



Fen Eğitimine Mühendislik Odaklı Bir Yaklaşım: ENGINEER Projesi ve Uygulamaları

Bülent ÇAVAŞ^{1,*}, Çağla BULUT¹, Jack HOLBROOK² ve Miia RANNIKMAE²

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir

² Tartu Üniversitesi, Estonya

Alındı: 28.02.2013 – Düzeltildi: 17.05.2013 - Kabul Edildi: 22.05.2013

Özet

Bu çalışma Avrupa Birliği 7. Çerçeve programı tarafından bütçelendirilen ENGINEER projesi kapsamında geliştirilen öğretim materyallerinin tanıtımını yapmak için hazırlanmıştır. 2007 yılında Rocard raporu ile ortaya konulan sonuçlar Avrupa Birliğindeki birçok ülkede fen eğitiminin yeniden ele alınması için alarm vermesine neden olmuş, fen ve teknoloji öğrenme ortamlarının zenginleştirilmesi ve sorgulamaya dayalı öğrenme ve öğretme yöntemlerinin kullanılmasını sağlamıştır. Bu nedenle geliştirilen ENGINEER projesinde basit ve ucuz malzemeler kullanılarak ve Mühendislik Tasarım Süreci (MTS) izlenerek öğrenme üniteleri geliştirilmiştir. Daha fazla sayıda genç bireyin bilim, teknoloji ve mühendislik alanında kariyer düşüncelerinin geliştirilmesi hedeflenen ENGINEER projesinde geliştirilen mühendislik tabanlı üniteler öğrencilerin eğlenerek öğrenebilecekleri materyalleri içermektedir. Çalışma içerisinde ENGINEER projesi ile ilgili bilgilerin yanı sıra, Mühendislik Tasarım Süreci ve Örnek Üniteler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler; Fen Eğitimi, Mühendislik Tasarım Süreci, ENGINEER Projesi

Giriş

Uzun yıllardan bu yana Amerika Birleşik Devletleri'nde sorgulamaya dayalı fen eğitimi bir yöntem olarak öğrenme ortamlarının önemli bir parçası olarak görülmekteydi. Ancak yeni geliştirilen öğretim programında sadece sorgulamaya dayalı eğitim değil aynı zamanda mühendislik bileşeninin de programa bütünleştirildiği görülmektedir. Amerika'da 2013 yılında ortaya konulan yeni nesil fen standartlarında üç önemli boyut ele alınmıştır.

* Sorumlu Yazar: E-posta: bulentcavas@gmail.com

©2013

Fen Eğitime Mühendislik Odaklı Bir Yaklaşım: ENGINEER Projesi ve Uygulamaları

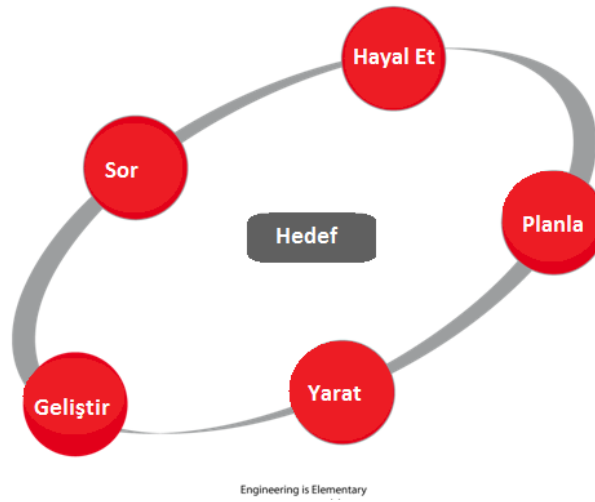
Bunlardan ilki fen eğitimi ve mühendislik alanındaki teorilerin ve sistemlerin entegrasyonu sonucu oluşturulan bilim uygulamalarıdır. İkinci boyut “tüm alanlar için uyarlanabilir kavramlar” adı verilen bilim alanında tüm disiplinlerdeki uygulamalardır. Üçüncü boyut bilimdeki eleştirel içerikten bahseden disiplinlerle ilgili içeriklerdir (New Generation Science Standards, 2013). Ülkemizde de 2004 yılında yeniden yapılandırılan ve 2013 yılında güncellenen Fen Bilimleri öğretim programında öğrencilerin bireysel farklılıkları ne olursa olsun bilimsel okuryazar olarak yetiştirilmeleri hedeflenmiştir (MEB, 2013). Bu doğrultuda öğrenciler için etkinlikler tasarlanmış ve çalışma kitapları oluşturulmuştur. Ancak sorgulamaya dayalı fen eğitiminin ülkemizde çok etkin bir şekilde derslerde uygulanmadığı çeşitli araştırmalarda ortaya konulmuştur (Çelik, 2012). Dolayısıyla sorgulamaya dayalı fen eğitiminin etkin ve verimli bir şekilde uygulanabilmesi için bu alanda yürütülecek çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Avrupa Birliği ve ülkemizde yapılan birçok çalışma sınıf seviyeleri arttıkça öğrencilerin fen, matematik, mühendislik ve teknolojiye yönelik ilgi ve tutumlarında düşüşler olduğunu göstermektedir (Çavaş, 2012). Özellikle Avrupa Birliği'nin hazırladığı bir raporda öğrencilerin fen, teknoloji ve mühendisliğe yönelik bir alanda kariyer yapmak isteyen öğrenci sayısının azaldığı belirtilmiştir (Rocard ve diğ., 2007). Diğer önemli projelerden biri olan Fen Eğitiminin Uyumu (Relevance of Science Education-ROSE) projesi sonuçlarına göre çok az sayıda kız öğrencinin bilim alanında çalışma yapmak istediği ortaya konulmaktadır. ROSE projesinden elde edilen önemli sonuçlardan bir diğeri de sadece erkek öğrencilerin % 50'sinin “Teknoloji alanında bir meslek sahibi olmak isterim” sorusuna olumlu cevap vermesidir (Sjoberg ve Schreiner, 2010). Bu sonuçlar okullardaki fen eğitimi ve öğrenimi üzerine etkin ve verimli öğretim yöntemleri geliştirilmesi gereğini ortaya koymaktadır.

Yukarıda bahsedilen sorunların üzerinden gelebilmek ve gelecek yıllarda daha fazla sayıda genç bireyin bilim, teknoloji ve mühendislik alanında kariyer yapmalarını sağlamak üzere Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı kapsamında birçok üst düzey projeyi (PROFILES, PATHWAY, FIBONACCI, PARSEL, POLLEN v.b) desteklemiştir. Bu projelerden bir tanesi de mühendislik temellerini ilköğretimde kavratmaya çalışmak ve bu alanda öğretim materyalleri geliştirmek için tasarlanan ENGINEER projesidir. ENGINEER (brEaking New Ground In the ScieNcE Education Realm) Projesi 7. Çerçeve Programı tarafından desteklenen, 26 kurumun ortak olarak yer aldığı, İsrail'den Bloomfield Fen Müzesi tarafından koordine edilen ve 4 yıl sürecek olan bir projedir. Proje, fen eğitimi için Avrupa'da üretilen yenilikçi yöntemlerin dünya çapında kabul görmesini ve sorgulamaya dayalı yöntemler üzerine öğretmen eğitimine yönelik yoğun bir çalışma yapılmasını amaçlamaktadır. Ayrıca, fen ve matematik disiplinlerini entegre ederek öğrencilerin günlük yaşam deneyimleri gerçekleştirmeleri, artan motivasyonlarıyla birlikte günlük hayatta karşılaştıkları problemlere yönelik çözüm üretme becerilerinin gelişmesi ve fen ve matematik kavramlarını daha kolay anlamalarını sağlamak amaçlarını taşımaktadır. Projede yöntem olarak kullanılan Mühendislik Tasarı Süreci (MTS) modeli, ortaokul düzeyindeki öğrencilerin mühendislik ve teknoloji okur-yazarlığını geliştirmeyi hedefleyen ve Boston Bilim Müzesi tarafından 2003-04 yılında geliştirilen

“Mühendislik Temeldir” (EIE-Engineering is Elementary) programı tarafından oluşturulmuştur (Şekil 1).

Bu programın genel amaçlarına bakıldığında; yetersiz şartlar altında eğitim gören öğrencilere Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik alanlarını daha iyi anlamalarını sağlamak, ortaokul öğretmenlerinin mühendislik ve teknoloji öğretimiyle ilgili becerilerini geliştirmek, Amerika’da ortaokul seviyesinde mühendislik eğitimi veren okul sayısını artırmak, ortaokul seviyesinde eğitim ve öğretimle ilgili araştırmalar yapmak olduğu görülür. “Mühendislik Temeldir” programı sonuçlarına bakıldığında ise fen eğitimine mühendisliğin bütünleştirilmesi sonucunda öğrencilerin fen ve teknolojiye olan ilgi ve tutumlarında artış olduğunu göstermiştir. Bu projede aşağıda örnekleri verilen mühendislik odaklı bir problemin çözümüne dayalı üniteler yer almaktadır.



Şekil 1. Mühendislik Tasarı Süreci

MTS modeli beş basamaktan oluşmakta ve bu basamaklar aşağıda detaylandırılmıştır.

Mühendislik Tasarı Süreci Basamakları	Basamakların Tanımları
Sor	Problem durumuyla ve problemin çözümüne yönelik alternatif yöntemlerle ilgili uygun sorular sormak, Problemi tanımlamak Tasarı için (varsa) engelleri belirlemek (materyal yetersizliği vs.) Öğrencilerin önceki bilgileriyle konuyu ilişkilendirmek (fen kavramları vs.)
Hayal Et	Beyin fırtınası yapmak, Olası çözüm önerileri üretmek, Üretilen fikirleri yazıya dökmek ya da çizmek
Planla	Üretilen fikirlerin uygulama yöntemlerinden birini seçmek, Seçilen bu fikri şema haline getirmek, Gerekli materyalleri tedarik etmek, Şartları belirlemek
Yarat	İlgili planı uygulamak, Tasarıyı oluşturmak, Oluşturulan tasarıyı test etmek
Geliştir	Tasarıyı daha iyi bir hale getirebilmek için fikirler üretmek, Üretilen fikirler doğrultusunda geliştirmek, Tekrar test etmek

Fen Eğitime Mühendislik Odaklı Bir Yaklaşım: ENGINEER Projesi ve Uygulamaları

Geliştirilen bu modelin yöntem olarak kullanıldığı, mühendislik odaklı problemin anlatılıp öğrenciler tarafından probleme yönelik tasarı yapılmasını hedefleyen örnek üniteler aşağıda verilmiştir.



Resim 1. İtalya'nın Milano kentindeki Ulusal Fen ve Teknoloji Müzesinde yapılan proje toplantısı.

Örnek Üniteler

Yüzen platform tasarımı

10-12 yaş öğrenciler için hazırlanmıştır

Fen ve Teknoloji Öğretim Programı

“Kuvvet ve Hareket” ünitesi

Ünite Hakkında Bilgi

Bu ünite denizle ilgili ortamlardaki kuvvetleri, özellikle yüzme ve batma konusunda bilgi ve anlayışı geliştiren, Deniz Mühendisliği ile ilişkili bir ünite.

Kazanımlar

Bu ünite öğrenciler;

- Farklı materyallerin suya konduğunda nasıl davrandığını gözlemler ve tanımlar.
- Suya bırakılan bir objeye etki eden kuvvetleri tanımlar.

• Su içerisindeki bir objenin batma ve yüzme durumuna etki eden kuvvetleri ve kaldırma kuvvetine etki eden faktörleri tanımlar.

• Problemin değişkenleri tanımlar, tahminlerde bulunur ve test eder.

• Tekno-bilimsel bir problemi çözmek amacıyla 5 adımdan oluşan Mühendislik Tasarım Sürecini uygular.

• Etkinlikle ilgili kişisel değerlendirme ve eleştiri yapar.

• Bilim ve mühendislikle ilgili daha geniş ilişkilendirmede bulunur.

• İzleyicilerin önünde etkinliğin sonuçlarını sunar.

Ünitenin işlenmesi:

Mühendislik biliminin günlük hayatımıza nasıl katkıda bulunduğuyla ilgili farkındalığı artırmak amacıyla bir *hazırlık dersi* yapılır.

1. Derste; Mühendislik problemi: “Ali ve Ayşe yüzerek gittikleri adaya yanlarında götürmek istedikleri kitap dergi gibi materyalleri koyabilecekleri yüzen bir platform tasarlayabilir mi?” sorusu ile derse giriş yapılır. Bu derste temel etkinlik sorunu çözmek için fikir üretmek ve öğrencilere Mühendislik Tasarım Sürecini tanıtmaktır. MTS'nin 1. Adımı uygulanır: “Sor” “Öğrenciler sorunu çözmek için ne bilmeliler?”

2. Derste; öğrenciler batma ve yüzme ile ilgili araştırma yaparlar ve kuvvet, hacim, ağırlık kavramlarını tartışırlar.

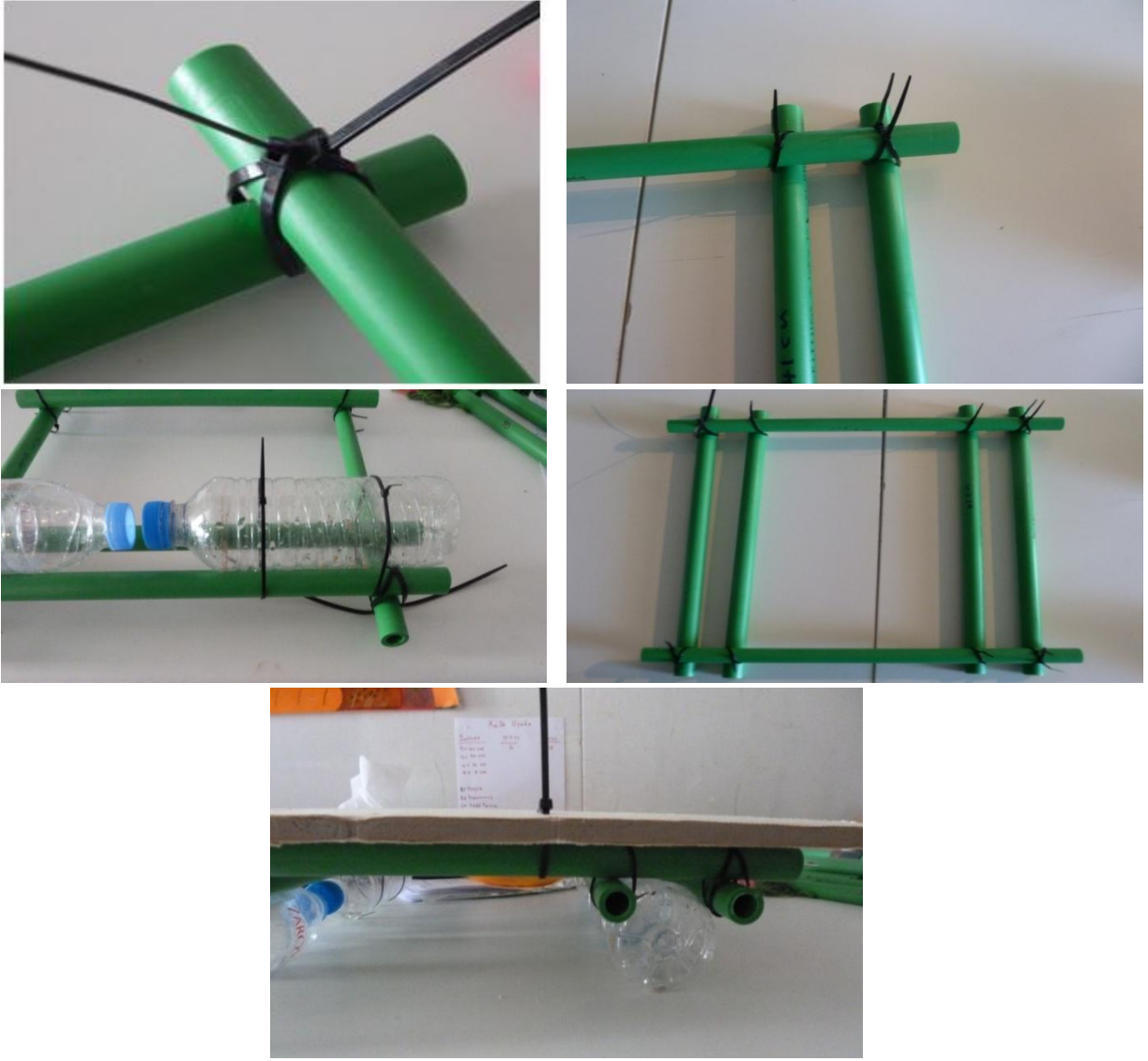
• *Objeler suya bırakıldığında olduğundan daha az ağır görünür.*

• *Bir obje suya kısmen ya da tamamen daldırıldığında, su objeye yukarıya doğru bir kuvvet uygular (Kaldırma kuvveti).*

• *Kaldırma kuvveti, suya bırakılan objeden dolayı yer değiştiren suyun hacmiyle doğru orantılıdır.*

• *Objenin ağırlığı uygulanan kaldırma kuvvetine eşitse ya da daha azsa yüzer.*

3. Derste; Öğrenciler tasarıları için gerekli materyalleri toplarlar ve küçük gruplar halinde “Tasarla” basamağına başlarlar. Kendi tasarılarını oluşturabilmek için “Planla” ve “Yarat” basamaklarını gerçekleştirirler. Gruplar ilk prototipleri oluşturunca “Geliştir” basamağına geçilir.



Resim 2. ENGINEER Projesinin pilot çalışmalarından elde edilen ürünlere ilişkin fotoğraflar

4. Derste; Öğrenciler oluşturulan tasarıları inceler ve tartışırlar. Tasarılarını geliştirebilmek için farklı yöntemler olup olmadığını tartışıp, mühendislik odaklı problemin farklı çözüm yollarını keşfederler.

Örnek Ünite

Elektrik süpürgesi tasarımı

11-12 yaş öğrenciler için hazırlanmıştır

Fen ve Teknoloji Öğretim Programı

“Elektrik” ünitesi

Ünite Hakkında Bilgi

Bu ünite makine mühendisliğiyle ilişkilidir. Makine mühendisleri her boyutta motorlar, güç santralleri, makineler, yapılar ve araçlar tasarlar. Makine mühendisliği küçük aletlerden ve araçlardan büyük sistemlere kadar her şeyi tasarlayabilen en eski ve geniş bir kapsama sahip mühendislik alanıdır.

Kazanımlar

Bu ünite de öğrenciler;

- Teknoloji yoluyla çözülebilen problemleri ve ihtiyaçları tanımlar ve mühendislik tasarımı sürecini kullanarak çözümler için öneriler sunar

- Fan, motor, devre ve anahtar gibi bileşenlere sahip saç kurutma makinesi/elektrik süpürGESinden başlayarak uygunluk ve fonksiyonlara göre teknolojik çözümleri tanımlar ve analiz eder

- elektrik devrelerini kavrar

- pilleri, küçük motorları ve fanları nasıl kullanacağını bilir

- farklı materyallerin elektriği iletmede farklı özellikleri olduğunu kavrar

- problemler için çözüm yolları üretirken Mühendislik Tasarımı Sürecini olarak adlandırılan basamakları uygular

Ünitenin İşlenmesi:

Mühendislik biliminin günlük hayatımıza nasıl katkıda bulunduğuyla ilgili farkındalığı artırmak amacıyla bir *hazırlık dersi* yapılır.

1. Derste; Mühendislik problemi: Sınıfta bulunan toz için öğrenciler kendileri elektrik süpürGESi tasarlayabilir mi? Öğrencilere tanıtılır. Bu dersteki temel etkinlik sorunu çözmek için fikir üretmek ve öğrencilere Mühendislik Tasarımı Sürecini tanıtmaktır. MTS'nin 1. Adımı uygulanır: "Sor", "Öğrenciler sorunu çözmek için ne bilmeliler?"

2. Derste; öğrenciler saç kurutma makinesinin nasıl çalıştığını ve nasıl hava verdiğini keşfeder. Öğrenciler ayrıca elektrikle çalışan bir motoru nasıl elde edebileceklerini ve bir fanın nasıl yapılabileceğini araştırır. Bu sayede kendi elektrik süpürGESlerini yapabilmeleri için gerekli bilgi toplayabilirler.

3. Derste; Öğrenciler tasarımları için gerekli materyalleri toplarlar ve küçük gruplar halinde "Tasarla" basamağına başlarlar. Kendi tasarımlarını oluşturabilmek için "Planla" ve "Yarat" basamaklarını gerçekleştirirler. Gruplar ilk prototipleri oluşturunca "Geliştir" basamağına geçilir.



Resim 3. ENGINEER Projesinin pilot çalışmalarından elde edilen ürünlere ilişkin fotoğraflar

4. Derste; öğrenciler oluşturulan tasarıları inceler ve tartışırlar. Tasarılarını geliştirebilmek için farklı yöntemler olup olmadığını tartışıp, mühendislik odaklı problemin farklı çözüm yollarını keşfederler.

Örnek Ünite

Akciğerlerdeki hava hacmini ölçmek için bir araç tasarlamak

10-12 yaş öğrenciler için hazırlanmıştır

Fen ve Teknoloji Öğretim Programı

“Solunum Sistemi” ünitesi

Ünite Hakkında Bilgi

Bu ünite Biyomedikal mühendisliği ile ilişkilidir.

Kazanımlar

- Solunum sistemi ile ilgili olarak öğrenciler;
- Solunum sistemini oluşturan yapı ve organları; model, levha ve/veya şema üzerinde göstererek görevlerini açıklar.
- Akciğerlerin yapısını açıklayarak, alveol - kılcal damar arasındaki gaz alış-verişini şema ile gösterir.
- Soluk alıp verme mekanizmasını gösteren bir model tasarlar.

Ünitenin işlenmesi:

Mühendislik biliminin günlük hayatımıza nasıl katkıda bulunduğuyula ilgili farkındalığı artırmak amacıyla bir hazırlık dersi yapılır.

1. Derste; öğrencilere akciğerlerdeki maksimum hava miktarını nicel olarak ölçmek için bir araç tasarımları konusunda öncelikle bir hikâye anlatılır. “Nefes alma zorluğu yaşayan bir kızın probleminin neden kaynaklandığının tespiti konusunda yardıma ihtiyacı vardır.” şeklinde bir senaryo sunulur. Öğrencilere aynı zamanda biyomedikal mühendisliği ve MTS hakkında bilgi verilir.

2. Derste; MTS nin ilk basamağı olan bilimsel bilginin toplandığı ve problemin çözümünün bulunduğu Sor basamağı gerçekleştirilir. Öğrenciler deneyler yaparak solunum sistemiyle ilgili prensipleri, ölçüm yapmayı ve hacim, soluk verme hacmi ve bu kavramları nasıl ölçmeleri gerektiğini öğrenirler

3. Derste; öğrenciler öğrendikleri bilimsel bilgiyi akciğer hava hacmini ölçen araç tasarlamak için kullanırlar. Çözüm üretmek için gruplar halinde çalışırlar ve çözüm önerilerinden birini seçerler (Hayal Et). Kendi araçlarını oluşturabilmek için Planla ve Yarat basamaklarıyla devam ederler.



Resim 4. ENGINEER Projesinin pilot çalışmalarından elde edilen ürünler

4. Derste; gruplar tasarladıkları araçlarla ölçümler yaparlar ve birbirlerinin tasarımlarını incelerler. Daha sonra öneriler sunarak Geliştir basamağını tamamlarlar.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada fen öğretmenlerinin öğretimlerine katkı sağlayacağı düşünülen ENGINEER Projesi ve bu proje kapsamında hazırlanan bazı öğretim materyallerine yer verilmiştir.

Fen Eğitime Mühendislik Odaklı Bir Yaklaşım: ENGINEER Projesi ve Uygulamaları

ENGINEER projesi kapsamında geliştirilen materyallerin öğrenme ve öğretme ortamlarında kullanılması sonucunda aşağıdaki hedeflere ulaşılabileceği düşünülmektedir:

- Bilimsel çalışmalar ve mühendislik odaklı kariyer alanlarına ilginin artması,
- Farklı disiplinlerin bütünleştirilmesinin sağlanması,
- Öğrencilerin problem çözme becerilerinin geliştirilip, fen eğitiminde sorgulamaya dayalı öğrenme yönteminin kullanılmasının teşvik edilmesi,
- Öğrencilerin teknolojik okur-yazarlığının geliştirilmesi,
- Özellikle kız öğrencilerin fen ve mühendislik alanına olan ilgi, beceri ve tutumlarının artması,
- Fen eğitiminde mühendislik biliminin kullanılmasının günlük yaşam ve fiziksel dünyayı anlamak konusunda önemli olduğu konusunda farkındalık uyandırması.

Ülkemizin uluslar arası fen ve matematik eğitimi başarılarına bakıldığında, ne yazık ki uluslar arası ortalamaların gerisinde kaldığımız görülmektedir. Şüphesiz bu başarısızlığın birçok nedeni bulunmaktadır. Ancak bunlardan belki de en önemlisi öğrenme ve öğretme ortamında hala klasik bazı yöntem ve tekniklerin kullanılması gösterilebilir. Çağımızda fen eğitiminin artık klasik yollarla yapılması sonucunda başarının elde edilemeyeceği, öğrencilerin öğrenme ortamında ancak bir bilim insanı gibi çalışması durumunda fen konularını daha iyi anlayabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle öğretmenlere belki de fen ve teknoloji derslerinde (veya yeni ismiyle fen bilimleri dersinde) en fazla sorumluluk düşmektedir.

Öğrencilerimiz bu çalışma içerisinde verilen örnek öğretim materyalleri yoluyla bir mühendis gibi düşünmeleri ve bu yolla sınıf içerisinde kendi öğrenmesinden sorumlu aktif bireyler olmaları sağlanabilir.

Not: ENGINEER projesi ile ilgili detaylı bilgilere www.engineer-project.eu adresinden ulaşılabilir. ICASE (International Council of Associations for Science Education) ENGINEER projesinin paydaşlarından birisidir. Bu makalenin yazarlarından Bülent Çavaş, Jack Holbrook ve Miiia Rannikmae ICASE Yönetim Kurulu üyesidir ve ENGINEER Projesinden sorumludur.

Kaynaklar

Cavas, B. (2012) The meaning of and need for "Inquiry Based Science Education (IBSE)". *Journal of Baltic Science Education*, 11(1), 4-6.

Çelik, K. (2012) *Canlılarda Üreme, Büyüme Ve Gelişme Ünitesinin Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yöntemi İle İşlenmesinin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Bilimsel Süreç Becerilerine Ve Fen Ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Milli Eğitim Bakanlığı (2013). www.meb.gov.tr

New Generation Science Standards (2013). <http://www.nextgenscience.org>

Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Henriksson, H.W. & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A New Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission Directorate General for Research

Information and Communication Unit. Erişim tarihi: 15/02/2012, http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf

Sjøberg, S. & Schreiner, C. (2010). *The ROSE project. An overview and key findings*. Erişim tarihi: 10/03/2012, <http://roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf>