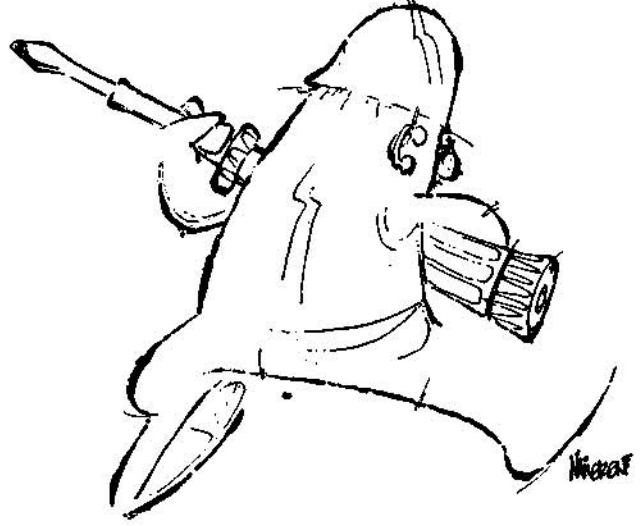


II. DÜNYA SAVAŞINDAN BU YANA ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİM PROGRAMI ÜZERİNDEKİ ASKERİ ETKİLER*



Cari BARUS
Çeviren: Tolga ÇİLOĞLU
Sevil ÇİLOĞLU

ÖZET

İkinci Dünya Savaşı'nda askerler bilimi, özellikle, atom bombası ve radarla tanıdılar. Yenilikleri uygulamaya yönelik mühendislerin yetişememiş olması nedeniyle bu alandaki teknolojiler fizikçiler tarafından geliştirilmiştir.

O zamandan beri üniversitede çalışan araştırmacılar için, askeri nitelikli projelere parasal kaynak sağlamak, sivil olanlara göre giderek kolaylaştı. Askeri kaynakların aşırı derecede bol olması, aslında ticari amaçlı olan projelerin askeri amaçlarla ilişkilendirilemediği sürece önemsenmemesine yol açıyordu.

İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana elektrik mühendisliği eğitim programları da araştırma kaynaklarının amacına uygun bir gelişme gösterdi. Elektronik, iletişim ve elektromanyetik konularındaki dersler, İkinci Dünya Savaşı'ndaki radar deneyimi ve bunu izleyen savaş elektronikindeki gelişmelerden ortaya çıktı. Bilgisayarlardaki gelişme İkinci Dünya Savaşı sırasında başladı ve o zamandan beri öncelikle askeri amaçlı olarak teşvik edildi. Benzer biçimde uzay çalışmaları da başlangıçtan beri askeri amaçlarca yönlendirildi. Eğitim programlarındaki yeni eğilimler de askeri amaçları yansıtmaktadır.

Bu teknolojilerden, başta bilgisayar alanında olmak üzere sivil amaçlı çalışmalarda da yararlanılmış ve birikim oluşturulmuştur. Bu noktada sorulması gereken, askeri uygulamaların mı varolan teknolojiden yararlandığı yoksa askeri gereksinimlerin mi teknolojiyi ve eğitim programlarını yönlendirdiğidir. Eğer ikincisi doğruysa barış içinde bir dünyayı düşleyemeyecek bir kuşak yetiştiriyoruz demektir.

*Özgün Metin: "Military Influence on the Electrical Engineering Curriculum Since World War II", IEEE Technology and Society Magazine, June 8 1987

GİRİŞ

M.I.Tde (Massachusetts Institute of Technology) teknoloji tarihi profesörü ve "Military enterprise and Technological Change" in editörü Maritt Roe Smith Tekbiçimliliğe (uniformity) önem veren askeri girişimlerle, bilim, mühendislik, iş çevreleri, hükümet, din ve eğitim gibi kurumlar arasında sinsi bir ilişki vardır" diyor [1]. Smith bu ilişkinin uzun bir hikaye olduğu konusuna açıklık getirmektedir. Dolayısıyla İkinci Dünya Savaşı'ndan sonrası için mühendislik eğitimi üzerindeki askeri etkiler hakkında yeni bir şey bulamayabiliriz.

Bunların yanı sıra Smith'in kitabında üzerinde durulan bir başka tema ise askeriye'nin yeni teknolojilere uyum sağlamasındaki isteksizliktir. Örneğin deniz kuvvetleri İkinci Dünya Savaşı'ndan çok kısa bir süre öncesine kadar, çok daha önceleri ortaya çıkmış olmasına rağmen radyo kullanmamakta direnmiş [2]. Yine benzer biçimde İkinci Dünya Savaşı'nın ilk yıllarında radar kullanmaya karşı çıkılmıştır. Ancak savaşın sonuna doğru radarın askeri önemi anlaşılmış, (aynı şey atom bombası için de söylenebilir) ve askeriye'nin bilime duyduğu güvensizlik, saygıya dönüşmüştür. Savaş sonrası, üniversitelerde bilimin askeri kaynaklarca desteklenmesi için düzen kurulmuştu. Savaş, askeri etkilerin gelişiminde ani bir sıçramaya neden oldu.

Radarin ve atom bombasının, aslında mühendis gibi çalışan fizikçiler tarafından geliştirildiğinin farkına varıldı. Bunun belirtisi de üniversitelerde mühendislik alanının özellikle de elektrik mühendisliğinin gereksinim duyduğu gelişmeydi. Bu ve benzeri nedenlerle askeri düşünce biçimi ve gereksinimler, elektrik mühendisliği eğitim programlarında belirleyici oldu. Bu yöndeki gelişme

kuşkusuz Sovyet Sputnik'in 1957'de fırlatılmasıyla ivme kazandı [4].

Elektrik mühendisliği eğitimi 1940'larda gerçekten büyümeye, gelişmeye gereksinim duyuyordu. Savaştan önce, radyoyla ilgili konulara ("elektronik" sözcüğü nadiren kullanılıyordu) lisans öğreniminde pek rastlanmıyordu. Fakülteler, askeri denizcilik okulları gibi kurumlar değişime karşı duramıyorlardı. Savaş sonrasında, askerlik hizmetini yeni tamamlamış olan ve savaş sırasında araştırma ve geliştirme çalışmalarına katılmış olup yeni yetişmekte olan öğretim görevlileri silahlara ilişkin özel bilgilerini aktarma konusunda oldukça istekliydiler. Savaştaki araştırma ve geliştirme çalışmalarında yönetici ya da danışman olarak önemli görevlerde bulunmuş olan daha üst düzeydeki üniversite öğretim üyeleri de aynı istekliliği gösteriyorlardı.

Bu yazıda İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra askeri perspektiflerin elektrik mühendisliği eğitiminde kazandığı önemi tartışacağız.

MÜHENDİSLİK EĞİTİMİ

Mühendislik eğitiminin ya da herhangi bir "yüksek" öğrenimin amacı, görevi ne olmalıdır? Sıkça öne sürülen üç amaç şöyle sıralanabilir:

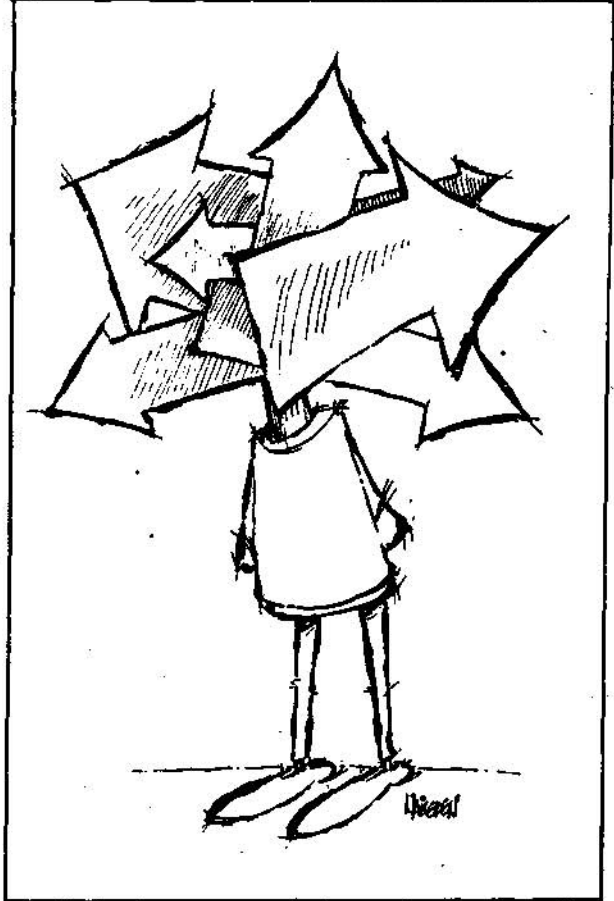
- Ülkenin ve endüstrinin, teknik ve yönetsel gereksinimlerini karşılamak için gerekli eğitimi vermek.
- Bilgili, düşünsel yeteneği gelişmiş ve olaylara eleştirel yaklaşabilen -demokrasinin yaşaması ve gelişmesi için- vatandaşlar yetiştirmek.
- Her öğrenciye kişisel yeteneklerini geliştirmesi ve ortaya koyabilmesi için yardımcı olmak ve yüreklendirmek.

(b) ve (c)'de sözü edilen amaçlara öncelik tanıyan yöneticiler, kendi kurumlarını ulusun insan gücü gereksiniminin karşılayıcısı olarak tasarlayanlarla yarışta geride kalma tehlikesiyle karşı karşıyadırlar.

Öte yandan, resmi söylem üniversitelerin temel amacının gerçeğin araştırılması olduğunu belirtir. Açıkça görülüyor ki (a)'daki amaç, gerçekten çok, politikalarla ilgilidir. Bu amacı benimsemek bu politikaların üzerinde kurulduğu temel düşünceyi de -ki gerçeği arayanlar bu düşünceyi fazlasıyla sorgulanmaya değer bulabilir- zımnen benimsemiş olmak anlamındadır. Üniversitelerin Amerikan askeri politikalarına, desteklenmekte olan araştırmalarla ya da (a)'daki amaca uygun olarak var olan bağlılığı üniversite sözcülerinin güzel konuşmalarında ifade ettikleri asil eğitim ideallerini incitir.

Askeri destekli araştırmaların diğerlerine göre çoğunlukta olması, "dünyanın işleyişi böyledir", "üniversite budur" gibi bir düşüncenin normal olarak kabul edilmesini yaygınlaştırmaktadır. "Bu düşmanlık dolu (hasımlar dünyasında) dünyada güçlü bir savunmaya sahip olmalıyız ve ülkedeki en güçlü beyinler kendilerini herşeyden önce bu amaca atlamalıdır." Bu düşünce (önergeler) öğrenimlerini sürdürmekte olan mühendislik öğrencilerine gerçek gibi gelebilir. Daha da kötüsü bunlar en iyi beyinler tarafından verili durum olarak algılanabilir.

Ama, esas olarak Amerikan askeri ve dış politikalarına sıkı sıkı bağlı olan bu önermelerin sorgulanması, üniversitelerin işi değil midir? Yol gösterici durumundakilerin politik-askeri kaynaklı paraya boyun eğmelerinin, eğitim görmekte olan genç beyinler üzerindeki etkisi nedir? Kendisini kandıran kehanetleri yaratan düzende, üniversitedeki askeri etkinlik, ne ölçüde silahlanma yarışını hızlandıran bir döngüye neden olmaktadır?



II. DÜNYA SAVAŞI'NDAN SONRA AKADEMİK ARAŞTIRMALAR

Elektrik mühendisliği eğitim programlarının evrimini anlamak için bu evrime yön veren yönetici ve fakültelerin etkinliklerine bakılmalıdır. Savaş sırasında akademik araştırmaların çoğu savaş gereksinimlerini karşılamaya yönelikti. Bu çalışmaların koordinasyonu, büyük ölçüde, başında, M.I.T. çıkışlı bir elektrik mühendisi olan Vannevar Bush'un bulunduğu, Bilimsel Araştırma ve Geliştirme Bürosu (Office of Scientific Research and Development, O.S.R.D.) tarafından sağlanıyordu.

Bu organizasyon, hem akademik hem de askeri kesimde oldukça başarılı bir izlenim bırakmıştı. Bununla birlikte, bu başarılı ve üretken organizasyonun bir şeyler yapmaması durumunda savaş sonunda zayıflayabileceği, bu işin içinde yer alanların gözünden kaçmamıştı. M.I.T'den Kari T. Compton ve Harvard'dan James B. Conant'ın da içinde bulunduğu, Bush ve bazı kimseler akademik araştırmalar için federal desteği, en az savaş

sırasındaki düzeyde tutabilmek arayışına girdiler. Ama araştırmaların ana hedefinin, izleyeceği yolu belirleyen bilim adamı mühendislerin mi, askerlerin mi, kongreyi etkileyen halkın mı yoksa yeni bir federal büroanın mu olacağı konusunda bilim adamları ile endüstri kesimi (patronlar), senatörler ve bürokratlar arasında bazı anlaşmazlıklar vardı [5].

Endüstri kesimi, araştırmalarla hükümet arasındaki ilişkilerin savaş sırasındaki biçimini, hem kârlı hem de yurt-severce buldular. 1944'de General Elektrik'in başkanı Charles Wilson askeriye ile patronlar arasında kalıcı ilişkiler olan savaş ekonomisini önerdi [6]. Wilson'un umutları tam anlamıyla gerçekleşmiş bulunuyor [7].

Akademik araştırma kaynakları için olduğu gibi, OSRD 1945 yılında dağıldı ve Deniz Kuvvetleri Araştırma Ofisi (Office of Naval Research, ONR) fonların en önemli kaynağı haline geldi. İlk birkaç yıl için ONR, hemen sonuç vermeyecek basit araştırmaları desteklemek için hevesli idi. Ancak 1950'lerde araştırmalar doğrudan deniz kuvvetleri konularına döndürülmek üzere askeri-politik amaçlarla zorlanmıştır [4]. Bu arada Ulusal Bilim Akademisi (National Academy of Science NAS) ve Ulusal Bilim Kurumu (National Science Foundation, NSF) kurulmuştur. NSF'in ilk yöneticisi ONR'de çalışan bir bilim adamı idi ve ONR'nin bilimsel araştırma önerilerinin kongre aracılığı ile halk tarafından değil de bilim adamlarınca değerlendirilmesi ilkesi NSF'de de sürdürüldü [8]. Kısa bir zamanda Savunma Dairesi'nin (Department of Defence, DoD) diğer kolları ve daha sonra NASA akademik araştırmaların ana fonlarını oluşturdu. DoD'nin fonlarına göre NSF'inkiler önemsiz kâfca [9].

1950'lerden bu yana, gerçekte, öneriler askeri ihtiyaçlar doğrultusunda dikkatlice değerlendirilirken, DoD kaynaklı birçok araştırma silahlarla ilişkisiz ve temel araştırma gibi göründü. DoD'nin desteklenebilir proje tanımı, birçok araştırmacıyı şaşkınlığa düşürecek şekilde askeri uygulamaları öne çıkarmaktaydı. DoD sözcüleri, bir proje anlaşması yapılırken üniversitenin işlevlerine ne ölçüde yararlı olacağını hiçbir önemi olmadığını belirtiyorlar [4], [10].

II. Dünya Savaşı'ndan bu yana üniversitelerin elektrik mühendisliği araştırmalarında, hangi konular daha belirleyici oldu? Bazı durumlarda, araştırma kurumları, enstitüler, laboratuvarlar, II. Dünya Savaşı'nda olduğu gibi doğrudan silahlara yöneldiler. Bu tür çalışmaların ötesinde askeriye'nin temel ilgi alanlarından söz edeceği. Birincisi, radar sistemlerinin gerçekleşmesini sağlayan, mikro dalga teknikleri, devre kuramı, elektronik, geribeslemeli denetim, iletişim kuramı gibi savaş zamanı gelişmelerinin, daha ileri götürülmesi ve yararlanılması için yapılacak çok şey vardı. Bu yöndeki çalışmalar diğerlerinin yanı sıra, karmaşık elektronik savaş sistemleri, güdümlü deniz araçları, füzeler gibi gelişmelere yol açtı. Askeri sistemlerin boyutlarını küçültebilme gerek-

sinimini katı-hal elektroniğini ortaya çıkardı, bu alandaki gelişme asker-endüstri-üniversite işbirliğinin iyi bir örneğidir [12]. Elektronik, bilgisayar alanındaki gelişmeler, II. Dünya Savaşı'nda Pennsylvania üniversitesinde geliştirilen ENIAC ile aynı tarihlerde askeriye tarafından teşvik edilmiştir [13]. Elbette bu alan ticari sömürü olduğu kadar üniversite araştırmalarında da en önemli konu duruma gelmiştir. ABD hükümeti, özellikle askeriye, bilgisayar araştırmalarının en büyük destekçisi ve kullanıcısı olmuştur. Silah kontrolleri, savaş taktikleri, kriptolama ve yıldız savaşlarının kontrolü, şu andaki ve ileride beklenen uygulamalardan bazılarıdır. Son olarak, başlangıçtan beri askeri güdümlü uzay programları akademik araştırmacının sürekli kaynağı olmuştur. 25 yıldan bu yana uzay, süper devletlerin silahlanma yarışının ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır [14]. Yıldız savaşları programı uzay araştırmalarının hükümet destekli askeri yapısını açığa çıkarmıştır. Yönetimler akademik çalışmalarını, program içinde devam eden uzay ve savunma araştırmaları-geliştirme projelerini desteklemeye kaydırmayı düşünmektedirler.

Öte yandan silah geliştirme programları, üniversitelerle uyumlu bir bütünleşme sağlayamadı. Özellikle Vietnam Savaşı sırasında üniversite içindeki veya dışındaki eleştirmenler zaman zaman bu tür etkinliklerin özelliklerini sorguladılar. Daha sonraları Yabancı İlişkiler Komitesi Başkanı olan senatör J.W. Fullbright, 1967'deki bir senato konuşmasında hükümetin ve üniversitelerin ve ekonominin büyük bölümünün kendilerini topyekün, sınırlı ya da soğuk savaşın gereklerine göre ayarladıklarını kaygıyla izledikleri gerçeği üzerinde duruyordu. "Üniversiteler demokrasimizin geleneksel değerlerinden vazgeçemeyebilirlerdi, ama onlar askeri kurumlarla yapılan anlaşmaları başta ederek güçlerini ve etkilerini tek bir amaca yönelttiler" diyordu. Dahası "varlıklarının temel nedenini: gerçeği ve güzeli arayışını geliştirme işlevini" ihmal ettiler [15].

4 Mart 1969'da üniversitelerdeki bilim adamları arasında, MİP'den kaynaklanan ulusal bir hareket askeri araştırmaların dışlanmasını tartışıyordu. Bu beraberliğin önemli bir sonucu, halen gelişen bir grup olan Union of Concerned Scientists (UCS)'nin kurulması oldu.

Vietnam Savaşı sırasında öğrencilerin ve üniversitelerin protestoları silah araştırma ve geliştirme çalışmalarını birçok kampüsten uzaklaştırmada ya da en azından üniversite dışındaki laboratuvarlara kaydırmada etkili oldu [17]. Ancak, 1980'de New York Times gazetesinde şöyle bir başlık göze çarpıyordu: "Pentagon üniversitelerle olan bağlarını yeniliyor: Kampus içi araştırma fonlarında ani artış" [18], ve 1985'te Science dergisi ilan ediyordu: "Pentagon üniversitelerle arasında köprü kurmanın yollarını arıyor" ve "Yıldız Savaşları için ayrılan paralar üniversitelerin ilgisini çekiyor."

Ama yıldız savaşlarının akıl almazlığı başka bir tepki yaratabiliyor ve 1986 Mayısının ortalarında sayıları halen artmakta olan bilim adamı ve mühendis Yıldız Savaşları projelerinde yer almamak üzere imza topluyorlardı [20]. M.I.T'de savunma fonlarından gelen kaynakların artış gösterdiği sırada, fakülte "M.I.T'de askeri varlık" komite-

si kurmuştu. Bu olay Science dergisinde şu başlık altında veriliyordu: "M.I.T'in Faust'ça Pazarlığı: Huzursuzluk Belirtileri" [21].

MÜHENDİSLİK ÖĞRENİMİ LİSANS PROGRAMLARI

Öğretim üyeleri bildiklerini öğretirler. Öğrettikleri hakkında ders kitapları yazarlar, yeni bilgilerin ana kaynağı kendi araştırmalarıdır. Dolayısı ile üniversitedeki askeri araştırmaların aynı yönde lisans programlarına yol açması hiç şaşırtıcı değildir.

Doğruyu söylemek gerekirse, II. Dünya Savaşı'ndaki deneyimlerinden gelen gayretlilikleriyle, genç araştırmacıların elektronik, mikrodalga ve nükleer enerji alanlarındaki sivil uygulamalar için çaba gösterdiklerini ifade etmeliyiz. Gerçekte, bu tür uygulamaların modern topluma büyük yararların yanı sıra bazı ciddi sorunlar da getirerek gerçeğe geçtiğini biliyoruz. Biraz sonra değineceğimiz bu konu "yan ürün" olarak adlandırılmaktadır.

Şu soru akla gelebilir: "Savaş zamanındaki gelişmelerin doğal uzantılarının dışında başka ne öğretilir? Yanıtlanması güç gibi görünen ama yanlış bir soru [22]. Neden yanlış olduğunu görmek için doğal, uzantı ve gelişme sözcüklerini inceleyelim. İlk önce teknolojik toplumumuzun bugünkü biçiminin daha 1945'ten başlayarak kaçınılmaz bir gelişmenin sonucu olmadığını belirtmek doğru olur.

Yukarıdaki "doğal" sözcüğü, kasıtlı bir karşı hareket olmaması halinde kaçınılmazlığı ifade etmektedir. Aslında müfredat programlarına II. Dünya Savaşı'ndan beri sürekli olarak askeri etkiler söz konusudur; "doğal uzantı" ise eğer bu etkiler savaştan sonra ortadan kalkmış olsa idi kullanılabilirdi. Bu etkilerin doğal olduğunu ya da müfredat programlarının gelişimiyle ilgisi olmadığını ortaya atmak ise oldukça güçtür.

"Uzantı" sözcüğü ise "doğal'a benzer bir anlam taşımaktaysa da daha fazlasını yapıyor. Sanki taşların üstünden atlayarak bir nehri geçiyormuşsunuz ya da bir ormanda ağaçlar üzerine kazılmış bir iz sürüyormuşça, bulunduğunuz yerden gidebileceğiniz bir tek yolun varlığını öne sürmektedir.

Ama taşları yereştiren ya da ağaçları işaretleyen kimdir? Bilim ve mühendislikte durum böyle değildir. Atabileceğiniz birçok farklı adım olabilir, gerçekte atılan adımlar ise gücü elinde bulunduranlar tarafından belirlenenlerdir [23].

Gelişim sözcüğüne fazlasıyla değer yüklenmiştir. "Ne için gelişim?" diye sormaktadır Noble [24]. örneğin, merkezi olmayan, yenilenebilir enerji sistemleri konusunda elektroteknolojinin oldukça farklı bir yol izlendiğini kabul edelim. Bu bizi bugünkü durumumuzdan daha iyi bir duruma mı getirecekti? Hangisi gelişmeyi göstermektedir? Açıkçası, gelişimin birbirine göre tercih edilebilir birçok yönü vardır. Bunlardan birini seçmek bir değer tartışmasıdır.

Teknolojinin "tarafsız" olduğu, yani herhangi bir teknolojik gelişmenin toplum için, yararlı olduğu kadar zararlı bir

birikimde oluşturduğu ortak bir kanıdır. Bu anlamda "toplum" onu iyi ya da kötü olarak kullanmaya karar verir (nükleer enerji örneği) [25]. Bu görüş benim eleştirmekte olduğum gelişmenin "doğal adımı" görüşüyle de uyumludur. Hatta mümkün olan birkaç adım arasında bir seçim varsa "gelişme'ye neden olduktan sonra seçim hiç fark etmez. Böylece seçimin askeri, ticari ya da barışçıl olması da önemli değildir, geliştirilen teknoloji "toplumun" isteği olarak bu amaçlardan herhangi birine uygulanabilir.

Uygulamada, bu görüş A+G politikalarının fark etmediğini ileri sürmektedir. Yalnızca "toplumun" sonuçların nasıl kullanılacağına ilişkin kararı önemlidir. Ve böylece askeri A+G'lerin teşviki için zemin hazırlanmış olur. Eğitimcilerin hiçbir sorgulamaya gerek duymazlar: onların araştırmaları askeri amaçlı olarak yönlendirildiği zaman "tarafsız" teknolojinin gelişimine katkıda bulunmaktadır. Askeri teknoloji diye bir şey yoktur. Biyolojik evrim gibi "doğal" olarak gelişmekte olan teknoloji vardır yalnızca.

Tersine, araştırmaların altında yatan teşviklerin teknolojinin evrim biçimi ve gelişme yönü üzerinde kesinlikle farklılıklara neden olmaktadır. Evrimi içerisinde teknoloji, askeri destekler altında askeri amaçlar için olacaktır, başkaları için değil. Askeri olmayan tüketiciler yan ürünlerle yetinmek zorundadır. Teknoloji tarafsız değildir, çünkü "toplum" onun nasıl kullanılacağını kararını vermiştir. Bundan etkilenen eğitim programları da tarafsız değildir, "serpinti", "saçını" ve "yan ürün" gibi farklı adlar verilen şey askeri teknolojiye gelişmelerin sivil tüketim mallarına uygulanması ya da endüstrideki kullanımınıdır. Yan ürünün klasik bir örneği teflon kızartma tavasıdır. Teflon II. Dünya Savaşı sırasında, bir mikrodalga dielektriği olarak geliştirilmişti; daha sonra pişirme kapları için uygun özelliklere sahip olduğu ortaya çıktı. Eğer istenen yapışmayan bir tava ise neden doğrudan onun peşine düşmeyelim ki?

NASA, 1961'den beri geniş çaplı üniversite araştırmalarının destekleyicisi durumunda amaçlı olarak yan ürünleri desteklemiştir. "Teknolojiden yararlanmanın bu alanı... 1958 Uzak Bildirisi'nde belirtildiği gibi NASA'nın işlevinin birincil bir boyutu ve 1960'larda NASA'nın ilgi alanı ve istekleriyle çakışıyordu [9].

Yan ürün olayı üniversitedeki askeri araştırmaların doğrulanması olarak sık sık belirtilir ve bu düşünce de kongre ile halk ilişkileri için kuşkusuz iyidir. Hepsinin en kötüsü, mühendislik öğrencilerinin kafasında askeri güdümlü bir eğitimin doğrulanmasına yardım eder.

ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMININ GELİŞMESİ

Savaş sırasında ortaya çıkan gelişmelerin içinde yer alan eğitimciler, geleneksel elektrik mühendisliği eğitiminin yetersiz kaldığını farkına vardılar. Elektrik mühendisleri yerine, fizikçiler radar ve bununla ilişkili araçları ve sistemleri geliştirmek için elektrik mühendisliği yaptılar. Böylece daha sonraları, mühendislik bilimi diye adlandırılan, DoD araştırmalarını yakından takip eden okullarda elektromanyetik kuramı, elektronik, servomekanik

ve ileri devre kuramı konularında yeni dersler, başlangıçta yüksek lisans düzeyinde verilmeye başlandı. Bununla birlikte bu bilimsel yaklaşımın mezuniyet öncesi programda da kabul edilebilmesi için uzun zaman geçmesi gerekti.

Savaş öncesinde, sırasında ve hemen savaş sonrasında, savaş sonrası üniversite programlarının kurulmasına yardımcı olacak belli sayıda elektrik mühendisliği ders kitabı ve belli konularda yazılar oluşturulmuştur. Bunlar arasında Terman'ın "Radyo Mühendisliği" Ramo ve Whinnery'nin "Modern Radyolarda Dalga ve Alanlar", Gunlemin'in "İletişim Sistemleri", Brown ve CampbelPin "Servo mekanizmanın Temelleri", Gardner ve Barnes'in "Doğrusal Sistemlerin Geçici Durumları" ve MIT Radyasyon Laboratuvarı serisi bunların arasındaydı. Birçoğu savaş döneminin ürünü olan bu kitaplar yeni elektrik-elektronik mühendisliği programlarında temel oluşturacaklardı. O dönemden beri ve şu günlerde de bu klasikleri malzeme olarak kullanan birçok kitap yayınlanmıştır.

Savaş sonrasında program değişikliği önerisiyle birçok eğitimci komitesi oluşturuldu. 1944'lerde Mühendislik Eğitimini İlerletme, Geliştirme Topluluğu (Society for Promotion of Engineering Education - SPEE) -daha sonra Mühendislik Eğitimi İçin Amerikan Topluluğu -ASEE- adını almıştır- mezuniyet öncesi programına daha fazla bilimsel konular katmak amacı ile bir rapor hazırlamıştır [27]. 1955 ASEE Grinter raporu olarak bilinen rapor mühendislik bilimi terimini anlatmış ve tüm Üniversite öğrencileri için mühendislik biliminin çekirdeğini tanımlamaya çalışmıştır [28]. Grinter raporu o zaman çok fazla tartışmaya yol açmasına rağmen eğitim programlarının bir parçası olarak M. Dünya Savaşı'nda ortaya çıktığı biçimiyle, mühendislik biliminin yerleşmesinde başarılı olmuştur.

Bu başarı MIPde 1957 yılında düzenlenen elektrik elektronik programı semineri ile pekiştirilmiştir. Katılımı yüksek olan bu seminer ülkenin birçok yerindeki elektrik-elektronik fakültelerinden konuşmacı ve dinleyicileri biraraya getirirken, seminerin başlıca amacı MIT'nin yeni mezuniyet öncesi programlarını belirlemektir. Elektrik elektronik fakültesinden Gordon Brown başkanlığında, elektrik güç sistemlerine verilen önemin azaltılması ve mezuniyet sonrası derslerinin bazı konu ve malzemelerini mezuniyet öncesine alınması kararına vardılar. Zamanlarının çoğunu araştırmalara ve mezuniyet sonrası eğitimlere ayıran kıdemli profesörler, ders kitaplarının yeni serilerini yazmak, laboratuvarları da kapsamak üzere mezuniyet öncesi derslerini geliştirme işine atıldılar [29]. Gordon Brown'un belirtmekte güçlük çektiği gibi yeni dersler birçoğu askeri destekli olan fakülte araştırmalarından oldukça fazla etkileniyordu. Hiç şüphesiz ki bu durum elektrik-elektronik bölümlerini, ders kitabı yazarlarını ve Profesyonel Gelişme İçin Mühendisler Birliği - ECFD'ni çok fazla etkilemiştir.

1968 yılında ASEE'nin diğer bir komitesi Mühendislik Eğitiminin Amaçları üzerine raporlarını yayınladı ('Goals') [30]. "Goals", "ne yapmaya çalışıyoruz" anlamındaki amaçlara, "nasıl, ne öğreteceğiz'in karşılığı olanlara göre daha az ilgi göstermiştir. Bununla birlikte C Bölümünde

de temel mühendislik eğitiminin 3 sorumluluğu dile getirilmiştir: (1) Kişiyi, (2) Topluma ve (3) Mühendislik mesleğine. Bunlar başlangıçta belirtilen 3 amaç ile karşılaştırılabilir. (a) Endüstri ve hükümetin ihtiyaçlarını karşılamak için, (b) Eleştirel vatandaşlar yetiştirebilmek, (c) Kişiyi kendi birikimini ortaya çıkarabilmek için yardım etmek. "Goals" ilk olarak kişiyi ortaya koyar (c) amacı fakat kişiyi kendisi olarak değil kariyeri ile değerlendirir. "Goals'un 2. ve 3. maddeleri (a) amacı içinde yer almaktadır: "Endüstri ve hükümetin ihtiyaçlarını karşılamak" ki ben eğitimciler için 3 şık içindeki en az değerli madde olarak görüyorum. Eğitimle ilgili amaç olarak, bu madde sorumlu profesyonellerden çok boyun eğen mühendislere nefes verme uğraşısı anlamındadır, (b) amacının karşılığı ise yoktur.

"Goals'ın başka bir yerinde, mühendislik eğitiminin esas amacının endüstri ve askeriyeğin genellikle aynı olan gereksinimleri karşılamak olduğu belirtilmiştir. "Gelecek toplumlarda mühendis" adlı bölüm 1964 Rand kooperatifinin 1984 ve 2000 yıllarının dünya tahmininin özetiyle başlamıştır. Her iki tahmin de askeri teknolojiye büyük önem vermiştir. "Goals" tahminleri aşağıdaki gibi yorumlamıştır:

Bu tahminler (1) Doğal kaynaklarımızın gelişmesi, kontrolü ve kullanımı için geniş ölçekli sistemler yaratılacaktır ve (2) a- Otomatik üretim, b- Sentetik yiyecekler, c- Hızlı taşıma sistemleri, d- Uzay progları ve askeri savunma sistemleri, e- Biososyal sistemler gelişmeye devam edecektir (sayfa 379). *

Rapor, bu anlamda "Goals'un ilerideki yıllarda mühendislik eğitiminin gelişimi doğrultusunda yol göstermeye çalıştığını öne sürmektedir. Oldukça askeri kökenli ve askeri bir organizasyon olan RAND'ın yaptığı tahminler, bizim nereye gitmemiz gerektiğini söyleyen "Goals" tarafından kullanıldı; "Hikmetinden sual olunmaz bir kehanetin" örneği.

"Goals" komitesi, kendi ürünleri olacak olan evet efendimci mühendisler gibi, kendilerinin RAND'ın öngördüğünden çok daha uyumlu bir teknolojik geleceği gösterebilmek gücüne sahip olduklarını farkedemediler. Bunun yerine, komite işverenlerin ve "toplum'un gereksinimleri ile ilgilendi. Daha önce 1940'da bir komite tarafından ortaya konulan altı destekleyici amaçtan oluşan bir listede ilk sırada yer alan madde: "öğrenciyi rekabet içinde, kâr amaçlı bir ekonomide yapıcı bir katılıma ideolojik olarak hazırlamaktır (sayfa 387).

"Goals" gelecekteki teknolojinin biçimini belirlemede öncülük etmekten kaçınırken, mühendislik eğitiminin genişletmek ve ilerletmek için güçlü bir atılım yapmaktadır. Programların mühendislik bilimi üzerine oturturulmasını şiddetle onaylayan ve büyük ölçüde Grinter raporunun etkisiyle mühendislik biliminin içeriği üzerinde inceden inceye durur. Programlarda toplumsal ve insancıl öğelerin artırılmasını önermektedir. Bilgisayar eğitiminin artan önemini kaydetmektedir. Ama önerilerini doğrulamak için her zaman gelip "toplumun gereksinimleri'ne dayanmaktadır. Bu gereksinimlerin kendileri incelenmeyip, verilmiş olarak ele alındığı gibi, toplumdaki sayısız eğilimleri anlamaya, ayırtetmeye yönelik bir çaba da yoktur.

Son zamanlarda mühendislik bilimi bir düşüş içinde olabilir. Belki geleneksel mühendislik bilimleri geçici olarak kaynak yokluğu içindeler. Tümleşik devre üretimin bir endüstriyel teknik haline dönüşmesiyle katı hal kuramı oldukça ilgisiz görülmektedir. Fourier dönüşümleri ve korelasyon hesapları bilgisayar ile yapılmakta ve mühendis bu matematiksel işlemlerin altında yatan, kuramları anlamaya gereksinim duymaksızın, genellikle askeri uygulamalar üzerinde çalışabilmektedir -ki yeni çıkan kitaplarda bunlara ayrılan yer azalmıştır, kesikli zaman dönüşümleri ve sayısal işlemler ağırlık kazanmıştır. - Fiber-optik konusu dışında, elektromanyetik teorisi mikrodalga parçalarının standartlaşmasına bağlı olarak zorunlu görünmemektedir. Elektrik motorlarının ve elektronik devrelerin tasarımı alt düzeyde bir iş haline gelmiştir. Sadece ileri düzeydeki uç noktalarda, endüstri mühendislik bilimine gereksinim duymaktadır. O da birtakım formüllere ve bilgisayar programlarının indirgenmiştir. "Bilimsel" mühendislik yerini formül bilgisine, benzetim (simulation) tekniklerine ve vendorlara bırakmıştır.

Kısacası, bizim askeri topluluğumuzun gereksinim duyduğu bilimin birçok kısmı teknik ve yönetsel işler tarafından doldurulmuştur. Mühendislik pratiği, kuşkusuz daha farklı bir düzeyde olmakla beraber 1920 ve 1930' larda olduğu gibi gereksinim duyulduğu biçimiyle algılanmaktadır. Yine gelişmiş silah çalışmalarında fizikçiler Lawrence Lirenmare laboratuvarlarında ve Yıldız Savaşları programında başı çekmektedirler. Mühendislik bilimi lisans programlarında böyle bir düşüş içersindeyken onun yerini ne almaktadır acaba? Son yıllarda "mühendislik tasarımı" canlanmaktadır. Mühendislik ve Teknoloji denetim heyeti (Accreditation Board for Engineering and Technology - ABET), programlarda önemli ölçüde tasarıma yönelmeyi istemekte ve bu tek tek dersler düşünülürken "bilime karşı tasarım" olarak ortaya çıkmaktadır. Tasarım, geçmişte "pratik" olarak isimlendirilenden daha kapsamlıdır, ama askeri işverenlerin programlarda istedikleri de budur. Elektrik mühendisliği tasarımı kökenli dersler elektronik, iletişim ve kontrol sistemleri, otomasyon ve robotik, bilgisayar sistemleri tasarımı ve bilgisayar destekli tasarım konularını kapsamaktadır. Son olarak sıralanan konulardan bazıları bilgisayar destekli üretimle ilişkilidir.

Burada tartışmaya çalıştığım mühendislik bilimi ve mühendislik tasarımının elektrik mühendisliği eğitim programlarında görevli yararlılık durumları değil ama bunlara II. Dünya Savaşı'ndan bu yana verilen önemin "askeri-endüstri-akademik kompleksin ifade ettiği askeri gereksinimlere göre belirlendiği"dir.

Programların elektrik mühendislerinin en geniş işveren kümesinin istekleri yönünde eğitim göstermesi durumunda yanlış olan nedir? Sonuçta elektrik mühendislerinin büyük çoğunluğu askeri işlerde çalışmaktadırlar. Mühendislik okulları çoğu işverenin yeni mühendislerin ne öğrenmesini istediğini öğretmemeli midirler? Diğer bir deyişle, programları belirlemede işverenler, öğretim elemanlarına karşı seslerini nasıl duyurmalıdırlar? Eğer okullardakilerin amacı toplumun gereksinimlerini karşılamaksa, "toplum" nedir? Şirketler? Politikacılar? Askerler

ve onlara iş yapanlar? Öyle görülüyor ki çoğunluğun söz hakkı oldukça az. Mühendislik eğitimcileri, gereksinimlerini karşılamada neden kendi kendilerine yeterli olamamaktadırlar, bu gruplar arasında öncelikle hangisi gereksinimleri belirlemektedir?

Çok fazla mühendislik eğitimcisi, eğitim politikası içerisinde edilgen konumda bulunmaktadır (ulusal politika içerisinde de böyle olduğunu söylemeye gerek yok). Mühendislik okulları ve üniversitelerdeki profesyonel eğitimcilerin "toplum gereksinimlerini" belirlemede ve karşılaşmadaki sorumlulukları nedir?

Askeri-endüstriyel-akademik kompleks deyimi birçok eğitimci için ümit verici değildir. Geleneksel akademik değerlerin kötüye kullanımı anlamına gelmektedir. Gerçeği araştıran üniversiteler, teknoloji politikası üzerinde çok az etkisi olan büyük çoğunluğun gereksinimlerini ortaya çıkarmaya çalışmamalı mıdır? Ya da üniversiteler güç odaklarının istekleri tasarımları yaparak hizmetçi gibi mi davranmalıdırlar? Kendi kendinin sürdürücüsü olan silahlanma yarışı, her yanında politik, askeri ve akademik biçimler bulunan kararsız bir geri besleme sistemi gibi değerlendirilebilir. Akademik çevrelerin silahlanma yarışında çıkarları söz konusudur; ancak silahlanma yarışını kızıştıran mekanizmaları en iyi anlayabilecek ve bu kısır döngüyü kırmaya etik olarak en çok zorunlu olan odur.

Akademik topluluk, mühendislik öğrencilerine nükleer yıkımın kaçınılmaz olmadığı ve kendi iş seçimleri ve profesyonel etik bazı değerleri benimseyerek bir değişiklik yapabilecekleri anlayışını vermekle, özellikle zorunludur.



SONUÇ

II. Dünya Savaşı'ndan bu yana elektrik mühendisliği eğitiminin büyük ölçüde "askeri-endüstri-akademik" kompleks tarafından ifade edilen askeri gereksinimlere göre belirlendiği öne sürüldü. Askeri destek, genelde üzerinde birleştiği gibi, savaş sonrası gelişimi hızlandırmakla kalmayıp onu şekillendirdi.

Gelişmekte olan bir teknolojinin izleyebileceği birçok yol vardır. Amerika'daki eğitimciler askeri yolu seçtiler ve biz dünyamızı ileriye götürdüğü varsayılan, mikrodalga fırından jet uçaklarına, robotlarla üretime kadar değişik yan ürünlerle gurur duyduk.

Ama baştan doğrudan dünyamızı geliştirmeyi amaçlayan, teknoloji ile toplum arasında, ekolojik çevre arasında ve üçüncü dünya gelişimi arasında uyum sağlamayı amaçlayan daha farklı bir yol izlediğimizi varsayalım. Böyle bir seçim, ille de bugünküne göre düşünsel olarak daha az kapsamlı, bilimsel düzeyi daha düşük, tasarıma daha az yönelik olmayan daha farklı bir programa yol açacaktı. Böyle bir uyuma ulaşma amacı öğrencileri, bugün askeri kazanımların gösteremediği bir yönelişin içine çekebilirdi. Barış içinde bir dünya görüşü aşılayabilirdi. Varolan eğitim programları bunu yapamamaktadırlar.

Kaynaklar

- (1) M. R. Smith, Ed., *Military Enterprise and Technological Change*. Cambridge, MA: MIT Press, 1985. p. 20.
- (2) S. ö. Douglas, "The navy adopts radio," in (1)
- (3) Michal A. McMahon, *The Making of a Profession: A Century of Electrical Engineering in America*. New York: IEEE Press, 1984, pp. 232-233.
- (4) H. M. Sapolsky, "The office of no return?: the office of naval research and the issue of relevance." Presented at the Workshop of Military and Post-War Academic Science, The Johns Hopkins University, Department of History of Science, Apr. 1986.
- (5) N. Reingold, "Vannevar Bush's new deal for research," JHU Workshop in (4); also prepared for Amer. Acad. Arts and Sci., *Study of Knowledge in American Society*.
- (6) R. Barnett, *The Economy of Death*. New York: Atheneum, 1969, p. 116.
- (7) S. Melman, *The Permanent War Economy*, New York: Simon and Schuster, 1974.
- (8) D. Nobel, "Academia incorporated," *Science for the People*, Jan. Feb. 1983.
- (9) A. M. McMahon, "Big science technology and the universities: NASA and MIT in the 1960s," JHU Workshop in (4).
- (10) S. A. Glantz, and N. V. Albers, "Department of Defense R&D in the university," *Science*, vol. 186, Nov. 22, 1974, pp. 706-711.
- (11) For example, weapons R&D took place at Research Laboratory of Electronics and Lincoln Laboratory of MIT, Jet Propulsion Laboratory of Caltech, Applied Physics Laboratory of Johns Hopkins, and Stanford Electronics Research Laboratory.
- (12) T. J. Misa, "Military needs, commercial realities, and the development of the transistor," in (1).
- (13) A. M. McMahon, (3). p. 229.
- (14) P. B. Stares, *The Militarization of Space*, as reviewed and quoted by Keith L. Nelson in *Science*, vol. 233, Aug. 1.1986.
- (15) *The New York Times*, Dec. 14, 1967, p. 6.
- (16) "MIT's March 4: scientists discuss renouncing military research," *Science*, vol. 163, (News and Comment), Mar. 14, 1969.
- (17) For example, at the University of Pennsylvania, a biological warfare project ("Spicerack") was finally terminated due to protest. See "University of Pennsylvania: it's had to kick the habit," *Science*. Jan. 13, 1967, (News and Comment), Apr. 19, 1985.
- (18) *The New York Times*, (Science Times), May 13, 1980.
- (19) *Science*, vol. 228, (News and Comment), July 25, 1986.
- (20) *The Washington Post*, May. 14, 1986, p. A3.
- (21) *Science*, vol 233, (News and Comment), July 25, 1986.
- (22) This question may have a familiar ring to educators who remember the surprisingly smooth transition from warbased to peacetime academic pursuits. A better question at the war's end would have been how can academic engineering now move so as best to bring technology into line with the needs and hopes of humanity at large?
- (23) See, for example, A. Lovins, "Energy strategy the road not taken?." Chap. 2 in his *Soft Energy Paths*. New York: Ballinger, 1977.
- (24) D. Nobel, "Command Performance," in (1).
- (25) For a Critique, see N. Balabanian, "Presumed neutrality of technology," *Society*, Mar./Apr. 1980; rpt. in J. H. Schaub and S. K. Dickison (eds.), *Engineering and Humanities*. New York: Wiley, 1982.
- (26) See, for example, Stuart W. Leslie, "Redefining post-war science and engineering at Stanford," JHU Workshop, (4). See also, McMahon, (3).
- (27) McMahon. (3), p. 234.
- (28) Grinter, L. E., (ed.), "Report on evaluation of engineering education," *Journal of Engineering Education*, Sept. 1955. See also, (3), p. 235 ff.
- (29) Examples of this series include: Guillemin's *Introductory Circuit Theory*, two volumes on electronics by Zimmerman and Mason, two on electromagnetic fields and waves by Fano, Chu and Adler, and one by White and Woodson on electromechanical energy conversion.
- (30) E. A. Walker, et al., "Goals of engineering education," *Journal of Engineering Education*, Jan. 1968, pp. 369-416
- (31) For a more extensive critique of the Goals report, see N. Balabanian, "The essential focus of engineering education-the individual student," *IEEE Trans. on Education*, vol. E-12, Mar. 1969, p. 1-3.
- (32) A. M. McMahon. (3). p. 233.
- (33) M. R. Smith, (1), p. 12 ff.