

ATMOSFERDEKİ SICAKLIK DEĞİŞİMİNDE ROL OYNAYAN GAZLARIN ETKİSİ: BİR STEM ETKİNLİĞİ

Elif Çilek¹

ÖZ

Bu çalışmada, küresel ısınmada etkili olan gazların ısınma üzerindeki rollerinin tespit edilmesini konu alan bir ders planı geliştirmek, planın uygulamasını incelemek ve dersin konusu hakkında ortaokul öğrencilerinde farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır. Çalışmada örnek olay yöntemi kullanılmıştır. Öğretmen tarafından Fen, Teknoloji, Mühendislik, Matematik (STEM) ders planı oluşturulmuştur. Ders planında fosil kaynaklı enerji ve plastik kullanımının hızla arttığı günümüzde dünyanın en önemli problemlerinden biri olan küresel ısınma konusu ele alınmış ve ders planı 5. sınıf öğrencileriyle uygulanmıştır. Ders planında, bilim insanlarının teknolojik ürünler olmadan önce buzulların rengi ile küresel ısınma değerlerini tespit etmesinden yola çıkılarak, arduino ile tasarlanan alternatif bir ölçüm tekniği ile yeni bir prototip geliştirilmiştir. Ardından arduino programı ile tasarlanan düzenek kullanılarak CO₂ ve O₂ gazlarının küresel ısınmaya etkisi ölçülmüştür. Süreç öğrenciler ile birlikte gözlenerek sonuçlar paylaşılmıştır. Arduino ile geliştirilen prototipe göre CO₂ gazının daha fazla sıcaklık artışına sebep olduğu gösterilmiştir. Çalışmada, STEM eğitiminin öğrencilerin tutumları üzerine olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir.

Anahtar kelimeler: STEM, ders planı geliştirme, küresel ısınma, fen eğitimi.

EFFECT OF GASES IN TEMPERATURE CHANGE IN THE ATMOSPHERE: A STEM ACTIVITY

ABSTRACT

This study aimed to plan and implement a lesson that focuses on the role of gases that are effective in global warming and to increase the middle school students' awareness about global warming. The case study method was used. First, a Science, Technology, Engineering, Mathematics (STEM) lesson that focused on the increased use of fossil-based energy and plastic was planned and the lesson was taught to a class of 5th grade students. In the lesson, a new prototype was developed with an alternative measurement technique designed with arduino, based on the measurement of global warming values using glaciers' color before the invent of advanced technological products. The effect of CO₂ and O₂ gases on global warming was then measured using the arduino program. According to the prototype developed with arduino, CO₂ caused more increment in the temperature. It was found that STEM education had a positive effect on students' attitudes.

Keywords: STEM, lesson plan development, global warming, science education.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi: 07.05.2019

Kabul Tarihi: 02.10.2019

Elektronik Yayın Tarihi: 29.10.2019

¹ Fen Bilimleri Öğretmeni, Kültür Koleji Ortaokulu, elifcileek@gmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-4298>

GİRİŞ

STEM, “Bilim, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik” kelimelerinin İngilizce baş harflerinin (Science/Fen, Technology/Teknoloji, Engineering/Mühendislik, Mathematics/Matematik) bir araya gelmesiyle oluşmuş bir kısaltmadır (Gonzalez & Kuenzi, 2012). STEM eğitimi, farklı disiplinleri bir araya getirerek ve bu disiplinler arasında bağlantı sağlayarak öğrenmenin çok boyutlu gerçekleşmesini sağlamaktadır (Smith & Karr-Kidwell, 2012). STEM eğitiminin ortaya çıkışının temelini Amerika Birleşik Devletlerindeki öğrencilerin fen, matematik ve mühendislik alanlarına olan ilgilerinin giderek azalması oluşturmaktadır (Ostler, 2012). Uluslararası alanda 1957’den sonraki yıllarda pek çok ülkenin yeni fen bilimleri ve matematik programlarını geliştirip uygulamaya koyduğu göze çarpmaktadır. Bu programlardaki temel nokta; bu teknolojik yarışta geri kalmamak için matematik ve fen bilimlerini iyi anlayan, bu kavramları günlük olaylarla ilişkilendiren ve okullarda öğretilen bilgileri günlük hayatta karşılaştıkları problemleri çözmek için kullanan bireyler yetiştirmektir (Çepni, 2017). Yirmi birinci yüzyılda STEM disiplinleri modern hayatın her yönüne yayılmakta, insanlığın şu anki ve gelecekteki acil sorunlarına çözüm için anahtar bir rol oynamaktadır (Gonzalez & Kuenzi, 2012; National Research Council [NRC], 2012).

Günümüzde fen eğitiminin yeniden organizasyonuna yönelik girişimlerde mühendislik disiplini merkezi bir rol üstlenmektedir (Daugherty, 2012). Mühendislik tasarım problemlerinin gerçekleştirilecek fen eğitimi için gerekli bağlamı oluşturduğu bu yeni yaklaşım Tasarım Temelli Fen Eğitimi (TTFE) olarak ifade edilmektedir (Kolodner, 2002). TTFE; bireylerin günlük hayatta karşılaştıkları problemleri belirlemede, disiplinler arası iletişim kurmada, takım halinde çalışma yapmada, yaratıcı düşünebilmede, problemleri çözebilme yeteneği kazandırmayı hedefleyen etkinlikleri temel alan öğrenme ve üretme uygulamaları olan yeni bir eğitim yaklaşımıdır. (Bybee, 2010). Bu anlamda tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de bireylerin farklı disiplinler arası ilişkileri keşfetmesine, anlamlı öğrenmeler gerçekleşmesine imkân sunan ve uygulamalı etkinliklere öğrencilerin aktif bir şekilde katılmalarına olanak tanıyan STEM

yaklaşım temelli uygulamalara yönelik etkinlikler geliştirilmeye başlanmıştır ancak bu alanda yeni çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır (Elmalı & Balkan-Kıyıcı, 2017).

STEM eğitiminde ders planlama sürecinde sık kullanılan modellerden birisi 5E modelidir. Yeni bir kavramın öğrenilmesi ya da bilinen bir kavramın derinlemesine kavranmasını sağlayan 5E yaklaşımı yapılandırmacı bir modeldir (Martin, 2006). Bu model, *giriş*, *keşfetme*, *açıklama*, *derinleşme* ve *değerlendirme* aşamalarından oluşmaktadır. *Giriş* aşamasında, öğrencilerin önceki bilgileri temel alınarak yeni konuya geçişte konu hakkında meraklarını uyandıracak ve geçmişteki öğrendiği ile ilişki kurmasını sağlayacak bir durum, olay veya bir problemi içeren kısa aktiviteler yapılır. *Keşfetme* aşamasında, öğrenciler grup çalışması yaparak veya bireysel olarak yeni fikirler inşa ederler. Bu fikirler giriş aktivitesinde sorulan bir sorunun cevabı veya problemin çözümü olabilir. *Açıklama* aşaması, öğrencilerin araştırmakta oldukları kavramları açıklamalarına yardımcı olur. Bu aşama aynı zamanda öğretmenlere kavramlar, süreçler, beceriler veya davranışlar için resmi terimler, tanımlar ve açıklamalar getirme fırsatları sunar. *Derinleşme* aşamasında öğretmenler, öğrencilerin kavramsal anlayış ve becerilerini zorlar ve genişletir. Yeni deneyimler sayesinde, öğrenciler daha derin bir anlayış geliştirirler. *Değerlendirme* aşaması, öğrencileri anlayışlarını ve yeteneklerini değerlendirmeye teşvik eder ve öğretmenlere öğrencinin eğitim kazanımlarına ulaşma yolundaki ilerlemesini değerlendirme fırsatı sunar.

Yapılandırmacı öğrenme anlayışına dayanması, bilimsel süreç becerilerine odaklanması ve yetişekte problem çözme boyutunu vurgulaması (Öztürk, 2008) nedeniyle, 5E öğrenme modeli öğretimin düzenlenmesi ve yetişegin tasarlanması için bir yol haritası görevi üstlenmektedir. Bu model kullanıldığında öğrenci; konuya odaklanır, bilgiyi keşfeder, organize edip sınıflar, yeni durumlara uygular, kavramsallaştırır (Bybee, 1997). Yurdakul (2004), 5E modelinin öğrencilerin problem çözme becerilerini, bilişötesi farkındalıklarını ve derse yönelik tutumlarını geliştirmede etkili olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle, bu çalışma kapsamında geliştirilen öğretim etkinliği 5E modeli temel alınarak planlanmıştır.

Bu çalışma, günlük hayatla ilgili bir problem durumundan yola çıkarak problemin çözümü için disiplinler arası çalışma ile bilimsel süreç becerilerinin öğrencilere kazandırılması ve konunun öğrenci merkezli olarak öğretilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Bu amaçla STEM ders planı fen bilimleri disiplini merkeze alınarak planlanmış (Ek 1) ve uygulanmıştır. Fen bilimlerindeki insan ve çevre konusu (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018a), matematik disiplindeki grafik okuma konusu ile ilişkilendirilmiş ve bilişim dersinin entegrasyonu mühendislik tasarımı ortaya koyulmuştur. Planlanan dersin uygulanması sürecinde, insan etkisiyle artan küresel ısınmada etkili olan gazların ısınma üzerindeki rollerinin tespit edilmesi ve konu hakkında ortaokul öğrencilerinde bilinç düzeyinin artırılması ve farkındalık oluşturmalarının sağlanması hedeflenmiştir.

YÖNTEM

Araştırmada, nitel araştırmalardan örnek olay yöntemi kullanılmıştır. Örnek olay yöntemi, gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin sınıf ortamında çözülmesi yoluyla öğrenmenin sağlanmasına böylece kuramların uygulamaya dönüşmesine yardımcı olan bir yöntemdir (Stensmo, 1999). Bu yöntem öğrencilere bir konuyu ya da bir beceriyi kazandırmak ve o konuda uygulama yaptırmak amacıyla kullanılır. Günlük hayatta karşılaşılan gerçek bir problemin çözümü için de kullanılabilir.

Örneklem

Bu çalışmada örneklem olarak İstanbul ilinde bir özel okulda öğrenim görmekte olan 17 tane beşinci sınıf öğrencisi belirlenmiştir. Öğrenciler başarı durumlarına ve cinsiyetlerine göre heterojen gruplar oluşturacak şekilde dağıtılarak birbirine denk beş grup elde edilmiştir. Etkinliklerin uygulanması üç hafta (10 ders saati) sürmüştür. Uygulama için gerekli tüm yasal izinler alınmıştır.

Veri Toplama Araçları

Çalışmada öğrencilerin STEM etkinliklerine yönelik görüşlerini almak amacıyla yarı yapılandırılmış mülakat yöntemi kullanılmıştır. Beş adet açık uçlu sorudan oluşan bir yarı yapılandırılmış mülakat formu (Ek 2) hazırlanmıştır. Sorular hazırlandıktan sonra bir

fen bilimleri öğretmeni, bir bilişim teknolojileri öğretmeni ve bir konu alanı uzmanı tarafından incelenerek gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Araştırma Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının incelenmesi ile başlamış ve uygulama yapmak için beşinci sınıf “İnsan ve Çevre” ünitesi belirlenmiştir. Öğrencilere STEM uygulamalarına yönelik beceriler kazandırmak amacıyla küresel ısınma konusu ile ilgili aşağıda belirtilen ders planı uygulanmıştır. Geliştirilen dersin hitap ettiği fen bilimleri, matematik, bilişim teknolojileri ve mühendislik kazanımları Ek 3’te verilmiştir. İlerleyen kısımda detaylandırılacak olan uygulama özet olarak aşağıdaki şekilde gerçekleşmiştir:

- Grafik yorumlama etkinliklerinin yapılması.
- Gelecek 100 yıldaki sıcaklık tahminine ait grafiğin tamamlanması.
- Simülasyonlar aracılığı ile küresel ısınmaya etki eden değişkenlerin belirlenmesi.
- Alaska’da meydana gelen değişikliğin incelenmesi.
- Teknoloji gelişmeden önceki zamanlardaki küresel ısınma ölçümlerinin incelenmesi.
- Teknolojinin gelişmesi üzerine öğrencilerin okullarında bulunan lego EV3 ve Arduino ile nasıl bir ölçüm yapabilecekleri üzerine tartışılması.
- Prototip tasarımlarının çizilmesi.
- Prototiplerin yapılması.
- Değerlendirme.

Giriş

Öğretmen girişte öğrencilerle bir makale kesiti paylaşır. Makale kesiti Şekil 1’de verilmiştir. Metnin ardından öğrencilere bazı sorular yöneltilir. Hava kalitesini etkileyen faktörler neler olabilir? Rüzgâr, yağmur ve güneş radyasyonu hava kalitesini nasıl etkiler? Bazı emisyonları azaltma yöntemleri hava kalitesini nasıl etkileyebilir? Öğrenciler soruların cevaplarını kendileri için hazırlanan gelişim defterlerine yazarlar. Örneğin bir öğrenci defterine “Hava kalitesini etkileyen faktörler fabrikalardan çıkan gazlar olabilir. Zararlı gazların azaltılması hava kalitesini artırabilir.”

yazmıştır. Ders planı boyunca öğrenciler bir gelişim defteri tutacaklardır. Gelişim defteri öğrencilerin süreç boyunca cevaplarını not edip, tasarımlarını çizerek çözüm önerilerini yazacakları portfolyo biçimi bir defterdir. Ek 1’de bir örneğine yer verilmiştir.

M. Tamer Özmen’in Sera Gazı - Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü adlı makalesinde yer verdiği bilgilere göre, Yeryüzünde 19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar olan süre içinde küresel ortalama hava sıcaklığı 0.3 - 0.6 °C artmıştır. Araştırmalara göre gelecek 40 yıl içindeki her 10 yılda 0,1 °C’den daha fazla miktarda küresel ısınmanın devam edeceği tahmin edilmektedir. Küresel iklim değişikliğinden Türkiye olumsuz şekilde etkilenecektir. Bu olumsuzluklar hazırlanan çeşitli senaryolara göre Türkiye’nin de içinde bulunduğu enlemlerde, sıcaklıklardaki artışların; yağış rejiminde değişimler, deniz suyu seviyesinde yükselmeler ve toprak su içeriğinde önemli azalmalar şeklinde olacağı tahmin edilmektedir. Doğanın ve ekolojik dengenin korunması, insanların, canlıların ve nesillerinin yaşamsal haklarının sağlanması ve geleceklerinin teminat altına alınması amacıyla, tüm dünya ülkeleri mikro menfaatlerinden vazgeçerek, insanlık adına KYOTO PROTOKOLÜ’nü imzalamalı ve uygulamaya koymalıdır. Böylece, gideceğimiz başka bir dünya olmadığına göre, yok olmamak ve bu evrende sağlıklı yaşayabilmek için var olma savaşını kazanmalıyız (Özmen, 2009) Bu savaşı kazanmak için bu dönemde yaşadığımız sıkıntıların neler olduğunu bilmeli ve bu sıkıntılara yönelik çözümler üretmeliyiz. Böylece dünyamızı daha yaşanabilir hale getirebiliriz.

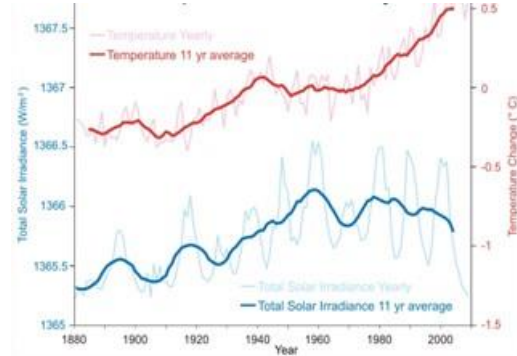
Şekil 1. Makale Kesiti

Keşfetme

Bu kısımda, öğrencilerin küresel ısınma ile ilgili daha derin bilgi sahibi olabilmeleri için Şekil 2’de verilen grafik incelenir. Öğretmen grafikten yola çıkarak öğrencilerin matematikte öğrendikleri grafik okuma becerilerini

yoklamak amacıyla bazı sorular yöneltir.

- Grafiğin x ekseninde hangi miktar gösterilir?
- Hangi renk çizgisi zaman içindeki sıcaklığı gösterir?
- 2000 yılı için ortalama sıcaklık değişimi okuması (° C cinsinden) nedir?



Şekil 2. Sıcaklık ve Güneş Aktivitesi

Öğrenciler grafikteki verileri yorumlama becerilerini hatırladıktan sonra konuyla ilgili bir argüman yazacaklardır. Argümantasyon, eldeki verilerden yola çıkarak belirli bir konu ile ilgili iddia üretme, üretilen iddiaya gerekçe ve mantıklı nedenler bulma işlemidir. Argümantasyon uygulamalarında öğrenciler konu ile ilgili ön bilgilerini belirtirler; etkinlik öncesi başlangıç sorularını belirlerler; etkinlikle ilgili tahminlerde bulunurlar; gözlemleriyle tahminlerini karşılaştırırlar; gözlemlerine dayanarak bir iddiada bulunurlar ve son olarak iddialarını gerekçelerle ve kanıtlarla desteklerler (Hand & Keys, 1999). Uygulama sırasında yazılan bir argümantasyon Şekil 3’te verilmiştir.

İddia: Karbondioksit gazı atmosferdeki sıcaklığı artırmaz.

Veri: Karbondioksitle birlikte su buharı, metan, azot oksit (nitrojen oksit) ve ozon gazı da birer sera gazıdır.

Gerekçe ve destek: Sera gazları dünyadaki ısının uzaya kaçmasını engelleyerek dünyamızı yaşanabilir hale getirmektedir.

Çürütme: Karbondioksitin giderek arttığı göz önünde bulundurulursa atmosferdeki sıcaklığı artırdığı söylenebilir.

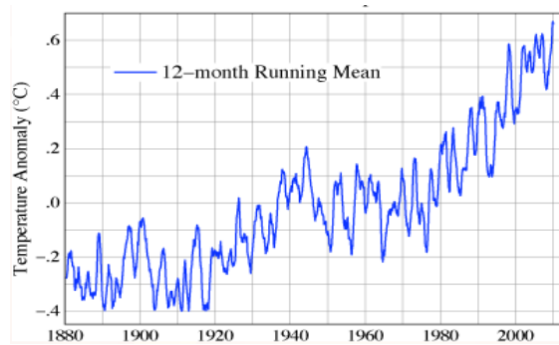
Şekil 3. Örnek Argümantasyon

Argümantasyon çalışması tamamlandıktan sonra öğretmen öğrencilere tekrar sorular yöneltir.

- Dünya'nın gelecekteki iklimi ne olacak?
- Dünya ne kadar ısınacak?
- Dünya ne kadar hızlı ısınır? Gelecek iklimler nasıl olacak?

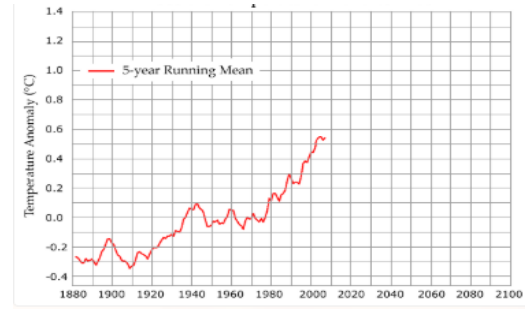
Daha sonra öğretmen öğrencilere konu ile ilgili bir video (NASA Goddard, 2013) izletir. Renkler 1884'ten 2012'ye kadar zaman içindeki ortalama sıcaklıktaki değişim hakkında ne gösteriyor? Son 50 yılda, sıcaklık en çok nerede değişti? Gibi sorular sorar. Ders sırasında öğrenciler “1884'ten 2012'ye kadar olan zamanda küresel ısınma artış göstermiş.”, “Kırmızı olan bölgeler sıcaklığın arttığı bölgeleri gösteriyor. Kuzey bölgelerde sıcaklık daha fazla artmış.”, “Yıllar geçtikçe küresel ısınma artmış. Bazı ülkelerde sıcaklık daha fazla artmış.” şeklinde yanıtlar paylaşmıştır.

Daha sonra öğretmen Şekil 4 ve Şekil 5'te verilen grafikleri kullanarak öğrencilerden 1880'den 2010'a kadar olan ortalama sıcaklık değişimini tanımlamalarını ister. Ardından tekrar öğretmen belirtilen grafik üzerinden yola çıkarak “Geçmişteki veriler geleceği tahmin etmemize yardımcı oluyor mu?” “Önümüzdeki 100 yıldaki sıcaklığı göstermek için bu grafiği nasıl genişletebiliriz?” gibi sorular yöneltirerek öğrencilerden tahminlerini grafik üzerine çizmelerini ve tahmin eğrisini neden bu şekilde çizdiklerini açıklamalarını ister.

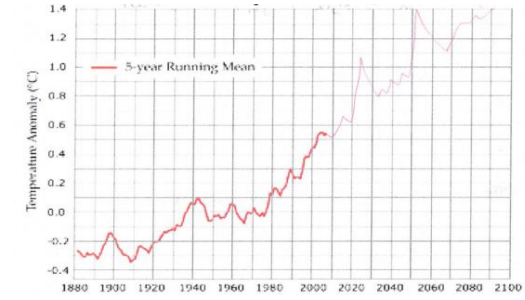


Şekil 4. 1880-2010 Ortalama Sıcaklık Değişimi

Uygulanan ders planı esnasında öğrencilere ‘Önümüzdeki 100 yıl sıcaklık değişimi nasıl olacak?’ sorusu yöneltildiğinde öğrencilerin çoğunluğunda sıcaklık artışı düşüncesi hakim olduğu görülmüştür. Bir öğrenci grubunun çizdiği grafik Fotoğraf 1’de sunulmuştur.



Şekil 5. Tahmini Sıcaklık Eğilimi



Fotoğraf 1. Bir Grubun Sıcaklık Artışı Tahmini

Açıklama

Dersin bu kısmında öğretmen öğrencileri ile birlikte Concord Consortium (2018a) tarafından oluşturulan sanal laboratuvarında yer alan simülasyondan yararlanır. Öğrenciler sıcaklık, güneş ışığı, yağmur, rüzgar, arabalar, araba kirliliği, elektrikli araba, enerji santralleri, santral kirliliği gibi etkenleri simülasyon üzerinden değiştirerek hava kalitesine nasıl etki ettiği üzerine çalışarak farklı grafikler elde ederler. Elde ettikleri grafikler üzerinden çıkarımda bulunurlar. Uygulama sırasında yapılan çıkarımlara örnek olarak “Grafikte yaptığımız değişikliklere göre sıcaklık bazen artıyor bazen azalıyor. Elektrikli araçları artırınca sıcaklık azalmaya, fabrikaları artırınca sıcaklık artmaya başladı. Arabaların artması hava kirliliğine neden olur.” verilebilir.

Ardından okyanustaki CO2 seviyesinin ve havadaki su buharı miktarının sıcaklık değiştiğinde nasıl değiştiğini keşfetmek için farklı bir simülasyon kullanılır (Concord Consortium, 2018b). Öğrenciler ortaya çıkan sıcaklık değişimini ve CO2 konsantrasyonu grafiklerini incelerler (Fotoğraf 2). Öğrencilere “Son 50 yıldaki karbondioksit artışının sebeplerinden bazıları nelerdir?” “Atmosferdeki karbondioksit küresel sıcaklığı nasıl etkiler?” “Tüm karbondioksiti atmosferden uzaklaştırırsanız ne olur?” gibi sorular sorularak öğrencilerin iklim değişikliği hakkında ön bilgileri ölçülür.

İncelenen grafikler şimdiye kadar, yalnızca artan sıcaklıkları göstermiştir. Ancak, Dünya geçmişte buz çağına sahip olduğundan, sıcaklıklar sadece artış göstermez. Öğrencilere düşünmeleri için birkaç soru yöneltilir: Peki ne tür olaylar Dünya'nın sıcaklığını azaltabilir? Kar, buz ve bazı bulutlar gibi açık renkli yüzeyler Dünya'nın sıcaklığı üzerinde nasıl bir soğutma etkisi yaratabilir?



Fotoğraf 2. Simülasyon İncelemeleri

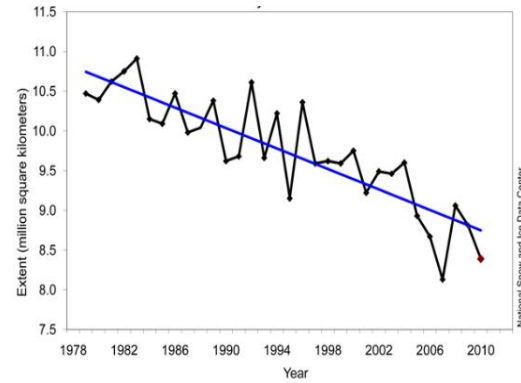
Fotoğraf 3'te Alaska'daki Bear Glacier görülmektedir. Soldaki fotoğraf 1909'da, sağdaki fotoğraf ise 2005'te çekildi. Bear Glacier, 96 yıldan fazla bir süre içinde geri çekildi ve sağ fotoğrafta görülen çayırları geride bıraktı. "Hangi fotoğraf, arazinin gelen güneş ışınlarını daha az yansıtamayacağını göstermektedir?" sorusu öğrencilere sorulur. Burada amaç öğrencilerin yansıtıcı yüzeylerin sıcaklık artışına etkisini fark etmesini sağlamaktır. Öğrencilerin cevapları alındıktan sonra Antartika ile ilgili bir video öğrencilere izletilir (Vanshize, 2019). Antartika yüzeyinde açılan 650 metre derinlikteki tünelde amaç küresel ısınma nedeniyle eriyen buzulların bu sıcaklık artışından önümüzdeki 50 yılda ne şekilde etkileneceklerini tespit etmek için veri toplamaktır.



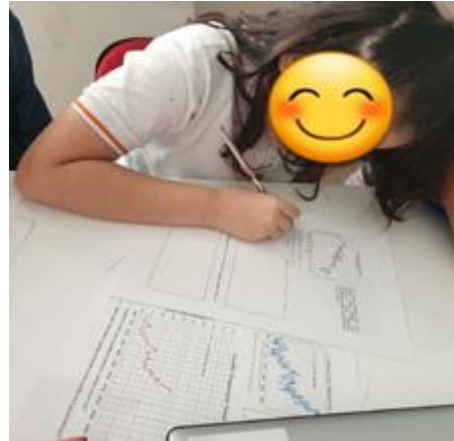
Fotoğraf 3. 1909-2005 Yıllarında Bear Glacier

Öğrencilerin sıcaklık değişimini daha derin incelemelerine yardımcı olmak amacıyla Şekil 6'da verilen grafik incelenir. Bu grafik, yıllara

göre Vostok Buz Çekirdeği'nde çözünmüş gazlardan ölçülen sıcaklık değişimini göstermektedir. "Peki grafikte gösterilen eğilim, 2100 yılındaki Dünya sıcaklığını nasıl etkileyebilir?" sorusu öğrencilere yöneltilerek geleceğe yönelik tahminler yapmaları istenir. Bir öğrencinin tahmini "Buzul alanlar eriyecek ve sıcaklık artışı gösterecektir." şeklinde olmuştur. Öğrenciler tahminlerini gelişim defterlerine yazmışlardır (Fotoğraf 4).



Şekil 6. Vostok Buz Çekirdeği Sıcaklık Değişimi

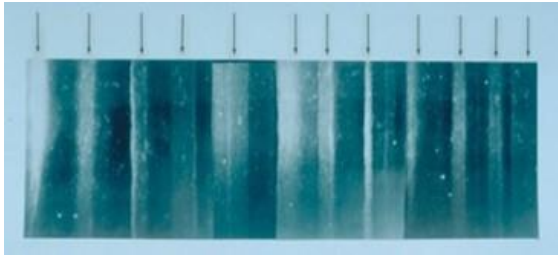


Fotoğraf 4. Öğrencinin Grafik Yorumlaması

Derinleşme

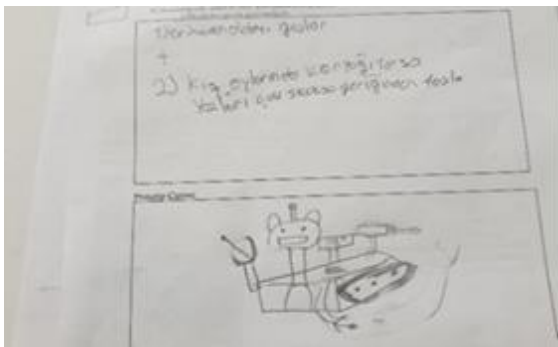
Şu ana kadar incelenen grafiklerin verileri termometrelerle elde edildi. Peki bilim insanları, insanlar veri toplamaya başlamadan önce Dünya'nın sıcaklığını bilmek isterlerse nasıl bir yol izleyebilirler? Bilim insanları, termometrelerin varlığından önceki sıcaklığı belirlemek için çeşitli teknikler bulmuşlardır. Buzulları ve buz tabakalarını ve gazları inceleyerek küresel sıcaklıklara ulaşabildiler. Bilim insanları buzulların ve buz tabakalarının derinliklerine delikler açarak buzun çekirdeklerini alır. Altındaki katmanlar, üstteki katmanlardan daha eski olduğundan,

bilim insanları tuzaklı gazlardaki değişiklikleri uzun bir süre boyunca görebilirler. Şekil 6 Grönland buz tabakasından buz çekirdeğinin 19 cm uzunluğundaki alttan bir fiber optik kaynakla aydınlatılan yıllık tabaka yapısını göstermektedir. Burada öğrencilere “Neden kış katmanlarının buz çekirdeğindeki yaz katmanlarından daha koyu olduğunu düşünüyorsunuz?” sorusu sorulur. Öğrencilerden “Alt bölümler üst bölümlere göre daha eski olduğu için içindeki gazlar fazla olabilir. Bu yüzden daha koyu renk olabilir.” şeklinde yanıtlar gelmiştir.



Şekil 6. Buz Çekirdeğinin Yıllık Tabaka Yapısı

Gelecekteki iklimi tahmin etmek istiyoruz, ancak sadece sıcaklıktaki değişikliklere bakmak yeterli değildir. “Bilim insanları, Dünya’nın gelecekteki sıcaklığına ne olacağı konusunda tam olarak emin olmadıklarında, Dünya’nın ısındığından nasıl emin olabilir?” sorusu sorularak derinleşme aşamasına devam edilir. Daha sonra günümüzde bu durumdan emin olmak için öğrencilerden nasıl bir tasarım yapacakları üzerine fikir geliştirmeleri ve bu tasarımlarını çizmeleri istenir. Fotoğraf 5’te bir grup tarafından küresel ısınmada rol oynayan gazların etkilerinin ölçülmesi için çizilen bir prototip tasarımı verilmiştir.



Fotoğraf 5. Bir Prototip Tasarımı

Daha sonra öğretmenleri tarafından temin edilen malzemelerden gruplar kullanmak istedikleri malzemeleri alırlar. Öğrenciler bu aşamada kendilerini birer bilim insanı yerine

koyarak Lego setleri (LEGO Group, 2019) ile ayakta durabilen bir prototip tasarlar. Prototiplerine beyin ve sıcaklık sensörü ekleyerek ölçüm yapabilme ve veri kaydetme özelliği sağlanır. Kurdukları prototipe yerleştirilen sıcaklık sensörü ile erlenmayerlere koyulan CO₂ ve O₂ gazlarının Dünya’nın sıcaklığına etkisini gözlemlemiş olurlar. Öğrenciler gözlemleri boyunca verilerini kaydederek ve CO₂ ve O₂ için sıcaklık-zaman grafikleri çizerler. Ortaya çıkan sonuçları gelişim defterlerine yazarlar. Derinleşme aşamasının bu kısmında kullanılan malzemeler şunlardır:

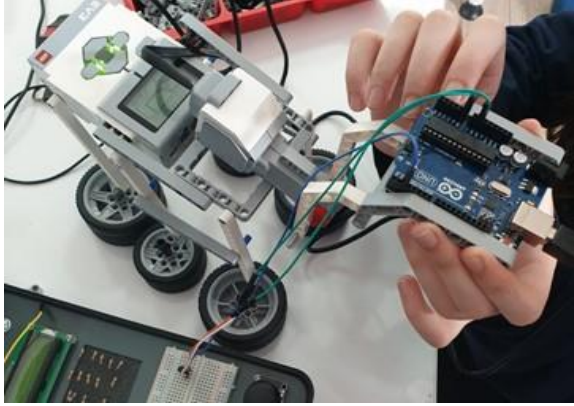
- Lego mindstorms EV3 education set,
- sıcaklık sensörü,
- erlenmayer,
- mantar tıpa,
- büyük ampul,
- duylu priz,
- uzatma prizi ve
- CO₂ ve O₂ gazı (CO₂ araba egzozundan ya da basit bir sirke karbonat deneyi ile elde edilebilir.)

Öğrenciler tasarımlarını 15 dakika içerisinde tamamlamalı ve öğretmenin verdiği malzemeler dışına çıkmamalıdır. CO₂ ve O₂ gazlarının ampul yardımıyla ısıtılması sırasında yerleştirdiğimiz sıcaklık sensörü ile her grubun ölçümleri kayıt altına alınmalıdır. Alınan ölçümler grafik kağıdına yerleştirilerek, bir sıcaklık-zaman grafiği ile gösterilmelidir. CO₂ ve O₂ değerlerinin her ikisine de grafikte yer verilmelidir.

Yapılan uygulamada öğrenciler çizdikleri tasarımı takip ederek legolardan oluşan bir ölçme aleti oluşturmuşlardır. Daha sonra Fotoğraf 6’da görüldüğü üzere arduino bileşenini bu alete monte etmişlerdir. Bu tasarımda arduino bileşeni sıcaklık ölçümünü tasarımdaki beyne aktarmaktadır. Sıcaklık ölçümü için kullanılan kod blokları Fotoğraf 7’de verilmiştir. Sıcaklık ölçümü devre bağlantı şeması ise Fotoğraf 8’de görülmektedir. Geliştirilen sistemin son hali Fotoğraf 9’da sunulmuştur.

Ders planı kapsamında geliştirilen prototip kullanılarak gerçekleştirilen deneyler sonucunda, CO₂ gazının bulunduğu erlenmayerdeki ısınmanın, O₂ gazının bulunduğu erlenmayere göre daha fazla olduğu

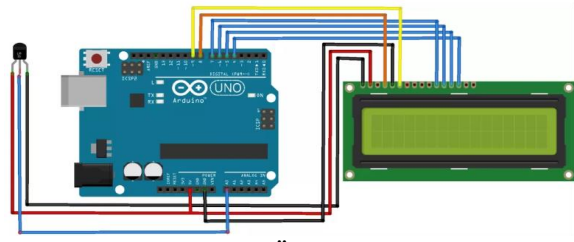
gözlemlenmiştir. Gözlemler 15 dakika boyunca yapılmıştır. Her iki erlenmayerdeki ilk sıcaklıklar 25 santigrat derece ölçülmüştür. Gözlemler sonucunda iki kap arasında 1 santigrat fark ölçülmüştür. O₂ dolu erlenmayerde sıcaklık 26 santigrat derece ölçülürken, CO₂ gazı bulunan erlenmayerde sıcaklık 27 santigrat derece ölçülmüştür.



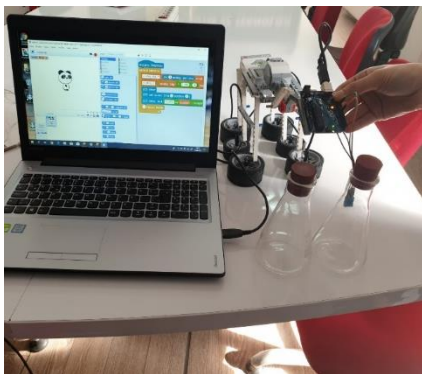
Fotoğraf 6. Prototip Tasarımına Arduino Bileşeninin Monte Edilmesi



Fotoğraf 7. Sıcaklık Ölçümü Kod Blokları

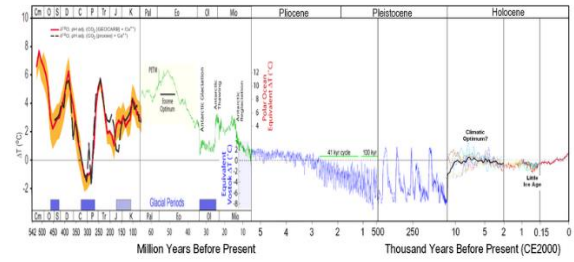


Fotoğraf 8. Sıcaklık Ölçümü Devre Bağlantı Şeması



Fotoğraf 9. Geliştirilen Sistemin Son Hali

Dünya geçmişte bugün olduğundan daha sıcaktı. Şekil 7’de verilen grafik, son 542 milyon yıldaki sıcaklık değişimini göstermektedir. Öğrenciler aşağıdaki jeolojik zamanlardaki sıcaklık değişimlerini inceleyerek gelişim defterlerine küresel ısınmayı azaltmaya yönelik çözüm önerileri yazarlar. Öğrencilerin çözüm önerileri incelendiğinde öğrenciler; küresel ısınmayı azaltmak adına küresel iklim değişikliğinin sıkça gündemde olması ve bu alanda eğitimlerin verilmesi, evlerin yenilenebilir enerji kaynakları ile donatılması, enerji tasarruflu cihazların kullanılması, su israfının azaltılması, tasarruflu ampuller kullanılması, yakıt tasarruflu araçlar kullanılması, bireylerin karbon ayak izlerini küçültmeleri gerektiğini düşünmektedir. Aynı zamanda öğrenciler yüksek soğutma teknolojisinin bu durumun önüne geçebileceğini düşünmüşlerdir.



Şekil 7. Jeolojik Zaman Boyunca Yaşanan Sıcaklıklar

Değerlendirme

Değerlendirme aşamasında öğrenciler grafikler aracılığı ile cevap buldukları soruların cevaplarını yazdıkları, prototiplerinin tasarımını çizdikleri ve çözüm önerileri yazdıkları gelişim defterlerini sunarlar. Prototiplerinde hangi malzemelerin neden tercih edilip edilmediğini açıklarlar. Ölçümlerinin sonuçlarını grafik olarak aktarırlar. Dersin ardından öğretmen tarafından öğrencilerin gelişim defterleri Ek 4 ve Ek 5’te sırasıyla verilen analitik rubrik ve grup çalışması değerlendirme rubriği ile değerlendirilir.

BULGULAR

Bu bölümde, yarı yapılandırılmış mülakat formu (Ek 2) sonuçları sunulmuştur. Ders planı uygulandıktan sonra uygulanan görüşme formlarına göre öğrenciler derse giriş aşamasında kullanılan günlük hayat

probleminin yönlendirici olduğunu belirtmişlerdir. Özellikle küresel ısınma gibi güncel bir konu üzerine olması öğrencilerin oldukça dikkatini çekmiştir. Tablo 1’de verilen öğrencilerin etkinliklerde sevilen bölümlere yönelik görüşleri incelendiğinde bilgisayar kullanımı, simülasyon ve prototip yapımının daha çok sevildiği görülmüştür. Çevresel bir problemin işlenmesi, gelişim defteri ve prototip çiziminin ise diğerlerine göre daha az belirtildiği görülmüştür.

Tablo 1. Sevilen Bölümlere Yönelik Görüşler

Tema	Kodlar	Görüş Sayısı	Tema Sıklık Yüzdesi
Etkinliklerde Sevilen Yönler	Bilgisayar kullanımı	5	%29,41
	Simülasyon	4	%23,52
	Prototip yapımı	3	%17,64
	Çevresel problemin işlenmesi	2	%11,76
	Gelişim defteri	2	%11,76
	Prototip yapımı	1	%5,88

Olumsuz bir yön olarak öğrenciler gelişim defteri yazmaktan çok hoşlanmamakla birlikte not aldıkları bölümün bilgisayar üzerinden olabileceğini aktarmışlardır. Öğrencilerin etkinliklerde seilmeyen bölümlere yönelik görüşleri incelendiğinde en çok grafik okuma, ölçüm ve gelişim defterinin belirtildiği görülmüştür (Tablo 2). Prototip çizimi, grup çalışması ve bilgisayar kullanımının ise diğerlerine göre daha az belirtildiği görülmüştür.

Tablo 2. Seilmeyen Bölümlere Yönelik Görüşler

Tema	Kodlar	Görüş Sayısı	Tema Sıklık Yüzdesi
Etkinliklerde Seilmeyen Yönler	Grafik okuma	7	%41,17
	Ölçüm	4	%23,52
	Gelişim defteri	3	%17,64
	Prototip çizimi	2	%11,76
	Grup çalışması	1	%5,88
	Bilgisayar kullanımı	1	%5,88

Öğrenciler ders planında kullanılan videoların ve grafiklerin konuyu destekleyici hale getirdiğini söylemişlerdir. Öğrencilerin etkinliklerin faydalarına yönelik görüşleri

incelendiğinde en çok görsel olması, hatırlamayı kolaylaştırmasının faydalı olduğu görülmüştür (Tablo 3). Eğlenceli olması, ilgi çekici olması ve iletişimin ise diğerlerine göre daha az faydalı gördüğü belirtilmiştir.

Tablo 3. Etkinliklerin Faydalarına Yönelik Görüşler

Tema	Kodlar	Görüş Sayısı	Tema Sıklık Yüzdesi
Etkinliklerin Faydaları	Görsel olması	7	%41,17
	Hatırlamayı kolaylaştırması	4	%23,52
	Eğlenceli olması	2	%11,76
	İlgi çekici olması	2	%11,76
	İletişim	2	%11,76

Öğrencilerin ders planı boyunca simülasyon inceleme, probleme çözüm üretme ve prototip yapımının daha faydalı olduğu belirtilmiştir (Tablo 4). Sunum, prototip ile ölçüm yapılması, prototip çizimi ve grafik okuma bölümlerinin ise diğerlerine göre daha az faydalı olarak belirtildiği görülmüştür.

Tablo 4. En Faydalı Bulunan Bölümler

Tema	Kodlar	Görüş Sayısı	Tema Sıklık Yüzdesi
En Faydalı Bölüm	Simülasyon inceleme	5	%29,41
	Probleme çözüm üretme	4	%23,52
	Lego ile prototip yapımı	3	%17,64
	Sunum	2	%11,76
	Prototip ile ölçüm yapımı	1	%5,88
	Prototip çizimi	1	%5,88
	Grafik okuma	1	%5,88

Öğrencilerin başka derslerde bu gibi etkinlikleri görmek istemelerine yönelik görüşleri incelendiğinde matematik ve sosyal bilgiler derslerinde daha çok bu gibi etkinlikler yapmak istedikleri görülmüştür (Tablo 5). Türkçe ve din kültürü derslerinde ise diğerlerine göre daha az bu gibi etkinliklerin yapılmasının istendiği belirtilmiştir.

Tablo 5. Başka Derslerde Benzer Etkinliklerin Yapılmasına Yönelik Görüşler

Tema	Kodlar	Görüş Sayısı	Tema Sıklık Yüzdesi
Başka derslere entegre	Matematik	9	%52,94
	Sosyal Bilgiler	4	%23,52
	Türkçe	3	%17,64
	Din Kültürü	1	%5,88

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 5E modeline göre hazırlanan STEM ders planı uygulaması yapılmıştır. Ders planı boyunca öğrencilerin hepsinin eğlenerek öğrendikleri görülmüştür. Gruplar tarafından geliştirilen prototipte gerçekleştirilen denemeler farkındalığın artırılması amacıyla, okulumuz öğrencilerinin çok yoğun olarak zaman geçirdikleri farklı alanlarda yaklaşık 15 gün sergilenmiş ve sistem çalıştırılarak denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu sayede yaygın etki artırılarak daha geniş bir öğrenci kitlesi üzerinde küresel ısınma etkileri ve çözüm önerileri konuları değerlendirilmiş olup, denemelerin gerçekleştirildiği süreçte daha fazla öğrencinin küresel ısınma ile mücadele konusunda çözüm önerileri geliştirdiği görülmüştür.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular geliştirilen etkinliğin öğrenciler tarafından faydalı bulunduğunu göstermektedir. Etkinlik boyunca öğrenciler yüksek bir motivasyonla derse katılmışlardır. Bu durum önceki benzer çalışmalarla uyumludur. Örneğin, Gülhan ve Şahin (2016) çalışmalarında STEM eğitiminin öğrencilerin tutumları üzerine etkisini incelemiştir. Uygulama sonucunda STEM eğitiminin öğrencilerin tutumlarını olumlu yönde geliştirdiği görülmektedir. Bu çalışmada elde edilen bir diğer bulgu, öğrencilerin küresel ısınma konusunda bilinçlendikleridir. Yapılan gözlemler, öğrencilerin küresel ısınma ile mücadelede sera gazı emisyonunu ve sıcaklık artışlarını en az seviyeye indirmek için çaba harcayacaklarını ve bu kapsamda farkındalıklarının arttığını aileleri başta olmak üzere bulundukları çevrede bu bilinci yaygınlaştıracaklarını göstermektedir. Aynı zamanda projeye katılım öncesi küresel ısınma hakkında teorik bilgileri alt düzeyde olan öğrencilerin proje sonucunda konu ile ilgili farkındalıklarının arttığı gözlemlenmiştir. Dolayısıyla bu tür çalışmaların yaygınlaştırılması, okullar, gençlik merkezleri ve sivil toplum kuruluşlarınca benzer çalışmaların yapılmasının teşvik edilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen etkinlik 5E modeli çerçevesinde başarılı bir şekilde uygulanmıştır. Benzer şekilde, Ceylan ve Özdilek (2015) sekizinci sınıf öğrencileriyle 5E

öğrenme modeline göre STEM eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini inceledikleri çalışmada, uygulamaların öğrenci akademik başarılarını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Yıldırım ve Selvi (2017) STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin yedinci sınıf öğrencilerinin fen akademik başarılarını artırdığını bulmuşlardır. Bu çalışmanın ve önceki araştırmaların sonuçlarına dayanarak, STEM eğitime fen bilimleri dersi öğretim programında doğrudan yer verilmesi ile özellikle fen bilimleri dersinin farklı konularında ve farklı sınıf seviyelerinde çalışmaların yürütülmesi önerilebilir. Alanda doğru STEM planının oluşturulması ve uygulanması çok önemli olmakla birlikte STEM'in ne olduğu ve nasıl uygulanabileceği detaylı bir şekilde bilinmelidir. Bu alanda hizmetiçi eğitimler artırılarak öğretmenler STEM ders planı hazırlamaları konusunda teşvik edilmelidir.

Ders planında yapılabilecek bir değişiklik öğrencilerin önerisi üzerine yazıların gelişim defteri yerine padlet sayfasında yazılması olabilir. Padlet, görseller, videolar, yazılar eklenilebilecek dijital bir panodur. İstenilen şekilde özelleştirilebilir ve veriler dijital olarak panoya dökülebilir. Tutulmak istenilen notlar, videolar, görseller ve daha birçok materyal dijital ortamda padlet ile panolaştırılabilir. Öğrenciler elde ettikleri verileri gelişim defterleri yerine padlet uygulaması üzerinden kaydederek kendilerine bir mühendislik süreç duvarı oluşturabilirler. Ancak bilgisayar ve internet sorunu yaşayan okullarda bu gibi ders planları gelişim defteri uygulaması ile devam edebilecekleri söylenebilir.

Ders planı boyunca öğrenciler STEM'in bütün boyutlarını etkili bir şekilde kullanmışlardır. STEM boyutlarından en etkili şekilde kullanılan ise merkez disiplin olan fen bilimleri disiplini olmuştur. En fazla sürenin ayrıldığı boyut ise mühendislik boyutu olarak tespit edilmiştir. Prototip çizimi ve tasarımı aşamalarında gruplar birbirlerinden farklı, özgün ve yaratıcı ürünler ortaya çıkarmışlardır. Öğrenciler matematik boyutunda bulunan grafik okuma becerilerinde zorluk çekmişlerdir. İleride yapılacak uygulamalarda, geliştirilen etkinlik daha büyük ortaokul öğrencileriyle uygulanacak şekilde uyarlanabilir.

KAYNAKLAR

- Bybee, R. W. (1997). *Achieving scientific literacy: From purposes to practices*. Portsmouth, UK: Heinemann.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, 70(1), 30-35.
- Ceylan, S., & Özdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science course within the STEM education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 177, 223-228.
- Concord Consortium. (2018a). *Factors that affect air quality*. <http://has.concord.org/air-pollution.html> adresinden erişildi.
- Concord Consortium. (2018b). *Exploring climate change*. <http://has.concord.org/global-climate.html> adresinden erişildi.
- Çepni, S. (2017). *Kuramdan uygulamaya STEM +A+E eğitimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Daugherty, J. (2012). *Infusing engineering concepts: Teaching engineering design*. National Center for Engineering and Technology Education. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537384.pdf> adresinden erişildi.
- Elmalı, Ş., & Balkan-Kıyıcı, F. (2017). Türkiye’de yayınlanmış FeTeMM eğitimi ile ilgili çalışmaların incelenmesi. *Sakarya University Journal of Education*, 7(3), 684-696.
- Gonzalez, H., & Kunezi, J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service.
- Gülhan F., & Şahin, F (2016). The effects of science-technology-engineering-math (STEM) integration on 5th grade students’ perceptions and attitudes towards these areas. *Journal of Human Sciences*, 13(1), 602-620.
- Hand, B., & Keys, C. (1999). Inquiry investigation: A new approach to laboratory reports. *The Science Teacher*, 66, 27-29.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: Lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 9-40.
- LEGO Group (2019). Mindstorms. <http://www.lego.com/en-us/Mindstorms> adresinden erişildi.
- Martin, D. J. (2006). *Elementary science methods: A constructivist approach*. Belmont, CA: Cengage Learning.
- MEB. (2018a). *Fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- MEB. (2018b). *Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi (5 ve 6. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- MEB. (2018c). *Matematik dersi (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- NASA Goddard (2013, January 15). *NASA's analysis of 2012 global temperature [Video file]*. <https://www.youtube.com/watch?v=NnjTnUm9t-0> adresinden erişildi.
- National Research Council. (2012). *A Framework for k-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington DC: The National Academic Press.
- Ostler, E. (2012). 21st century STEM education: A tactical model for long-range success. *International Journal of Applied Science and Technology*, 2(1), 28-33.
- Özmen, M. T. (2009). Sera gazı - Küresel ısınma ve Kyoto protokolü. *İMO Dergisi*, 43-44.
- Öztürk, N. (2008). *İlköğretim yedinci sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersinde bilimsel süreç becerilerini kazanma düzeyleri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). *The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers*. Retrieved from ERIC database (ED443172) at <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED443172.pdf>
- Stensmo, C. (1999, August). *Case methodology in teacher education compared to 'traditional' academic teaching: A field experiment*. Paper presented at the 8th European Conference for Research on learning and Instruction (EARLI). Goteborg, Sweden.
- Vanshize, (2019, February 14). *Dropping a camera down a 650m-deep hole drilled*

- in the Filchner Ice Shelf to study the Antarctic* [Video file]. <https://www.youtube.com/watch?v=Qtt7NbbjNg0> adresinden erişildi.
- Yıldırım, B., & Selvi, M. (2017). STEM uygulamaları ve tam öğrenmenin etkileri üzerine deneysel bir çalışma. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 183-210.
- Yurdakul, B. (2004). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrenenlerin problem çözme becerilerine, bilişötesi farkındalık ve derse yönelik tutum düzeylerine etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.

Kaynak Gösterme

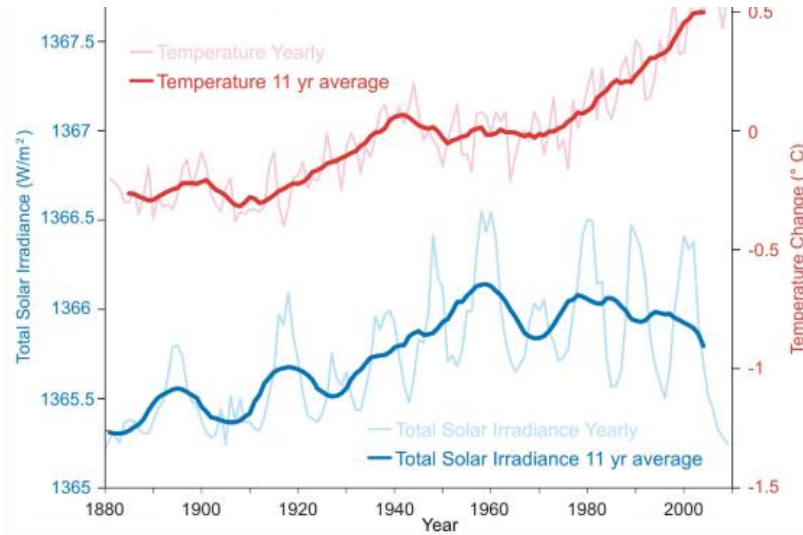
- Çilek, E. (2019). Atmosferdeki sıcaklık değişiminde rol oynayan gazların etkisi: Bir STEM etkinliği. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 9(2), 109-131. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/19> adresinden erişildi.

Ek 1

İnsan ve Çevre STEM Ders Planı

ÖĞRENCİ GELİŞİM DEFTERİ

M. Tamer Özmen'in Sera Gazı - Küresel Isınma ve Kyoto Protokolü adlı makalesinde yer verdiği bilgilere göre; Yeryüzünde 19. yüzyılın ortalarından günümüze kadar olan süre içinde küresel ortalama hava sıcaklığı $0.3 - 0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ artmıştır. Araştırmalara göre gelecek 40 yıl içindeki her 10 yılda $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'den daha fazla miktarda küresel ısınmanın devam edeceği tahmin edilmektedir. Küresel iklim değişikliğinden Türkiye olumsuz şekilde etkilenecektir. Bu olumsuzluklar hazırlanan çeşitli senaryolara göre Türkiye'nin de içinde bulunduğu enlemlerde, sıcaklıklardaki artışların; yağış rejiminde değişimler, deniz suyu seviyesinde yükselmeler ve toprak su içeriğinde önemli azalmalar şeklinde olacağı tahmin edilmektedir. Doğanın ve ekolojik dengenin korunması, insanların, canlıların ve nesillerinin yaşamsal haklarının sağlanması ve geleceklerinin teminat altına alınması amacıyla; tüm dünya ülkeleri mikro menfaatlerinden vazgeçerek, insanlık adına KYOTO PROTOKOLÜ' nü imzalamalı ve uygulamaya koymalıdır. Böylece, gideceğimiz başka bir dünya olmadığına göre, yok olmamak ve bu evrende sağlıklı yaşayabilmek için var olma savaşını kazanmalıyız. Bu savaşı kazanmak için bu dönemde yaşadığımız sıkıntıların neler olduğunu bilmeli ve bu sıkıntılara yönelik çözümler üretmeliyiz. Böylece dünyamızı daha yaşanabilir hale getirebiliriz.



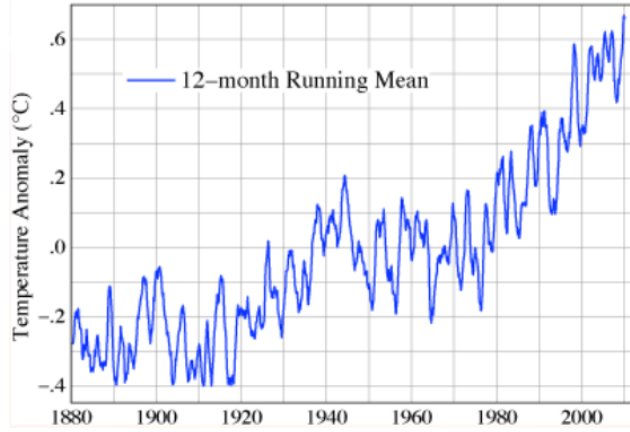
- Grafiğin x ekseninde hangi miktar gösterilir?
- Hangi renk çizgisi zaman içindeki sıcaklığı gösterir?
- 2000 yılı için ortalama sıcaklık değişimi okuması ($^{\circ}\text{C}$ cinsinden) nedir?

- Dünya'nın gelecekteki iklimi ne olacak?
- Dünya ne kadar ısınacak?
- Dünya ne kadar hızlı ısınır? Gelecek iklimler nasıl olacak?



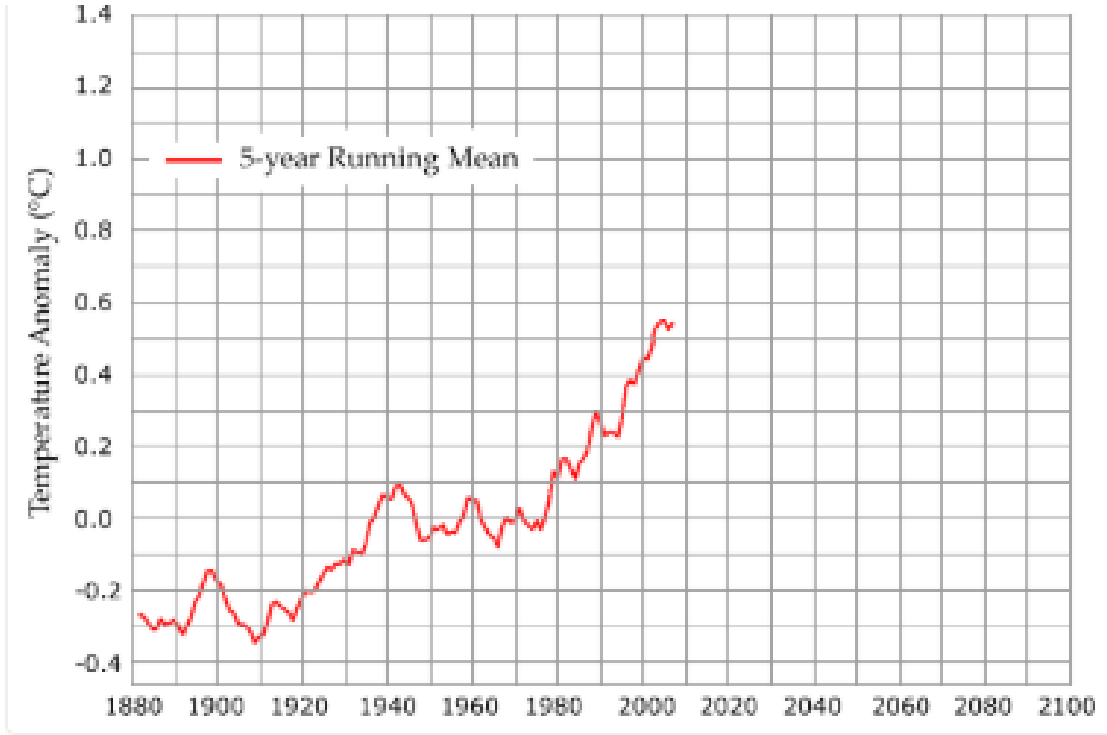
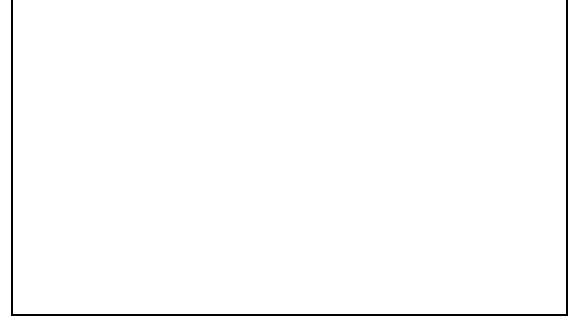
<https://www.youtube.com/watch?v=NnjTnUm9t-0> videosuna göre Renkler 1884'ten 2012'ye kadar zaman içindeki ortalama sıcaklıktaki değişim hakkında ne gösteriyor? Son 50 yılda, sıcaklık en çok nerede değişti?





1880'den 2010'a kadar, 1950-1980 referans seviyesine göre ortalama sıcaklık değişimi

Daha sonra öğretmen yandaki grafiği kullanarak öğrencilerden 1880'den 2010'a kadar olan ortalama sıcaklık değişimini tanımlamalarını ister.



- Geçmişteki veriler geleceği tahmin etmemize yardımcı oluyor mu?
- Önümüzdeki 100 yıldaki sıcaklığı göstermek için bu grafiği nasıl genişletebiliriz?

<http://has.concord.org/air-pollution.html> ve <http://has.concord.org/global-climate.html> simülatörlerine göre;

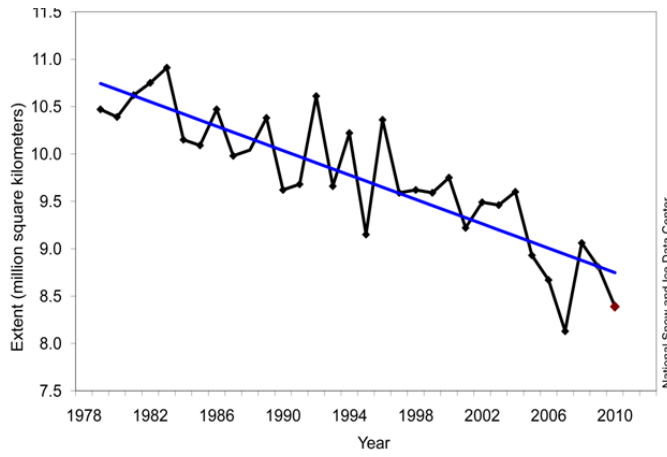
Son 50 yıldaki karbondioksit artışının sebeplerinden bazıları nelerdir? Atmosferdeki karbondioksit küresel sıcaklığı nasıl etkiler? Tüm karbondioksiti atmosferden uzaklaştırırsanız ne olur?

Peki ne tür şeyler Dünya'nın sıcaklığını azaltabilir? Kar, buz ve bazı bulutlar gibi açık renkli yüzeyler Dünya'nın sıcaklığı üzerinde nasıl bir soğutma etkisi yaratabilir?



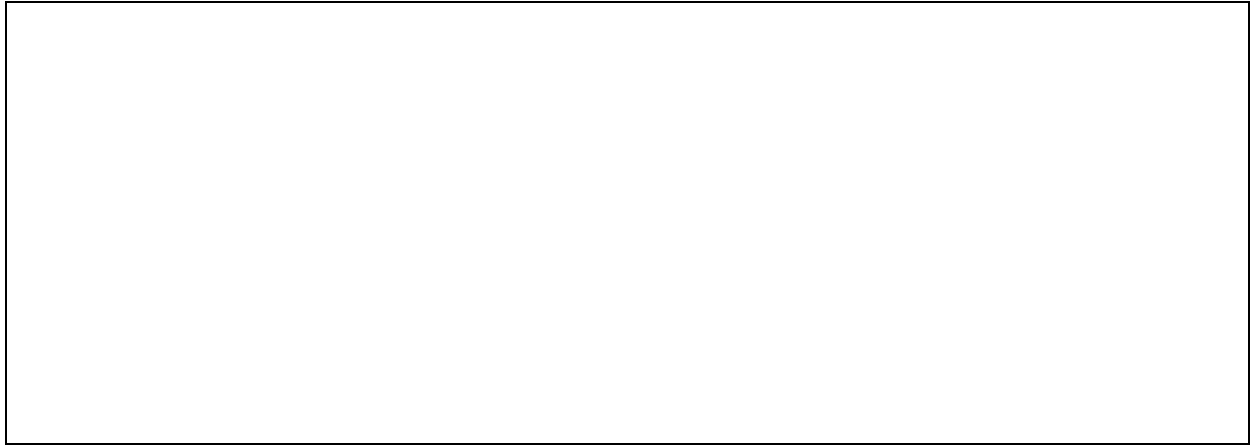
Fotoğraflar Alaska'daki Bear Glacier'ı göstermektedir. İlk fotoğraf 1909'da çekildi. İkinci fotoğraf 2005'te çekildi. 96 yıldan fazla bir süre içinde Bear Glacier geri çekildi ve alt fotoğrafta görülen çayırları geride bıraktı. Hangi fotoğraf, arazinin gelen güneş ışınlarını daha az yansıtamayacağını göstermektedir?



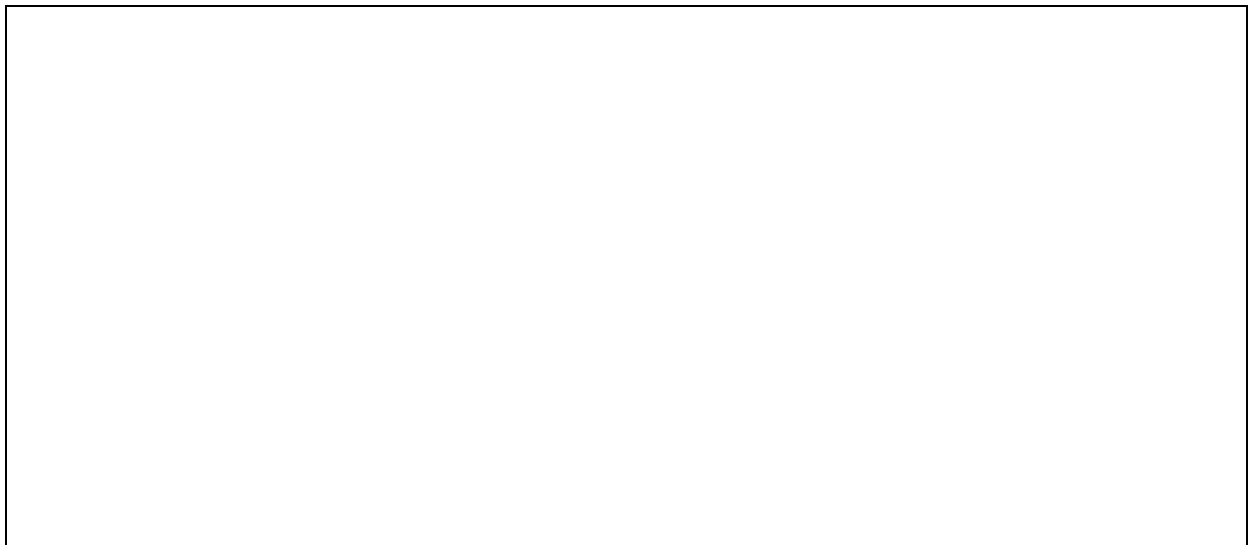


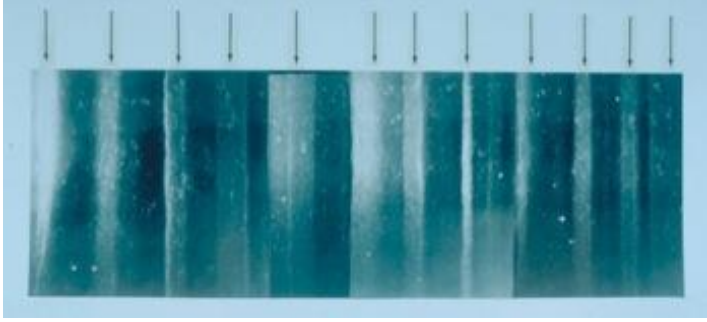
Peki grafikte gösterilen eğilim, 2100 yılındaki Dünya sıcaklığını nasıl etkileyebilir? Sorusu öğrencilere yöneltilerek geleceğe yönelik tahminler yapmaları istenir.

Yıllara göre Vostok Buz Çekirdeği'nde çözünmüş gazlardan ölçülen sıcaklık değişimini göstermektedir.



Peki bilim insanları, insanlar veri toplamaya başlamadan önce Dünya'nın sıcaklığını bilmek isterlerse nasıl bir yol izleyebilirler?



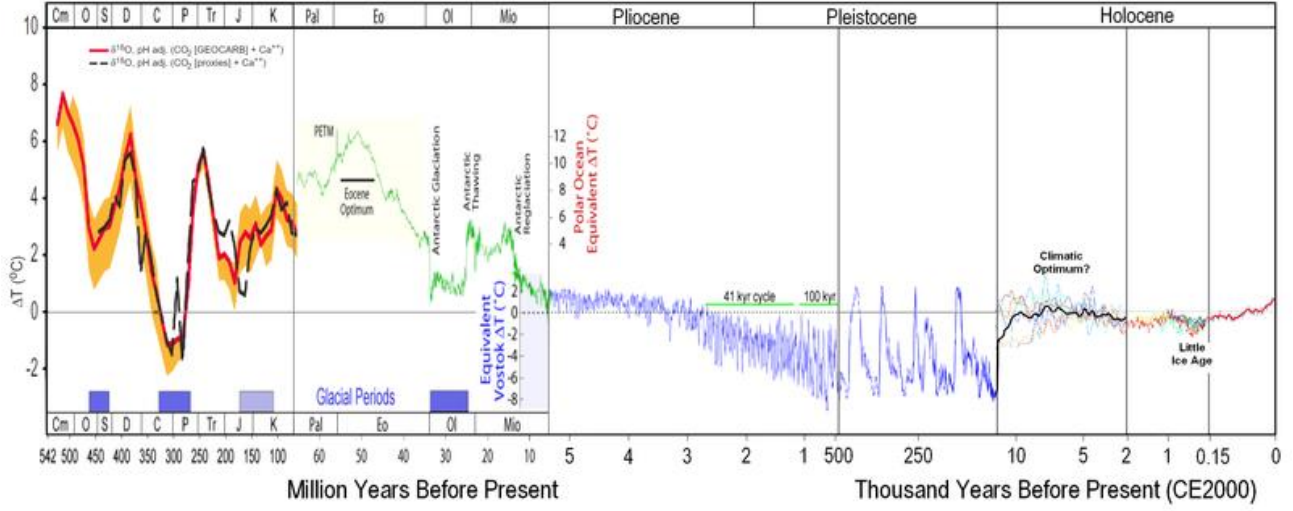


GISP 2 buz çekirdeğinin 1855 m uzunluğundaki 19 cm uzunluğunda, alttan bir fiber optik kaynakla aydınlatılan yıllık tabaka yapısını göstermektedir.

- Neden kış katmanlarının buz çekirdeğindeki yaz katmanlarından daha koyu olduğunu düşünüyorsunuz? Gelecekteki iklimi tahmin etmek istiyoruz, ancak sadece sıcaklıktaki değişikliklere bakmak yeterli değil.
- Bilim insanları, Dünya'nın gelecekteki sıcaklığına ne olacağı konusunda tam olarak emin olmadıklarında, Dünya'nın ısındığından nasıl emin olabilir?

Prototip Çizimi:

Dünya geçmişte bugün olduğundan daha sıcaktı. Verilen grafik, son 542 milyon yıldaki sıcaklık değişimini göstermektedir. Aşağıdaki jeolojik zamanlardaki sıcaklık değişimlerini inceleyerek küresel ısınmayı azaltmaya yönelik çözüm önerileri yazınız.



Jeolojik zaman boyunca yaşanan sıcaklıklar

Çözüm Önerileri:

Ek 2

Görüşme Formu

1) Uyguladığınız etkinliklerde sevdiğiniz yönler nelerdi? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

2) Uyguladığınız etkinliklerde sevmediğiniz yönler nelerdi? Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

3) Uyguladığınız etkinliklerin kendi açısından faydaları olduğunu düşünüyor musunuz?
Açıklayınız.

.....

.....

.....

.....

4) Etkinliklerdeki bölümleri düşündüğünüzde hangi bölüm sizin için daha çok faydalıydı?

.....

.....

.....

.....

5) Bu tür etkinlikleri başka dersler veya konularda da tekrar uygulamak ister misiniz?

.....

.....

.....

.....

Ek 3

Ders Kazanımları

Fen Bilimleri Kazanımları (MEB, 2018a):

- F.5.6.2.2. Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar.
- F.5.6.2.3. İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur.
- F.5.6.2.4. İnsan-çevre etkileşiminde yarar ve zarar durumlarını örnekler üzerinde tartışır.

Matematik Kazanımları (MEB, 2018c):

- M.5.3.1.1. Veri toplamayı gerektiren araştırma soruları oluşturur.
- M.5.3.1.2. Araştırma sorularına ilişkin verileri toplar, sıklık tablosu ve sütun grafiğiyle gösterir.
- M.5.3.1.3. Sıklık tablosu veya sütun grafiği ile gösterilmiş verileri yorumlamaya yönelik problemleri çözer.

Bilişim Teknolojileri Kazanımları (MEB, 2018b):

- 2.1.5.5. Sensör çeşitlerinin görevlerini açıklar.
- 2.1.3.1. Robotun yapısal bileşenlerini listeler.
- 2.1.3.2. Yapısal bileşenlerin görevlerini açıklar.
- 2.1.3.3. Montaj bileşenlerini listeler.
- 2.1.3.4. Montaj bileşenlerinin görevlerini açıklar.
- 2.1.6.12. Robota özgü yapıları özgün şekilde kullanır.
- 2.1.5.4. Sensör çeşitlerini listeler.

Mühendislik Kazanımları:

1. Öğrenci uygun araç-gereç, materyal ve teknikleri kullanarak bir prototip yapar.
2. Öğrenci bir prototip üretmek için gereken aşamaları belirler ve uygun bir şekilde prototipi sunar.

Ek 4

Ders Planında Kullanılan Analitik Rubrik

Nitelikler	Yetersiz (1)	İyi (2)	Çok İyi (3)
Prototip Oluşturma	Prototip bitmemiş.	Prototip oluşturulmuş.	Prototip oluşturulmuş ve görsellik katılmış.
Prototipin Değerlendirilmesi	Oluşturulan prototip üzerinde değerlendirme yapılmamış.	Oluşturulan prototip üzerinde değerlendirme yapılmış.	Oluşturulan prototip üzerinde değerlendirme yapılmış ve değerlendirme sonucunda prototip tekrar dizayn edilmiş.
Prototip Tanıtma ve Süreci Paylaşma	Tanıtma yetersiz yapıldı.	Tanıtma iyi yapıldı.	Tanıtma çok iyi yapıldı.
Prototip oluşturma ve verileri toplama sürecinde Fen ve Matematik arasındaki bağlantının farkına varma	Prototip oluşturma ve verileri toplama sürecinde Fen ve Matematik arasındaki bağlantıyı kurmadı.	Prototip oluşturma ve verileri toplama sürecinde Fen ve Matematik arasındaki bağlantıyı yeterince kuramadı.	Prototip oluşturma ve verileri toplama sürecinde Fen ve Matematik arasındaki bağlantıyı kurdu.

Ek 5

Ders Planında Kullanılan Grup Çalışması Değerlendirme Rubriği

	Hiçbir Zaman (1)	Bazen (2)	Çoğunlukla (3)	Her Zaman (4)
Gruptaki tüm öğrenciler çalışmaya katkıda bulundular.				
Gruptaki öğrenciler düşünce alışverişinde bulundular, savundukları düşüncelerini, yeniden gözden geçirdiler.				
Gruptaki öğrenciler etkileşim hâlinde tartıştılar ve birbirlerine sorular yönelttiler.				
Gruptaki öğrenciler birbirlerini cesaretlendirdiler, birbirlerinin düşüncelerini ve çabalarını desteklediler.				
Gruptaki öğrenciler birbirlerine yardım ettiler.				