



Effects of STEM applications on the scientific process skills and performance of secondary school students¹

STEM uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve performanslarına etkisi

Özge Köngül²
Mehtap Yıldırım³


Abstract


In this study, it was aimed to examine the effect of STEM applications on the scientific process skills and process performance of 6th grade secondary school students. In the study concurrent nested mixed research design was used. The sample of the study consists of 35 6th grade students studying at a public school in the district of Küçükçekmece, Istanbul in the 2018-2019 academic year. Four practices, three STEM lesson plans and one pre-activity plan, developed by the researchers, were implemented for six weeks. Science was taught with the 5E learning model supported by STEM applications. The "Scientific Process Skills Test" was applied to the students as a pre and post test. In order to learn the STEM performance of the students in the learning process, the "Activity Sheet" was applied to the students during the application process. Scientific Process Skills Test was used as a data collection tool in the quantitative part of the

Özet

Bu çalışmada, STEM uygulamalarının ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM performanslarına olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada eşzamanlı iç içe karma araştırma deseni kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2018-2019 eğitim-öğretim yılında İstanbul Küçükçekmece ilçesinde bir devlet okulunda okuyan 35 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen üç STEM ders planı ve bir ön etkinlik planı olmak üzere dört uygulama, altı hafta süreyle uygulanmıştır. Çalışma grubu öğrencilerine STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretimi 5E modeli kapsamında verilmiştir. Etkinlikler sınıf ortamında ve sınıf dışı alanda gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere "Bilimsel Süreç Becerileri Testi" ön ve son test olarak uygulanmıştır. Öğrencilerin öğrenme sürecindeki STEM performanslarını ölçme amacıyla "Etkinlik Kâğıdı"

¹ This article is derived from Özge KONGUL's master thesis entitled " Investigation of the effect of science, technology, engineering and mathematics (STEM) applications on the problem solving skills and scientific process skills of the 6th grade students " which was conducted under the supervision of Mehtap YILDIRIM.

² Ph.D. Student, Marmara University, Faculty of Atatürk Education, Science Education Department, ozgekongul@gmail.com  Orcid ID: [0000-0002-8535-2851](https://orcid.org/0000-0002-8535-2851)

³ Assoc. Prof. Dr., Marmara University, Faculty of Atatürk Education, Science Education Department, mehtap.yildirim@marmara.edu.tr  Orcid ID: [0000-0001-7398-8396](https://orcid.org/0000-0001-7398-8396)



research. In the qualitative part, activity papers were used. While the data obtained in the scientific process skills test were analyzed using a statistics program, the activity papers were analyzed with descriptive analysis. As a result of the study, it was seen that science teaching supported by STEM applications positively affected the scientific process skills and improved the process performance of the students positively.

Keywords: Science education, STEM, scientific process skills, STEM performance, secondary school students.

[\(Extended English summary is at the end of this document\)](#)

uygulama sürecinde öğrencilere uygulanmıştır. Veri toplama aracı olarak araştırmanın nicel kısmında Bilimsel Süreç Becerileri Testi kullanılmış ve veriler bir istatistik programı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmanın nitel kısmında ise uygulama ile ilgili etkinlik kâğıtları kullanılmış ve betimsel analiz ile incelenmiştir. Araştırmanın sonucunda STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinde anlamlı farklılık yarattığı ve STEM performanslarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fen eğitimi, STEM, bilimsel süreç becerileri, STEM performans, ortaokul öğrencileri.

Giriş

Yaşadığımız çağ, bilim ve teknoloji çağıdır. Hızla gelişen bilim ve teknolojiyle birlikte insanoğlunun yaşamının değişmesi de kaçınılmazdır. İnsanların değişen koşullara uyum sağlayabilmesi de son derece önemlidir. Bu uyum sürecini geçirebilmesi için insanların yenilikçi düşünme, araştırma, sorgulama, karar verme, problem çözme becerileri kazanması gerekir (Yamak, Bulut & Dündar, 2014).

Günümüzde ülkeler arası güç dengesini ekonomi, siyasi askeri etmenlerin yanı sıra ülkenin yüz ölçümü, nüfusu, tarımsal bölgenin yoğunluğu gibi etmenler belirler. Ancak yüz ölçümü küçük olan veya nüfusu az olan ülkelerin de dünyadaki güç dengesinde rol oynadığı görülmektedir. 21.yüzyılda ülkelerin gücünü belirleyen en önemli faktör teknolojik gelişmişlik düzeyidir (Ercan, 2014). Bu sebepten dolayı ülkeler bilim ve teknoloji alanında güçlü olabilmek için yarışa girmişlerdir. 21. yüzyılda üretici bir toplum oluşturmak için mühendislik becerilerine sahip bireyler yetiştirebilmek daha da elzem olmaya başlamıştır (Chachashvili-Bolotin, Milner-Bolotin & Lissitsa, 2016). Bu nedenle öğretim programlarına mühendislik becerilerinin kazandırılmasına yönelik kazanımlar okul öncesi dönemden başlayarak ele alınmalı ve çocuklar erken yaşlardan itibaren STEM ile tanıştırılmalıdırlar (Çetin & Demircan, 2020). Fen, teknoloji, matematik ve mühendislik alanlarının etkileşim içinde olduğu STEM (Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik), Mathematics (Matematik)) yaklaşımı, son dönemin en popüler ve ilgi gören yaklaşımı olmaya devam etmektedir.

Fen öğretimi ile günlük hayatta karşılaştıkları problemleri bilimsel yollarla çözebileceklerini kavrayan, iyi gözlem yapabilen, yaptıkları inceleme ve araştırmalardan sonuç çıkarıp yorum yapabilen bireylerin yetiştirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedefler ile 21. yüzyıl becerilerine ve bilimsel süreç becerilerine sahip bireyler yetiştirilmiş olur (Hançer, Şensoy & Yıldırım, 2003). Bilimsel süreç becerileri, fen öğrenmeyi kolaylaştıran, araştırma yol ve yöntemlerini kazandıran, öğrencilerin aktif olmasını sağlayan, kendi öğrenmelerinde sorumluluk duygusunu geliştiren ve öğrenmenin kalıcılığını arttıran temel beceriler olarak söylenebilir (YÖK/Dünya Bankası, 1997).

2018 Fen Bilimleri Öğretim Programı incelendiğinde; öğrencilerin doğayı anlaması insan-çevre ilişkilerini anlaşılması sürecinde ve günlük yaşam sorunlarını çözerken fen bilimlerine ilişkin bilgi ve bilimsel süreç becerilerini kullanması beklenir. Öğretim programında alana özgü beceriler olarak bilimsel süreç becerileri (BSB) ile mühendislik ve tasarım becerileri yer almaktadır. Bu iki alan birbirleriyle ilişkilidir. BSB, bilgiyi elde etme yollarından biridir ve bu süreçte bireyin bilgiyi öğrenmek için gözlem ve araştırma yapması, neden-sonuç ilişkisini kurması, çıkarım yapması gibi becerilerini geliştirmektedir. STEM uygulamaları sürecinde de bu becerilerin sıklıkla kullanılması gerekmektedir.

Çünkü STEM uygulamaları sırasında problemi doğrudan vermek yerine çeşitli senaryo ve kavram karikatürleri yoluyla bireyin merakını uyandıracak şekilde verilmesi bu merakla öğrencinin araştırma yapması ve problemi çözmek için öneriler geliştirip gözlemler yapıp yorumlaması ve ürünler tasarlaması beklenmektedir. Bu sebeple STEM uygulamalarının bireylerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi düşünülmektedir.

Alanyazın incelendiğinde son yıllarda STEM çalışmalarının sayısında artış olduğu görülmüştür; araştırmacıların STEM uygulamalarının akademik başarıya (İzgi, 2020), kalıcılığa (Karadeniz, 2019), STEM tutumuna (Şirin, 2020) ve STEM kariyer alanlarına ilgisine (Daymaz, 2019) yoğunlaştıkları görülmüştür. Bununla beraber araştırmacıların, 21. yüzyıl becerileri, öğrencilerin öz yeterliliklerini ve bilimsel yaratıcılıklarını incelemeye başladığı görülmüştür (Benek, 2019; Değirmenci, 2020; Sarıçam ve Yıldırım, 2021). Bu çalışmada, STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi olup olmadığı ve süreç içerisinde öğrencilerin STEM ile ilgili performanslarının nasıl olduğunun ortaya çıkarılması hedeflenmiştir. STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerisine etkisi okul öncesi öğrencileri (Ünal, 2019), ilkökul öğrencileri (Kavak, 2019), ortaokul öğrencileri (Yılmaz, 2019; İzgi, 2020) ve öğretmenler (Kale, 2019) gibi farklı örneklerde incelenmiştir. Öğrencilerinin STEM performanslarının incelenmesi alanyazında sayı olarak az olmakla birlikte mevcuttur (Şen, 2018; Smith, Hao, Dennen, vd., 2020).

1. Problem Durumu

Bu çalışmada, “STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM ile ilgili performanslarına etkisi nasıldır? sorusu doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere göre araştırma yapılmıştır;

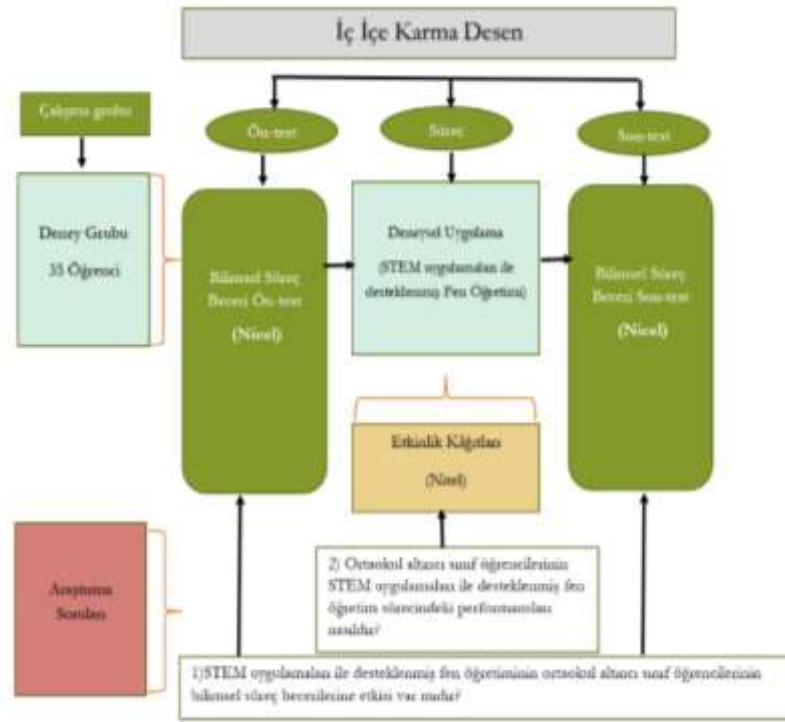
- 1) STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?
- 2) Ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretim sürecindeki performansları nasıldır?

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışmada nitel ve nicel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma yöntem kullanılmıştır. Karma yöntem, genellikle her iki yaklaşımın sınırlılıklarını en aza indirme amacıyla kullanılmaktadır. Araştırmacının nitel ve nicel verilere ulaşabilme imkânı varsa kullanılacak ideal bir yaklaşımdır (Creswell, 2014).

Bu çalışmada STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri üzerindeki etkisini incelemek için eşzamanlı iç içe karma desen (Şekil 1) kullanılmıştır. Bu, nitel ve nicel verilerin aynı anda veya sırayla toplanabildiği bir yöntemdir ve aynı zamanda bir veri türünün başka bir veri türüne gömülmesine de izin verir (Creswell ve Plano Clark, 2014). Bu çalışmada, nitel veriler nicel veriler “NİCEL (+ nitel)” içine yerleştirilmiştir. Araştırmanın nicel aşamasında ön test-son test tek gruplu desen kullanılmıştır. Nitel veriler ise uygulama sırasında etkinlik kâğıtları ile toplanmıştır. Deneysel araştırmalarda en temel amaç; belirlenen ve uygulanan bir durumu, sonucu veya bağımlı değişkeni etkileyip etkilemediğini belirlemektir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasında neden-sonuç ilişkisi kurulmaya çalışılmaktadır. Bunun için bağımlı değişken dışında tüm değişkenler kontrol altında tutulur. Bağımsız değişken bağımlı değişkeni etkilediğinde buna bağımsız değişkenin bağımlı değişkene sebep olduğu söylenebilir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz & Demirel, 2019). Bu çalışmada ön test-son test tek gruplu desen kullanılmıştır. Bu desende yapılan deneysel işlemin etkisi tek grup üzerindeki çalışma ile gözlenmektedir. Deneklerin bağımlı değişkene ilişkin ölçümlerini elde edebilmek için ön test ve son test olarak aynı gruba aynı ölçme araçları kullanılmaktadır ve bu desende seçkisizlik ve eşleştirme yoktur (Büyüköztürk vd., 2019).



Şekil 1. Araştırma Deseni

Tablo 1. Çalışma Desenine Ait Simgesel Model

Grup	Ön test	İşlem	Son test
G	O _{1.1}	X _{R1, R2, R3}	Ö _{1.2}

O₁: Bilimsel Süreç Becerileri Testi

X: STEM Etkinlikleri ile Desteklenmiş Fen Öğretimi

R_{1,2,3}: Etkinlik Kâğıtları

2.2. Çalışma Grubu

Bu çalışma grubunu, 2018-2019 eğitim öğretim yılı bahar döneminde İstanbul ili Küçükçekmece ilçesinde bir ortaokul altıncı sınıfında öğrenim görmekte olan 35 öğrenci oluşturmaktadır. Öğrenciler okuldaki mevcut sınıflardan birinde tek grupla gerçekleştirilmiştir. Bu grup kolay ulaşılabilir örnekleme uygun olarak seçilmiştir çünkü araştırmacılarından biri aynı zamanda bu sınıfın fen bilimleri öğretmenidir. Çalışmalarda kolay ulaşılabilirlik olmak araştırmaya hız ve pratiklik sağlar (Büyüköztürk, 2007).

Uygulama için İstanbul ili Küçükçekmece ilçesindeki bir ortaokulun altıncı sınıfları arasından akademik başarıları ve öğretmen görüşleri göz önüne alınarak ortalama bir sınıf olan 6/E sınıfı kolay ulaşılabilir örnekleme uygun olarak çalışma için seçilmiştir. Mevcudu 38 kişi olan 6/E şubesinden araştırmacının ön testine ve son testine girmeyen 2 öğrenci ve sınıf değişikliği sebebiyle araştırmayı tamamlayamayan 1 öğrenci çalışmadan çıkarılmıştır. Sonuç olarak çalışmaya 18'i kız, 17'si erkek olmak üzere 35 öğrenci katılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada kullanılan veri toplama araçları olarak "Bilimsel Süreç Becerileri Testi" ve "Etkinlik Kâğıtları" kullanılmıştır. Araştırmada çalışma grubuna uygulanan veri toplama araçları Tablo 2'de verilmiştir.

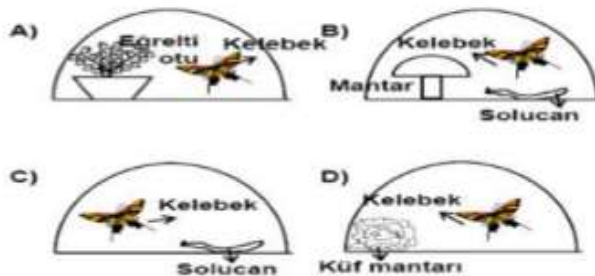
Tablo 2. Çalışma Grubuna Uygulanan Ölçme Araçları

Alt Problemler	Veri Toplama Aracı	Veri Analizi	Veri Toplama Süreci
1) STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine etkisi var mıdır?	BSB Testi	Nicel	Uygulama Başında ve Sonunda
2) Ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretim sürecindeki performansları nasıldır?	Etkinlik Kâğıdı	Nitel	Uygulama Sürecinde

2.3.1. Bilimsel Süreç Becerileri Testi

Araştırmada uygulanan Bilimsel Süreç Becerileri Testi'nin orijinali Burns, Okey ve Wise (1985) tarafından geliştirilmiştir. Bu testin Türkçe'ye çevrilip uyarlanması Özkan, Aşkar ve Geban (1992) tarafından yapılmıştır. Orijinal olan testin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.86'dır. Testin bilişsel düzey olarak sekizinci sınıf öğrencilerine uygun olduğu görülmüştür (Özkan, Aşkar & Geban, 1992, akt. Kara, 2017). Çakar (2008) yaptığı çalışmada bu testi beşinci sınıf öğrencilerine uygulamıştır. Bu yüzden testte bulunan maddeler tekrar düzenlenmiştir. Testin maddeleri beşinci sınıf fen bilimleri programına ve öğrencilerin bilişsel düzeylerine göre düzenlenmiştir. Beşinci sınıf fen bilimleri programında yer alan 24 adet bilimsel süreç becerileri kazanımlarını kapsamaya sağlayacak şekilde oluşturulmuştur. Bilimsel süreç becerileri testi geçerliliğinin sağlanması için bir uzmandan görüşü alınmış ve beş adet fen bilimleri öğretmenin de görüşüne başvurulmuştur. Sorular 4 seçenekli olarak düzenlenmiştir. Testte yer alan maddelerin ayırt edicilik gücü indeksleri 0.31 ile 0.73 arasındadır. Madde güçlük indeksleri ise 0.36 ile 0.79 arasındadır (Çakar, 2008). Bu çalışmada da Çakar (2008)'in düzenlediği hali BSB testi olarak kullanılmıştır.

8. Işıklı ortamda, içerisinde hava bulunan aşağıdaki özdeş cam fanusların hangisinde kelebek daha uzun süre yaşar?



9. Murat Bey'in evinde birçok elektrikli alet vardır. Fazla gelen elektrik faturaları dikkatini çeker. Kullanılan elektrik miktarını etkileyen faktörleri araştırmaya karar verir. Aşağıdaki değişkenlerden hangisi kullanılan elektrik enerjisi miktarını etkiler?

- A) Elektrik sayacının yeri
- B) TV'nin açık kaldığı süre
- C) Çamaşır makinesini kullanma sıklığı
- D) B ve C

Şekil 2. Bilimsel Süreç Becerileri Testi'ne İlişkin Örnek Sorular

2.3.2.Etkinlik Kâğıdı

Ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretim sürecindeki STEM performansları nasıldır?" sorusuna cevap vermesi amacıyla "Etkinlik Kâğıdı" hazırlanmıştır. Etkinlik kâğıdı, araştırma sürecinde yapılan her bir etkinlik için ayrı hazırlanmıştır. Bir tanesi uygulama öncesi ön etkinlik için olmak üzere toplam dört tane hazırlanmış ve uygulanmıştır. Etkinlik kâğıtlarıyla toplam 15 STEM performansı (Tablo 7) ölçülmüştür. Araştırmacılar tarafından hazırlanan etkinlik kâğıtları, öğrencilerin istenilen STEM performansına ulaşabilmesi amacıyla oluşturulmuştur. Etkinlik kâğıtları uzman görüşüne sunulmuş ve kullanılmıştır.

Beşgüç Araştırmaları:

Aşağıda size verilen senaryoyu okuyunuz. Sizin senaryodaki tasarımı yönlük bir çözüm önerisi geliştirmeniz beklenmektedir. Çözüm önerinizi bilimsel süreç becerilerinize ve mühendislik tasarımı sürecine uygun olarak geliştiriniz.

SENARYO



Gemze, marketten eve dönerken bir ilan görüyor. İlan, Türkiye'nin en büyük denizcilik firmasından bir öğrencilere burs vereceğini yazıyor. Ancak bursun kazanılabilmesi için proje yapmasını istiyor. Gemze hem okuldaki arkadaşlarını arayıp haber veriyor ve hep birlikte dans izliyorlar. Kazanabilmeleri için en fazla yılki tayyas ve hatma ile yitirilen, ucuz ve estetik bir gömü tasarımı yapmaları gerekiyor. Gemze'nin bu bursu ihtiyacı var ve bu yarışmayı kazanmak istiyor. Siz bir gömü tasarlama gibi düşünün Gemze'ye yardımcı olacak önerilerinizi yazınız.

SOR-HAYAL ET

1. Senaryoda belirtilen problemi tanımlayınız.

Problem:

2. Çözüm hakkında fikirlerinizi yazınız.

Çözüm önerisi:

PLANLA

3. Çözüm önerinize göre nasıl bir tasarım gerçekleştirmeniz gerekiyor? Gerekli araştırmaları yapınız. Takım arkadaşlarınızla tartışıp olası çözüm önerilerinizi aşağıdaki kutulara çizin.

1. Olası çözüm önerisi:

2. Olası çözüm önerisi:

4. Takım arkadaşlarınızla kararlaştırdığınız çözüm önerisi için gerekli malzemeleri belirleyip, market için çözüm önerinizi aşağıdaki kutulara çizin.

YARAT

5. Aşağıda verilen malzemelerden tasarımınızı için uygun olabilecek olanları tercih edebilirsiniz.

-Karton -Alüminyum folyo -Plastik tabak -Plastik bardak -Pozitif -Talaç çubuklar

Şekil 3. Etkinlik Kâğıdına İlişkin Örnek Sorular

2.4.Uygulama

Araştırma altıncı sınıf "Kuvvet ve Hareket" ünitesi kapsamında yapılmıştır. Uygulamada çalışma grubu öğrencilerine uygulama öncesinde "Bilimsel Süreç Becerileri Testi" ön test olarak uygulanmıştır. Çalışma grubu öğrencileri gruplara ayrılmıştır. Uygulama beş kişiden oluşan beş grup ve altı kişiden oluşan bir grup olmak üzere toplam altı gruba yapılmıştır. Gruplara öğrenci seçimi yapılırken birinci dönem karne notları, öğretmen görüşleri ve gruplardaki cinsiyet dağılımı göz önünde bulundurulmuş ve grupların birbirine denk olması dikkate alınarak uygulamaya geçilmiştir.

Uygulama altı haftalık süreç içerisinde gerçekleşmiştir. İlk hafta ön testlerin uygulanması ile ve sonraki iki hafta ön uygulama ile geçmiştir. Ön uygulamanın ilk haftası grupların oluşumu, sınıf sıra düzeni ile geçmiş sonraki hafta STEM ön uygulaması yapılmıştır. Ön uygulama öğrencilere, STEM çalışmasını nasıl yapılacağını ve etkinlik kâğıtlarının nasıl doldurulacağını göstermek için yapılmış olup verileri kullanılmamıştır. Veri toplamak için ise üç ayrı STEM etkinliği yapılmış ve her biri birer hafta sürmüştür. Ön uygulama ile birlikte toplam dört etkinlik yapılmıştır. Çalışma grubu öğrencilerine STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretimi 5E öğrenme modeli kapsamında verilmiştir. Etkinlikler duruma göre sınıf ortamında veya sınıf dışı alanda gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonunda öğrencilere "Bilimsel Süreç Becerileri Testi" son test olarak uygulanmıştır.

Öğrencilerin uygulama sürecindeki STEM performanslarını öğrenebilmek amacıyla üç "Etkinlik Kâğıdı" uygulama sürecinde öğrencilere uygulanmıştır. Araştırma toplam altı hafta sürmüştür.

2.4.1.Uygulama Takvimi ve Ders Planı

Araştırmacı tarafından konular altı kazanıma göre işlenmiştir. Yapılan uygulama takvimi Tablo 3'te ve uygulama süreci Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 3. Uygulama Takvimi

Zaman	Kazanım ve Testler	STEM Etkinlikleri	Uygulama ve Süre
1.HAFTA	Ön test (BSB) uygulanmış ve uygulama öncesi öğrenciler bilgilendirilmiştir.		4 Ders Saati
2 VE 3. HAFTA	Ön Etkinlik	Güneş Fırını 	8 Ders Saati Öğrencilere Etkinlik Kâğıdı 1 verilmiştir.
4.HAFTA	Kazanım6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir. Kazanım6.3.1.2. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyerek gözlemler.	Uçak Tasarımları Yarışıyor 	4 Ders Saati Öğrencilere Etkinlik Kâğıdı 2 verilmiştir
5.HAFTA	Kazanım6.3.1.3. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek karşılaştırır.	Gemi Batıyor Mu, Yüzüyor Mu? 	4 Ders Saati Öğrencilere Etkinlik Kâğıdı 3 verilmiştir
6.HAFTA	Kazanım.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. Kazanım6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir. Kazanım6.3.2.3. Bileşke Kuvvet ve Sabit Süratli Hareket ile ilgili çalışmalar yapar Son test (BSB) uygulanmıştır.	F1 Yarışı Başlasın! 	4 Ders Saati Öğrencilere Etkinlik Kâğıdı 4 verilmiştir

Tablo 4. Uygulama Süreci

5E MODELİ	STEM ETKİNLİKLERİNİN UYGULANMA SÜRECİ
GİRİŞ	Bu aşamada konuya dikkat çekebilmek amacıyla senaryo dâhilinde hazırlanan karikatür akıllı tahtada öğrencilere gösterilir. Ardından karikatürde verilen soruna çözüm üretilmesi için mühendislik görevi dâhinde problem farkına varılması sağlanarak problemi tanımlamaları istenir. Problemi tanımlayan mühendislik rolündeki öğrencilerin, mühendislik görevleri için verilen birinci yönerge: "Tersanede çalışan yeni gemi mühendisleri sizsiniz. Soruna çözüm getirebilecek sınırlılıklar dâhilinde en iyi çözüm için nasıl bir tasarım yapılmalıdır? Maddeler halinde yazınız."dır. Bu yönerge, öğrencileri probleme yönelik çözüm önerileri geliştirmeleri doğrultusunda yönlendirmelidir.
KEŞFETME	Bu aşamada öğrenciler, üretilen çözüm önerileri grup içinde tartışılarak problemin çözümüne uygun en iyi tasarımın hangisi seçileceğine dair fikir alışverişinde bulunulur. En iyi çözüm önerisi seçilip sistemin tasarımına ilişkin çizim ve hesaplamaların yapılması istenir. Bu mühendislik görevi için ikinci yönerge: "Arkadaşlarınızla çözüm önerilerinizi düşünüp tartışarak en uygun çözüm önerinizi belirleyin. Tasarladığınız gemilerin çalışma prensiplerini açıklayan bir çizim yapın. Çizim sonrası kullanılacak malzemeleri grupça temin ediniz." yöneltilir. Öğrenciler, öncelikle çizdikleri çözüm önerisi için verilen kriterleri göz önüne alarak tasarımlarında ne tür malzemeler kullanabilecekleri, bu malzemelerin alternatiflerini ve hangi amaçla kullanabileceklerini etkinlik kâğıdındaki tabloya yazarlar. Daha sonra kendilerine sunulan malzemelerden verilen kriterler göz önüne alarak seçerler. Üçüncü yönergede ise tasarımın yapımında dikkat edilecek matematiksel hesaplamaların yapılması gerektiği hatırlatılarak farklı disiplinlerin nerede, nasıl ve ne amaçla kullanıldığına farkına varmaları sağlanır. Daha sonra çizimi yapılan sistemin tasarımına geçilmesi için dördüncü yönergede: "Sevgili mühendislerimiz tasarımını yaptığınız sistemi inşa etmeye hazır olun" yöneltilerek öğrencilerin tasarım aşamasına geçmeleri sağlanır. Tasarım test edilirken tasarımın deneme aşamaları kaydedilmesi sağlanır. Denenen tasarıma ait değişkenlerin belirlenmesi sağlanır ve öğrencilerden tasarım sonucunda ne olmasını beklediklerini etkinlik kâğıdına yazmaları istenir. Deney sonrası elde edilen bulgular (tasarımın özellikleri, hız, yol ve zaman) tabloya kaydedilmesi sağlanır ve elde edilen bulgular doğrultusunda her grubun grafik çizmesi istenir. Sonucunda en başarılı takım seçilir.
AÇIKLAMA	Bu aşamada öğrencilere, yere hiç düşmeden giden en fazla yük taşıyan gemi tasarlanabilmesi için gerekli olan "Kuvvet ve Hareket" konusuna dair bilgiler verilir. En başarılı seçilen takımın gemisinin neden diğerlerinden daha fazla yük taşıyabildiği ve batmadan yüzebildiği açıklanır.
DERİNLEŞTİRME	Bu aşamada öğrenciler, kendi tasarımlarıyla diğer takımların tasarımlarını inceleyip tasarımlarının güçlü ve zayıf yönlerini belirlemeleri istenir. Bu saptamalar doğrultusunda yeni bir tasarım inşa etmeleri istenir.
DEĞERLENDİRME	Bu aşamada öğrenciler, STEM etkinlikleri ile desteklenmiş fen öğretimi sonucunda öz değerlendirmelerini yapmaları için Öz Değerlendirme Rubriği uygulanır.

2.5.Verilerin Analizi

Araştırmada bilimsel süreç becerileri testinden elde edilen nicel veriler bir istatistik programı ile analiz edilmiştir. Öncelikle BSB'nin ön test ve son test puanlarının Kolmogorov- Smirnov testi yardımıyla normal dağılımı incelenmiştir. BSB ön test ve son test sonuçlarının normal dağıldığı görülmüştür ($p_{\text{ön}} = .214 > .05$; $p_{\text{son}} = .523 > .05$). Bu nedenle parametrik testlerden ilişkili t testi kullanılmıştır. Normal dağılımın görüldüğü ve örneklemin 30'u geçtiği çalışmalarda parametrik testler kullanılır (Can, 2018).

Araştırmanın nitel boyutu için etkinlik kâğıtlarından veriler elde edilmiştir. Uygulama sürecinde yapılan her bir etkinlik için etkinlik kâğıdı öğrencilere boş form olarak verilmiş ve her etkinliğin sonunda gruplar tarafından doldurulan etkinlik kâğıtları toplanmıştır. Her grup her etkinlik için bir tane etkinlik kâğıdı doldurmuş ve sürecin sonunda her gruptan üç etkinlik kâğıdı toplanmıştır.

Etkinlik kâğıtlarını değerlendirmek için Sürmeli, Yıldırım, Göçük ve Sevgi (2018) tarafından geliştirilen rubrik ve bilimsel süreç becerileri temel alınarak belirlenen STEM performansları

araştırmacılar tarafından hazırlanan üç (çok, orta ve az) dereceli rubriğe göre puanlanmıştır. Grupların performans derecesi iyi ise (3) puan, orta ise (2) puan, iyi değilse (1) puan almışlardır. STEM performans puanlaması yaparken her bölüme uygun belirli anahtar kelimeler belirlenmiş ve grupların cevaplarında bulunmasına göre puanlama yapılmıştır. Grupların her etkinlikte performans değeri toplam puanlar ile belirlenmiştir. Bu puanlamalar dikkate alınarak grafikler oluşturulmuş ve yorumlanmıştır.

Rubrikten alınabilecek en düşük puan 15 olurken en yüksek puan 45'tir. Geliştirilen rubriğin puan grupları Tablo 5'de sunulmuştur

Tablo 5. STEM Performans Rubriği Puan Aralıkları ve Düzeyleri

	Az	Orta	Çok
3'lü puanlama anahtarı	15-24	25-35	35-45

3. Bulgular

3.1. STEM Uygulamaları ile Desteklenmiş Fen Öğretiminin Ortaokul Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerilerinin Gelişimine İlişkin Bulgular

Çalışma grubuna uygulama öncesi yapılan ön test, uygulama sonrası yapılan son test arasındaki fark ilişkili gruplar t- testi ile değerlendirilmiştir.

Tablo 6. Çalışma grubunun bilimsel süreç becerileri testi ön test ve son test puanları arasındaki farkla ilgili ilişkili örneklemeler "t" testi sonuçları

Grup	Testler	N	\bar{x}	S	sd	t	p
Çalışma grubu	Ön test	35	12,8	3,4	34	-7,854	0,00
	Son test	35	16,0	2,8			

Tablo 6'da çalışma grubu öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri Testi ön test ve son testinden elde edilen bulgular incelendiğinde; çalışma grubu öğrencilerinin ön test ortalaması 12,8 iken son testlerinin ortalaması 16,0 olduğu anlaşılmaktadır. Ön test ve son test puanlarının ortalaması arasındaki fark 3,2 olduğu görülmektedir. Anlamlılık seviyesi p değerinin $p < 0,05$ olduğu görülmektedir. Bu bulgulara göre son test ile ön testler arasında son test lehine anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

3.2. Öğrencilerin STEM Uygulamalarını Gerçekleştirme Performanslarına Ait Bulgular

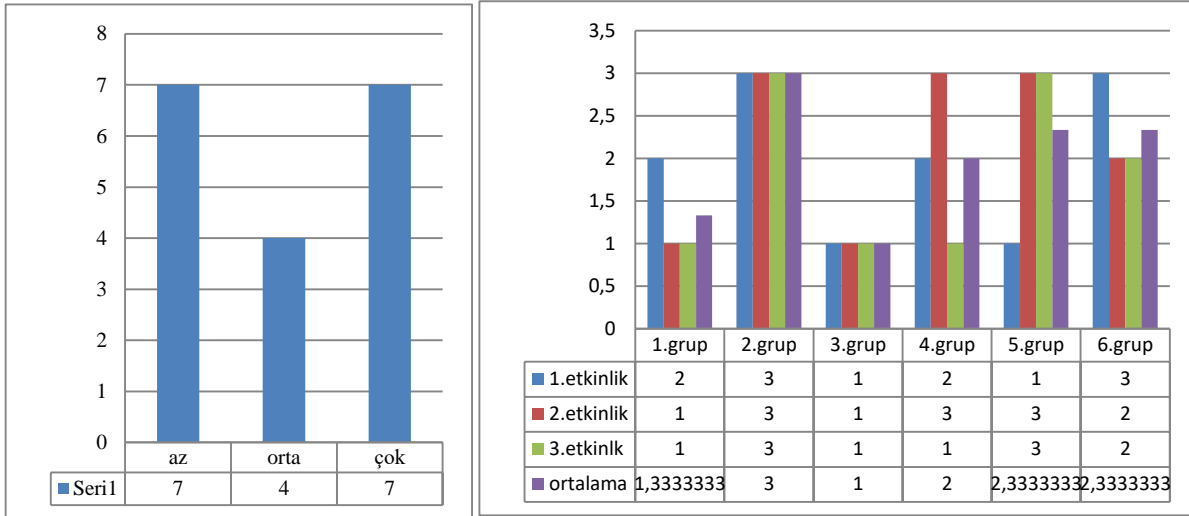
Öğrencilerin STEM uygulamalarını gerçekleştirme performanslarına ilişkin bulgular tüm süreçte yapılan etkinliklere yönelik gruplar tarafından doldurulan etkinlik kâğıtlarından elde edilmiştir. Kazanımlara göre her bir grubun üç etkinlik ile ilgili performanslarına ait bulgular Tablo 7'de verilmiştir. Tablo incelendiğinde 44 puan en yüksek alınan performans puanıdır ve ikinci grup üçüncü etkinlikte bu puanı almıştır. En düşük performans puanı 29 dur ve birinci grubun ikinci etkinlikteki puanıdır. Bir, iki ve beşinci grubun tüm etkinlik performansları açısından üçüncü etkinlik performanslarının en iyi olduğu, üç ve altıncı grubun ikinci etkinlikte en iyi performansı gösterdiği ve dördüncü grubun ise birinci etkinlikte en iyi performansa sahip olduğu görülmektedir. En düşük performanslarına bakıldığında bir, iki, dört ve beşinci gruplar en kötü performanslarını ikinci etkinlikte gerçekleştirmişlerdir. Üç ve altıncı grup birinci etkinlikte ve yine üçüncü grup üçüncü etkinlikte düşük performans puanı almışlardır. Bu tablodan rubriğe göre alınacak en yüksek puan 45, en düşük puan ise 15'dir, tabloda alınan en düşük puanın 29, en yüksek puanın ise 44 olduğu görülmektedir.

Tablo 7. Çalışma Grubu Öğrencilerinin Etkinlik Kâğıtlarındaki Performanslarına Göre Frekans Dağılımı

PERFORMANSLAR	GRUP 1			GRUP 2			GRUP 3			GRUP 4			GRUP 5			GRUP 6		
	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.	1.	2.	3.
1. Öğrenciler problem cümlesini belirler.	2	1	1	3	3	3	1	1	1	2	3	1	1	3	3	3	2	2
2. Öğrenciler probleme yönelik çözüm önerisi belirler.	3	1	3	2	2	3	3	3	1	1	3	3	3	2	3	2	3	3
3. Öğrenciler çözüm önerisine yönelik olası tasarım planları yapar.	3	3	3	3	2	3	3	2	1	3	2	2	3	3	3	2	3	2
4. Öğrenciler tasarım planı yaparken belirlenen kriterleri göz önüne alır.	2	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2	3	3
5. Öğrenciler olası tasarım planlarını detaylı bir şekilde çizer.	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	2	2	2	3	3	1	3	2
6. Öğrenciler tasarım planlarını tartışıp bir tasarım planı seçip onu çizer.	2	2	3	1	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2
7. Öğrenciler tasarımlarında kullanacakları malzemeleri belirli kriterleri (ekonomik olması, işlevi, tercih edilme nedeni ve alternatifi) düşünerek belirler.	1	2	3	1	2	3	2	3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3
8. Öğrenciler tasarımlarını test edip, neleri test ettiklerini belirtirler.	1	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	1	3	3	1	3	1
9. Öğrenciler tasarımlarını test ederken gerekli teknolojik aletleri (kronometre, cetvel, termometre vb.) kullanabilirler.	3	1	3	3	2	3	1	3	3	3	1	3	3	1	3	2	3	3
10. Öğrenciler tasarımlarını deneydeki bağımlı, bağımsız ve kontrollü değişkeni belirleyebilirler.	2	1	2	1	1	3	2	3	2	3	1	3	2	2	1	2	2	3
11. Öğrenciler tasarımı deneme sonucunda ne olmasını beklediklerini ifade ederler.	2	1	2	2	1	3	3	1	2	1	2	2	3	1	3	3	3	3
12. Öğrenciler test sonuçlarını tablolaştırabilirler ve gerekli işlemleri yapabilirler.	3	3	3	2	1	3	1	2	2	2	1	2	2	1	3	2	1	3
13. Öğrenciler elde edilen verilere göre grafik çizebilirler.	2	2	3	2	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	3
14. Öğrenciler elde edilen verilere göre en iyi tasarımı seçebilirler.	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2
15. Öğrenciler kendi tasarımlarının güçlü ve eksik yönlerini belirler.	2	1	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	1	3	3
Toplam	34	29	40	33	30	44	32	37	32	38	35	37	37	35	41	31	40	38

3.2.1. Madde 1. "Öğrenciler problem cümlesini belirler." Performansına İlişkin Bulgular

Birinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 1'de verilmiştir.



Grafik 1. 1. Performansın Frekansları **Grafik 2.** Grupların 1. Performansı Başarabilme Derecesi
Her bir performans bir grup için üç kere (üç etkinlik) ve altı grup olduğundan dolayı on sekiz kez gruplar belirli performans için ölçülmüştür.

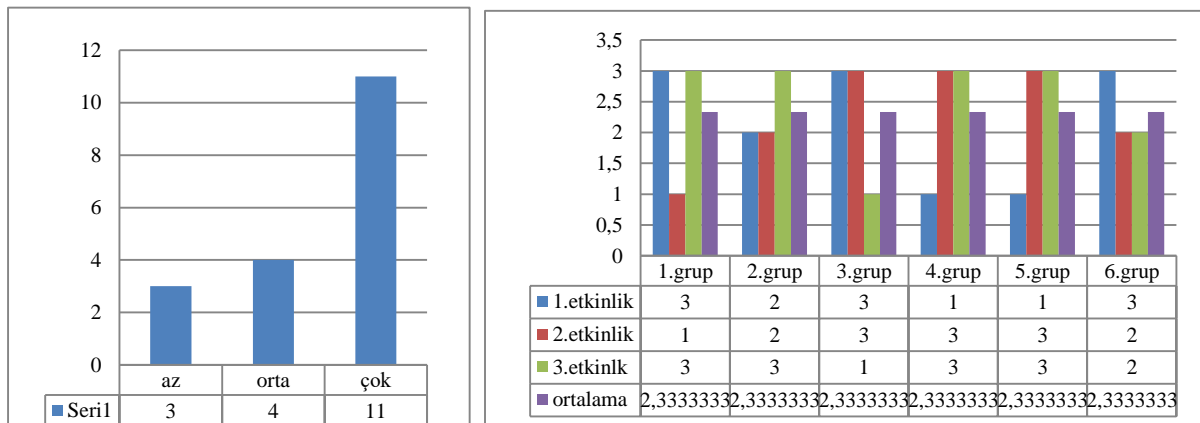
Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) birinci performans frekansına bakıldığında sınıfta yedi grup az derecede, dört grup orta derecede ve yedi grup yüksek derecede problem cümlesini belirleyebildiği görülmüştür.

Altı grubun her üç etkinlik için problem cümlesi belirleyebilme derecesi Grafik 2'de verilmiştir. Az derece için 1 puan, orta derece için 2 puan ve çok derecesi için 3 puan verilmiştir.

Birinci grubun birinci etkinlikte problem cümlesi belirme düzeyi orta dereceyken ikinci ve üçüncü etkinliklerde az düzeyde olmuştur. İkinci grubun üç etkinlikte de problem cümlesi belirleme düzeyi çok derecesindedir. Üçüncü grup üç etkinlikte de problem belirleme derecesi az düzeyde olmuştur. Dördüncü grup birinci etkinlikte orta, ikinci etkinlikte çok ve üçüncü etkinlikte az düzeyde problem cümlesi belirleme derecesindedir. Beşinci grup, birinci etkinlikte az, ikinci ve üçüncü etkinliklerde çok derecede problem cümlesi belirleme düzeyindedir. Altıncı grup, birinci etkinlikte çok, ikinci ve üçüncü etkinliklerde çok derecede problem cümlesi belirleme düzeyine sahiptir.

3.2.2. Madde 2. "Öğrenciler probleme yönelik çözüm önerisi belirler." Performansına İlişkin Bulgular

İkinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 3 ve 4'te verilmiştir.



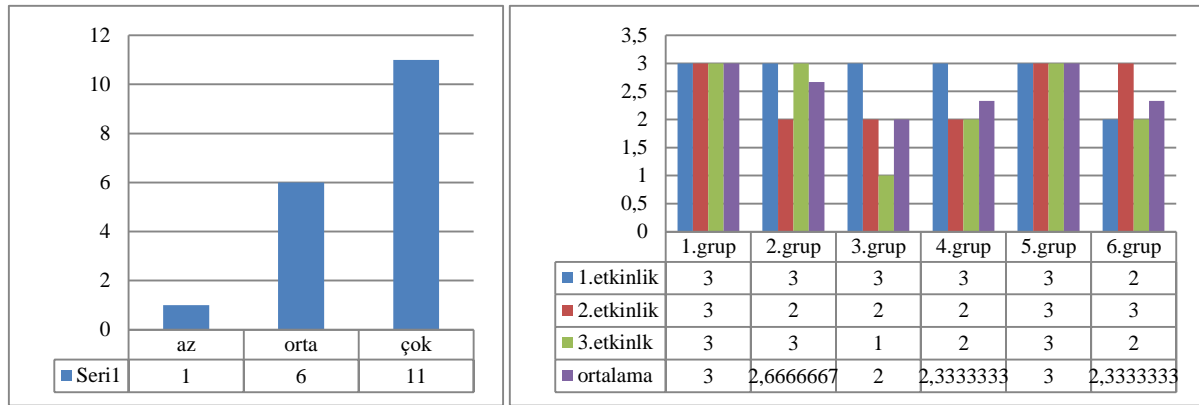
Grafik 3. İkinci Performansın Frekansları **Grafik 4.** Grupların İkinci Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) ikinci performans frekansına bakıldığında sınıftaki üç grubun az derecede, dört grubun orta derecede ve on bir grubun yüksek derecede probleme çözüm önerisi belirleyebildiği görülmüştür.

Birinci grubun birinci etkinlikte probleme çözüm önerisi belirleyebilme derecesi çok, ikinci etkinlikte çok ve üçüncü etkinlikte tekrar çok derecesindedir. İkinci grubun, birinci ve ikinci etkinlikte probleme çözüm önerisi belirleyebilme derecesi ortayken üçüncü etkinlikte çok olmuştur. Üçüncü grubun birinci ve ikinci etkinlikte çok, üçüncü etkinlikte az derecede probleme çözüm önerisi belirleyebilme düzeyinde olmuştur. Dördüncü grubun, birinci etkinlikte probleme çözüm önerisi belirleyebilme derecesi az, ikinci ve üçüncü etkinliklerde çok derecededir. Beşinci grubun, birinci etkinlikte probleme çözüm önerisi belirleyebilme derecesi az, ikinci ve üçüncü etkinliklerde çok derecededir. Altıncı grubun birinci etkinlikte çok derecede, ikinci ve üçüncü etkinlikte orta derecede probleme çözüm önerisi olmuştur.

3.2.3. Madde 3. "Öğrenciler çözüm önerisine yönelik olası tasarım planları yapar." Performansına İlişkin Bulgular

Üçüncü madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 5 ve 6'da verilmiştir.



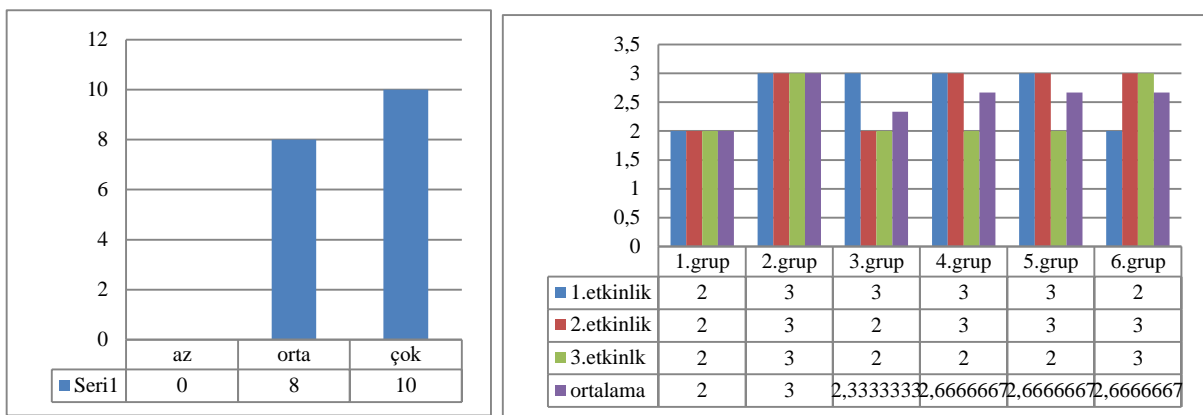
Grafik 5. 3. Performans Frekansları **Grafik 6.** Grupların Üçüncü Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) üçüncü performans frekansına bakıldığında sınıftaki bir grup az derecede, altı grup orta derecede ve on bir grup yüksek derecede probleme yönelik olası tasarım planları yapabildiği görülmüştür.

Birinci grubun tasarım planı yapabilme derecesi üç etkinlikte de yüksek düzeydedir. İkinci grubun, birinci etkinlikte tasarım planı yapabilme düzeyi çok, ikinci etkinlikte orta ve üçüncü etkinlikte çok derecededir. Üçüncü grubun, tasarım planı yapabilme düzeyi birinci etkinlikte çok, ikinci etkinlikte orta ve üçüncü etkinlikte ise az derecededir. Dördüncü grubun, birinci etkinlikte çok, ikinci ve üçüncü etkinlikte orta derecede tasarım planı yapabilmektedir. Beşinci grup, her üç etkinlikte de yüksek derecede tasarım planı yapabilmektedir. Altıncı grup, birinci etkinlikte orta, ikinci etkinlikte çok ve üçüncü etkinlikte orta derecede tasarım planı yapabilmektedir.

3.2.4. Madde 4. "Öğrenciler tasarım planı yaparken belirlenen kriterleri göz önüne alır." Performansına İlişkin Bulgular

Dördüncü madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 7'de verilmiştir.



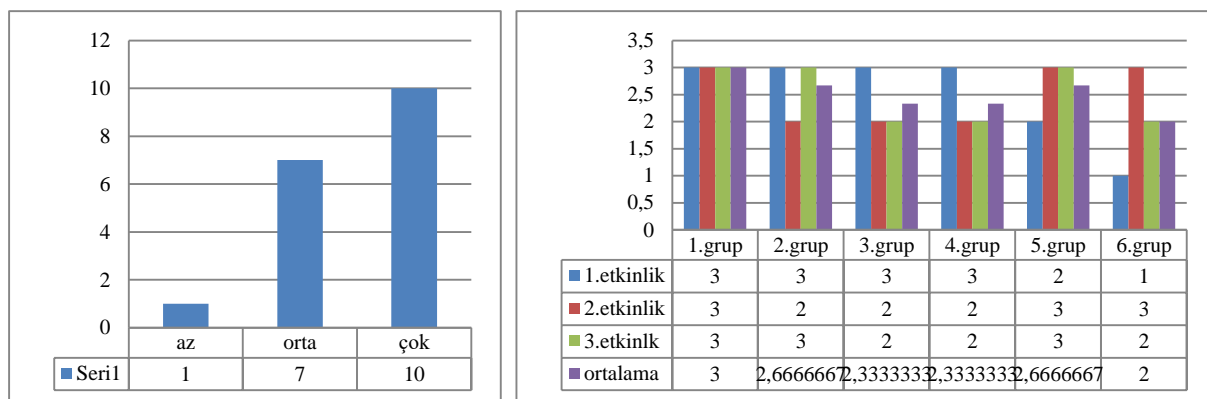
Grafik 7. 4. Performansın Frekansları **Grafik 8.** Grupların 4. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) dördüncü performans frekansına bakıldığında sınıftaki sekiz grup orta derecede ve on grup yüksek derecede tasarım planı yaparken kriterleri göz önüne alabildiği görülmüştür.

Birinci grubun, tasarım yaparken kriterleri göz önüne alma derecesi üç etkinlik için de orta düzeyde olmuştur. İkinci grubun, kriterleri göz önüne alma derecesi üç etkinlik için de yüksek derecede olmuştur. Üçüncü grup, birinci etkinlikte yüksek, ikinci ve üçüncü etkinlikte orta düzeyde tasarım yaparken kriterleri göz önüne almıştır. Dördüncü grup, birinci ve ikinci etkinlikte yüksek, üçüncü etkinlikte orta derecede kriterleri göz önüne almıştır. Beşinci grup, bir ve ikinci etkinlikte yüksek derecede kriterleri göz önüne almış ancak üçüncü etkinlikte orta derecededir. Altıncı grup, birinci etkinlikte orta düzeyde, ikinci ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede tasarım yaparken kriterleri göz önüne almıştır.

3.2.5. Madde 5. "Öğrenciler olası tasarım planlarını detaylı bir şekilde çizer." Performansına İlişkin Bulgular

Beşinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 9 ve 10'da verilmiştir. Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) beşinci performans frekansına bakıldığında sınıftaki bir grup az derecede, yedi grup orta derecede ve on grup yüksek derecede probleme yönelik tasarım planlarını detaylı çizibildikleri görülmüştür.

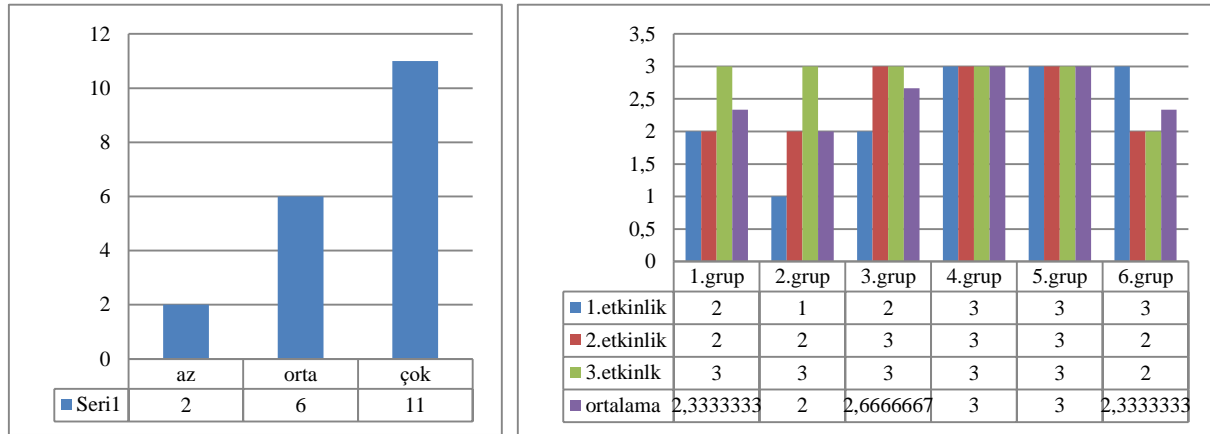


Grafik 9. 5. Performansın Frekansları **Grafik 10.** Grupların 5. Performansı Başarabilme Derecesi

Birinci grup, tasarımlarını detaylı çizmede üç etkinlikte de yüksek derecededir. İkinci grup, birinci etkinlikte yüksek, ikinci etkinlikte orta ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede tasarım planlarını detaylı çizebilmiştir. Üçüncü grup, birinci etkinlikte yüksek, ikinci ve üçüncü etkinlikte orta derecede tasarım planlarını çizebilmiştir. Dördüncü grup, birinci etkinlikte yüksek, ikinci ve üçüncü etkinlikte orta derecede tasarım planlarını çizebilmiştir. Beşinci grup, tasarım planlarını çizilememekte birinci etkinlikte orta, ikinci ve üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. Altıncı grup, birinci etkinlikte az, ikinci etkinlikte yüksek ve üçüncü etkinlikte orta düzeyde tasarımlarını detaylı çizebilmiştir.

3.2.6. Madde 6. "Öğrenciler tasarım planlarını tartışıp bir tasarım planı seçip onu çizer." Performansına İlişkin Bulgular

Altıncı madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 11 ve 12'de verilmiştir. Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) altıncı performans frekansına bakıldığında sınıftaki iki grup az derecede, altı grup orta derecede ve on bir grup yüksek derecede tasarım planı seçip çizildiği



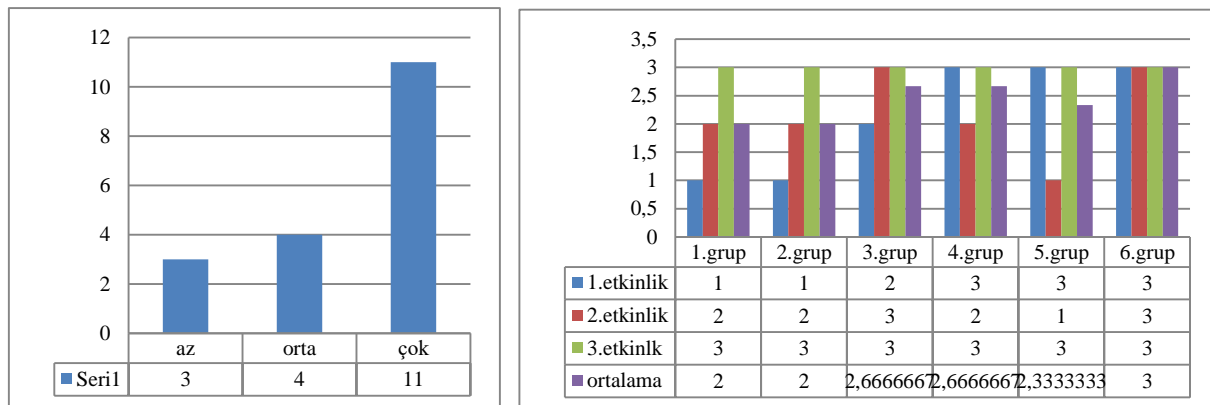
görülmüştür.

Grafik 11. 6. Performansın Frekansları Grafik 12. Grupların 6. Performansı Başarabilme Derecesi

Birinci grup, tasarım planı seçip onu çizmede bir ve ikinci etkinlikte orta derecede, üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. İkinci grup, birinci etkinlikte az, ikinci etkinlikte orta, üçüncü etkinlikte yüksek derecede tasarım planı seçip onu çizmiştir. Üçüncü grup, birinci etkinlikte orta, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede tasarım planı seçip onu çizmiştir. Dördüncü grup ve beşinci grup üç etkinlikte de yüksek derecede tasarım planı seçip, çizebilmiştir. Altıncı grup, birinci etkinlikte çok, ikinci ve üçüncü etkinliklerde orta derecede tasarım planı seçip çizebilmiştir.

3.2.7. Madde 7. "Öğrenciler tasarımlarında kullanacakları malzemeleri belirli kriterleri (ekonomik olması, işlevi, tercih edilme nedeni ve alternatifi) düşünerek belirler." Performansına İlişkin Bulgular

Yedinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 13 ve 14'te verilmiştir



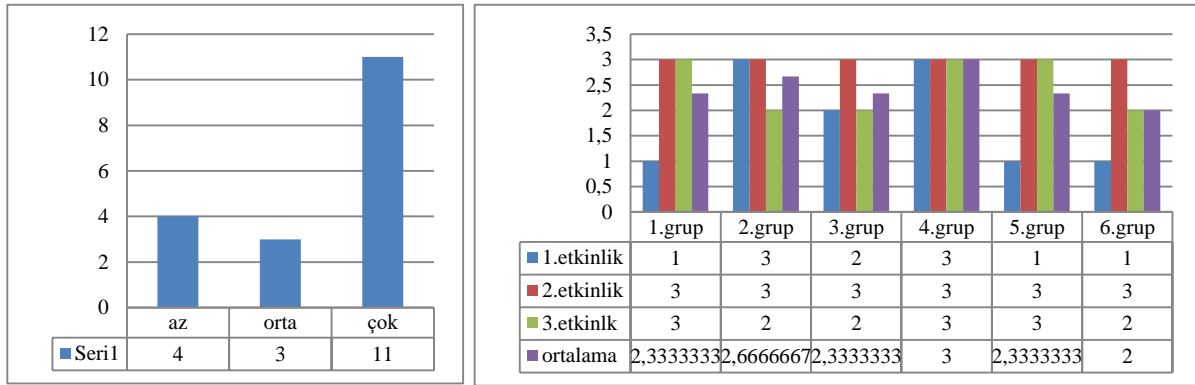
Grafik 13. 7. Performansın Frekansları **Grafik 14.** Grupların 7. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) yedinci performans frekansına bakıldığında sınıftaki üç grup az derecede, dört grup orta derecede ve on bir grup yüksek derecede malzemeleri belirlerken kriterleri göz önüne aldığı görülmüştür.

Birinci grup, malzeme seçerken kriterleri göz önüne almada birinci etkinlikte az, ikinci etkinlikte orta ve üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. İkinci grup, birinci etkinlikte az, ikinci etkinlikte orta ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede malzeme seçerken kriterleri göz önüne alır. Üçüncü grup, malzeme seçerken kriterleri göz önüne almada birinci etkinlikte orta, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. Dördüncü grup, bir ve üçüncü etkinlikte yüksek, ikinci etkinlikte orta derecede malzeme seçerken kriterleri göz önüne alır. Beşinci grup, malzeme seçerken kriterleri düşünmede bir ve üçüncü etkinlikte yüksek, ikinci etkinlikte az derecededir. Altıncı grup üç etkinlikte de yüksek derecede malzeme seçerken kriterleri göz önüne alır.

3.2.8. Madde 8. "Öğrenciler tasarımlarını test edip, neleri test ettiklerini belirtirler." Performansına İlişkin Bulgular

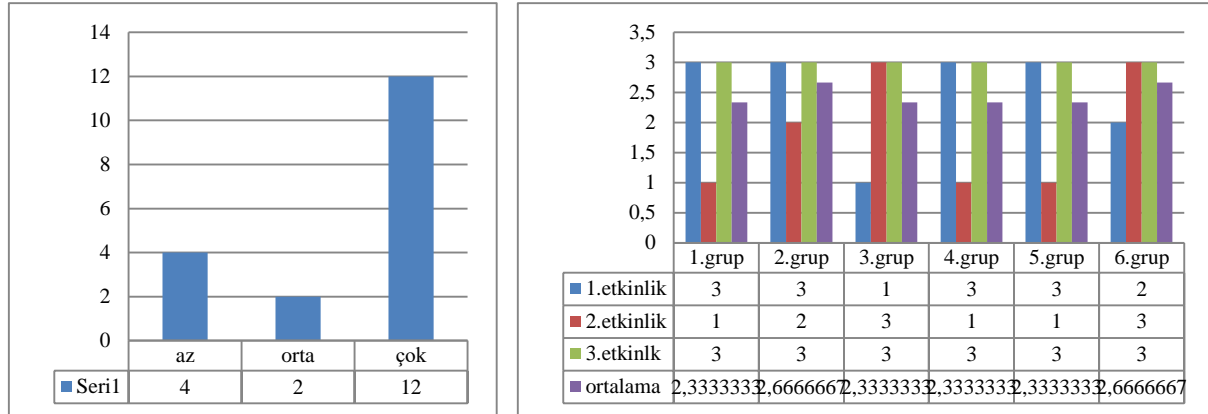
Sekizinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 15 ve 16'da verilmiştir. Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) sekizinci performans frekansına bakıldığında sınıftaki dört grup az derecede, üç grup orta derecede ve on bir grup yüksek derecede tasarımlarını test edip, neleri test edebildiklerini belirleyebildiklerini görülmüştür.

**Grafik 15.** 8. Performansın Frekansları **Grafik 16.** Grupların 8. Performansı Başarabilme Derecesi

Birinci grubun, tasarımı test edip, test edileni belirlemesi birinci etkinlikte az, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. İkinci grup, bir ve ikinci etkinlikte yüksek, üçüncü etkinlikte orta derecede test edilenleri belirlemiştir. Üçüncü grup, bir ve üçüncü etkinlikte orta, ikinci etkinlikte yüksek derecede test edilenleri belirlemiştir. Dördüncü grubun test edileni belirleme derecesi üç etkinlikte de yüksek derecededir. Beşinci grup, birinci etkinlikte az, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede test edilenleri belirler. Altıncı grup test edileni belirlemesi birinci etkinlikte az, ikinci etkinlikte yüksek ve üçüncü etkinlikte orta derecededir.

3.2.9. Madde 9. "Öğrenciler tasarımlarını test ederken gerekli teknolojik aletleri (kronometre, cetvel, termometre vb.) kullanabilirler." Performansına İlişkin Bulgular

Dokuzuncu madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 17 ve 18'de verilmiştir.



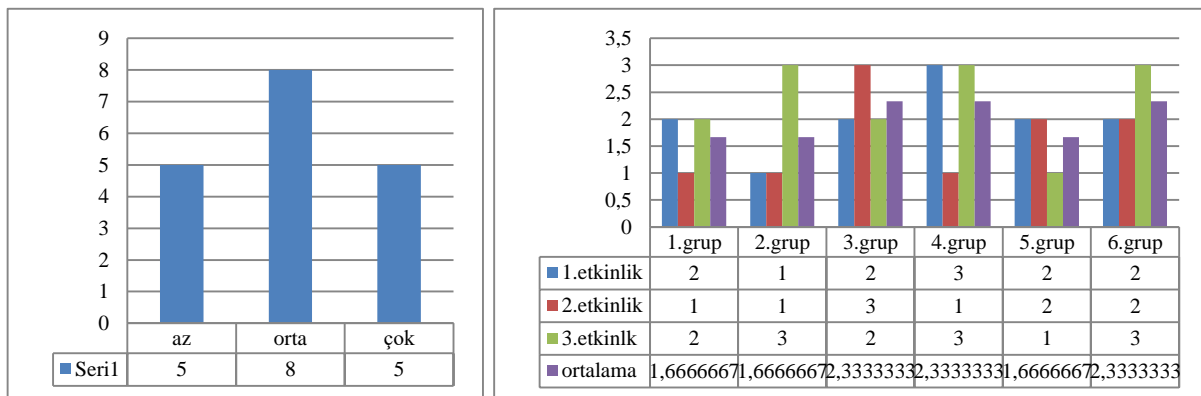
Grafik 17. 9. Performansın Frekansları Grafik 18. Grupların 9. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) dokuzuncu performans frekansına bakıldığında sınıftaki dört grup az derecede, iki grup orta derecede ve on iki grup yüksek derecede tasarımlarını test ederken gerekli teknolojik aletleri kullanabildikleri görülmüştür.

Birinci grup, teknolojik aletleri kullanmada bir ve üçüncü etkinlikte yüksek, ikinci etkinlikte az derecededir. İkinci grup, bir ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede, ikinci etkinlikte orta derecede teknolojik aletleri kullanabilmektedir. Üçüncü grup, birinci etkinlikte az, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede teknolojik aletleri kullanabilmektedir. Dördüncü ve beşinci grup, bir ve üçüncü etkinlikte yüksek, ikinci etkinlikte az derecede teknolojik alet kullanabilmektedir. Altıncı grup, teknolojik alet kullanmada birinci etkinlikte orta, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecededir.

3.2.10. Madde 10." Öğrenciler tasarladıkları deneydeki bağımlı, bağımsız ve kontrollü değişkeni belirleyebilirler." Performansına İlişkin Bulgular

Onuncu madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 19 ve 20'de verilmiştir.



Grafik 19. 10. Performansın Frekansları Grafik 20. 10. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) onuncu performans frekansına bakıldığında sınıftaki beş grup az derecede, sekiz grup orta derecede ve beş grup yüksek derecede değişkenleri belirleyebildiği görülmüştür.

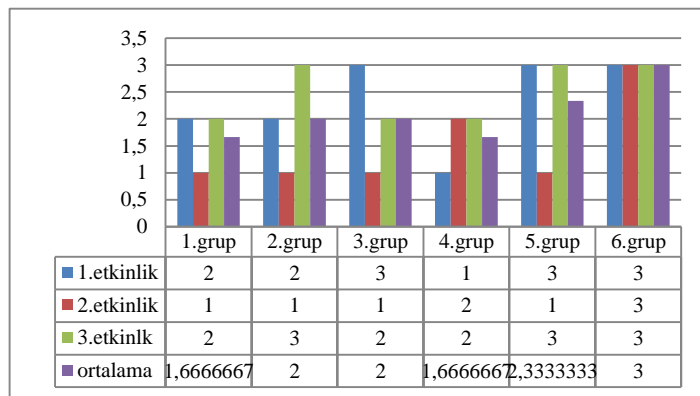
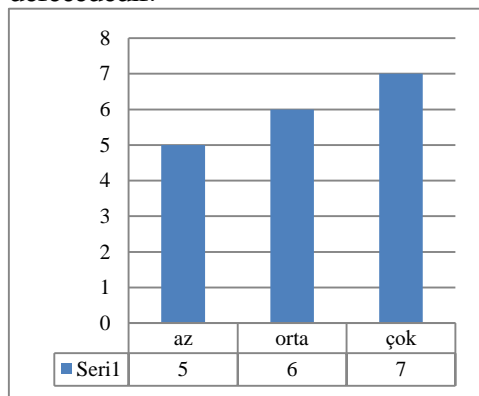
Birinci grup, değişkenleri belirlemede bir ve üçüncü etkinlikte orta, ikinci etkinlikte az derecededir. İkinci grup, bir ve ikinci etkinlikte az derecede, üçüncü etkinlikte yüksek derecede değişkenleri belirlemişlerdir. Üçüncü grup, değişkenleri belirlemede bir ve üçüncü etkinlikte orta

derecede, ikinci etkinlikte yüksek derecededir. Dördüncü grup, bir ve üçüncü etkinlikte değişkenleri yüksek derecede belirlemişler, ikinci etkinlikte az derecede belirlemişlerdir. Beşinci grup, bir ve ikinci etkinlikte orta, üçüncü etkinlikte az derecede değişkenleri belirlemişlerdir. Altıncı grup, bir ve ikinci etkinlikte orta derecede değişkenleri belirlemekte, üçüncü etkinlikte yüksek derecede belirlemişlerdir.

3.2.11. Madde 11. "Öğrenciler tasarımı deneme sonucunda ne olmasını beklediklerini ifade ederler." Performansına İlişkin Bulgular

On birinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 21 ve 22'de verilmiştir. Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) on birinci performans frekansına bakıldığında sınıftaki beş grup az derecede, altı grup orta derecede ve yedi grup yüksek derecede tasarımı deneme sonucunda beklentilerini ifade edebildikleri görülmüştür.

Birinci grup tasarım sonucundaki beklentilerini ifade etmede bir ve üçüncü etkinlikte orta, ikinci etkinlikte az derecededir. İkinci grup birinci etkinlikte orta, ikinci etkinlikte az, üçüncü etkinlikte yüksek derecede tasarım sonucundaki beklentilerini ifade etmektedir. Üçüncü grup birinci etkinlikte tasarım sonucundaki beklentileri ifade etmede yüksek, ikinci etkinlikte az ve üçüncü etkinlikte orta derecededir.

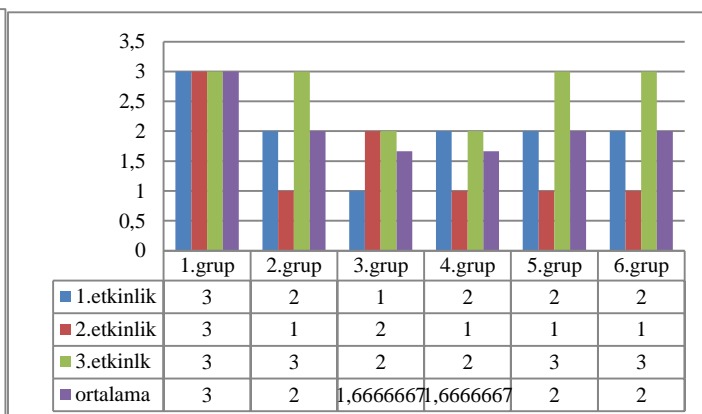
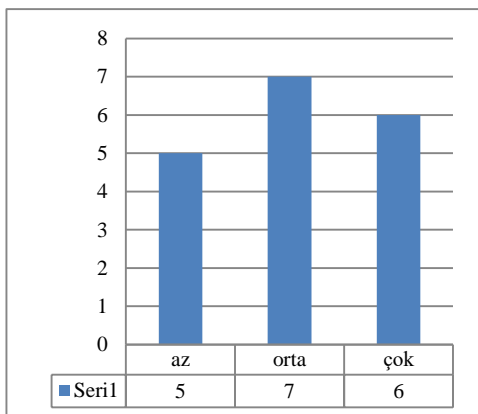


Grafik 21. 11. Performansın Frekansları **Grafik 22.** 11. Performansı Başarabilme Derecesi

Dördüncü grup birinci etkinlikte az, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede tasarım sonucunda beklentilerini ifade etmektedir. Beşinci grup, bir ve üçüncü etkinlikte yüksek, ikinci etkinlikte az derecede tasarım sonucundaki beklentilerini ifade eder. Altıncı grup, üç etkinlikte de yüksek derecede tasarım sonucundaki beklentilerini ifade eder.

3.2.12. Madde 12. "Öğrenciler test sonuçlarını tablolaştırabilirler ve gerekli işlemleri yapabilirler." Performansına İlişkin Bulgular

On ikinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 23 ve 24'te verilmiştir.



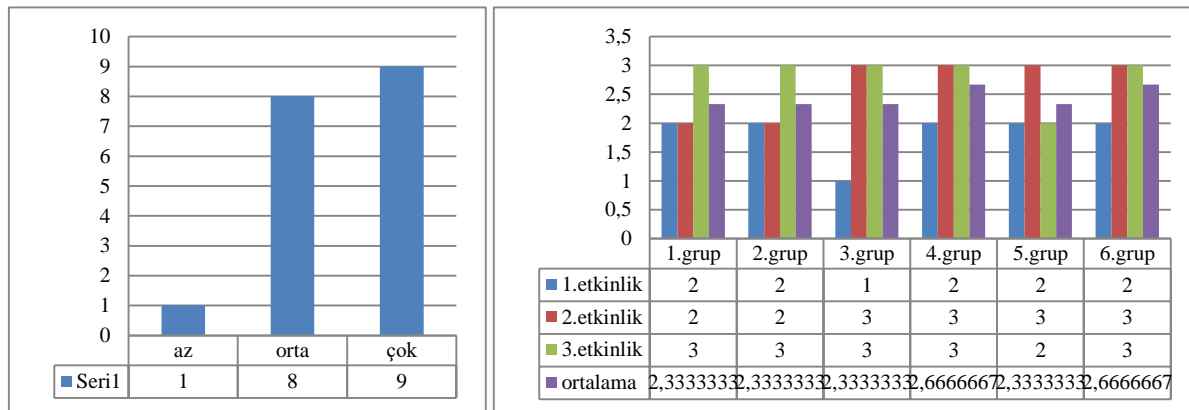
Grafik 23. 12. Performansın Frekansları **Grafik 24.** 12. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) on ikinci performans frekansına bakıldığında sınıftaki beş grup az derecede, yedi grup orta derecede ve altı grup yüksek derecede sonuçları tablolaştırabilip, gerekli işlemleri yapabildikleri görülmüştür.

Birinci grup test sonuçlarını tablolaştırıp, işlem yapabilmeye üç etkinlik de yüksek derecededir. İkinci grup birinci etkinlikte orta, ikinci etkinlikte az ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede sonuçları tablolaştırıp, işlem yapabilmektedir. Üçüncü grup birinci etkinlikte az, iki ve üçüncü etkinlikte orta derecede tablolaştırma ve işlem yapabilmektedir. Dördüncü grup tablolaştırma ve işlem yapmada bir ve üçüncü etkinlikte orta, ikinci etkinlikte az derecededir. Beşinci grup ve Altıncı grup birinci etkinlikte orta, ikinci etkinlikte az ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede tablolaştırma ve işlem yapabilmektedir.

3.2.13. Madde 13. "Öğrenciler elde edilen verilere göre grafik çizebilirler." Performansına İlişkin Bulgular

On üçüncü madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 25 ve 26'da verilmiştir.



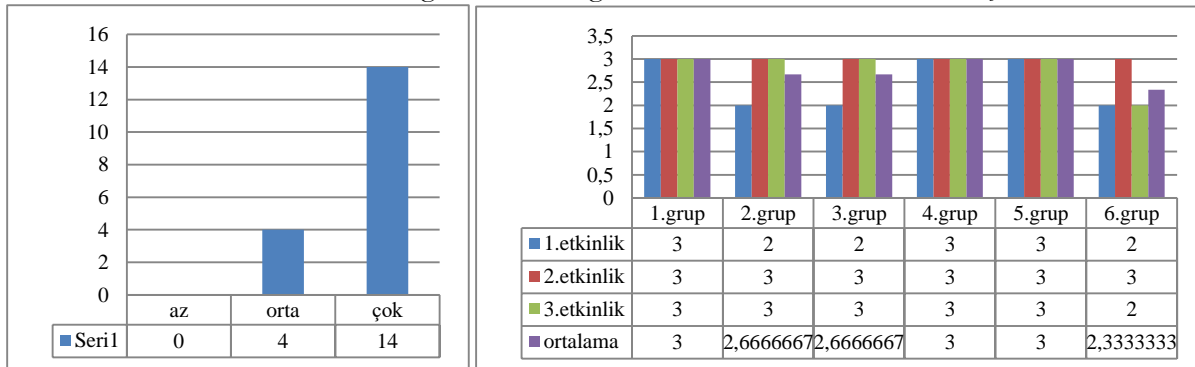
Grafik 25. 13. Performansın Frekansları **Grafik 26.** 13. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) on üçüncü performans frekansına bakıldığında sınıftaki bir grup az derecede, sekiz grup orta derecede ve dokuz grup yüksek derecede grafik çizebildikleri görülmüştür.

Birinci ve ikinci grup, grafik çizilmede bir ve ikinci etkinlikte orta, üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. Üçüncü grup, birinci etkinlikte grafik çizilmede az derecede, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. Dördüncü grup, birinci etkinlikte orta, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecede grafik çizilmektedir. Beşinci grup, bir ve üçüncü etkinlikte orta, ikinci etkinlikte yüksek derecede grafik çizilmektedir. Altıncı grup, grafik çizilmede birinci etkinlikte orta, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek derecededir.

3.2.14. Madde 14. "Öğrenciler elde edilen verilere göre en iyi tasarımı seçebilirler." Performansına İlişkin Bulgular

On dördüncü madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 27 ve 28'de verilmiştir.



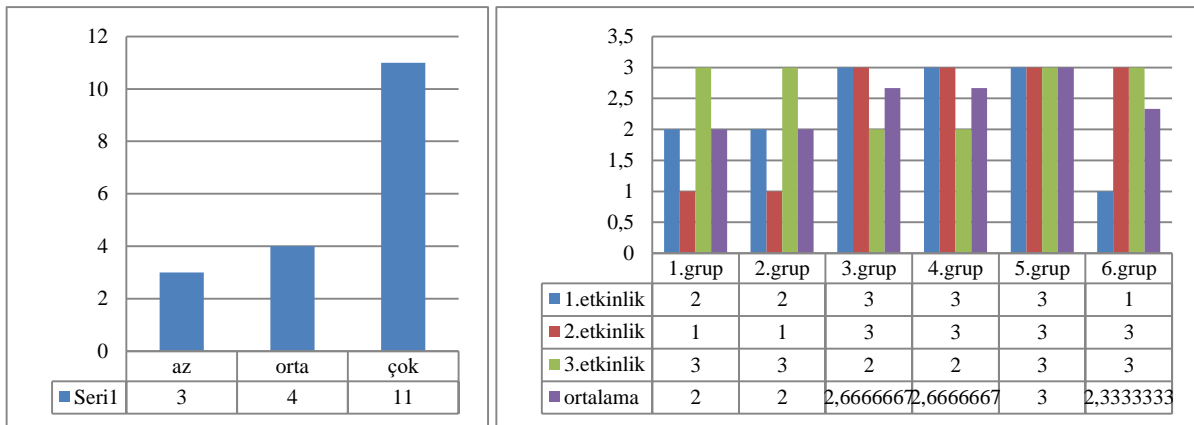
Grafik 27. 14. Performansın Frekansları **Grafik 28.** 14. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) on dördüncü performans frekansına bakıldığında sınıftaki sıfır grup az derecede, dört grup orta derecede ve on dört grup yüksek derecede en iyi tasarımı seçebildikleri görülmüştür.

Birinci grup elde edilen verilere göre en iyi tasarımı seçmede üç etkinlikte de yüksek derecededir. İkinci grup ve üçüncü grup birinci etkinlikte orta, ikinci ve üçüncü etkinliklerde yüksek derecede en iyi tasarımı seçebilmektedir. Dördüncü ve beşinci grup 3 etkinlikte de en iyi tasarımı seçmede yüksek derecededir. Altıncı grup bir ve üçüncü etkinlikte orta derecede, ikinci etkinlikte yüksek derecede en iyi tasarımı seçebilmektedir.

3.2.15. Madde 15. "Öğrenciler kendi tasarımlarının güçlü ve eksik yönlerini belirler." Performansına İlişkin Bulgular

On beşinci madde ile ilgili frekans değerleri Grafik 29 ve 30'da verilmiştir.



Grafik 29. 15. Performansın Frekansları **Grafik 30.** 15. Performansı Başarabilme Derecesi

Altı gruba yapılan üç farklı etkinlik için (toplam 18 kez) on beşinci performans frekansına bakıldığında sınıftaki üç grubun az derecede, dört grubun orta derecede ve on bir grubun yüksek derecede tasarımın güçlü ve eksik yönlerini belirleyebildiği görülmüştür.

Birinci ve ikinci grup, tasarımın eksik ve güçlü yönlerini belirlemede birinci etkinlikte orta, ikinci etkinlikte az, üçüncü etkinlikte yüksek derecededir. Üçüncü ve dördüncü grup, tasarımın eksik ve güçlü yönlerini belirlemede bir ve ikinci etkinlikte yüksek, üçüncü etkinlikte orta düzeydedir. Beşinci grup, üç etkinlikte de yüksek derecede tasarımın güçlü ve eksik yönlerini belirleyebilmektedir. Altıncı grup, birinci etkinlikte az, iki ve üçüncü etkinlikte yüksek düzeyde tasarımın güçlü ve eksik yönlerini belirleyebilmektedir.

3.2.16. Grupların Performanslarının Puan Karşılaştırması

Grafik 31'de her grubun 15 performans için aldıkları puanlar verilmiştir. Grupların üç etkinlik için aldıkları toplam performans puanları incelendiğinde; en yüksek puanı beşinci grubun ve en düşük puanı da üçüncü grubun aldığı görülmektedir. Tüm grupların toplam en yüksek puanı topladıkları performans 14. performans ve en düşük puanı topladıkları performans birinci performans olmuştur.

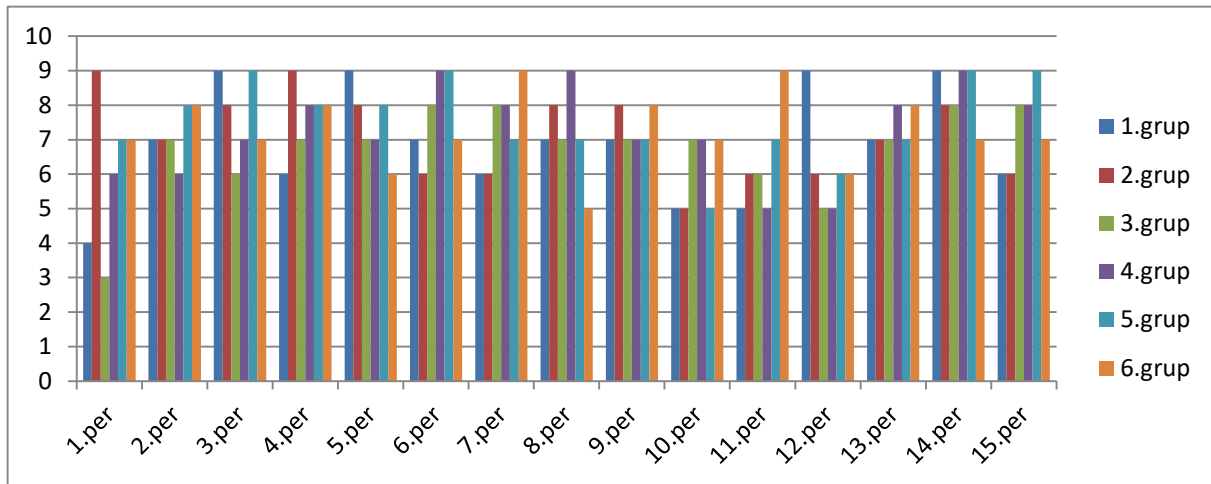
Grafik 31. Grupların Performans Puanları

Grafik 31. Grupların Performans Puanları

Grafik 31. Grupların Performans Puanları

Grafik 31. Grupların Performans Puanları

Grafik 31. Grupların Performans Puanları



Grafik 31. Grupların Performans Puanları

4. Tartışma ve Sonuç

STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin ortaokul altıncı sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine ve STEM performanslarına olan etkisini inceleyen bu çalışmanın sonucunda, çalışma grubunun bilimsel süreç becerileri ön test-son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir. Buna göre, STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretimi öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimini olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Bu yargıyı, etkinlik kağıdı analizlerinde kullanılan rubrik sonuçları da (1., 2., 8. ve 10. maddeler ile) desteklemektedir.

STEM uygulamaları sürecinde uygulanan etkinlik kağıtlarının analizinde de öğrencilerin problem cümlesi belirleme ve belirlenen problem cümlesine çözüm bulabilmede diğer maddelere göre düşük performans gösterebilirler de genel olarak diğer performanslar açısından (tasarımı planlama, gerçekleştirme, test etme, değişkenleri belirleme gibi) ortanın üzerinde bir performans gösterebilmişlerdir. Ayrıca öğrencilerin tasarladıkları ürünü test edip değişkenlerini bulabilmede yüksek puanlar elde ettikleri görülmüştür. BSB testi ve öğrenci etkinlik kağıtlarından elde edilen verilere dayalı olarak STEM uygulamaları ile desteklenmiş fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine pozitif yönde katkısı olduğu söylenebilir.

Bu çalışmanın sonuçları, alanyazındaki STEM uygulamaları kullanılarak yapılan öğretimlerle ortaokul öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini gösteren şu çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir: Yamak, Bulut ve Dündar (2014) yaptıkları çalışmada STEM etkinliklerinin ortaokul beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine olan etkisi incelenmiş ve öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Lestari, Sarwi ve Sumarti (2018) çalışmalarında STEM'e dayanan etkinlik ve projelerinin beşinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine olumlu etkisi olduğu sonucunu ortaya koymuşlardır. İzgi'de (2020) çalışmasında STEM yaklaşımının yedinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine olan etkisini araştırmış ve bu çalışmanın sonuçlarını destekler şekilde olumlu yönde katkısı olduğunu bulmuştur.

Araştırmada öğrencilerin her bir etkinlik için süreçle ilgili performansları da ortaya çıkarılmıştır. Çalışmaya katılan altı grubun her bir etkinlik ile ilgili performansları incelendiğinde en çok puanı toplayıp en başarılı olan grup beşinci grup olmuştur. Süreç içerisinde işbirlikli çalışmayı en etkili yürütmüş ve aldığı dönütlerden en iyi performansı gerçekleştirmişlerdir. Grupların en yüksek puanı topladığı performans olan "Öğrenciler elde edilen verilere göre en iyi tasarımı seçebilirler." olmuştur. Her grup verilen kriterleri göz önünde bulundurarak en iyi tasarımı seçme konusunda başarı göstermişlerdir. Gruplar en düşük puanı birinci performans olan "Öğrenciler problem cümlesini belirler" olmuştur. Verilen senaryodan hareketle problem cümlesini bulmak en başarısız oldukları performans olmuştur. İkinci grup bu performans görevinde tam puan almış ve en başarılı grup

olmuştur. Tüm performanslar incelendiğinde birçok performansta grupların STEM etkinlikleri sonucunda puanlarını arttırdığı ve genel olarak ortanın üzerinde bir performans gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Öğrencilerin çoğunluğu STEM etkinlikleri süreci sonunda problem cümlesini belirleyebilmiştir. Her grup aynı düzeyde problem cümlesi belirleyemese de öğrencilerin çoğunluğu problem cümlesini iyi ve orta düzeyde belirleyebilmektedir. Alanyazında da bu sonuca ulaşan çalışmalar görmek mümkündür. Şen (2018) tarafından yapılan çalışmada STEM uygulamalarında üstün zekâlı öğrencilerin kullandığı becerileri incelemiştir. Çalışmasında gerçek yaşamda yer alan karmaşık problem durumları verilmiş ve öğrenciler başarılı bir şekilde problemi belirleyip mühendislik becerilerini kullanarak tasarımı gerçekleştirebilmiştir. Pekbay'ın (2017) ortaokul öğrencileri ile yaptığı çalışmada, öğrencilerin günlük yaşamda problem çözme becerilerini geliştirdiğini belirlemiştir. Öğrencilerin süreç içerisinde problem durumlarını daha rahat analiz edebildikleri görülmüştür.

Öğrencilerin etkinlik kâğıtları incelendiğinde öğrencilerin yüksek düzeyde probleme yönelik çözüm önerisi belirleyebildikleri görülmüştür. Öztürk (2018) tarafından yapılan çalışmada STEM eğitimi ile problem çözme becerilerinin pozitif bir ilişkisi olduğu belirtilmiştir. Çalışmada STEM eğitiminin çoklu bakış açısı ve çoklu çözüm üretme becerisi kazandırdığı ifade edilmektedir. Koç (2019) tarafından sekizinci sınıf öğrencileriyle yapılan çalışmada ise öğrencilerin bir kısmının karşılaştıkları probleme çözüm yolu bulduğu görülmüştür. Yapılan bu çalışmalardan elde edilen sonuç, bu çalışmayı desteklemektedir.

Öğrenciler, yüksek düzeyde problemin çözümüne yönelik tasarım yapabilmektedirler. Altaş (2018)'in yaptığı çalışmada STEM eğitimi alan öğretmen adaylarının mühendislik tasarım becerileri incelenmiştir. Öğretmen adaylarının tasarım yapımını diğer aşamalara göre daha iyi yaptıklarını belirtmiştir. Bu çalışmada incelenen ortaokul öğrencilerinin de sonucu aynı yönde olmuştur. Kayabaş (2019) ortaokul öğrencileriyle yaptığı çalışmada, bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde öğrencilerin tasarım çizme becerilerinin geliştiğini göstermiştir.

Öğrencilerin tasarım planı yaparken yüksek düzeyde kriterleri göz önüne aldıkları belirlenmiştir. Altaş (2018) da çalışmasında bu çalışmada olduğu gibi öğretmen adaylarının tasarım planlarında kriterlere dikkat ettiklerini söylemiştir.

Çalışmada, öğrencilerin problemin çözümüne yönelik olası tasarım planlarını detaylı bir şekilde iyi düzeyde çizdikleri görülmüştür. Ercan'da (2014) çalışmasında öğrencilerin mühendislik tasarım sürecinde ilk tasarım planlarının kriterleri pek karşılayamadığı ancak sonra çizdikleri tasarım planlarının kriterlere daha uygun olduğunu belirtmiştir.

Öğrenciler STEM eğitimi kapsamında tasarım planları yaparken, tasarım planları üzerinde tartışıp bir tasarım planı seçip çizmede iyi düzeydedirler. Ercan (2014)'ün yaptığı çalışmada öğrencilerin tasarım temelli fen uygulamaları süresince en uygun çözüm önerisinin belirlenebilmesi için gerekli yeterlilikler açısından gelişme gösterdiklerini belirtmiştir. Bu çalışmada da STEM destekli fen öğretimi süresince öğrencilerin belirlenen kriterlere en uygun tasarım planını seçmede yeterli düzeye ulaşmak için gelişme gösterdikleri belirlenmiştir.

Öğrencilerin tasarımda kullanacakları malzemeleri kriterleri düşünerek seçmede iyi düzeyde oldukları belirlenmiştir. Öner ve Yılmaz (2019)'ın ortaokul öğrencileriyle yaptığı çalışmada STEM eğitiminin öğrencilerin bilimsel sorgulama becerilerini geliştirdiği görülmüştür. Altaş (2018), yaptığı çalışmada STEM etkinliklerinde öğretmen adaylarının tasarım yaparken malzeme aşamasında sınırlılıkları ve başarı kriterini göz önünde bulundurduklarını, birçok malzeme içinden kriterlere en uygun olanı daha kısa sürede seçmeleri açısından karar verebilme becerilerinin geliştiğini ifade etmiştir. Bu çalışmada da öğrenciler, tasarım görevlerini gerçekleştirirken belirlenen kriterlere en uygun malzemeleri seçme konusunda STEM etkinlikleri süresince gelişme göstermiştir.

Öğrenci etkinlik kâğıtları incelendiğinde, öğrenciler tasarımlarını test edip neleri test ettiklerini belirlemede iyi düzeyde oldukları görülmüştür. Yaptıkları tasarımın deneme süresince neleri test edebileceğini iyi derecede tahmin etmiş ve test ettikleri değişkenleri belirleme konusunda zorluk yaşamamışlardır. Ercan (2014) tarafından yapılan çalışmada öğrencilerin tasarım sürecinde tasarımlarını yapıp, test etme aşamasında gerekli olan yeterliliklerinin geliştiğini ifade etmiştir. Bu

çalışmada da STEM etkinlik sürecinde öğrenciler, tasarımlarını yapmada ve test etme aşamasında gerekli olan becerileri kazanmış ve gelişme göstermişlerdir.

Öğrenciler STEM etkinlikleri sürecinde tasarımları ve tasarımlarını test etmek için gerekli olan teknolojik aletleri iyi düzeyde kullanabildikleri görülmüştür. Kavak (2019) yaptığı çalışmada öğrencilerin STEM etkinlerinde teknolojiye olan tutumlarının arttığını belirtmiştir. Bu çalışmada da STEM etkinliklerinin tasarım sürecinde, tasarımı test etme sürecinde gerekli olan teknolojik aletleri süreç içerisinde daha iyi kullanabildikleri görülmüştür. Bu doğrultuda STEM etkinlikleri öğrencileri, teknolojik aletleri kullanmasında geliştirmiştir.

Öğrencilerin STEM etkinleri sürecinde tasarladıkları deneyin bağımlı, bağımsız ve kontrollü değişkenlerini belirlemede iyi düzeyde oldukları görülmüştür. Bu doğrultuda öğrencilerin STEM etkinlikleri sürecinde bilimsel süreç becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılır. Alan yazında da benzer sonuca ulaşan çalışmalar mevcuttur. Taştan Akdağ (2017), ortaokul öğrencileriyle yaptığı çalışmada STEM uygulamalarının bilimsel süreç becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Yine Gökbayrak (2017) yaptığı çalışmada benzer bir sonuca ulaşmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir.

STEM etkinliklerinde öğrenciler tasarımı deneme sonucunda ne olmasını beklediklerini belirtmede iyi düzeydedirler. Tasarım görevlerini belirlenen kriterlere göre yapan öğrenciler, tasarımlarının test sonucunda ne olmasını beklediklerini çoğunlukla doğru bir şekilde tahmin etmişlerdir. Altaş (2018), STEM eğitiminin üretken düşünmeyi geliştirdiğini belirtmiştir. Pekbay (2017), STEM eğitiminin yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiğini belirtmiştir. Bu çalışmada elde edilen sonuç da bu ifadeyi desteklemektedir.

Öğrenciler STEM etkinlikleri sürecinde test ettikleri tasarımlarından elde ettikleri verileri tablolastırıp, gerekli işlemleri yapma ve grafik çizibilme açısından iyi düzeydedirler. Özçelik ve Akgündüz (2018) tarafından yapılan çalışmada üstün yetenekli öğrencilerin STEM etkinlikleri sonucunda matematiksel işlemleri ürün oluşturma aşamasına entegre etme becerilerinin arttığını belirtmiştir. Bu çalışma da aynı sonuca ulaşmıştır. Farklı sonuca ulaşan çalışmalar da mevcuttur. Aydın ve Karşlı Baydere (2019) tarafından ortaokul öğrencileriyle yapılan çalışmada öğrenciler süreç içerisinde matematiksel işlem yapmakta zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bu durumu öğrencilerin matematik alanında eksikliklerinin olmasına bağlamışlardır.

Öğrenciler tasarım görevlerini gerçekleştirirken elde ettikleri bulgulara göre en iyi tasarımı iyi düzeyde seçebilmişlerdir. Bozkurt (2014) öğretmen adayları ile yaptığı çalışmasında, tasarım sürecinde öğretmen adaylarının birçok kriteri ve alternatif çözümü olan gerçek yaşam problemlerinden kriterlerin görece önemine dikkat ederek en iyi çözümü seçtikleri ve bunun da tasarım temelli eğitimin karar verme becerilerini geliştirdiğini söylemiştir. Ercan (2014) tarafından yapılan çalışmada tasarım temelli fen eğitiminin karar verme becerisini arttırdığı belirlenmiştir. Bu çalışmadan elde edilen sonuç da bunu destekler nitelikte olmuştur.

Öğrenciler STEM etkinliklerinde tasarladıkları tasarımın güçlü ve eksik yönlerini iyi düzeyde belirleyebilmişlerdir. Altaş (2018), çalışmasında öğretmen adaylarının STEM eğitiminin üretken düşünme, belirli bir konuda tartışma yapabilme ve eleştirel bakış açılarının geliştiğini belirtmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin tasarımlarının güçlü ve eksik yönlerini ifade edebilmeleri tasarımlarına eleştirel bir yönde bakabildiklerini ve üretken düşünceye sahip olduklarını göstermektedir. Kayabaş (2019)'ın sekizinci sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada probleme dayalı okul dışı STEM etkinliklerinin öğrencilerin karar verme becerilerini geliştirdiği görülmüştür.

STEM etkinlikleri ile desteklenmiş fen öğretimi sürecinde öğrencilere verilen etkinlik kâğıtları, öğrencilere süreç içerisinde rehberlik etmiş ve öğrencilerin bu süreçteki gelişimleri belirlenmiştir. STEM etkinlikleri ile desteklenmiş fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini ve STEM'e yönelik becerilerini geliştirdiği söylenebilir.

Çalışmanın sonucunda öğrencilerin STEM etkinlikleri ile bilimsel süreç becerilerini ve mühendislik becerilerini başarıyla kullandığı görülmüştür. Bu çalışmanın ardından öğrencilerin STEM uygulamaları sırasındaki performanslarının bilimsel süreç becerileri ile yaklaşımının 21. yüzyıl

becerilerinden olan eleştirel düşünme, yaratıcılık, işbirlikli çalışma ve girişimcilik gibi farklı becerilere nasıl bir etkisinin olduğunun ortaya konulması alanyazına katkı sağlayacağı için çalışılması önerilir.

Kaynakça

- Aydın, E., & Karşı Baydere, F. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin STEM etkinlikleri hakkındaki görüşleri: karışımların ayrıştırılması örneği. *OMÜ Eğitim Fakültesi Dergisi*, 38(1), 35-52.
- Altaş, S. (2018). *STEM eğitimi yaklaşımının sınıf öğretmeni adaylarının mühendislik tasarım süreçlerine, mühendislik ve teknoloji algılarına etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Benek, İ. (2019). *Sosyobilimsel STEM etkinliklerinin öğrencilerin tutumlarına ve 21.yy becerilerine etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. İstanbul üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Bozkurt, E. (2014). *Mühendislik tasarım temelli fen eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının karar verme becerisi, bilimsel süreç becerileri ve sürece yönelik algılarına etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Burns, J. C., Okey, J. R., & Wise, K. C. (1985). Development of an Integrated Process Skill Test: TIPS II. *Journal of Research in Science Teaching*. 22, 169-177. <https://doi.org/10.1002/tea.3660220208>
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2019). *Eğitimde bilimsel araştırma yöntemleri*. Pegem. <https://doi.org/10.14527/9789944919289>
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Deneysel desenler: Öntest-sontest kontrol grubu desen ve veri analizi*. Pegem. <https://doi.org/10.14527/9789756802434>
- Can, A. (2018). *SPSS ile nicel veri analizi*. Pegem. <https://doi.org/10.14527/9786053644484>
- Chachashvili-Bolotin, S., Milner-Bolotin, M. ve Lissitsa, S. (2016). Examination of factors predicting secondary students' interest in tertiary STEM education. *International Journal of Science Education*, 38(3), 366- 390
- Creswell, J. W. (2014). *Araştırma deseni: Nitel, nicel ve karma yöntem yaklaşımları* (4.baskıdan çeviri). (S.B. Demir Çev. Ed). Eğiten Kitap.
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2014). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi*. (Y. Dede ve S.B. Demir, Çev. Ed.).Anı.
- Çakar, E. (2008). *5.sınıf fen ve teknoloji programının bilimsel süreç becerileri kazanımlarının gerçekleşme düzeylerinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çetin, M., & Demircan H.Ö. (2020). STEM Education in Early Childhood. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 21(1), 102-117. DOI: 10.17679/inuefd.437445
- Daymaz, B. (2019). *Bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin matematik başarı, motivasyon ve STEM kariyer alanlarına etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Değirmenci, S. (2020). *STEM eğitimi almış öğretmenlerin STEM öz yeterliliklerinin ve uygulamalarında teknoloji ve mühendislik entegrasyonu açısından yaşadıkları sorunların belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ercan, S. (2014). *Fen eğitiminde mühendislik uygulamalarının kullanımı: Tasarım temelli fen eğitimi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Gökbayrak, S., & Karışan, D. (2017). STEM etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerine etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 63-84.
- Hançer, A. H., Şensoy, Ö., & Yıldırım, H. İ. (2003). İlköğretimde çağdaş fen bilgisi öğretiminin önemi ve nasıl olması gerektiği üzerine bir değerlendirme. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 80-88.

- İzgi, S. (2020). *Fen bilimleri dersi elektrik enerjisinin dönüşümü konusuna 5E modeli ile temellendirilmiş bilim, teknoloji, mühendislik ve matematik (STEM) yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi] Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kale, S. (2019). STEM uygulamalarının okul öncesi öğretmenlerinin bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kara, E. (2017). *Tahmin et- gözle- açıkla stratejisine dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve başarısına etkisinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Karadeniz, H. (2019). *STEM uygulamalarının öğrencilerin STEM farkındalıkları üzerine ve 'Üçgenler' ünitesindeki başarılarının kalıcılık düzeyine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Bayburt üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Kavak, T. (2019). *STEM uygulamalarının 4. sınıf öğrencilerinin fen ve teknolojiye yönelik tutumlarına, bilimsel süreç ve problem çözme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kayabaş, B.T. (2019). *Probleme dayalı okul dışı stem etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve karar verme becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Koç, N. (2019). *Tasarım temelli fen eğitiminde biltemm uygulamalarının bilimsel süreç becerilerine, FETEMM meslek ilgilerine ve stem tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Lestari, T., Sarwi, S., & Sumarti, S. (2018). STEM-Based Project Based Learning Model to Increase Science Process and Creative Thinking Skills of 5th Grade. *Journal of Primary Education*, 7(1), 18-24. <https://doi.org/10.15294/jpe.v7i1.21382>
- Öner, G., & Yılmaz, Y., Ö. (2019). Ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algıları ile stem'e yönelik algı ve tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Cumhuriyet Uluslararası Eğitim Dergisi*, 837-861
- Özçelik, A. & Akgündüz, D. (2018). Üstün/Özel Yetenekli Öğrencilerle Yapılan Okul Dışı STEM Eğitiminin Değerlendirilmesi. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 334-351.
- Öztürk, S. C. (2018). *STEM eğitiminin fen bilgisi öğretmen adaylarının problem çözme ve eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Erzincan Binalı Yıldırım Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Pekbay, C. (2017). *Fen teknoloji mühendislik ve matematik etkinliklerinin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkileri* [Doktora tezi]. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Sarıçam, U., & Yıldırım, M. (2021). The effects of digital game-based STEM activities on students' interests in STEM fields and scientific creativity: Minecraft case. *International Journal of Technology in Education and Science (IJTES)*, 5(2), 166-192. <https://doi.org/10.46328/ijtes.136>.
- Smith IV, D.H., Hao, Q., Dennen, V., Tsikerdekis, M., Barnes, B., Martin, I. & Tresham, N. (2020). Towards understanding online question & answer interactions and their effects on student performance in large-scale STEM classes. *Int J Educ Technol High Educ* 17(20), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00200-7>.
- Sürmeli, H , Yıldırım, M , Göçük, A , Sevgi, Y . (2018). Secondary school students' performance and opinions towards activities based on engineering design process. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 47 (2), 844-872. <https://doi.org/10.14812/cuefd.395594>.
- Şen, C. (2018). *Mühendislik tasarım odaklı bütünsel STEM etkinliklerinde üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin kullandığı becerileri* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Şirin, E. (2020). *Girişimcilik odaklı STEM etkinliklerinin 7.sınıf öğrencilerinin girişimcilik becerilerine ve STEM tutumlarına etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Taştan Akdağ, F. (2017). *STEM uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, bilimsel süreç ve yaşam becerileri üzerine etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Ünal, M. (2019). *4-6 yaş okul öncesi çocuklarına etkinlik temelli STEM eğitiminin bilimsel süreç becerilerine etkisi* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Bolu Abant Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Yamak, H., Bulut, N., & Dündar, S. (2014). 5. Sınıf Öğrencilerinin Bilimsel Süreç Becerileri ile Fene Karşı Tutumlarına FeTeMM Etkinliklerinin Etkisi. *Gefad*, 249-265.
- Yılmaz, A., E. (2019). FeTeMM uygulamalarının ortaokul 7.sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Bolu Abant Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

[Extended English Summary](#)

Introduction

The age we live in is the age of science and technology. With the rapidly developing science and technology, it is inevitable that human life will change. It is also extremely important for people to adapt to changing conditions. In order to pass this adaptation process, people must be innovative, investigative and questioning, as well as gain decision-making and problem-solving skills (Yamak, Bulut, & Dündar, 2014).

Raising qualified people is one of the most important functions of educational activities. By qualified person; we mean a person who understands, knows and uses the benefits of the age. One of the most important benefits of our age is technology. Based on this, qualified people can be defined as innovative and productive people who can keep up with the developing technology. The world we live in requires people to be productive. In order for this to happen, human beings must gain an innovative, investigative and questioning role. The most important task in achieving this role falls on educational activities (MoNE 2016).

When the literature is examined, it has been observed that the number of STEM studies has increased in recent years. It was observed that the researchers focused on the STEM approach's interest in academic achievement (İzgi, 2020), permanence (Karadeniz, 2019), STEM attitude (Şirin, 2020) and STEM career fields (Daymaz, 2019). However, it was observed that researchers began to examine 21st century skills, students' self-efficacy and scientific creativity (Benek, 2019; Değirmenci, 2020; Sarıçam and Yıldırım, 2021). In this study, the effect of STEM applications on students' scientific process skills in science class and how students' performance during the process were examined. The effect of STEM applications on scientific process skills was examined in different samples such as preschool students (Ünal, 2019), primary school students (Kavak, 2019), secondary school students (Yılmaz, 2019; İzgi, 2020) and teachers (Kale, 2019). Examination of STEM performances of students is available in the literature, although there is a small number (Şen, 2018; Smith, Hao, Dennen, et al., 2020).

In this study, "How is the effect of science teaching supported by STEM applications on the scientific process skills and STEM-related performance of secondary school sixth-grade students?" question has been investigated.

Answers were sought for the following sub-problems;

- 1) Does science teaching supported by STEM applications have an effect on the scientific process skills of sixth-grade students?
- 2) What are the performances of sixth-grade secondary school students in the science teaching process supported by STEM applications?

Method

The concurrent nested mixed method, one of the mixed method designs, was used in this study. In the quantitative part of the study, one of the experimental designs, one group pretest-posttest design was used. The study group of the research consisted of 35 students studying in the sixth-grade at a public secondary school in the Küçükçekmece district of Istanbul province, Turkey in the spring semester of the academic year of 2018-2019. The teacher who teaches to groups is also one of the researchers. For this reason, the sample was selected with convenient sampling method. Students were determined from ready groups and the research was carried out with a single group. "Scientific Process Skills Test" and "Activity Sheets" were used as data collection tools used in the study. The research has been done within the scope of "Force and Motion" unit. In practice, the "Scientific Process Skills Test" was applied to the students as a pre-test. Since group work will be done later, the class is divided into six groups in total. The implementation took place within a period of six weeks. Three STEM course activities were conducted. Activities were carried out in the classroom and outside the classroom. At the end of the application, "Scientific Process Skills Test" was applied to the students as a post-test. In order to learn the performance of students in the learning process, "Activity Sheet" was applied to the students in the application process.

Conclusion, Discussion and Recommendations

At the end of the research, it was determined that science teaching supported by STEM applications has a positive effect on scientific process skills. As a result of the study, it can be said that science teaching supported by STEM applications improves the scientific process skills of secondary school students. The rubric results (items 1, 2, 8, and 10) used in activity paper analyzes also support this judgment. When the rubric scores were examined, it was determined that the performance of the students was above the middle. As a result, it was seen that the students successfully used their STEM activities and scientific process skills and engineering skills. In the analysis of the activity papers used in the application, it was determined that the students performed lower than the other items in determining the problem statement and finding a solution to the determined problem. However, they still generally have a performance above the middle. In addition, it was observed that the students obtained high scores in the experimental processes. It can be said that science teaching supported by STEM applications has a positive contribution to the development of students' scientific process skills.

After the study, it is recommended to study the effect of STEM approach on different skills such as critical thinking, creativity, collaborative work and entrepreneurship among 21st century skills.