar, Pırasa ve Paliç Şadoğlu, 2016; Hacıoğlu, Yamak ve Kavak, 2016; Yıldırım ve Türk, 2018).

Araştırmaya katılan fen bilgisi öğretmen adaylarının sürecin kendilerine en büyük katkısının ne olduğuna ilişkin görüşleri incelendiğinde robotik etkinliği hazırlama sürecine öğretmen adaylarının farklı açılardan yaklaştıkları görülmektedir. Fen bilgisi dersi kazanımlarına hâkim olma, disiplinlerarası birleştirme yapma ve robot seti kullanımına hâkim olma şeklinde üç öğretmen adayının üç farklı kazanımı vurgulaması bu sürecin öğretmen adayları açısından zengin bir öğrenme ortamı olduğunun bir göstergesi olabilir. Araştırma kapsamında aşağıdaki öneriler verilmiştir.

- Matematik ve fen entegrasyonunun önceden belirlenmiş farklı kazanımlara odaklanılarak kullanılmasıyla farklı robotik etkinliklerinin geliştirilmesi için, fen ve matematik öğretmen ve öğretmen adaylarının birlikte çalışacağı ortamlar ve dersler tasarlanabilir.
- Programlama ve montaj becerisi arasındaki ilişkinin incelenebileceği nicel ve nitel çalışmalar yapılabilir.

- Disiplinlerarası eğitim anlayışından hareketle robotik eğitimi farklı derslerin kazanımları ile birleştirilebilir.
- Tüm öğretmenlerin kullanımına açık olarak robotik ve K12'de yer alan derslerin kazanımlarının eşleştirildiği ortak bir müfredat geliştirilebilir.

Eğitsel robot setleri üreten ve bu setler için robotların montajına ve kullanımına yer verilen kitaplarda ülkenin öğretim müfredatı baz alınarak kazanım temeli bir yaklaşım belirlenebilir.

Yazar Katkıları

Çalışmaya 1. Yazar: %35, 2.Yazar: %35, 3. Yazar: %30 oranında katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

"Robotik ile Matematik ve Fen Entegrasyonu" başlıklı makalemiz ile ilgili herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında da herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Teşekkür

Bu çalışma Gilbo Elektronik tarafından finanse edilmiş ve KSÜ Robotik Laboratuarı'nda yürütülmüştür.

Kaynakça

Akaygun, S., & Aslan Tutak, F. (2016). STEM Images Revealing STEM Conceptions of Pre-Service Chemistry and mathematics teachers. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology, 4*(1), 56-71.

Akgündüz, D., & Akpınar, B. C. (2018). Okul öncesi eğitiminde fen eğitimi temelinde gerçekleştirilen STEM uygulamalarının öğrenci, öğretmen ve veli açısından değerlendirilmesi. *Yaşadıkça Eğitim Dergisi, 32*(1), 1-26.

Akgündüz, D., Aydeniz, M., Çakmakçı, G., Çavaş, B., Çorlu, S. M., Öner, T., & Özdemir, S. (2015). *STEM Eğitimi Türkiye Raporu "Günün Modası mı Yoksa Gereksinim mi?*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1980.0801

Alan, B. (2017). *Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bütünleşik Öğretmenlik Bilgilerinin Desteklenmesi: STEM Uygulamalarına Hazırlama Eğitimi* (Yöktez No. 488901) [Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi].

American Association for the Advancement of Science. (1994). *Benchmarks for Science Literacy*. Washington DC: Oxford University Press.

Atman Uslu, N., Mumcu, F., & Eğin, F. (2018). Görsel Programlama Etkinliklerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi-İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi, 2*(1), 19-31.

Atmatzidou, S., Demetriadis, S., & Nika, P. (2018). How Does the Degree of Guidance Support Students' Metacognitive and Problem Solving Skills in Educational Robotics?. *Journal of Science Education and Technology, 27*(1), 70-85. https://doi.org/10.1007/s10956-017-9709-x

Aydın, E., & Karslı Baydere, F. (2019). Yedinci Sınıf Öğrencilerinin STEM Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri: Karışımların Ayrıştırılması Örneği. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 38*(1), 35-52.

Badley, K. (2009). Resisting curriculum integration: do good fences make good neighbors?. *Issues in Integrative Studies, 27*(8), 113-137.

Berg, B. L., & Lune, H. (2019). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri.* Konya: Eğitim Yayınevi.

Berlin, D. F., & White, A. L. (2001). Science and Mathematics Together: Implementing a Theoretical Model. *Science Educator, 10*(1), 50-57.

Blackley, S., & Howell, J. (2019). The next chapter in the STEM education narrative: Using robotics to support programming and coding. *Australian Journal of Teacher Education, 44*(4), 51-64. http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2018v44n4.4

Bragaw, D., Bragaw, K. A., & Simith, E. (1995). Back to the Future: Toward Curriculum Integration. *Middle School Journal, 27*(2), 39-46. https://doi.org/10.1080/00940771.1995.11496152

Chang, C.-W., Lee, J.-H., Chao, P.-Y., Wang, C.-Y., & Chen, G.-D. (2010). Exploring the possibility of using humanoid robots as instructional tools for teaching a second language in primary school. *Educational Technology & Society, 13*(2), 13-24.

Çınar, S., Pırasa, N., & Paliç Şadoğlu, G. (2016). Views of Science and Mathematics Pre-service Teachers Regarding STEM. *Universal Journal of Educational Research, 4*(6), 1479-1487. https://doi.org/doi:10.13189/ujer.2016.040628

Çömek, A., & Avcı, B. (2016). Fen eğitiminde robotik uygulamaları hakkında öğretmen görüşleri. *Yükseköğrenim Üzerine* (s. 104-115). İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi Yayınları.

Çorlu, S. M., Capraro, R. M., & Capraro, M. M. (2014). Introducing STEM Education: Implications for Educating Our Teachers For the Age of Innovation. *Eğitim ve Bilim, 39*(171), 74-85.

Delen, İ., & Uzun, S. (2018). Matematik Öğretmen Adaylarının FeTeMM Temelli Tasarladıkları Öğrenme Ortamlarının Değerlendirilmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33*(3), 617-630. https://doi.org/doi:10.16986/HUJE.2018037019

Deringöl, Y., & Gülten, D. Ç. (2016). Öğretmen Adaylarının Fen Eğitiminde Matematiğin Kullanılması ile İlgili Görüşleri: Bir Metafor Analizi Çalışması. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi, 5*(1), 43-50.

Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *6th Biennial International Conference on Technology Education Research*, (s. 1-8). Queensland.

English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education, 3*(3), 1-8. https://doi.org/doi:10.1186/s40594-016-0036-1

Eroğlu, S., & Bektaş, O. (2016). STEM Eğitimi Almış Fen Bilimleri Öğretmenlerinin STEM Temelli Ders Etkinlikleri Hakkındaki Görüşleri. *Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi - ENAD, 4*(3), 43-67. https://doi.org/doi:10.14689/issn.2148-2624.1.4c3s3m

Ersoy, H., Madran, R. O., & Gülbahar, Y. (2011). Programlama dilleri öğretimine bir model önerisi: robot programlama. *Akademik Bilişim 11*. Malatya.

Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2018). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. *Computers & Education, 63*, 87-97. https://doi.org/doi:10.1016/j.compedu.2012.11.016

Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The Mathematics and Science Integration Argument: A Stand for Teacher Education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education, 3*(3), 185-189. https://doi.org/doi:10.12973/ejmste/75397

Gencer, A. S., Doğan, H., Bilen, K., & Can, B. (2019). Bütünleşik STEM Eğitimi Modelleri. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 45*(45), 38-55.

Göksoy, S., & Yılmaz, İ. (2018). Bilişim Teknolojileri Öğretmenleri ve Öğrencilerinin Robotik ve Kodlama Dersine İlişkin Görüşleri. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(1), 178-196.

Gülhan, F., & Şahin, F. (2016). Fen-teknoloji-mühendislik-matematik entegrasyonunun (STEM) 5. sınıf öğrencilerinin bu alanlarla ilgili algı ve tutumlarına etkisi. *International Journal of Human Sciences, 13*(1), 602-620. doi:10.14687/ijhs.v13i1.3447

Hacıoğlu, Y., Yamak, H., & Kavak, N. (2016). Mühendislik Tasarım Temelli Fen Eğitimi ile İlgili Öğretmen Görüşleri. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 5*(3), 807-830. https://doi.org/doi:10.14686/buefad.v5i3.5000195411

Jiea, P. Y., Hussin, H., Chuan, T. C., & Ahmad, S. S. (2019). Robotics Competition-based Learning for 21st Century STEM Education. *Journal of Human Capital Development, 12*(1), 66-80.

Karademir, T., Cesur, A., Büyükergene, G., Kaba, Ö. S., & Kesici, Y. (2018). Teknolojik Ritimler: Müzik Eğitiminde Robotik Uygulamaların Kullanımı. *İlköğretim Online, 17*(2), 717-737. https://doi.org/doi:10.17051/ilkonline.2018.419045

Karakuş, M., & Aslan, S. (2016). İlkokulda Disiplinlerarası Öğretime Yönelik Mevcut Durumun İncelenmesi. *İlköğretim Online, 15*(4), 1325-1344.

Kıray, S. A., & Kaptan, F. (2012). The effectiveness of an integrated science and mathematics programme: Science-centered mathematics-assisted integration. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies, 4*(2), 943-956.

Koç Şenol, A., & Büyük, U. (2015). Robotik Destekli Fen ve Teknoloji Laboratuvar Uygulamaları: Robolab. *Electronic Turkish Studies, 10*(3), 213-236. https://doi.org/doi:10.7827/TurkishStudies.7953

Koca, E. (2018). *STEM yaklaşımı ile basınç konusunda bir öğretim modülünün geliştirilmesi ve uygulanabilirliğinin incelenmesi* (Yöktez No. 527261) [Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi].

Koçak, A., & Arun, Ö. (2006). İçerik Analizi Çalışmalarında Örneklem Sorunu. *Selçuk Üniversitesi İletişim Fakültesi Akademik Dergisi, 4*(3), 21-28.

Moore, T. J., Stohlmann, M. S., Wang, H. H., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Roehrig, G. H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. *Engineering in Pre-College Settings: Synthesizing Research, Policy, and Practices* (s. 35-60). Indiana: Purdue University Press. https://doi.org/doi:10.2307/j.ctt6wq7bh.7

Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., & Kersten, J. A. (2015). NGSS and the landscape of engineering in K-12 state science standards. *Journal of Research in Science Teaching, 52*(3), 296-318. https://doi.org/doi:10.1002/tea.21199

Mosley, P., Ardito, G., & Scollins, L. (2016). Robotic Cooperative Learning Promotes Student STEM Interest. *American Journal of Engineering Education, 7*(2), 117-128. https://doi.org/doi:10.1007/s00122-005-1924-9

Numanoğlu, M., & Keser, H. (2017). Programlama Öğretiminde Robot Kullanımı - Mbot Örneği. *Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6*(2), 497-515. https://doi.org/doi:10.14686/buefad.306198

Özbilen, A. G. (2018). STEM Eğitimine Yönelik Öğretmen Görüşleri ve Farkındalıkları. *Bilimsel Eğitim Araştırmaları, 2*(1), 1-21.

Özcan, H., & Koştur, H. İ. (2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretmenlerinin STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri. *Sakarya University Journal of Education, 8*(4), 364-373. https://doi.org/doi:10.19126/suje.466841

Partnership for 21st Century Skills. (2009). *Curriculum and Instruction: A 21st Century Skills Implementation Guide*. Washington DC: Partnership for 21st Century Skills.

Sanders, M. (2012). Integrative STEM education as “best practice”. *Explorations of best practice in technology, design and engineering education : proceedings of the 7th Biennial Technology*

Education Research Conference on technology education. 2, s. 103-117. Queensland: Griffith Institute for Educational Research.

Saygıner, Ş., & Tüzün, H. (2017a). İlköğretim Düzeyinde Programlama Eğitimi: Yurt Dışı Ve Yurt Içi Perspektifinden Bir Bakış. *19. Akademik Bilişim Konferansı*. Aksaray: Aksaray Üniversitesi.

Saygıner, Ş., & Tüzün, H. (2017b). Programlama eğitiminde yaşanan zorluklar ve çözüm önerileri. *11. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu* (s. 73-85). Malatya: İnönü Üniversitesi.

Sayın, Z., & Seferoğlu, S. S. (2016). Yeni Bir 21. Yüzyıl Becerisi Olarak Kodlama Eğitimi ve Kodlamanın Eğitim Politikalarına Etkisi. *18. Akademik Bilişim Konferansı*. Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi.

Seggie, F. N., & Bayyurt, Y. (2017). *Nitel Araştırma Yöntem, Teknik, Analiz ve Yaklaşımları*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Shernoff, D. J., Sinha, S., Bressler, D. M., & Ginsburg, L. (2017). Assessing teacher education and professional development needs for the implementation of integrated approaches to STEM education. *International Journal of STEM Education, 4*(13), 1-16. https://doi.org/doi:10.1186/s40594-017-0068-1

Sırakaya, M. (2018). Kodlama Eğitimine Yönelik Öğrenci Görüşleri. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi Ondokuz, 37*(2), 79-90.

Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). *The Interdisciplinary Curriculum: A Literary Review and a Manual for Administrators and Teachers*. Washington DC: ERIC Clearinghouse.

Stohlmann, M., Moore, T. J., & Roehrig, G. H. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER), 2*(1), 28-34. https://doi.org/doi:10.5703/1288284314653

Taylor, R. Y. (2019). Book Review: Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience. *Journal of STEM Education: Innovations and Research, 19*(5), 65-66. https://doi.org/doi:10.21061/jte.v30i2.a.7

Tekerek, B., & Karakaya, F. (2018). STEM education awareness of pre-service science teachers. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET), 5*(2), 348-359.

Wong, A. S., Jeffery, R., Turner, P., Sleap, S., & Chalup, S. K. (2018). RoboCup Junior in the Hunter Region: Driving the Future of Robotic STEM Education. 362–373. https://doi.org/doi:10.1007/978-3-030-27544-0_30

Yaman, H., Bahar, M., Durmuş, S., Yılmaz, M., Özyurt, Y., & Somuncu Demir, N. (2018). Fen ve Matematik Öğretmen Adaylarının Fen ve Matematik Entegrasyonuna Yönelik Algılarının ve

Uygulama Yeterliklerinin Belirlenmesi. *Turkish Studies, 13*(4), 1305-1340. https://doi.org/doi:10.7827/TurkishStudies.12730

Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (11 b.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Yıldırım, B., & Altun, Y. (2015). STEM eğitim ve mühendislik uygulamalarının fen bilgisi laboratuar dersindeki etkilerinin incelenmesi. *El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, 2*(2), 28-40.

Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM Uygulamaları ve Tam Öğrenmenin Etkileri Üzerine Deneysel Bir Çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama, 13*(2), 183-210. https://doi.org/doi:10.17244/eku.310143

Yıldırım, B., & Türk, C. (2018). Sınıf Öğretmeni Adaylarının STEM Eğitimine Yönelik Görüşleri: Uygulamalı Bir Çalışma. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 8*(2), 195-213. https://doi.org/doi:10.24315/trkefd.310112

Yıldırım, P. (2017). Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik (STEM) Entegrasyonuna İlişkin Nitel Bir Çalışma. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*(35), 31-55.

Yolcu, V., & Demirer, V. (2017). Eğitimde Robotik Kullanımı İle İlgili Yapılan Çalışmalara Sistematik Bir Bakış. *SDU International Journal of Educational Studies, 4*(2), 127-139.

Extended Abstract

Introduction

Integrated STEM education enables the integration of science-technology-engineering and mathematics fields with each other, enabling students to gain 21st-century skills and achieve the aims and objectives of the courses (Akgündüz & Akpınar, 2018; Blackley & Howell, 2019; Yıldırım & Altun, 2015). The use of educational robot sets, such as block-based visual programming environments in programming teaching, can provide the concretization of abstract programming concepts (Ersoy, Madran, & Gülbahar, 2011). When the literature is examined, it has been seen that there is a need for research on integrated STEM education with prospective teachers studying at education faculties (Akgündüz et al., 2015). However, there are a few studies that examine the process in which these applications are carried out in-depth and focuse on pre-service teachers' process of preparing the robotics activity by connecting science and mathematics. The study can contribute to the literature in this context and will shed light on the studies to be done and the curriculum to be prepared by providing detailed information about the process. It was aimed to examine the process of preparing the robotics activity by integrating science and mathematics. For this purpose, answers to the following questions were sought:

1. *What do pre-service science teachers consider while preparing the robotics activity by integrating science and mathematics?*
2. *Which difficulties do pre-service science teachers encounter while preparing the robotics activity by integrating science and mathematics?*
3. *How do pre-service science teachers evaluate the preparation process of the robotics activity by integrating science and mathematics?*

Method

In this study, a case study which is one of the qualitative research designs was used. The study was carried out in the spring semester of the 2020-2021 academic year with the participation of three preservice science teachers, selected by the criterion sampling method, at a state university in Turkey. They did not participate in any training related to use robotics sets in education.

The "ROBOTIS Dream II" set, labeled as 8+ by the company was used. The block-based R+Task software, which enables the coding of robots developed by ROBOTIS company was used. A total of 15 hours theoretical and practical training were given to the participants. The training started by introducing the robot set to be used within the scope of the research to the participants. The participants were given theoretical training on integrated STEM education, programming education, and educational robot sets in education. Then the participants assembled three robots in Level I and programming education started. Topics such as data types, constant-variable, algorithms, flowcharts, and logic structures used in problem-solving are included in this edcuation. In addition, they were given training on the integration of science and mathematics, and asked to scan the science and mathematics curricula and textbooks. During the preparation process for the robotics event, basic robotics and programming training were given to the participants. In the process of designing the robotics activity, the participants designed a unique robot and prepared the robotics activity in line with the science and mathematics objectives which were determined before together. The participants chose the objectives F.8.5.1.1 "Explains the advantages of simple machines through examples." and F.8.5.1.2. "Designs a mechanism that will provide ease of work in daily life by making use of simple machines." from simple machines topic in science and M.7.1.4.4 "Expresses the relationship between two directly proportional multiplicities." and M.7.1.4.6 "Decides whether two multiplicities are inversely proportional by examining real-life situations." from ratio and proportion in mathematics. Then, the participants were asked to prepare a document called "Objectives and Activity Plan" which includes the objectives they have chosen and the explanations about the robot that will be designed. They were asked to sketch the robot, write its algorithm and draw the flowchart. Then, they prepared the robot's code in the R+Task program and assembled it, taking into account the algorithm they wrote and the flowchart they drew. After the assembly, they loaded the program they created on the robot and ran it.

Semi-structured interview forms and observation notes were used as data collection tools. The data collected were analyzed by the content analysis method.

Findings

All three of the participants stated that they paid attention to the relationship between science and mathematics while determining the learning objective, and two of them stated that they did not have any difficulties at this stage. The participant who had difficulties at this stage, stated that she had difficulties not during the integration of science and mathematics, but when planning how to reflect the determined learning objective to the robot.

Two of the participants stated that they considered themselves competent at the stage of drafting, writing the algorithm, drawing the flowchart, and coding, while one stated that he did not find himself sufficient at this stage.

Discussion and Conclusion

All the participants stated that they thought that the robotic activity would give the students the opportunity to learn by doing and make learning fun. This common view of the participants is compatible with the findings obtained as a result of the robolab application conducted with 7th-grade students by Koç-Şenol and Büyük (2015). They stated that robotic activities were not economical in terms of time and their cost is high. However, they

stated that they want to use robotic activities when they become teachers. It can be said that they want to use these activities since they give priority to enriching the learning experiences of students.

When the views of the participants on the contribution of the process they participated were examined, it is seen that they approach to the process from different perspectives. They emphasized three different issues including mastery of science course objectives, making connections among the disciplines, mastery of the use of robot kits. Revealing these different gains show that such activities could give prospective teachers the idea of preparing rich learning environments for students.

Ekler

Ek 1: Kazanımlar ve Etkinlik Planı

Robot Tasarım No: 01 **Robot Adı: Çark Kutusu**

F.8.5.1. Basit Makineler **Konu / Kavramlar:** Sabit makara, hareketli makara, palanga, kaldıraç, eğik düzlem, çıkrık, basit makinelerin kullanım alanları	**F.8.5.1.1.** Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar. *a. Basit makinelerden, sabit makara, hareketli makara, palanga, kaldıraç, eğik düzlem ve çıkrık üzerinde durulur.* *b. Dişli çarklar, vida ve kasnakların da birer basit makine olduğu görsellerle belirtilir, ayrıntıya girilmez.* **F.8.5.1.2.** Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar. *a. Öncelikle tasarımını çizimle ifade etmesi istenir.* *b. Şartlar uygunsa üç boyutlu modele dönüştür.*	**Amaç:** Robotlardan basit makina örnekleri yapılacak. Dişli çarklar içinse bir robot üzerine dişli çark sistemi yapılacak. Bu çarkların boyutları farklı olacak. Öğrenci tur sayısı ve dönme yönünü bu robot sayesinde öğrenecek. **Açıklama:** Dişli çarklar, çevrelerinde dişleri olan tekerleklere benzeyen düzeneklerdir. Çarkların dişleri birbirinin arasına girerek biri döndüğünde diğerini de döndüren düzeneklerdir. Dişli çarklar hareketin yönünü ve hızını değiştirerek hareketi birbirine aktarmada kullanılır. Bu robotta iki tane küçük dişli (10 dişe sahip) iki tane büyük dişli (14 dişe sahip) dişliler kullanılacaktır. Bu dişliler bir kasa biçiminde içinde portların yer aldığı düzenek üzerine bir büyük bir de küçük dişlinin içi içe perçinlenmiş şekilde, diğer iki dişli ise yan yana perçinlenmiş şekilde olacaktır. Böylelikle öğrenciye bir dişlinin dönüş yönü diğer dişlinin yönünü nasıl etkilediğini, büyük dişlinin attığı tur sayısı ile küçük dişlinin attığı tur sayısı arasındaki oranın nasıl olduğunu, dişlilerdeki yarıçap ilişkisini ve dişlilerin dönme hızı gösterilebilecektir. Aynı zamanda bu robot kumanda yardımı ile çalışacaktır. Öğrenci kendisi hangi dişliyi ne kadar çalıştırmak istiyorsa bunu kumanda yardımı ile ayarlayacaktır. Kumanda kullanılmasının en büyük nedeni; öğrencinin her aşamada düşünmesini sağlayarak öğrenciye her aşama ardından anında dönüt sağlamaktır.
M.7.1.4. Oran ve Orantı **Terimler veya kavramlar:** Orantı, doğru orantı, ters orantı. **Semboller:** a:b, $\frac{a}{b}$, a/b , $\frac{a}{b} = \frac{c}{d}$	**M.7.1.4.4.** Doğru orantılı iki çokluk arasındaki ilişkiyi ifade eder. *a. Doğru orantılı çokluklar arasında çarpmaya dayalı bir ilişki olduğu dikkate alınır.* *b. Doğru orantılı çokluklar arasında çarpmaya dayalı bir ilişki olduğu dikkate alınır.* **M.7.1.4.6.** Gerçek hayat durumlarını inceleyerek iki çokluğun ters orantılı olup olmadığına karar verir. *a. Ters orantılı çoklukların çarpımının sabit olduğunu keşfetmeye yönelik çalışmalara yer verilir.* *b. Ters orantı grafiklerine girilmez.*	

Ek 2: Robotun Algoritması ve Akış Şeması

Algoritma

1. Başla
2. Başlangıç müziğini çal. (Müzik no: 3)

Atıf / Citation: TEKEREK, Betül, AYDEMİR, Hamza & TEKEREK, Mehmet. (2023). "Robotik ile Matematik ve Fen Entegrasyonu " ODÜSOBİAD 13(1), 025-052, Doi:10.48146/odusobiad.1203531

3. Kumanda üzerinde yer alan 1 tuşuna basıldığında port-1'e bağlı olan motor saat yönünde (1 yönünde) %34,21 güçle çalıştır.
4. Kumanda üzerinde yer alan 2 tuşuna basıldığında port-1'e bağlı olan motor saat yönünün tersine (2 yönünde) %34,21 güçle çalıştır.
5. Kumanda üzerinde yer alan 3 tuşuna basıldığında port-1' e bağlı olan motor saat yönünde (1 yönünde) %100 güçle çalışır.

Akış Şeması

