

Proje Tabanlı Eğitime Bir Örnek: Sayısal İşaret İşleme

Damla Gürkan Kuntalp¹

Güleser Kalaycı Demir¹

¹Dokuz Eylül Üniversitesi

Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü

damla.kuntalp@deu.edu.tr, guleser.kalayci@deu.edu.tr

Özet

2002-2003 öğretim yılında Dokuz Eylül Üniversitesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, eğitim programını modüler yapıda, problem/proje tabanlı olmak üzere yeniden yapılandırmıştır. Şu anki eğitim sistemi iki, üç ya da dört haftalık problem/proje tabanlı modüllerden oluşmaktadır. Bu çalışmada proje tabanlı eğitim konusundaki uygulama yaklaşımımız ve deneyimlerimiz 4. Sınıf modüllerinden EE411 Sayısal İşaret İşleme modülü üzerinden aktarılmıştır. Öğrencilerden modülün genel değerlendirilmesi ve modül hedeflerine ne kadar ulaşıldığı konusunda anket aracılığı ile geribildirim ve görüş alınmıştır. Deneyimlerimiz ve anket sonuçları son sınıflarda bu metodun, teorik ve pratik modül içeriğinin öğretilmesinin yanı sıra yakında mühendis olacak öğrencilere gerekli iş hayatı bilgi ve becerilerinin de kazandırılmasında yardımcı olduğunu göstermiştir.

1. GİRİŞ

Günümüzde mühendislerin sadece sağlam teorik bilgi birikimine sahip olmalarının yanı sıra hızlı teknolojik gelişmelerin ve çalışma koşullarının gerektirdiği problem çözmeye yönelik hızlı ve pratik düşünme, yalnızca bireysel değil grup içinde de verimli çalışma, iyi iletişim becerilerine sahip olma gibi özelliklere de sahip olmaları gerekmektedir. Mühendislik eğitimi akreditasyon koşulları da eğitim programlarını bu gerekleri de göz önüne alarak yeniden yapılanmaya zorlamaktadır [1], [2]. Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü bu ihtiyaçları daha iyi karşılamak üzere Güz 2002 yılında eğitim programını ilk üç yıl probleme dayalı, son yıl da proje tabanlı olmak üzere yeniden düzenleyerek modüler tabanlı yeni bir eğitim programını uygulamaya başlamıştır [3],[4],[5]. Dördüncü yılın ilk dönemi zorunlu modüllerden oluşmakta, ikinci dönemde ise seçmeli modül gruplarından öğrenciler ilgileri doğrultusunda modüller seçmektedirler. Bu çalışmada uygulama esaslarını, uygulama sonuçlarını ve deneyimlerimizi aktarmaya çalışacağımız Sayısal İşaret İşleme modülü (EE411 Digital Signal Processing) ilk döneme ait zorunlu modüllerden birisidir. Öğrenciler dördüncü sınıfta almakla yükümlü oldukları proje tabanlı modüllere ek olarak bir yıl boyunca bitirme projelerini de bu modüllere paralel olarak sürdürmektedirler. Modül projeleri grup projeleri olarak düzenlenmiş olup,

öğrenciler bireysel hem de hem grup içi aktivitelerden değerlendirilmektedir.

Mühendislik eğitimi literatüründe proje tabanlı öğrenmeyle ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır [6],[7]. İyi kurgulanmış bir proje ile öğrencilerin teorik konuları uygulamayla birleştirerek daha iyi kavramaları sağlandığı gibi aynı zamanda öğrenilen bilgi daha da kalıcı olmaktadır. Öğrenciler çoğu kez gerekliliğini tartışmalı gördükleri teorik bilgilerin gerçek hayattaki gerçek problem ve uygulamalardaki yerini, önemini, kısıtlamalarını görme imkanına sahip olup, konunun teorik kısmına ilgilileri artmaktadır. Özellikle grup projeleri iş hayatında içinde bulunacakları çalışma ortamına benzemesi açısından mezuniyet sonrası hayatlarına da hazırlanmayı sağlamaktadır. Grup içi dinamiklere uyum sağlama, iletişim becerilerini geliştirme, görev paylaşımı, zaman yönetimi, kendini ve grup arkadaşlarını değerlendirme gibi iş yaşamında ve hatta özel hayatlarında gerekli olacak bir takım becerileri grup çalışmasının gerekleri doğrultusunda kazanmaktadır.

Bu çalışmada proje tabanlı öğrenme konusundaki deneyimlerimizi dördüncü sınıf modüllerimizden biri olan sayısal işaret işleme modülü uygulaması üzerinden aktaracağız. 2. Bölüm modül öğrenme hedeflerini, onu takip eden bölüm metodoloji ve değerlendirme kriterlerini açıklamaktadır. 4. Bölümde değerlendirme sonuçları, 5. Bölümde anket sonuçları ve son olarak da sonuç bölümünde genel bir değerlendirme yapılacaktır.

2. MODÜL İÇERİĞİ VE ÖĞRENME HEDEFLERİ

Bu bölümde ele alınan modülün modülde öğrenilmesi gereken konuya özel öğrenme hedefleri açıklanacaktır. Modül sonunda her öğrencinin bu hedeflere ulaşması beklenmektedir. Her modül için tanımlanmış olan bu hedefler diğer modül hedefleri ile bir araya geldiğinde eğitim programının hedeflerini oluşturmaktadır [8].

Modülü başarıyla tamamlamak için öğrencilerin öğrenmesi gereken konular, bilgiler ve beceriler [9] de yer alan modele uygun olarak gruplanmıştır. Bu modelde öğrenme hedefleri bilgi ve kavrama, akademik beceriler, pratik beceriler ve aktarılabilir beceriler olmak üzere dört ana grup altında

toplanmıştır. Modülün tamamlanmasını takiben öğrencilerin aşağıda sıralanan bilgi ve becerilere sahip olmaları beklenmektedir.

1) Bilgi ve Kavrama: (i) Sayısal işaret işleme konusunun temel kavramları, (ii) Sayısal işaretlerin zaman ve frekans düzleminde gösterim ve düzlemler arası dönüşümleri, (iii) Filtre elemanları ve yapıları, (iv) FIR ve IIR filtre tasarım metodları, (v) Gerçek hayat uygulamaları

2) Akademik Beceriler: (i) Sayısal işaret işleme konusuyla ilgili problemlerde analize dayalı bir yaklaşım sergilemek, (ii) Probleme uygun sinyal işleme metodu seçmek, uygulamak, geliştirmek, (iii) Sayısal işaret işleme sistemlerinin benzetimi için yazılım programlarını kullanmak,

3) Pratik Beceriler, (i) Bilgisayar programlama, sunum ve çalışma amaçlı kullanmak, (ii) Matlab DSP araç kutusunu kullanmak, (iii) Modellerin benzetimi, (iv) Uygun araçlar kullanarak verileri elde etmek, işlemek ve görsel hale getirmek

4) Aktarılabılır Beceriler: (i) Zaman ve kaynakları verimli kullanmak, (ii) Grup içinde yapıcı ve destekleyici olarak çalışmak, (iii) İletişim becerilerini geliştirmek, (iv) Bilgi ve iletişim teknolojilerini bilginin toplanması, işlenmesi ve sunulması için kullanmak.

3. METODOLOJİ

A. Proje tabanlı modül yapısı

Modül farklı eğitim hedeflerine yönelik farklı yapı taşlarından oluşmaktadır. Modülü oluşturan yapı taşları proje-tabanlı eğitim oturumları, sunumlar, bilgisayar ve elektronik laboratuvar saatleri, tartışma, danışma, mühendislik yönlendirme, modül sınavı ve sınav tartışma saatidir. Bu aktivitelerin amaçları aşağıda kısaca açıklanmıştır.

• Projeye Dayalı Öğrenme (PDÖ)

Oturumları: PDÖ oturumları proje tabanlı öğrenmenin en önemli yapı taşlarından biridir. Bu oturumlarda modül öğrenme hedeflerine uygun olarak kurgulanmış bir problem ya da proje az sayıda (genelde 3 ya da 5 kişi) öğrencinden oluşan gruplara grubun eğitim yönlendiricisi tarafından verilir. Eğitim yönlendiricisi grubun çözüme ulaşmak için yaptığı çalışmalarını ve elde edilen sonuçları gözlemler ve gerekli hallerde yol gösterir. Her PDÖ oturumunda yönlendiricinin ölçülü ve dikkatli yönlendirmesi altında verilen ya da yeni elde edilen bilgiler analiz edilir ve gruplar “yapılması gerekenler” ve “öğrenilmesi gerekenler” listelerini hazırlarlar.

EE411 gibi dört haftalık bir proje tabanlı modülde ilk ikisi ilk hafta olmak üzere beş adet PDÖ oturumu vardır. İlk haftaki oturumların ilki haftanın başında, diğeri sonunda gerçekleştirilir. Diğer oturumlar her hafta, hafta ortasında yer alır. İlk PDÖ oturumunun amacı öğrencilere projeyi kısaca tanıtmaktır. Projenin kısa bir tanımı, proje hedefleri ve modül sırasında yerine getirmeleri gereken görevlerin zaman çizelgesi bu oturumda 2-3 sayfalık bir doküman olarak öğrencilere verilir. Bu oturumda verilen proje tanımı ve proje konusundaki kısıtlı bilgi ışığında ilk tartışmalar yapılır ve kabaca bir çalışma planı hazırlanır. Bir sonraki oturuma proje ile ilgili bir ön hazırlık raporu hazırlanıp sunulması gerekir. Bu oturumda gruplar iş bölümü ve zaman çizelgelerini de içeren ön hazırlık raporlarını sunarlar. Proje ve çalışma planı ilk oturumdan bu yana geçen sürede öğrenciler tarafından yapılan araştırmalar ve elde edilen yeni bilgiler ışığında tekrar tartışılır. Üçüncü oturumdan önce gruplar proje için gerekli teorik alt yapıyı araştırıp bu oturum için yaptıkları araştırmayı bir ara rapor olarak sunarlar. Bu ara rapor aynı zamanda projeyi oluşturan alt problemlere çözüm önerilerini de içerir. Üçüncü oturumda bu rapor incelenir, teorik bilginin projenin çözümündeki rolü yönlendiricinin gözetiminde tartışılır. Dördüncü PDÖ oturumunda önerilen çözüm ve elde edilen ara sonuçlar gerekli bütün teorik ve pratik detaylarla ortaya konur ve tartışılır. Bu oturumda sunulan ikinci ara raporda ara sonuçlar ve kullanılan yöntemler detayları ile verilir. Son PDÖ oturumu proje sunumları için ayrılmıştır. Bu oturum bütün bölüme açık olarak poster sunum şeklinde yapılır ve grup bazında proje sonuçları sunulur. Teorik bilgi, çözüm önerisi ve sonuçları içeren son proje raporu bu oturumda sunulur.

• **Sunumlar:** Modül programında 20 kredi saatlik sunum planlanmıştır. Sunum saatlerinde çok önemli konu ve kavramlar, sayısal işaret işleme ile ilgili teoriler, verilen projelerle ilintilendirilerek öğrencilere modül sorumlusu öğretim üyeleri tarafından anlatılır. Sunum saatlerinin bir kısmı problem çözme saati olarak ayrılmıştır. Bu saatlerde sunumda verilen teorik bilginin pekişmesi amacıyla ilgili konularda problemler çözülmektedir.

• **Danışma:** Ne zaman ihtiyaç duysalar eğitim yönlendiricilerine başvurmak genelde pratikteki durum olsa da her modülün haftalık programında danışma için ayrılmış saatler mevcuttur. Danışma saatlerinde sunumlarda işlenen konularla ya da proje konusuyla ilgili eğitim yönlendiricisine danışmak mümkündür

• **Tartışma:** Modül tartışma saati üçüncü haftada yer alır. Bu aktivitenin amacı modül işleyişi ve projelerle ilgili öğrencilerden geribildirim almaktır. Bütün sınıf modül yöneticileri ile bir araya gelir ve birey ya da grup olarak karşılaşılan sorunları dile

getirirler. Bu saat gruplara kendilerini ve çalışma performanslarını diğer gruplarla karşılaştırarak değerlendirme imkanı verir. Sorulan soruların ya da dile getirilen problemlerin bir kısmı diğer öğrenciler için eksiklerini tamamlama, bilmedikleri ya da atladıkları bazı şeyleri gözden geçirme fırsatı sunar. Modül yöneticileri aldıkları geribildirimleri modül işleyişinde, verilen projelerin uygunluğu ya da karşılaşılan problemler konusunda bir değerlendirme yapma ve verimi arttırmak için değerlendirirler.

- **Modül sınavı:** Modül sonunda yapılan yazılı bir sınavla sunumlar sırasında öğretilen kavram ve bilgilerin değerlendirmesi yapılır. Diğer değerlendirme ölçütlerinden farklı olarak öğrencilerin bireysel olarak değerlendirildiği bir aktivitedir.

- **Sınav Tartışma:** Modül sınavının hemen sonrasında yer alan bu aktivitede öğrenciler ve modül yöneticileri bir araya gelir ve modül sınavını tartışır. Sınav soruları ve çözümleri tartışılır.

- **Laboratuvar saatleri:** Modül programında hem bilgisayar hem de elektronik laboratuvar saatleri mevcuttur. Bu saatlerde planlanmış bir laboratuvar deneyi yoktur. Bölüm içinde mevcut bulunan bilgisayar ve elektronik laboratuvarları öğrencilerin proje ile ilgili çalışmalarını yürütebilmeleri için ayrılmıştır.

- **Mühendislik Yönlendirme:** Üçüncü haftanın sonunda iki saatlik bir aktivitedir. Endüstriden konu ile ilgili alanda çalışan bir mühendisin bilgi birikimi ve deneyimlerinden faydalanmaları amaçlanmıştır.

B.Grupların Belirlenmesi:

Projenin zorluk derecesine bağlı olarak proje grupları 3 ya da 5 öğrenciden oluşur. Grupların belirlenmesinde iki yöntem uygulanabilir. İlk metotta grup üyeleri rastgele seçilir. İkinci yaklaşımda ise öğrencilerin kendi gruplarını oluşturmalarına izin verilir. İlk yaklaşım iş ortamında karşılaşılabilecek duruma hazırlık olması ve gruplar arasında bir dengesizlik olmaması açısından iyi bir seçenek olmakla beraber uygulamada çalışkan ve sorumluluk sahibi öğrencilerin ciddi rahatsızlıkları olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma alışkanlıkları, yeterlilik ve kalite kavramları öğrenciden öğrenciye farklılıklar gösterdiği için hemen her grupta daha az sorumluluk alan ve diğer öğrencilerin beklentilerini karşılamayan 1-2 öğrenci grup dinamiklerini bozabilmektedir. Buna çözüm olarak akran değerlendirme yöntemi uygulanabilir. Ancak bu yöntemde de öğrencilerin grup arkadaşları hakkında yaptıkları objektif değerlendirme arkadaşlık ilişkilerinin bozulmasına neden olabilmektedir. İkinci yaklaşım her ne kadar gerçek iş yaşamında karşılaşılabilecek duruma uygun olmasa da öğrencilerin kendi grup arkadaşlarını seçmeleri grup içi dinamiklerin daha iyi çalışması ve çalışma veriminin artmasını sağlamaktadır.

C.Projelerin Belirlenmesi.

Proje tabanlı öğrenimde en önemli nokta proje seçimidir. Her modülde genellikle 3 ya da 4 farklı proje gruplara dağıtılmıştır. Projelerin zorluk derecelerinin aynı olmasına olabildiğince dikkat edilmiştir. Verilen proje konularına örnek olarak sayısal stereo frekans modülasyonu (FM) alıcı ve verici tasarımı verilebilir. Proje, teknik altyapının bir çok gruba aynı imkanı sunmamasından dolayı yazılım projesi olarak gerçekleştirilmeye üzere verilmiştir. Proje analogtan sayısala, sayısaldan analoga dönüşüm, farklı amaçlara yönelik sayısal filtre tasarımı (ön ve son vurgu filtreleri, pilot tonun süzülmesi gibi), sayısal sinüsoidal sinyal yaratılması, frekans çoklama, sayısal sinyal çoklama, FM modülasyon ve demodülasyon, beyaz Gaussian gürültü sinyalinin sayısal platformda gerçekleştirilmesi gibi bir çok alt bileşeni içermektedir. Bu bileşenler, sayısal işaret işleme modül öğrenme hedeflerinin büyük çoğunluğunu kapsar. EKG sinyalinden QRS kompleksinin çıkarımı, müzik parçalarından notaların çıkarılması, konuşma sinyallerinin LPC kodlanması, sayısal sentezleyici tasarımı, radar benzetimi diğer proje konularından örneklerdir.

4. DEĞERLENDİRME

Bilgi, süreç, takım çalışması, iletişim becerilerini ölçülmesini amaçlayan 5 bileşen belirlenmiş ve ağırlıklı toplamları ile modül notu hesaplanmıştır. Bileşenler, ağırlık değerleri ve notlandırmada dikkate alınan kriterler şu şekilde verilebilir:

- **Proje Dayalı Öğrenim Oturumu:** (Ağırlık: %15) Gruplar, ilk oturum hariç her bir PDÖ oturumu öncesinde birer fizibilite veya ara rapor hazırlamakla yükümlüdürler. Fizibilite raporu, girişi, tasarım tanımlamalarını, grup çalışma planını, taslak çalışmayı ve grup üyelerinin iş bölümünü içerecek şekilde hazırlanmalıdır. Ara raporlar ise içeriksel temel bilgileri, amaçları, yöntemleri, elde edilen sonuçları, karşılaşılan problemlere göre yapılan eylemleri, orijinal planda yapılan değişiklikleri ve gelecek aktiviteleri belirten bir yapıda olmalıdır. Oturum boyunca eğitmen projenin gelişimini ve verilen raporların incelemesini gerçekleştirirken aynı zamanda grup üyelerinin iletişimini, takım çalışmasını, zaman/kaynak yönetimi becerilerini de gözlemler.

- **Sözlü Sunum** (Ağırlık:%10) Modül sonunda, her bir grubun belirlediği bir temsilci projeyi sözlü olarak savunur. Bununla birlikte, her bir grup üyesi proje ile ilgili sorulan sorulardan ve ilgili sunumdan sorumludurlar. İlgili konuların kapsanması, sunumun organizasyonu ve uyumluluğu, önemli noktalara verilen vurgu, ana başlıkların planlanması ve örneklenmesi ile zaman kullanımı notlandırma yapılırken dikkat edilen ölçütlerdir.

- **Sonuç Raporu** (Ağırlık %30) Sonuç raporu, kapak sayfası, içindekiler sayfası, özet, giriş, yazın taraması, yöntem, tasarım, sonuçlar, sonuç ve ileri çalışmalar, ekler ve kaynakçayı içeren bütüncül bir yapıda hazırlanmalıdır. Projenin tasarım ve gelişim çalışmaları detaylı bir şekilde açıklanmalı, gerçekleştirilen deneyler, elde edilen sonuçlar ve hata analizleri ilgili yorumlar ile birlikte mutlaka verilmelidir. Raporun yazın dilbilgisi ve formatı da dikkate alınan kriterler arasında bulunmaktadır.
- **Yazılı Sınav** (Ağırlık %35) Öğrencilerin teorik bilgilerinin seviyesini ölçmek ve proje içeriğinde kullanılıp kullanılmamasından bağımsız olarak dersin genel içeriğini bir bütün olarak daha net kavrayabilmeleri için yazılı bir sınav yapılmaktadır.
- **Akran Değerlendirmesi** (Ağırlık %10) Modül sonunda her bir öğrenci akran değerlendirme formunu doldurur. Burada öğrenciler, kendi dışındaki tüm grup üyelerini toplamı 100 olacak şekilde notlandırır. Böylelikle, her bir grup üyesinin almış olduğu yükün ve göreceli katkısının daha uygun ve doğru bir şekilde değerlendirmeye alınması amaçlanmıştır.

5. ANKET SONUÇLARI

Uygulanan sistemin verimliliğini değerlendirmek için öğrencilerin amaçlar, gerçekleşen amaçlar ve PDÖ uygulamasının genel süreci ile ilgili görüşleri anketler kullanılarak alınmıştır.

Modül bitiminde, 5 farklı kategoride toplam 35 soruluk bir anket çalışması öğrencilere uygulanmıştır. Her bir anket sorusu için 5 farklı cevap seçeneği bulunmaktadır. Bunlar; tamamen katılıyorum(5); katılıyorum (4); kararsız (3); katılmıyorum (2); ve kesinlikle katılmıyorumdur (1). Anketler toplam 51 öğrenci tarafından yanıtlanmış ve ilgili yüzdeler hesaplanmıştır.

İlk kategoride, PDÖ'nün amaçlarının anlaşılması ve uygunluğu hakkındaki değerlendirmeler alındı. Sonuçlar, öğrencilerin genellikle temel amaçlarda aynı fikirde olduklarını gösterdi. Özellikle takım çalışması (%93), iletişim becerilerinin gelişmesi (%86) ve tasarım metodolojileri (%88) konularında öğrencilerin yüksek oranda hemfikir oldukları gözlemlenmiştir. İkinci kategoride PDÖ'nün teorik amaçlarının ne kadarının gerçekleştiği üzerindeki görüşler alınmıştır. Genel olarak, öğrencilerin bu konudaki görüşleri olumludur. Bu kategorideki tüm sorular için öğrencilerin görüş birliği %50'nin üzerindedir. En yüksek görüş birliği, grup çalışması becerilerinin artması (%75.7) ve tasarım metodolojilerinin tanınması (%75.7) üzerindedir. Üçüncü kategoride, öğrencilerin takım çalışması becerilerini incelenmiştir. Sonuçlar, öğrencilerin takım çalışması becerileri kazandığını (%86.1), bilgi paylaşımından keyif aldığını (%93) ve grup tartışmalarının faydalı olduğunu (%89.6)

düşündüğünü göstermektedir. Öğrencilerin yarısı takım çalışmasının sosyal becerilerini geliştirdiğini düşünmemektedir. Dördüncü kategoride sonuçlar, öğrencilerin yazılı ve sözlü iletişim becerilerinin geliştiğini göstermiştir. Çalışma metodunu belirleme becerisinin gelişmesi ise oldukça tatmin edicidir (%86.1). PDÖ sürecinin genelini değerlendirilmesinde öğrencilerin bazı konularda memnuniyetsizlik olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, öğrencilerin %44'ü raporlar için verilen sürenin yeterli olduğunu düşünmektedir. Öğrencilerin zaman çizelgesine uyararak akademik formatta bir rapor hazırlama deneyiminin olmaması göz önüne alındığında bu sonuç şaşırtıcı değildir. Düzenli aralıklarla raporların hazırlanması gerekliliği öğrencilerin %47.3'ü tarafından anlaşılmaktadır. Grupların belirlenme yönteminin, danışma saati sürelerinin, projelerin zorluk derecelerinin, PDÖ oturumlarının zaman çizelgesinin, araştırma için ayrılan zamanın uygunluğu, sunumların PDÖ sisteminin yararlı bir unsuru olduğu, PDÖ sürecinin keyifli olduğu ve PDÖ sürecinin analitik düşünmeyi geliştirmeye yardımcı olduğu konusunda öğrencilerin %65 ve üzeri hemfikir oldukları görülmüştür.

6. TARTIŞMA

Sunumların, laboratuvar saatlerinin ve PDÖ oturumlarının proje tabanlı bir modül yapısında birleştirilmesinin öğrencileri gerçek hayat problemlerini çözmeye hazırlamak açısından verimli bir yöntem olduğu söylenebilir. Bu şekilde öğrencilerin teorik bilgileri daha kalıcı bir şekilde sağlanabildiği gibi öğrenci motivasyonu da daha yüksek olacaktır. Teorik bilginin pratik problemlerdeki önemini ve limitlerini uygulama ile görmektedirler. Modül öğrenme hedeflerine ulaşmanın yanısıra iş hayatında ve hayatın diğer alanlarında kullanabilecekleri genel bilgi ve becerileri de öğrenmektedirler. Öğrencilere uygulanan anket çalışmaları, temel sayısal sinyal işleme kavramlarının öğretilmesinde proje tabanlı modüler bir yaklaşımın yararlı olabildiğini göstermiştir.

KAYNAKÇA

[1] ABET, Criteria for Accrediting Engineering Programs. Engineering Accreditation Commission of the Accreditation Board of Engineering and Technology, Baltimore, Maryland, (2001).

[2] American Society of Engineering Education, The Green Report: Engineering education for a changing world. ASEE, Washington DC, (1994).

[3] Oztura, H., Yuksel, Y., Kuntalp, M., Kuntalp., D.G., Muezzinoglu, K., Guzelis, C., "Building up design modules in problem based education," in Proc. New Information Technologies in Education Symposium, Oct., 2002, Izmir, Turkey,

[4] Kuntalp, D.G., Oztura, H., Yuksel, Y., Kuntalp, M., Guzelis, C.,, "How to create scenarios for problem-based EEE curriculum,"in *Proc. New Information Technologies in Education Symposium*,, Oct., 2002, Izmir, Turkey,

[5] Kuntalp, M., Kuntalp, D.G., Oztura, H., Yuksel, Y., Guzelis, C.,, "Integration in the freshman class in the electrical engineering curriculum," in *Proc. New Information Technologies in Education Symposium*, Oct., 2002, Izmir, Turkey.

[6] Hedley, M., "An undergraduate microcontroller systems laboratory," *IEEE Trans. Education*,, vol. 41, no. 4, pp. 345-353, Nov. 1998.

[7] Kolmos, A., "Reflections on project work and problem-based learning". *European Journal of Engineering Education*, 21, 2, 141-148, (1996).

[8] Dokuz Eylul University Electrical and Electronics Engineering Department's Self Evaluation Report

[9] Quality Assurance Agency for Higher Education (2006) Subject Benchmark Statements:Engineering, Gloucester: QAA, QAA114 06/06.