

MAKALE

TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ

Prof. Dr. Macit TOKSOY

1949'da Ödemiş'de doğdu. 1972'de İ.T.Ü. Makina Fa-kültesi'nden mezun oldu. 1976 yılında, Ege Üniversitesinde doktorasını tamamladı. Dokuz Eylül Üniversitesi'nde, 1985 yılında doçent, 1991 yılında profesör oldu. Halen bu üniversitede çalışmakta ve Fen Bilimleri Enstitüsü'nde Müdürlük yapmaktadır. 1978-1980 yıllarında North Carolina State University'de Misafir Asistan Profesör olarak çalıştı. Faz değişimli ısı transferi, endüstriyel enerji problemleri ve makina mühendisliği eğitimi akademik ilgi alanlarıdır. 50'den fazla bilimsel yayının yazarıdır.

ÖZET

Ülkemizde son dört yıldır çeşitli platformlarda "Tesisat Mühendisliği Eğitimi" tartışılmaktadır. Söz konusu tartışma bizde olduğu gibi, ASHRAE toplantılarında da görülmektedir. Bu bildiride, Ülkemizde ve son altı yıllık ASHRAE yayınları (Transactions) kaynak alınarak, ABD'de, tesisat mühendisliği eğitiminin üzerinde durulmasının ana nedenleri, tartışmaların eğitime katkıları, eğitimin modellenmesi ve organizasyonu sorunları üzerinde genel bir değerlendirme yapılmaya çalışılmıştır.

GİRİŞ:

YAKIN GEÇMİŞE BİR BAKIŞ

Burada ele alınan konu, ısıtma, havalandırma iklimlendirme ve soğutma (HVAC-R) endüstrisine, bir meslek adamı olarak girmek üzere olan makina bölümü mezunu genç bir mühendis, hangi beceri ve bilgilere sahip olmalıdır sorusu ile ilgilidir. Tesisat mühendisliği alanında eğitim tartışılırken, bu alanda çalışan makina mühendislerinin yanında, mimarların ve teknisyenlerin eğitimleri de incelenmesi gereken konulardır. Burada sadece makina mühendislerinin eğitimi ele alınacak, diğer konularda bazı referanslar verilmeye çalışılacaktır.

Tesisat mühendisliği eğitiminin Ülkemizde tartışılması, tesisat mühendisliğinin özel bir uzmanlık dalı olduğu tartışmasından sonra gündeme gelmiştir. Mühendis ve Makina dergisinde 1991 yılında başlatılan bu tartışma (2,3), benzeri anlamda Tesisat Mühendisliği dergisinde devam etmiştir (1,4,5). 1993 senesinde yapılan I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresinde, tesisat mühendisliğinin tanımı, işlevleri ve eğitimi, ayrı ayrı panellerle ele alınmış ve sunulan görüşler Paneller Kitabında (6) yer almıştır.

1993-1994 yıllarında Tesisat Mühendisliği Derneğinin (TMD) kurulması, tesisat alanında yedi derginin Isı Bilimi ve Tekniği Derneği Dergisi, Termo-Klima, Tesisat Mühendisliği, Termodinamik, Tesisat, Doğal Gaz, Yangın) yayınlanmaya başlaması, ülkemizde görülmeyen bir ilgi ve katılımla 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi'nin gerçekleşmesi, teknik toplumumuzun konuya verdiği önemi açıkça ortaya çıkmaktadır. Makina Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, Profesyonel Tesisat Mühendisliği ve Tesisat Mühendisliği Eğitimi kurumsallaşması çalışmalarını sürdürmektedir. (Bu arada bir gözlemimizi de Üniversitelerimizden konuya olan ilgilerini belirtmesi açısından aktarmak istiyoruz: Çoğunluğu öğretim üyeleri tarafından verilen bildirimlerden oluşan I ve 2. Makina Mühendisliği Eğitimi Sempozyumlarında (1991 ve 1993) Tesisat Mühendisliği konusunda tek bir çalışmaya rastlanılmamıştır.)

Bir anlamda Profesyonel Tesisat Mühendisliği Organizasyonu gereğini ortaya koyan bu çalışmaların paralelinde, eğitimin de ele alınması doğaldır. Bu tartışmayı doğuran ve Tesisat Mühendisliği eğitimine önem verilmesini gerektiren sebepler, söz konusu yayınlardan (1-8), aşağıdaki gibi özetlenebilir.

* Tesisat Mühendisliği alanında verilecek hizmetlerde, özellikle büyük hacimli yapılar için, yabancı mühendislerle rekabet edecek düzeyde iyi eğitilmiş mühendis ve teknisyenlere gereksinim vardır. (KÜÇÜKÇALI, 2). Mevcut eğitim programları bu ihtiyacı karşılamamıştır. (Bu aktarım Tesisat Mühendisliği Kongrelerinin temel amacıdır.)

* Ülkemizde yapılmış ve halen çalışmakta olan tesisatlarda görülen eksiklik ve aksaklıkların tamamı eğitim ve yetişmiş eleman yetersizliğinden kaynaklanmaktadır. (ÖZKOL,3).

* Ülkemizde bilgi yerine, diploma derecesine dayanan uygulama yapma yetkisinin verilmesi anlayışı yerleşmiştir. (TOKSOY, 3;7 ve OKUTAN.8). Yeterli deneyim ve bilgi birikiminden yoksun yeni mezunlara proje ve uygulama yapma yetkisi tanınması yanında, eğitimde temel mühendislik derslerini almamış ve yeterli düzeyde okumamış teknisyenlere dahi kanunlarla bu yetkilerin verilmeye çalışıldığı görülmektedir. Yetki toplumu yerine bilgi toplumu olma çabası yine eğitim üzerine ciddi olarak durulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

ABD'de Tesisat Mühendisliği Eğitimi konusunda ASHRAE, National Science Foundation ve The National Society of Professional Engineers kuruluşlarının oluşturduğu Workshop'ta (9) başlayan ve devam eden çalışmaların temel sebeplerinden bazıları da aşağıda sunulmuştur.

* Endüstrinin gereksinim duyduğu eğitim üniversitede verilmelidir. Çünkü pek çok firma yeterince büyük olmadığı için ilgili alandaki mesleki eğitimi sağlayamamakta (10), büyük firmalar ise bu eğitime yeterli kaynak ayırmamaktadırlar (11).

* Akademik kuruluşlarda HVAC-R eğitiminin ihmal edilmiş ve yabancı rekabet -ülkemizdeki gibi- ciddi boyutlara gelmiştir (2). HVAC-R araştırmalarının ve ilgili tasarım ağırlıklı eğitimin ihmal edilmesinin öngörülen sebepleri, eğitim stratejilerinin değişimi ve etkileşimi açısından çok ilginçtir.

Verilen analize göre ABD'de 1950 yıllarına kadar, mezunların mevcut endüstriyel projelerin hemen içine girmelerini sağlamak amacıyla, eğitimde endüstriyel uygulamalara yönelik tasarım dersleri yer almaktadır. Daha sonraki yıllarda eğitimde mühendislik bilimlerine ağırlık verilmiştir. Bu seçim uzay yarışı gibi analitik bilgilere fazla gereksinim duyan endüstri için yararlı olmuştur. Bu yıllarda HVAC eğitimi mimarlık ve mimar mühendislik programları içerisinde yer almıştır.

* Ülkemizde geçerli olan ve açıkça söylenmeyen bir başka neden ise, HVAC-R alanında var ve gerekli olan bilginin sürekli artması, akademisyenlerinde, HITECH tanımının daha çok kullandığı alanlarda (Robotics gibi) araştırmaya yönelmeleri nedeniyle, bu bilgileri aktarmakta yetersiz kalmasıdır (11): Laboratuvarlara HVAC-R ile ilgili düzenler alınacağına, HITECH tanımına uygun robotlar, bilgisayarlar alınmaktadır.

EĞİTİM VE ARAŞTIRMA PROGRAMLARININ OLUŞUMU, DEĞİŞİMİ VE GELİŞMESİ

Tesisat mühendislerinin eğitimi makina mühendisliği eğitiminin ve nihai olarak en genel anlama eğitiminin bir alt kümesi olduğu için, önce bir eğitim programının oluşumu, değişimi ve gelişimi üzerinde durmakta yarar vardır.

Mühendislik alanında eğitim ve araştırma programlarının oluşumu, değişimi ve gelişimi, endüstri ile üniversite arasındaki, meslek organizasyonları ile merkezi ve yerel yönetimler ve bu yönetimlerin sorumluluğu altında çalışan organizasyonların yönlendirdiği, ilişkilere bağlıdır. Genel olarak mühendislik alanındaki bilgi ve teknolojinin artması, yeni mühendislik eğitimi alanlarının ortaya çıkmasına neden olurken, endüstriyel gelişimin yönüne bağlı olarak mevcut programlara verilen önemin değiştiği de gözlenmektedir. Uzay teknolojisi yarışı içinde HVAC-R eğitimi ve araştırması geri kalmış, ortaya çıkan yabancı rekabetin ilgili endüstriyi zorlaması ile bu alana önem verilmesi gereği ortaya çıkmıştır.

Mühendislik alanında spesifik bir eğitim programının, değişmesi ve gelişmesi için günümüzde yapılan çalışmaların iki temel amacı vardır.

AMAÇ 1. Endüstrinin o alanda yetişmiş insan gücü gereksiniminin karşılanması.

AMAÇ 2. Endüstrinin ve ilgili mesleğin gelişmesinin sağlanması, Teknolojik ve bilimsel gelişme.

Eğitim tartışılırken bu iki temel amaç, programın cinsine göre (lisans (teknoloji-bilim), sürekli eğitim, yüksek lisans) dengeli bir şekilde, daima birlikte ele alınmalıdır.

Mühendislik teknolojisi programları, geliştirilirken, ikinci amacın daha az önemsendiği görülmektedir. Örneğin New Jersey Kean College'da Tesisat Mühendisliği alanında, "Mechanical Contracting" adı altında geliştirilen program, doğrudan endüstrinin gereksinimini karşılamaya yöneliktir (13). ABET kriterlerinin belirlediği sınırlar içinde şekillendirilen makina mühendisliği programları içerisinde ise, ikinci amaç öne çıkarken sınırlı sayıda seçime bağlı dersler ile tesisat endüstrisinin istediği formasyon verilmeye çalışılmıştır (12,14,15). Lisansüstü programlar ise tamamen ikinci amaca yöneliktir.

Yukarıda verilenlere kısaca bir başka görünüm ilave edilmelidir: Eğitim bir ürettir. Diğer mal ve hizmetlerde olduğu gibi hem teknik olarak hem ekonomik olarak planlanması gerekir: Ürünün özelliklerini, serbest piyasa içerisinde, talebin karakteri belirler.

Dikkat edilirse bu bölümde şimdiye kadar söylediğimiz her şey Amerika Birleşik Devletleri'ndeki eğitimi oluşturan, değiştiren ve geliştiren unsurlardır. ABD'ye ait daha başka gözlemleri de aktarmak mümkündür:

* Başkan Carter zamanında yeni enerji kaynakları ve çevre problemlerine önem veren bir politikanın izlenmesi, hemen hemen her üniversitede bu alanlardaki araştırmaların diğer alanlara göre çok ağırlıklı boyutlara ulaşmasına neden olmuştur: Öğretim üyeleri bu alanda araştırma desteği bulabilmiş ve Solar Energy dergisinden görüleceği üzere, pek çok araştırma yapılmış ve yayınlanmıştır.

Başkan Regan'ın Yıldızlar Savaşına dönmesi, alternatif enerji kaynakları konularındaki yapılan çalışmaların bir anda neredeyse yok etmiştir. Solar Energy dergisi de, bugün, üçüncü dünya ülkelerinden gönderilen yazılarla yayın hayatını sürdürmeye çalışan üçüncü sınıf bir dergi görünümündedir.

" Araştırmanın olmadığı yerde iyi eğitim olamaz. Araştırma kaynağı ise genellikle endüstrinin verdiği desteklerden oluşmaktadır. Öğretim üyesi, endüstriye karşı, onun istediğini yerine getirmek üzere taahhütte bulunmakta ve böylece araştırmanın parasal desteğini elde edebilmektedir. Bu finansı elde eden öğretim üyesinin hem kendisi, hem de bu kaynak ile desteklediği öğrencileri çok iyi çalışmak zorundadır. Bu yüzden çok iyi öğrencileri seçmek durumundadır. Bu seçiminde ne kadar başarılı olursa o kadar iyi araştırmalar yapabilir. Bu hem kendisinin üniversitede kalmasını sağlar hem de yeni araştırma fonları ve iyi öğrenciler bulmasına imkan

verir. Bu öğretim üyesinin akademik, aslında ekonomik yaşam savaşdır.

Endüstri hem ulusal hem de uluslararası rekabet içinde yeni teknolojiler yaratmak zorundadır. Bunun için en iyi öğretim üyelerini seçer. Aksi, kaynaklarını boşa harcayarak yok olması demektir.

* Bir öğrenci iyi eğitimin verildiği üniversiteyi seçmek zorundadır. İyi eğitim, endüstrinin istediği yapıda eğitim veren yerdir. Öğrenci bu eğitimi alırsa endüstride iş bulabilecektir.

Yukarıda belirtildiği gibi bütün bu özellikler Amerikan eğitim sisteminin dinamik özellikleridir. Ülkemizdeki üniversite eğitimi için aynı dinamiklerin mevcut olduğu söylenebilir mi? Bir öğretim üyesi olarak bu soruya evet diyebilmeyi çok isterdim.

Kişisel olarak beni en çok şaşırtan konu ise, üretim faktörleri (giriş verileri) tamamen başka olan benzeri iki transformasyon işleminin sonuçlarının da aynı olması gerektiği beklentisi ile, üniversitelerimizin teknoloji ve bilim üretimindeki başarısının gelişmiş ülkelerle karşılaştırılmaya çalışılmasıdır.

ABD'de TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ İLE İLGİLİ EĞİTİM

Amerika birleşik devletlerindeki tesisat mühendisliği alanına yönelik eğitim hizmetleri örgün öğretim - üniverteler- ve sürekli eğitim-meslekiçi eğitim alanlarında sürdürülmektedir.

Lisans Eğitimi

Belirtilen kaynakların ışığı altında (10-15) lisans eğitimi sırasında tesisat mühendisliği alanına yönelik iki türlü eğitimin verildiği görülmektedir.

1. Teknoloji Programları (Engineerin Technology)

Bunlardan ilki, daha önce bahsedildiği gibi, 1988 yılı için tek örnek olarak sunulan, Kean College'daki Teknoloji Bölümünün "Mechanical Contracting" programıdır (13). EK 'de ders yapısı görülen bu program, bütünü ile tesisat mühendisliği alınma yönelik olarak hazırlanmıştır. Programın içerisinde yer alan derslerin %50'sini genel eğitim, %17'sini ana teknik, %25'ini mekanı konstrüksiyon, %10'unu da danışman önerisi ile seçilen dersler oluşturmaktadır. Bu program American Council for Contruction Education tarafından onaylanmıştır. Benzeri bir program örneği özelliklerinden EK2'de bahsedilen Montana Tech.'deki enerji opsiyonunda görülmektedir.

2. Mühendislik Bilim Programları (Engineering Science)

İkinci tür lisans eğitimi ise makina mühendisliği eğitimi içerisinde tesisat mühendisliği alanındaki seçmeli derslerin öğrencilere verilmesiyle oluşturulmaktadır. Ancak ABET kriterlerine göre belirlenene makina mühendisliği eğitimi programları içerisinde, temel derslerin dışında, tasarıma yönelik seçmeli derslerin sayısının çok fazla olmasının mümkün olmadığı görülmektedir. (EK 3) (11). Sayıca yeterli ders açılabilse bile öğrencinin bu derslerinin tamamını alması, eğer tesisat mühendisliği alanında işi hazır değilse, söz konusu olmayacaktır. Öğrenci birden fazla sahada ders alarak kendisini, iş ararken daha rahat pazarlayabilecektir (11).

Bu makalede sınırlı sayıda program göz önüne alındığından, herhangi bir genellemede yanlışlığa düşmemek için, incelenen programların arakesitlerinin çıkarılması yoluna gidilmemiştir. Ancak uygulamaları göstermek üzere değişik yaklaşımlar EK 2'de verilmiştir.

ABD'de makina mühendisliğinin dışında, mimarlık lisans eğitiminde de HVAC tasarım derslerinin önemi üzerinde durulmaktadır. HVAC sistemlerinin mimari tasarıma etkilerinin bilinmesi, mimarın önerdiği tasarımı değişik açılardan değerlendirilmesi, bir ekip olarak beraber çalıştıkları makina mühendislerinin karşılaştıkları sınırlamalara karşı duyarlı olabilmeyi sağlamak (16), ve ısı çevre duyarlılığını geliştirmek (17) amaçlarıyla HVAC sistem tasarımı derslerinin programlarda yer aldıkları görülmektedir.

Yüksek Lisans Eğitimi

Bazı bölümlerde, tasarıma yönelik derslere lisans programları içerisinde daha fazla yer verilememesi nedeniyle bu derslerin lisansüstü programlara kaydırıldığı görülmektedir (12). Ancak ABD'de lisansüstü eğitim, desteklenmiş araştırmalarla bütünleşir. Bu nedenle, araştırmanın karşısında tasarıma yönelik bir eğitime maddi destek bulunmasının güç olduğu, ne destek veren kuruluşların ne de üniversite yöneticilerinin buna ilgi duymadıkları belirtilmiştir (15).

Sürekli Eğitim:

Tahmin edildiği kadarı ile ABD'de, Makina Mühendisliği bölümlerinin çoğunluğunda, programların yapısı mühendislik bilimine yöneliktir. Yukarıda örneklendiği gibi tesisat tasarımına yönelik dersler her ne kadar programlar içerisinde entegre edilmeye çalışılsa da, dört senede ilgili eğitimin istenilen seviyeye çıkarılması mümkün değildir. Ancak ABD'de ASHRAE gibi meslek kuruluşlarının, yalnız veya üniversiteler ile birlikte düzenledikleri, örgün kurslar (Classroom-Based Courses, CBC) ve mühendislerin kendi kendilerini yetiştirdikleri kursla (Self-Directed Learning courses, SDL), tesisat mühendisliği sahasında çalışacak mühendislerin eksikliklerini tamamlama yönünde büyük bir imkan tanımaktadır.

Örnek olarak vermek gerekirse, Sürekli Eğitim Komitesi (CEC), aşağıda verilen iki semineri 1994 Bahar Dönemi Profesyonel Gelişme Seminerleri olarak düzenlemiş ve üç kendi kendine çalışma paketini mühendislere sunmuştur (18).

Seminerler:

Fundamentals of Air Conditioning Process

(30 hr)

Fundamentals of Heating and Cooling Load Calculation

Kendi Kendine Öğrenme Paketleri:

Fundamentals of Industrial Ventilation

Energy Efficient Design of Water Systems

Energy Efficient Design and Retrofit of Air Systems

önümüzdeki beş yıl için CEC'nin planladığı yeni kurs sayısı 50'dir (18).

TÜRKİYE'DE EĞİTİM

Bu bölümde kullanılan üslup, bardağın boş tarafını işaret eden eleştirel bir üsluptur. Bu üslubu seçmemin sebebi ne bir öğretim üyesi, ne de bir meslek adamı olarak, içinde yer aldığım üniversiteyi ve meslek kuruluşlarını karalamak veya aşağılamak değildir. Sebep, daha iyiye, daha hızlı gitmenin yollarını arama çabasıdır.

Bu nedenle burada Tesisat Mühendisliği eğitimi ile ilgili ülkemizdeki yapının ne olduğu konusunda durmak istemiyorum.

Tesisat mühendisliği ile ilgili mevcut yapı, 3-4 yıl önceki durumu belirseler de fazla bir değişim olmadığı varsayıldığında, literatürde (1-6) yer almaktadır.

Bu bilgilere ilave etmek istediğimiz tek şey, ısıtma havalandırma, iklimlendirme gibi derslerin zorunlu veya seçmeli olarak programlarda yer aldıkları görülmesine rağmen, genel olarak bu derslerin işleyiş ve içerik açısından ABET tarafından tanımlanan tasarım dersleri kriterlerine genellikle uymadıklarıdır.

Üzerinde durmak istediğimiz konu makina mühendisliği eğitimi ve daha genelinde üniversite eğitimidir. Çünkü üniversite eğitiminin ve dolayısıyla makina mühendisliği eğitiminin sorunları çözülmeden, tesisat mühendisliği eğitiminin tartışılabileceği inancı içinde değilim. Tekil olarak tesisat mühendisliği eğitimi sorunlarını mevcut yapı için çözüme kavuşturma çabası, şekilsel değişikliklerin dışında bir anlam ifade etmeyecektir.

Ülkemizdeki makina mühendisliği programlarının uzunluğu (toplam saat olarak) göz önüne alındığında, tesisat mühendisliğinin gerektirdiği eğitimi, bu programlar içinde istenildiği şekilde yapabileceğimiz konusunda hiç bir şüphenin olmaması gerektiği söylenebilir. Çünkü ABD'de sürdürülen programlarda, sosyal dersler dışında 110-120 saatlik ders yer alırken, ülkemizde 160 saate ulaşan programlar uygulanmaktadır. Bir başka deyişle ülkemizde dört yıllık eğitimde ABD'deki eğitime göre beş yıllık ders okutulmaya çalışılmaktadır.

O halde sorun nedir?

Sorun, Unesco temsilcilerinin belirttiği gibi "Tanrının yaratma becerisini, insanların böyle bir eğitimi alabilmesini müktedir kılacak kadar geliştirilmemiş" olmasındadır (19)

Bu çok ciddi eleştiriyi burada dile getirmemizin nedeni, üniversitelerimizdeki eğitim programlarımızın yaygın temel özelliğini vurgulamaktır. Bu temel özellik, çağdaşlarıyla kıyaslanması mümkün olmayan eğitim araçları- kitaplar ile desteklenen bir eğitimle, hemen hemen her şeyin sınıfta öğretilmeye çalışılmasıdır, "fazla ders koymaz isek, vakitlerini kahvehanelerde geçirirler" sözünü iştmiş bir öğretim üyesi olarak, sanırım bu yargıya varmada haklı sebeplerim olmalıdır.

Ülkemizde, "öğrenci" kelimesi "öğretilenci" kelimesi ile yer değiştirmelidir. Çünkü eğitim prosesinde insanımızın etken değil edilgen durumdadır.

Eğitimin en temel amacı olan, insanın kendi kendini yetiştirme yeteneğinin geliştirilmesi ögesi eğitimimizde hemen hemen göz ardı edilmiştir. Pek çoğu gelişmiş ülkelerde eğitim görmüş, eğitim ve araştırma faaliyetlerine katılmış öğretim üyelerimizin bu konuyu gündem dışı tutmalarının elbette bir nedeni olmalıdır. O neden, çağdaş anlamda eğitim aracı olarak kullanılabilecek ders kitaplarının olmayışıdır. Bu eksiklik herhangi bir yöntemle giderilmedikçe, öğrencilerimiz "öğretilenci" olmaya devam edeceklerdir.

Alabama Üniversitesi Makina Mühendisliği Bölümü eğitim programının 8. yarıyılında yer alan ikinci HVAC-R

tasarım dersinin ders kitabı ASHRAE FUNDAMENTALS, yardımcı kitapları ise Handbook of REFRIGERATION, Handbook of SYSTEMS, Handbook of Applications, Handbook of EQUIPMENTS ve imalatçıların kataloglarıdır (11). Böyle bir dersi planlamış olsak bile, bir yarıyıl sonunda aynı kitapları kullanmadıkça başarılı olabilir miyiz.

Eğitim programlarımızın bir başka özelliği ise programların tamamen öğretim üyeleri tarafından oluşturulması, bu sürece ilgili endüstrinin ve meslek kuruluşlarının katılmamış olmasıdır.

Programların oluşturulması veya geliştirilmesi ile ülkemizin endüstriyel gelişme stratejisi arasında büyük bir benzerlik vardır: Bu benzerlik ise yarışma içinde yaratma yerine, sadece yaratılması tekrarlamaştır. Eğitim programlarımızın üçüncü özelliği ise, sonuçlarının dış denetimden yoksun oluşudur.

Kısaca, sonuçlarıyla tüm toplumumuzu etkileyen, ancak toplum tarafından finanse edilen, organizasyonundan denetimine kadar bütün sorumluluğuyla öğretim üyelerine terk edilen, verimliliği, üretkenliği, çağdaşlığı ve gerekliliği bilinmeyen bir eğitim.

Ülkemizde üniversite dışında yürütülen organize olmuş sürekli eğitim yapılaşmasından da olumlu olarak bahsetmek mümkün değildir. Bilindiği kadarıyla HVAC konusunda şimdiye kadar biri 1989 da İzmir'de diğer 1990 da İstanbul'da olmak üzere sadece iki seminer, Makina Mühendisleri Odasının İlgili Şubeleri tarafından düzenlenmiştir.

"Öğretim Üyesinin ders yükü aşırı olmamalıdır. İyi bir öğretici ve araştırmacı olmalıdır. Öğrenci düşüncesini uyarması, gayrete getirmesi için sürekli ve enerjik bir şekilde teknolojiye ve bilimdeki yeni gelişmeleri ve öğretim tekniklerindeki yenilikleri incelemelidir (20)

"Genel olarak, üniversitenin sosyal sözleşmesi -hemen hemen hiç yazılmaz- iyi anlaşılır: Üniversitedeki öğretim üyelerinden, zamanlarının yarısını öğretim ile ilgili uğraşlara, diğer yarısını ise araştırma ile ilgili çalışmalara yönlentmeleri beklenir. Öğretimin de yarısı lisans öteki yarısı lisansüstü düzeyde olmalıdır (21).

SONUÇ: NE YAPMALI

1. Eğitim de ekonomik bir faaliyettir. Özellikle kaynakları sınırlı olan ülkemizde eğitimin bu karakteri hiç unutulmamalıdır. Bu açıdan:

a. Tesisat mühendisliği alanında ne kadar insanın, nerede, kimin tarafından ve nasıl yetiştirilmesi gerektiği belirlenmelidir. Bunun yapılmış örnekleri vardır (22)

b. Kalite kontrolsüz üretim olamaz. Üniversite üretiminin kalite kontrolü, üniversite dışından yapılmalıdır. Bu denetim, hem eğitilmiş insanın vereceği hizmetlerden yararlanacak toplumun, hem mesleğin, hem meslek adamının çıkarlarını koruyacaktır.

2. Tesisat mühendisliği alanında temel, tasarım ve uygulama bilgilerinin, dinamik bir yapı içerisinde, çerçevesi çizilmelidir.

Gerek lisans seviyesinde gerek yüksek lisans seviyesinde tesisat mühendisliğine yönelik temel ve tasarım derslerinin minimum gerekleri belirlenmelidir. Üniversite dışında sürekli eğitim olarak, üniversite programlarına alınamayan bilgilerin hangi ortam ve araçlarla mühendislere aktarılacağı ve bu sürecin gerekleri tespit edilmelidir.

3. Eğitimin fiziksel imkanlar dışında üç ögesi vardır. Öğrenci, öğretim üyesi ve organizasyon-kurum. Yukarıda iki maddede verilen çalışmalarını yapmak üzere tesisat mühendisliği alanında ülkemizde bir organizasyon yoktur.

Meslek odası olarak Makina Mühendisleri Odası bu organizasyonun kurulmasına önderlik etmelidir. Ülkemizde tesisat mühendisliği alanında faaliyet gösteren birçok dernek vardır.

Makina Mühendisleri Odasının yasal konumu, odamızın ve derneklerimizin üyelerinin profesyonel başarıları, bu organizasyonun kurulması için gerekli bileşenleri fazlasıyla içermektedir.

Makina Mühendisleri Odası, işlevsel faaliyetler olduğu unutulmamalıdır. Bu tür organizasyonlar amatör yaklaşımlarla kurulur, profesyonel olarak devam eder. Tümüyle gönüllülük ve "parite" (eşitlik) esasına dayanan organizasyonların yaşaması ve basana ulaşması mümkün değildir.

5. Tesisat Mühendisliği Eğitimi, tüm diğer mühendislik dallarının eğitiminden daha önemlidir. Çünkü: İnsanlar her türlü faaliyetlerini, sadece tesisat mühendisliği kurallarının tam olarak uygulandığı hacimlerde, sağlıklı ve üretken biçimde gerçekleştirebilirler.

[bakınız: 1](#)

EK-1: New Jersey Kean Koleji "Mekanik Projelendirme Teknolojisi Programı [13.]

GENEL EĞİTİM KOŞULLARI		62/63
Ders	No.	Ders Saatleri
TOPLAM SAAT		20
Kompozisyon	ENG 1020	3
Modern Dünyanın Oluşumu	GE 1100	3
Entellektüalizm ve Kültürel Gelenekler	GE 1200	
İnceleme ve Araştırma	GE 2020	
Dünya Edebiyatının Dönüm Noktaları	GE 2203	
Fizik I	PH 2091	
Birinci Sınıf Seminer	ID1001	
SOSYAL BİLİMLERİ		12
İngilizce	STM 1900	3
İngilizce		
Güzel Sanatlar		
Yabancı Dil		
Müzik		
Felsefe		
SOSYAL ve DAVRANIŞ BİLİMLERİ		12
Ekonomi	EC 1020	3
Ekonomi	EC 1021	3
Genel Psikoloji	PS 1000	3
Tarih		
Siyaset Bilimi		
Sosyoloji		
FEN BİLİMLERİ		4
Fizik II	PH 2092	3
MATEMATİKSEL BİLİMLERİ		3
Üniversite Cebiri ve Trigonometri	MA 1052	3
SAĞLIK DİSİPLİNLERİ		2/3
Sağlık Eğitimi		
Beden Eğitimi		
İLGİLİ EK DERSLER		9
Cebir	MA 2411	3
Analitik Geometri	MA 1053	3
Bilgisayar Aritmetiği ve Algoritması	CS 1031	3

[bakınız: 2](#)

EK-1: New Jersey Kean Koleji "Mekanik Projelendirme Teknolojisi Programı [Devamı]

Ders	No.	Ders Saatleri
TEMEL TEKNİK DERSLER		12
Endüstriyel Teknolojiye Giriş	T 1901	2
Teknik Resim	T 1200	4
Teknik Dökümanların Hazırlanması	T 2900	3
Malzeme	T 2403	3
İHTİSAS DERSLERİ		33
HVAC Ekipmanları	T 2805	3
Konstrüksiyon Çizimlerin Yorumlanması	T 2810	3
Yapı ve Borulama Sistemi Tasarımı	T 2820	3
Mekanik Projelendirme İçin Tahmin Yöntemleri	T 3830	3
Mekanik Konstrüksiyon Uygulamaları	T 38.35	3
Yapı ve Çevre Sistemi Tasarımı I	T 3840	3
Yapı ve Çevre Sistemi Tasarımı II	T 3850	3
HVAC Kontrol Sistemleri	T 3855	3
Taahüt Hukuku	T 4810	3
Taahüt Proje Yönetimi	T 4835	3
Taahüt Mahiyesi	T 4840	3
YÖNETİM		15
Muhasebenin Prensipleri	MS 2200	3
Personel Yönetimi		3
Temel Pazarlama		3
İstatistiğe giriş ve kalite kontrol		3
Endüstriyel Satın alma		3
DANIŞMANIN ÖNERECEĞİ DERSLER		12
Seçmeli Ders I		
Seçmeli Ders II		3
Seçmeli Ders III		3
Seçmeli Ders IV		3
Toplam Krediler		134/135

EK 2: ABD'de HVAC eğitimi ile ilgili uygulamalar:

1. Miami University, Makina Mühendisliği Bölümü [12].

Öğrenci 4 yılda "HVAC Technical Courses" adı altında açılan ve aşağıda verilen 6 dersten üçünü seçmek zorunda olup, ayrıca iki dersten oluşan (two-course sequence) ısı sistemler tasarımı projesini yapmak durumundadır.

Lisansa:

Thermal Environmental Engineering
HVAC

Yüksek Lisans:

Heat Transfer
Solar Energy Utilization
Computer-Aided Air Conditioning Design and Energy Mng.
HVAC Control System

Zorunlu tasarım dersleri

Thermal Environmental Design: Fundamentals
Thermal Environmental Design: Application in actual design project

EK 2: ABD'de HVAC eğitimi ile ilgili uygulamalar:

1. Miami University, Makina Mühendisliği Bölümü (12).

Öğrenci 4 yılda "HVAC Technical Courses" adı altında açılan ve aşağıda verilen 6 dersten üçünü seçmek zorunda olup, ayrıca iki dersten oluşan (two-course sequence) ısı sistemler tasarımı projesini yapmak durumundadır.

Lisansta:

Thermal Environmental Engineering HVAC

Yüksek Lisansta:

Heat Transfer

Solar Energy Utilization

Computer-Aided Air Conditioning Design and Energy Mng.

HVAC Control System

Zorunlu tasarım dersleri

Thermal Environmental Design: Fundamentals

Thermal Environmental Design: Application in actual desingn project

2. Universty of Missouri-Rolla, Makina ve Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü (14). Aşağıda listesi verilen 6 dersin açıldığı ve yine listelenen kısa kurslarla eğitimin desteklendiği belirtilmektedir. Eğitimin uygulama esasları verilmemiştir.

Dersler:

Environmental Control

Refrigeration Systems

Thermal System Analysis

Mechanical Systems for Environmental Controls

Advanced Enviromental Control

Bölüm tarafından verilen kısa kurslar:

Heating and Air Conditioning Equipment (12.5 hr)

Heating and Cooling Loads (8-10 hr)

Heating, Vent,, and Air-Conditioning Systems (12.5 hr)

Cooling of Elekctronic Equipment (20 hr)

Heat Exchanger Spesification and Design (30 hr)

Heat Pump Technology (12 hr)

Solar Space Heating and Cooling System (10-45 hr9)

3. Montana Tech. Energy Mühendisliği Programı (15).

Makalede Tablo E2.1'de verilen enerji opsiyonu programı sunulmakta ve aşağıda verilen opsiyona özel bazı derslerin tanımları yapılmaktadır. Fuel and Combustion Energy Conversion

Heating, Ventilating, and Air Conditioning HVAC System Design (11 hr ders, 6 hr laboratuar ve proje) Solar Energy

4. Universty of Alabama, Makina Mühendisliği Bölümü (11).

ABET kriterlerinin sınırladığı ve tasarım dersi spesifikasyonları olarak belirlediği tanımlara uyan alan içerisinde düzenlenmiş, ilki temelleri içeren diğeri endüstriden gelen öğretim elemanları ile desteklenen, laboratuar deneylerinin yer aldığı iki ardışık, HVAC tasarım dersleri olarak son sınıf eğitim programında yer almaktadır.

5. Penn State University, Makina Mühendisliği Teknolojisi (23).

Tek yarıyıllık bir HVAC dersi içerisine kapsamlı bir projenin entegre edilmesinin gerekliliği ile alınmakta ve tüm detayları ile ders ve proje tanıtılmaktadır.

[bakınız: 3](#)

TABLO EK-2.1: Enerji Opsiyonu Ders Programı[15]

Ders	Matem.	Temel Bilimler.	Müh. Bilimleri	Müh. Tasarımı	Davranış Sosyolojisi	Diğer
Birinci Sınıf İlk Yarı Yıl Genel Kimya Kimya Laboratuvarı Müh. Grafiği Analitik Geometri ve Diferansiyel hesap I Beden Eğitimi Sosyal Bilimleri	5	3 1			3	1
Birinci Sınıf İkinci Yarıyıl Genel Kimya Sayısal Analiz Analitik Geometri ve Diferansiyel hesap II Genel Fizik İngilizce Kompozisyon	5	3 2 3				4
İkinci Sınıf Birinci Yarıyıl Bilgisayar Programı Statik Müh. Bilgisayar Çizimi Beşeri Bilimler Lineer Cebir Genel Fizik Fizik Lab.	3 3	3 2 3 1			3	

[bakınız: 4](#)

TABLO EK-2.1: Enerji Opsiyonu Ders Programı[Devamı]

Ders	Matem.	Temel Bilimler.	Müh. Bilimleri	Müh. Tasarımı	Davranış Sosyolojisi	Diğer
İkinci Sınıf İkinci Yarıyıl Dinamik Beşeri Bilimler Diferansiyel Denklemler Metalurji Genel Fizik Fizik Lab. Beşeri Bilimler.	3	3 1	3 3		3 3	
Üçüncü Sınıf Birinci Yarı Yıl Ekonomi Mühendislik Termodinamiği Mukavemet Mukavemet Lab. Devre ve Güç Dağıtımı Seçmeli Ders:			3 3 1 2	1	4	3
Üçüncü Sınıf İkinci Yarıyıl Akışkanlar Mekaniği Akışkan Mak. Lab. Isı Transferi Seçmeli Ders Seçmeli Ders (Mühendislik)			3 1 1.5 3	1.5		3 6
Dördüncü Sınıf Birinci Yarıyıl Güneş Enerjisi Yakıtlar ve Yanma Enstrümantasyon ve Kontrol Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme I Araştırma Geliştirme Mühendislik Semineri			1 2 2 0.5	2 1 2 0.5		
Dördüncü Sınıf İkinci Yarıyıl Enerji Dönüşümü Profesyonel Mühendislik Isıtma Havalandırma , İklimlendirmeII Mühendislik Ekonomisi Seçmeli Ders Seçmeli Ders (Mühendislik) Seçmeli Ders (Mühendislik)			2 1 3 3	1 3 3		3 3
	19	20	40	21	16	26/142

[bakınız: 5](#)

TABLO EK-3: ABET 'in kabul ettiđi örnek bir mühendislik programı (10)

Ders	Yeniyl Tasarım	Kredi Saatleri Total
1 Matematik		15
2 Temel Bilimler		16
3 İngilizce Kompozisyon		6
4 Beşeri ve Sosyal Bilimler		18
5 Teknik Resim /Grafik		3
6 Bilgisayar		3
7 Statik, Dinamik		6
8 Elektrik Mühendisliği		6
9 Malzeme, Mukavemet		7
10 Isı Transferi		3
11 Termodinamik		6
12 Akışkanlar Mekaniği		4
13 Mühendislik Analizi		3
14 Enstrümantasyon	1	3
15 Mühendislik Ekonomisi		3
16 Makina Dinamiđi	- 2	3
17 Makina Tasarımı	2	3
18 Dinamik /Kontrol Sistemleri	2	6
19 Enerji Dönüşümü	1	3
20 Bitirme Projesi	6	6
21 Seçmeli Dersler	4	12
	18	135

KAYNAKLAR

- (1) Makina Mühendisliği Uzmanlık Dalı; Tesisat Mühendisliği
-I, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Kasım, 1993.
- (2) Makina Mühendisliği Uzmanlık Dalı; Tesisat Mühendisliği
- II, Mühendis ve Makina, Ekim 1991.
- (3) Makina Mühendisliği Uzmanlık Dalı; Tesisat Mühendisliği
- (4) Makina Mühendisliği Uzmanlık Dalı; Tesisat Mühendisliği
- IV, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Şubat-Mart 1994.
- (5) Makina Mühendisliği Uzmanlık Dalı; Tesisat Mühendisliği
- V, Tesisat Mühendisliği Dergisi Nisan-Mayıs 1994.
- (6) 1. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Paneller El Kitabı,
MMO Yayın No: 154/3, 1994.
- (7) TOKSOY, M., "Üniversite Eğitimi ve Meslek İlişkileri İçin Yeni Bir Model"., BÜLTEN, MMO İzmir Şubesi, Ocak, 1993.
- (8) OKUTAN, C. "Profesyonel Tesisat Mühendisliği Tanımı, Sorumlulukları, işlevleri, Yasal Sorunları Mevcut Analiz Raporu", I. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi ve Paleller El Kitabı, MMO Yayın No: 154/3
- (9) Workshop on Research Needs in HVAC, University of Colorado, 1986
- (10) SINGH,H and ROJESKI, P., "Suggested Laboratory Experiments to Support HVAC Education", ASHRAE Transactions, 1988.
- (11) KAVANAUGH, S.P., "Enhancing HVAC-R Curriculum with Practicing Engineers and Laboratory Experiences", ASHRAE Transactions, 1989.
- (12) SHERIF, S. P. "Enhancing HVAC Education-A Case Study", ASHRAE Transactions, 1988.
- (13) CHERUKARA, T.A., "Mechanical Contracting at a State College: A New Dimension in Education" ASHRAE

Transactions, 1988.

(14) SAUER, H.J. and HOWELL, R. H., "Evolution of HVAC Education at öne University", ASHRAE Transactions, 1988.

(15) ALEXANDER, R. C., "Development of a System-Design-Oriented HVAC/Energy Curriculum" ASHRAE Transactions, 1990.

(16) SIEBEIN, G. W. and WOOD, T.R., "Integrating HVAC System Design And Analysis in a Graduate Architectural Studio", ASHRAE Transactions, 1989.

(17) BOVILL, C. H. and KELSO, R.M., "Teaching HVAC in a School of Architecture", ASHRAE Transactions, 1989

(18) WILSON, D. "Continuing Education Program Is Growing, Diversifying", ASHRAE inside, 1994.

(19) KARADENİZ, S., ONUR, Ş.H., DOĞAN, M.. "KTÜ'de Makina Mühendisliği Eğitimi ve Programının Yenilenmesi Çalışmaları",

I. Ulusal Makina Mühendisliği Eğitimi Sempozyumu

(20) ABET 1988-89 Akademik Yılı Broşürü

(21) ROISOVSKY, H., Üniversite: Bir Dekan Anlatıyor, Tübitak, 1994.

(22) MEREDITH- D.B. "Current Demand for HVAC-R Graduates" ASHRAE Transactions, 1988.

(23) LAU, A.S., "Integration of a Compensive Design Project in a One-Semester HVAC Course", ASHRAE Transactions, 1989.