

ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNE GÜNCEL BİR BAKIŞ

Sami ERCAN*, Burçin CAN METİN, İrem DÜZDAR*****

ÖZET

Günümüzün küreselleşen iş dünyasında, üretim, hizmet veya ticaret odaklı tüm işletmeler endüstriyel teknolojiye dayalı bir alt yapı oluşturmak zorundadır. Endüstri Mühendisliği eğitimi, iş dünyası ile teknolojiyi birleştiren köprü görevini üstlenerek, her geçen gün önemi artan bir profesyonel mühendislik dalı haline gelmiştir. Endüstri Mühendisliği kullanımını ve üretimini etkinleştirmek için gerekli bireylerin uzmanlaşmasını amaçlayan bir eğitim içeriğiyle, bilgiye dayalı dünya ekonomisinde ülkemizin payını arttırmak mümkün olacaktır. Amerika Birleşik Devletleri, İrlanda, İsveç, Danimarka ve Finlandiya' da son yıllarda görülen ilerlemeler ve teknoloji gelişimi, endüstri mühendisliği programlarının uygulanması ile gerçekleşmiştir. Bu makalede Endüstri Mühendisliği kavramı hakkında genel bilgi verilmiş ve etmenleri araştırılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Endüstri Mühendisliği, Fen, Bilimsel Yönetim, Endüstri Devrimi.

INDUSTRIAL ENGINEERING: AN UP-TO-DATE LOOK

ABSTRACT

In today's globalized business world, production, manufacturing, service or technical supports, and or trade focused firms or organizations must structure, establish an organization based on industrial technology. Industrial Engineering has become increasingly an important professional engineering with training and responsible for closing the gap connecting the bridge between the technology and business environment. Applications and implementations of Industrial Engineering tools and techniques in order to get effective and efficient productive output based on training and knowledge increase the market share and improve the economy of our country. Development and progress observed for the last decade in the United States of America, Ireland, Sweden, Denmark, and Finland have been successful with the influence and affect of industrial engineering curriculum and applications. This paper will give some general knowledge on concepts of Industrial Engineering and will search for some influential factors.

Keywords: Industrial Engineering, Science, Scientific Management , Industrial Revolution.

*İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eminönü-İstanbul, sercan@iticu.edu.tr

**İstanbul Ticaret Üniversitesi, Mühendislik ve Tasarım Fak., Üsküdar-İstanbul, burcin@iticu.edu.tr

***İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Eminönü-İstanbul, iremd2000@yahoo.com

1. GİRİŞ

Bu yazının amacı Endüstri Mühendisliği hakkında genel bilgi vermek ve ilgi alanlarını gözden geçirmektir.

Endüstri Mühendisliği geleceğin ileri teknoloji dünyasındaki karmaşık problemleri farkedip çözebilen nadir mesleklerden biridir. Bu nedenle Endüstri Mühendisliği, temel bilimlerin yanı sıra mühendislik bilimleri, davranış bilimleri, bilgisayar ve bilgi iletişim bilimleri, ekonomi ve üretim sistemleri ile ilgili çok geniş başlıklarda bilgi sahibi olunmasını ve “Geleceğin fabrikası”nı tasarlamayı gerektiren karmaşık süreçler dizisidir. Bu süreçler sonuç olarak, Endüstri Mühendisliği müfredatlarını, öğrencilerin geleceğin zorluklarına hazırlanmaları için tasarlar. Birçok Endüstri Mühendisliği öğrencisi aslında modern üretim araçları tasarlayacaktır. Diğerleri ise sağlık, ulaşım ve üretim yerine teknik destek, hizmet ve servisleri tasarlamaya yönelecektir.

Hızla değişen küresel ekonomi, mühendislerin ve yöneticilerin üretim, finans, pazarlama ve ekonomi alanlarında da uzmanlaşmasını gerektirmektedir. Değişimi yönetmek, değişime yöneltmek ve yenilik yaratmak için “know how” üretimi endüstri mühendislerinin en önemli hedef ve misyonları olmaya başlamıştır. İçinde bulunduğumuz “**Bilişim ve Teknoloji Çağı**”nda, “**Hizmet ve Teknoloji Ekonomisi**” nin gelişmesini ve yayılmasını, eğitim ve öğretimin bilgi yönetiminin önemini ortaya koyduğunu izliyoruz. Zaman yönetimi ve güç odaklanmanın önemini entelektüel sermayeye yatırım yapılmasından anlıyoruz.

Endüstri mühendislerine olan talep çoktur ve her geçen yıl artmaktadır. Gerçekte Endüstri Mühendisliği talebi, arzı aşmış durumdadır. Bu arz-talep dengesizliği, diğer mühendislik ve disiplinlerde olandan daha büyüktür ve gelecekte de uzun yıllar süreceği kestirilmektedir. İç ve dış piyasaların göreceli yüksek kalite düzeyi taleplerinin ve standartlarının oluşturulması sorunu ancak iyi bir endüstri mühendisliği eğitimi ile olasıdır. Maliyet yönetimi ve buna bağlı olarak fiyat politikasının saptanması, değer mühendisliğini de içeren **yalın üretimle** yapılabilir. **Bakım ve verimlilik**, endüstri mühendisliğinin çok önem kazanan bilim dalları arasındadır. Özellikle **koruyucu bakım** anlayışı endüstri mühendisliğine duyulan gereksinimi artırmaktadır.

2. İLK GELİŞMELER

Endüstri Mühendisliği terimini oluşturmak için, “endüstri” ve “mühendislik” sözcükleri nasıl birleştirildi? Endüstri mühendisliği ile diğer mühendislik dallarının, iş yönetiminin ve diğer sosyal bilimlerin ilişkileri nelerdir? sorularını yanıtlamak ve endüstri mühendisliğinin gelişimini sağlayan tarihsel aşamaları bilmek gerekir.

Biz daha öncelere giderek endüstri mühendisliğinin doğuşuna bakalım. Aslında endüstri mühendisliği insanoğlu ile başladı. Tam olarak uygulaması ise 1774 yıllarında Adam Smith’in kaleme aldığı **Ülkelerin Refahı** “Wealth of Nation” adlı yapıtı ile uzmanlaşmayı “division of labor” ortaya çıkardı. Daha önceleri bireyler paranın ne olduğunu bilmiyorlar ve mala karşı mal takası yolu ile alışveriş yapıyorlardı. Smith’in bu kuramı ile endüstri mühendisliğinin temelleri atılarak endüstriyel oluşum olayı veya süreci ortaya konulmuş oldu. Daha doğrusu malın parayla değişimi ile endüstri mühendisliği başlamış oldu. Daha sonraları Cambridge Matematik Profesörü Charles Babage’ın 1832’de yazdığı **İmâl Edilen Malların (Ürünlerin) Ekonomisi** “Economy of Manufactured Products” eseri ile de üretim sistemlerinde önemli gelişmeler yaşandı. İlk bilgisayarın da bu dönemde Babage tarafından icadı endüstri mühendisliğinin daha hızlı gelişmesine yol açtı. 1900’lü yıllara gelindiğinde, Taylor ve Gilbreth zaman etüdü çalışmaları ve hareket ekonomisi ile endüstri mühendisliğinin teknik boyutu olan araçlarını geliştirdiler. Tippet 1915’de envanter ve stok modellerinin ekonomik sipariş miktarı “EOQ “vb. modellerini ortaya çıkardı. 1932’deki Walter E. Shewhart’ın kontrol diyagramları ile endüstri mühendisliği olgunlaşma devrine girmiş oldu. 1940’larda Davranış Bilimcilerin de işe karışması; çalışanlara yaratıcılık gücü, karar verme yetkisi verildiğinde daha etkin olup, daha verimli çalıştıkları gerçeği; Herzberg ve arkadaşlarının neler yapılabileceği konusunda haklı olduklarını kanıtladı. Bu zamana değin endüstri mühendisliği makine mühendisliğinin bir parçası olarak görünmekte idi. Ne zaman ki yönelem araştırması bir teknik olarak Danzig tarafından ortaya kondu, o zaman modern anlamda endüstri mühendisliği gelişimi ve tanımı da tamamlandı. Bugün artık endüstri mühendisliği ile yeni kavramlar, yeni bilimler ortaya çıkmaktadır. Artık doğurgan olan endüstri mühendisliği kendi içerisinde yeni yeni bölümler ve bilim dalları türetiyor. Örneğin, kontrol mühendisliği, işletme mühendisliği, yöntem mühendisliği, kalite mühendisliği, paketleme mühendisliği, yönetim mühendisliği, finans mühendisliği, satış mühendisliği, insan faktörleri mühendisliği, fabrika mühendisliği, proje mühendisliği, imalat mühendisliği, taşıma ve ulaşım mühendisliği, ürün mühendisliği ve bilişim mühendisliği vb. sayılabilir. Bilişim mühendisliği programlarının açılması kaçınılmaz duruma gelmiştir. Çünkü, endüstri mühendisleri verisiz çalışamazlar. Veriyi toplayan, değerlendiren, karar

vermeye temel tutturun birey, bilişim mühendisidir. Bu birey endüstri mühendisi de olabilir. Ama bilişim mühendisinin görevi daha teknolojidir.

“Mühendislik” ve “fen bilimleri” gelişimlerine paralel olarak, birbirini tamamlayacak şekilde gelişmiş; ancak her zaman uygun adımla gerçekleşmemiştir (Tanyaş M., 2000). Fen bilimleri, temel bilinç ile ilgilenirken; mühendislik, bilimsel gelişmelerin daha iyi bir yaşam sağlama; sorunların çözümü için nasıl kullanılacağı ile ilgilenmiştir. Doğal olarak bilgi keşfedilmedikçe uygulanamaz ama keşfedildikten sonra en kısa zamanda kullanılmalıdır.

Problem çözümünde mühendislik, bilime yeni bilgiler kazandırmak için geri besleme (feed back) sağlamıştır. Bilim ve endüstri mühendisliği el ele, paralel olarak çalışmaktadır. Her ne kadar “bilim” ve “mühendislik” ayrı karakteristiklere sahip ve farklı disiplinler olarak algılanıyor olsa da bazı durumlarda bir “bilim adamı” ile bir “mühendis” aynı birey olabilir. Bu temel bilgilerin iletişiminin çok kısıtlı olduğu ilk zamanlar böyleydi; yeni bir ürün veya hizmet bulan kişi onu uygulamaya koyan birey oluyordu.

Eski mühendislik eserlerini düşünürken genelde piramitler, Çin Seddi, Roma inşaat projeleri akla gelir. Bunların her biri ilkel bilgilerin çarpıcı uygulamalarıdır. Asıl ilkel uygulamalar çok iyi bilinmemektedir; eğik düzlem, kaldıraç, yay, tekerlek, tirbuşon, su çarkı, sal ve diğer birçok buluşlar mühendislerin daha iyi bir yaşam için geliştirdikleri araçlardır. 1800’lü yılları izleyen tüm buluşların amacı sürtünme, kaldırma, istifleme, taşıma, kurma ve bağlama gibi fiziksel zorlukları yenmeye yöneliktir. Daha sonraki buluşlar elektrik, malzemelerin özellikleri, ısı işlemleri, yanma ve diğer kimyasal işlemler gibi maddelerin kimyasal ve molekül yapısı ile ilgili süreçler olmuştur. Mühendislik alanındaki tüm gelişmeler matematiğe dayalı olarak yürütülüyordu. İlkel mühendislik ihtiyaçlarını karşılamak için uzaklıkların, açıların, ağırlıkların ve zamanın kesin olarak ölçülmesini sağlayacak yöntemler geliştiriliyordu. Bu yöntemler arındırıldıkça daha başka gereksinimler doğuyordu. Matematiğin diğer önemli bir katkısı gerçek sistemleri soyut terimlerle modelleme olanağı sağlamasıydı. Karmaşık bir sistemin matematik modelinde değişkenlerin birbirleriyle ilişkileri detaylı olarak incelenebiliyordu. En yaygın olarak bilinen Pisagor Teoremi buna bir örnek oluşturur. Karmaşık fiziksel sistemlerin soyut modellerle incelenmesi mühendislerin en ilkel araçlarından biridir.

Son olarak ilk gelişmelerde “gerçekleşmeyen” davranış bilimleri ile ilgili bir gelişmeden söz edelim. İnsan davranışını incelemek fiziksel, kimyasal, matematiksel araştırmalar arasında göz ardı edildi. Davranış bilimlerinin ana öğelerinden biri olan insan, sistemleri tasarlayan endüstri mühendisleri için çok önem kazandı. Davranış

bilimlerindeki gelişmenin diğerlerine paralel olmayışı, insanı da kapsayan endüstri mühendislerini uzun yıllar engellemiştir.

2.1. Endüstri Mühendisliği'nin Tanımı

Endüstri Mühendisliği; insan, malzeme, bilgi, donanım ve enerjiden oluşan entegre sistemlerin tasarım, geliştirme ve kurulumu ile ilgilenir. Fizik, matematik ve sosyal bilimlerdeki bilgi ve becerileri ile birlikte mühendislik analizinin metot ve prensiplerini de kullanarak tasarladığı sistemden elde edilecek sonuçları belirler, tanımlar ve değerlendirir (Vaughn C. R., 1962; Turner v.d., 1993).

Burada *endüstri* sözcüğü akla üretim yapan örgütleri çalıştıran herhangi bir organizasyon olarak düşünülmelidir. Endüstri Mühendisliğinin temel prensipleri tarım, hastane, kamu kuruluşları gibi pek çok alanda uygulanabilmektedir.

Tanımı tekrar okuyup, binlerce işçi, yüzlerce makine ve çok çeşitli malzemelerin en verimli bir şekilde bir araya getirildiği büyük bir fabrikayı düşünün; binlerce işçi, yüzlerce araç ve makine, malzemeler ve halkın ihtiyacı olan hizmetler için milyonlar harcayan bir kent düşünün; eğer Endüstri Mühendisliği prensipleri uygulanmış olsaydı bu fabrikada ve kentte hizmetlerin daha verimli olacağı görülecekti.

3. ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİNİN UYGULANMAYA BAŞLANDIĞI YILLAR

Endüstri Mühendisliği uygulamasının 1750' den sonra başladığı kabul edilirse de 1400 ile 1750 yılları arasında önemli birçok gelişmeler olmuştur. 1750'nin başlangıç olarak kabul edilmesinin nedenleri aşağıdaki gibi belirtilebilir;

- Fransa'da mühendislik okulları 18.yüzyılda ortaya çıkmıştır.
- İlk kez *inşaat mühendisi* terimi bu yılda kullanılmıştır.

Mühendislik prensipleri başlangıçta askeri akademilerde öğretilmiş ve temel olarak köprü, su, yol inşaatları ve askeri yapılar için kullanılmıştır. Akademik eğitimin bu bölümü *ordu mühendisliği* olarak tanımlanır. Bu prensiplerin bir kısmının değiştirilmeden askeri amaçlar dışında uygulanmasıyla doğal olarak *uygarlık mühendisliği (civil)* veya *inşaat mühendisliği* kavramına ulaşılmıştır.

Fizik ve matematik alanındaki birbirine bağlı gelişmeler mekanik prensiplerin pratik uygulamalarına zemin hazırlamıştır. Bunun açıklanması adına buhar makinesinin kullanılması önemli bir gelişme olarak kabul edilmiştir. Yaklaşık 1700'de böyle bir makinenin varlığı, bu makine ile çalıştırılabilen pek çok mekanik araçların

geliştirilmesini sağlamıştır. Bu çabalar 19.yüzyılın başlarında *makine mühendisliğinin* ayrı bir dal olarak ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır.

Bu türden gelişmelere bir başka örnek de 18.yüzyılın sonlarında elektrik ve manyetik alanındaki çalışmalardır. Eski bilim adamları manyetik ve statik elektriği biliyorlardı. Bu olgu üzerindeki çalışmalar Benjamin Franklin'in 1752 yılındaki bilinen uçurtma deneyine kadar başlamamıştır. Bunu izleyen yarım yüzyılda Alman ve Fransız bilim adamları elektrik bilimi üzerinde buluşlar yaptılar.

Elektrik biliminin ilk çarpıcı uygulaması 1840'larda Samuel Morse'un telgrafı bulması ile oldu. 1880'lerde Thomas Edison'un karbon flamanlı ampülü buluşu, elektriğin yaygın olarak aydınlatma amacıyla kullanılmasını sağladı. Bu; elektrik enerjisinin üretimi, taşınması, kullanılması alanlarında çok hızlı ve işçiliği azaltacak gelişmelere önayak oldu. Bu çalışmalarda yer alan mühendisler de doğal olarak *elektrik mühendisi* adını alıp, elektrik mühendisliğinin ortaya çıkmasını sağladılar.

Mekanik ve elektrik teknolojisindeki gelişmeler, maddeler ve yapıları ile ilgili gelişmelerle desteklenmek durumundaydı. Kimya bilimi *maddenin* kaynağını araştırmak ve kullanabilmek için istenen değişikliklerin nasıl yapılabileceğini öğrenmekle ilgilidir. Hızla gelişen mekanik donanımlar için yağlayıcı madde gerekiyordu. Evler, metal malzemeler, gemiler ve diğerleri için koruyucu kaplamalar gerekiyordu. Sonuçta, doğal malzemelerin kısmen veya tamamen yetersiz kaldığı durumlar için yapay malzemelere ihtiyaç duyuldu. Bunları yapmaya çalışan mühendislik alanı da *kimya mühendisliği* olarak tanımlandı.

Sanayi kuruluşları hızla gelişen teknolojik buluşlarla büyümeye zorlanırken üretim birimleri de büyük ve karmaşık bir yapıya doğru gidiyordu. *Seri üretimin* başlaması iki ana kavramın doğmasına neden olmuştur:

- Parçaların değişebilirliği,
- İşçinin uzmanlaşması.

Seri üretimde üretilen ürünlerin birim fiyatları fark edilir derecede düşüktü. Sanayileşmiş milletler yaşam tarzı ve kültürel olarak büyük değişikliklere hazırlanıyorlardı. Yarım yüzyılda ABD ve diğer gelişmiş ülkeler büyük kırsal ve tarımsal ekonomi ve yapıdan hızla kentsel ve sanayileşmiş ekonomi ve yapıya geçtiler. Değişimin hızı, bugün ise yaşadığımız kirlilik ve nüfus problemlerine neden oldu.

Bu değişikliklerin başlangıçta küçük dükkan ve çiftliklerde başarılı olan yönetim ve yöntemlerin büyük ve karmaşık yapılara uygun olmadığı görüldü. Daha iyi yönetim sistemi gereksinimi bugünkü *endüstri mühendisliği* mesleğini doğurdu.

Mühendisliğin 5 ana disiplini (inşaat, makina, elektrik, kimya ve endüstri) I. Dünya Savaşı'na kadar bilinen mühendislik dallarıdır. Bu gelişmeler dünya genelinde görülen Sanayi Devrimi'nin bir parçası ve halen devam eden *Teknoloji Devrimi*'nin başlangıcı olmuştur. II. Dünya Savaşı'nı izleyen gelişmeler de *nükleer, elektronik, bilgisayar ve hava-deniz* mühendisliklerinin doğmasına neden oldu. Uzay Çağı'nın başlaması *astronomi mühendisliğine* önderlik etti. Çevreye olan ilgi *çevre* ve *bio mühendislik* dallarını gündeme getirmiştir. Bu yeni mühendislik disiplinleri “*büyük beş*” olarak bilinen dalların bir veya daha fazlasının uzmanlaşmış biçimi olarak kabul edilebilirler.

4. MÜHENDİSLİK PROSEDÜRÜ

Mühendislikleri diğer mesleklerden ayıracak özellikler var mı? Eğer varsa bunlar nelerdir? Şimdi tüm mühendisliklerin ilgilendiği genel işlevlerini araştıralım:

- 1- Mühendisler problem çözer, ama matematikçiler de.
- 2- Mühendisler analiz yapar, ama istatistikçiler ve ekonomistler de.
- 3- Mühendisler sistem tasarlar. Diğerleri?

Sıklıkla mimarlar, yapılacak bir binanın sistemini tasarladıklarını savunurlar. Bir binayı tümüyle tasarlama işi malzeme ve kuvvetler hakkında bilgi gerektirir. Yalnız *mimar mühendisin* bina tasarımı için yeterli nitelikte olduğu tartışılmaz. Temel mühendislik bilgileri olmayan mimar, ancak mühendislerin desteği ile binanın tasarımını yapabilir.

Geliştirilecek temel yapı incelendiğinde mühendisliğin ayrıcalığı özelliğinin sistem tasarımı olduğu söylenebilir. Tasarım nedir? Temelde tasarım büyük ölçüde yaratıcılık gerektirir. Tasarım deneyimle kavranacak bir sanat mı, yoksa öğrenilecek ve uygulanacak prensipleri var mı? Bu deneyim, bilgi ve uygulanacak prensipler içinde tasarım yaratıcılık demektir. *Sentez*, tasarımla aynı anlamı taşıyan bir terimdir. Tasarımı anlayabilmek için sentez ve analiz terimlerini incelemeliyiz.

Analiz, bir süreci oluşturan ana elemanlarına ayırmak; sentez elemanları bir bütünde toplamaktır. Mühendislik öğrencilerine başlangıçta analizi daha iyi öğrenmeleri için statik öğretilir. Örneğin belirli özellikleri olan (boyu, malzemesi, yükleme noktaları, vb.) bir kiriş verilir ve kirişin yükleme özelliklerinin analizi sorulur. Analiz sonuçta

kirişin maksimum 100 ton taşıyabileceğini gösterir. Analiz gerektiren problemlerde bir tek yanıt vardır. Şimdi farklı bir soruya bakalım:100 ton taşıyacak bir giriş tasarlamamız isteniyor. Burada bir tek doğru yanıt olması zorunlu değildir. Analiz varolan sistemlerle ilgilenirken sentez ya da geliştirilecek sistemle ilgilenir. Mühendislik hem sentez, hem de analizi kullanır.Bu prosedür tüm mühendisliklerde kullanılır. Endüstri mühendislerinin de yer aldığı bu süreç, mühendis olma sürecidir. Analizin bir aşaması belirli bir tasarım için yeterli öngörüğü sağlar. Bu tasarım, analizin temelini değiştirecek yeni bilgiler gerektirir. Bu dönüşümlü prosedür kabul edilebilir bir tasarım, sistem veya metoda ulaşıncaya dek sürer.

5. MESLEK OLARAK MÜHENDİSLİK

Bu konuda ortak bir görüş yoktur, meslek yaygın olarak tıp, eğitim, mimarlık, hukuk, kamu yönetimi ve mühendislik olarak kabul edilir. Smith bu alanların 4 ortak özelliği olduğunu savunur:

- (1) Özel bilgi birikimi gerektirir.
- (2) Normal eğitimin üzerine uygulamalı eğitim gerektirir.
- (3) Etik de dahil mesleki standartlar kişinin kendi oluşturacağı politikalardan çok meslek grubunca belirlenir.
- (4) Meslek grubunun her üyesi, topluma olan sorumluluğunun müşterisine olan sorumluluktan daha önde olduğunu bilir.

Mesleğin diğer tanımları daha ileri giderek üyelerin sürekli araştırma yaparak ana görevin bir “toplum hizmeti” olduğunu belirtir. Bunlar tartışılabilir konulardır ve *profesyonellik* önemli bir konudur.

5.1. Mesleki Etik

Mühendisler sıklıkla toplumun kendilerinden beklediği rolü üstlenirler. Tasarladıkları aygıtların kullanıcı için güvenli olması gerekir. Tasarlanan prosedür çevreyi etkiler. Bir fabrikanın yeri ve tasarımı toplumu ve halkı etkiler. Yönetim sisteminin tasarlanması o kurumda çalışanların rahatlığını, değer hissini, maddi durumlarını etkiler.

Mühendisler adil olmayan bir şekilde toplumu etkileyen nüfus artışı ve kirlilik gibi sorunların kaynağı olarak görülmüşlerdir. Gerçekte mühendisler sosyal bilimcilerin belirlediği *toplumun ihtiyaçlarını* gidermek için yılmadan çalışırlar. Kirlilik ve benzeri sorunlar bu çalışmaların ürünüdür.

Mühendislerin toplumun geleceğini korumak gibi önemli bir sorumluluğu vardır. Toplumı etkileyen *faktörler* ile *fiyatlar* arasındaki dengeyi kurmak için sürekli çalışırlar. Bir otomobil, kullanıcıya tüm güvenlik olanaklarını sağlayabilir ancak 100000\$ fiyatı ve 14 ton ağırlığında olabilir. Her ne kadar bu otomobile bu fiyatı verecek birileri olsa da aynı yolu kullanan diğer araçlardakilerin güvenliği, 14 tonluk otomobilin yakıt tüketimi gibi dikkat edilmesi gereken başka noktalar da vardır.

Mühendisler sıklıkla işyerleri veya müşterileri ile toplum arasında sıkışırlar. Şirketler rekabet edebilir ucuz mallar üretmek durumundadır, ancak ucuz tasarımlar emniyetsiz ve güvenilmezdirler.

Mühendislik mesleği mesleki etiğe sıkıca bağlı olmanın hoşu giden ününü yaşamaktadır. Uluslararası Profesyonel Mühendisler Birliği, mühendisler için etik kuralları yayınlamıştır.

5.2. Mesleki Yetkilendirme

Tabip odasına kaydı olmayan bir doktor tarafından tedavi edilmek veya baroya kayıtlı olmayan bir avukat tarafından mahkemede savunulmak ne kadar doğrudur? Doktor ve avukat için aynı fikirdeyseniz aynı soruyu niçin mühendisler için sormuyorsunuz? Oda kaydı olmayan bir inşaat mühendisinin tasarladığı köprü veya aerodinamik konusundaki bilgi ve deneyimini bilmediğimiz bir mühendisin tasarladığı uçak olabilir mi?

Bu konu, mühendisler için doktor ve hukukçularda olduğu kadar katı kurallı değildir. Çünkü mühendislerin büyük çoğunluğu firmalar adına iş yaparken doktor ve hukukçular kendi adına çalışmaktadır.

5.3. Mühendislik Eğitimi

Bir mühendisin eğitimi 3 farklı tanımlanabilir evreye yayılmıştır.

- (1) Hazırlık – lisedeki matematik ve fen bilimleri dersleri,
- (2) Üniversite – resmi mühendislik müfredatı,
- (3) Devam eden – yaşam boyu mesleki tecrübe ve gelişme çalışmaları.

Mühendislik eğitimi zaman içinde çeşitli gelişme evrelerinden geçmiştir. 2. Dünya Savaşı öncesinde mühendislik eğitimi, mühendislik prensiplerinin uygulandığı bir sanat gibi düşünülüyordu. Mühendislik öğrencileri torna ve matkap tezgahını başında öğrenmek için uzun zamanlar harcıyorlardı. Motor sarmayı ve radyo montajını öğreniyorlardı. Eğitim süreci içinde çok miktarda uygulamalı çalışma vardı.

1955 yılında “Grinter Raporu”ndan sonra mühendislik eğitiminde önemli değişiklikler gerçekleştirildi. Mühendisliğin “sanat” tarafı müfredattan çıkartılarak mühendisliği destekleyen temel birimlere yer verildi. Uzay, iletişim ve diğer önemli gelişmelerin temelinde bu yeni bilimsel kapsamın rolü büyüktür.

Mühendislik eğitimi 1 yıl daha uzatılarak lisansüstü eğitime taban oluşturmuştur. Zaten tıp, hukuk gibi mesleklerde lisans eğitimi 1 yıl uzatılmıştı. Uzatılmış mühendislik müfredatını destekleyenler 5 yıllık eğitimin gerekli bilgilerin alınabilmesi için zorunlu minimum zaman olduğunu savunuyorlardı.

Mühendislikte lisansüstü eğitim yüksek mühendis derecesini sağlıyordu. Fen bilimleri eğitimi, araştırma ve tez hazırlama üzerine kurulmuştu. MS derecesi alan tüm mühendisler araştırma veya eğitime yönelmiyorlardı. MS’ de mühendislikte uzmanlaşma için araştırmadan farklı yeni bir yol gerekiyordu. Böyle bir yaklaşım *profesyonel mühendislik programı* olarak tanımlandı ve akademik kariyer için gerekli şartları sağlamak yerine *mesleki deneyime* önem veriyordu.

Mühendislik ve Teknoloji Akreditasyon Kurulu (ABET), Amerika’daki mühendislik müfredatlarını denetleyen ve onaylayan resmi bir kuruluştur. ABET’in amacı, işverenleri ve kamuyu her mühendisin gerekli minimum standartları sağladığına inandırmaktır.

Öğrenciler sıkça “niçin İngilizce, termodinamik, diferansiyel denklemleri öğrenmeyelim?” sorusunu sorarlar. Mühendislik öğrencilerinin çoğu da sosyal bilimler ve beşeri ilimlerine olumsuz bakarlar.

Gerçekten niçin mühendislik öğrencileri müfredatta yazılı dersleri almak zorundadır? Birçok neden sıralanabilir:

- (1) Birçok mühendislik dalı arasında ortak bir şeyler olması gerekmektedir.
- (2) Mühendis çalıştıran firmalar tüm mühendislerin minimum kavramları taşıdığından emin olmalıdırlar. Bu, farklı bölgelerde değişik üniversite mezunu mühendis çalıştıran firmalar için geçerlidir.
- (3) Müfredatın bir bölümü mühendisin kullanacağı genel kavramlardan oluşmuştur. Öğrencilerin çok azı gelecekte ne yapacaklarını bilirler.
- (4) Beşeri ilimler ve sosyal bilimler dersleri, mühendislerin sosyal değerler ve toplumdaki teknik olmayan insanların ilgi alanlarından habersiz olmamaları içindir. Doğal olarak sorunların tamamı teknik olmayıp sosyal, ekonomik ve hatta politik sorunlar da olabilir.

ABET'in 4 yıllık mühendislik müfredatının içeriği şöyledir;

1. 2,5 yıla eşit sürede matematik, fen bilimleri ve mühendislik eğitimi verilmelidir. Bunun 1 yarıyılı matematik, 1 yarıyılı temel bilimler, 1 yılı mühendislik bilimleri ve 1 yılı mühendislik tasarımı olmalıdır.
2. 1,5 yıla eşit sürede sosyal ve beşeri ilimlerde minimum bilinmesi gerekenler verilmelidir.

Daha ileri düzeyde eğitim verecek kurumlar için ABET, müfredat programının aşağıdakileri de içermesini ister:

Temel mühendislik düzeyinden sonraki bir yıllık sürede dersler *tez hazırlama, araştırma veya özel projeleri* kapsamalıdır. Yılın üçte biri mühendislik tasarımı, üçte biri matematik, temel bilimler ve mühendislik bilimlerinden biri veya birkaçının kombinasyonundan oluşan ve okulun koşullarını sağlayan bir çalışma olmalıdır.

Görülüyor ki, ABET *yüksek standardı* hedeflemektedir. Gerçekte ABET, deneyim ve genel programı yerel şartlara uydurmayı başarmıştır. Burada zorunlu gereksinimlerin karşılanmasıyla birlikte esneklik de gözardı edilmemiştir.

5.4. Endüstri Mühendisliği Eğitimi

Endüstri Mühendisliği içinde yer alan ilk konular makina mühendisliği içinde verilecek özel dersler olarak düşünüldü. İlk Endüstri Mühendisliği bölümleri Pennsylvania Eyalet ve Syracuse Üniversitelerinde 1908' de açıldı. Makina Mühendisliği bölümünde Endüstri Mühendisliği seçeneği 1911' de Purdue Üniversitesi'nde kuruldu.

Makina bölümünde Endüstri Mühendisliği seçeneği 2. Dünya Savaşı'na kadar devam etti, sonra Amerika genelinde ayrı Endüstri Mühendisliği bölümleri kurulmaya başlandı.

2. Dünya Savaşı'na kadar Endüstri Mühendisliği lisans programı çok azdı. Ayrı Endüstri Mühendisliği bölümü kurulmaya başlandıktan sonra lisansüstü programları da yayılmaya başladı. 1984'de Endüstri Mühendisliği eğitimi veren 150 üniversite vardı ve bunların 81' inin müfredatı ABET tarafından onaylanmıştı. Bunların büyük çoğunluğunda lisansüstü eğitim veriliyordu.

Endüstri Mühendisliği lisansı 4 yıllık bir eğitim planı halindedir ve ABD Endüstri Mühendisliği lisans programlarının ana grupları;

- Teknik olmayan dersler (ekonomik, psikoloji, muhasebe ,yönetim vb. =%25)
- Temel mühendislikle ilgili dersler (elektronik, teknik resim, statik, dinamik=%15)
- Endüstri mühendisliği ile ilgili dersler (verimlilik, iş etüdü, üretim planlama ve kontrol, mühendislik ekonomisi =%35)

Ana ilkesi öğretmek ve kendi kendine öğrenme yeteneğini kazanması için projeler, ödevler, stajların da olduğu bir sistem uygulanır.

ABD üniversitelerinde ve kolejlerinde uygulanan, ABET tarafından onaylanan ders programı matematik, fizik-kimya, hayat bilimleri, sosyal bilimler, temel mühendislik, endüstri mühendisliği, endüstri mühendisliği tasarımı, sanat, haberleşme, yabancı dil olarak sınıflandırılmıştır. Her iki sınıflandırma sonucunda 7 grup oluşmuştur;

- Temel bilimler,
- Sosyal bilimler,
- Temel mühendislik,
- İşletme bilgileri,
- Endüstri mühendisliği,
- Sistem analizi ve bilgisayar programlama,
- Spor, sanat, kültür, yabancı dil.

ODTÜ Mezunlar Anketi araştırması sonucu (1977) Endüstri Mühendisliği'nde en çok kullanılan bilgiler; istatistik, üretim planlama ve kontrol, stok kontrol, muhasebe, maliyet analizi, iş etüdü ve mühendislik ekonomisidir. Daha fazla ihtiyaç olan bilgiler; temel mühendislik bilgileri, proje değerlendirme, finansman, yatırım planlama, sistem analizi ve tasarımıdır. Gereksiz görülen bilgiler; termodinamik, cebir, dinamik, temel elektrik mühendisliği, mukavemet ve malzeme.

Endüstri Mühendisliği'deki lisansüstü programlar doktora derecesini de birlikte getirdi. 1960'da 100 kadar doktorasını tamamlamış Endüstri Mühendisi varken 1984'de her yıl yaklaşık 125 öğrenci doktorasını tamamlıyordu. Bunların çoğu eğitimi tercih ederken sanayi ve kamuda görev alanlar gitgide çoğalmaya başladı

Ülkemizde ilk Endüstri Mühendisliği dersleri, 1956'da ODTÜ İdari Bilimler Fakültesi "Endüstriyel İşletmecilik" bölümünde; 1958'de İstanbul Teknik Üniversitesi Makine Fakültesi "İşletme Opsiyonu"içinde verilmeye başlandı. İlk Endüstri Mühendisliği programları 1965'de ODTÜ Mühendislik Fakültesine bağlı

olarak Endüstri Mühendisliği ve 1969'da İTÜ Makine Fakültesine bağlı Sanayi Mühendisliği adı ile uygulamaya başlanmıştır. 2005'de toplam 35 kadar Endüstri Mühendisliği bölümü veya programı bulunmaktadır.

İlk Endüstri Mühendisliği ile ilgili dergi İTÜ Sanayi Mühendisliği Bölümü'nce 1982 Ocak ayında "*Sanayi Mühendisliği*" adıyla çıkmıştır. 1984 Temmuz ayında derginin adı "*Sanayi/Endüstri Mühendisliği*" olarak değiştirilmiştir. Yöneylem araştırması konusunda ilk ve tek dergi 1975'de kurulan Yöneylem Araştırması Derneği'nce 1980'den itibaren "Yöneylem Araştırması" adıyla yayınlanmaya başlandı, sonra 1993'de "Yöneylem Araştırması Dergisi" adıyla İngilizce makaleler yayınlamaya başladı. Yöneylem Araştırması Ulusal Kongresi, Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi, Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresi adı ile kongreler gerçekleştirilmiştir.

6. DÜNYADAKİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ÖRGÜTLERİ

Pek çok kişi bir mesleği ancak o meslekten olanların oluşturduğu örgütleri izleyerek öğrenir. Amerikan Makine Mühendisleri Topluluğu (ASME), Taylor ve yandaşlarının fikirlerinin tartışıldığı ilk toplantıyı düzenledi. 1912 yılında Yönetim Bilimini Destekleme Derneği kuruldu, 1915'de adı Taylor Derneği olarak değiştirildi.

Endüstri Mühendisliği Topluluğu 1920'lerde kuruldu. 1922'de Amerikan yönetim topluluğu kuruldu, içinde pek çok Endüstri Mühendisi görev almıştı. 1934'de Taylor ve Endüstri Mühendisliği toplulukları birleşerek Gelişmiş Yönetim Topluluğu adını aldı.

Amerikan Endüstri Mühendisliği Enstitüsü 1948'de kuruldu. Başlangıçta mesleki bir örgüt olarak Endüstri Mühendisliğinin gelişimine çaba harcadı. Daha sonraları endüstri mühendisleri temel ilgi alanı yönetim veya diğer mühendislik dalları olan örgütlerle ilişkiye girdiler.

Amerikan Endüstri Mühendisliği Enstitüsü başlangıçta tam bir başarıydı. Resmi yayın organı Endüstri Mühendisliği Bülteni Haziran 1949'da yayınlandı. 1969'da ikiye bölündü, Endüstri Mühendisliği dergisi aylık çıkıyor ve Endüstri Mühendisliği uygulamalarını içeriyordu. Endüstri Mühendisliği Enstitüsü İlişkileri (IEE Transactions) ise meslekteki yeni araştırmaları ve gelişmeleri kapsayıp 3 ayda çıkıyordu. 1981'de yapılan üye toplantısında isminin başındaki "Amerikan"

kaldırıldı ve uluslararası bir nitelik kazandı. Halen 80 ülkeden kayıtlı üyesi bulunmaktadır.

Birçok endüstri mühendisi meslekleriyle ilgili farklı topluluklara üye olmuşlardır. Bunlardan bazıları;

- Amerikan Yöneylem Araştırma Topluluğu,
- Yönetim Sistemleri Enstitüsü,
- Karar Sistemleri Odası,
- Amerika Üretim ve Stok Kontrol Topluluğu,
- İmalat Mühendisleri Odası.

1970 yılında yapılan üye toplantısında Amerikan Endüstri Mühendisliği Enstitüsü'nün adı Endüstri ve Sistem Mühendisleri Enstitüsü olarak değiştirilmek istendi. Ancak üyelerin %46'sı desteklerken %54'ü reddetti. Endüstri Mühendisliği Enstitüsü üyelerinin önemli bir bölümünün daha geniş kapsamlı, sistem tasarımı ile ilgilendiğini göstermesi sistem açısından önem kazanmıştır.

Endüstri Mühendisliği Enstitüsü, üniversite öğrencilerini de kapsayan bir teknik örgüttür. Çok önemli bölümünü üniversitelerdeki kuruluşlar oluşturmaktadır. Bu kuruluşlarda yer alan öğrenciler yayınlardan da faydalanmaktadır.

7. SONUÇ

7.1. İlgili Gelişmelerin Etkisi

Endüstri ve sistem mühendisliği, mesleğinin evrim ile ilgili alanlardaki gelişmelerinden etkilenmiştir.

Endüstri Mühendisliği'nin gelişimi, yöneylem araştırması denilen analiz yaklaşımından çok etkilenmiştir. Bu yaklaşım, 2. Dünya savaşı sırasında Fen Bilimleri, Matematik, Davranış Bilimleri, Olasılık Teorileri ve İstatistik kullanılarak zor savaş sorunlarını çözmek için başlamıştır ve sonuçta iyi bir başarıya ulaşmıştır.

Endüstri Mühendisliği, savaş sonrası yıllarda sanayi ve ticaret alanlarında da kullanılmaya başlandı. Çok sayıda matematikçi ve bilim adamı çok çeşitli işlemsel problemleri çözülemeye çalışıyordu. Bu Endüstri Mühendisliği ile disiplinler arasındaki ilişkileri artırdı. Problem çözmede yeni fikirler ve yaklaşımlar Endüstri Mühendisliği eğitiminde ve uygulamalarında beklenmedik etkiler yarattı.

Birçok üniversitenin, Endüstri Mühendisliği bölümlerinin genellikle lisansüstü programlarında yöneylem araştırmasına yer verildi. Bazı akademik Endüstri Mühendisliği bölümleri adlarını, Endüstri Mühendisliği ve Yöneylem Araştırması olarak değiştirdi.

Yöneylem araştırması yaklaşımı; problem tanımlar, farklı disiplinlerden bilim adamları problemleri çözmek için toplanır, uygun bilimsel yollar ve prensipler problemi incelemek için araştırılır, sistemi oluşturan parçaların ilişkileri incelenir, en iyi çözüm yönetimce karşılaştırılır.

Böyle bir yaklaşım, problem çözmek için gerekli tüm alanlarda tek kişinin her süreci bilmesi imkansız olduğundan, yöneylem araştırmasının ayrı bir disiplin olmasını engeller.

Yöneylem araştırması, çeşitli idari ve işlevsel sorunlara uygulanabilecek bir dizi sayısal yöntem değildir. Çok az insan kendini yöneylem araştırmacısı olarak kabul eder, pek çok Endüstri Mühendisinin de temel ilgi alanıdır.

7.2. Sayısal Bilgisayarların Etkisi

Endüstri Mühendisliği mesleği sayısal bilgisayarların gelişmesinden de etkilenmiştir. Bilgisayarlar büyük boyutlardaki verilerin hızlı ve kesin olarak işlenmesini sağlıyor ve karmaşık işlemler gerektiren sistemleri tasarlamayı, yönetmeyi ve kontrol etmeyi kolaylaştırıyordu.

Yöneylem araştırması yöntemleri de büyük boyutlu hesaplamalar gerektiriyordu. Sayısal bilgisayarlar endüstri mühendislerine farklı seçenekleri kısa zamanda deneme olanağı verdi. Bu da karar vericilerin kısıtlı kaynakları uygun kullanmasını kolaylaştırdı.

Sayısal bilgisayarla üretim araçlarının bilgisayar etkileşimi yapılabiliyor ve bu modeller üzerinde farklı seçenekler, farklı politikalar ve ön kabuller denenebiliyordu. Bilgisayar etkileşimi, Endüstri Mühendisliği için en çok kullanılan tekniklerdendir.

Endüstri mühendislerine çok yardımcı olan bir gelişme de bilgisayar destekli tasarım (CAD) ve bilgisayar destekli üretim (CAM) teknikleridir. Böylece Endüstri Mühendisliği, üretim araçlarını ve çalışma alanlarını bilgisayar terminalinde tasarlayabilmektedirler. Bilgisayar ile süreç planları yapmak, malzeme faturası hazırlamak, iş programları çıkartmak, işçi talimatları yazmak mümkündür. Üretim sürecinde de tezgah kontrolü, robotları yönetmek, üretim kayıtları tutmak, iş

merkezlerini dinamik olarak programlamak ve yönetim raporlarını hazırlamak için bilgisayar kullanılmaktadır.

Kurumlar için hazırlanan *bilgisayar ağları* ile bilgisayarlar birbiri ile konuşabilmektedir. Bu durumda yöneticiler, ustabaşları ve işçiler farklı bilgisayarlarda saklanan gereksiz bilgilerden kurtulup gerekli bilgilere ağdan ulaşabilirler.

Bilgisayar ortamında, Endüstri Mühendisliği genel sistemin tasarımını yaparken sistemin bileşenlerini farklı, etkin bir biçimde ilişkilendirmek zorundadırlar. Tüm Endüstri Mühendisliği teknik ve araçları, bilgisayar ve iletişimden etkilenmiştir.

7.3. Hizmet Sektörlerine Olan İhtiyaç

Başlangıçta Endüstri Mühendisliği mesleği yalnız üretim sektöründe uygulanabilir olarak düşünülmüştür. 2. Dünya Savaşı'ndan sonra Endüstri Mühendisliği teknik ve araçlarının üretim dışı sektörlerde de uygulanabilirliği fark edilmiştir.

Endüstri Mühendisliğinin ilk uygulandığı hizmet alanları sağlık olmuştur. Birçok hastane ve klinik Endüstri Mühendisi çalıştırarak işlemlerini geliştirmiş, kayıpları azaltmış, aktivitelerini programlamış ve stoklarını kontrol altına almıştır.

Binlerce Endüstri Mühendisi verimliliği artırmak, yazışmaları azaltmak, bilgisayarlı yönetim sistemi tasarlama, proje yönetim teknikleri geliştirme, tedarik yöntemlerini geliştirme ve kontrol için kamu kurumlarında çalışmaktadır.

Birçok farklı hizmet dallarında da işlemleri geliştirmek için Endüstri Mühendisleri çalıştırılmaktadır. Tüm sektörlerde endüstri mühendislerine olan talep arzun çok üstündedir.

7.4. Geleceğin Beklentileri

Bir mühendisin, yaşadığımız karmaşık dünyada oluşan teknik gelişmelerdeki rolünü inceledik. Mühendislerin önemli gelişmeleri bugün toplumun yaşadığı sorunları yaratmıştır. Petrol endüstrisinde, mühendisler petrolü bulmak, çıkartmak, işlemek ve petrol ürünlerini dağıtmak için etkin yöntemler ve sistemler tasarlamışlardır. Artırılan verimlilik, kullanımın artışına da neden olmuştur. Artan kullanım artan kârı, bu da verimliliğin artmasını sağlayacaktır. Eğer petrol rezervleri sınırsız olsaydı bu zincirleme işlemler sonsuza kadar sürdürülebilirdi. 1970'lerde petrol sıkıntısı, acı da olsa, toplumun petrol yataklarının kısıtlı olduğunun farkına varılmasını sağladı.

Benzer örnekler doğal kaynaklardan da verilebilir. Dünya geri kazanılamayan belirli miktarda kaynağa sahiptir. Gelecekteki mühendislerin öğrenmesi gereken önemli konulardan biri bu kısıtlılıktır.

Bir başka önemli konu da mühendislerin doğal çevre ile uyumlu sistem ve yöntemler tasarlamaları gerektiğidir. Atıkları bir nehre dökmek ve atmosfere zararlı gazlar yaymak artık tasarımda kabul edilemez noktalardır.

Gelecekle ilgili önemli bir konu da mühendislerin tasarladıkları ürünlerin güvenli ve tehlikesiz olması gerektiğidir. Pek çok firma ürettikleri malın topluma veya müşteriye verdiği zarar nedeniyle büyük cezalarla karşılaşmışlardır. Bazı kentler topluma verilen tüm ürünlerin kayıtlı bir mühendis tarafından test edilmesini ve kabulünü kural olarak koymuştur.

Endüstri Mühendisliği uygulamalarının yaygınlaşması, 2. Dünya Savaşı'nı izleyen 20 yıl içinde Amerikan sanayiini en güçlü sanayi konumuna taşımıştır. Teknolojik gelişmelerin uygulanması ve durmadan yürütülen araştırmalar Amerikan sanayiini dünyada en yüksek verimlilik düzeyine yükseltmiştir. Amerikan ürünleri dünyanın en güvenilir ve sağlam ürünleri olarak bilinmektedir.

Verimlilik, çıktının girdiye oranıdır. Eğer A fabrikası 19 inçlik televizyonu 13.6 işçi saatinde üretirken B fabrikası 6.8 saatte üretiyorsa B, A dan iki kat daha verimli çalışıyor demektir.

Amerikan sanayi verimlilikte halen dünya lideri olmasına karşın diğer ülkeler aradaki farkı hızla kapatmaktadır. Japonya, Fransa, Almanya ve diğer Avrupalı sanayiler yıllık verimlilik artış hızında Amerika'yı yakından izlemektedirler. Bu ülkelerdeki işçi ücretlerinin Amerika'dakinden çok düşük olması nedeniyle dünya pazarında mallarını daha ucuza satabildiklerinden Amerika'yı pazar kaybına uğratmaktadır. Bu da Amerika'nın ödemeler dengesi, enflasyon ve ulusal gelirini olumsuz etkilemektedir.

Amerikan sanayiinin önündeki bir başka sorun da, Amerikan mallarının kalitesinin giderek düşmesidir. Bunun nedeni de yaşlı üretim araçları ve yöntemlerle üretim yapılmasıdır. Amerikan sanayi, yeni teknolojilere, donanımlara ve yeni kavramlara yatırım yapmamaktadır.

1980'lerin sonunda Amerikan sanayiinin eski rekabetli durumuna dönmekte olduğuna dair işaretler görüldü. Birçok firma otomasyon, robotlar ve bilgisayar kontrollü üretim yöntemlerine yatırım yapmaktadır. Kaliteyi geliştirmek için de yoğun çabalar izlenmektedir.

İş dergileri şimdilerde Amerikan sanayisinin 2. Sanayi Devrimine gittiğinden bahsediyorlar. Mühendislik, özellikle de Endüstri Mühendisliğinin bu harekette önemli rolü vardır.

Kanun yapıcılar insanlığın yüz yüze olduğu pek çok sorunla boğuşmaktadırlar; sorunun yakın gelecekte çözümü teknik adamlardan bir girdi beklemektedir. Teknolojik yetersizlik içindeki ulusal enerji politikaları için belirli önlemler alınmalıdır. Belki de mühendislik mesleğinden en büyük beklenti, politik konuları da kapsayarak sosyal sistemlerin tasarımında yasa yapıcılara yardımcı olmalarıdır.

Mühendislerin geçmişteki önemli başarılarının ışığında en büyük katkıları gelecekte görülecektir. Onlardan beklenen eldeki kaynakların insanların ihtiyaçlarını gidermek için en uygun kullanımını sağlayacak sistemleri tasarlamalarıdır. Kısıtlı kaynaklar, çevre bilinci, politik tercihler yeni kısıtlamalar olarak mühendislik kavramına eklenebilir.

KAYNAKÇA

Tanyaş M., (2000), Endüstri Mühendisliğine Giriş, İstanbul, İrfan Yayıncılık.

Turner W., Mice H. J., Case K. and Maze J., (1993), Introduction to Industrial and Systems Engineering, Prentice Hall

Vaughn C. R., (1962), Introduction to Industrial Engineering, Ames-Iowa, Iowa State University Press