

FEN VE MÜHENDİSLİK UYGULAMASI: YENİLEBİLİR VE YENİLENEBİLİR ARABA YARIŞMASI ETKİNLİĞİ ÜZERİNE BİR DURUM ÇALIŞMASI

Hilmi Doğan¹, Ayşe Savran Gencer², Kadir Bilen³

ÖZ

Araştırmada öğrencilerin ortaokul fen bilimleri, matematik, teknoloji ve tasarım dersi kazanımlarını birlikte deneyimlemelerine olanak sağlayan Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliği uygulanmıştır. Çalışmada bir fen, teknoloji, mühendislik ve matematik uygulaması olarak mühendislik tasarım döngüsü kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubu bir devlet ortaokulunda 7. sınıfta öğrenimlerini sürdüren beş kız yedi erkek öğrenciden oluşmuştur. Sınıf dışı etkinlik olarak beş günde her gün iki ders saati olmak üzere toplam on saat olarak gerçekleştirilen bu çalışmada, nitel desenlerden durum çalışması kullanılmıştır. Araştırmada, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı açık uçlu sorular ile elde edilen veriler betimsel analiz yöntemi ile çözümlenmiştir. Öğrencilerin performansları Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Dereceli Puanlama Anahtarı ve Akran Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı ile ölçülmüştür. Araştırma sonucunda öğrenciler malzeme temini ve takım çalışmasındaki güçlükleri belirtse de, etkinliğin eğlenceli olduğunu, bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki benzerlik ve farklılıklara ilişkin fikir edindiklerini, mühendislik tasarım döngüsünü uygulamaktan hoşlandıklarını ifade etmişlerdir.

Anahtar kelimeler: STEM eğitimi, FeTeMM, fen eğitimi, yenilebilir ve yenilenebilir araba yarışması.

SCIENCE AND ENGINEERING IMPLEMENTATION: A CASE STUDY ON EDIBLE AND RENEWABLE CAR ACTIVITY

ABSTRACT

The Edible and Renewable Car Contest activity that would allow students to experience objectives of secondary school science, mathematics, technology, and design courses was conducted in this study. An engineering design cycle was implemented. The research group consisted of five female and seven male students in the 7th grade. A case study was used as a qualitative research design. Semi-structured interviews and reflective open-ended questions were analyzed by descriptive analysis. The performances of the students were evaluated with Edible and Renewable Car Activity Rubric and Peer Assessment Rubric. Data analysis revealed that even though the students have expressed the view that they had difficulty in team work and material supply, they expressed that the activity was fun, they had an idea about the similarities and differences between science and engineering practices, and also they enjoyed applying the design cycle.

Keywords: STEM education, science education, edible and renewable car contest.

Makale Hakkında:

Gönderim Tarihi: 07.08.2017

Kabul Tarihi: 06.10.2017

Elektronik Yayın Tarihi: 29.10.2017

¹ Öğretmen, Yeniköy Ortaokulu, hilmi_dogan@msn.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7933-4115>

² Doç.Dr., Pamukkale Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, asavran@pau.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6410-152X>

³ Doç.Dr., Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, kadir.bilen@alanya.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2054-2117>

GİRİŞ

Fen, teknoloji, mühendislik ve matematik [FeTeMM] eğitimi, dört disiplin için kapsamlı ve disiplinler arası bir öğrenme yaklaşımı benimseyen disiplinler arasındaki engelleri kaldırır (Capraro, Capraro, & Morgan, 2013; Gonzalez & Kuenzi, 2012; Wang, Moore, Roehning, & Park, 2011). Amerika Birleşik Devletleri [ABD]'nde Ulusal Araştırma Konseyi (National Research Council [NRC], 2012) tarafından fen eğitimi için geliştirilen kavramsal çerçevenin birinci boyutunda hem fen hem de mühendislik uygulamaları için ortak sekiz basamak belirlenmiştir. Belirlenen bu basamaklar fen ve mühendislik uygulamalarında birbirine benzer ve tamamlayıcı olmakla beraber en temel fark mühendislik tasarımının amaç ve ürün ortaya koymasıdır. Ülkemizde de 2017 yılında uygulanmaya başlayan yeni fen bilimleri dersi programında bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri ile fen ve mühendislik becerileri de yer almış; fen bilimleriyle diğer disiplinleri bütünleştirerek, teorik bilgilerini ve becerilerini uygulamaya ve ürüne dönüştürme sürecini yönetebilen bireylerin yetişmesinin hedeflendiği belirtilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2017).

Bu çalışmada, ABD'de National Science Foundation tarafından desteklenen, Illinois Valley Community College tarafından ulusal mühendislik haftası kutlamaları çerçevesinde 2006 yılından itibaren her yıl düzenlenen Edible Car (Yenilebilir Araba Yarışması Etkinliği) (Perez, Gibson, Opsal, & Lynch, 2011) Türkçeye uyarlanmış, geliştirilerek uygulanmıştır. Açık kaynaklı olan etkinliğin Türkçeye uyarlanması bir dil uzmanı, bir alan uzmanı ile etkinlikte yer alan ders içi çalışmalar fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım dersi öğretmenlerinin görüşleri doğrultusunda yeniden tasarlanmıştır. Fen ve mühendislik uygulamaları için beş basamaktan oluşan (sor – hayal et – planla – oluştur – geliştir) mühendislik tasarım döngüsünü (Cunningham, 2009) temel alan etkinlik içeriğine matematik ve teknoloji uygulamaları bütünleştirilmiş, öğrenci çalışma kağıtları oluşturulmuştur. Ayrıca etkinliğin adı Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması olarak değiştirilmiştir.

ABD'de düzenlenen Yenilebilir Araba Yarışması birçok farklı kriterin yer aldığı; en iyi tasarım, en hızlı araba, en renkli araba vb. ödül verilen anasınıftan yükseköğrenime kadar uygulanan bir etkinliktir. Son yıllarda ülkemizde de bu etkinlik bazı okullarda ve üniversitelerde FeTeMM etkinliği olarak uygulanmaya başlanmıştır. Aslan-Tutak, Akaygün ve Tezseçen (2017)'in öğretmen adayları ile yaptıkları çalışmada kullanılan yenilebilir araba yarışması etkinliği ile temel matematik ve fen bilgilerini kullanarak verilen sınırlı kaynaklarla mühendislik ve teknolojinin bütünleştirildiği sürecin öğretmen adayları tarafından deneyimlenmesi amaçlanmıştır; fakat benzer etkinliğin uygulandığı sürece ilişkin öğrenci görüşlerinin ve deneyimlerinin ortaya çıkarılmasına yönelik bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmada öğrencilerden fen bilimleri dersi besinler konusu; matematik dersi veri işleme, veri analizi, üçgenler ve açılar konuları ile teknoloji ve tasarım dersi üretim, planlama, model ve prototip geliştirme ve değerlendirme konuları ile ilişki kurmaları beklenmektedir. Çalışmada geliştirilen etkinlik için MEB (2013a) ilkokul ve ortaokullar 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar fen bilimleri ile MEB (2013b) tarafından yayımlanan 5, 6, 7 ve 8. sınıflar matematik dersi ve MEB (2016) ortaokul teknoloji ve tasarım dersi (7 ve 8. sınıflar) öğretim programlarındaki kazanımlar dikkate alınmıştır. Etkinliğin ilişkilendirildiği konu ve kazanımlar Ek 1'de verilmiştir.

“Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması” etkinliğinde öğrenciler birer mühendis rolü üstlenirler. Öğrenciler, FeTeMM disiplinlerinin her birine özgü rolleri bir arada uygulayarak her bir disiplinin rolünü fark edebilirler. Bilimsel bilgiyi ve mühendislik tasarım döngüsünü kullanarak belirlenen kurallar çerçevesinde projelerini gerçekleştirirler (Perez vd., 2011). Etkinlikle öğrencilerin;

- bilim ve mühendisliğin benzerlik ve farklılıklarını anlamaları,
- mühendislik tasarım döngüsünü proje çalışmasında uygulamaları,
- proje çalışmasında bir takım üyesi olarak diğer takım üyeleri ile iletişim ve işbirliği içerisinde çalışmaları,

- FeTeMM disiplinlerini birlikte kullanarak disiplinler arası çalışmayı ve bu alandaki becerilerini geliştirmeleri,
- problem çözme, yaratıcılık, hesaplamalı düşünme, sorumluluk, bilgi ve teknoloji kullanımı alanındaki becerilerini geliştirmeleri, beklenmektedir.

Bu çerçevede çalışmada, fen ve mühendislik uygulaması olan Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliğine katılan öğrencilerin deneyimlerinin onların öğrenmelerini nasıl etkilediği, etkinlik hakkında öğrencilerin görüşleri ve etkinliğin uygulanması sırasında ortaya çıkan sorunların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmayı yönlendiren sorular aşağıdaki şekilde belirlenmiştir.

1. Öğrencilerin fen ve mühendislik uygulaması olan Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliğine katılması onların öğrenme deneyimlerini nasıl etkiler?

2. Öğrencilerin fen ve mühendislik uygulaması olan Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliğine ilişkin görüşleri nelerdir?

Araştırmada nitel desenlerden durum çalışması kullanılmıştır. Creswell (2014), durum çalışmasını: “Araştırmacının bir durumu sıklıkla bir programı, olayı, eylemi, süreci ya da bir veya daha fazla bireyi derinlemesine analiz ettiği bir araştırma deseni” (s.14) olarak tanımlamıştır. Merriam (2013)’e göre durum çalışmasının en önemli özelliği durumun sınırlandırılmasıdır. Durum çalışmalarında genel olarak birden fazla veri toplama yöntemi işe koşulmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2016).

Araştırmada veri toplama araçları olarak, yarı yapılandırılmış görüşmeler ve yansıtıcı açık uçlu sorular; öğrencilerin performanslarını değerlendirmek için dereceli puanlama anahtarı ve akran değerlendirme rubrikleri kullanılmıştır. Elde edilen veriler betimsel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Yıldırım ve Şimşek (2016) betimsel analiz yaklaşımında elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenip yorumlandığı, sistematik ve açık bir şekilde betimlendiği dört aşamadan oluşan bir analiz sürecinden bahsetmiştir. Bu aşamalara göre bu çalışmada;

betimsel analiz için bir çerçeve oluşturulmuş, tematik verilere göre veriler işlenmiş, bulgular tanımlanmış ve yorumlanmıştır.

ETKİNLİĞİN UYGULANMASI

Araştırmanın çalışma grubunda Antalya ilinde, bir devlet ortaokulunda 7.sınıf seviyesinde öğrenimlerini sürdüren beş kız, yedi erkek toplam on iki öğrenci yer almıştır. Öğrenciler dörder kişilik üç gruba ayrılmıştır. Çalışma öncesinde öğrenci velilerinin yazılı izinleri alınmış ve öğrenciler kendi istekleriyle çalışmaya gönüllü olarak katılmışlardır. Çalışma okul sonrasında iki ders saati olmak üzere, beş gün düzenlenmiş ve toplam on ders saati sürmüştür. Katılımcıların kimliklerinin gizli tutulması amacıyla öğretmen ve öğrencilerin isimleri kodlanmıştır. Ders aşamasına geçilmeden önce grupların homojenliğinin sağlanabilmesi amacıyla on iki öğrenciden oluşan çalışma grubu başarı durumlarına göre dörder kişilik gruplara ayrılmış ve gruplarda yer alan öğrenci isimleri bir gün önceden duyurulmuştur.

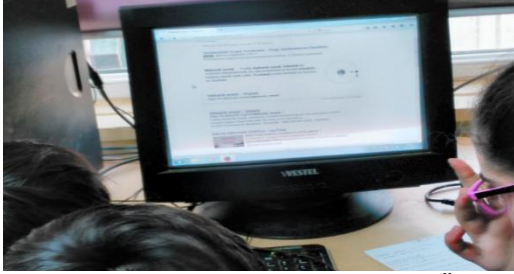
1. Gün / 2 Ders Saati

Öğrencilerin gruplar halinde birlikte çalışabilecekleri birer masa etrafında oturmaları sağlanır. Etkinlik; amaçlar, anahtar kavramlar, kurallar, uygulama prosedürü ve değerlendirme kriterlerinin açıklandığı bir çalışma kağıdı ve öğretmenin etkinliğe ilişkin açıklamalarıyla başlar (Ek 2 ve Ek 3). Etkinlik süresince yapılacak çalışmalar ve uygulama basamakları öğretmen rehberliğinde tüm gruplar tarafından incelenir. Bilim ve mühendislik uygulamaları arasındaki benzerlikler ve farklılıklar tartışılır. Etkinliğin diğer bölümlerinde de bilim ve mühendisliğin benzer ve farklı özellikleri vurgulanır (Ek 4).

2. Gün / 2 Ders saati

Yapılacak çalışmaya ilişkin yönerge (Ek 2) ve mühendislik tasarım döngüsü (Ek 3) öğrencilerle birlikte değerlendirilir. Her bir aşamada neler yapılacağı tartışılır. Bu aşamadan sonra Ek 2’de yer alan anahtar kavramlar her grup tarafından çevrimiçi olarak araştırılır. Bu çalışmada her grup için bilgi teknolojileri sınıfında bulunan bilgisayarlar çevrimiçi kaynaklara ulaşmak amacıyla kullanılmıştır.

Anahtar kavramlar öğrencilerin önceki yıllarda veya aynı ders yılında öğrendikleri kavramlardan oluşmaktadır. Bu kavramların araştırılması öğrencilerin önceki öğrenmelerini hatırlamaları ve eksiklerinin giderilmesi, bilimsel sorgulama ve bilimsel sorular sormalarını sağlamak amacıyla planlanmıştır. Fotoğraf 1 öğrencilerin kavram araştırması çalışmalarını göstermektedir.



Fotoğraf 1. Anahtar Kavramların Öğrenciler Tarafından Çevrimiçi Araştırılması

Öğretmen takım çalışmasının önemine vurgu yaparak öğrencilerin kavramlar hakkında elde ettikleri bilgilerin tüm grup üyeleriyle tartışarak güvenilir bilgiye ulaşmanın önemini vurgulamıştır. Sonrasında öğrencilerden örnek vermeleri istenerek diğer öğrenciler tarafından doğru ve yanlış örnekler değerlendirildi.

Öğrencilerden çevrimiçi kaynaklardan araştırma yaparken karbonhidratlar, yağlar, proteinler ve vitaminlerin farklı besin içeriklerinde bir arada bulunabileceği, su ve minerallerin ise tüm besin maddelerinde bulunduğu çıkarımını yapmalarını beklenir. Öğretmen yönlendirici sorularla bu süreci destekler. Bu çalışmada öğretmen öğrencilere “Hangi besin maddelerinde karbonhidrat, protein, yağ ve vitamin bulunmaktadır?” “Hangi besin maddelerinde su ve mineraller bulunmaktadır?” sorularını yöneltmiştir. Öğrenciler elde ettikleri bilgileri grup içerisinde tartışarak besin maddelerinde birden fazla besin grubunun bulunabileceğini, su ve minerallerin ise tüm besin maddelerinde bulunduğunu söylemişlerdir. Sonrasında öğrenciler sabit süratli hareketi tanımlayarak etkinlikte oluşturdukları aracın süratini nasıl hesaplayacakları hakkındaki fikirlerini ortaya koyarlar. Bu aşamada öğretmen tarafından sorulan soruların öğrencilerin görüşlerini geliştirmelerine yardımcı olmaları beklenir. Süratin hesaplanabilmesi için hangi değişkenlerin kullanılması gerektiği ve nasıl hesaplanacağına ilişkin öğrenciler tartışır.

Yapılan bu çalışmada, öğretmen her bir gruba ortalama sürati nasıl hesaplayacaklarına ilişkin sorduğu soruya Grup 1 öğrencileri;

Ö1: Kronometre ile ölçeriz.

Ö2: Sürati bulmak için yolu zamana böleriz.

Ö3: Alınan yol bölü zaman.

Öğretmen: Sürat birimi nedir?

Ö1: Kilometre mi?

Ö3: Santimetre bölü saniye.

Öğretmen: Başka birimleri olabilir mi?

Ö3: Kilometre bölü saniye, metre bölü dakikada olur.

açıklamalarını getirmişlerdir.

Öğrenciler grup arkadaşlarıyla fiziksel anlamda yapılan işi tanımlayarak enerji kavramı ile ilişkisine ait görüşlerini paylaşırlar. Öğretmen tarafından potansiyel enerjinin kinetik enerjiye, kinetik enerjinin de potansiyel enerjiye dönüşümüne ilişkin olarak günlük hayattan örnekler vermeleri istenir. Öğrenciler daha süratli bir araç yapabilmek için sürtünme kuvvetinin etkisini açıklarlar. Öğrenciler potansiyel ve kinetik enerji dönüşümlerinin etkinlikte ne şekilde gerçekleştirileceğine ilişkin görüşlerini paylaşırlar. Etkinlik sırasında öğretmenin Grup 2 öğrencilerine sorduğu “Yapacağınız aracın daha uzağa gidebilmesi için neler yapılabilir?” sorusu üzerine şu diyalog gerçekleşmiştir:

Ö5: Sürtünme azaltılabilir.

Ö6: Ağırlığı azaltabiliriz.

Öğretmen: Ağırlığı azaltırsanız aracınızın daha uzağa gideceğinin gerekçesi nedir?

Ö5: Bence ağır olması daha iyi. Dolu kavanoz boş kavanoz. Dolu kavanoz daha uzağa gider.

Ö6: Ama ağır olursa sürtünme kuvveti daha fazla olur. O zaman daha uzağa gider.

Öğretmen: Sürtünme kuvvetinin fazla olması aracın daha uzağa gitmesini mi sağlar?

Ö5: Azaltır.

Ö6: Benim fikrim değişti.

Öğretmen bilimsel sorgulamanın bağımlı-bağımsız değişkenlerin kontrolüne yönelik olduğunu ve bu süreçte fikirlerimizin değişebileceğini belirtir. Öğrencilerin de kendi aralarında bilimsel sorgulama sürecine katılarak soru sormalarına olanak sağlamak amacıyla öğretmen, “Ağırlık artarsa sürtünme

kuvveti artar diyorsunuz. Peki ağırlık artarsa aracın sahip olacağı potansiyel enerji için ne düşünüyorsunuz?” sorusunu sorarak öğrencileri aracın sahip olacağı potansiyel enerji artışını dikkate alarak, bu enerjinin araç hareketine geçince hangi enerji türlerine dönüşeceğine ilişkin olarak grup içerisinde tartışmaya yönlendirir.

Bu aşamadan sonra gruplara öğretmen tarafından “Teknoloji nedir?” sorusu sorulur. Gruplar çevrimiçi elde ettikleri bilgileri diğer gruplarla paylaşırlar. Tüm gruplar teknolojiyi makineler ve bilgisayar gibi elektronik aletler olarak tanımlamıştır. Öğretmen teknolojinin ne olduğuna ilişkin olarak; teknolojinin sadece bilgisayar, akıllı telefonlar gibi araçları kapsamadığını, insanlar tarafından geliştirilen tüm araç-gereç ve bunlara ilişkin bilgilerin tümünün teknoloji olduğunu açıkladı.

3. Gün / 2 Ders Saati

Her bir grup tarafından grup üyelerinin iş tanımları belirlenir (Ek 5). Gruplar mühendislik tasarım döngüsüne (Sor-Hayal Et-Planla-Oluştur-Geliştir) uygun olarak çalışırken, bilimsel bilginin (besinler ve özellikleri, sürat, iş, enerji, sürtünme kuvveti) bir mühendislik uygulaması olan “Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması” etkinliği için ne şekilde kullanılabilirliği tartışılır.

Çalışmada öğrenciler Ek 2’de yer alan senaryo doğrultusunda kriterleri belirleyip beyin fırtınası yapmışlardır. Mühendislik tasarım döngüsünün birinci aşaması olan “Sor” bölümü tüm gruplar tarafından döngüye uygun bir şekilde tamamlanmıştır. Grup 1 öğrencileri ikinci aşama olan “Hayal Et” aşamasında fikirlerini açık bir şekilde aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.

Ö1: Tekerlekler yuvarlak bisküvilerden yapılmalı.

Ö4: Bence patlıcandan olmalı.

Ö2: Tekerleği başka bir malzeme ile sarabiliriz.

Ö3: Gövde ekmekten olmalı.

Grup üyeleri araç için seçtikleri malzemelere ilişkin görüşlerini açıkladıktan sonra, gerekçelerini grup içerisinde tartışmışlar ve aşağıdaki gibi ifade etmişlerdir.

Gövde: Hafif olduğu için sandviç ekmeği.

Tekerlek: Bisküvi, tekerleğin sağlam olması

için.

Akslar: Havuç şekil verilebilir ya da susamlı çubuk.

Tekerlekler: Tutturmak için marşmelov.

Öğretmen öğrencilerin seçtikleri malzemelere ilişkin olarak tüm kriterleri göz önüne almaları gerektiğini belirterek kriterleri (maliyet, dayanıklılık, sahip olduğu enerji) yeniden incelemeleri için yönlendirmiştir. Gruplar tarafından araç için kullanılacak malzemeler belirlenir, logo tasarımı yapılır ve Ek 6’da verilen tasarım şablonu kullanılarak araç prototipi çizilir. Birer mühendis rolü üstlenen öğrencilerden, logo tasarımı ve prototip çizimi esnasında mühendislerin yaratıcılıklarını kullanmalarına ilişkin bir fikir sahibi olmaları, çizilen prototip ile tasarlayacakları araçta olası kusurları önceden tespit etmeleri beklenir. Prototip çiziminde hangi besin maddesinin aracın hangi kısmında kullanılacağı çizim üzerinde belirtilir. Gruplar kendi aralarında görev dağılımı yaparak belirlenen besin maddelerini bir sonraki ders için getirirler.

4. Gün / 2 Ders Saati

Öğrenciler tarafından araç tasarımında kullanılacak malzemeler araç tasarımı için kullanılacak şekilde parçalara ayrıldıktan sonra tartılır (Fotoğraf 2) ve veriler gram cinsinden kaydedilir. Aracın maliyeti (Ek 7), besin değerine (Ek 8) ilişkin çalışma kağıtları öğrenciler tarafından doldurulur. Besin değerlerine ilişkin bilgilerin hesaplanmasında çevrimiçi kaynaklardan elde edilen kalori değerleri dikkate alınır ve bir tablolaştırma programı ile hesaplanır. Hesaplamalar sonucunda öğrenciler elde ettikleri bulgulara göre; enerjisi en yüksek olan araç ve en ekonomik maliyete sahip olan aracı belirlerler.



Fotoğraf 2. Öğrenciler Tarafından Araç

Tasarımında Kullanılan Besinlerin Tartılması
Aracı oluşturan besinlerin enerjilerinin neden yüksek, maliyetinin ise neden düşük

istendiğine yönelik tartışma başlatılır. Öğrencilerin hangi tür besinlerin enerji miktarının daha yüksek olduğuna ilişkin olarak değerlendirme yapmaları, araç maliyetinin düşük olmasının olumlu veya olumsuz yönleri hakkında çıkarım yapmaları beklenir.

Mühendislik tasarım döngüsü doğrultusunda araç prototipleri oluşturulur ve performansları sınanır (Fotoğraf 3). Bu sırada enerji dönüşümleri ve sürtünme kuvvetinin etkilerinin aracın süratini nasıl etkilediği, süratin arttırılması için tasarımlarında ne tür değişiklikler yapılabileceği tartışılır. Aracın performansının geliştirmesi için mühendislik tasarım döngüsü tekrar uygulanır ve aracın son şekli oluşturulur.



Fotoğraf 3. Araç Performanslarının Test Edilmesi

Platformdan serbest bırakılan araçların ortalama süratleri hesaplanır. Bu doğrultuda her gruptan gönüllü birer öğrenci tarafından kronometre ile aracın platformdan iniş süresi tespit edilir. Ölçme sonuçlarından kaynaklanan hataların nasıl giderilebileceğine ve fen, teknoloji, mühendislik ve matematiğin rolüne ilişkin olarak tartışma başlatılır. Bu aşamada öğretmen bilim ve mühendisliğin verileri kullanımına ilişkin benzerliklere vurgu yaparak aşağıdaki soruları sorabilir.

- Neden üç kişi ölçüm yaptı?
- Hangi değeri kullanmalıyız?
- Ortalama değeri nasıl hesaplıyorsunuz?
- Bilim insanları ve mühendisler de birden fazla veri toplama aracı kullanırlar mı?
- Araç tasarımını oluştururken ve ölçerken fen, matematik, mühendislik ve teknolojiyi nasıl kullandınız?

Yapılan çalışmada yukarıdaki sorular sorulmuş, üç kişinin neden ölçüm yaptığına ilişkin tartışma başlatılmıştır. Ortalama değer hesaplanmasına ilişkin olarak öğrenciler fikirlerini ortaya koymuşlardır. Bilim insanları

ile mühendislerin matematiği çalışmalarında kullandıkları öğretmen tarafından vurgulanmıştır. Tartışma sonrasında her grup için ayrı ayrı tüm öğrenciler tarafından ortalama sürat hesaplanır ve elde ettikleri sonuçlar karşılaştırılır. Öğrencilerin öğretmen tarafından sorulan aşağıdaki sorulara cevap vermeleri ve görüşlerini ortaya koymaları beklenir.

- Aracın aşağıya doğru hareketine ne yol açmıştır?
- Platformun en üst seviyesinde duran aracın sahip olduğu enerji için ne söyleyebilirsiniz?
- Araç hareket halindeyken sahip olduğu enerji nasıl değişir?
- Aracın daha süratli hareket etmesi nasıl sağlanabilir?
- Platform yüzeyinin cinsi farklı olsaydı (örneğin kumaş, halı, cam) aracın süratinde değişiklik olur muydu? Neden?
- Sizler birer mühendis olarak tasarımınızı nasıl daha verimli hale getirebilirsiniz?

Tekerlek çapları, tekerleğin aldığı yol, tur sayısının hesaplanması (Ek 9) ve aracın ortalama süratine ait veriler kaydedilerek bir elektronik tablolama programı (spreadsheet) ile hesaplanması sağlanır. Ayrıca platform üzerinde açılara ilişkin özellikler öğrenciler tarafından ölçüm sonuçları değerlendirilerek çalışma kağıdına aktarılır.

5. Gün / 2 Ders Saati

Yarışma için fen bilimleri, matematik ve teknoloji tasarım öğretmenlerinden oluşan üç kişilik jüri belirlenir. Jüri (Ek 11) Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Dereceli Puanlama Anahtarını kullanarak grupları değerlendirir. Gruplar hazırladıkları araçları (Fotoğraf 4) jürinin incelemesi ve jürinin sorularını yanıtlamak için sergilerler.



Fotoğraf 4. Grupların Yaptıkları Araç Tasarımları

Yarışma için bir araya gelen grupların son kontrolleri yapmaları istenir. Araçların süratlerinin hesaplanması amacıyla ölçüm için öğrenciler görevlendirilir ve yarışmaya geçilir. Öğrenciler öğretmenin komutu ile araçları platformdan serbest bırakırlar. Görevlendirilen üç öğrenci tarafından platformdan iniş süresine ait veriler kaydedilir ve aracın sürati hesaplanır (Fotoğraf 5). Etkinlik, öğrencilerin yarışmaya ilişkin yansıtıcı açık uçlu soruları (Ek 10) cevaplandırmalarıyla sona erer.



Fotoğraf 5. Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması

Bulgular ve Etkinliğin Değerlendirilmesi

Araştırmacının alan notları ve gözlemlerden elde ettiği verilerin değerlendirilmesi sonucu ulaşılan bilgiler şu şekildedir. Anahtar kavramlar araştırılırken Grup 1 öğrencileri işbirliği içerisinde aktif bir şekilde çalışırken, Grup 3 üyesi Ö12'nin tek başına, aynı grupta bulunan diğer öğrencilerin ise birlikte çalıştığı gözlemlendi. Grup 2 öğrencileri iki alt gruba ayrıldı. Görev paylaşımı yaparak bu iki grup anahtar kavramları araştırdı. Elde ettikleri verileri notlar halinde kaydettiler.

Aracın tasarımının çizilmesi sürecinde Grup 1 öğrencilerinin takım içerisinde daha uyumlu çalıştığı gözlemlendi. Grup 2 ve Grup 3 öğrencilerinin araç tasarımını çizerken zorlandıkları görüldü. Örneğin Grup 2 öğrencisi bu süreci şu şekilde ifade etmiştir:

Ö5: Bizden çok zor şey istiyorsunuz.

Öğretmen: Eğer bu tasarımı yapmazsak ne olur?

Ö5: Araç gelişigüzel olur.

Araç tasarımına ilişkin olarak (Ek 2)'de yer alan kriterler esas alınarak (Ek 11)'da belirtilen Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Dereceli Puanlama Anahtarı'na göre bulgular değerlendirilmiştir. Bu anahtarda dörtlü

performans düzeyine göre yapılan değerlendirmede ele alınan ölçütler aşağıda verilmiştir.

- Araç tasarımı
- Araç performansı
- Takım adı, logo ve araç ilişkisi
- Taslak çizimi
- İş planı ve tasarım süreci
- Yansıtma
- Takım çalışması
- Maliyet
- Besinlerin enerji miktarı

Bu değerlendirme sonucuna göre; tüm grupların tasarladığı araçların yenilebilir gıda maddelerinden yapıldığı, görünüşlerinin araba (binek, kamyon, kamyonet, minibüs vb.) gibi olduğu, en az iki aks ve en az üç tekerlekli olduğu görülmüş, araçların tamamının tasarım gereksinimlerini sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Performans kriterine göre araçların 120 cm uzunluğundaki bir rampadan devrilmeden aşağıya doğru inmesi gerekmektedir. Ancak Grup 2 ve Grup 3'ün tasarladığı araçların bu kriteri gerçekleştirmediği görülmüştür. Bundan dolayı performans kriterini sadece Grup 1'in tasarladığı araç gerçekleştirmiştir. Takım adı-logo ilişkisi yönünden incelendiğinde ise Grup 1'in 4+1, Grup 2'nin kamikaze ve Grup 3'ün flash gibi televizyon dizisi veya çizgi filmlerde var olan isimlere yer verdiği tespit edilmiştir. Takım adı-logo ilişkisine göre; Grup 1 zayıf yada ilişkisiz, Grup 2 temel düzeyde, Grup 3 ise güçlü ilişki içerisinde olduğu söylenebilir.

Taslak çizimlerde orantısız hatalar yapılsa da, tüm çizimlerin araç tasarımı için gereksinimlerin çoğunluğunu karşıladığı görülmüştür. İş tanımları ve tasarım süreci değerlendirildiğinde ise; Grup 1 tarafından iş tanımlarının tamamlanmış, ancak ortak olarak yapılması gereken görevlerin sadece bir kişiye verildiği, tasarım sürecinin tanımlanmadığı görülmüştür. Grup 2 iş tanımları ve görevlerin daha çok malzeme alımı için tanımlandığı, tasarım sürecinde belirlenmesi gereken görevlerin yer almadığı tespit edilmiştir. Grup 3 görevleri diğer gruplara göre daha iyi belirlemiş, açık bir şekilde görev tanımlarını yapmış ancak tasarım sürecini açık bir şekilde ifade etmemiştir. Etkinlik sonrasında

gruplardaki tüm öğrenciler tarafından cevaplanan yansıtıcı açık uçlu sorular (Ek 10) değerlendirilerek bulgular Tablo 1, Tablo 2 ve Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 1. Yansıtma Grup 1

Temalar	Öğrenciler			
	Ö1	Ö2	Ö3	Ö4
Zorluklar	Malzeme temini	Malzeme temini	Malzeme temini	Malzeme temini
Zorluklarla Başetme	Takım çalışması	Malzeme değişikliği	Malzeme değişikliği	Malzeme değişikliği
Sürat Hesaplama	Hesaplar	Hesaplar	Hesaplar	Hesaplar
Performans Geliştirme	Değişiklik yok	Yeni malzeme	Yeni malzeme	Yeni malzeme
Sevilen Bölümler	Tamamı	Beyin fırtınası	Tamamı	Yapım aşaması
Sevilmeyen Bölümler	Yok	Tasarım	Ölçme	ölçme ve yazma
Takım Çalışması	İşbirliği içerisinde çalışıldı	İşbirliği içerisinde çalışıldı	İşbirliği içerisinde çalışıldı	İşbirliği içerisinde çalışıldı
Öneriler	Herşeyin yiyecekten olmaması	Birlikte alışverişe çıkılması	Grup üyelerinin sayısını azaltmak	Gövdeyi daha iyi yapmak

Tablo 1 değerlendirildiğinde; Grup 1 öğrencilerinin tamamının malzeme temininde zorluk yaşadıkları, bu zorlukları malzeme değişikliği yaparak giderdiklerini (%75), grup üyelerinin tamamının sürati hesaplayabildiği, aracın performansını yeni malzeme kullanarak düzelttiklerini (%75) ve performansın yeterince iyi olduğu, bu nedenle değişikliğe gerek olmadığını (%25) belirttikleri tespit edilmiştir. Grup 1 üyeleri; etkinliğin sevilen bölümü olarak tamamını (%50), beyin fırtınası yapmayı (%25) ve yapım aşamasını (%25), sevilmeyen bölümü olarak ise tasarım (%25), ölçme (%50), yazma (%25) ve sevilmeyen hiçbir şey olmadığını (%25), takım çalışmasının tüm öğrenciler tarafından başarılı bir şekilde gerçekleştirildiğini açıklamışlardır. Etkinlik için önerileri; herşeyin yiyecekten olmaması (%25), birlikte alışverişe çıkılması (%25) ve grup üyelerinin azaltılması (%25) fikirlerini içermiştir.

Tablo 2'den elde edilen bulgular değerlendirildiğinde; Grup 2 öğrencilerinin tamamının malzeme temininde zorluk yaşadıkları, bu zorlukları malzeme değişikliği yaparak giderdiklerini, sürati iki öğrencinin (%50) hesaplayabildiği, aracın performansını yeni malzeme kullanarak (%75) geliştirebileceklerini, (bir öğrenci cevapsız bırakmıştır) belirttikleri gözlenmiştir. Grup 2 üyeleri; etkinliğin sevilen bölümü olarak

tamamını (%50), yapımını (%25), eğlenceli olmasını (%25), sevilmeyen bölümü olarak ise ortaya çıkan sorunlar (%25), kazanamamak (%25), malzeme eksikliği (%25) ve sevilmeyen hiçbir yönü olmadığını (%25) açıklamışlardır. Takım çalışması tüm öğrenciler tarafından uyumsuz olarak nitelendirilmiş ve etkinlik için önerilerini hiçbir şey (50%), prototip çiziminin çıkarılması (%25) ve grubu değiştirme (%25) olarak belirtmişlerdir.

Tablo 2. Yansıtma Grup 2

Temalar	Öğrenciler			
	Ö5	Ö6	Ö7	Ö8
Zorluklar	Malzeme temini	Malzeme temini	Malzeme temini	Malzeme temini
Zorluklarla Başetme	Malzeme değişikliği	Malzeme değişikliği	Malzeme değişikliği	Malzeme değişikliği
Sürat Hesaplama	Hesaplar	Hesaplar	Hesaplayamaz	hesaplayamaz
Performans Geliştirme	-	Yeni malzeme	Yeni malzeme	Yeni malzeme
Sevilen Bölümler	Tamamı	Yapım	Eğlenmek	Tamamı
Sevilmeyen Bölümler	Yok	Sorunlar	kazanamamak	Malzeme eksikliği
Takım Çalışması	Uyumsuz	Uyumsuz	Uyumsuz	Uyumsuz
Öneriler	Hiçbir şey	Prototip Çiziminin Çıkarılması	Hiçbir şey	Grubu değiştirme

Tablo 3. Yansıtma Grup 3

Temalar	Öğrenciler			
	Ö9	Ö10	Ö11	Ö12
Zorluklar	Grup uyumu	Malzeme temini	Malzeme temini	Malzeme temini
Zorluklarla Başetme	Oylama	Malzeme değişikliği	Malzeme değişikliği	Malzeme değişikliği
Sürat Hesaplama	Hesaplar	Hesaplar	Hesaplar	Hesaplar
Performans Geliştirme	Yeni malzeme	Yeni malzeme	Yeniden tasarım	Yeniden tasarım
Sevilen Bölümler	Tasarım	Tamamı	Eğlence strateji bilim zeka Yol	Fikirleri gerçekleştirmek
Sevilmeyen Bölümler	Uyumsuzluk	Yok	Yok	Uyumsuzluk
Takım Çalışması	Uyumsuz	Uyumsuz	Uyumsuz	Uyumsuz
Öneriler	Grup arkadaşımı	Malzeme temini	Malzeme temini	Malzeme temini

Tablo 3 değerlendirildiğinde; Grup 3 öğrencilerinin malzeme temininde (%75) ve grup uyumunda (%25) zorluk yaşadıklarını, bu zorlukları malzeme değişikliği yaparak (%75) ve grup içerisinde oylama yaparak (%25) giderdiklerini, gruptaki tüm öğrencilerin sürati hesaplayabildiği ve tamamının aracın performansını yeni malzeme kullanarak geliştirebileceklerini belirttikleri bulunmuştur. Grup 3 üyeleri; etkinliğin sevilen bölümü olarak etkinliğin tamamını (%50), eğlence,

strateji ve bilimi (%25), sevilmeyen bölümü olarak ise grup içi uyumsuzluk (%50), sevilmeyen yönü olmadığını (%50) açıklamışlardır. Takım çalışması tüm öğrenciler tarafından uyumsuz olarak nitelendirilmiş ve etkinlik için önerilerini malzeme temininin sağlanması (75%), grup arkadaşlarının değişmesi (%25) olarak belirtmişlerdir.

Araştırmada her gruptan birer öğrenciyle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerden (Ek 13) elde edilen bulgulara göre; Grup1 üyesi Ö1 çalışmada en çok zorluk çekilen kısım olarak “aksılar” ve “tekerleklerin dönmemesi”, en çok sevilen kısım olarak ise “başarıncaya mutlu olmayı” ve “excel de tablo yapmayı öğrenmeyi” belirtmiştir. Sevilmeyen kısım ise “malzeme eksikliği” olarak belirtilmiştir. Takım çalışması için “uyumlu çalışıldı”, fen bilimleri dersi ile ilgili olarak “araştırma yapılır” ve “hesaplamalar matematik ile ilgilidir” şeklinde belirtmiştir. Etkinlik için önerilerini ise; “grupları kendimiz oluşturalım çünkü bazı öğrenciler grup içerisinde çalışmıyor” ve bazı öğrencilerin malzeme getirmemesi nedeniyle “malzemelerin birlikte alınması” olarak belirtti. Mühendislik tasarım döngüsünü kullandıklarını ve bu döngünün “tekrar edilip sürekli kontrolün sağlandığını” söyledi. Bilim insanı ve mühendisler arasındaki benzer ve farklı yönler için ise “gözlem açısından” olabileceğini, “Mühendisler de gözlem yapar, ancak bilim insanları daha bilimsel bakış açısına sahiptir.” şeklinde ifade etmiştir.

Grup 2 üyesi Ö5, etkinlikte en çok zorlandığı kısmın takım çalışması olduğunu “Etkinlikte beni en çok zorlayan takım çalışması oldu. Ben şahsen takım çalışmasını beceremem bunu baştan söyleyeyim.” olarak ifade etmiştir. Etkinlik sırasında “eğlendiklerini”, “araba tasarımını iyi yaptıklarını” ancak “malzeme eksikliği” yaşadıklarını belirtmiştir. Etkinliğin normal “fen dersleriyle bağlantılı” olduğunu, “grup çalışmasının öğretildiğini” ancak gruplara öğrenci dağılımının “daha adil” olmasının sağlanması gerektiğini belirtmiştir. Öğrenci mühendislik tasarım döngüsüne ilişkin olarak görüşlerini “Mühendisler bir tasarım döngüsünde çalışırlar bu döngü kullanılmıyorsa büyük sıkıntılar yaşardık.” şeklinde açıklamıştır. Bilim insanlarının daha çok “bilime dayalı şeyler yaptığını”, “dünyayı

araştırdıklarını”, mühendislerin ise “araba, telefon gibi şeyler” yaptıklarını, “her ikisinin de teknolojiyi çalışmalarında kullandıklarını” ifade etmiştir.

Kendisi ile yapılan yarı yapılandırılmış görüşmede Grup 3 üyesi Ö12; çalışmada en çok tekerlerin dönmesi için gereken aks kısmında zorlandıklarını, mühendislik tasarım döngüsünü kullanırken “sor” bölümünde zorlandıklarını ancak bu “zorluktan hoşlandıklarını”, “malzeme eksikliğini sevmediklerini”, “arabanın yapımını ise sevdiğini” belirtmiştir. Öğrenci, etkinliğin “fen bilimleri dersiyle çok farklı” olmadığını ancak “mühendislik tasarımının farklı” olduğunu “hem bilim hem de mühendisliğin matematiksel işlemlere dayandığını” ifade etmiştir. Çalışma sırasında döngüye yeterince uyulmadığını, “sor” bölümünde birkaç kısım yapmadan araç tasarımına başladıklarını, “döngüyü kullanmadıkları için de sonucun kötü olduğunu” belirtmiştir. Öğrenci, “bilimin deneysel, mühendisliğin daha görsel” olduğunu, “mühendislerin de hayal gücünü” kullandığını bilim insanlarının “tartışarak” sonuca ulaşmaya çalıştığını ifade etmiştir.

Grup 1’de görev alan Ö1, Grup 2’de görev alan Ö5 ve Grup 3’te görev alan Ö12 ile yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulara göre mühendislik tasarım döngüsünün kontrolü sağladığı, döngü kullanılmıyorsa büyük sıkıntıların yaşanabileceği ve döngüyü kullanmadıkları için grupların sıkıntı yaşadıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin etkinlikte elde ettikleri başarının, gruplar dikkate alındığında mühendislik tasarımını etkili bir şekilde uygulayıp uygulamadıkları ile ilişkili olduğu söylenebilir.

Tablo 4. Akran Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı Bulguları

Gruplar	Kriterler			
	Katılım	Görev Performansı	Tk. Hedeflerine Yönelik Çalışma	İşbirliği
Grup 1	4,00	4,00	4,00	4,00
Grup 2	3,16	3,42	3,58	3,50
Grup 3	3,08	2,58	2,92	2,58

Akran Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı ile (Ek 12) öğrenciler kendileri dışındaki her bir takım arkadaşını ayrı ayrı dördü performans düzeyine göre değerlendirmişlerdir. Akran değerlendirme ortalamaları her grup için Tablo 4'te gösterilmiştir.

Akran Değerlendirme Dereceli Puanlama Anahtarı'ndan elde edilen bulgular ile Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Dereceli Puanlama Anahtarı'ndan elde edilen bulgular paralellik göstermektedir. Başka bir deyişle etkinliğe aktif bir şekilde katılan, görev performansı yüksek olan, takım hedeflerine yönelik çalışabilen ve işbirliği yapabilen öğrencilerin bulunduğu grup daha başarılı bir şekilde araçlarını tasarlamışlardır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliği anasınıfından yükseköğrenime kadar uygulanabilecek bir etkinlik olmasının yanında maliyeti düşük, farklı disiplinlerin birden çok konu alanını kapsayan eğlenceli bir etkinliktir. ABD'de yapılan uygulamalar incelendiğinde FETEMM etkinliği olarak yarışma şekliyle birçok okulda yaygın olarak düzenlenmektedir. En basit ölçüm araçlarından yüksek teknoloji ile donatılmış sensörler ve ölçme araçlarına kadar farklı materyallerle etkinlik düzenlenebilmektedir. Etkinlik çok farklı şekillerde tasarlanabilmesinin yanında öğrenciler için takım çalışması, problem çözme, mühendislik tasarım döngüsünü kullanma, FeTeMM disiplinleri hakkındaki bilgilerini uygulama, yaratıcı fikirlerini ortaya çıkarma fırsatı vermektedir. Bu kapsamda eğitim ortamlarında veya okul dışı ortamlarda farklı şekillerde kolaylıkla uygulanabilir. Etkinlik kolay uygulanabilir ve ekonomik olmasına rağmen uygulayıcılar tarafından etkinliğin çok iyi bir şekilde planlanarak yürütülmesi ve her aşamada uygun müdahalelerin yapılması gerekmektedir.

Etkinlikte grup üyeleri ile yaşanan uyumsuzlukların grup başarısını olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Bunun en önemli nedeni olarak öğrencilerin daha önce bu tür etkinliklere katılmaması nedeniyle takım çalışmasının gerektirdiği becerilere sahip olmaması görülebilir. Bununla birlikte çalışmaya katılan öğrencilerin farklı sınıflardan

olması, ilk kez birlikte çalışmalarını da takım çalışmasındaki uyumsuzluğa sebep olmuş olabilir. Bu nedenle öğrencilere anasınıfından itibaren bu becerilerin kazandırılması çok önemlidir.

Etkinliğin daha kalabalık sınıflarda uygulanacağı göz önüne alındığında sınıf ortamı grup çalışmasına uygun hale getirilmeli, karşılaşılabilecek sorunları çözmek amacıyla diğer alan öğretmenleri ile işbirliği içerisinde çalışılmalıdır. Etkinliğin amacına ulaşabilmesi için uygulanacak süreç hakkında öğrencilerin bilgilendirilmesi ve kuralların çok net bir şekilde öğretmen tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Bu nedenle etkinliğin bir matematik öğretmeni ya da teknoloji- tasarım öğretmeni ile birlikte uygulanması uygulamayı kolaylaştıracaktır.

Grupların mühendislik tasarım döngüsüne uymama ihtimaline karşı öğretmen tarafından sık sık tasarım döngüsünün bir aşaması tamamlanmadan diğer aşamaya geçilmemesi için gruplar gözlenmeli ve gerekli uyarılar yapılmalıdır. Mühendislik tasarım döngüsü poster olarak etkinlik ortamında bulundurulabilir.

Malzeme teminiyle ilgili yaşanan sıkıntıların giderilmesinde ise grup üyelerinin birlikte alışverişe çıkarak malzeme seçimini birlikte yapması teşvik edilebilir. Bir diğer çözüm yolu, her ne kadar öğrencilerin yaratıcılıkları için bir sınırlama getireceği düşünülse de öğretmen tarafından sınıfa getirilen malzemelerden öğrencilerin seçim yaparak araçları tasarlamaları olabilir.

Çalışmadan elde edilen bulgulara dayanarak öğrencilerin bilim insanları ve mühendislerin nasıl çalıştıkları ve bilim ile mühendisliğin birbirine benzer ve farklı yönleriyle ilgili olarak fikir edindikleri söylenebilir. Bununla beraber etkinliğin uygulanması sırasında öğrenciler tarafından bilim ve mühendisliğin benzerlik ve farklılıklarına ilişkin görüşlerini yazmaları veya öğretmen tarafından hazırlanan bir çalışma kağıdını doldurmalarının daha etkili olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aslan-Tutak, F., Akaygun, S., & Tezsezen, S. (2017). İşbirlikli FeTeMM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) eğitimi uygulaması: Kimya ve matematik öğretmen adaylarının FeTeMM farkındalıklarının incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 32(4), 794-816. doi: 10.16986/HUJE.2017027115
- Capraro, R. M., Capraro, M. M., & Morgan, J. R. (Eds.). (2013). *STEM project-based learning: An integrated science, technology, engineering, and mathematics (STEM) approach*. Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers.
- Creswell, J. W. (2014). *Nitel, nicel araştırma deseni ve karma yöntem yaklaşımları* (S. B. Demir, Çev. Ed.). Ankara: Eğiten Kitap.
- Cunningham, C. M. (2009). Engineering is elementary. *The Bridge*, 30(3), 11-17.
- European Commission. (2004). *Europe needs more scientists!* Brussels, Belgium: Author.
- Gonzalez, H. B., & Kuenzi, J. J. (2012). *Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education: A primer*. Washington, DC: Congressional Research Service.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev. Ed.). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013a). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013b). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı (5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2016). *Ortaokul teknoloji ve tasarım dersi (7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2017). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: The National Academies Press. Retrieved from <https://www.nap.edu/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- Perez, D., Gibson, J., Opsal, S. C., & Lynch, R. M. (2011). *Organizing an edible car contest: A how to handbook*. Oglesby, Illinois: Illinois Valley Community College. Retrieved from <http://www2.ivcc.edu/mimic/nsf/Resources%20for%20Teachers/Manual-2011.pdf>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (Genişletilmiş 10. baskı.). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Wang, H. H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM integration: Teacher perceptions and practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 1(2), 1-13.

Kaynak Gösterme

- Doğan, H., Savran Gencer, A., & Bilen, K. (2017). Fen ve mühendislik uygulaması: Yenilebilir ve yenilenebilir araba yarışması etkinliği üzerine bir durum çalışması. *Araştırma Temelli Etkinlik Dergisi*, 7(2), 62-85. <http://www.ated.info.tr/index.php/ated/issue/view/14> adresinden erişildi.

Ek 1

Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Etkinliğinin Uygulanabileceği Kazanımlar

Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliği ortaokul fen bilimleri dersi 5. sınıf besinler ve özellikleri, 6. sınıf kuvvet ve hareket/fiziksel olaylar, 7. sınıf kuvvet ve enerji/ fiziksel olaylar üniteleri; matematik dersi 5. sınıf veri işleme, 6. sınıf geometri ve ölçme ile veri analizi, 7. sınıf çokgenler ve oran orantı konuları; 7.sınıf teknoloji ve tasarım dersi, tasarım ve çözüm ünitelerinde yer alan aşağıda belirtilen kazanımlar için uygulanabilir (MEB, 2013a, ss.14-32; MEB, 2013b, ss.10-27; MEB, 2016, s.22).

Fen Bilimleri Dersi

5. Sınıf

5.1.1. Besinler ve Özellikleri

5.1.1.1. Besin içeriklerinin, canlıların yaşamsal faaliyetleri için gerekli olduğunu fark eder.

5.1.1.2. Vitamin çeşitlerinin en fazla hangi besinlerde bulunduğunu araştırır ve sunar.

5.1.1.3. Su ve minerallerin bütün besinlerde bulunduğu çıkarımını yapar.

6. Sınıf

6.2.2. Sabit Süratli Hareket

6.2.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder.

7.Sınıf

7.2.3. Kuvvet, İş ve Enerji İlişkisi

7.2.3.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla doğru orantılı olduğunu kavrar ve birimini belirtir.

7.2.3.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirir, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır.

7.2.4. Enerji Dönüşümleri

7.2.4.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüştüğünü örneklerle açıklar ve enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır.

7.2.4.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar.

Matematik Dersi

5.sınıf

5.3. Veri İşleme

5.3.1. Araştırma Soruları Üretme, Veri Toplama, Düzenleme ve Gösterme

5.3.2. Veri Analizi ve Yorumlama

6. Sınıf

6.3.1. Açılar

6.3.1.2. Komşu, tümler, bütünlük ve ters açıların özelliklerini keşfeder; ilgili problemleri çözer.

6.4.2. Veri Analizi

6.4.2.1. Bir veri grubuna ait aritmetik ortalamayı hesaplar ve yorumlar.

7.Sınıf

7.3.2. Çokgenler

7.3.2.1. Düzgün çokgenlerin kenar ve açı özelliklerini açıklar.

7.3.2.2. Çokgenlerin köşegenlerini, iç ve dış açılarını belirler; iç açılarının ve dış açılarının ölçüleri toplamını hesaplar

7.1.4. Oran ve Orantı

7.1.4.1. Birbirine oranı verilen iki çokluktan biri verildiğinde diğerini bulur.

7.1.4.7. Doğru ve ters orantıyla ilgili problemleri çözer.

Teknoloji Tasarım Dersi

7. Sınıf

7.9.4.3. Tasarım çözümünü maket veya çizim olarak görselleştirir.

7.9.4.4. Model veya prototip oluşturacak uygun araç, gereç ve malzemeleri seçer.

7.9.4.5. Tasarımın modelini ya da prototipini oluşturur.

7.9.5.1. Tasarımı belirlenen kriterlere göre değerlendirir.

7.9.5.2. Ortaya çıkan ürünün (model veya prototip) uygunluğunu akranları ile değerlendirir.

7.9.5.3. Değerlendirme sonuçlarına göre ürün geliştirme yollarını önerir.

Ek 2

Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Etkinliği Yönerge

Amaç ve Kriterler

Mühendisler, herkesin hayatını iyileştiren ve yeni ürünler icat eden sorunları araştırmak ve çözmek için matematik, bilim ve yaratıcılık kullanır. Kimya, elektrik, bilgisayar, mekanik, inşaat, çevre ve biyomedikal gibi birçok farklı mühendislik türü vardır. Mühendisler köprüler, arabalar, kumaşlar, gıdalar, sanal gerçeklik ve eğlence parkları gibi şeyleri tasarlar ve geliştirirler.

Gelecekte insanlığın karşılaşılabileceği enerji problemine çözüm olabilecek yakıtını kendini oluşturan maddelerden üreterek kendini zamanla yok edebilen çevre dostu bir araç tasarlanmak isteniyor. Bunun için düzenlenen yarışmada bir makine mühendisi olarak sizlerden yenilebilir ve yenilenebilir bir araba yapmanız istenmektedir. Bu araba yiyecek maddelerinden (pişmiş/pişmemiş sebze, meyve, şeker, makarna vb.) meydana gelsin, maliyeti düşük, enerjisi yüksek, aynı zamanda sağlam ve hızlı olsun. Aracınızın ödül alabilmesi için aşağıda belirtilen Ek 11’ da yer alan değerlendirme rubriğine göre en çok puanı toplaması gerekmektedir.

Yenilebilir ve Yenilenebilir Otomobiller için Kriterler

1. Araçlar tamamen yenilebilir gıda maddelerinden yapılmalıdır.
2. Araçlar araba (binek, kamyon, kamyonet, minibüs vb.) gibi görünmelidir.
3. Araçlar, insanlara yenilebilir en az iki aks ve en az üç tekerlekli olmalıdır.
4. Yarışmada değerlendirilmeye alınabilmek için, aracın yaklaşık 120 cm uzunluğundaki bir rampadan devrilmeden aşağıya doğru inmesi gerekir.
5. Grubunuz için belirlediğiniz isim, logo tasarladığınız araç ile uyum içerisinde olmalıdır.
6. Taslak çiziminiz tasarlayacağınız aracın anahatlarını ve kullanacağınız malzemeleri içermelidir.
7. Maliyeti düşük olmalıdır.
8. Aracı oluşturan besinlerin sahip olduğu enerji miktarı yüksek olmalıdır.

Çalışmaya başlamadan önce ekibinizle birlikte bir platformdan serbest bırakılan bir aracın hareketinin nasıl olacağına ilişkin araştırma yapmanız gerekmektedir. Mekanik enerji, potansiyel enerji, kinetik enerji ve bunların dönüşümleri, sürtünme kuvveti ve etkileri konusundaki bilgiler sizlere yardımcı olacaktır. Ayrıca 5. sınıf besinler konusu ile ilgili olarak besin çeşitleri ve bu besinlerin verdikleri enerji miktarlarına ilişkin ön bilgiye sahip olmak yarışmada işinizi kolaylaştıracaktır. Bu nedenle aşağıdaki anahtar kavramları öncelikle araştırınız ve grubunuzla paylaşınız.

Anahtar Kavramlar

Enerjinin korunumu, mekanik enerji, potansiyel enerji, kinetik enerji, enerji mühendisliği, sürtünme kuvveti, sürat, besin, karbonhidratlar, yağlar, proteinler, vitaminler, su ve mineraller, teknoloji.

Araç-Gereç ve Malzemeler

- Kronometre/Akıllı Telefon
- Açık Ölçer
- Metre/cetvel
- Dijital mutfak terazisi
- Plastik bıçak
- Besin çeşitleri (yeterli miktarda)
- Platform (araçların yarışacağı platform)
- öğretmen tarafından tasarlanır)
- Office Programı yüklü bilgisayar / laptop (Her grup için bir adet)
- Yapılacak araştırma için internete bağlı cep telefonu, tablet, dizüstü bilgisayardan herhangi biri

Etkinliğin Değerlendirilmesi

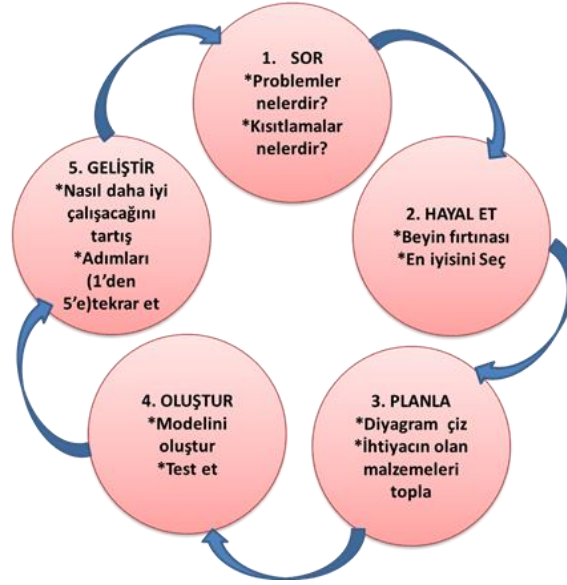
Değerlendirme için sizlere çalışma başlamadan ve çalışma sonrasında dağıtılacak olan aşağıdaki değerlendirme araçları kullanılacaktır.

1. Aracınızın, tasarım ve performans değerlendirmesi için dereceli puanlama anahtarı (Ek 11)
2. Akran değerlendirmesi için rubrik (Ek 12)

Ek 3

Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Mühendislik Tasarım Döngüsü

Yapacağımız çalışmada aşağıda belirtilen mühendislik tasarım süreçlerini takip edecek şekilde mühendislik tasarım döngüsünü uygulayacağız.



(Cunningham, 2009)

1. SOR

“Yenilebilir ve yenilenebilir Araç Yarışması” için ne tür bir araç yapmanız isteniyor? Bu araç için kısıtlamalar nelerdir? Araç ne kadar büyük olmalıdır? Bu aracı nasıl sağlam bir şekilde yapabilirsiniz? Hangi malzemeleri kullanmalısınız?

2. HAYAL ET

Bu aşamada sizler birer mühendis olarak beyin fırtınası yapacaksınız. Fikirlerinizi açıkça ortaya koyarak tüm fikirler ortaya atıldıktan sonra her birinin olumlu ve olumsuz yanlarını ortaya koyarak en iyi çözümü seçiniz.

3. PLANLA

Siz mühendislerden beklenen en iyi tasarım fikirlerini kağıda aktarmanız ve ardından gerekli malzemeleri toplamanızdır. Aracınızı oluşturmak için hangi malzemelere ihtiyacınız var?

4. OLUŞTUR

Bu aşamada, modelinizi tasarım çizimine göre oluşturunuz ve daha sonra çalışıp çalışmadığını test ediniz. Test sonucunda elde ettiğiniz verileri kaydediniz.

5. GELİŞTİR

Sorunu etkin bir şekilde çözüp çözemediğinizi görmek için çözümlerinizi değerlendiriniz. Sorun çözülmedi ise, tasarımınızı iyileştirmenin ve daha iyi hale getirmenin diğer yollarını arayınız.

Ek 4

Bilim ve Mühendislik Uygulamalarının Karşılaştırılması

1. Bilim için soru sormak, mühendislik için problem belirlemek	Bilim, "Neden gökyüzü mavidir?" veya "Neler kansere sebep olur?" gibi bir olgu hakkında soru ile başlar. Bilim insanları bu sorulara açıklayıcı cevaplar ararlar.	Mühendislik, çözülmesi gereken bir mühendislik problem ortaya koyan bir sorun, ihtiyaç veya istek ile başlar. Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltmak için güneş enerjisinden nasıl yararlanabiliriz? Mühendisler mühendislik problemini tanımlamak için soru sorar, başarılı bir tasarım çözümü için kriterleri ve sınırlılıkları belirler.
2. Model geliştirmek ve kullanmak	Bilim, doğal olgular hakkında açıklamalar geliştirmek için çeşitli model ve simülasyonları kullanır. Modeller varsayımsal açıklamaları test etmek için yapılır.	Mühendislik, kusurların nerede oluşabileceğini görmek veya yeni bir problem karşısında olası çözümleri test etmek ve mevcut sistemleri analiz etmek için modeller ve simülasyonları kullanır.
3. Sorgulama/Araştırma planlamak ve yürütmek	Bilim insanları bağımlı, bağımsız değişkenlerin kontrolünü gerektiren sistematik bir sorgulama planlar ve yürütür.	Mühendisler, tasarım kriterlerini veya parametrelerini belirlemek, tasarımlarını test etmek ve gerekli verileri elde etmek için sorgulamayı kullanırlar.
4. Verileri analiz etmek ve yorumlamak	Bilim insanları araştırmalarını anlamlandırmak için analiz edilmesi gereken verileri üretir. Bu amaçla bilim insanları verideki özellikleri ve örüntüleri belirlemek için tablolar, grafikler, görseller ve istatistiksel analiz gibi bir dizi araç kullanırlar.	Mühendisler tasarımlarını test ederken toplanan verileri analiz eder. Bu farklı çözümlerin karşılaştırılmasına ve hangisinin tasarım kriterini karşıladığına karar vermede yada hangi tasarımın verilen sınırlılıklar içinde en iyi çözüm olduğuna karar vermede yardımcı olur.
5. Matematik ve hesaplamalı düşünce kullanmak	Bilim insanları, matematik ve hesaplamalı düşünceyi, değişkenleri ve ilişkileri göstermek için bir araç olarak kullanırlar.	Mühendisler için, kurulan ilişkilerin ve ilkelerin matematiksel ve hesaplamalı gösterimleri yaptıkları tasarımın ayrılmaz bir parçasıdır.
6. Fen için açıklama oluşturmak ve mühendislik için çözüm tasarlamak	Bilimin amacı, dünyanın özelliklerinin açıklayabilecek teorilerin oluşturulmasıdır. Öğrenciler için hedef, mevcut bilim anlayışını ya da onu temsil eden bir modeli, mevcut kanıtlarla birleştiren uyumlu olguların mantıksal açıklamalarını yapmaktır.	Mühendislik, problemleri çözmek için sistematik bir süreç olan mühendislik tasarımı, maddi dünyanın bilimsel bilgi ve modellerine dayanır. Önerilen her çözüm, arzulanan işlevlerin, teknolojik yapılabirlik, maliyet, güvenlik, estetik ve yasal gerekliliklerle uyumu birbiriyle rekabet eden kriterleri dengeleme sürecinden kaynaklanmaktadır.
7. Kanıta dayalı argüman oluşturmak	Bilim insanları açıklamalarını savunmalı, güçlü bir veriye dayanan kanıtları formüle etmeli, başkaları tarafından sunulan kanıt ve yorumlar ışığında kendi görüşlerini incelemeli ve araştırılan olguyu açıklamak için meslektaşlarıyla işbirliği yapmalıdır.	Mühendislikte, mantık ve argüman, bir probleme mümkün olan en iyi çözümü bulmak için gereklidir. Mühendisler, rakip fikirler alanında en umut verici çözümün seçilmesi kritik bir aşamaya sahip olan tasarım süreci boyunca meslektaşlarıyla işbirliği yapmaktadır.
8. Bilgiyi elde etmek, değerlendirmek ve paylaşmak.	Bilim insanları, bulguları açık ve ikna edici bulamıyor veya başkalarının bulguları hakkında bilgi elde edemiyorsa, bilim ilerleyemez. Bu nedenle bulgularını açık bir şekilde paylaşırlar.	Mühendislerin tasarımlarının avantajları açık ve ikna edici değilse, yeni veya geliştirilmiş teknolojiler üretmez. Mühendisler tablolar, grafikler, çizimler veya modeller kullanarak, melektaşlarıyla görüşerek sözlü ve yazılı olarak fikirlerini ifade etmeleri gerekir.

National Research Council (NRC) (2012). A Framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas (pp.51-52-53). Washington, DC: The National Academies Press.

Ek 5

Öğrenciler Tarafından Doldurulmuş İş Tanımları Örneği

GRUP 3 = FLASH

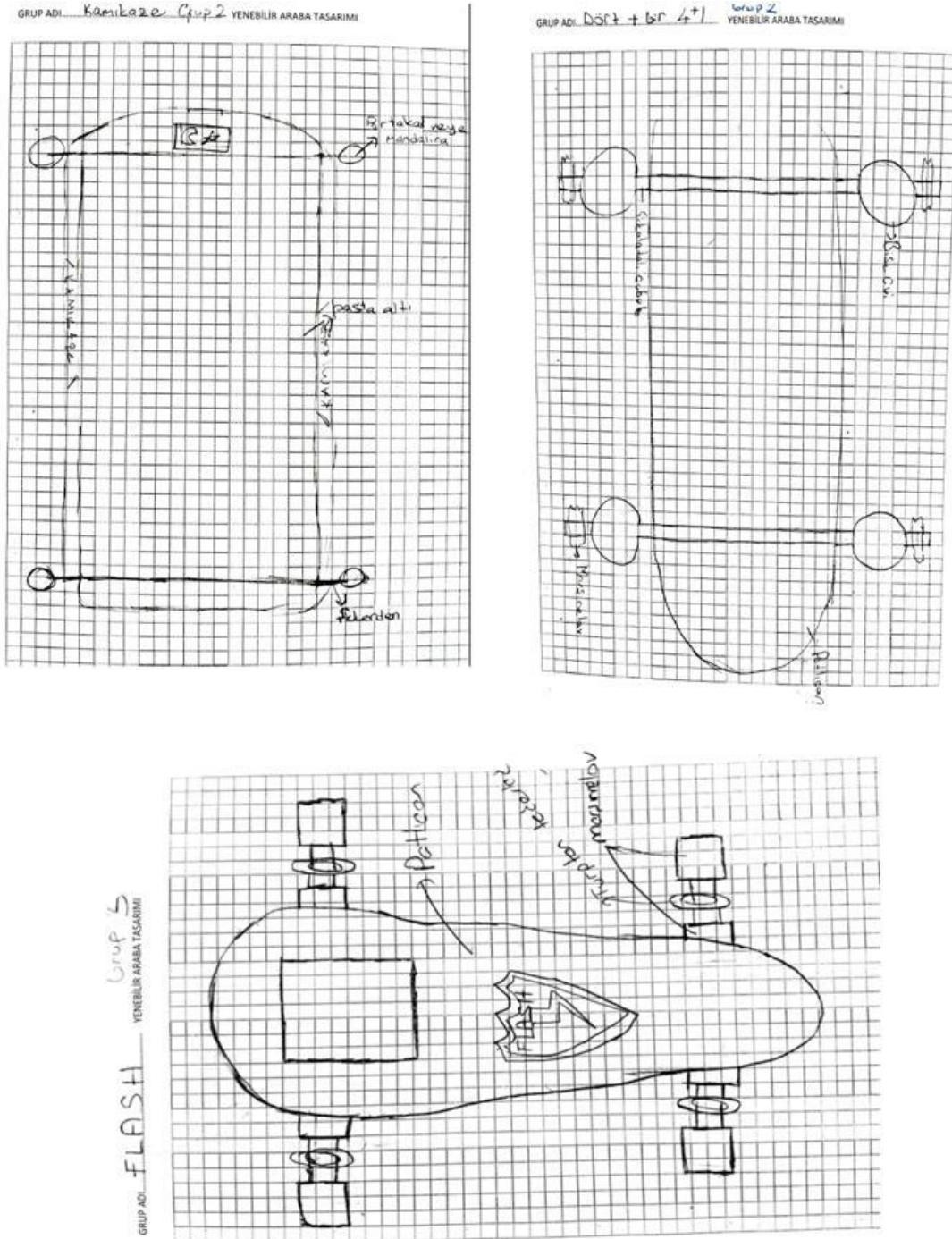
İş Tanımları ve Tasarım Süreci

Arabınızı başarıyla kurmak için yapılması gereken görevleri tartışın. Takım üyelerini görevlendirin. Ekip üyelerinin birden fazla görevi olabilir. Aşağıdaki tabloyu tamamlayın

Görev	Ekip Üyesinin Adı	Görev Tanımı
Model Araştırması	[Redacted]	Yenebilir araba için bilgisayarda araştırma yapacak sonuçları arkadaşları ile konuşup tartışacak.
Araba Yapımı	[Redacted]	Araba parçaları yerine geçen yiyeceklerle araba form soktu.
Malzeme Toplaması	[Redacted]	Gerçek olan malzemeleri düzenleyip getirdi.
Araştırma Kaynakları	[Redacted]	Araştırma kaynakları araştırarak bilgi aktarmında buldu.

Ek 6

Gruplar Tarafından Doldurulan Örnek Tasarım Şablonu



Ek 8

Öğrenciler Tarafından Doldurulan Örnek Besin Değerleri Hesaplama Tablosu

Grup Adı:..... Yenebilir Araba Yarışması - Kalori Hesap Cetveli

4+1

ARABA PARÇASININ ADI (aks- tekerlek- gövde- kapı vb.)	BESİN GRUBU Karbonhidrat- yağ-protein (Birden fazla besin grubunu içeriyorsa miktarı çok olan içerisine diğerlerini dahil ediniz)	MIKTARI (Gram)	BESİN DEĞERİ(kalori)/gram	SAHIP OLDUĞU ENERJİ MIKTARI
4 Tekerlekli in altın- masi için (Marsmolu)	Karbonhidrat	16gr	318 kcal/100gr	$\frac{16 \times 318}{100} = 50,88 \text{ kcal}$
8Aks (Güçlü Kebab)	Karbonhidrat	6gr	145 kcal/100gr	$\frac{6 \times 145}{100} = 8,7 \text{ kcal}$
Gönder (Patlıcan)	Vitamin	10gr	25 kcal/100gr	$\frac{10 \times 25}{100} = 2,5 \text{ kcal}$
Tekerlek (Bisküvi)	Karbonhidrat	40gr	100 kcal/100gr	$\frac{40 \times 100}{100} = 40 \text{ kcal}$
TOPLAM				268,07

DEĞERLEMEN
NOTU.
Vitaminler için enerji hesaplanıyorduk!
İçerisinde bulunan karbonhidrat için yapılmıştı

Ek 9

Öğrenciler Tarafından Doldurulan Hesaplama Tablosu

Grup Adı: Grup.....2.....YENEİLİR ARABA YARIŞMASI MATEMATİKSEL HESAPLAMALAR			
ARAÇ PARÇASI	Ölçünüz	Hesaplayınız	Hesaplayınız
ON TEKERLEK	Ön tekerlek çapı:.....5..... Arka tekerlek çapı:.....5.....	Tekerlek 1 tur dönerse araç kaç cm ilerler? (Ön arka tekerlek çapları eşit değil ise ön tekerleğe göre işlem yapınız).	Araçın tekerlekleri platformdan aşağıya ininceye kadar kaç tur döner? 8 tur döner
ARKA TEKERLEK	Ön tekerlek yarıçapı:.....2,5..... Arka tekerlek yarıçapı:.....2,5.....	Çemberin çevresini aşağıdaki eşitlikle hesaplayınız($\pi = 3$ alınız). $\ç = 2\pi r$ 2.3.2.5 = 15	120 : 15 = 8 tur
PLATFORM			<p>(ters açılar, 180 derece, dik açı, bütünler açı)</p> <p>1- A açısının bütünler açısı10°.....</p> <p>2- A ile Cdik açı.....açılardır.</p> <p>3- E açısı90°.....açıdır.</p> <p>4- A+E+F açılarının toplamı180°..... derecedir.</p> <p>5- Komşu açılar :</p> <p>6- A ile F açısıbütünler.....açılardır.</p>

Ek 10

Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Öğrenci Yansımaları (Geri Bildirim)

Öğrenci Adı:.....

Aşğıdaki soruları boşluklara cevaplayınız. Açıklamak için çizim ekleyebilirsiniz. Bunun için kağıdın arka yüzünü veya ayrı bir kağıt kullanabilirsiniz.

1. Aracınızın prototipini oluştururken karşılaştığınız zorluklar nelerdir?
2. Bu zorlukların üstesinden nasıl geldiniz?
3. Aracınızın ortalama süratini nasıl hesapladınız?
4. Aracınızın performansını daha iyi hale getirmek için nasıl değiştirirsiniz?
5. Bu çalışmada neleri sevdiniz? Neleri sevmediniz?
6. Bir grup olarak nasıl çalıştığınızı açıklayınız?
7. Bu çalışmada neleri değiştirmek isterdiniz?

Teaching Channel (n.d.). *STEM design challenge: Edible cars*. Retrieved from <https://www.teachingchannel.org/videos/engineering-design-process-stem-lesson>

Ek 11

Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması Dereceli Puanlama Anahtarı

Takımın Adı _____ Öğrenciler _____

Kategori	1	2	3	4
Araç tasarımı	Tasarım gereksinimleri karşılamıyor	Tasarım gereksinimlerin bir kısmını karşılıyor	Tasarım gereksinimlerin çoğunluğunu karşılıyor	Tasarım gereksinimlerin tamamını karşılıyor
Araç performansı	Performans kriterlerini karşılamıyor	Performans kriterlerinin bir kısmını karşılıyor	Performans kriterlerinin çoğunluğunu karşılıyor	Performans kriterlerinin tamamını karşılıyor
Takım adı- logo ve araç ilişkisi	Zayıf yada ilişkisiz	Temel düzeyde ilişki	Güçlü ilişki	Çok güçlü ilişki
Taslak Çizimi	Taslak gereksinimlerini karşılamıyor	Taslak gereksinimlerinin bir kısmını karşılıyor	Taslak gereksinimlerinin çoğunluğunu karşılıyor	Taslak gereksinimlerinin tamamını karşılıyor
İş Tanımları ve Tasarım Süreci	İş tanımları tamamlanmış/tamamlanmamış ve/ya da tasarım süreci eksik olabilir	İş tanımları tamamlanmış/tamamlanmamış ve/ya da tasarım süreci tamamlanmamış olabilir	İş tanımları tamamlanmış ancak tasarım süreci basit ve takip edilmesi güç olabilir	İş tanımları tamamlanmış ve tasarım süreci detaylandırılmış ve takip edilmesi kolay
Yansıtma (geri bildirim)	Tamamlanmamış ya da detayları ve kanıtları içermiyor	Bazı sorular için detayları ve kanıtları içeriyor	Soruların çoğunluğu için kanıt ve detayları içerir	Detay ve kanıtları güçlü bir şekilde içeriyor.
Takım Çalışması	Takım güçlükle bir arada çalıştı, görevlerine devam etmeleri için 4'ten fazla hatırlatıcıya ihtiyaç duyuldu	Takım birlikte iyi bir şekilde çalıştı, görevlerine devam etmeleri için 3-4 hatırlatıcıya ihtiyaç duyuldu	Takım birlikte iyi bir şekilde çalıştı, görevlerine devam etmeleri için 2-3 hatırlatıcıya ihtiyaç duyuldu	Takım birlikte iyi bir şekilde çalıştı, görevlerine devam etmeleri için hatırlatıcıya ihtiyaç duyulmadı
Maliyet	Maliyet ortalamasının %10 üzerinde	Maliyet ortalamadan %10 kadar fazla	Ortalama maliyetten %10'a kadar düşük	Ortalama maliyetten %10 dan daha düşük
Besinlerin Enerji miktarları	Enerji miktarı araçların sahip olduğu enerji ortalamasından %10 dan daha küçük	Enerji miktarı araçların sahip olduğu enerji ortalamasından %10'a kadar düşük	Enerji miktarı araçların sahip olduğu enerji ortalamasından %10'a kadar daha büyük	Enerji miktarı araçların sahip olduğu enerji ortalamasından %10 dan daha büyük

Toplam Puan = _____/36

Teaching Channel (n.d.). *STEM design challenge: Edible cars*. Retrieved from <https://www.teachingchannel.org/videos/engineering-design-process-stem-lesson>

Ek 12

Akran Değerlendirmesi Dereceli Puanlama Anahtarı

Değerlendirenin Adı: _____

Değerlendirilen Grup Üyesi _____

	4	3	2	1	Toplam
Katılım	Öğrenci grup çalışmasına sürekli katıldı.	Öğrenci grup çalışmasına çoğunlukla katıldı.	Öğrenci grup çalışmasına ara sıra katıldı.	Öğrenci grup çalışmasına katılmadı	
Görev Performansı	Öğrenci grup içerisinde verilen görevi mükemmel bir şekilde yerine getirdi.	Öğrenci grup içerisinde verilen görevi yeterli bir şekilde yerine getirdi	Öğrenci grup içerisinde verilen görevin bir kısmını yerine getirdi	Öğrenci grup içerisinde verilen görevi yerine getirmedir	
Takım hedeflerine yönelik çalışma	Öğrenci takımın hedeflerine yönelik sürekli çalıştı	Öğrenci takımın hedeflerine yönelik çoğunlukla çalıştı	Öğrenci takım hedeflerine yönelik ara sıra çalıştı	Öğrenci takım hedeflerine yönelik hiç çalışmadır	
İşbirliği	Öğrenci diğer grup üyelerine saygı duyarak grup içerisinde mükemmel ilişkiler kurarak işbirliği içerisinde çalıştı.	Öğrenci diğer grup üyelerine yeterince saygı duyarak grup içerisinde yeterli ilişkiler kurarak işbirliği içerisinde çalıştı.	Öğrenci diğer grup üleriyle yeterince ilişki kurarak işbirliği içerisinde çalıştı, ancak diğer grup üyelerine saygı duymadı.	Öğrenci diğer grup üleriyle işbirliği yapmadır.	
Yorumlar					

Intel Teach Program (2010). *Peer assessment collaboration rubric*. Retrieved from <https://www.intel.com/content/dam/www/program/education/us/en/documents/assessing-projects/assessment-plans/world-war-i/wwi-collaboration-peer-assessment-rubric.pdf>

Ek 13

Yarı Yapılandırılmış Görüşme Soruları

Tarih ve saat (Başlangıç- Bitiş)..... Görüşmeci:

Merhaba. Öncelikle Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliğine katıldığınız için teşekkür etmek istiyorum. Bu etkinlik ile ilgili olarak sizinle bir görüşme yapmak istiyorum. Bu araştırma sonucunda ortaya çıkacak sonuçlarının hem siz öğrenciler hem de öğretmenler için gelecekte benzer çalışmalar için yardımcı olabileceğini düşünüyorum. Bu nedenle sizin bu konudaki düşüncelerinizi öğrenmek istiyoruz. Görüşmeyle ilgili olarak sizi bilgilendirmek istiyorum.

- Görüşme süresince söyleyeceklerinizin bir kısmı sizin izninizle makalelerde paylaşılabilir. Ancak isminiz kesinlikle gizli kalacaktır.
- Görüşmeye başlamadan önce sormak istediğiniz veya belirtmek istediğiniz bir konu var mı?
- Sizin için sakıncası yoksa veri kayıplarını önlemek amacıyla görüşmeyi izninizle kaydetmek istiyorum.
- Görüşmemiz yaklaşık olarak 30 dakika sürecektir. İzniniz olursa başlamak istiyorum.

Görüşme Soruları

- 1- Yenilebilir ve Yenilenebilir Araba Yarışması etkinliğinde neler yaptığınızı anlatır mısınız?
 - a) Etkinlikte sizi en çok ne zorladı?
 - b) Etkinlikte sevdiğiniz şeyleri sıralamamız istense; en çok sevdiğinizden başlayarak nasıl bir sıralama yaparsınız?
 - c) Etkinlikte sevmediğiniz şeyleri sıralamamız istense; en sevmediğinizden başlayarak nasıl bir sıralama yaparsınız?
 - d) Etkinliğin okulda katıldığınız fen bilimleri dersindeki etkinliklere göre farklı ya da benzer yönleri nelerdir?
- 2- Kendinizi bu etkinliği düzenleyen öğretmen olarak hayal ediniz. Etkinlikte neleri farklı yaptınız?
- 3- Etkinlikteki beş basamaktan oluşan bir mühendislik tasarım döngüsünü araç tasarlarken nasıl kullandınız?
 - a) Sizce neden bu tasarım döngüsü birbirini takip ediyor ve sürekli bir şekilde devam ediyor?
 - b) Bu döngüyü kullanmadan aracınızı tasarlasaydınız neler olabilirdi?
- 4- Bilim insanları ve mühendislerin yaptıkları çalışmaları karşılaştırmanızı istesek benzer ve farklı yönleri için neler söyleyebilirsiniz?