

Elektrik Mühendisliğinde Tasarım Destekli Eğitim Modeli

Ömer Usta, Levent Ovacık, Deniz Yıldırım

Elektrik Mühendisliği Bölümü
İstanbul Teknik Üniversitesi, Maslak 34469, İstanbul

ustao@itu.edu.tr, ovacikl@itu.edu.tr, deniz@ieee.org

Özet

Teknolojik gelişmeler ve artan rekabet şartları karşısında bilgi ve becerisini geliştiren, hayat boyu öğrenme ilkesini benimsemiş nitelikli elektrik mühendisleri yetiştirmek, temel elektrik mühendisliği eğitiminde güçlü bir tasarım bileşeninin var olmasıyla mümkün olabilir. Bu durum, mühendislik eğitiminde tasarım bileşeninin önemini ilk sıraya koymaktadır. Bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde devam eden elektrik mühendisliği eğitiminde, Elektrik Mühendisliği Programı'nın "öz-görev" ve "eğitsel amaçları" doğrultusunda, programın eğitim çıktılarının önemli bir bileşeni olan "tasarım bileşeninin" iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmaları özetlemektedir.

1. Giriş

Elektrik ve manyetizma 17. yüzyılın erken dönemlerinde sadece bir bilimsel ilgi konusu olmasına karşın, 19. yüzyılın erken dönemleri bu alanda yapılan en yoğun araştırmaların başladığı bir süreçtir. Bu dönem, 1827 yılında George Ohm tarafından bir iletkendeki elektrik akımı ve potansiyel farkı arasındaki ilişkinin açıklanması (Ohm Yasası), 1831 yılında Michael Faraday tarafından manyetik endüksiyonun keşfi, ve James Clerk Maxwell tarafından 1873 yılında elektrik ve manyetizmanın bileşik kuramının yayınlanmasını kapsayan çok önemli gelişmelere sahne olmuştur.

ABD'de 1879 yılında elektrik enerjisinin aydınlatma amacıyla kullanılması fikrinin ilk olarak ortaya atılmasıyla, elektrik endüstrisi gelişmeye başlamıştır. Hızla gelişen elektrik endüstrisinin ihtiyaçlarını karşılamak üzere ilk elektrik mühendisliği eğitimi, 1882 yılında Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde (MIT), Fizik Bölümü'nde seçmeli bir eğitim dalı olarak ortaya çıkmıştır. Aynı yıl, Darmstadt Teknoloji Üniversitesi'nde ilk Elektrik Mühendisliği Fakültesi kurulmuştur. Darmstadt Teknoloji Üniversitesi ve Cornell Üniversitesi 1883 yılında dünyadaki ilk elektrik mühendisliği eğitimini başlatan üniversitelerdir. Bunu takip eden yıllarda, başta ABD ve İngiltere olmak üzere dünyada elektrik mühendisliği eğitimi veren bölüm ve programların sayısında hızlı bir artış olmuştur [1].

Ülkemizde ilk elektrik mühendisliği eğitimi, 1926 yılında İstanbul Darülfünunu'ndaki Fen

Fakültesi'nde oluşturulan Makine-Elektrik Enstitüsü'nün kurulması ile başlamıştır. Bu enstitü İstanbul Darülfünunu'nun 1933 yılında lağvedilmesi ile Yüksek Mühendis Mektebi'ne, bugünkü adı ile İstanbul Teknik Üniversitesi'ne, Elektro-Mekanik Şubesi olarak bağlanmış ve 1934 yılında eğitime başlamıştır. 1935 yılında Muhabere Şubesi'nin açılmasından sonra, 1937 yılında Elektro-Mekanik Şubesi'nin Elektrik Kısmı ile Muhabere Şubesi birleştirilerek Elektrik-Muhabere Şubesi oluşturulmuş ve 1938 de Elektrik Şubesi adını almıştır. 1944 yılında İstanbul Yüksek Mühendis Okulu'nun "İstanbul Teknik Üniversitesi" haline getirilmesi ile Elektrik Fakültesi kurulmuş ve "Kuvvetli Akım" (Elektrik) ile "Zayıf Akım" (elektronik) Şubeleri oluşturulmuştur [2].

Bugün, güncel anlamda elektrik mühendisliği eğitimi, elektrik üretimi, iletimi, dağıtımı ve kullanımı ile ilgili elektrik sistemleri ve her türlü elektrikli cihazların geliştirilmesi, tasarımı, üretimi, koruması, denetimi, güvenliği ve ekonomik işletilmesi ile ilgili bilimsel ve teknolojik konuları kapsamaktadır. Son yıllarda elektronik, bilgisayar, haberleşme ve malzeme mühendisliği alanlarında elde edilen önemli teknolojik gelişmelere paralel olarak, elektrik mühendisliği dalı bu alanların bazı konularının ortak bir uygulama alanı olarak gelişmesine devam ederek, *disiplinler arası ortak bir platform* oluşmuştur. Bu bağlamda, mükemmel bir elektrik mühendisliği eğitimi için, elektrik mühendisliği ve ilgili teknolojiler alanında geniş bir eğitim, aynı zamanda elektrik mühendisliğinin güncel ve temel alanlarında derinlemesine eğitim olanağı sağlamak bir gereksinim olmuştur [3].

Ülkemizde İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi ve Kocaeli Üniversitesi'ndeki Elektrik Mühendisliği Bölümleri'nde elektrik mühendisliği lisans eğitimi verilmektedir. Bunun dışında, birçok devlet ve vakıf üniversitelerinde elektrik mühendisliği eğitimi Elektrik ve Elektronik Mühendisliği bölümlerinde verilmekte olup, sınırlı sayıda zorunlu ve seçmeli dersler ile desteklenmiş bir elektrik ve elektronik mühendisliği eğitimi vermektedir.

Özellikle araştırma, geliştirme ve sistem tasarımı hizmetlerinde faaliyet gösteren elektrik mühendisleri

meslek hayatlarında hızlı değişen teknoloji ve artan rekabet şartları ile mücadele etmek zorundadır. Bu mühendisler değişen şartlar karşısında başarılarını sürdürebilmek için, geçmişte aldığı eğitim ile yetinmeyip, bilgilerinin üzerine yeni bilgiler eklemek (hayat boyu öğrenmeyi benimsemek) zorundadır.

Ayrıca bir elektrik mühendisi, tasarladığı ürünün ya da sürecin üreticisi ve son kullanıcısı arasında uygun bir dengeyi kurabilecek bir köprü rolü alarak, her iki tarafın ihtiyaçlarını en iyi şekilde analiz eden, en düşük maliyette ve en yüksek başarılı bir ürünü geliştirerek mesleğinde başarılı bir seviyeye ulaşabilir. Bu konuda nitelikli elektrik mühendisleri yetiştirmek, temel elektrik mühendisliği eğitiminde güçlü bir tasarım bileşeninin var olmasıyla mümkündür.

Tüm bunlar mühendislik lisans eğitimi programlarının güncellenmesi sırasında göz önünde bulundurulması gereken önemli faktörlerdir.

Bu çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi'nde devam eden elektrik mühendisliği eğitiminde, Elektrik Mühendisliği Programı'nın "öz-görevi" ve "eğitsel amaçları" doğrultusunda, programın eğitim çıktılarının önemli bir bileşeni olan "tasarım bileşeninin" iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmaların tanıtılmasını amaçlanmaktadır.

2. İTÜ'de Elektrik Mühendisliği Eğitimi

İstanbul Teknik Üniversitesi'ndeki Elektrik Mühendisliği eğitimi, kurumun öz-görevi çerçevesinde tasarlanıp yürütülmekte olup, mühendislik eğitiminin kalitesinin sürekli yükseltilmesi ise dünyaca benimsenmiş "İki Çevrimli Kalite Yükseltme Modeli" çerçevesinde yapılmaktadır.

Elektrik Mühendisliği Bölüm'ünün öz-görevi:

- Elektrik mühendisliği ve ilgili teknolojiler alanında geniş bir eğitim verirken, aynı zamanda öğrencilere elektrik mühendisliğinin güncel ve temel alanlarında derinlemesine eğitim olanağı sağlamak,
- Elektrik Mühendisliği alanında ve eğitiminde mükemmeliyeti yakalamak için sürekli araştırma ve geliştirme yapmak,
- Ulusal ve uluslararası organizasyonlarda sorumluluk alabilecek veya ileri araştırmalar yapabilecek lider mezunlar yetiştirmek,

olarak tanımlanmaktadır [4].

Bu çerçevede belirlenen Elektrik Mühendisliği Lisans Programının eğitsel amaçları, mezunların meslek hayatına başladıktan birkaç yıl sonra göstermesi gereken performansları olarak tanımlanmıştır. Tecrübeli Mezunlar:

- i. Bilim ve mühendislik prensiplerini etkin olarak kullanabilmeli, bunları modern mühendislik araçları ile birlikte kullanarak mühendislik sistemleri tasarımı yapabilmeli,
- ii. İleri araştırmalar yapabilmek ve elektrik mühendisliğinde yeni teknolojiler geliştirebilmek için, mezuniyetten sonra bilgi ve becerisini sürekli geliştirebilmeli,
- iii. Ulusal ve uluslararası düzeyde profesyonelce hizmet verebilecek ve başarılı bir kariyer oluşturabilecek öz-güvene ve iletişim becerisine sahip olmalı,
- iv. Etik, toplumsal, yerel ve küresel kavramları içeren bir mesleki profesyonellik bilincine sahip olmalıdır.

Elektrik Mühendisliği Programı öz-görevi çerçevesinde tasarlanan programın eğitsel amaçlarına ulaşılabilmesi için, Elektrik Mühendisliği Programı Müfredatı yeni mezunlara aşağıdaki becerileri kazandıracak şekilde güncellenmektedir.

Elektrik Mühendisliği Lisans Programı yeni mezunları:

- a) Matematik, temel bilim ve mühendislik bilgilerini kullanabilmeli,
- b) Deney tasarlama, yapma ve istenilen bir sonuca ulaşmak için verileri analiz edebilmeli ve yorumlayabilmeli,
- c) Belirli ihtiyaçlara yönelik bir sistem veya süreç tasarlayabilmeli,
- d) Disiplinler arası takım çalışması yapabilmeli,
- e) Mühendislik problemlerini tanımlama, formüle etme ve çözebilmede etkin başarı göstermeli,
- f) Meslekte profesyonellik ve etik sorumlulukları kavramalı ve benimsemeli,
- g) Etkin bir yazılı ve sözlü iletişim becerisine sahip olmalı,
- h) Mühendisliğin küresel ve toplumsal etkilerini anlayacak genel bir kültür kazanmalı,
- i) Hayat boyu öğrenmenin gereğine inanmalı ve bu yeteneği kazanmalı,
- j) Güncel olaylar ve bu olayların mühendislik mesleği üzerine etkileri konusunda görüş sahibi olmalı,
- k) Elektrik mühendisliği uygulamaları için gerekli yetenek, mühendislik yöntemleri ve modern mühendislik araçlarını kullanabilmeli,
- l) Elektrik mühendisliği uygulamalarına yönelik sistem tasarımı için gerekli uygulamalı elektronik, bilgisayar ve bilişim sistemleri alanında yeterli bilgiye sahip olmalı.

Yeni mezunlar bu çıktılarını gerektirdiği bilgi ve becerileri belli bir seviyede sağlamak durumundadırlar. Yeni mezunların eğitim çıktılarını hangi oranda sağladıkları “İki Çevrimli Kalite Geliştirme Modeli” çalışmaları çerçevesinde yapılan “Ölçme ve Değerlendirme” sonunda anlaşılır. Ölçme ve değerlendirme sonuçlarına göre, önceden hedef olarak belirlenmiş değerlerin altında kalan çıktılarının mevcut olması durumunda, bu çıktılarını iyileştirme yönünde ders programında değişiklikler yapılması gerekmektedir.

3. Tasarım Eğitimi

Akreditasyon çalışmaları öncesinde, Elektrik Mühendisliği Lisans Programı’nda tasarım bileşeni, Meslek Tasarım (MT) dersleri kapsamında

verilmekte idi. Elektrik mühendisliği mesleğini öğretmeye yönelik ve klasik bir formatta olan bu derslerde, modern mühendislik tasarımının gerektirdiği bireysel yaratıcılık, takım çalışması, disiplinler arası çalışma gibi tasarım özelliklerine gereği kadar önem verilemiyordu. Bu durum, hem mezunlarda köklü bir tasarım kültürünün oluşmasına yetmiyor ve hem de bağımsız değerlendiricilerde Elektrik Mühendisliği Programının tasarım bileşeninin yetersiz olduğu yönünde bir izlenime yol açıyordu [4].

Elektrik Mühendisliği Lisans Programı’nın akredite edilmesi ve sonrasındaki çalışmalarda, program müfredatında tasarım eğitimi yeni bir çerçeveye oturtulmuştur. Oluşturulmaya çalışılan yeni tasarım eğitimi modeli ile öğrencilerin yaratıcılığının geliştirilmesi, ucu açık problemlere ağırlık verilmesi, modern tasarım teorisinin ve yöntemlerinin kullanılması, tasarım problemlerinin ve tanımlarının formüle edilmesi, alternatif çözümler için düşünce üretilmesi, fizibilite ile ürün süreçleri ve ayrıntılı sistem tanımları kavramlarının kazandırılması hedeflenmektedir. Ayrıca mühendislik tasarımında, ekonomik faktörler, güvenlik, güvenilirlik, estetik, etik ve sosyal etkiler gibi gerçek hayattaki karşılaşılan kısıtlamaların da göz önüne alınması kavratılmaktadır [3,5].

Dört farklı aşamadan oluşan bu yeni modelde, tasarım eğitimi çoğunlukla son iki yıla yayılmış olup aşağıdaki dersler/ders grupları ile desteklenmektedir.

- Mühendislikte Çizim ve Tasarım Dersi,
- Meslek ve Tasarım Dersleri Grubu,
- Tasarım Projesi Dersleri Grubu
- Bitirme Tasarım Projesi.

Bu aşamalar çerçevesinde yapılan çalışmalar aşağıdaki alt bölümlerde özetlenmiştir.

3.1 Mühendislikte Çizim ve Tasarım Dersi

Elektrik mühendisliği programındaki tasarım bileşenlerinin temel bir ögesi olan ELK361 “Mühendislikte Çizim ve Tasarım” dersi, 5. yarıyılıda okutulan zorunlu bir temel mühendislik (TM) dersidir. Bu ders öğrencinin isteğine göre tercih edeceği dilde hem Türkçe hem de İngilizce dilinde olmak üzere ikişer şube olarak açılmaktadır. ELK361 dersine kayıt olan öğrenciler, Temel Bilim ve Temel Mühendislik derslerini tamamlamış ve meslek tasarım derslerine başlama arifesinde olan öğrencilerdir.

Bu temel tasarım dersinin haftalık kredisi 1,5 olup, 1 saat teorik ders ve 1 saat uygulama olmak üzere haftada iki saatlik bir süre almaktadır. Teorik ders ve uygulamaları, görsel araçlar ile donatılmış ve 30 öğrenciyi geçmeyen sınıflar halinde bilgisayar

ortamında yapılmaktadır.

14 haftalık bir dönem için hazırlanan ders programının ilk 7 haftası mühendislik çizim teknikleri ve bilgisayar uygulamalarını kapsamaktadır. Bu süreçte çizim teknikleri ile ilgili uygulamalar AUTOCAD programı desteğinde yapılmaktadır ve verilen ödevler ile pekiştirilmektedir. Dönemin 8. haftasında başlayan ikinci aşamada, mühendislik tasarımı ile ilgili temel konular öğretilmektedir. Uygulama saatlerinde, öğrenci öğrencilerin dersin öğretim üyeleri ile görüşmesi sağlanarak proje kapsamında bir tartışma ortamı yaratılmaktadır.

En az iki en fazla dört kişiden oluşan her proje grubu, dönem başında proje konusunu belirler. Her bir proje gurubu kendi içinde görev dağılımı yapar, koordineli olarak bir çalışma sürdürür ve dönem sonunda yaptığı çalışmayı bir rapor halinde teslim eder. Öğrencilerin yılsonu başarı değerlendirilmesinde, ödevler, proje çalışması ve yılsonu sınavı başarıları göz önüne bulundurulur.

Tüm bu çalışmalarla amaçlanan, öğrencilere bir mühendisin ihtiyaç duyabileceği temel tasarım ilkelerinin ve mühendislik araçlarının kullanılmasını öğretmek, bunları temel bilim ve mühendislik ilkeleri ile birleştirerek, mühendislik problemlerini çözebilme yeteneğini kazandırmaktır. Dolayısıyla bu durum, elektrik mühendisliği programı çıktılarında ifade edilen ve her öğrencinin belli bir oranda sağlaması gereken tasarım bileşenine ilişkin becerilerin kazanılmasına yardımcı olmaktadır.

3.2 Meslek ve Tasarım Dersleri Grubu

Ders programının yaklaşık %36'sını oluşturan MT dersleri, son iki yıla (son dört döneme) yayılmış olup, teorik tasarım dersleri olarak düşünülebilirler. Bu derslerin sadece birkaç tanesi belli konulara yönelik proje dersleri şeklinde verilmektedirler. Tablo.1 den görüldüğü üzere, MT derslerin %55'i zorunlu ve diğerleri seçimli derslerdir.

Bu yeni tasarım modelinin temel felsefesi, programın çekirdeğini oluşturan MT dersleri ile matematik, temel bilimler, mühendislik ilkeleri ve eldeki mevcut olanakları kullanarak, amaca bir yönelik tasarım sürecinin temel aşamalarını oluşturan: analiz, sentez, gerçekleştirme, deneme, doğrulama ve etkin değerlendirme süreçlerini uygulayabilme becerisini kazandırmaktır.

Tablo 1: Toplam kredilerin dağılımı

	Toplam Kredi	Seçmeli Derslerin Kredisi
Matematik ve	35 (%22,8)	3 (%2)

Temel Bilim		
Temel Mühendislik	33.5 (%21,9)	3 (%2)
Mühendislik Tasarım	54,5 (%35,6)	24 (%16)
İnsan ve Toplum Bilimi	30 (%19,6)	6 (%4)
Toplam	153 (%100)	36 (%24)

3.3 Tasarım Projesi Dersleri Grubu

Bu gruptaki dersler, uzun yıllar verilmekte olan ve MT dersleri grubunda bulunan proje dersleridir. Elektrik Tesisleri Projesi, Elektrik Makinaları Projeleri, Aydınlatma ve İç Tesisat Projeleri gibi belli bir konuya yönelik [6] proje dersleridir. Yeni yapılan düzenleme ile MT ders grubundaki benzeri bazı derslerin kapsadığı konular da, bu tasarım projesi dersleri grubuna kaydırılarak “Elektrik Mühendisliği Tasarım Projesi” grubunun oluşturulması planlanmaktadır.

Bu planlama ile birer konu projesi olarak verilmekte olan mevcut proje derslerinin, yeniden düzenlenerek bireysel ve takım çalışması becerisini geliştirecek bir disiplinler arası formata aktarılması planlanmaktadır. Öğrencilerin, sayısı 2 ya da 3 olması planlanan bu derslerden en az birini seçmesi gerekmektedir. Derslerin ilk haftalarında tasarım ile ilgili genel konular ele alınacak olup, sonraki haftalarda öğrenciler gruplara ayrılarak her grubun farklı projeler üzerinde takım çalışması yapmaları sağlanacaktır.

3.4 Bitirme Tasarım Projesi

2008-2009 eğitim ve öğretim yılına kadar, “Bitirme Çalışması” 8. yarıyılıda belirli bir tanımı olmaksızın tek dönemde gerçekleştirilmekteydi. Bu, teorik bir çalışma, pratiğe yönelik bir uygulama, sınırlı bir tasarım projesi, belli bir alanda derleme veya bir yabancı dilden Türkçe diline tercüme şeklinde yapılabilmekteydi. Çalışmanın kurgulanması ve yönlendirilmesi danışmandan daha çok öğrenci tarafından yapılmaktaydı. Zamanın da sınırlı olması nedeniyle, ortaya çıkan ürünün kalitesi tartışmalı ve tamamen tesadüflere bağlıydı. Çalışmanın değerlendirilmesinde, jüriden çok danışmanın görüşü ağırlıktaydı. Belli kıstaslara göre yapılmayan değerlendirme objektif olmuyordu ve notlandırma genelde tam not bölgesinde yığılıyordu.

Yeni tasarım eğitimi modelinde, Bitirme Çalışması “Bitirme Tasarım Projesi (BTP) şekline dönüştürülmüştür. BTP’nin tanımı, alınması, yürütülmesi, teslim edilmesi ve değerlendirilmesi Elektrik Mühendisliği Bölümü BTP esasları ile belirlenmiştir [7].

BTP’nin Tanımı: Bitirme Tasarım Projesi son sınıf öğrencilerinin bilgi ve becerilerini bireysel veya takım çalışması ortamında etkin bir şekilde kullanmasıyla ortaya çıkarılan bir araştırma ve tasarım çalışmasıdır. Bilimsel ve/veya teknik bir derinlik gerektiren BTP bilgi yığına şeklinde oluşturulamaz. Lisans eğitiminin son iki yarıyılında yapılacak şekilde organize edilir.

BTP’nin Alınması: Öğretim üyeleri ve görevlileri, her dönem bir sonraki dönemde verecekleri BTP konu önerilerini bir proje şeklinde tanımlayarak en geç dönemin 8. haftasında, Bölüm Başkanlığına bildirirler. Bölüm Başkanlığına bildirilen konular öğrencilere duyurulur. Bölüm Başkanlığı koordinatörlüğünde, Öğrenciler “Bitirme Tasarım Projesi İstek Formunu” doldurarak, Bahar Yarıyılı için Güz yarıyılına en geç 4. haftasında, Güz yarıyılı için ise Bahar yarıyılına en geç 4. haftasında Bölüm sekreterliğine teslim ederler. Bölüm başkanlığı onayından sonra; Bitirme Tasarım Projesi alan tüm öğrencilerin listesi ve ilgili projeleri izleyen hafta içinde ilan edilir.

BTP Ara Raporu: Birinci dönem sonunda, öğrencinin proje çalışmalarıyla ilgili hazırlayacağı ve danışmanınca da onaylanmış bir ara rapor tek nüsha halinde Bölüm Başkanlığı’na sunulur. Ara raporların değerlendirilmesi Bölüm Başkanlığı’na organize edilir ve “Ara Rapor Değerlendirme Kriterlerine” göre değerlendirilir. Ara raporu yeterli bulunan öğrenciler BTP ‘ye kayıt olma hakkını elde ederler.

BTP’nin Hazırlanması ve Teslimi: BTP tanımına uygun olarak yürütülen ve tamamlanan çalışma, Bölümce belirlenen “BTP Yazım Kılavuzu”na göre yazılarak en geç ilgili dönemin final sınavlarının ilk günü teslim edilir.

BTP Çalışmasının Değerlendirilmesi: Bölüm Başkanlığı koordinatörlüğünde BTP Komisyonu, Projeleri konularına göre gruplandırarak sınav komisyonlarını oluşturur. Sınav komisyonları, en az 3 (genelde 5) üyeden oluşur. Sınav, öğrenci tarafından gerçekleştirilecek bir sunum ve bunu izleyen bir soru-yanıt bölümünden oluşur.

BTP’nin değerlendirilmesi, “BTP Başarı Değerlendirme Kriterleri”ne göre yapılır. BTP değerlendirme kriterleri; BTP’nin içeriği, formatı ve sunumu ile projenin özgünlüğü ana başlıkları altında

toplanan on farklı kriterden oluşmaktadır. Bu kriterlere göre 100 üzerinden değerlendirilen projeler için harfli notlandırma çan eğrisine göre yapılır.

Böylece, elektrik mühendisliğinde tasarım eğitimi BTP’nin tamamlanmasıyla önemli derecede kökleştirilmektedir.

Adım-adım programa entegre edilmekte olan yeni modelin tamamına ilişkin ölçme ve değerlendirme sonuçları henüz elde edilememiştir. Tasarım modelinin belirli aşamalarına ilişkin ölçme ve değerlendirme sonuçları mevcut olmasına rağmen bu çalışmada ele alınmamıştır.

4. Sonuçlar

Bu çalışmada, modern tasarım eğitime yönelik bir modelin oluşturulması ve bunun Elektrik Mühendisliği Programıyla tümleştirilmesi ele alınmıştır. Dört aşamadan oluşan modelin üç aşaması halen uygulanmakta olup, “Tasarım Projesi Dersleri Grubu” ile ilgili düzenlemeler devam etmektedir.

Önerilen tasarım eğitimi modelinin elektrik mühendisliği programına tam olarak entegrasyonundan sonra, modelin tümüne ilişkin ölçme ve değerlendirme sonuçları elde edilebilecektir. Bu sonuçların, modelin uygulanmasından önceki dönemlere ait ölçme ve değerlendirme sonuçları ile karşılaştırılması neticesinde modelin hangi oranda başarılı olduğu ortaya çıkacaktır. Bu konudaki çalışmalar halen devam etmektedir.

5. Kaynaklar

- 1]Ryder, J.D., Fink, D.G., *Engineers and Electrons: A Century of Electrical Progress*, IEEE Press, 1984.
- 2]Ülgür, M.M., “İstanbul Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fakültesinin Tarihçesi,” İTÜ dergisi/d Mühendislik, Cilt 2, Sayı 4, 2003.
- 3]Engineering Accreditation Commission, Accreditation Board for Engineering and Technology, *Engineering Criteria 2000*, 3rd ed., December 2004.
- 4]*Program Self-Study Report for ITU Electrical Engineering*, July 2004.
- 5]Rahman, H., “Design Experience in Electrical Engineering Curriculum-An Integrated Approach”, International Conference on Engineering education. Manchester, UK, 2002.
- 6] Bohmann, L.J., Mork, B.A., Wiitanen, D.O., “Power Engineering Design Projects” IEEE Trans. on Power Systems. Cilt 19, Sayı 1, February 2004.
- 7]*Bitirme Tasarım Projesi Esasları*, İTÜ Elektrik-Elektronik Fakültesi, 2009. <http://www.ee.itu.edu.tr/BTP.doc>