

# ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ TARİHİNE BİR BAKIŞ T)

Yazarı: Frederick E. TERMAN

Çeviren: Sevil ÇİLOĞLU

## ÖZET

Elektrik Mühendisliği eğitim programları ABD'de ilk olarak 1880'li yıllarda, öğrencileri yeni ve çabuk gelişen elektrik üretimi endüstrisi içerisinde yer almalarını sağlamak amacıyla fak. dalı içerisinde yer almıştır.

Bu endüstri geliştikçe, elektrik mühendisliği eğitimi de gelişmiş ve 10 yıl içerisinde diğer eski mühendislik **dışı araşmdıçyerini** tanıştı. **Ötüşen** eğitim programları endüstri'nin gereksinimlerini izlemiş ve 1. Dünya **tânımdm** & x **b&yÜK (Hçöde do-ac devrehr ve araçların** » fktfi göç **dağıtm skteWilerinin** özellikleri üzerinde yoğunlaşmıştır.

I. Dünya sayâş'ndan önce çok az lisans üstü çalışma yapılmıştır ve akademik kurumlarda "araştırma" olarak nitelenen çalışmalar ileri düzeydeki testlerdi. Değişmeyen kariyer elde etme yöntemi lisans derecesini (B.S.) alıp, daha sonra uygulamada elektrik çalışmalarının nasıl yapıldığının öğrenildiği bir işe girmektir. 1. Dünya savaşından sonra radyo yayını ve iletişim alanındaki gelişmeler, elektrik mühendisliği bölümlerinde "iletişim" konusunun ortaya çıkmasını sağladı. Aynı zamanda öğretmen ve araştırmaya karşı özel ilgisi olan öğrenciler yüksek lisans derecesi için cesaretlendirildiler. Bununla beraber bu çalışmayı yapanların sayısı çok azdı ve hiçbir elektrik mühendisi doktora derecesi için çabalamıyordu. Örneğin MITde (Massachusetts Institute of Technology) 1925 yılında fakültenin yansından fazlasının lisans derecesi ve pratik deneyimi olduğu hâkle, "sadece bir kişinin doktora derecesi vardı. Bu koşullarda fer yer bazı belirgin çalışmalar yapıldıysa da, araştırmalar akademik kurumlarda üstün körü olarak gerçekleştiriliyordu.

II. Dünya savaşı başlayıp radar, mikrodalga, kontrol sistemleri, güdümlü füzeler gibi elektrik ve elektronik teknikleri de beraberinde getirdiğinde, elektrik mühendisleri bu duruma hazırsız yakalandılar. Ortada ne bu yeni konularda yaratıcı düşünebilmek için gerekli temel bilgisi ne de araştırma deneyimi olan bir grup vardı. Bu yüzden savaşın getirdiği elektrik alanındaki birçok gelişme mühendisler tarafından değil de bilim adamları, özellikle de zamanla mühendise dönüşen fizikçiler tarafından gerçekleştirilmiştir.

Savaştan sonraki 10 yıl içerisinde, elektrik mühendisliği eğitimi, köklü bir değişim için girdi. Savaş öncesi dersler baştan sona yenilendi. Temel konulara özellikle de elektrik mühendisliğinin temelini oluşturan matematiksel ve fiziksel konular üzerine artan bir önem verildi. Uygulama mühendisliğinin öğretildiği zamanın kısaltılması, elektrik mühendisliği için çokönemii olmayan konularla ki çalışmaların, ve 60 Hz. enerji sistemleri üzerindeki yoğunlaşmanın azaltılması ile bu sonuçlara ulaşılmıştır. Buna ek olarak yenilenen Y. Lisans programlarının gelişmesi, lisans programlarının doğrudan uzantısı olmasını sağlamış ve zamanla Y. lisans eğitimi mühendislik alanında kariyer yapmak isteyenler için istenen bir derece olmuştur. Sonuçta, doktora derecesi, endüstri alanında araştırma yapmak isteyen veya akademi kariyer yapmak isteyenler için hedef haline geldi. Mevcut devlet fonlarıyla bir çok kampustaki araştırmalar nitelikli endüstriyel laboratuvarlarda gerçekleştirilen araştırmalara eş nitelikli hale gefrnıştır.

Ders programlarındaki değişiklikler yüksek lisans öğrenimindeki artış, iyi nitelikli laboratuvarlar ve buradaki doktora ve Y. lisans araştırmalarının etkisiyle elektrik mühendisliğinin entellektüel düzeyini ve öz yapısını değiştirmiştir. 1969'da bir grup yüksek teknoloji firma temsilcileri "Mühendislerin, şu ana kadar fizikçilerin doldurduğu yeri dolduracak kadar matematik ve bilim öğrendikleri" konusunda % 82 çoğunlukla birleşmişlerdir.

O A Br\*f history of EE educatton. Procedeölngs of IEEE September 1978.

## GİRİŞ

Elektrik Mühendisliği eğitimi tarihi elektrik endüstrisi ve özellikle de elektrik üretim endüstrisinin gelişimiyle koşutluk göstermektedir. Elektrik deneycileri, buluşçular ve yenilikçi girişimciler -Edison, Morse, Weston, Brush, Bell, Sprague, Westinghouse, Thomson gibi elektriksel olayların en eski pratik uygulamaları geliştirenler ya fizik, kimya, mekanik gibi disiplinlerde eğitim görmüş ya da kendi kendini eğitmiş, çekirdekten yetişme yaratıcılarıdır. Bununla beraber endüstriyel uygulamalar, elektriksel donanım tasarımı, cihazların üretim ve satışı arttıkça tasarım, üretim, bakım ve cihaz geliştirmek için eğitilmiş mühendislere ihtiyaç doğdu. Böylece elektrik mühendisliği eğitimi yıllarca elektrik üretiminin gelişimiyle koşut gelişme gösterdi.

### ELEKTRİK ÇAĞININ BAŞLANGICI

Elektriğin önemli uygulamaları, aslında ressam olan Samuel F.B. Morse tarafından bulunan telgraftır. 1844'de Baltimore ve Washington arasında telgrafın çalıştırıldığı gün bir dönüm noktasıdır. Ayrıca telgrafın tanınmasıyla elektrik sistemleri yangın, hırsız alarmları ve tren yolları sinyalleşmesi için de az çok kullanılmaya başlamıştır. Bu olaylar kadar önemli bir nokta da üretilen cihazların çok basit ve diğer üretilenlere göre ucuz olmasından dolayı elektrik mühendislerine gerek duyulması idi.

1870'lerin ortalarında, konuşma öğretmeni olan Alexander Graham Bell sesin elektriksel ifadesi için deneyler yapmaya başladı ve Mart 1876'da telefon cihazının patentini aldı. En eski telefon sistemi 1876 Haziran'ında Philadelphia'da bir sergide gösterildi. Patent sorunu olduğu ve daha da gelişmesi gerektiği halde, Ağustos 1877'de 778 telefon kullanılıyordu.

1884 yılında New York'da elektrik uygulamalarında etkin durumda olan 71 kişilik bir grup, Elektrik Mühendisliği Amerikan Enstitüsü'nü kurdu. Bu üyeler arasında Weston, Brush, Sprague, Edison, Thomson, Bell, Sperry ve Profesör Cross bulunmaktaydı.

Elektrik gücünün ilk endüstriyel kullanımı, sokakların, toplantı salonlarının ya da diğer geniş alanların ark lambalarıyla aydınlatılması oldu. Ticarete yönelik ilk ark lambası sistemi 1875-1879 döneminde Charles Brush tarafından geliştirildi ve 1879'da iki üreticiden 22 ark lambasını besleyen sistemin Kaliforniya Elektrik Şirketi tarafından San Fransisko'da kurulmasıyla sonuçlandırıldı. Bu dünyada ilk merkezi elektrik istasyonuydu ve hemen ticari bir başarı sağladı. 6 ay içerisinde ek cihaz montajıyla sisteme 50'nin üzerinde ark lambası bağlandı. 2 yıl içerisinde Brush Merkezi istasyonu New York, Boston, Philadelphia gibi şehirlerde de hizmete geçti:

Bu alana bir çok şirket hızla katılmış ve en başarılı Thomson-Houston elektrik şirketi olmuştur.

1877-1880 döneminde, Edison daha önceleri kullanılan gazlambasına alternatif olarak elektrik ampülü sistemini geliştirdi. 1882 yılında New York'da Pearl Caddesi üzerinde Edison'un düşünceleri doğrultusunda bir merkezi istasyon kuruldu ve gaz lambasında rekabet etmeye

başladı. Bu olay ekonomik bir başarı sağladı ve birçok şehirde elektrik lambası kullanılmaya başlandı. Edison'un sistemini işletmek için Edison General Electric şirketi kuruldu.

Edison'un aydınlatma sistemiyle sağlanan elektrik dağıtımı sonucunda 1884 başından itibaren, Frank Sprague'ın öncelikle yararlandığı elektrik motoru pazarı oluşmuştur.

Elektrik motorlarının geliştirilmesi elektrikli trenlerin ortaya çıkmasının kapılarını açmıştır. Tümüyle başarılı bir elektrikli demiryolu sistemi. Richmond'da Sprague tarafından inşaa edilmiştir. Sistem 1888 yılında tümüyle çalışır duruma gelmiş ve at arabalarını kullanılmaz duruma getirmiştir.

Yaklaşık olarak 1885 yılında elektrikli güç sistemlerinde doğru akım (de) yerine alternatif akımın (ac) kullanılabilirliği konusu gündeme geldi.

Bundan bir kaç yıl önce transformatör bulunmuştu ve en iyi nasıl kullanılacağı konusunda karışıklık olmasına rağmen ekonomiler açısından bir umut kaynağı oldu. Komütatör motorları ve Westinghouse'in Amerikan patent haklarını satın aldığı Tesla'nın indüksiyon motorları dahil olmak üzere a.c. motorlar geliyordu. Aynı zamanlarda Şarheüberger tarafından a.c. (üç ölçer) geliştirildi. Bunların sonucunda elektriksiz aydınlatma ve güç sistemlerinin temel gereksinimleri oflaya çıkmış oldu.

1886'da Union Switch and Signal Company'nin bir yan kuruluşu olarak George Westinghouse tarafından a.c. üzerinde çalışmak üzere Westinghouse Şirketi kuruldu. Bu olay şirket danışmanlarının a.c. üzerinde çalışmanın d.oye göre şansının olmadığı görüşüne rağmen gerçekleşti.

Westinghouse'in teşvikiyle 1886'da Great Barrington'da, içerisinde büyük uzaklıklarda iletimin kalbi olan transformatörlerinde bulunduğu a.c. aydınlatma sistemi William Stanley tarafından kuruldu. Bunu izleyen yıllarda Westinghouse Elektrik Şirketi ve Thomson Houston Şirketi tarafından ABD'nin bir çok şehrinde merkezi a.c. aydınlatma sistemleri kuruldu. Edison'un araştırmaları a.c.'nin kullanımına karşıydı ancak çabaları başarısız oldu. a.c. ile d.c. arasındaki çekişme Edison General Electric şirketi ile Thomson-Houston şirketinin birleşip a.c. konusunda çalışmak üzere General Electric Şirketini oluşturmasından sonra Sakinleşti.

1890'larda Niagara Şelalesi'ndeki potansiyel gücün nasıl kullanılabilceği gncel bir konu haline geldi. Bir takım çalışmalar sonucu 1893'de 0 mil uzaklıktaki Buffalo'ya a.c. güç vermek için karar alındı ve 1893 Ekim'inde ilk Uç üreteç için teklifler verildi. Westinghouse ilk belirleme

olan 16 |, Hz kullanmakta ısrar etti ve ilk anlaşmayı

kazandı. Bundan sonraki istekler ise Westinghouse ve General Electric arasında bölündü. İlk üreteçler 1895 yılında hizmete verildi. Gelişmelerle birlikte enerjinin bir çoğu üreteç merkezlerinin yanında kurulan elektrokimya

endüstrisi için kullanılmakta idi ama BuffaloVa da 220 V 2 fazlık bir sistemle 5000 KW iletilirdi.

Böylece 1900'lerde ABD'de elektrik endüstrisi hayatın bir parçası haline geldi. Telgraf ve telefon kullanılmaya başlanmıştı, sokaklar, evler ve binalar ark ve aydınlatma lambaları kullanılarak elektrikle aydınlatılıyordu. Güç dağıtım sistemleri belirli uzaklıklarda ekonomik elektrik enerji iletimini mümkün kılmış ve büyük sayılarda elektrik motorları kullanılmaya başlamıştı. Buhar çağının geçip elektrik çağına ulaşıldığı sık sık vurgulanmaktaydı.

## ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ İLK EĞİTİM PROGRAMLARI

1875-1885 yılları arasında gelişen elektrik endüstrisi sadece meydan okuyan bir meslek olarak elektrik mühendisliğinin değil aynı zamanda yeni çekici alanda genç insanlara kariyer hazırlamak için eğitim programlarının ihtiyacını da yarattı.

ABD'de ilk eğitim programları 1882 yılında Massachusetts Institute of Technology (MIT)'de genç insanların yeni elektrik endüstrisinde kariyer/ yapması için hazırlandı. Bu programlar elektrik uygulamaları konusyla ilgili olan fizik bölümü başkanı Prof. Charles Cross'un yardımları ile yapılıyordu. 1882-1883 MIT katotodu bu durumu fiziğe alternatif bir ders- olarak ve "elektrik mühendisliği dallarından herhangi birine katılmak isteyen öğrencilere yararlı" diye niteliyordu. 1884 de bu ders Elektrik Mühendisliği olarak tekrar isimlendirildi ancak hala fizik bölümünde yer alıyordu ve bu durum 1902'de MIP'de ayrı bir elektrik mühendisliği bölümü açılana kadar devam etti.

Diğer kurumlarda benzer programlar çabucak izlendi. 1883'de Cornell Üniversitesi, fizikçi Prof. William Unthony tarafından elektrik dersi verileceğini açıkladı. Buna bağlı olarak 1885'de Cornell'de Thurston elektriğin başkanı olunca elektrik mühendisliği konusunda fizik bölümü ile ortaklaşa çalışma içine girdi. Zamanla elektrik mühendisliği ayrı bir bölüme olarak ortaya çıktı.

Missouri Üniversitesinde Elektrik Mühendisliği bölümü 1886 yılında Wisconsin Üniversitesinde ise 1891'de kuruldu, Stanford Üniversitesi 1891 "de birinci sınıfını açacağı zaman katalogda elektrik mühendisliği ile ilgili olanların makina mühendisliğine katılacaklarını bildirdi, fakat 1892-1893 katalogu çok az sayıda (sadece 1 kişi) insanın elektrik mühendisliğine ayrıldığını gösterdi. MIT'in elektrik mühendisliği dersini ilk ilanından bir yıl önce, MIT'de MIT'in 1867'de kuruluşundan beri mezunlarının yalnızca dört tanesi elektrik mühendisliği alanında çalışıyordu.

Böylece elektrik mühendisliği programları varolan ihtiyaçtan karşılamak için hazırlanacağı yerde gelecekte neyin geliştirilebileceği konusundaki sezinlemelere göre hazırlandı. Bununla birlikte, olaylar bu programların destekçilerini doğruladı ve 1890' lardaki öğrenci kayıtları inşaat ve makina gibi eski mühendislik dallarındaki sayıyla aynı olmasa bile onlara yakın sayıda öğrencinin elektrik mühendisliğinde olduğunu ortaya koydu: MIP'de 1892 de tüm mezunlarının % 27'si elektrik mühendisiydi.

Yine Stanford'da 1895 yılı "öncü" sınıf öğrencileri arasında inşaat ve makina mühendisliği öğrencilerinden fazla elektrik mühendisliği öğrencisi vardı.

Elektrik mühendisliği ilk ders programlarının elektrik konuları en az düzeydeydi. Elektriksel olaylar hakkındaki mühendislik bilgisi sınırlıydı. Olan kitaplarda bilgiler az, laboratuvarlar ise yetersizdi, örneğin uzun süre Stanford Üniversitesi Elektrik Bölümü Başkanlığını yapan Harris J. Ryan bir keresinde, 1883'de Cornell Üniversitesine girdiğinde, ilk sınıftayken elektrik laboratuvarının "Şu andaki fizik laboratuvarının elektrik bölümünden çok az farklı" olduğunu söylemişti. "Çok az fark" 1974'de Prof. William Anthony tarafından yapıpı, Philadelphia'da sergilenen bir d.c jeneratörden oluşuyordu. Mirdeki durum Augustus Lowell'ın çocukları tarafından onun anısına 50.000 \$ bağışla yaptırılan ve 40.000 foot<sup>2</sup>lik alanda kurulan Augustus Lowell laboratuvarının açılışına kadar çok az daha iyiydi.

MIT'deki 1882 elektrik mühendisliği ders programı Tablo 11 "de verilmiştir. Bu tabloda fizikle olan ilişki açıkça görülmektedir. Yine programda seçmeli derslerin olmayışı sosyal bilimlerden ve beşeri bilimlerden zorunlu birçok ders oluşu ilginçtir. Daha sonraki yıllarda, Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra elektrik mühendisliği ders programları ac-dc devrelerin, motor, jeneratör, transformator özelliklerinin, dağıtım sistemleri ve elektrik birim ölçümlerinin etkisiyle, genel hatlarıyla değişti. İletişim sistemleri, bataryalar, elektrikli tren yolları, aydınlatma gibi konularda bir kaç seçmeli ders veriyordu. Bazı okullarda "telsiz" telgraf sistemi üzerinde dersler vardı ancak bu bir istisna idi.

## SAVAŞLAR ARASINDA MEZUNİYET ÖNCESİ DERS PROGRAMLARI

Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra yeni oluşumlar elektrik mühendisliğini etkilemeye başladı. Vakum tüpleriyle gözardı edilemeyecek cihazlar haline geldi. Yayıncılık Endüstrisi ortaya çıktı, ve hızla gelişti. Yüksek frekansın sağladığı olanaklar, anlaşıldıkça radyo haberleşmesi genişledi ve yüksek güç sağlayan su soğutmalı tüpler geliştirildi. Bu tüpler kısa dalga da kullanılmaya başlandı.

Bunun dışında vakum tüptanyte birlikte yeni olanaklar bulan telefon endüstrisi gelişme gösterdi ve sadece teknolojik seviyenin artmasını değil aynı zamanda elektrik mühendislerinin işveren olarak önemini artırdı.

Bu yeni etkilerin sonucu 1920'lerde iletişim seçeneği elektrik mühendisliği ders programlarında görülmeye başlandı ve bu programlar hızla artarak öğrenciler tarafından seçilmeye başlandı. Bu iletişim programları, çoğu daha önceleri amatör radyo operatörlüğü yapmış ve hızla genişleyip kendi öğrencilerini de çektikleri elektronik alanına girmiş bir kaç genç fakülte üyesi tarafından oluşturulmuştur. Bunun sonucu ise 1920 ile 1930 arasında hızla gelişim gösterip popüler duruma gelen elektrik mühendisliğindeki iletişim seçeneğidir.

## ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİNDE 1882-1945 YILLARI ARASINDA MEZUNİYET SONRASI ÇALIŞMALAR

Elektrik Mühendisliğimde mezuniyet sonrası çalışmaları Birinci Dünya Savaşı döneminde çok yavaş bir gelişim göstermiştir. Bu durum tablo 2'de verilmiştir. Bu dönemde genel davranış pratik deneyim kazanmak ve iş bulmak amacıyla lisans derecesi yapmaktı. Gerçekte 1920'lere kadar birçok kampusta lisans derecesinin dışında elektrik mühendisliğinde çok az düzenli ders vardı. O dönemin profesörlerinin mezuniyet sonrası çalışma için ne ölçüde yeterli olup olmadıkları bir soru olarak akla gelmektedir.

Birinci Dünya Savaşı öncesinde General Electric ve Westinghouse'un bulunduğu üretici firmalar Elektrik Mühendisliği dünyasına üniversite mezunları sokabilmek için özel programlar geliştirdiler. Bu şirket destekli faaliyetler öğrenciler tarafından elektrik mühendisliğinin kariyer yapmak isteyenler için basamak olarak sayıldı; kamu kuruluşlarında yeni üniversite mezunları projeleri olarak çalıştırılıyorlardı. Bu dönemde bir çok işveren Y. lisans derecesi olan bir üniversite mezununa lisaqs derecesi olan mezunlardan daha işe yaramaz görüyordu.

Tablo 11'de görüleceği üzere 1. Dünya savaşının ilk yıllarında üniversitelerde hemen hemen hiç doktora derecesi verilmemiştir. Bu dönemde endüstrideki çok az işveren doktora derecesi olan elektrik mühendisleriyle fazla eğitim görmüşlüklerini dikkate almamak dışında ne yapacaklarını biliyorlardı.

Birinci Dünya Savaşı'ndan sonra durum değişmeye başladı. Bu zamanda 2 yeni etken daha sahneye çıktı. Birinci VB en önemlisi iletişim alanındaki özellikle vakum tüplerde artan önemidir. (Bu teknoloji iletişim alanında genç insanların yeterlilikleri için ek bir yıllık mezuniyet sonrası öğrenim verilecek kadar karmaşıktır.) Bunun dışında iletişim ders veren öğretmenler, lisans derecesinin sonrasında okulda kalan öğrenciler için ilginç projeler hazırladılar. İkinci bir etken ise yaşamda önemli bir yeri olan elektrik mühendisliğinin bazı eski konularının yeterince olgunlaşmış olmasına rağmen oldukça kalabalık olan lisans programlarında yer almamış olmasıdır. Bu etkenlerin birleşimi olarak 1920-1942 döneminde elektrik mühendisliğinde mezuniyet sonrası çalışmalarda hızlı bir gelişme görülmüştür. (Tablo 11)

Tablo 11 dikkatlice incelenirse 1922'de MIT'in Y. lisans programlarında bir şeylerin oluştuğu açıkça görülür. Olay MIT'nin kooperatif programını tamamlayan ilk sınıfın mezun olmasıydı. Bu MIT Be Elihu Thomson gibi General Elektrik firmasının Lynn çalışmasındaki birçok lider arasındaki tartışmalardan tasarlanan bir düzenlemeydi. İkinci sınıfın sonunda seçilen bir grup "kooperatif öğrenci" MIT'de yazları da kapsayan 3 yıllık bir eğitime ve Lynn'deki fabrikada pratik çalışmaya katılırlardı. Beş yılın sonunda (kampüsdeki birinci ve ikinci sınıfları da katarak) bu öğrenciler lisans ve Y. lisans derecelerine ulaşırlardı. Bu programın özelliklerinden birisi de öğrencilerin uygulama dönemlerinde akşamdan (General

Elektrik'den bir mühendisin ya da MIPden bir üyenin verdiği düzenli bir ya da daha fazla kursa katılmalarıdır. Bundaki amaç ise mühendislerin sürekli eğitim ihtiyacı ve bunu gidermek için gerekli çalışma alışkanlığının kazandırılmasıdır.

Bu program oldukça başarıya ulaştı. Geçen zamanın beş yılı öğrencilere 4 yıllık lisans programı ve 1,5 yıllık piyasa deneyiminden daha iyi bir eğitim verdi. Bunun ötesinde bir sonraki yılın programı için para kaynağı sağlamıştır. Zamanla MIT, General Electric'in yanında diğer şirketlerle de işbirliği geliştirdi ve program bu güne kadar süregeldi.

Her yönden başarılı olmasına rağmen, MIT'nin Y. lisans derecesi ile sonlanan kooperatif program düşüncesi diğer kurumlar tarafından uygulanmadı. Bunun neden, çok açık değil, ancak Elihu Thomson'un etkisinde kalan General Electric'in bu programa olan özel ilgisinden kaynaklanmış olabilir. Kooperatif derslerin Herman Schneider'den kaynaklanan bir başka uygulaması 1906'da Çincinnati Üniversitesinde beş yıllık mezuniyet öncesi programının lisans derecesiyle sonuçlanması şeklinde görüldü.

1942'den önce mezuniyet sonrası çalışmalar M.S. derecesi ile eş anlamlı olmasına rağmen doktora çalışmasına ilgi 1920 ile 1930'lar arasında başladı. Doktora öğrencileri az olmakla birlikte, başan yüksek lisans programlarına sahip olan okullar, matematik ve temel bilimlerde daha köklü bir temel ve araştırma deneyimi kazanmak isteyen çok parlak ve azimli öğrenciler barındırmaya başladılar.

Tablo 11'de görüleceği gibi böyle kimselerin sayısı çok azdı, fakat yıllar geçtikçe yavaş yavaş artmıştır. Elektrik Mühendisliğinde doktora çalışmasının yapıldığı ilk kurum Tablo 11'den de görüleceği gibi California Institute of Technology'dir.

Birinci Dünya Savaşı sonrasında ilk yıllarında tipik bir elektrik mühendisliği öğretmeni elektrik mühendisliğinde lisans derecesi almış ve birkaç yıllık pratik deneyimi olan kişiydi. Bunlardan çok azının master derecesi vardı ve ABD'de doktora derecesi kazanmış eleman yoktu.

Bu satırların yazarı 1922-1924 yılları arasında MIPden mezun olduğu zaman bu enstitünün Elektronik Mühendisliği Fakültesi üyelerinden sadece bir tanesi doktora derecesine sahipti. Asistan profesör ve daha üsttekilerin yalnızca birkaçı master derecesine sahiptiler.

Bunlardan öğretim üyesi olanların (bugünün asistan profesörleri) yarısından çoğunun lisans derecelerinin dışında herhangi bir dereceleri yoktu. Geçen zamanla birlikte bir çok genç öğretim üyesi doktora derecesi için çatışmaya başladılar. Bunlarla birliirte II. Dünya Savaşı sonuna kadar doktora derecesi olan elektrik mühendisliği öğretmeni çok sınırlıydı.

## İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI ÖNCESİNDE AKADEMİK ARAŞTIRMALAR

Elektrik Mühendisliği eğitiminin ilk yıllarında kampüslerde çok az sayıda araştırma gerçekleştirilmiştir. Bunun

nedenerleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

1. 'Bu çağ pratik deneyimlerin yeni bilgiler araştırmaktan daha önemli sayıldığı bir çağdı.
2. Profesörler genelde elektriğin temel bilimlerinden çok uygulamaları konusunda yetişmişlerdir.
3. Bilimsel yayın yapma sendromu henüz daha keşfedilmemişti.
4. Üniversitelerde laboratuvar etkinlikleri ve araştırma için para en az düzeydeydi.
5. İlgî en fazla güç elektriği üzerineydi.
6. Arattırma alanında yardımlaşılacak, birlikte çalışılacak mezûn öğrenci sayısı çok azdı.

Zaman geçtikçe araştırmalar yavaş yavaş gelişti ve profesörlerin çevresinde gerçek araştırma grupları oluştu. Birçok enstitüde yüksek voltaj ilgili özel laboratuvarlar kuruldu ve elektriksel gDç iletim problemini çözebilmek amacıyla çeşitli göç firmalarıyla ortak çalışmalar yapıldı. Birinci Dünya Savaşı ve sonralarında iletişimdeki, özellikle valflüm tüplerindeki gelişim akademik çalışmalar için uygun araştırma olanakları sağladı. Yayıncılık düşünce ufuklarına yerleşiyordu, iletişimde büyük ufaklıklarda telefon konuşmaları büyük orantı kazandı, konuşan resimlere ulaşılmıştı. Tüm bunlar yeni araştırma olanakları açmıştı ve pratik deneyim kadar temel bügi edinilmesinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmıştı. Bütün bunlardan sonra bile akademinin değişimi zaman almıştı. Ancak II. Dünya savaşından sonra elektrik mühendisliği öğretmenlerinden birçoğu araştırmaya yönelmişlerdir.

1920'lerin ortasında kampüslerdeki elektrik mühendisliği durumu yazarın 19.27'de yaptığı bk araştırmada belirtilmiştir, incelenmiştir. Bu çalışma 1920-1925 yılları arasındaki \$ yıllık bir dönem için her sene AIEE Transadionlarında ortalama 9 teknfc makalenin yayıntendiğini göstermiştir. Bunlar elektrik mühendisliği öğretmenlerinin ve onların öğrencilerinin araştırmalarıdır. Yaklaşık olarak bu 9 makaleden 7 si 5.enstitü tarafından üretilmiştir. Geriye kalan 100 ya da daha fazla elektrik mühendisliği bölümü yılda iki ya da daha az yayın üretmişlerdir.

Aynı çalışma İRE Proceedingler üzerinde yapılırsa aynı dönemde kolejlerde üretilmiş beşden daha az makale olduğu ve bunların yansını ise elektrik mühendisliğinden çok fizik bölümünü ilgilendirdiği anlaşılır. Ülkede sadece bir elektrik mühendisliği bölümünün bu altı yıllık dönem içinde İRE Proceeding'de ikiden fazla makale yayınladığını görülür.

Eğer bir kolej profesörünün üretken bir araştırmacı olduğu düşürtülür ve kendisi ile Öğrencilerinin 2 yılda bir tane nitelikli teknik makale ürettikleri düşünülecek olursa, bu altı yıllık dönemde tüm ABD'de 8 tane araştırma çalışması olduğu ve bu dönemdeki çalışmanın yandan fazlasının bu 8 kişi tarafından üretildiği ortaya çıkar. Bunlardan 3 tanesi MIT deydi ve diğer 5 kişi değişik okullara dağılmışlardı. 8 kişiden sadece biri İRE Proceedtag'de hiçbir şey yayınlamamıştı.

Bugünün koşullarında olanaksızmış gibi gelen bu durum 1920'lerin başlarında öğretmenlerin sadece Elektrik Mühendisliği sanatını öğretip, ileriye götürmek için çok az şey yaptıklarını ortaya çıkarır. Bu genç, azimli ve iyi eğitilmiş fakülte üyelerinin kendilerini göstermeleri için iyi bir fırsat idi. Elektrik Mühendisliği bölümlerin de önemli kişi haline gelebilmek için tek yapılacak şey bir kaç makalenin yayınlanmasıydı.

## İKİNCİ DÜNYA SAVAŞI SONRASI

İkinci Dünya Savaşı elektrik mühendislerinin eğitiminde çok derin değişiklikler yaptı. Radar, mikrodalga, darbe (pulse) teknolojisi, kontrol sistemleri, elektronik gemicilik sistemleri, yeni elektronik enstrumantasyon gibi savaşın getirdiği gelişimle, elektrik endüstrisine savaştan sonra da ölmeyecek yeni boyutlar kazandırdı. Bunun ötesinde savaşla başlayan teknolojik hız, savaş sonrasında da devam etmiş ve transistör entegre devreler, manyetik kaydediciler, bilgisayarlar, hesap makineleri, güdümlü mermiler, iletişim uyduları, laser gibi gelişmeler ortaya çıkmıştır. Televizyon en çok kullanılan eğlence aracı olarak radyonun yerini almış, onu da renkli televizyon izlemiştir.

Sonuç ise elektrik-elektronik endüstrisinde oluşan bir patlamaydı. Sayısız yeni ürün ve cihaz piyasada yerini almaya hazır ve yüzlerce, binlerce yeni şirket kurulmuştu. 1920 ile 1930 l'af da RCA, General Electric, Westinghouse gibi şirketlerin ilinde bulunan sıkı patent tekelciliği savaş gelmeleleriyle gevşemiş ve piyasa bütün yeni gelenlere açılmıştı.

Yeni elektroniği başlatan savaşın şaşırtıcı gelişimi çoğunlukla fizikçilerin gelişigüzel elektriğe yönelmeleriyle başlamıştır. İkinci dünya savaşı öncesindeki tipik bir elektrik mühendisi temel bilim gafflarını ve matematiği yeterince bilmiyordu ve ikinci dünya savaşının yaratıcı elektrik mühendisliği çalışmalarına katkıda bulunacak araştırmacı ruhuna sahip değildi. Mühendisler tasarım ayrıntılarını hazırlamak, yeni cihazların üretim, test ve kurulum aşamalarını takip etmekle yükümlü tutuluyorlar ama grup olarak yeni düşüncelerin geliştirilmesi için ikinci sırada yer alıyorlardı.

Savaşın gelişimi içersinde yer alan elektrik mühendisliği eğitimcileri bu durumun farkına vararak, savaş sonunda kurumlarına döndüklerinde elektrik mühendisliği eğitiminin niteliği yükseltmek amacıyla çalıştılar. Zaman bu işi yapmak için çok uygundu. Çünkü savaşa katılmış olanlar savaş sırasında ortaya çıkan gelişimler konusunda sistematik bir eğitim almak için çok istekliydiler. Savaş projelerinde çalışan genç irisinlar, öğretmen olarak yerlerini alacaklardı ve bu konudaki yeterliliklerinin yanısıra bu işi yapmak için istekliydiler. Savaş etkinlikleri içinde yerlerini atmış orta yaşlı fakülte üyeleri değişikliğin başını çekeceklerdi. Sohunda, savaşın hemen ardından hükümet elektroniğin yeni alanlarında yapılacak araştırmaları desteklemeye başladı.

Bu etkilerin sonucu olarak elektrik mühendisliği lisans programlarında temel bilimlerin özellikle de matematiğin ve fiziğin önemi giderek arttı.

Bu duruma enerji sistemleri üzerindeki yoğunluğu azaltarak ve birçok dersin konuları tekrar gözden geçirilerek; pratik mühendisliği öğretmek için ayrılan zamanın kısaltılması ve elektrik mühendisliği ile ilgisi az olan konuların çıkartılması ile ulaşıldı.

Elektrik mühendisliğindeki yüksek lisans programları yenilenmiş, lisans programlarının bir uzantısı olarak geliştirildi, böylece iyi mühendisler yetiştirmek için 5 yıllık bir program ortaya çıktı. Koşullar, master derecesini elektrik mühendisliğinde kariyer yapmak (yükselmek isteyen) ve elektrik mühendisliğine yeni giren düşünce ve bilgilerle çalışmasını sağlayabilecek bir eğitim arayan öğrencinin ana hedefi durumuna getirdi.

Yüksek lisans derecesinin bu yeni işlevi ders programlarında da değişikliğe yol açtı. Yüksek lisans, öğrencinin zamanın birçoğunu veya 1/3'ünü kapsayan bir tez çalışmasını zorunlu tutmaktaydı. Bununla birlikte amaç güçlü genel bir teknik temel oluşturmak olduğundan, birçok okul tezi zorunlu olmaktan sıkardı. Bunun yeri ise, öğrencinin teknik ve bilimsel temelini kuvvetlendirmek amacıyla seçilmiş ileri düzeyde lisans derslerle dolduruldu.

Doktora derecesi ise yüksek lisans derecesi yapan birçok sınıf arkadaşından daha mükemmel bir eğitim isteyen, endüstride araştırma yapmak isteyen veya lisans programı olan bir eğitim kaunununun elemanı olmak isteyenleri yapacakları bir derece haline geldi.

Bu koşullar altında fakülte öğrenci araştırmaları sadece doktora seviyesinde yoğunlaştı.

Şekil 1'den görüldüğü gibi master ve doktora derecesi yapanların sayısı savaş sonrasında artış gösterdi. 1970'lerin başlarında yaklaşık olarak lisans derecesi olan öğrencilerin 173 master yapmışlar ve bunlarında yüzde 11 doktora yapmıştır. Buna karşın savaşın hemen ardında yaklaşık olarak lisans derecesi olanların yüzde 10'u çalışmalarını masterie devam ettirmiş ve çok az bir yüzdesi doktora yapmışlardır Aynı zamanda elektrik mühendisliği akademik dere programı gittikçe daha zorlu ve geniş bir duruma geldi

İkinci dünya savaşı sonrasında başlayan devlet araştırma projeleri elektrik mühendisliği eğitiminde güçlü bir etki yaratmıştır. Bu tür fonlar güncel karmaşık problemler üzerinde çalışmak isteyen yaratıcı fakülte üyelerine gereken kaynakları ortaya çıkarmıştır. Ayrıca kısmi zamanlı istekli, parlak lisans öğrencilerini bir araya getiren araştırma gruplarının oluşmasına olanak tanıdı. Araştırma fonları fakülte üyelerinin ayrıca yaz aylarında tüm zamanını araştırmaya ayırarak çalışmalarını ve araştırma projelerinden para almalarını sağladı, bu durum onların gelirlerinin ve üretimlerinin artmasını sağladı.

Araştırmalardaki devlet desteği, elektrik mühendisliği bölümündeki düşünsel düzeyi üzerindeki etkisiyle birlikte, bölümün ve öğrencilerin daha ileri düzeyde çalışmasını eskisinden daha olanaklı kılmıştır. Ayrıca destekli araştırmalar, değerli bir eğitim deneyimi vererek lisans öğrencilerini desteklemiştir.

Ders programlarındaki değişiklik, lisans çalışmalarında daha fazla öğrencinin katılması, ve elektrik mühendisliği laboratuvarlarında doktora, master hatta lisans öğrencilerinin yer aldığı araştırmaların düzeyinin yükselmesiyle birlikte kapüslerdeki elektrik mühendisliği bölümlerinin hem karakteri hemde entellektüel düzeyinde değişim olmuştur. Bu durum 1969 da yapılan Amerikan Fizik Enstitüsünün bir toplantısında "şimdi mühendisler yeteri kadar matematik ve temel bilimleri öğrendiler, böylece önceleri fizikçiler tarafından doldurulan yerleri alabilirler" şeklinde belirtilmiştir. Birliğin yüzde 82'si düşünceye katılmışlardır. 1941 deki Peari Harbor olayı gibi bir ulusal olayda Elektrik Mühendislerinin yeteneklerini artırmak amacıyla katıldıkları enstitülerdeki gece kursları ve profesörlere kazanç sağlayan danışmanlık tümüyle yeni olaylar değildi. Bugünden farklı yanı hareketlerin büyüklüğü ve bu ilişkilerin oluşum düzeyidir.

Master yapmanın büyüyen önemi, sonucunda tam gün çalışan mühendislerin katıldıkları "kısmi zamanlı" ders programları gelişti. Gece kurstan, sabahın çok erken saatlerindeki kurslar ve çalışma saatleri içinde yapılan canlı televizyon veya video yayınlarıyla çeşitli yöntemler kullanıldı.

Endüstri fakülte ilişkileri kişisel danışmanlıkların ötesine geçti. Bugün ülkede bir çok elektrik mühendisliği fakültesi üyesi başarılı firmaların korajusuna yardım etmekte ve bazıları öğretim görevi terki edip endüstride idareci olarak çalışmaktadırlar. Bunun ötesinde yüksek teknoloji üreten şirketlerin üretici kadrosunda bir ya da daha fazla fakülte üyesi bulunmaktadır.

Bu gün elektrik mühendisliği bölümlerinin yüksek teknoloji endüstrisine göre önemi, elektrik mühendisliği fakülte üyelerinin eğitimlerinin yüksek olması ile yüksek finansmanlı araştırma projelerinde görev almalarından kaynaklanmaktadır. Örneğin 1974-1975 yıllarında elektrik mühendisliğinde Stânford hükümet destekli araştırma programları harcamaları yaklaşık 6 milyon \$'dır. İkinci Dünya Savaşı öncesi yıllarının yıllık 20.000\$'dan az elektrik mühendisliği araştırma harcamalarının yaklaşık 1/4'ü elektronik içindedir. Doğal olarak bugün elektrik mühendisliği fakülteleri daha yüksek seviyede çalışmakta ve işinin ehli doktora öğrencileri yetiştirmektedirler.

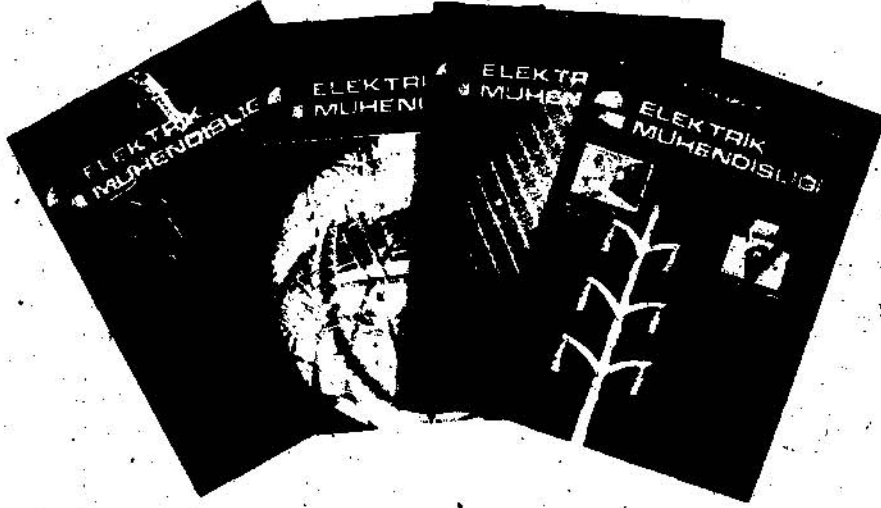
En eski üniversite-endüstri kompleksi MIT ve Harvard çevresinde kurulmuştur. Boston çevresinde, bir çok eski üretici firma bu enstitülerden düşünce ve personel olarak yararlanmışlardır. Bununla birlikte üniversite, endüstri ilişkisinin gelişmesi üzerine en iyi örnek San Fransisco Yarımadasındaki Stânford çevresinde ikinci dünya savaşından sonraki dönemde görülenidir. Bu oluşumun kısa bir zaman alması ve etkin rol alanların hala hayatta olmaları nedeniyle gelişmeler bütün çıplaklığıyla ortadadır.

Bu günün en iyi elektrik mühendisliği bölümleri ileri teknoloji endüstrisiyle her iki tarafında yararlandığı bir ortaklık içindedir. Bunun sonucunda yüksek teknoloji endüstrileri içinde bulunanlar eğitim kurumlarıyla da artan bir ilişki içindedirler.

Şu anda dünyaya bakacak olursak elektrik artan bir hızla günlük yaşantımıza ve teknoloji uygarlaşmaya karışıyor. Bugünün elektrik mühendisleri'nin eğitimi yaşamlarını yönlendirmek için birçok ilginç seçenekten birini seçebilmeye elverişlidir. Bunun ötesinde de bu seçenekler karakteristik olarak diğer bir çok disiplinle çakışıyor. Günümüzde elektrik mühendisleri sadece telefon, telgraf, elektrik enerji üretim ve dağıtımı gibi geleneksel elektriksel olaylarla değil yeni enerji kaynakları, optik, laser, yarıiletken maddelerin özellikleri, tıbbi elektronik bilgisayarlar (büyük bilgisayarlardan cep hesap makine-

nelerine kadar) darbe ve sayısal teknoloji, sadece çöze-bilen değil çözümü götürülebilen aletler ve diğer konularla uğraşıyorlar.

Bir şey çok açık, Elektrik Mühendisliğimin gelişiminin durması söz konusu değil. Eğitimciler kendi özelleştikleri alanlardaki gelişmeleri izleyebilmek için çok hızlı çalışmaya devam etmelidir ve pratik çalışma yapan mühendisler de kendilerini teknolojiden soyutlamamak için çalışma zamanlarının belirli kısmını akademik ve endüstriyel laboratuvarlardaki çalışmalarını öğrenmek için ayırmalıdır.



# REKLAM 000

Elektrik-Elektronik-Bilgisayar-Elektromekanik sektörüne doğrudan hizmet eden, basımı ve dağıtımı 16.000'i aşan, sektörün her alanına ulaşan dergimize reklam vermek;

## KAZANDIRIR