

Doğadan İlham Alan Eğitim: Biyotaklit Temelli REAPS Modeli Etkinliklerinin Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılığına Katkısı

Nature-Inspired Education: The Contribution of Biomimicry-Based REAPS Model Activities to the Scientific Creativity of Gifted Students

Seda İhtiyar Şahin, Esra Benli Özdemir

Yazar Bilgileri

Seda İhtiyar Şahin 
Dr., Millî Eğitim Bakanlığı,
sedaihtiyarsahin@gmail.com

Esra Benli Özdemir 
Doç. Dr. Gazi Üniversitesi Gazi
Eğitim Fakültesi, Fen Bilgisi
Eğitimi,
esrabenlioedemir@gazi.edu.tr

ÖZ

Bu araştırma, biyotaklit temelli REAPS (Real Engagement in Active Problem Solving) Modeli etkinliklerinin Bilim ve Sanat Merkezi'nde (BİLSEM) öğrenim gören özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerine etkisini incelemektedir. Bu çalışmada karma yöntem araştırma desenlerinden iç içe gömülü (embedded) karma desen kullanılmıştır. Bu araştırmanın çalışma grubunu Ankara'da bir BİLSEM'de 4. sınıf düzeyinde öğrenim gören özel yetenekli öğrenciler oluşturmaktadır. REAPS Modeli'nin öğrencilerin bilimsel yaratıcılıkları üzerindeki etkililiği nicel ve nitel verilerle değerlendirilmiştir. Nicel veriler, bilimsel yaratıcılık ölçeği ile, nitel veriler öğrenci günlükleri ve öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme formları ile toplanmıştır. Nicel bulgular, deney grubundaki üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek düzeyde bir artış olduğunu göstermektedir. Alt boyutlar incelendiğinde akıcılık, esneklik ve özgünlük puanlarında da deney grubu lehine anlamlı gelişmeler olduğu dikkat çekmiştir. Nitel veriler, üstün yetenekli öğrencilerin problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme, iş birliği ve sürdürülebilirlik bilinci gibi üst düzey beceriler kazandığını ortaya koymuştur. Öğretmen görüşleri, REAPS Modeli'nin esnek ve disiplinler arası yapısının üstün yetenekli öğrencilerin motivasyonunu ve yaratıcılığını artırdığını ancak uygulamada zaman ve materyal eksikliği gibi zorluklar yaşandığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak biyotaklit temelli REAPS etkinlikleri, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık potansiyelini ortaya çıkarmada etkili bir yaklaşım sunmaktadır.

Makale Bilgileri

Anahtar Kelimeler
REAPS Modeli
Bilimsel yaratıcılık
Biyotaklit
Sürdürülebilirlik
Üstün yetenekli öğrenciler

Keywords
REAPS Model
Scientific creativity
Biomimicry
Sustainability
Gifted students

Makale Geçmişi
Geliş: 12.06.2025
Kabul: 12.08.2025

ABSTRACT

This study investigates the impact of biomimicry-based REAPS (Real Engagement in Active Problem Solving) Model activities on the scientific creativity skills of Science and Art Centre (BİLSEM) students. In this study, an embedded mixed method research design was used. The study group consisted of gifted fourth-grade students attending a BİLSEM in Ankara. The effectiveness of the REAPS Model on students' scientific creativity was evaluated through both quantitative and qualitative data. Quantitative data were collected using a scientific creativity scale, while qualitative data were gathered through semi-structured interview forms for students and teachers. Quantitative findings revealed a statistically significant and substantial increase in the scientific creativity levels of gifted students in the experimental group. Sub-dimension analysis indicated significant improvements in fluency, flexibility, and originality scores in favour of the experimental group. Qualitative data showed that gifted students developed high-level skills such as problem-solving, creative and critical thinking, collaboration, and sustainability awareness. Teacher feedback highlighted that the flexible and interdisciplinary nature of the REAPS Model enhanced the motivation and creativity of gifted students, though challenges such as time constraints and material shortages were noted during implementation. In conclusion, biomimicry-based REAPS activities present an effective approach to unlocking the scientific creativity potential of gifted students.

Makale Türü

Araştırma

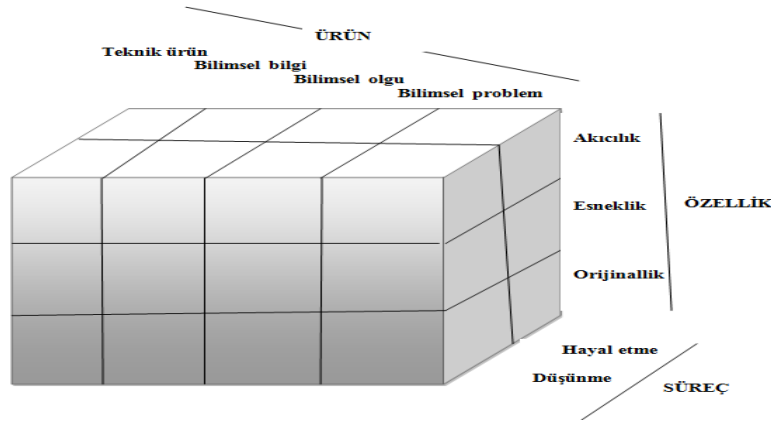
Önerilen Atf

İhtiyar-Şahin, S. & Benli-Özdemir, E. (2025). Doğadan ilham alan eğitim: Biyotaklit temelli REAPS Modeli etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılığına katkısı. *TEBD*, 23(2), 1899-1930.
<https://doi.org/10.37217/tebd.1718166>

Giriş

Eğitim sisteminin temel hedeflerinden biri, öğrencilerin potansiyellerini en üst düzeyde geliştirmek ve topluma değerli katkılarda bulunabilecek bireyler hâline gelmelerini sağlamaktır. Bu bağlamda, özel yetenekli öğrenciler, diğerlerinden farklı olarak hızlı öğrenme kapasitesi ve çeşitli yetenek alanlarıyla öne çıkan birtakım ayırt edici özelliklere sahiptirler (Bedur vd., 2015; Kartel ve Tortop, 2019). Özel yetenekli öğrenciler, ülkelerin kalkınmasına değerli katkılarda bulunabilecek bir potansiyele sahiptirler ve bu sayede ülkelerin kalkınmasına önemli bir etki yapacak düzeydedirler (Bilgili, 2000; Shavinina, 2009). Özel yetenekli öğrencilerin geleceğin şekillenmesinde önemli roller üstlenebilecek potansiyelde olmaları, onlara verilecek eğitimin önemli olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla, onların yetenekleri doğrultusunda desteklenmesi ile toplumun sağlık, sosyal, ekonomik, teknolojik, siyasi, kültürel ve çevresel alanlardaki sorunların çözümüne önemli bir katkıda bulunabilirler. Bu nedenle, özel yetenekli öğrencilerin önemini anlayan bazı ülkeler özel yeteneklilere verilecek eğitimi ulusal öncelik hâline getirmiştir (Alqahtani ve Kaliappen 2020; Genç, 2016; Ninkov, 2020). Ülkemizde özel yetenekli öğrencilere eğitim veren kurumlar Bilim ve Sanat Merkezleri (BİLSEM) başta olmak üzere bazı özel okullar da bulunmaktadır (Bolat, 2023) Özel yetenek tanısı almış olan öğrenciler BİLSEM’lerde uyum, destek, Bireysel Yetenekleri Fark etme (BYF), özel yetenekleri geliştirme ve proje üretimi ve yönetimi olmak üzere beş aşamadan oluşan bir destek eğitimi almaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2020). Ancak BİLSEM’lerde uygulanan öğretim programlarının özel yetenekli öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarını karşılamada yeterli olmadığı bilinmektedir (Akkaş, 2014). Bunun için özel yetenekli öğrencilere uygulanacak öğretim yaklaşımlarının ve öğretim modellerinin zenginleştirilmesi sağlanarak boşluğun doldurulması gerekmektedir. Bu noktada, bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesi, öğrencilerin bilimsel süreçlere aktif katılımı ve yenilikçi çözümler üretebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Nitekim bilimsel yaratıcılık, yaratıcı bilim deneyleri yürütme, bilimsel problemleri bulma ve çözme gibi becerileri kapsamakta olup öğrencilerin hem bireysel gelişimlerine hem de toplumsal sorunlara katkı sunmalarını sağlamaktadır (Hu ve Adey, 2002; Wiyanto ve Hidayah, 2020). Bilimsel yaratıcılık, bilim alanında karşılaşılan problemlere yenilikçi çözümler getirme veya özgün ürünler ortaya koyma sürecini ifade etmektedir (Raj ve Saxena, 2016). Bu kavram, genel yaratıcılığın bir alt boyutu olarak değerlendirilir ve her bireyin farklı alanlarda yaratıcılık gösterebileceği gerçeğine işaret eder. Örneğin, bir kişinin sporda yaratıcı olması, onun bilimsel yaratıcılıkta da aynı düzeyde başarılı olacağı anlamına gelmemektedir (Hu ve Adey, 2002; Wiyanto ve Hidayah, 2020). Bilimsel yaratıcılık, özel yetenekli öğrencilere karmaşık sorunları analiz etme yeteneği, sorunlara farklı perspektiflerden bakma ve alışılmışın dışında çözüm yolları bulma konusunda gerçek yaşamdaki sorunlara yenilikçi çözümler üretebilmesine önemli bir katkıda bulunabilir (Hu ve Adey, 2002). Bu yüzden bilimsel yaratıcılığın farklılaştırılmış öğretim programlarında esas alınarak özel

yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılması gerekir (Camcı Erdoğan, 2014). Hu ve Adey (2002), alanyazın taramasından elde ettikleri verilerin değerlendirilmesi sonucu Bilimsel Yaratıcılık Modeli'ni ortaya koymuşlardır. Şekil 1'de Bilimsel Yaratıcılık Modeli'nin boyutları yer almaktadır.

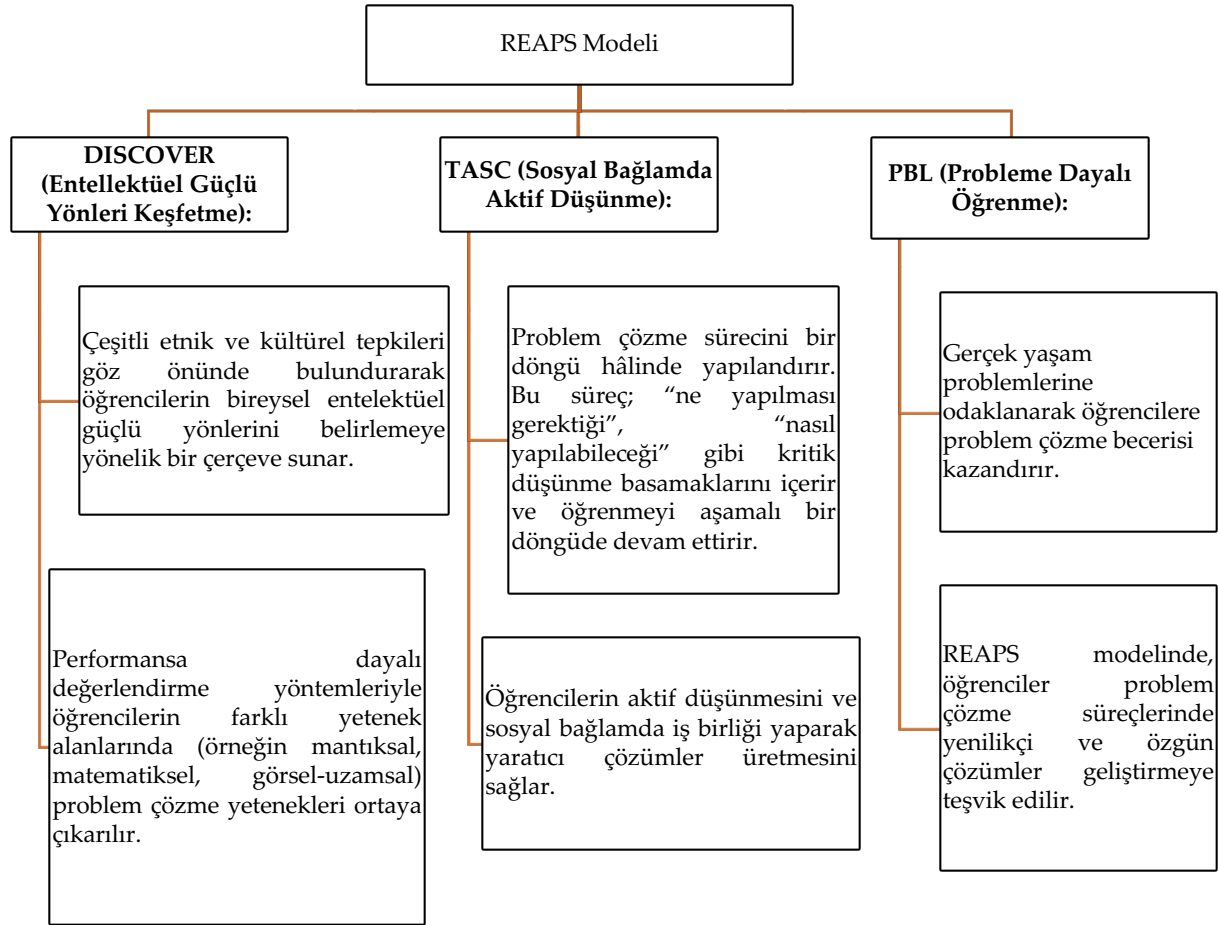


Şekil 1. Bilimsel Yaratıcılık Modeli

Bu modele göre bilimsel yaratıcılık üç boyutludur ve dinamiktir. Bu modelde bilimsel yaratıcılık ürün, süreç ve özellik olmak üzere üç boyuttan oluşur. Ürün boyutu, teknik ürün, bilimsel bilgi, bilimsel olgu ve bilimsel problem alt boyutlarından oluşmaktadır. Süreç boyutu düşünme ve hayal etme alt boyutlarından ve özellik boyutunu da akıcılık, esneklik ve orijinallik alt boyutları oluşturmaktadır. Bilişsel yaratıcılığın ölçülmesine yönelik kuramsal alt yapıyı oluşturan bu model 24 ($2 \times 3 \times 4 = 24$) hücreden oluşmaktadır (Deniş vd., 2012).

Özel yetenekli öğrenciler için hazırlanacak öğretim programlarının bir özelliği de öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarını ve gerçek yaşamlarında yer alan problemlere karşı yaratıcı çözümler ortaya koyacak, bu problemleri çözebilmelerini sağlayacak şekilde tasarlanması önceliğidir. Dolayısıyla hazırlanan fen programları başta olmak üzere, diğer ders müfredatları öğrenciler arasında yaratıcılığı geliştirecek şekilde tasarlanmalıdır. Yaratıcılık gelişimi bütün alanlarda önemli olsa da bir tür olarak hayatta kalmamız söz konusu olabileceğinden fen bilimlerindeki önemi elzemdir (Sternberg, 2020). Doğal sistemler, milyonlarca yıllık evrim süreci boyunca çevresel zorluklara uyum sağlayarak karmaşık ve etkili çözümler geliştirmiştir. Bu çözümler, mühendislik, mimarlık, malzeme bilimi ve tasarım gibi birçok alanda ilham kaynağı olmuştur. Biyotaklit (biyomimikri), doğadaki bu çözümleri taklit ederek yenilikçi ve sürdürülebilir tasarımlar oluşturmayı hedefleyen disiplinler arası bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Doğadan ilham alınan bu tasarımlar, çevresel sürdürülebilirliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda daha verimli, yenilikçi ve doğa dostu teknolojilerin geliştirilmesine de olanak sağlamaktadır. Biyotaklit temelli etkinliklerin REAPS (Research, Exploration, Analysis, Prototyping, Synthesis) Modeli'yle entegrasyonu, çevresel sürdürülebilirlik ve yenilikçi çözümler geliştirme açısından önemli avantajlar sunar. Bu model, doğadaki mekanizmaların ve yapıların incelenmesini sistematik bir süreç olarak ele alır (Wu vd., 2015). Biyotaklit tasarım süreçlerinde REAPS Modeli,

yaratıcı problem çözme ve sistematik tasarım için önemli bir çerçeve sunmaktadır. Bu model, doğadaki yapıların, mekanizmaların ve süreçlerin incelenmesiyle başlayan ve bu bilgilerin yenilikçi prototiplere dönüştürülmesiyle sonuçlanan bütünsel bir süreci temsil etmektedir. Özellikle karmaşık mühendislik problemlerinde REAPS Modeli, biyotaklit uygulamalarını daha etkin bir şekilde sistematik hâle getirerek tasarım süreçlerinin verimliliğini artırmaktadır. REAPS Modeli, özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde kullanılan ve müfredat farklılaşmasını esas alan esnek yapısı gereği herhangi bir ortamda uygulanabilecek bir öğretim modelidir (Maker ve Zimmerman, 2008).

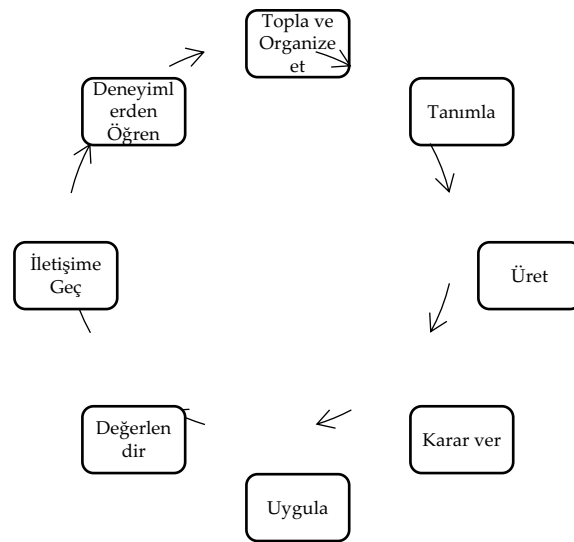


Şekil 2. REAPS Modeli. Yalçın, H. (2024). *REAPS Modelinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına ve problem çözme becerilerine etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilen kaynaktan alınmıştır.

REAPS Modeli, problem çözme ve yaratıcılık geliştirmede kullanılan yenilikçi bir öğretim modeli olup Şekil 2’ de verilen ana bileşenlerden oluşur. Bu modelin temel amaçlarından biri öğrenciler arasında yaratıcı problem çözme becerilerini geliştirmektir (Maker ve Wearne, 2021). REAPS Modeli’nin üç bileşeni olan DISCOVER (Discovering Intellectual Strengths and Capabilities while Observing Varied Ethnic Responses=Çeşitli etnik tepkileri gözlemlerken entelektüel güçlü yönleri ve yetenekleri keşfetmek), TASC (Thinking Actively in a Social Context= Sosyal bir bağlamda aktif düşünmek) ve

PBL'nin (Problem Based Learning=Probleme dayalı öğrenme (PDÖ)) ortak noktası öğrencilerde problem çözme becerilerini geliştirmektir.

Bu çalışma, REAPS Modeli'nin biyotaklit temelli tasarım süreçlerine etkisini incelemekte ve geliştirilen biyotaklit çözümlerin mevcut tasarım yaklaşımlarına kıyasla sağladığı avantajları değerlendirmektedir. Ayrıca biyotaklit çözümlerin sürdürülebilirlik ve inovasyon hedeflerine katkısını analiz ederek bu yaklaşımın geleceğin tasarım anlayışına olan etkilerini tartışmaktadır. Çalışmada, biyotaklit prototiplerin nasıl daha sistematik bir şekilde geliştirilebileceği ve bu tasarımların hangi yönleriyle mevcut tasarımlardan üstün olduğu üzerinde durulacaktır. Böylelikle hem akademik hem de endüstriyel bağlamda doğadan ilham alan tasarım süreçlerinin nasıl daha etkin ve sürdürülebilir hâle getirilebileceğine dair bir yol haritası sunulması hedeflenmektedir. Bu bağlamda, biyotaklit ve REAPS Modeli'nin birleşimi, geleceğin tasarım yaklaşımlarında önemli bir paradigma değişimi yaratma potansiyeline sahiptir. TASC döngüsü REAPS Modeli'nin yürütücü bileşenidir ve sekiz adım olarak verilmiştir (Adams ve Wallace, 1991; Wallace, 2008):



Şekil 3. TASC Aşamaları

TASC modülünün bileşenleri; öğrencilerin ön bilgilerini toplayıp organize ettikleri, görevi ve hedefleri netleştirdikleri, yaratıcı fikirler ürettikleri, en uygun çözümü seçip planladıkları, planlarını uyguladıkları, süreçlerini değerlendirip öz ve akran değerlendirmesi yaptıkları, öğrendiklerini başkalarına sundukları ve son olarak deneyimlerinden öğrenerek üst bilişsel farkındalık kazandıkları aşamalardan oluşur (Wallace, 2015).

REAPS Modeli'ni oluşturan üç bileşenin ortak yönü öğrencilerin problem çözme becerilerini kazanmasıdır (Duruk ve Akgün, 2020). PDÖ aşamasında öğrencilerin gerçek yaşam problemlerinden yola çıkarak uluslararası problemler de seçebilirler. Seçilen problemlerin özellikle günlük hayatta karşılaşılan problemler olması ve bu problemlerin çözülürken çok sayıda yöntem olması nedeniyle

problemlerin karışık bir yapısı vardır (Çıldır, 2017). Öğrenciler gerçekçi çözümler geliştirirler ve bu çözümleri izleyicilere sunarlar, sunum sonrası çözüm önerilerine ilişkin değerlendirmeler ve önerilerde bulunabilirler (Maker vd., 2015).

REAPS Modeli ile biyotaklit yaklaşımı arasında doğal bir uyum bulunmaktadır. Bu uyumun temelinde her iki yaklaşımın da sistematik problem çözme, doğadan ilham alma ve yaratıcı düşünme süreçlerini desteklemesi yatmaktadır. REAPS Modeli, özel yetenekli öğrencilerin öğretim müfredatının farklılaştırılmasına dayalı olan bir modeldir (Tan, 2003). Farklılaştırma, öğrenme ortamında farklı düzeyde bulunan öğrencilerin farklı ihtiyaçlarına yanıt vermeyi amaçlamaktadır (MEB, 2020, 2022). Farklılaştırılmış öğretimin temel amacı, her öğrencinin öğrenme potansiyelini en üst düzeye çıkarmaktır (Tomlinson, 2005). REAPS Modeli, öğrencilerin gerçek dünya problemlerine çözümler üretmelerini teşvik ederken, biyotaklit yaklaşımı da sürdürülebilir ve çevre dostu çözümler geliştirmeyi hedefler. Her iki yaklaşım da öğrencilerde çevresel farkındalık ve sürdürülebilirlik bilinci oluşturmaya katkıda bulunur. REAPS Modeli'nin "Prototyping" aşaması ile biyotaklit yaklaşımının doğadan ilham alan tasarımlar geliştirme süreci arasında doğrudan bir bağlantı bulunmaktadır. Her iki yaklaşım da fikirlerin somut prototiplere dönüştürülmesini ve bu prototiplerin test edilmesini içerir. Biyotaklit yaklaşımının REAPS Modeli'yle bütünleşmesi, öğrencilerin doğadaki sistemleri sistematik olarak incelemesini, bu sistemlerden ilham alarak yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretmesini sağlar. Bu bütünleşik yaklaşım hem problem çözme hem de yaratıcılık becerilerinin gelişimini desteklerken çevresel sürdürülebilirlik ve inovasyon hedeflerine de katkı sunar.

Eğitim sistemlerinin temel amacı, öğrencilerin bireysel potansiyellerini en üst düzeye çıkarmak ve onların topluma değerli katkılar sunabilecek bireyler olarak yetişmesini sağlamaktır. Bu bağlamda, özel yetenekli öğrenciler hızlı öğrenme kapasiteleri ve yenilikçi bakış açılarıyla dikkat çekerken toplumların sosyal, ekonomik ve teknolojik ilerlemesine büyük katkılarda bulunma potansiyeline sahiptirler (Bilgili, 2000). Özel yetenekli öğrencilerin eğitimi, yalnızca bireysel başarılarını artırmakla kalmaz aynı zamanda toplumun bilim, teknoloji, mühendislik ve diğer alanlarda daha sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler üretmesine olanak sağlar. Ancak mevcut öğretim programlarının özel yetenekli öğrencilerin öğrenme ihtiyaçlarını tam anlamıyla karşılayamadığı (Alqahtani ve Kaliappen, 2020; Genç, 2016). Bu nedenle, öğretim programlarının farklılaştırılması ve zenginleştirilmesi gerekmektedir.

Türkiye'de özel yetenekli öğrencilerle ilgili REAPS Modeli'ne dayalı yapılan çalışmaların sınırlı sayıda olduğu belirtilmiş, bu konuda daha fazla çalışmanın gerekliliği vurgulanmıştır (Duruk ve Akgün, 2020). REAPS Modeli, mevcut fen bilimleri müfredatına entegre edildiğinde öğrencilerde problem çözme becerilerinin yanı sıra yaratıcı düşünce gelişimini de destekler (Camcı-Erdoğan, 2014). Bu çalışmanın önemi şu noktalarla öne çıkmaktadır:

REAPS Modeli'ne dayalı biyotaklit temelli etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcı problem çözme ve tasarım süreçlerini nasıl geliştirdiği incelemektedir. Bu yaklaşım, öğrencilerin doğadan ilham alarak sürdürülebilir ve yenilikçi çözümler üretmesini teşvik eder. Özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılığını artırmak, toplumun sosyal, ekonomik, çevresel ve teknolojik sorunlarına etkili çözümler sunabilen bireyler yetiştirmek açısından kritik bir rol oynar. Araştırma, fen bilimleri gibi alanlarda müfredatın farklılaştırılmasına ve yaratıcı düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik uygulamalı bir model sunmaktadır.

Bu araştırmanın amacı, REAPS Modeli'ne dayalı biyotaklit temelli etkinliklerin özel yetenekli öğrencilerin yaratıcılık beceri düzeyleri üzerine etkisini ve uygulama sürecine yönelik öğrenci ve öğretmen görüşlerini incelemektir. Bu amaca ulaşmak için aşağıdaki soruların cevapları bulunmaya çalışılmıştır.

1. REAPS Modeli ile yürütülen biyotaklit temelli etkinlikler özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık beceri düzeylerini nasıl etkilemektedir?
2. REAPS Modeli ile yürütülen biyotaklit temelli etkinlikler ile yürütülen derslere ilişkin öğrenci görüşleri nasıldır?
3. REAPS Modeli'ne ilişkin biyotaklit temelli etkinliklerin öğretim programına entegrasyonuna ilişkin öğretmen görüşleri nelerdir?

Yöntem

Bu bölümde, araştırmanın amacı doğrultusunda izlenen yöntemsel süreçler detaylandırılmış, kullanılan araştırma deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları ve analiz teknikleri açıklanmıştır.

Araştırmanın Deseni

Bu çalışma, nicel ve nitel veri toplama tekniklerini birleştiren temel karma yöntem desenine dayalı olarak tasarlanmıştır. Karma yöntem araştırması, araştırmacının nicel ve nitel yöntemleri kullanarak verileri topladığı, analiz ettiği ve elde ettiği bulgularla çeşitli çıkarımlarda bulunduğu araştırma yaklaşımı olarak tanımlanmaktadır (Creswell ve Plano-Clark, 2018). Bu çalışmada karma yöntem araştırma desenlerinden iç içe gömülü karma desen kullanılmıştır. Araştırmacı, veri toplama yöntemlerini geliştirmek, uygulama sürecini değerlendirmek ve katılımcı tepkilerini analiz etmek amacıyla nitel verileri nicel verilerle bütünleştirmiştir. Nitel verilerin kullanılmasındaki temel amaç, nicel bulguları desteklemek, tamamlamak ve derinleştirmektir. Bu çalışmada, nitel veriler hem deneysel uygulama sürecinde hem de uygulama sonrasında toplanmıştır. Görüşme ve günlüklerden elde edilen nitel veriler, nicel bulguları desteklemek ve zenginleştirmek amacıyla kullanılmıştır. İç içe gömülü desende, araştırmacı ilk olarak nicel ölçümleri uygulama öncesinde analiz etmiştir. Uygulama sırasında uygulamanın etkililiğini ortaya koymak amacıyla ders sonunda öğrencilerden ders günlükleri

olarak nitel ver toplamıştır. Uygulama sonrası nicel ölçümler tekrar yapılmış ve nitel verilerle entegrasyonu yapılmıştır.

Araştırmanın nicel boyutunda, ön test-son test eşleştirilmiş gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Yarı deneysel desenler katılımcıların rastgele seçilemediği araştırmalarda kullanılır. Ders saatlerinin sabit olması ve eğitim ortamları için en uygun araştırma desenlerinden biri olması nedeniyle tercih edilmiştir. Araştırmanın nicel boyutunda REAPS Modeli araştırmanın bağımsız değişkeni iken, bilimsel yaratıcılık düzeyi bağımlı değişkeni oluşturmaktadır.

Tablo 1. Araştırmanın Tasarımı

<i>Grup</i>	<i>Ön Test</i>	<i>İşlem</i>	<i>Son Test</i>
Deney Grubu	O1	REAPS Modeli'ne göre hazırlanmış ders programının uygulanması	O2
Kontrol Grubu	O1	BİLSEM'de devam eden dersler ve uygulamalar	O2

O1: Bilimsel Yaratıcılık Ön Testi, O2: Bilimsel Yaratıcılık Son Testi

Araştırmada nitel veri, öğrenci günlükleri ve öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşme formlarından elde edilmiştir. Öğrenci günlükleri, öğrencilerin deneyimlerini, duygularını, düşüncelerini ve öğrenme sürecine yönelik deneyimlerini yansıttıkları etkili bir veri toplama aracıdır (Creswell ve Plano-Clark, 2018). Bu araştırmada her dersin sonunda öğrencilerden dersin içeriğine yönelik duygu ve düşüncelerini ifade eden günlük yazmaları istenmiştir. Her dersin sonunda veya bir sonraki derse getirecekleri şekilde günlükler toplanmıştır. Günlük yazarken öğrencilere sorular verilmiştir. Sorular öğrencileri kısıtlamadan fakat öğrencilere rehber olacak şekilde yazılmış bunun için iki fen eğitimi alan uzmanı ve bir ölçme değerlendirme uzmanından görüş alınmıştır. Bu bağlamda öğrencilere “Bu etkinlik ile ilgili duygu ve düşünceleriniz nelerdir?” “Bu etkinlikte değiştirmek istediğiniz özellikler var mıdır?” “Bu etkinliği teknolojiye kullanmak isterseniz nerelerde kullanırdınız?” “Ekleme istediğiniz bir düşünce var mıdır?” olmak üzere dört bölümde sorular sunulmuştur.

Uygulama süresince beş öğretmenle yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Görüşme soruları alanyazın taraması yapılarak araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur. Hazırlanan görüşme soruları iki fen eğitimi uzmanı, bir program geliştirme uzmanı ve bir ölçme değerlendirme uzmanı olmak üzere dört uzmandan görüş alınarak oluşturulmuştur. İlk olarak iki öğretmenle pilot uygulama yapılmış ve sekiz sorudan üç soru yakın sorular olması nedeniyle araştırmadan çıkarılmıştır.

Çalışma Grubu

Araştırma, Ankara ili Çankaya ilçesine bağlı BİLSEM'de öğrenim gören, özel yetenekli 4. sınıf öğrencilerinden oluşan 30 kişilik bir örneklem grubunu kapsamaktadır. Öğrencilerle gerçekleştirilen uygulamada, çalışma grubu tabakalı amaçlı örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

Öğretmenlerle yapılan görüşmelerin planlanmasında amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Ankara ili Çankaya ilçesindeki bilim ve sanat merkezlerinde görev yapan, REAPS Modeli ve biyotaklit temelli etkinlikler konusunda bilgi sahibi, özel yetenekli öğrencilerle deneyimi olan gönüllü fen bilimleri, biyoloji, teknoloji ve tasarım öğretmenleri çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcılardan yazılı onam alınarak etik ilkelere uyulmuş, yarı yapılandırılmış görüşme formu ile öğretmenlerin deneyim ve algılarına ilişkin derinlemesine veriler toplanmıştır. Elde edilen veriler, öğretmenlerin farklı bakış açılarını yansıtacak şekilde analiz edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmanın birinci alt problemi “REAPS Modeli, özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerini nasıl etkiler?” olan sorusuna ilişkin veriler Deniz-Çeliker ve Balım (2012) tarafından hazırlanan Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği uygulanarak tespit edilmiştir. Ölçek ön test ve son test olarak iki aşamalı olarak uygulanmış, ölçek kullanım izni e-posta yoluyla alınmıştır. Yedi maddeden oluşan ölçek, Hu ve Adey (2002) tarafından İngiltere’de 160 öğrenciye uygulanmış ve Cronbach alfa iç tutarlılık katsayısı 0,89 olarak bulunmuştur. 160 öğrenci arasından seçilen 30 öğrenciden alınan puanlar iki ayrı puanlayıcı tarafından puanlanmıştır. İki puanlama arasındaki Pearson korelasyonu değeri yedi madde için 0,793 ile 0,913 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Ölçek Lin vd. (2003) tarafından bilimsel eğitim programı yoluyla bilişsel hızlanmanın öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına etkisini belirlemek amacıyla farklı yapıdaki altı okuldan 1087 öğrenciye uygulanmıştır. Uygulanan programın bilimsel yaratıcılığın gelişimine katkı sağladığını ortaya koymuşlardır. Araştırmanın ikinci alt problemi kapsamında, biyotaklit temelli etkinliklerin öğrencilerin sürece yönelik görüşlerine etkisi incelenmiştir. Öğrencilerden her dersin sonunda öğrencilerden dersin içeriğine yönelik duygu ve düşüncelerini ifade eden günlük yazmaları istenmiştir. Ayrıca öğrenciler tarafından biyotaklit temelli etkinlikler sürecinde geliştirilen ürünler (tasarımlar, projeler, çizimler) orijinallik, bilimsel doğruluk ve uygulanabilirlik kriterlerine göre üç öğretmen tarafından bağımsız olarak değerlendirilmiştir. Orijinallik, ürünün benzersiz ve yenilikçi olmasını; bilimsel doğruluk, bilimsel prensiplere uygunluğunu; uygulanabilirlik ise ürünün gerçek dünya problemlerine çözüm sunabilme potansiyelini ifade etmektedir.

Araştırmanın üçüncü alt problemi doğrultusunda REAPS Modeli ve biyotaklit temelli etkinliklerin öğretim programına entegrasyonuna ilişkin öğretmen görüşlerini derinlemesine incelemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme yöntemi kullanılmıştır. Katılımcılar, Ankara ili Çankaya ilçesinde görev yapan ve gönüllülük esasına göre seçilen fen bilimleri, fizik, kimya ve biyoloji öğretmenlerinden oluşmaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemi tercih edilmiş, REAPS Modeli ve biyotaklit temelli etkinlikler hakkında bilgi sahibi ve özel yetenekli öğrencilerle çalışma deneyimi bulunan öğretmenlere ulaşılmıştır. Araştırmanın etik ilkelerine uygun olarak, tüm katılımcılardan yazılı onam alınmıştır. Veri toplama sürecinde, öğretmenlerin REAPS

Modeli'ne dayalı biyotaklit temelli etkinliklerin sınıf içi uygulamalarına ilişkin deneyimlerini, algılarını ve önerilerini ortaya koymak amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme formu kullanılmıştır. Görüşmeler, öğretmenlerin uygulama sürecinde karşılaştıkları güçlü ve zayıf yönleri, entegrasyon sırasında yaşanan zorlukları ve modelin müfredata uyarlanabilirliğine ilişkin görüşlerini kapsamaktadır. Tüm görüşmeler ses kaydı alınarak gerçekleştirilmiş ve ardından yazılı olarak döküm edilmiştir. Elde edilen nitel veriler, MAXQDA 24 yazılımı kullanılarak tematik analiz yöntemiyle incelenmiştir. Analiz sürecinde, öğretmenlerin görüşlerinden elde edilen kodlar ve temalar sistematik olarak belirlenmiş, bulgular öğretmenlerin uygulama deneyimlerini ve modelin eğitim ortamındaki etkilerini yansıtacak şekilde yapılandırılmıştır. Bu süreçte, öğretmenlerin REAPS Modeli'ne dayalı etkinliklerin müfredata entegrasyonu için sundukları öneriler ve ihtiyaç duyulan destek alanları da detaylı olarak ortaya konmuştur.

Verilerin Analizi

Bu araştırmada hem nicel hem de nitel veri toplama yöntemleri kullanıldığı için veriler iki farklı analiz yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. Nicel veriler Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği ve Prototip Değerlendirme Formu sonuçlarından elde edilmiştir. Bilimsel Yaratıcılık Ölçeği, biyotaklit temelli etkinlikler öncesinde ve sonrasında uygulanmış; elde edilen veriler SPSS 21 Programı kullanılarak bağımlı örneklem t-testi ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, etkinliklerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinde anlamlı bir fark oluşturup oluşturmadığı değerlendirilmiştir. Kriter bazlı değerlendirme kapsamında, öğrencilerin geliştirdiği prototipler orijinallik, bilimsel doğruluk ve uygulanabilirlik kriterleri üzerinden üç öğretmen tarafından puanlanmıştır. Elde edilen puanlar betimsel istatistikler (ortalama ve standart sapma) ile analiz edilmiş ve öğrencilerin genel başarı düzeyleri ortaya konmuştur.

Nitel veriler, öğretmenlerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Yarı yapılandırılmış görüşme formu ile elde edilen nitel veriler, sistematik bir şekilde analiz edilebilmesi amacıyla MAXQDA 24 yazılımına aktarılmıştır. Görüşme kayıtları yazılı döküm hâline getirilmiş ve ardından iki araştırmacı tarafından ayrı ayrı kodlanarak tematik analiz süreci yürütülmüştür. Kodlar hem önceden belirlenen temalar hem de veriden elde edilen yeni kategoriler doğrultusunda oluşturulmuştur. Örneğin, "dijital yeterlilik algısı" teması altında "dijital materyal hazırlama" ve "teknolojiye uyum sağlama" gibi kodlar kullanılmıştır. "Öğretim sürecinde dijital araç kullanımı" teması için ise "akıllı tahta kullanımı" ve "çevrim içi ders anlatımı" gibi kodlar belirlenmiştir. Ayrıca, analiz sırasında katılımcıların ifadelerinden yola çıkarak "internet erişim sorunları" ve "uzaktan eğitimde motivasyon kaybı" gibi yeni kodlar da eklenmiştir. Böylece hem önceden planlanan hem de veriden ortaya çıkan kodlar analizde yer almıştır.

Araştırmanın Uygulama Süreci

Araştırma 2024-2025 Eğitim-Öğretim Yılı'nın 2. Döneminde Ankara Çankaya Yasemin Karakaya BİLSEM'de DEP 3 programına devam eden 4. sınıf 30 özel yetenekli öğrenci ile haftada dört ders saati olmak üzere üç haftalık ders programı ile yürütülmüştür. Araştırmada biyotaklit temelli ders modülleri oluşturulmuştur. REAPS Modeli'ne uygun etkinlik sürecinin hazırlanmasında bu modelin üç bileşeni olan DISCOVER, TASC ve PDÖ bileşenleri temel alınmıştır. İlk olarak DISCOVER bileşeninde altı farklı problem tipi bulunmaktadır. DISCOVER problem tipi, problem, yöntem ve çözüm matrisinde kapalı ve açık uçlu olmak üzere altı problem tipi yer almaktadır. Bu araştırmada TİP V ve Tip VI problem tipleri tercih edilmiştir. Tip V problem öğretmen ve öğrenci tarafından bilinir, ancak yöntem ve çözüm bilinmemektedir. TİP VI'da problem tanımlanmamış, yöntem, çözüm öğretmen ve öğrenci tarafından bilinmemektedir. Karmaşık bir yapıya sahiptir ve genellikle gerçek yaşam durumlarından örnek alınır (Maker vd., 2015). Bu araştırmada ders programı hazırlanırken 2023-2024 MEB programı ve BİLSEM Çerçeve Programı incelenmiştir. BİLSEM Fen Bilimleri Dersi Çerçeve Öğretim Programı, öğrencilerin bilimsel gözlem, hipotez kurma, model oluşturma, deney yapma, çıkarımda bulunma, problem çözme ve eleştirel düşünme gibi alan ve kavramsal becerilerini geliştirmeyi amaçlar. Ayrıca programda sürdürülebilirlik, çevre sorunları, disiplinler arası bakış açısı ve tasarım odaklı uygulamalar ön plandadır. Sürdürülebilirlik teması, REAPS Modeli ve biyotaklit yaklaşımıyla oldukça örtüşmektedir. Doğadan ilham alan çözümler genellikle daha sürdürülebilir, enerji verimli ve çevre dostu olmaktadır. Öğrenciler, doğadaki sistemleri inceleyerek ve bu sistemlerden ilham alarak, günümüzün en acil çevresel sorunlarına yenilikçi çözümler geliştirebilirler. REAPS Modeli'yle biyotaklit temelli etkinlikler, öğrencilerin doğadaki sistemleri gözlemleyip analiz etmelerini, bu gözlemlerden yola çıkarak özgün ve uygulanabilir çözümler üretmelerini sağlar. Bu süreç, programın öngördüğü bilimsel süreç ve üst düzey düşünme becerilerinin tamamını kapsar. Bu iki yaklaşımın sürdürülebilirlik temasıyla bütünleştirilmesi, BİLSEM Fen Bilimleri Dersi Çerçeve Öğretim Programı'nın temel felsefesi ve kazanımlarıyla tam bir uyum içindedir. Program, öğrencilerin "sürdürülebilirlik okuryazarlığı", "çevre ve iklim okuryazarlığı" gibi becerileri kazanmalarını ve "günlük yaşam problemlerine sorgulayıcı ve disiplinler arası bakış açısıyla yenilikçi çözümler geliştirmelerini" hedeflemektedir (MEB, 2022). Ayrıca programda "sürdürülebilir yaşam", "bilim ve toplum etkileşimi" ve "fen-teknoloji-toplum-çevre" gibi temaların yer alması, sürdürülebilirliğin fen eğitiminin merkezinde olduğunu göstermektedir.

Hazırlanan ders modülü iki uzman görüşüne sunulduktan sonra biyotaklit konusuna yönelik problemlerin sayısı azaltılmış ve kapsam daraltılmıştır. Aynı zamanda BİLSEM'de fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapan ve biyotaklit konusunda doktora araştırmasına devam eden bir öğretmenden görüş alınarak gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Ders modülü Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Araştırmanın Uygulama Süreci

1. Hafta: DISCOVER			
Ders	REAPS Bileşeni	Kazanım	Etkinlik
1	Gözlem ve Farkındalık	Biyotaklit ve sürdürülebilirlik kavramlarını tanıır.	Sürdürülebilirlik ve biyotaklit kavramlarının sunumu (örnek: lotus yaprağı, termit yuvası, örümcek ağı)
2	Sorunları Tanıma	Doğadaki yapı ve süreçlerin çevre sorunlarına çözüm olabileceğini fark eder.	Çevredeki sürdürülebilirlik sorunlarının beyin fırtınası ile belirlenmesi; öğrenciler gözlem formlarına çevrelerinde gördükleri sorunları yazar
3	Doğadan İlham Alma	Çevresindeki sürdürülebilirlik sorunlarını gözlemler ve listeler.	Doğadan ilham alan tasarımların (biyotaklit örnekleri) incelenmesi; öğrenciler, doğadaki çözümlerle insan yapımı çözümleri karşılaştırır
4	Problem Seçimi ve Tanımlama		Her öğrenci/grup, bir sürdürülebilirlik sorununu seçer ve bu sorunu tanımlar; "Bu sorunu çözmek için doğadan nasıl ilham alabiliriz?" sorusu ile haftanın sonunda problem belirlenir. [Öğrencilere problem senaryoları verilir. Tip V ve Tip VI' ya yönelik (EK 1)]
2. Hafta: PDÖ			
5.	Problemi Derinlemesine Anlama	Seçilen TİP V veya TİP VI problemiyle ilgili bilgi toplar ve analiz eder.	Her grup/öğrenci, kendi seçtiği sürdürülebilirlik problemine yönelik alanyazın taraması yapar, video ve makale inceler, doğadaki benzer çözümleri araştırır.
6.	Fikir Üretme ve Alternatif Çözümler Geliştirme	Biyotaklit temelli çözüm önerileri için yaratıcı fikirler üretir.	Gruplar, doğadan ilham alarak en az üç farklı çözüm önerisi geliştirir. Beyin fırtınası ve tartışma yapılır.
7.	Alternatifleri Değerlendirme ve Seçim	Çözüm alternatiflerini bilimsel doğruluk, uygulanabilirlik ve özgünlük açısından değerlendirir.	Her grup, önerdiği çözümleri tartışır, avantaj ve dezavantajlarını belirler, en uygun çözümü seçer.
8.	Prototip Taslağı ve Sunum	Seçilen çözüm için prototip taslağı hazırlar ve sunar.	Gruplar, seçtikleri çözümün taslağını (çizim, malzeme listesi, işleyiş şeması) hazırlar ve sınıfa sunar. Sunumda ilham alınan biyolojik örnekler ve çözümün işleyişi anlatılır.
3.Hafta TASC Döngüsüne Göre Ders Planı			
9.	Topla ve Organize Et	Prototip geliştirme için gerekli bilgi, malzeme ve kaynakları toplar ve düzenler.	Gruplar, 2. haftada hazırladıkları prototip taslağına göre ihtiyaç duydukları materyalleri, araştırma notlarını ve görev dağılımını organize eder.
	Görevi Netleştir	Prototipin amacını, hedefini ve çözmek istediği problemi açıkça tanımlar.	Her grup, prototipinin hangi sürdürülebilirlik sorununu çözdüğünü, hedefini ve beklenen çıktısını netleştirir.
10.	Fikir Üret	Prototipin tasarımı ve işleyişi için yaratıcı fikirler üretir, alternatifler geliştirir.	Gruplar, prototipin daha etkili ve özgün olması için beyin fırtınası yapar, farklı tasarım ve işleyiş alternatifleri geliştirir, çizimler yapar.
	En İyi Çözümü Seç ve Planla	En uygun tasarım ve uygulama planını seçer, ayrıntılı olarak planlar.	Gruplar, ürettikleri fikirleri değerlendirir, en uygun olanı seçer ve uygulama adımlarını belirler. Zaman çizelgesi ve iş bölümü oluşturulur.
11.	Planı Uygula	Seçilen tasarımı uygulayarak prototipi geliştirir.	Gruplar, hazırladıkları plana göre biyotaklit temelli prototiplerini inşa eder. Gerekli malzemelerle model/maket oluşturulur.
	Değerlendirir	Prototipi işlevsellik, özgünlük ve uygulanabilirlik açısından değerlendirir.	Her grup, prototipini test eder, güçlü ve geliştirilmesi gereken yönlerini belirler, gerekirse düzeltmeler yapar. Değerlendirme formu doldurulur.
12.	Sun	Prototipini ve sürecini sınıfa sunar.	Gruplar, prototiplerini ve geliştirme süreçlerini sınıfa sunar. Sunumda problemi, çözüm yolunu, ilham alınan biyolojik örnekleri ve prototipin işleyişini anlatır.
	Deneyimden Öğren	Süreçte edindiği deneyimleri ve öğrendiklerini yansıtır.	Her öğrenci/grup, süreç boyunca neler öğrendiğini, karşılaştığı zorlukları ve geliştirdiği becerileri yazarak veya sözlü olarak paylaşır. Öz ve akran değerlendirmesi yapılır.

Tablo 2'ye göre hazırlanan ders programı, REAPS Modeli'nin üç temel bileşeni olan DISCOVER, PDÖ ve TASC adımlarını sistematik biçimde uygulama sürecine entegre etmektedir. Programın ilk aşamasında (DISCOVER), öğrencilerin sürdürülebilirlik ve biyotaklit kavramlarını

keşfetmeleri, çevrelerindeki problemleri gözlemlmeleri ve problem belirleme becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. İkinci aşamada (PDÖ), öğrenciler seçtikleri TİP V ve TİP VI problem senaryoları üzerinden, bilimsel araştırma, yaratıcı fikir üretme ve çözüm alternatifleri geliştirme süreçlerine yönlendirilmiştir. Son aşamada (TASC), öğrenciler, seçtikleri çözümleri prototipleme, uygulama, değerlendirme ve sunum adımlarından geçirerek, bilimsel süreç becerilerini ve iş birliği yetkinliklerini pekiştirmiştir. Bu yapılandırılmış ders programı, öğrencilerin problem çözme, yaratıcı düşünme ve bilimsel uygulama becerilerini bütüncül bir yaklaşımla geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, her adımda öğrenci merkezli ve aktif öğrenme yöntemlerinin kullanılması, REAPS Modeli'nin etkililiğini artırmakta ve uygulama sürecinin sistematik olarak izlenmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda öğrencilere rehber olması amacıyla TASC etkinlik kâğıdı hazırlanmış ve bu adımların takip edilmesi istenmiştir. Örnek TASC etkinlik kâğıdı EK 2'de verilmiştir.

Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde, elde edilen nicel ve nitel veriler doğrultusunda katılımcıların görüşleri, uygulama sürecinde gözlemlenen değişimler ve belirlenen temalar doğrultusunda analiz edilerek sunulmuştur. Bulgular, araştırma sorularına yanıt verecek şekilde alt başlıklar hâlinde yapılandırılmış ve gerektiğinde tablo, grafik ve doğrudan alıntılarla desteklenmiştir.

Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

“REAPS Modeli ile yürütülen biyotaklit temelli etkinlikler özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık beceri düzeylerini nasıl etkilemektedir?” araştırma sorusuna yanıt verebilmek amacıyla deney ve kontrol gruplarının Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) ön test ve son test puanları belirlenmiş ve sonrasında bu puanlar arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılan bağımsız gruplar t-testi sonuçlarına dayanmaktadır. Bulgular sırasıyla sunulmuştur.

Araştırmanın birinci alt problemi kapsamında, REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubunda bilimsel yaratıcılık ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu amaçla deney grubundaki öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası BYT puanları arasındaki anlamlı farklılaşma bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. REAPS Modeli'nin Özel Yetenekli Öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılık Düzeylerine Etkisi

Grup	Test	N	X	Ss	Sd	t	p	Cohen' d
Deney	Ön Test	15	7,68	1,58	14	8,44	.000	2,11
	Son Test	15	13,01	2,89				

Tablo 3'e göre, REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubundaki öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerindeki değişimi gösteren bağımlı gruplar t-testi sonuçlarını içermektedir. Analiz sonuçları incelendiğinde deney grubundaki öğrencilerin ön test puan ortalaması ($X=7,68$; $Ss=1,58$) ile

son test puan ortalaması ($X=13,01$; $Ss=2,89$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir [$t_{(14)}=8,44$; $p<.001$]. Bu bulgu, REAPS Modeli'ne dayalı biyotaklit temelli etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerini önemli ölçüde artırdığını göstermektedir.

Etki büyüklüğü değeri (Cohen's $d=2,11$) incelendiğinde uygulanan modelin bilimsel yaratıcılık üzerinde çok yüksek düzeyde bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Cohen (1988) sınıflandırmasına göre 0.8'in üzerindeki değerler yüksek etki büyüklüğünü ifade ederken 2,11 değeri oldukça dikkat çekici bir etki büyüklüğüne işaret etmektedir. Bu durum, REAPS Modeli'nin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirmede güçlü bir pedagojik yaklaşım olduğunu desteklemektedir.

Birinci alt problem kapsamında, kontrol grubundaki öğrencilerin BYT ön test ve son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu doğrultuda, kontrol grubunda yer alan özel yetenekli öğrencilerin uygulama öncesi ve sonrası BYT puanları arasındaki anlamlı farklılaşma bağımlı gruplar t-testi ile analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYT Ön Test-Son Test Puanları

Grup	Test	N	X	Ss	Sd	t	p	Cohen' d
Kontrol	Ön Test	15	7,77	1,21	14	1,21	.274	.24
	SonTest	15	7,95	1,08				

Tablo 4, kontrol grubunda yer alan özel yetenekli öğrencilerin Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) ön test ve son test puanları arasındaki değişimi göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre, kontrol grubunda uygulama öncesi BYT puan ortalaması ($X=7,77$; $Ss=1,21$) ile uygulama sonrası BYT puan ortalaması ($X=7,95$; $Ss=1,08$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır [$t_{(14)}=1,21$; $p>.05$]. Bu bulgu, BİLSEM programına göre ders işlenen kontrol grubunda, bilimsel yaratıcılık düzeylerinde anlamlı bir gelişme olmadığını göstermektedir. Ayrıca etki büyüklüğü değerinin (Cohen's $d=0,24$) düşük olması, uygulanan standart öğretim programının öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerinde kayda değer bir artış sağlamadığını desteklemektedir. Sonuç olarak kontrol grubunda gözlemlenen bu durum, REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubunda elde edilen anlamlı artışla karşılaştırıldığında yenilikçi ve farklılaştırılmış öğretim yaklaşımlarının bilimsel yaratıcılık gelişiminde önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Birinci alt problem kapsamında, REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubu ile kontrol grubunda yer alan özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ön test ve son test puanları arasındaki farklılıklar da analiz edilmiştir. Bu doğrultuda, her iki grubun uygulama öncesi (ön test) ve uygulama sonrası (son test) BYT puan ortalamaları arasındaki istatistiksel anlamlılık, bağımsız gruplar t-testi ile değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. REAPS Modeli'nin Kullanıldığı Deney Grubu ile Kontrol Grubu Arasında Bilimsel Yaratıcılık Ön Test-Son Test Puanları

<i>Değişken</i>	<i>Grup</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
BYT	Deney	15	7,77	1,21	25	.75	.435
Ön test	Kontrol	15	7,68	1,08			

Tablo 5, REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubu ile geleneksel yöntemlerle eğitim alan kontrol grubunun BYT ön test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin bağımsız gruplar t-testi sonuçlarını göstermektedir. Tablodaki verilere göre, deney grubunda yer alan 15 öğrencinin BYT ön test puan ortalaması 7,77 ($Ss=1,21$) iken, kontrol grubundaki 15 öğrencinin BYT ön test puan ortalaması 7,68 ($Ss=1,08$) olarak hesaplanmıştır. Bağımsız gruplar t-testi sonuçları, bu iki ortalama arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermektedir [$t_{(25)}=0,75$; $p=0,435$; $p>0,05$]. Bu bulgu, deneysel araştırma metodolojisi açısından son derece önemlidir çünkü uygulama öncesinde deney ve kontrol gruplarının bilimsel yaratıcılık düzeyleri bakımından denk olması, araştırmanın iç geçerliliğini sağlayan temel koşullardan biridir. Grupların başlangıçta denk olması, uygulama sonrasında ortaya çıkan farklılıkların (Tablo 4'te görüldüğü üzere deney grubunun son test ortalaması $X=13,01$, kontrol grubunun son test ortalaması $X=7,95$) REAPS Modeli'nin etkisinden kaynaklandığını iddia etmeyi mümkün kılmaktadır.

Tablo 6. Deney ve Kontrol Grubu Öğrencilerinin BYT Son Testine İlişkin Bağımsız Gruplar t-Testi Analiz Sonuçları

<i>Değişken</i>	<i>Grup</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>sd</i>	<i>t</i>	<i>p</i>	<i>Cohen'd</i>
BYT	Deney	15	13,01	2,88	28	6,44	.000	2,22
Sontest	Kontrol	15	7,95	1,01				

Tablo 6, deney grubu ile kontrol grubunun BYT son test puanlarının karşılaştırılmasına ilişkin bağımsız gruplar t testi analiz sonuçlarını sunmaktadır. Tabloya göre deney grubunda yer alan 15 öğrencinin BYT son test puan ortalaması 13,01 ($Ss=2,88$) iken kontrol grubundaki 15 öğrencinin ortalaması 7,95 ($Ss=1,01$) olarak hesaplanmıştır. Bağımsız gruplar t testi sonucunda, bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu görülmektedir [$t_{(28)}=6,44$; $p=.000$]. Ayrıca, Cohen's d etki büyüklüğü 2,22 olarak hesaplanmış ve bu değer, REAPS Modeli'nin bilimsel yaratıcılık üzerinde çok yüksek düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak Tablo 4'teki bulgular, REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubundaki özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinin, geleneksel yöntemlerle eğitim alan kontrol grubuna kıyasla anlamlı ve güçlü bir şekilde arttığını ortaya koymaktadır. Bu durum, REAPS Modeli'nin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerinin gelişiminde etkili ve güçlü bir öğretim yaklaşımı olduğunu göstermektedir.

Tablo 7. Deney ve Kontrol Grupları Arasında BYT Testinin Alt Boyutlarına İlişkin Bağımsız Gruplar t-Testi Analiz Sonuçları

<i>Değişken</i>	<i>Test</i>	<i>Grup</i>	<i>N</i>	<i>X</i>	<i>Ss</i>	<i>sd</i>	<i>T</i>	<i>p</i>
Akıcılık	Ön test	Deney	15	4,11	0,88	25	1,69	0,089
		Kontrol	15	3,75	0,82			
	Son test	Deney	15	7,61	1,87	25	7,30	.000
		Kontrol	15	3,88	0,58			
Esneklik	Ön test	Deney	15	3,78	0,59	25		0,069
		Kontrol	15	3,75	0,78			
	Son test	Deney	15	7,54	1,89	25	7,22	.000
		Kontrol	15	3,89	0,59			
Özgünlük	Ön test	Deney	15	4,96	1,44	25	0,88	0,387
		Kontrol	15	5,12	0,87			
	Son test	Deney	15	8,75	2,11	25	5,26	.000
		Kontrol	15	5,47	1,16			

Tablo 7, deney ve kontrol grupları arasında Bilimsel Yaratıcılık Testi (BYT) alt boyutlarına ilişkin bağımsız gruplar t-testi analiz sonuçlarını göstermektedir. Tabloda akıcılık, esneklik ve özgünlük olmak üzere üç alt boyut için hem ön test hem de son test sonuçları karşılaştırılmıştır. Ön test sonuçlarına göre deney ve kontrol grupları arasında üç alt boyutta da istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır ($p>0.05$). Bu durum, uygulama öncesinde grupların bilimsel yaratıcılık alt boyutları açısından denk olduğunu göstermektedir. Ancak son test sonuçlarına bakıldığında REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubunun tüm alt boyutlarda (akıcılık, esneklik ve özgünlük) kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha yüksek puanlar aldığı görülmektedir ($p<.001$). Özellikle akıcılık boyutunda deney grubu ortalaması 7,61 iken kontrol grubu ortalaması 3,88; esneklik boyutunda deney grubu ortalaması 7,54 iken kontrol grubu ortalaması 3,89; özgünlük boyutunda ise deney grubu ortalaması 8,75 iken kontrol grubu ortalaması 5,47 olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar, REAPS Modeli'nin BİLSEM öğrencilerinin bilimsel yaratıcılığının tüm alt boyutlarında önemli gelişmeler sağladığını ve özellikle özgünlük boyutunda en yüksek etkiyi gösterdiğini ortaya koymaktadır.

İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

İkinci alt problem kapsamında, biyotaklit temelli etkinliklerin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerine etkisi hem nitel hem de nicel verilerle değerlendirilmiştir. Bu bölümde, öğrencilerin süreç boyunca tuttıkları günlüklerden elde edilen bulgular ile deney grubunda yer alan öğrencilerin ürünlerine ilişkin öğretmen değerlendirme puanları birlikte ele alınmıştır. Söz konusu bulgulara Tablo 8 ve Tablo 9'da yer verilmiştir.

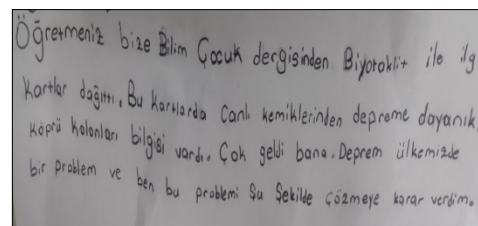
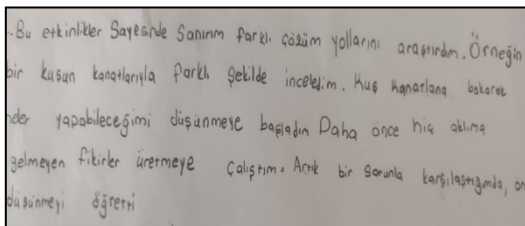
Tablo 8. Öğrenci Günlüklerine İlişkin Bulgular

Ana Tema	Alt Tema	Öğrenci Görüşü
Problemin farkına varma	Problemi fark etme, problemi görme, problemi sezme	"Deprem bizim ülkemizde bir problem, su arıtma ile ilgili çok sorunumuz var."
Yaratıcılık	Farklı bakış açısı kazanma, yaratıcı düşünme, farklı şekilde düşünme,	"Grup içinde tartışmak daha yaratıcı çözümler bulmamı sağladı."
Problem çözme	Sorunlara yönelik çözümler önerme, problemin çözüm yollarını araştırma	"Plastik kirliliği için çözüm ararken, mantarların biyolojik olarak parçalanabilir yapısından ilham aldım. Belki de ambalajları mantar miselleri gibi yapabiliriz diye düşündüm."
Fikir paylaşımı	Aynı probleme farklı çözümler, farklı fikirler, değişik çözümler	"... Aynı problem olmasına rağmen farklı çözümler ürettik, paylaştık."
Eleştirel düşünme	Bilgiye eleştirel yaklaşma	"... Bir problemi çözmeden önce farklı yolları düşünürüm ve en mantıklı olanı seçmeye çalışırım."
İş birliği	Ortak ürün oluşturma	"Hepimiz grup olarak tasarım oluşturduk; grup arkadaşlarımı dinledim ve fikirlerimi geliştirdim."
Yenilikçilik	Orijinallik	"Teknolojiyi de kullanarak ileri düzey tasarımlar elde ettik. Deve burun deliğinden arıtma sistemi elde etmek çok farklı bir fikir."
Keşif ve araştırma	Merak ve sorgulama	"Örümcek ağlarının neden bu kadar dayanıklı olduğunu merak ettim. Araştırdığımda kendi ağırlığının 40 katı ağırlığı taşıyabildiğini öğrendim."
Motivasyon ve tutum	Prototip geliştirme, süreçteki eğlence, başarıya ulaşma	"Kendimi mucit gibi hissettim."; Bilim insanı gibi çalışmak benim heyecanlandırdı."; "Biyotaklit etkinliklerinde zamanın nasıl geçtiğini anlamadım."
Sürdürülebilirlik bilinci	Doğa-insan ilişkisi, doğanın gücü, doğanın mesajı, canlıların farklılığı, canlıları inceleme, doğadan ilham alma	"Artık çevreme bakmayı öğrendim, doğanın tılsımı var.", "Doğa teknolojinin ta kendisidir."

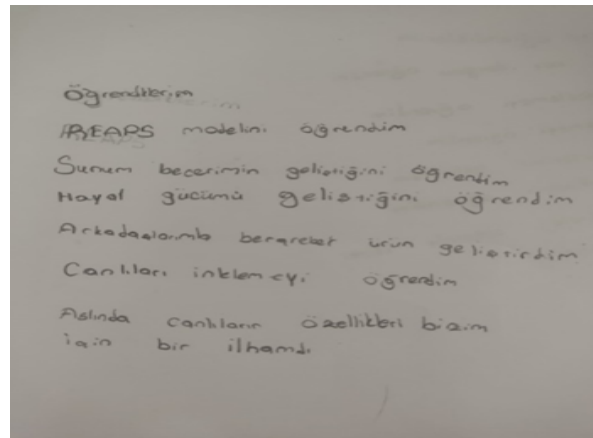
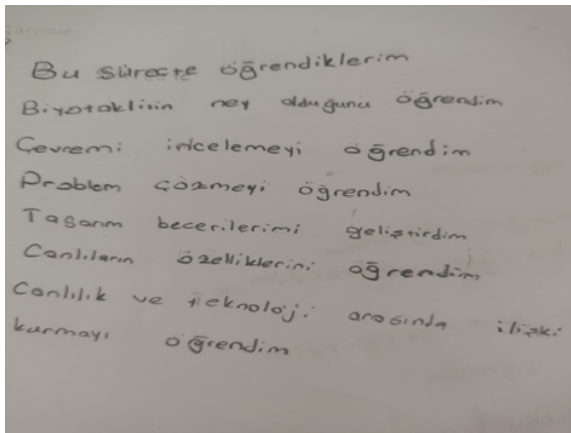
Ö3 (6. sınıf): "...Bugün REAPS Modeli'ni öğrendik. İlk başta çok karışık gibi geldi. Ama biyotaklit etkinliklerine başlayınca daha iyi anladım. Sistematik bir ders oldu benim için. Mesela öğretmen bize doğadaki tasarımları incelememizi söyledi. Ben kuşların kanatlarını seçtim. Kuşların kanatlarının neden o şekilde olduğunu, nasıl uçabildiklerini araştırdım. Kanatların uçlarındaki tüylerin hava akımını nasıl yönlendirdiğini öğrenmek çok ilginçti. Belki bu bilgiyi kullanarak daha verimli çalışan bir rüzgâr türbini tasarlayabilirim."

Ö11 (5. sınıf): "...Öğretmenimiz bize Bilim Çocuk dergisinden Biyotaklit ile ilgili kartlar dağıttı. Bu kartlarda canlı kemiklerinden depreme dayanıklı köprü kolonları bilgisi vardı. Çok ilginç geldi bana. Deprem ülkemizde bir problem ve ben bu problemi bu şekilde çözmeye karar verdim."

Ö18 (6. Sınıf): "...Bu etkinlikler sayesinde sanırım farklı çözüm yollarını araştırdım. Örneğin bir kuşun kanatlarını farklı şekilde inceledim. Kuş kanatlarına bakarak neler yapabileceğimi düşünmeye başladım. Daha önce hiç aklıma gelmeyen fikirler üretmeye çalıştım. Artık bir soruna karşılaştığımda, önce araştırıyor ve farklı seçenekleri değerlendiriyorum. Bu süreç bana hem yaratıcı hem de eleştirel düşünmeyi öğretti."

**Şekil 4. Öğrenci günlükleri**

Öğrenci günlüklerinde yer alan ifadeler, REAPS Modeli'nin öğrencilerde problem çözme ve yaratıcılık becerilerini geliştirdiğini açıkça ortaya koymaktadır. Örneğin, bir öğrenci kuşların kanat yapısını inceleyerek rüzgâr türbini tasarımı fikrine ulaşırken bir diğeri canlı kemiklerinden esinlenerek depreme dayanıklı köprü kolonları tasarlamayı düşünmüştür. Bu tür örnekler, öğrencilerin bilimsel doğruluk ve uygulanabilirlik açısından yüksek puanlar aldığını gösteren tablo verileriyle de örtüşmektedir. Araştırmada REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubu öğrencilerinin günlüklerinde, bilimsel yaratıcılık süreçlerine ilişkin çok boyutlu kazanımlar gözlemlenmiştir. Öğrenciler, derslerde karşılaştıkları problemleri fark etme, yaratıcı ve eleştirel düşünme, iş birliği yapma, yenilikçi fikirler geliştirme ve doğadan ilham alma gibi üst düzey beceriler kazandıklarını ifade etmişlerdir. Özellikle biyotaklit temelli etkinlikler, öğrencilerin doğadaki tasarımları inceleyerek özgün ve uygulanabilir çözümler üretmelerine olanak sağlamıştır. Ayrıca, öğrenciler grup çalışmaları sırasında farklı bakış açıları geliştirdiklerini, fikir paylaşımı ve ortak ürün oluşturma süreçlerinde aktif rol aldıklarını belirtmişlerdir. Bu durum, REAPS Modeli'nin iş birliği ve iletişim becerilerini de desteklediğini göstermektedir. Öğrencilerin, “Kendimi mucit gibi hissettim.” veya “Bilim insanı gibi çalışmak beni heyecanlandırdı.” gibi ifadeleri, sürece yönelik motivasyonlarının ve bilimsel tutumlarının olumlu yönde geliştiğini göstermektedir. Bununla birlikte TASC etkinlik kağıdında bulunan “Bu süreçte neler öğrendiniz?” sorusundan elde edilen veriler de günlükleri desteklemektedir.



Şekil 5. TASC etkinlik kâğıdı örnekleri

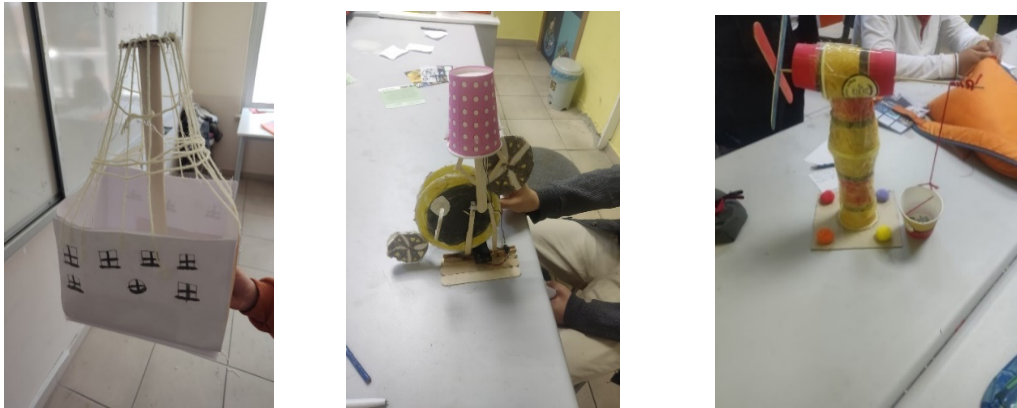
Öğrenciler, TASC döngüsünün her aşamasında problem çözme, yaratıcı düşünme, iş birliği ve iletişim gibi üst düzey beceriler kazandıklarını günlüklerinde sıklıkla ifade etmişlerdir. Özellikle “deneyimden öğren” adımı, öğrenciler süreç boyunca edindikleri bilgi ve becerileri, karşılaştıkları zorlukları ve bu zorlukları nasıl aştıklarını ayrıntılı şekilde yansıtmışlardır. Öğrenciler, sunum ve raporlama becerilerinin geliştiğini, takım çalışmasının önemini daha iyi kavradıklarını ve özgüvenlerinin arttığını belirtmişlerdir. Özellikle “deneyimden öğren” adımı, biyotaklit temelli etkinliklerin kendilerine kazandırdığı en önemli becerinin, doğadaki sistemleri inceleyerek özgün ve sürdürülebilir çözümler üretebilmek olduğu vurgulanmıştır. Bu bulgular, TASC etkinlik kağıdında yer

alan “Bu süreçte neler öğrendiniz?” sorusunun, öğrencilerin biyotaklit yaklaşımıyla kazandıkları bilgi, beceri ve farkındalıkları yansıtmak için etkili bir araç olduğunu göstermektedir.

Tablo 9. Deney Grubu Öğrencilerinin Bilimsel Yaratıcılık Becerilerine İlişkin Öğretmen Değerlendirme Puanları

<i>Kriter</i>	<i>Ortalama Puan (10 üzerinden)</i>
Orijinallik	8,1
Bilimsel Doğruluk	7,2
Uygulanabilirlik	7,5

Tablo 9’da REAPS Modeli uygulanan deney grubundaki öğrencilerin hazırladığı prototiplerin üç farklı öğretmen tarafından yapılan değerlendirme puanları yer almaktadır. Değerlendirme sürecinde, her bir öğretmen öğrencilerin geliştirdiği prototipleri orijinallik, bilimsel doğruluk ve uygulanabilirlik kriterleri açısından 10 üzerinden puanlamıştı. Üç öğretmenin bağımsız olarak yaptığı değerlendirmeler sonucunda, öğrencilerin prototipleri orijinallik alanında ortalama 8,1 puan almıştır. Bu yüksek puan, öğrencilerin özgün ve yaratıcı çözümler geliştirme konusunda başarılı olduklarını göstermektedir. Bilimsel doğruluk kriterinde ortalama 7,2 puan elde edilmiştir; bu da prototiplerin bilimsel temellere uygun olarak tasarlandığını göstermektedir. Uygulanabilirlik kriterinde ise 7,5 puan alınmıştır ve bu sonuç, öğrencilerin ortaya koyduğu prototiplerin pratikte uygulanabilir ve gerçek hayata uyarlanabilir nitelikte olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 6. Öğrenci ürünlerine ilişkin örnekler

Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Üçüncü alt problem kapsamında, REAPS Modeli’ne dayalı biyotaklit temelli etkinliklerin öğretim programına entegrasyonuna yönelik öğretmen görüşleri incelenmiştir. Bu amaçla, öğretmenlerle yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiş ve elde edilen nitel veriler, MAXQDA 24 yazılımı kullanılarak tematik analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir.

Tablo 10. REAPS Modelinin BİLSEM'e Entegrasyonuna İlişkin Öğretmen Görüşleri: Kod, Tema ve Örnek Alıntılar

<i>Tema</i>	<i>Kod</i>	<i>f</i>	<i>Örnek Alıntı</i>
Program Esnekliği	Program uyumu, esnek yapı, içerik zenginliği	5	"BİLSEM'deki çerçeve programlar sayesinde REAPS Modeli'ni rahatlıkla uygulayabiliyoruz."
Üstün Yetenekli Öğrenci Özellikleri	Motivasyon, ilgi, farklılaşma, hızlı öğrenme	4	"Üstün yetenekli öğrenciler, klasik yöntemlerden çabuk sıkılıyor; REAPS ile daha motive oluyorlar."
Disiplinler Arası ve Uygulamalı Yaklaşım	Disiplinler arası, uygulama, gerçek yaşam, proje tabanlı öğrenme	5	"Modelin disiplinler arası yapısı, öğrencilerin yaratıcılığını ve iş birliğini artırıyor."
Uygulama Zorlukları	Zaman yönetimi, materyal eksikliği, planlama güçlüğü	3	"Zaman ve materyal eksikliği bazen süreci zorlaştırıyor."
Öğretmen İş Birliği ve Paylaşım	Deneyim paylaşımı, ekip çalışması, mesleki gelişim	4	"Diğer öğretmenlerle deneyim paylaşmak uygulamayı kolaylaştırıyor."
Bilimsel Yaratıcılık ve Problem Çözme	Özgün proje, bilimsel düşünme, problem çözme, yaratıcılık	5	"Öğrenciler, REAPS ile özgün projeler geliştirip bilimsel düşünme becerilerini geliştiriyor."
Destek İhtiyacı	Materyal desteği, hizmet içi eğitim, kaynak ihtiyacı	3	"Materyal desteği ve hizmet içi eğitimler artırılsa model daha yaygın uygulanabilir."

Tablo 10, öğretmen görüşlerine dayalı olarak REAPS Modeli'nin BİLSEM öğretim programına entegrasyonuna ilişkin öne çıkan temaları ve bu temalara ait örnek alıntılarını özetlemektedir. Tabloya göre, öğretmenler program esnekliğinin REAPS Modeli'nin uygulanabilirliğini artırdığını, BİLSEM'in çerçeve programlarının farklı içerik ve etkinliklerin kolayca entegre edilmesine olanak sağladığını vurgulamıştır. Üstün yetenekli öğrencilerin klasik yöntemlerden çabuk sıkıldığı, REAPS Modeli'nin ise onların motivasyonunu ve katılımını artırdığı belirtilmiştir. Disiplinler arası ve uygulamaya dayalı yaklaşımın öğrencilerin yaratıcılık ve iş birliği becerilerini geliştirdiği, özgün projeler üretmelerine imkân tanıdığı ifade edilmiştir. Bununla birlikte zaman yönetimi ve materyal eksikliği gibi uygulama zorlukları da dile getirilmiştir. Öğretmenler arası iş birliği ve deneyim paylaşımının bu zorlukların aşılmasında önemli bir rol oynadığı, materyal desteği ve hizmet içi eğitimlerin artırılması hâlinde modelin daha yaygın ve etkili bir şekilde uygulanabileceği vurgulanmıştır. Sonuç olarak öğretmenler REAPS Modeli'nin BİLSEM'e entegrasyonunu hem uygulanabilir hem de özel yetenekli öğrencilerin gelişimine katkı sağlayacak bir yaklaşım olarak değerlendirmiştir.

Tartışma

Bu araştırmada, biyotaklit temelli REAPS Modeli'nin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerine etkisi hem nicel hem de nitel verilerle kapsamlı biçimde incelenmiştir. Elde edilen bulgular, REAPS Modeli'nin uygulandığı deney grubunda bilimsel yaratıcılık düzeylerinde anlamlı ve yüksek düzeyde bir artış sağlandığını göstermektedir. Elde edilen bulgular, alanyazındaki benzer çalışmalarla (Maker ve Zimmerman, 2008; Wu vd., 2015) paralellik göstermekte ve REAPS Modeli'nin sistematik problem çözme, doğadan ilham alma ve yaratıcı düşünme süreçlerini destekleyerek özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirdiğini ortaya

koymaktadır. Bu sonuçlar, özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde farklılaştırılmış öğretim yaklaşımlarının ve doğadan ilham alan etkinliklerin önemini vurgulamaktadır.

Deney grubunda ön test ve son test puanları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş (Cohen's $d=2,11$), bu da modelin bilimsel yaratıcılık üzerinde çok güçlü bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık geleneksel yöntemlerle eğitim alan kontrol grubunda anlamlı bir gelişme gözlenmemiştir. Ayrıca REAPS Modeli uygulanan öğrencilerde akıcılık, esneklik ve özgünlük gibi bilimsel yaratıcılığın tüm alt boyutlarında da anlamlı gelişmeler kaydedilmiştir. Bu bulgular, REAPS Modeli'nin yalnızca genel bilimsel yaratıcılığı değil, aynı zamanda bu yaratıcılığın temel bileşenlerini de geliştirdiğini göstermektedir. Nitel bulgular, öğrenci günlükleri ve öğretmen görüşleriyle desteklenmiştir. Öğrenciler, REAPS ve biyotaklit temelli etkinlikler sayesinde problem çözme, yaratıcı ve eleştirel düşünme, iş birliği, yenilikçilik ve sürdürülebilirlik bilinci gibi üst düzey beceriler kazandıklarını ifade etmişlerdir. Öğrenci günlüklerinde, "Kendimi mucit gibi hissettim.", "Bilim insanı gibi çalışmak beni heyecanlandırdı." ve "Doğa teknolojinin ta kendisidir." gibi ifadeler, sürece yönelik motivasyonlarının ve bilimsel tutumlarının olumlu yönde geliştiğini göstermektedir. Ayrıca, öğrenciler grup çalışmaları sırasında farklı bakış açıları geliştirdiklerini, fikir paylaşımı ve ortak ürün oluşturma süreçlerinde aktif rol aldıklarını belirtmişlerdir. Özellikle biyotaklit temelli etkinlikler, öğrencilerin doğadaki tasarımları inceleyerek özgün ve uygulanabilir çözümler üretmelerine olanak sağlamıştır. Bu bulgular, REAPS Modeli'nin ve biyotaklit temelli etkinliklerin, özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş programların gerekliliğine dair alanyazındaki bulgularla uyumludur. Simanjuntak vd. (2021) bilgisayar simülasyonları ile entegre edilmiş PDÖ yönteminin problem çözme ve yaratıcı düşünme becerileri üzerindeki olumlu etkisini ortaya koyarken Parno vd. (2021) ise STEM entegre deneyimsel öğrenmenin problem çözme becerilerini geliştirdiğini vurgulamıştır. Ayrıca Akti-Aslan (2019) ve Regina vd. (2023) gibi çalışmalar da grup çalışmasının ve gerçek hayatla ilişkilendirilen derslerin öğrencilerin problem çözme ve iş birliği yeteneklerini geliştirdiğini belirtmiştir. Bu bulgular, mevcut araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir.

Karakuzu (2021) tarafından yürütülen çalışmada, STEM temelli Algodoo etkinliklerinin 7. sınıf öğrencilerinin bilimsel yaratıcılık düzeylerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, deney grubunda uygulanan STEM temelli etkinliklerin, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık puanlarında anlamlı bir artış sağladığı belirlenmiştir. Bu bulgu, uygulama temelli ve disiplinler arası yaklaşımların öğrencilerin yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde, bu çalışmada REAPS Modeli'nin biyotaklit temelli etkinliklerle bütünleştirilmesi, öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarında anlamlı gelişmeler sağlamış ve uygulama temelli öğrenme ortamlarının önemini bir kez daha ortaya koymuştur.

Benzer şekilde Alhusaini (2016) tarafından yürütülen yarı deneysel bir araştırmada, REAPS Modeli'ne uzun süreli katılımın öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinde anlamlı bir artış sağladığı ortaya konmuştur. Araştırmada, uygulama süresinin uzamasıyla birlikte öğrencilerin aktif katılımının ve uygulama temelli öğrenme süreçlerinin bilimsel yaratıcılık üzerinde olumlu etkiler yarattığı vurgulanmıştır. Bu bulgu, mevcut araştırmada elde edilen sonuçlarla da paralellik göstermektedir. Nitekim, bu çalışmada REAPS Modeli'nin biyotaklit temelli etkinliklerle bütünleştirilmesi, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerinde anlamlı gelişmeler sağlamış ve öğrencilerin öğrenme sürecine daha yüksek motivasyonla katılmalarına olanak tanımıştır. Alanyazında da vurgulandığı gibi öğrenci merkezli ve uygulamaya dayalı öğretim yaklaşımları, özellikle üstün yetenekli öğrencilerin potansiyelini ortaya çıkarmada etkili olmaktadır (Maker ve Zimmerman, 2008; Tomlinson, 2005; Wu vd., 2015). Ayrıca, biyotaklit yaklaşımının STEM eğitiminde yaratıcılığı ve yenilikçi düşünmeyi desteklediğine dair bulgular da mevcut olup (Yen vd., 2017), bu araştırmanın sonuçlarıyla örtüşmektedir. Sonuç olarak, REAPS Modeli'nin biyotaklit temelli etkinliklerle bütünleştirilmesi, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık potansiyelini ortaya çıkarmada etkili ve sürdürülebilir bir yaklaşım sunmaktadır.

Gürhan (2021) ise özel yetenekli öğrencilere yönelik tasarlanan STEM etkinliklerinin, bu öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ve bilişsel başarı düzeyleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma bulguları, STEM etkinliklerinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış sağladığını göstermektedir. Ayrıca STEM tabanlı uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarını da olumlu yönde etkilediği vurgulanmıştır. Bu sonuçlar, mevcut araştırmada REAPS Modeli'nin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirmedeki etkisini desteklemekte ve farklılaştırılmış, öğrenci merkezli öğretim yaklaşımlarının önemini ortaya koymaktadır.

Nitekim, bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki güçlü ilişki, yaratıcı düşünme modellerinin eğitimde uygulanmasının önemini vurgulamaktadır. REAPS Modeli'nin sistematik problem çözme, doğadan ilham alma ve yaratıcı düşünme süreçlerini destekleyerek öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ve problem çözme becerilerini geliştirdiği görülmektedir. Özellikle biyotaklit yaklaşımının REAPS Modeli'yle bütünleşmesi, öğrencilerin doğadaki sistemleri sistematik olarak incelemesini, bu sistemlerden ilham alarak yenilikçi ve sürdürülebilir çözümler üretmesini sağlamaktadır. Bu bütünleşik yaklaşım hem problem çözme hem de yaratıcılık becerilerinin gelişimini desteklerken, çevresel sürdürülebilirlik ve inovasyon hedeflerine de katkı sunmaktadır. Araştırmanın bulguları, BİLSEM'de uygulanan fen bilimleri dersi çerçeve programının temel felsefesiyle de uyum göstermektedir. Programda vurgulanan sürdürülebilirlik, çevre sorunları ve disiplinler arası bakış açısı, REAPS Modeli ve biyotaklit temelli etkinliklerle bütünleşerek öğrencilerin "sürdürülebilirlik

okuryazarlığı", "çevre ve iklim okuryazarlığı" gibi çağdaş beceriler kazanmalarını desteklemiştir. Öğrenciler, günlük yaşam problemlerine sorgulayıcı ve disiplinler arası bir yaklaşımla yenilikçi çözümler geliştirme fırsatı bulmuşlardır. Bu durum, bilimsel süreç becerilerinin ve bilimsel yaratıcılığın eğitimde bütüncül olarak ele alınmasının gerekliliğini bir kez daha ortaya koymaktadır. Bu bulgular, alanyazında üstün yetenekli öğrencilerin eğitiminde farklılaştırılmış ve zenginleştirilmiş programların gerekliliğine dair çalışmalarla uyumludur (Camcı-Erdoğan, 2014; Maker ve Zimmerman, 2008; Wu vd., 2015;). REAPS Modeli'nin biyotaklit temelli etkinliklerle bütünleştirilmesi, öğrencilerin bilimsel yaratıcılık ve problem çözme becerilerini geliştirmede etkili bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Öğretmen görüşleri, REAPS Modeli'nin BİLSEM'e entegrasyonunda program esnekliği, disiplinler arası yaklaşım ve öğrenci motivasyonu gibi olumlu yönlerin öne çıktığını; zaman ve materyal eksikliği gibi uygulama zorluklarının ise iş birliği ve destekle aşılabileceğini ortaya koymuştur. Öğretmenler, modelin üstün yetenekli öğrencilerin bireysel farklılıklarına ve yüksek potansiyellerine uygun, yenilikçi ve zenginleştirici bir öğrenme ortamı sunduğunu vurgulamıştır. Ayrıca öğretmenler arası iş birliği ve deneyim paylaşımının uygulama sürecini kolaylaştırdığı, materyal desteği ve hizmet içi eğitimlerin artırılması hâlinde modelin daha yaygın ve etkili bir şekilde uygulanabileceği belirtilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada, REAPS Modeli'ne dayalı olarak geliştirilen ders modüllerinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerileri üzerindeki etkisi kapsamlı biçimde incelenmiştir. Araştırma bulguları, uygulama öncesinde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunmadığını, uygulama sonrasında ise deney grubunda yer alan öğrencilerin bilimsel yaratıcılık düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı ve yüksek düzeyde bir artış gerçekleştiğini ortaya koymuştur. Özellikle, BYT son test puan ortalamalarının deney grubu lehine anlamlı şekilde yükselmesi, REAPS Modeli'nin bilimsel yaratıcılığın geliştirilmesinde etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir.

Bununla birlikte REAPS Modeli'yle yürütülen öğretim sürecinde öğrencilerin akıcılık, esneklik ve özgünlük gibi bilimsel yaratıcılığın alt boyutlarında da anlamlı gelişmeler kaydedilmiştir. Nitel veriler ise öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine çözüm üretme, iş birliği yapma, yaratıcı ve eleştirel düşünme gibi üst düzey beceriler kazandıklarını göstermektedir. Öğrenciler, REAPS Modeli'nin eğlenerek ve anlamlı öğrenme sağladığını, kalıcı bilgi edinmelerine ve araştırma yapmalarına olanak tanıdığını ifade etmişlerdir. Ayrıca modelin sunduğu işbirlikçi ve disiplinler arası öğrenme ortamı, öğrencilerin motivasyonunu ve derse katılımını artırmıştır.

Elde edilen bulgular, REAPS Modeli'nin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılık becerilerini geliştirmede etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, alanyazında yer alan ve farklılaştırılmış, öğrenci merkezli yaklaşımların üstün yetenekli öğrencilerin potansiyelini ortaya çıkarmada önemli rol oynadığını vurgulayan çalışmalarla da örtüşmektedir. Sonuç olarak REAPS

Modeli'nin fen bilimleri derslerinde uygulanması, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini, yaratıcılıklarını ve problem çözme yetkinliklerini bütüncül bir biçimde geliştirmeye katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda araştırma sonucuna göre öneriler sunulmuştur:

- REAPS Modeli ve biyotaklit temelli etkinliklerin BİLSEM ve benzeri ortamlarda yaygınlaştırılması ve öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerin artırılması gerekmektedir.
- Uygulama sürecinde karşılaşılan zaman ve materyal eksikliği gibi zorlukların aşılması için okul yönetimleri ve ilgili kurumlar tarafından destek sağlanmalıdır.
- Öğrencilerin disiplinler arası projelerde aktif rol almalarını teşvik edecek, doğadan ilham alan tasarım ve inovasyon odaklı etkinlikler müfredata entegre edilmelidir.
- Gelecekte yapılacak araştırmalarda, REAPS Modeli'nin farklı yaş grupları ve farklı disiplinlerdeki etkisi incelenerek modelin genellenebilirliği ve sürdürülebilirliği değerlendirilmelidir.
- Öğrenci günlükleri ve TASC etkinlik kağıtları gibi nitel veri toplama araçlarının kullanımı yaygınlaştırılarak öğrencilerin öğrenme süreçlerine ilişkin derinlemesine analizler yapılmalıdır.

Kaynaklar

- Adams, H. B. & Wallace, B. (1991). A model for curriculum development. *Gifted Education International*, 7(3), 104-113. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/026142949100700302> sayfasından erişilmiştir.
- Akkaş, E. (2014). *Farklılaştırılmış problem çözme öğretiminin üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin matematik problemlerini çözmelerine, tutumlarına ve yaratıcı düşünmelerine etkileri*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Akti-Aslan, S. (2019). *Probleme dayalı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan sanal öğrenme ortamlarının öğrencilerin başarı, problem çözme becerisi ve motivasyonlarına etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Alhusaini, A. A. F. (2016). *The effects of duration of exposure to the reaps model in developing students' general creativity and creative problem solving in science*. (Doktora Tezi). Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences. The U.S.A: University of Arizona. https://www.academia.edu/26052438/The_Effects_of_Duration_of_Exposure_to_the_REAPS_Model_in_Developing_Students_General_Creativity_and_Creative_Problem_Solving_in_Science sayfasından erişilmiştir.

- Alqahtani, R. & Kaliappen, N. (2020). Quality assurance in gifted education. *Universal Journal of Educational Research*, 8(11), 5137–5150. <https://www.researchgate.net/publication/345132486> [Quality Assurance in Gifted Education](#) sayfasından erişilmiştir.
- Bedur, S., Bilgiç, N., & Taşlıdere, E. (2015). Özel (üstün) yetenekli öğrencilere sunulan destek eğitim hizmetlerinin değerlendirilmesi. *HAYEF Journal of Education*, 12(1), 159–175. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iuhayefd/issue/8802/110035> sayfasından erişilmiştir.
- Bilgili, A. E. (2000). Üstün yetenekli çocukların eğitimi sorunu. *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 12, 59–74. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/maruaebd/issue/381/2379> sayfasından erişilmiştir.
- Bolat, H. (2023). Cumhuriyet dönemi kalkınma planlarında üstün zekalı ve yetenekli öğrencilere yönelik hedefler, politikalar ve uygulamalar. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 25[100. Yılında Cumhuriyet Özel Sayısı], 94-113. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/akusosbil/issue/80972/1317931> sayfasından erişilmiştir.
- Camcı-Erdoğan, S. (2014). *Bilimsel yaratıcılığı temel alan farklılaştırılmış fen ve teknoloji öğretiminin üstün zekalı ve yetenekli öğrencilerin başarı, tutum ve yaratıcılığına etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Creswell, J. W. & Plano-Clark, V. L. (2018). *Karma yöntem araştırmaları tasarımı ve yürütülmesi* (Y. Dede & S. B. Demir, Çev.). Anı.
- Çıldır, M. (2017). An investigation into the creative problem solving skills of gifted students. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 4(1), 1–12. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jgedc/issue/38701/449418> sayfasından erişilmiştir.
- Deniş-Çeliker, H. & Balım, A. G. (2012). Bilimsel yaratıcılık ölçeğinin Türkçe'ye uyarlama süreci ve değerlendirme ölçütleri. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(2), 1–21. <https://dergipark.org.tr/en/pub/usaksosbil/issue/21646/232705> sayfasından erişilmiştir.
- Duruk, Ü. & Akgün, A. (2020). Using real engagement in the active problem-solving model in teaching science: An interpretive pedagogical content knowledge study of an experienced science teacher. *International Online Journal of Education and Teaching (IOJET)*, 7(4), 1741–1772. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1271143.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Genç, M. A. (2016). Üstün yetenekli bireylere yönelik eğitim uygulamaları. *Üstün Zekâlılar Eğitimi ve Yaratıcılık Dergisi*, 3(3), 49–66. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jgedc/issue/38699/449386> sayfasından erişilmiştir.

- Gürhan, B. (2021). *Özel yetenekli öğrencilere yönelik tasarlanan STEM etkinliğinin öğrencilerin bilimsel yaratıcılık, bilişsel başarı ve eleştirel düşünme becerisine etkisi: Yenilenebilir enerji kaynakları konusu örneği*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Hu, W. & Adey, P. (2002). A scientific creativity test for secondary school students. *International Journal of Science Education*, 24(4), 389–403. <https://doi.org/10.1080/09500690110098912>
- Karakuzu, B. (2021). *STEM temelli Algodoo etkinliklerinin yedinci sınıf öğrencilerinin ışığın madde ile etkileşimi ünitesindeki bilimsel yaratıcılıklarına etkisi*. (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/> sayfasından erişilmiştir.
- Kartel, O. & Tortop, H. S. (2019). Üstün yetenekli ve normal öğrencilerin benlik saygısı ve bağlanma düzeyleri. *Journal of Gifted Education and Creativity*, 6(2), 167–177. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jgedc/issue/48528/600401> sayfasından erişilmiştir.
- Lin, C., Hu, W., Adey, P., & Shen, J. (2003). The influence of CASE on scientific creativity. *Research in Science Education*, 33(2), 143-162. <https://doi.org/10.1023/A:1025006223668>
- Maker, C. J. & Zimmerman, R. (2008). Problem solving in a complex world: Integrating DISCOVER, TASC, and PBL in a teacher education project. *Gifted Education International*, 24(2–3), 160–178. <https://doi.org/10.1177/026142940802400305>
- Maker, C. J., Zimmerman, R., Gomez-Arizaga, M. P., Pease, R., & Burke, E. M. (2015). Developing real-life problem solving. H. E. Vidergor & C. R. Harris (Ed.), *Applied practice for educators of gifted and able learners* içinde (s. 131–168). Sense. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-004-8_8
- Maker, C. J. & Wearne, M. (2021). Engaging gifted students in solving real problems creatively: Implementing the real engagement in active problem-solving (REAPS) teaching/learning model in Australasian and Pacific Rim contexts. S. R. Smith (Ed.), *Handbook of giftedness and talent development in the asia-pacific* içinde (s. 1–20). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-3041-4>
- MEB. (2020). *Özel Yetenekli Bireyler Destek Eğitim Programı*. MEB.
- MEB. (2022). *Özel Yetenek ve BİLSEM*. https://orgm.meb.gov.tr/meb_iys_dosyalar/2022_01/12144346_OZEL_YETENEK_VE_BYLSEM.pdf sayfasından erişilmiştir.
- Ninkov, I. (2020). Education policies for gifted children within a human rights paradigm: A comparative analysis. *Journal of Human Rights and Social Work*, 5, 280–289. <https://www.researchgate.net/publication/345327098> sayfasından erişilmiştir.
- Parno, Kusairi, S., Wahyuni, D. R., & Ali, M. (2021). The effect of the STEM approach with the formative assessment in PBL on students' problem solving skills on fluid static topic. *Journal of Physics: Conference Series*, 2098(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2098/1/012025>

- Raj, H. & Saxena, D. R. (2016). Scientific creativity: A review of researches. *European Academic Research*, 4(2), 1122–1138. https://www.researchgate.net/publication/353562235_Scientific_Creativity_A_Review_of_Researches sayfasından erişilmiştir.
- Regina, A., Yustina, & Daryanes, F. (2023). Problem-based Learning (PBL) effects through blended learning on collaborative ability of biology students. *Atrium Pendidikan Biologi*, 8(2), 42–47. [https://doi.org/10.1016/S0167-0115\(01\)00338-X](https://doi.org/10.1016/S0167-0115(01)00338-X)
- Shavinina, L. V. (2009). *On giftedness and economy: The impact of talented individuals on the global economy*. Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6162-247>
- Simanjuntak, M. P., Hutahaean, J., Marpaung, N., & Ramadhani, D. (2021). Effectiveness of problem-based learning combined with computer simulation on students' problem-solving and creative thinking skills. *International Journal of Instruction*, 14(3), 519–534. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14330a>
- Sternberg, R. J. (2020). Transformational giftedness: Rethinking our paradigm for gifted education. *Roeper Review*, 42(4), 230–240. <https://doi.org/10.1080/02783193.2020.1815266>
- Tan, O. S. (2003). *Problem-based learning innovation: Using problems to power learning in the 21st century*. Gale Cengage Learning. <https://doi.org/10.1136/emj.2003.012435>
- Tomlinson, C. A. (2005). Grading and differentiation: paradox or good practice? *Theory into Practice*, 44(3), 262–269. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4403_11
- Wallace, B. (2008). The early seedbed of the growth of TASC: thinking actively in a social context. *Gifted Education International*, 24(2–3), 139–155. <https://doi.org/10.1177/026142940802400303>
- Wallace, B. (2015). Using the tasc thinking and problem-solving framework to create a curriculum of opportunity across the full spectrum of human abilities. H. E. Vidergor & C. R. Harris (Ed.), *Applied practice for educators of gifted and able learners* içinde (s. 113–130). Sense. https://doi.org/10.1007/978-94-6300-004-8_7
- Wiyanto, S. S. & Hidayah, I. (2020). Scientific creativity: a literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1567(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/2/022044>
- Wu, I.-C., Pease, R., & Maker, C. J. (2015). Students' perceptions of real engagement in active problem solving. *Gifted and Talented International*, 30(1–2), 106–121. <https://doi.org/10.1080/15332276.2015.1137462>
- Yalçın, H. (2024). *REAPS Modelinin özel yetenekli öğrencilerin bilimsel yaratıcılıklarına ve problem çözme becerilerine etkisi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr> sayfasından erişilmiştir.
- Yen, J., Weissburg, M., & Helms, M. (2017). Biomimicry as a tool for innovation in engineering design. *Journal of Biomechanical Engineering*, 139(2), 021001. <https://doi.org/10.1115/1.4035438>

Extended Summary

This research investigates the effects of biomimicry-based REAPS (Real Engagement in Active Problem Solving) model activities on the scientific creativity of gifted students attending Science and Art Centers (BİLSEM) in Türkiye. The study is grounded in the recognition that gifted students possess unique learning needs and the potential to contribute significantly to societal advancement. However, conventional curricula often fail to fully address these needs, making it essential to explore innovative and differentiated educational approaches that foster creativity, problem-solving, and higher-order thinking skills.

The theoretical foundation of the study is based on the Scientific Creativity Model developed by Hu and Adey, which conceptualizes scientific creativity as a dynamic construct encompassing product, process, and trait dimensions. This model highlights the importance of fluency, flexibility, and originality, and serves as a framework for both assessing and nurturing scientific creativity in educational contexts. The research also draws on the principles of biomimicry, an interdisciplinary approach that seeks sustainable and innovative solutions by emulating strategies and designs found in nature. The integration of biomimicry with the REAPS Model is posited to enhance students' abilities to generate creative solutions to real-world problems, particularly those related to environmental sustainability.

An embedded mixed-methods design was employed, combining quantitative and qualitative data to provide a comprehensive analysis of the intervention's effectiveness. The study group consisted of 30 fourth-grade gifted students enrolled at a BİLSEM in Ankara, selected through stratified purposeful sampling. The intervention spanned three weeks, during which students participated in a series of lessons structured around the REAPS Model's core components: DISCOVER, TASC (Thinking Actively in a Social Context), and PBL (Problem-Based Learning). These components guided students through the processes of identifying and analysing problems, generating and evaluating creative solutions, and developing prototypes inspired by natural systems.

Quantitative data were collected using the Scientific Creativity Scale, administered as both a pre-test and post-test to measure changes in students' creativity levels. The reliability and validity of the scale were well-established in the literature, and the instrument was adapted to the Turkish context with appropriate permissions. In addition to the creativity scale, students' prototypes were evaluated by three independent teachers based on the criteria of originality, scientific accuracy, and practical applicability. Qualitative data were gathered through student journals, which captured participants' reflections on their learning experiences, and through semi-structured interviews with teachers, who provided insights into the implementation process and the perceived benefits and challenges of the model.

The findings revealed a statistically significant and substantial increase in the scientific creativity scores of students in the experimental group, as indicated by a large effect size (Cohen's $d=2.11$). Sub-dimension analyses showed marked improvements in fluency, flexibility, and originality, with the experimental group outperforming the control group across all measures. In contrast, the control group, which followed the standard BİLSEM curriculum, exhibited no significant change in creativity scores, underscoring the added value of the REAPS-based intervention. The evaluation of student prototypes further corroborated these results, with high average scores for originality, scientific accuracy, and applicability, suggesting that students were able to translate their creative ideas into feasible and innovative solutions.

Qualitative data provided rich evidence of the intervention's impact on students' higher-order thinking skills. Student journals frequently mentioned the development of problem identification, creative and critical thinking, collaboration, and sustainability awareness. Many students described feeling like inventors or scientists, expressing excitement and motivation throughout the process. They reported that the activities encouraged them to observe their environment more closely, consider multiple perspectives, and approach problems with an open and inquisitive mind-set. The integration of biomimicry was particularly effective in fostering a sense of wonder and curiosity about the natural world, as students drew inspiration from biological structures and processes to address contemporary challenges such as pollution, resource scarcity, and disaster resilience.

Teacher interviews highlighted several strengths of the REAPS Model, including its flexibility, interdisciplinary nature, and capacity to engage gifted students who may become disengaged with traditional methods. Teachers noted that the model supports differentiated instruction and allows for the integration of real-world problems into the curriculum, thereby increasing student motivation and relevance. However, they also identified challenges related to time constraints and the availability of materials, suggesting that institutional support and professional development are necessary to facilitate broader implementation. Collaboration among teachers and the sharing of best practices were seen as important factors in overcoming these obstacles and ensuring the sustainability of the approach.

The study's results are consistent with previous research demonstrating the effectiveness of differentiated, student-centred pedagogies in promoting creativity and problem-solving among gifted learners. The findings also align with the goals of the BİLSEM science curriculum, which emphasizes sustainability, interdisciplinary thinking, and the development of scientific process skills. By integrating biomimicry and the REAPS Model, the intervention provides a holistic framework that not only enhances scientific creativity but also cultivates environmental literacy and innovation.

In addition to these findings, the study makes a significant contribution to the literature by providing a practical and replicable model for integrating biomimicry-based activities into gifted

education. The detailed lesson modules and assessment tools developed for this research can serve as a guide for educators seeking to implement similar approaches in diverse educational settings. The use of real-world problem scenarios and the emphasis on prototyping and presentation skills further support the development of 21st-century competencies among students.

Moreover, the research underscores the importance of fostering a classroom culture that values experimentation, risk-taking, and iterative learning. Students were encouraged to reflect on their experiences, learn from failures, and continuously improve their solutions, mirroring the processes found in scientific inquiry and innovation. This approach not only enhanced their scientific creativity but also built resilience and adaptability—skills that are increasingly vital in a rapidly changing world.

The study also highlights the role of teacher collaboration and ongoing professional development in the successful implementation of innovative educational models. Teachers who participated in the intervention reported increased confidence in facilitating inquiry-based and interdisciplinary learning experiences. They emphasized the need for continued support, access to resources, and opportunities for sharing best practices to sustain and scale the impact of such programs. In conclusion, the research provides compelling evidence that biomimicry-based REAPS Model activities constitute an effective strategy for unlocking the creative potential of gifted students in science education. The intervention leads to significant gains in scientific creativity and its core components, as well as improvements in students' ability to collaborate, think critically, and develop sustainable solutions. The study recommends the wider adoption of the REAPS Model and biomimicry-based activities in gifted education settings, along with increased support for teachers in the form of training and resources. Future research should explore the applicability of the model across different age groups and disciplines and further investigate the long-term impact of such interventions on students' creative and scientific development.

Ekler

EK 1. Problem Senaryoları

TİP V Problem Senaryosu

Senaryo:

Kentlerde yaz aylarında su kaynaklarının hızla tükenmesi ve suyun verimsiz kullanılması büyük bir çevre sorunu hâline gelmiştir. Özellikle park ve bahçelerde sulama sırasında çok fazla su israfı yaşanmaktadır. Sizden doğadaki canlılardan veya doğal süreçlerden ilham alarak şehir parklarında suyun daha verimli kullanılmasını sağlayacak bir sulama sistemi tasarlamanız isteniyor.

Yönergeler:

Hangi canlıların veya doğal süreçlerin suyu toplama, depolama ya da verimli kullanma özelliklerinden yararlanabilirsiniz?

Tasarlayacağınız sistemin nasıl çalışacağını ve şehir parklarında nasıl uygulanabileceğini açıklayın.

Farklı çözüm yolları üretin ve en uygun olanı seçin.

Çözümünüzü çizim, maket veya poster ile sunun.

TİP VI Problem Senaryosu

Senaryo:

Günlük yaşamında çevrende sürdürülebilirlik açısından önemli olduğunu düşündüğün bir sorun gözlemle. Bu

sorun, enerji tasarrufu, atık yönetimi, su kullanımı, hava kirliliği, gıda israfı veya başka bir çevre problemi olabilir. Bu problemi kendi cümleleriyle tanımla ve neden önemli olduğunu açıkla. Ardından, doğadaki canlılardan veya doğal süreçlerden ilham alarak bu soruna özgün bir çözüm tasarla.

Yönergeler:

- Seçtiğin sorunu ve önemini açıkça yaz.
- Doğadan ilham alabileceğin canlıları veya süreçleri araştır.
- Kendi çözümünü tasarla ve nasıl çalışacağını anlat.
- Çözümünün uygulanabilirliğini ve topluma katkısını tartış.
- Çözümünü çizim, maket veya sunumla paylaş.

TİP V Problem Senaryosu

Senaryo:

Kentlerde yaz aylarında su kaynaklarının hızla tükenmesi ve suyun verimsiz kullanılması büyük bir çevre sorunu hâline gelmiştir. Özellikle park ve bahçelerde sulama sırasında çok fazla su israfı yaşanmaktadır. Sizden, doğadaki canlılardan veya doğal süreçlerden ilham alarak, şehir parklarında suyun daha verimli kullanılmasını sağlayacak bir sulama sistemi tasarlamanız isteniyor.

Yönergeler:

- Hangi canlıların veya doğal süreçlerin suyu toplama, depolama ya da verimli kullanma özelliklerinden yararlanabilirsiniz?
- Tasarlayacağınız sistemin nasıl çalışacağını ve şehir parklarında nasıl uygulanabileceğini açıklayın.
- Farklı çözüm yolları üretin ve en uygun olanı seçin.
- Çözümünüzü çizim, maket veya poster ile sunun.

TİP VI Problem Senaryosu

Senaryo:

Günlük yaşamında çevrende sürdürülebilirlik açısından önemli olduğunu düşündüğün bir sorun gözlemle. Bu sorun, enerji tasarrufu, atık yönetimi, su kullanımı, hava kirliliği, gıda israfı veya başka bir çevre problemi olabilir. Bu problemi kendi cümleleriyle tanımla ve neden önemli olduğunu açıkla. Ardından, doğadaki canlılardan veya doğal süreçlerden ilham alarak bu soruna özgün bir çözüm tasarla.

Yönergeler:

- Seçtiğin sorunu ve önemini açıkça yaz.
- Doğadan ilham alabileceğin canlıları veya süreçleri araştır.
- Kendi çözümünü tasarla ve nasıl çalışacağını anlat.
- Çözümünün uygulanabilirliğini ve topluma katkısını tartış.
- Çözümünü çizim, maket veya sunumla paylaş.

EK 2. TASC etkinlik kâğıdı

1. Topla ve Organize et:

- Doğadaki canlılar veya doğal süreçler suyu nasıl toplar, depolar veya verimli kullanır?
- Bu konuda hangi kaynaklardan bilgi toplayabilirsiniz (kitap, internet, uzman görüşü, gözlem vb.)?
- Suyun park ve bahçelerde nasıl kullanıldığını gözlemleyiniz ve not ediniz.

2. Tanımla

- Şehir parklarında suyun verimsiz kullanılmasının temel nedenleri nelerdir?
- Bu problem neden önemlidir?
- Bu problemi çözmek için ne yapmanız gerektiğini ve bu süreçte üstleneceğiniz görevi açıkça belirtiniz.
- Problemi çözmek için hangi paydaşların (belediye, park çalışanları, halk vb.) bakış açılarını dikkate almalısınız?
- Problemi seçme gerekçenizi açıklayınız.

3. Üret

- Doğadaki hangi canlıların veya doğal süreçlerin suyu toplama, depolama ya da verimli kullanma özelliklerinden ilham alabilirsiniz?
- Suyun verimli kullanımı için hangi farklı çözüm yolları üretilebilir?
- Her bir çözüm yolunun avantaj ve dezavantajlarını tartışınız.
- Problemi çözmek için başka kimlerden veya nerelerden yardım alabilirsiniz?

4. Karar ver

- Ürettiğiniz çözüm yolları arasından en uygun olanı seçiniz ve neden bu çözümü seçtiğinizi açıklayınız.
- Seçtiğiniz çözümü uygulamak için bir plan oluşturunuz (ne yapacaksınız, nasıl yapacaksınız, hangi malzemelere ihtiyacınız var?).
- Çözümünüzün uygulanabilirliğini ve etkisini değerlendirmek için hangi kriterleri kullanacaksınız?

5. Uygula

Seçtiğiniz çözüm yolunu bir çizim, maket veya poster ile somutlaştırınız.

Çözümünüzü uygularken karşılaştığınız zorlukları ve bunları nasıl aştığınızı açıklayınız.

6. Değerlendir

Çözümünüzün suyun verimli kullanımı üzerindeki etkisini nasıl değerlendirdiniz?

Çözümünüz amacına ulaştı mı?

Uygulamanızda neleri daha iyi yapabildiniz?

Arkadaşlarınızın çözüm önerilerini değerlendiriniz.

7. İletişime Geç

Çözümünüzü veya modelinizi sınıf arkadaşlarınıza, öğretmenlerinize, park yetkililerine veya ilgili paydaşlara hangi yöntemle sunacaksınız? (örn. sunum, poster, maket, kısa film, drama vb.)

Sunumunuzda hangi noktaları vurgulayacaksınız?

8. Deneyimden Öğren

Bu süreçte neler öğrendiniz?

Geliştirdiğiniz çözüm önerisini başka hangi benzer çevre sorunlarında kullanabilirsiniz?

Gelecekte benzer bir problemle karşılaşırsanız yaklaşımınız nasıl olurdu?

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Bu araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve yazılı hâle getirilmesinde araştırmacılar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı

Bu araştırmada herhangi bir kurum, kuruluş ya da kişiden destek alınmamıştır

Çatışma Beyanı

Araştırmacıların araştırma ile ilgili diğer kişi ve kurumlarla herhangi bir kişisel ve finansal çıkar çatışması yoktur.

Etik Kurul Beyanı

Bu araştırma, Gazi Üniversitesi Etik Kurulunun 05/02/2025 tarih ve E-77082166-604.01-1161699 sayılı onayı ile yürütülmüştür.