

# Bilgisayar Mimarisi ve Gömülü Sistemler Eğitiminde Proje Tabanlı Eğitim ve e-Öğrenme

Yıldıray TOPCU\*, M. Niyazi SARAL\*\*, Hüseyin YİĞİT\*\*\*

## Öz

Teknolojik yeniliklerle birlikte giderek daha karmaşık hale gelen ve soyutluk derecesi artan Bilgisayar Mimarisi ve Gömülü Sistemler alanında Proje Tabanlı Eğitim (PBL, Project Based Learning) uygulamaları ve bu uygulamalara bir örnek olarak “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” etkinliği ele alınmıştır. Model uygulama üzerinde proje tabanlı eğitimin kapsam ve süreçleri hakkında bilgiler verilmiş, diğer eğitim metodolojileri ve uzaktan eğitim stratejileri açısından değerlendirilmiştir. Dünyada ve Türkiye’de izlenen eğitim stratejileri konusunda değerlendirmeler yapılarak bu alanda tasarlanabilecek eğitim modelleri ve platformlar için önerilerde bulunulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Bilgisayar Mimarisi, Gömülü Sistemler, Simülasyon, Proje Tabanlı Eğitim, PBL

## Project Based Education and e-Learning in the Computer Architecture & Embedded Systems Education

Yıldıray TOPCU\*, M. Niyazi SARAL\*\*, Hüseyin YİĞİT\*\*\*

## Abstract

The complexity and the abstraction levels of Computer Architecture and Embedded Systems are increasing. Project Based Learning applications and “Turkey is Designing her Microprocessor” activity has been studied within this framework. Information has been provided about Project Based Learning’s content and procedures using a model application and, it has been evaluated from the point of other learning methods and distant training strategies. The learning strategies worldwide and in Turkey are considered and proposals for learning models and platforms that can be designed for this field are made.

**Keywords:** Computer Architecture, Embedded Systems, Simulation, Project Based Learning, PBL

## Giriş

Günümüz mühendislik eğitiminde Sayısal Devreler ve Bilgisayar Mimarisi dersleri teorik anlatım yanında gömülü sistem deney setleri üzerinde örnekler ile verilmeye başlanmıştır. Gelişen teknoloji sonucu giderek karmaşık hale gelen ve soyutluk seviyesi artan bu eğitim alanında fiziksel veya sanal eğitim araçlarına ihtiyaç duyulması elbette kaçınılmazdır. Ancak, teknolojiye yetişmek kaygısı ile müfredattaki en basit eğitim basamaklarının dahi karmaşık ve başlangıç seviyesindeki öğrenciler için oldukça soyut sayılabilecek bu eğitim kitleri ile ele alınması önemli sorunlara yol açmaktadır. Eğitimciler bu problemleri proje, ödev ve benzeri süreçler içinde yenmeye çalışmaktadır.

Bu çalışmanın amacı mühendislik alanlarında önemli bir yer işgal eden bilgisayar mimarisi ve gömülü sistemler eğitimini pedagojik yaklaşımlar ve Proje Tabanlı Eğitim (Project Based Learning, PBL) uygulamaları açısından ele almak, bu uygulamaların kapsam, içerik ve işleyişi hakkında bilgiler vermektir. Tartışmalar, doğrudan bu alana yönelik olarak planlanan “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” etkinlik modeli üzerinde örneklendirilmektedir.

Düzenlenen etkinlik mühendislik eğitiminde karşılaşılan pedagojik sorunların proje tabanlı yaklaşımlarla çözümü için kılavuzluk etme amacı da gütmektedir. Etkinlik kapsamında düzenlenen yarışma ile ilgili eğitim alanının hedeflerine yönelik projelerin sunulması sağlanmış, yarışmanın kategorizasyonundan proje gruplarının çalışma prensipleri, iletişim, yardımcı kaynaklar, zaman planlaması, sunumların içeriği, kontrol ve değerlendirme mekanizmalarına kadar her bir adım PBL

\* Yıldıray TOPCU (Dr.), Çizgi Söğüt Gölgesi, <http://csg.cizgi.com.tr>, [ytopcu@gmail.com](mailto:ytopcu@gmail.com)

\*\* M. Niyazi SARAL (Elektronik Y. Müh.), Tübider Okul Bilişim, <http://www.okulbilisim.com>, [nsaral@cizgi.com.tr](mailto:nsaral@cizgi.com.tr)

\*\*\* Hüseyin YİĞİT, Çizgi Söğüt Gölgesi, <http://csg.cizgi.com.tr>, [hyigit@cizgi.com.tr](mailto:hyigit@cizgi.com.tr)

ilkelerine göre planlanmış ve uygulamaya geçirilmiştir. Yarışma süreçlerinin tümü geliştirilen bir proje tabanlı eğitim yazılımı ile yönetilmektedir. Bu yönetim yazılımı sayesinde proje grupları kendi içinde ve örnek projelerin üzerinde beyin fırtınası yapabilmekte, eğitmen ve yöneticilerin yönlendirmeleriyle kendi tasarım ve çözümlerini geliştirerek sorgulayabilmekte, oluşturulan bilgi havuzundan yararlanabilmekte, kontrol ve denetim mekanizmalarında yer alabilmektedir.

## Eğitim Yaklaşımları ve Proje Tabanlı Öğrenme

### *Sosyal Oluşumculuk ve Öğrenme Piramidi*

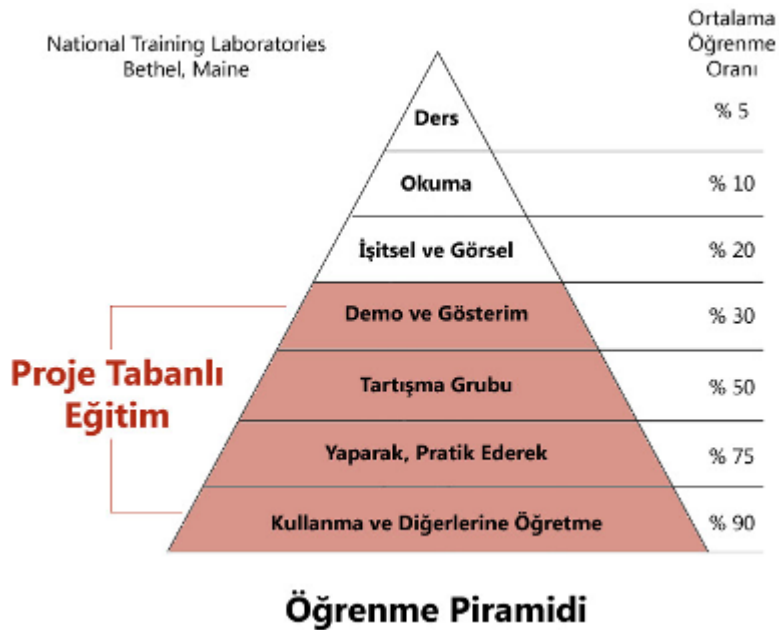
Sosyal Oluşumculara (Social Constructivism) göre öğrenme sosyal bir süreçtir. Davranış değişimi (yani öğrenme) pasif bir süreçle dış güçler tarafından gerçekleştirilemez. Anlamlı öğrenmeler, bireyler sosyal etkinliklere katıldığında gerçekleşir (Kim, 2001).

NTL (National Training Laboratories) tarafından yapılan çalışmalar sonucu geliştirilen “öğrenme piramidi” (Learning Pyramide, Şekil 1) incelendiğinde öğrencilerin pasif bir süreçte bilgi aldıkları ders, okuma, işitsel-görsel ve demo-gösterim tekniklerinin öğrenmeye katkısı %5 ile %30 arasında değişirken aktif bir süreçte yer aldıkları tartışma grupları, yapma/pratik etme, kullanma ve diğerlerine öğretme tekniklerinin öğrenmeye katkısı sırasıyla %50, %75 ve %90 değerlerine ulaşmaktadır (Shatilla, 2004).

### *Karma öğrenme ve işbirliğine dayalı çalışmalar*

Uzaktan öğrenme yöntem ve uygulamaları söz konusu olduğunda bunlardan ayrı düşünülemez bir kavram olan karma öğrenme (Blended Learning) konusuna da atıfta bulunmak gereklidir. Karma öğrenme, uzaktan eğitim yöntemlerinin bireylerde iç motivasyon, zamanı etkin kullanma ve sorumluluk sahibi olma gibi gereksinimleri yanında asosyalleştirme (sürekli bilgisayar karşısında ve tek başına kalma durumu) tehlikesine karşın modern yöntemlerin geleneksel yöntemlerle birleştirildiği bir öğrenme biçimidir (Eyüboğlu, 2004). Bu nedenle işbirliğine dayalı (Cooperative/Collaborative Learning) çalışmaların yapılabildiği yazılımlar, zaman zaman kişileri belirli projeler için bir araya getiren proje tabanlı etkinlikler, öğrenmenin verdiği hazzı ve dolayısıyla kalitesini arttıracaktır.

Öğrencilerin diğerleriyle yardımlaşmasını, paylaşmasını, görüş ve kararların demokratik olarak alınmasını gerektiren işbirliğine dayalı çalışmalar proje tabanlı eğitimin (Project Based Learning, PBL) ve dolayısıyla aktif pedagojinin başlıca unsurudur (Jaques, 2000).



Şekil 1. Öğrenme Piramidi ve Proje Tabanlı Eğitim

## *Proje Tabanlı Eğitim (PBL)*

Öğretmen-öğrenci etkileşimine ve ders vermeye dayalı klasik eğitim yöntemleri incelendiğinde, müfredatın birbirinden bağımsız küçük bilgi ve beceri parçacıkları şeklinde verilmesi, teknik yetersizlik veya yürütme güçlüğü nedeniyle beceri eğitiminin arzu edilen seviyede olamaması, iletişim becerilerine gereken önemin verilememesi ve disiplinler arası ilişkilerin sağlanamaması gibi önemli yetersizlikler görülmektedir (*Ponta, Donzellini & Markkanen, 2003*). Bu yetersizlikler tek bir kişinin çözüme ulaşmasının çok güç olduğu, sürekli olarak daha kapsamlı ve karmaşık problemlerin ortaya çıktığı mühendislik dünyasında öğrencilerin gerçek hayata yeterince hazır olamaması ile sonuçlanmaktadır.

Aktif öğrenmenin sağlanması amacıyla geliştirilen ve işbirlikçi çalışmaları ön plana çıkaran proje tabanlı eğitim (PBL) yaklaşımında öğretmen ve öğrencilerin aktiviteleri klasik pedagojilerde olduğundan daha farklıdır. Öğretmenler daha çok yönlendirici rol üstlenerek proje olarak tasarlanan çalışma için amaç, içerik, aktiviteler, çalışma metotları, grup üyelerinin görevleri, sunumlar ve projenin değerlendirme stratejilerini belirler.

Bir proje için zaman planlaması, kullanılacak teknoloji, maliyet, kontrol ve değerlendirme sistemi gibi tüm detaylar baştan belirlenir. Proje görevlere bölünür, her bir görev belirli aktiviteler içerir ve ürün sunumuyla sonuçlanır. Öğrenciler projenin başlangıç aşamasından sunum aşamasına kadar etkin bir şekilde rol alır. Akran denetimi ve liderliği, zamanlanmış görevler, tartışma grupları ve değerlendirme süreçlerinde yer alma gibi aktif roller üstlenerek bir anlamda öğretmenin yönetim ve denetim görevlerini paylaşır. Farklı disiplinlerin uygulamalarına yer verilen, grup içinde çalışma, iletişim, karar alma ve teorik bilgilerden yararlanarak çözümler üretme gibi becerileri geliştiren bu kapsamlı aktivite sonunda gerçek hayata yakın şekilde ve arzu edilen en üst seviyede bilgi ve beceriler edinilebilmektedir (*Ponta, Donzellini, 2004*)

Gerçek hayatta karşılaşılan mühendislik problemleri klasik pedagojide anlatılan durumlara kıyasla çok daha karmaşıktır, farklı disiplinleri ilgilendiren konular iç içe geçmiştir. Bunun da ötesinde çözümler genellikle grup içi çalışmayı ve haliyle grubun tümünü ilgilendiren kararlar almayı gerektirmektedir. Proje tabanlı eğitim sayesinde öğrenciler gerçek hayatta bir problemle karşılaştıklarında, sahip oldukları bilgiyi kullanarak nasıl evrensel çözümler üretebileceklerini öğrenirler. Bununla birlikte çözümlere ulaşırken görev paylaşımı ve uyumsuzluklar için çözüm üretme gibi kişilerarası iletişim becerilerini de geliştirirler.

Çalışmada ele alınan Bilgisayar Mimarisi ve Gömülü Sistemler eğitimi söz konusu olduğunda proje tabanlı eğitim için en uygun çalışma FPGA platformlarında tasarlanacak bir işlemci projesidir. Literatürde de böyle bir işlemci tasarımının pedagojik açıdan Bilgisayar Mimarisi ve Gömülü Sistemler eğitiminin baştan sonra ele alabilecek kadar basit ve aynı zamanda bir bilgisayar sisteminin bütününe kavratmaya yetecek kadar zengin olduğu bilgisi verilmiştir (*Gray, 2000*).

### **Model Uygulama: “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” Etkinliği**

Bilgisayar Mimarisi ve Gömülü Sistemler eğitimine yönelik deneysel bir proje tabanlı eğitim etkinliği olarak tasarlanan “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” etkinliği, ön hazırlık ve başlangıç aşamasından uygulama ve değerlendirme basamaklarına kadar kapsamlı bir şekilde ele alınacaktır.

#### *Ön hazırlık ve projelendirme*

Günümüz mühendislik eğitiminin temel yapıtaşlarından olan ve teknolojik gelişmeler paralelinde soyutluk derecesi gün geçtikçe artan Sayısal Devreler ve Bilgisayar Mimarisi derslerinin daha anlaşılabilir hale gelmesi için kullanılacak yardımcı eğitim araçları üzerine çalışmalarımız bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük bir bölümü Çizgi Söğüt Gölgesi ve Tübider Okul Bilişim Platformlarında halen geliştirilmesine devam edilen sosyal sorumluluk projeleri olarak ele alınmış olup bu çalışmaların genel çerçevesi “Future-Learning 2. Uluslararası Gelecek İçin Öğrenme Alanında Yenilikler Konferansı”nda sunulmak üzere kabul edilmiştir (*Saral, Topcu, 2008*). Bu çalışmalar kapsamında deneysel proje tabanlı bir mühendislik eğitimi etkinliği olarak “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” etkinlik fikri doğmuş ve gereken hazırlık çalışmaları başlatılmıştır.

Etkinlik, genel olarak bir İşlemci Birimi (Processor Unit) tasarlanmasına yönelik projelerin katılacağı bir yarışma şeklinde düzenlenmiştir. Yarışmanın kategorileri hedef alınan eğitsel alana

yönelik farklı öğrenme düzeylerini karşılayacak şekilde oluşturulmuştur:

- Sanal İşlemci Tasarımı
- FPGA ile Fiziksel İşlemci Tasarımı
- Akademik Yenilikçi Gömülü Sistem Tasarımı

Yarışma sürecine geçilmeden önce web sayfaları ve e-posta ile Türkiye'deki tüm üniversitelerin Elektrik-Elektronik veya Bilgisayar bölümlerindeki yaklaşık 1200 öğretim görevlisine erişilmeye çalışılmış ve anket şeklinde düzenlenen formu doldurmaları istenmiştir (Şekil 2). Öğretim görevlilerine aşağıdaki sorular sorularak hem planlanan etkinliğe ilgileri ölçülmüş hem de Türkiye'deki Bilgisayar Mimarisi ve Sayısal Sistemler eğitiminin konumu belirlenmeye çalışılmıştır.

Yarışma sürecine geçilmeden önce web sayfaları ve e-posta ile Türkiye'deki tüm üniversitelerin Elektrik-Elektronik veya Bilgisayar bölümlerindeki 1200 öğretim görevlisine erişilmeye çalışılmış ve şekilde görülen anketi doldurmaları istenmiştir. Öğretim görevlilerine aşağıdaki sorular sorularak hem yarışmaya ilgileri ölçülmüş hem de Türkiye'deki bilgisayar mimarisi ve sayısal sistemler eğitiminin konumu belirlenmeye çalışılmıştır.



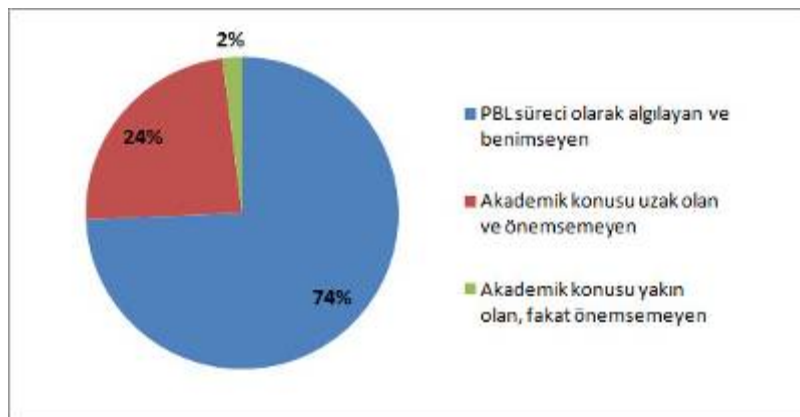
*Anket Soruları:*

1. Aşağıdaki sanal devre simülatörlerinden hangileri ile çalışıyorsunuz?
2. Sayısal tasarımlarınızı hangi HDL (Hardware Description Language) dilini kullanarak geliştiriyorsunuz?
3. Aşağıdaki EDA (Elektronik Tasarım Otomasyonu) yazılımlarından hangileri ile çalışıyorsunuz?
4. Sayısal tasarımlarınızı hangi FPGA (Field Programmable Gate Array) tasarım kitleleri ile gerçekleştiriyorsunuz?
5. Başlangıç ve orta seviye sayısal tasarımlar için aşağıdaki FPGA tasarım kitlelerinden hangilerini önerirsiniz?

**Şekil 2.** Model etkinlik (Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor) ön hazırlık anketi

Anket sonuçlarından Türkiye'deki üniversitelerin birçoğunda bilgisayar mimarisi ve sayısal sistemlerin doğrudan EDA (Electronic Design Automation) araçları kullanılarak FPGA platformlarında verilmeye çalışıldığı veya yakın bir zamanda bunun planlandığı görülmüştür. Bu nedenle, model etkinlikte işlemci tasarımının EDA araçları ile FPGA platformları üzerinde gerçekleştirilmesi hedeflenmiş ve yarışma kategorileri bu yönde oluşturulmuştur.

Gerek internet sayfası ve e-posta yoluyla anket sorularına verilen cevaplarının değerlendirilmesi ve yüz yüze yapılan görüşmelerle etkinliğe gösterilen ilgi ve değerlendirildiğinde tasarlanan deneysel proje tabanlı eğitim etkinliğimizin önemli ölçüde benimsendiği ve beğenildiği görülmüştür (Şekil 3).



**Şekil 3.** Akademisyenlerin model etkinliğe ilişkin değerlendirmeleri

## Uygulama, işleyiş ve çalışma prensipleri

PBL süreçleri hakkında genel bilgiler sunulan önceki bölümde belirtildiği üzere bir proje için zamanlama, planlama, maliyet gibi temel unsurların başlangıçta kapsamlı bir şekilde ele alınması projenin başarıya ulaşması için hayati önem taşımaktadır. Bu nedenle, yarışmanın başlama sürecinde (Ekim 2007-Şubat 2008), özellikle danışman öğretim görevlilerinin gözetiminde projeye katılan veya katılmayı düşünen öğrenci grupları ile yapılan ön toplantılarla hem yarışmaya olan ilgi sağlanmış hem de PBL ilkeleri açısından çok önemli olan yarışmanın kısıtlayıcı sürelerin üniversitelerin proje zamanlaması ile uyumlu hale getirilmesi sağlanabilmiştir.

Gruplar için çalışma alanının oluşturulması ve eğitim materyallerinin sağlanması yine proje tabanlı eğitiminin önemli önkoşullarındandır. Bu amaçla, İTÜ, YTÜ, Boğaziçi, Koç, Marmara, Dokuz Eylül, Ege ve TOBB Üniversitesi gibi çeşitli üniversitelerimizde gerçekleştirilen toplantılarla hem projenin ulusal bir proje olması sağlanmaya çalışılmış hem de bu üniversitelerimizde görevli akademisyenlerin geliştirmiş oldukları eğitsel dokümanlar, filmler ve benzeri yardımcı eğitim araçları ile yine onların önerdiği uluslararası dokümanların proje sitemize yüklenerek ortak bir e-öğrenme platformunun oluşturulması sağlanmıştır.

Öğretim görevlilerinden temin edilen geri besleme bilgileri doğrultusunda Kasım-Aralık 2007 ayları içinde yarışma takviminin genişletilmesine ihtiyaç duyulmuştur. Örnek projeler (SEP ‘Students Experimental Processor’ ve Farabi) için bir zamanlama diyagramı çizilerek katılımcılara yol gösterilmiş, proje liderlerine gereğinde zamanlama diyagramlarının %20’si kadar zaman aşımı esnekliğinin mühendislik eğitiminde doğal olduğu bilgisi verilmiştir.

Proje tabanlı öğrenme süreçlerinde danışman ve eğitimcilerin proje gruplarının çalışma ilkelerini, zaman ve benzeri sınırlayıcıları belirlemesinin yanı sıra yönlendirici rolleri de hayati öneme sahiptir. Her katılımcı için bilgisayar mimarisi ve gömülü sistemler konusunda mümkün olan en ileri öğrenme düzeyinin yakalanması için danışmanların projelerin çıkmaza girmesi durumunda müdahaleye hazırlıklı olmaları, alternatifler getirebilmeleri şarttır.

Öğrencilerin erken bir aşamada analitik düşünme ve metotlu çalışma tarzına alışmaları, raporlama ve sunuma önem vermeleri mühendislik eğitimi ve PBL yaklaşımları açısından büyük önem taşımaktadır. Model etkinlikte de, başvuru aşamasında öğrencilerin bu konuda iyice düşünmelerini sağlamak amacıyla ön sunum yapmaları istenmiştir. Örnek projeler için düzenlenen ön sunumlarda proje kriterleri ve çalışma araçları (kullanılacak EDA ve FPGA platformları) açık bir şekilde verilerek sadece benzer metotlarla ön sunum yapan projeler kabul edilmiştir.



Şekil 4. “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” model etkinliğinin resmi web sitesinden sayfa görüntüleri



Proje çalışmalarında motivasyonu ve asgari heyecanı sağlayacak küçük ayrıntılar dahi önem kazanmaktadır. Söz gelimi, model etkinlik için yapılan başvurulara katılımcıların projelerine bir ad vermeleri istenmiştir, bu sayede proje işlerini sınıflandırmanın en iyi yöntemi olan bir bölüm başlığı belirlenmesi koşulu sağlanırken aynı zamanda PBL yaklaşımı için ön şart olan heyecan da sağlanmıştır. Bazı üniversitelerde danışman öğretim görevlileri proje başlıkları için küçük yarışmalar dahi düzenlemiştir.

Thomas ve Mergendoller, proje tabanlı eğitimde öğrenci ve öğretmenin proje başlamadan ölçütleri tasnif konusunda ne kadar anlaşır ve bu sınıflandırma öğrenci için ne kadar anlaşılır ise –böylece öğrenci mükemmel bir projenin esaslarını anlamış olur– o kadar iyi olacağı görüşündedir (Thomas, Mergendoller, 2000). “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” etkinliğin başlangıç sürecinde yüzlerce e-posta ve telefon görüşmesi ile projenin koşulları, sürecin işleyişi ve değerlendirme ölçütleri konularında gelen sorular üniversite toplantılarında yanıtlanmış ve etkinlik web sitesinde SSS (Sıkça Sorulan Sorular) bölümünde özetlenerek katılımcılarla mutabakat sağlanmıştır. Tüm proje çalışmalarında böyle bir mutabakat sağlanması, sözü edildiği gibi öğrencinin mükemmel bir projenin esaslarını kavraması açısından önemli ve gereklidir.

Model etkinlikte itinalı çalışmaların yapılabilmesi için teşvik edici ilkeler benimsenmiştir. Bu nedenle proje için amaç, içerik, aktiviteler, çalışma metotları, görevler, sunumlar ve projenin değerlendirme stratejisi belirlendikten sonra dünyada bu eğitim alanına yönelik birçok doküman, sunum, video anlatım ve benzeri yardımcı eğitim materyalleri etkinlik web sitesine ve Tübidir Okul Bilişim e-Learning sayfalarına eklenerek ilave bir çalışmayla birçoğu Türkçeye çevrilmiştir. Katılımcı projelerde danışman öğretim görevlilerinin ilgisinin eksik kaldığı takımlara ve akademik destek almayan katılımcılara elektronik tasarım süreçlerindeki yenilikçi yaklaşımlar konusunda yol gösterilmiştir.

Uygulaması zor tasarım süreçleri ve kullanımı zahmetli araçlar seçilen projeler için katılımcılara yapılan yönlendirmeler ile “isterlerse seçtikleri biçimde çalışmaya devam edebilecekleri ancak bizim önerilerimizin daha yenilikçi olduğu” vurgulanarak elektronik tasarımın günümüzde geldiği düzey, EDA tasarım araçları ve yazılımları, modelleme teknikleri, VHDL ve Verilog dilleri ile tasarım, FPGA dijital elektronik tasarım platformları konularında önerilerde bulunulmuştur. Konuştuğumuz bazı üniversite katılımcı gruplarının bile önerilerimizden etkilendiğini görmek, PBL süreçlerinde yönlendirme görevi ve akran liderliğinin sonuçlarını müşahade etmek açısından bizler için memnun edici olmuştur.

SEP (Udugama, Geeganage, 2006) ve Farabi örnek projelerinde dünyadaki benzer örneklerden ve profesyonel çalışmalardan derlemeler kullanılarak katılımcıların yüksek standartlarda tasarım, raporlama ve sunum tekniklerine sahip olmalarına çalışılmıştır. Proje tabanlı eğitim sürecinin doğal bir sonucu olarak katılımcıların bu projelerden daha iyisini yapmaya çalıştıkları gözlenmiştir. Danışman öğretim görevlilerince dile getirilen “katılımcı öğrencilerin benzer çalışmalardan gördükleri işleri aynen kopya edebileceği endişesi”nin yersiz olduğu hatta tersine eski çalışmaları görmenin onları daha ileri tasarımlar üretmeye teşvik edebileceği düşüncesi vurgulanmıştır. PBL süreçlerinde bu şekildeki örnek proje çalışmalarıyla öğrencilerin derinlemesine desteklenerek projelerin çeşitli aşamalarında ve dönüm noktalarında onlara ölçü olacak referanslara ve hatta şablonlara ihtiyaç duymalarına cevap vererek, onların en azından o güne kadar yapılabileceği eşit olmak ya da onu geçmek için çabalarına sebep olunabileceği düşüncesindeyiz.

PBL süreçlerinde eğitimci ve danışmanların yönetim ve denetim yetkilerinin bir bölümünü öğrencilerle paylaşması esastır. Bizler de model uygulamada öğrencilerin otokontrol ve denetim kültürüne sahip olmaları amacıyla danışman öğretim görevlileri ile koordineli olarak öğrencileri proje tasarımının tüm süreçlerine dâhil etmeyi amaçladık. Bilgi çerçevesinin aşama aşama yeniden inşası öğrencilerle ve danışman öğretim görevlilerinin daha çok işbirliği ve projenin sorumluluğunun karşılıklı olarak paylaşıldığı bir ortamın varlığıyla mümkündür. Yarışmaya katılan öğrenci grupları ile danışman öğretim görevlilerin bütün ilişkilerinin bir anlamda tekrar gözden geçirmesi ile danışman öğretim görevlilerin teşvik edici liderlere dönüşmesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Proje tabanlı eğitimde öğrenciler arasında bilgi paylaşımını destekleme ve yüksek seviye projelerin yönetiminde eğitimcinin iş yükünü hafifletme gibi başlıca iki amacı bulunan Proje Sunum Merkezi (PDC: Project Deliverable Centre) hiç kuşkusuz proje tabanlı eğitimin temel çekirdeğini oluşturmaktadır. PDC, bir projenin yapısını oluşturma, düzenleme, silme, işleyiş tablosunu oluşturma, proje liderleri, katılımcılar ve denetleyiciler arasında iletişim koordinasyonu sağlama, sunum/rapor ve

değerlendirme mekanizmalarının organizasyonu gibi hayati görevlere sahiptir. Model etkinlikte de tüm bu hayati görevleri yerine getirmek üzere tarafımızca geliştirilen bir yönetim yazılımı etkinlik web sitesine entegre edilmiştir. Böylelikle grupların projenin geldiği aşamaları kaydedebilmeleri, planlama çizelgesini takip edebilmeleri, grup proje dosyaları ve bunun gibi raporlamaları yapılabilmesi sağlanmıştır. Ayrıca sponsor firmalardan temin edilen EDA yazılımları ve FPGA platformları projelerin gelişim süreçleri dikkate alınarak katılımcılara sağlanmıştır.

### *Sonuç ve kazanımlar*

“Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” model etkinliği üniversiteler arası bir yarışma olmayıp öğrencilerin projeleriyle katıldığı proje tabanlı bir eğitim sürecidir. Danışman öğretim görevlilerin bu etkinliği müfredatın bir parçası haline getirebilmeleri beklenmiştir. Üniversitelerde düzenlenen tüm toplantılarda, yazışmalarda, etkinliğin internet sitesinde, Tübidir Okul Bilişim ve Çizgi Söğüt Gölgesi eğitim portallarında, öğrencilere sadece bilgisayar mimarisi ve gömülü sistemler, yenilikçi elektronik ve sayısal tasarım süreçlerine dair mühendislik bilgilerinin içeriği değil, bu içeriği nasıl öğrenebileceklerini de öğretmek amaçlanmıştır. Yazarlar olarak yarışma sürecindeki misyonumuz daha önce hiç zor bir problemle baş etmemiş öğrencilere araştırma ve çalışma yapmayı öğretmek ve gençleri yenilikçi çalışmalara sevk etmek olarak belirlenmiştir.

Öğrenci gruplarının sınıf dışından hatta danışman hocanın da dışında kişiler ile de çalışma yapmaları tavsiye edilmiştir. Böylece projeye ilgisiz kalmış diğer öğretim görevlilerinin de bir nebze olsun ilgileri sağlanmış bu amaçla fakülte içi planlama toplantıları düzenleyen öğrencilerin çalışmaları sevindirici bulunmuştur. Bu toplantılarda özellikle diğer proje dışı kaynaklardan ve eğitimcilerden elde edilen yeni fikirler eşliğinde öğrencilerin en son çıkan teknolojik kaynakları ve interneti doğru kullanabilmeleri sağlanmıştır. Öğrencilerin araştırılacak web siteleri konusunda bilinçli seçimler yapmalarına yardım edilmiştir. Her katılımcı grup için hazırlanan onlara özel internet tartışma forumları sayesinde öğrencilerin danışman öğretim görevlileri ve takım arkadaşları ile bilgi paylaşımları, eleştiri ve çözüm üretmeleri, işbirlikçi çalışma ve dolayısıyla yönetim ve değerlendirme süreçlerinde aktif rol almaları hedeflenmiştir.

“Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” model etkinliği bu çalışmanın yazıldığı günlerde halen sürmekte olup belirli bir tasarım seviyesini geçen katılımcıların sonuç raporlarından öte web üzerinden jüriye sunum yapmaları hedeflenmektedir ve bunun için gerekli altyapı oluşturulmuştur. Böylece katılımcılar için bilgisayar mimarisi ve gömülü sistemlere ilişkin gerçek zamanlı tasarım, modelleme ve simülasyon konusunda deneyim kazandırılması amaçlanmaktadır.

Etkinlikte gerçek kalıcı değer, ön elemeyi geçen ve finale kalan katılımcıların tasarım, rapor ve hatta son sunumları gibi tüm proje detaylarının sonraki çalışmalara referans olacak şekilde internet ortamında etkinlik web sitesinde yer alması olacaktır. Böylece bir sonraki etkinlikte ve aynı zamanda bu alana yönelik diğer PBL etkinliklerinde katılımcı, öğrenci, internet izleyeni veya gözlemcilerin yapılandan daha iyisinin nasıl yapılabileceğini düşünmeleri sağlanacaktır.

Yarısmada finale kalan ekiplerin Tübidir’in destekleyeceği ve Ekim 2008’de İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde düzenlenecek “Gömülü Sistemler ve Uygulamaları Sempozyumu”nda sunum yapabilmesinin sağlanması, bütünüyle PBL süreci olarak tanımlanabilecek örnek modelimizin etkinliğini daha da arttırmaktadır.

### **Proje Tabanlı Mühendislik Eğitimde Dünyada ve Türkiye’de Takip Edilen Eğitim Stratejileri**

Dünyadaki birçok saygın öğretim kurumunda bilgisayar mimarisi ve sayısal sistemler ile ilgili eğitim programlarında simülatörlerin, animasyonların ve video dersleri gibi yardımcı eğitim araçlarının yaygın bir şekilde kullanıldığını, üstelik bunların büyük bir bölümünün internette ücretsiz olarak genel kullanıma sunulduğunu görmekteyiz.

Ülkemizde uzaktan eğitim programı olan birkaç eğitim kurumumuz haricinde bu tür kaynakların etkin bir şekilde kullanıldığı örnekleri vermek pek mümkün görünmemektedir. Bununla birlikte üniversitelerimizde proje tabanlı eğitim örneği olarak gösterilebilecek kişisel bazı çalışmalar göze çarpmaktadır. Ancak bu çalışmalar makalede sözünü ettiğimiz PDC gibi belirgin bir e-öğrenme ve proje kontrol yazılımı içermemekte, bilgisayar mimarisi ve gömülü sistemler eğitimini bir bütün olarak ele almamaktadır. Üstelik bu çalışmaların büyük bir bölümü kapalı sistemler olup sadece eğitimi alan öğrencilere açıktır. Açık ders araçları için Türkiye’de görebildiğimiz tek örnek TÜBA

(Türkiye Bilimler Akademisi) bünyesindeki “Ulusal Açık Ders Malzemeleri Konsorsiyumu” dur.

“Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” etkinliği, bu alanda eksikliği hissedilen ihtiyacı karşılamak ve proje tabanlı mühendislik eğitimi vermek üzere tasarlanan uzaktan eğitim stratejileri için deneysel bir platform olarak ele alınmıştır. Etkinlikte yer alan yarışma kategorilerinden simülatlara ve diğer yardımcı eğitim araçlarına kadar tüm bileşenler temel bir projenin bölümleri olarak değerlendirilmiştir.

Hedef alınan eğitim alanında, deneyimli bir mühendisin bile çözmeye çalışırken çaba gerektireceğinin açık olduğu bu tür bir projenin öğrencilere anlamlı ve orijinal gelmesi yanında projenin onlara okul önünde kişisel veya sosyal bir değer sağlama fırsatı vermesi durumunda daha başarılı olunacağı düşünülmektedir.

Proje tabanlı yaklaşımlar sayesinde Bilgisayar Mimarisi ve Gömülü Sistemler eğitiminde öğrencilerin amaç ve hedeflere nasıl ve ne zaman ulaşabileceğinin önceden belirlenebilmesini öğretmenin pedagojik açıdan kolay olduğu kanısındayız. PBL eğitimi öğrencilerin sürekli sıradan raporlama gereksinimi minimum düzeyde kamasını sağlamakta bunun yerine mühendislik için esas olan daha metotlu ve ilkeli raporlama tekniğine alıştırmaktadır. Proje tabanlı eğitim zamanlamayı şart koşmakta; kaynaklar, teknoloji ve maliyelerin araştırılmasını sağlamaktadır. Proje tabanlı eğitimde bulunan ve sürekli kendini yenileyen kontrol sistemi; görevler, proje aşamaları ve bunların raporlanması, proje bölümlerinin yapboz misali değişik öğrenciler tarafından gerçekleştirilmesi ve daha sonra bütünün oluşturulması süreciyle proje üyelerinin kendilerini gerçek hayatta görev almış birer mühendis gibi hissetmesine ve üyelerin çok yönlü gelişmesine katkıda bulunmaktadır. Tüm bu ispatlanmış kazanımları sayesinde model örneğimizdeki gibi proje tabanlı yaklaşımların ülkemizde de giderek yaygınlaşacağı umulmaktadır.

## **Sonuç**

Bilgisayar mimarisi ve sayısal devreler eğitimi gibi soyutluluk derecesinin giderek arttığı, anlaşılabilirliğinin azaldığı; hızlı gelişen teknolojilerle birlikte bunlara uygun eğitsel araçların bulunma gücünün yaşandığı, mevcut eğitsel araçların çok kısa sürelerde geçerliliğini yitirdiği bir alanda proje tabanlı eğitim ve e-öğrenim araçları eğitim metodolojileri açısından değerlendirilmiştir. Bu alanda model uygulama olarak tasarlanan “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” etkinliği, hazırlanışından uygulama ve değerlendirme aşamalarına kadar detaylı bir şekilde incelenmiştir.

Model uygulama kapsamında, öğrencilere konulacak hedeflerin belirlenmesi, üniversite öğretim görevlileri danışmanlığında katılımcı ekiplerin oluşturulması, yarışma içeriği, kategoriler, sınırlandırıcı koşullar ve kontrol noktalarının belirlenmesi, katılımcı projelerinin teknolojik ve pedagojik takibi, projelerin her basamağının raporlanması ve sunumu, sunuş biçiminin yenilikçi olabilmesi için örnek projeler (SEP: Students Experimental Processor ve Farabi) ile yol gösterici olunmuştur. Örnek projeler tüm katılımcılara açılmış ve bunların projenin değerlendirme ölçütleri ve yeterlik düzeylerinin belirlenmesi için kriter oluşturulmasında bir çeşit akran liderliği görevi yürütülmüştür.

Dünyada ve Türkiye’de bilgisayar mimarisi ve gömülü sistemler üzerine tasarlanan eğitim platformları, kaynak kullanımı, uygulanan ve geliştirilen yöntemler kıyaslandığında ülkemizde bu alandaki mevcut kaynakların yeterince etkin kullanılmadığı sonucuna varılmıştır. İncelenen genel erişimli kaynaklar etkin proje tabanlı e-öğrenme yöntemleri dikkate alınarak “Türkiye İşlemcisini Tasarlıyor” model etkinliği çerçevesinde ülkemizdeki eğitimci ve öğrencilerin kullanımına ve değerlendirmesine sunulmuştur. Bu alanda yapılabilecek ileri uygulamalar ile akademisyenler ve bilişim sektörü arasındaki olası işbirliği imkânları değerlendirilmiştir.

Proje tabanlı eğitim, öğrencilere, farklı disiplinlerdeki mühendislik bilimleri ve yaklaşımlarında akademik titizliği, araştırma yapan bir bilim adamı gibi düşünmesini, durum tespiti yapabilmeyi ve farklı perspektiflerden problemlere bakabilme yetisi kazanmayı sağlamaktadır (Steinberg, 1997). Uygulamalı eğitim öğrencinin bir yeni bir tasarım geliştirme, bir sistemi yenileme veya bir etkinliği organize etme gibi gerçek hayata benzer problemler süreci içerir. Bu süreç içinde öğrencinin kendi kendini yönetme, takım hainde çalışma, teknolojiyi araştırma ve geliştirme, iletişim sağlama ve organizasyon yetenekleri de gelişmektedir. Öğrenci proje tabanlı eğitimde zamanının belirgin bir kısmını saha çalışması yapmakla geçirmesi gerektiğini öğrenmektedir, aynı zamanda öğrenci farklı ortam ve kaynaklardan bilgi edinmeyi, öğrendiklerini sunumlar ile anlatması gerektiğini anlamaktadır. İyi tasarlanmış proje tabanlı eğitimde öğrencilerin akran veya yetişkinlerden proje konusunda güncel ve geçerli deneyim ve bilgiyi almaya açık oldukları gözlemlenebilmektedir. Mühendislik eğitiminde



danışman öğretim görevlilerinin deneyim ve bilgilerini öğrencilerle paylaşmaları ve çalışma sürecinde sergilenen işbirliğinin değerlendirme süreçlerinde de etkisini hissettirdiğine tanık olunmuştur. Böylelikle öğrencilerin proje tabanlı eğitimin kriterlerine uyarken, sunum ve raporlamalarında gerçek hayattaki standartları algılaması ve hedef alınan eğitimi etkin bir şekilde öğrenmeleri sağlanabilmektedir.

### **Kaynakça**

Eyüboğlu, T. (2004). “e-Öğrenme Nedir-5; Karma / Harmanlanmış Öğrenim (Blended Learning)”, TBD Dergi, Sayı:148 08.03.2004, <http://dergi.tbd.org.tr/>

Gray, J. (2000). “Hands-on Computer Architecture –Teaching Processor and Integrated Systems Design with FPGAs”, Workshop On Computer Architecture Education archive, Proceedings of the 2000 workshop on Computer architecture education, Article No. 17, ACM, New York, NY, USA.

Jaques, D. (2000). “Learning in Groups : A Handbook for Improving Group Work”, 3<sup>rd</sup> Edition. Kogan Page Ltd, London.

Kim, B. (2001). “Social constructivism”. In M. Orey (Ed.), Emerging perspectives on learning, teaching, and technology. E-book available at <http://itstudio.coe.uga.edu/ebook/>

Learning Pyramide, NTL Institute for Applied Behavioral Science, 300 N. Lee Street, Suite 300, Alexandria, VA 22314. 1-800-777-5227.

Ponta, D., Donzellini, G., Markkanen, H. (2003). “Project Based Learning In Internet”, 33rd ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, November 5-8, 2003, S2F-7, Boulder-Colorado, USA.

Ponta, D., Donzellini, G. (2004). “Active Learning With Network Based Projects”, Fourth international workshop on Active Learning in Engineering Education, June 6-9 2004, p.45-46, Nantes, France.

Saral, M.N., Topcu, Y. (2008). “Bilgisayar Mimarisi ve Sayısal Sistemler Eğitiminde İnternet ve e-Öğrenme”, Future-Learning 2. Uluslararası Gelecek İçin Öğrenme Alanında Yenilikler Konferansı 2008: e-Öğrenme, 27-29 Mart 2008, İstanbul,Türkiye.

Shatilla, Y. (2004). "University-Industry Relations: A Step Closer", 2004 Conference for Industry and Education Collaboration (2004 CIEC), CIP-323, Mississippi, USA.

Steinberg, A. (1997). “Real Learning, Real Work: School-to-Work As High School Reform”, 1<sup>st</sup> Edition, Routledge, New York.

Thomas, J.W. & Mergendoller, J.R. (2000). “Managing project-based learning: Principles from the field”, Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, New Orleans, LA, USA.

Udugama, L.S.K., Geeganage, J.C., (2006). “Students’ Experimental Processor: A Processor Integrated with Different Types of Architectures for Educational Purposes”, Workshop On Computer Architecture Education archive, Proceedings of the 2006 workshop on Computer architecture education: held in conjunction with the 33rd International Symposium on Computer Architecture, Article No. 7, ACM, New York, NY, USA.