

# BAŞ MÜHENDİS

Nurettin Demir\*

## 1. Giriş

Genç bir mühendis olarak çalıştığım, eski Osmanlı toprağı bir Arap ülkesinde, “baş mühendis” hitabının kullanılmakta olduğunu farkettim. Bu tabirin bendeki çağrışımı, “nirvana veya fenafillah” dedikleri üstün bir bilinç ve sorumluluk mertebesi şeklinde oldu. Dünya galesi içinde bu mertebeye ulaşabilmiş tüm mühendisler itihafen, bu makalenin başlığı “Baş Mühendis” olmuştur.

Gerek ülkemiz gerekse de insanlık için geleceğimizin teminatı gençlerimizi nasıl yetiştirmeliyiz ki, uygulama alanında yetkin birer mühendis, hatta “baş mühendis”, olarak temayüz etsinler, memlekete ve insanlığa faydalı olsunlar?

Bu çok stratejik konu hakkında söyleyeceklerim, 35 yılı aşkın mesleki yaşantım sırasında dağarcıkta birikenlerden çıkartabildiğim sadece kendi özgün fikirlerim olup, hiçbir kişi veya kuruma atfı kabil herhangi bir eleştiri amacı taşımamaktadır.

Mühendislikte mesleki yetkinliğin oluşumu ve gelişiminde, üniversite eğitiminin yanı sıra, öncelikle kişinin ilgi ve yeteneklerinin ve üniversite sonrası nitelikli mesleki yaşamının da çok belirleyici olduğuna inananlardanım. Bu makalede, konu böyle bir bütünlük içinde ele alınacaktır.

## 2. Mühendislik Tarihine Kısa Bir Bakış

İnsanoğlunun yaklaşık 8000 yıl önce yerleşik düzene geçmesi ile oluşan güvenli barınak ve altyapı ihtiyacı, aynı zamanda yapım işinin ve mühendisliğin de başlangıcı olmuştur. İlkel komün insanının doğa ve birbiriyle yaptığı savaşlardaki istihkam uygulamaları nedeniyle, mühendislik önce askeri alanda temayüz etmiştir.

MÖ 2550 yıllarından itibaren, insanlık tarihinin harika yapıları ve bunların mühendisleri tarihteki yerlerini almaya başlamıştır; Kral Zoser basamaklı piramiti ve yapımcısı Mühendis Imhotep gibi.

Dünyadaki ilk mühendislik okulu, “Köprüler ve Karayolları Ulusal Okulu” adı altında 1747 yılında Fransa’da açılmış, İngiliz John Smeaton 1761 yılında ilk inşaat mühendisi olarak kaydedilmiş, ilk İnşaat Mühendisleri Odası da 1828 yılında İngiltere’de kurulmuştur.

---

\* İnşaat Yük. Mühendisi. Gama Nuro, Proje Müdürü. E-posta: ndemir@gamanurol.com

Cumhuriyet döneminde ülkemizde pek çok değerli inşaat mühendisi yetişmiştir. Bu vesile ile, Mühendis ve Bilim Adamı Sn. Mustafa İnan'ı saygıyla anmak isteriz.

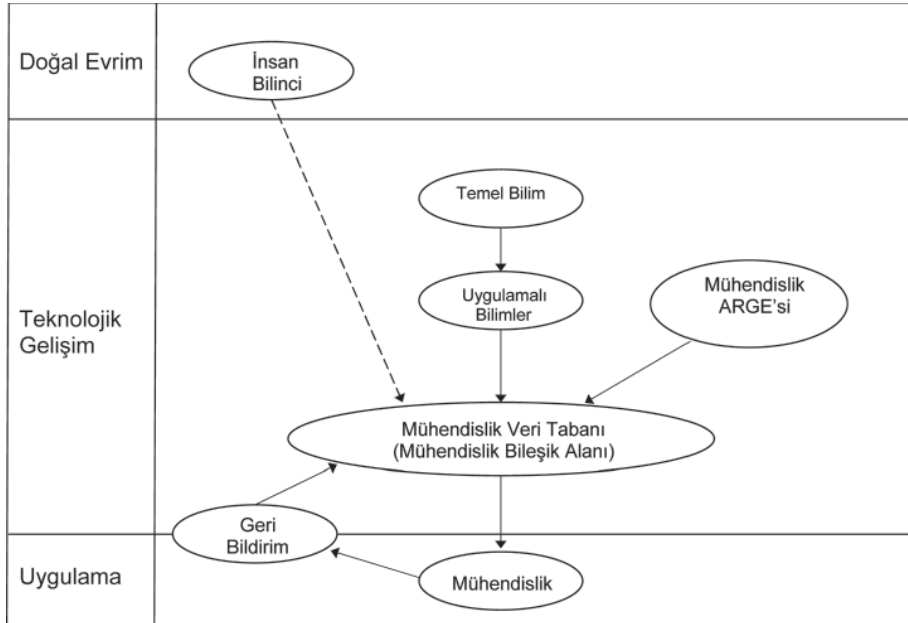
### 3. Bilim ve Mühendislik

Merak ve girişimci özelliği sayesinde, insanoğlunun gözlemlediği somut ve farkındalığına vardıgı soyut olguları araştırıp incelemesi ile "bilim" süreci başlamıştır. Bilimsel bilgileri kullanarak, belirli bir amaç ve işlev için, bir icat veya ürün oluşturmak amacıyla yapılan araştırma ve geliştirme (ARGE) çalışmaları ise "uygulamalı bilim" olarak adlandırılmaktadır. Mühendislik ise, bir ürün veya hizmetin oluşturulması için, tasarlamak ve yapmaktır.

Bir örnek vermek gerekirse; elektrik akımı bilimsel bir keşiftir. Elektrik akımı üretmek için jeneratör gibi bir aygıt yapmak ve bunu geliştirmek ise uygulamalı bilimdir. Elektrik enerjisi üretmek için, mevcut jeneratör teknolojisini kullanarak, enerji santralleri inşa etmek ise mühendisliktir.

Uygulamalı bilim alanındaki ilerlemelerle doyunluk derecesine ulaşmış olan çağdaş mühendislik teknolojisinin daha fazla ilerlemesi, özgün bilimsel araştırma ve geliştirme (ARGE) projeleri sayesinde olabilmektedir. Ancak, temel ve uygulamalı bilimlerden farklı olarak, mühendislik bilinmeyenin araştırılması veya icadı değildir. Mühendislik, mevcut teknolojinin kullanılması ile gerçekleştirilen üretim sürecidir. Özgün mühendislik ARGE'si, mühendis kökenli bilim insanları tarafından yapılıyor olsa bile, mühendislik işi olarak addedilemez.

Temel ve uygulamalı bilim, ARGE ve mühendislik ilişkisi aşağıda görölmektedir:



Şekil 1

Bir fizikçi ve bir mühendise, 100 m mesafedeki çok güzel bir kızla arkadaş olabilmeleri için, her komut verildiğinde kalan mesafenin yarısını koşacakları ve kıza önce kim ulaşırsa yarışmanın galibi olacağı söylenmiş. Yarışma başlamış, mühendis koşmuş, fizikçi kıpırdamadan durmuş. Sormuşlar, neden diye. Fizikçi; “kalanın yarısını eksilterek bütünü bitiremezsiniz, bunun çözümsüz olduğunu ben biliyorum” derken, Mühendis, “ben her zaman sonuca yaklaşıyorum” demiş.

Mühendislik, tasarlayıp yapmaktır. Yapılan ürünün amaca hizmet etmesi gerekli ve yeterlidir.

## 4. Ülkemizde İnşaat Sektörüne Genel Bakış

### 4.1 Mühendis Profili

Yaklaşık 72 milyon nüfusa sahip ülkemizde, kayıtlı inşaat mühendisi sayısı yaklaşık 85.000 civarındadır. Günümüzde, Türkiye ve KKTC’de her yıl yaklaşık 5500 inşaat mühendisliği öğrencisi üniversiteye başlarken, bunlardan yaklaşık 4000’i (%70) mezun olabilmektedir.

1975 yılında başlayan mühendislik yaşantım sırasında, 1960-2011 yılları arasındaki 50 yıllık geniş zaman bandı içinde mezun olmuş, pek çok mühendisle, devlette, çeşitli mühendislik ve taahhüt firmalarında, hemen her kademede birlikte çalışmış bulunmaktayım. Bu kapsamdaki en çarpıcı tespitim, inşaat mühendislerimizin bireysel mesleki profillerindeki önemli yapısal farklılıklar olmuştur. Temel mühendislik niteliklerinde kişiden kişiye çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Konu hakkındaki inceleme ve değerlendirmeler için mühendislik profilini oluşturan aşağıdaki 5 temel unsur dikkate alınmıştır:

**Tablo 1** Mühendislik Profiline Genel Bakış

| No | Temel Unsur         | Özellik                                                  | İlgili/Sorumlu |
|----|---------------------|----------------------------------------------------------|----------------|
| 1  | Mesleki uygunluk    | İlgi ve yetenek-Kendini tanıma                           | Milli Eğitim   |
| 2  | Mesleki yetkinlik   | Teknik bilgi, farkındalık ve deneyim                     | Üniversiteler  |
| 3  | Bireysel özellikler | Sorumlu müh. anlayışı, planlama, risk                    | Mühendis/Kurum |
| 4  | Kurumsal özellikler | Katılım, ekip çalışması, iletişim,                       | Mühendis/Kurum |
| 5  | Mesleki gelişim     | Küresel uygulamaların izlenmesi Deneyimlerin aktarılması | Mühendis       |

Uygulamacı bakışıyla, mühendislik profiline ait bazı tespitler aşağıda özetlenmiştir:

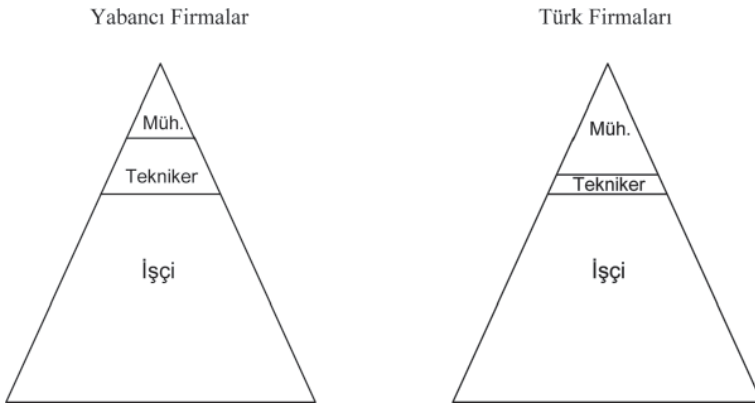
- İlgi ve yetenekleri, mesleğe uygun olmayan pek çok inşaat mühendisi mevcut olup, onların da, bu durumdan memnun olmadıkları bellidir.
- Özellikle son zamanlarda mezun olan mühendislerin teknik bilgi düzeyinde, birbirine kıyasla, çok büyük farklılıklar görülmektedir. Belirli temeli haiz olanlar, kişisel çabaları sayesinde, zamanla teknik bilgi ve deneyim eksikliklerini kapatabildikleri halde, bazıları ise mesleki bilgiden tamamen yoksun sadece şantiye gelenek ve görgüsü ile durumu idare etmektedirler.

- iii. Hemen tüm mühendisler için geçerli olmak üzere; sorumlu mühendislik anlayışı, planlama ve risk yönetimi konularında genel bir yetersizlik bulunmaktadır.
- iv. Yeterli bireysel üretim kapasitesini haiz oldukları halde, pek çok mühendis, ekip çalışmasında başarılı olamamakta, iletişim zorlukları yaşamakta ve liderlik yapamamaktadır. Pek çok vasıflı mühendis ise, yabancı dil bilmedikleri için, uluslararası projelerde etkin görev alamamaktadır.
- v. Bazı mühendisler küresel teknoloji ve projeleri yabancı dilde dergilerden izleyebilmekte, deneyimlerini yazmakta, hatta uluslararası kongrelere katılmaktayken, pek çoğu da ülkedeki ve dünyadaki gelişmelerden habersiz yaşamaktadırlar.

Ülkemizde ortalama mühendis profilinin, gerekli ve yeterli vasıfta olmadığını rahatlıkla söyleyebiliriz. Daha ilginç olanı ise, ortalamanın altındaki uç örnekler azımsanmayacak kadar fazladır. Ülkemizde mühendislik profilindeki standart sapma, küresel rekabet ortamında, kabul edilemeyecek derecede çok büyüktür.

#### 4.2 Yapımcı Firmalar

Ülkemizdeki tipik şantiye organizasyonu çok önemli yapısal bir soruna dikkat çekmektedir:



**Şekil 2**

Bu genel tabloda görüldüğü gibi, ülkemizde inşaat sektörü boşluklu bir yapıya sahiptir; mühendisler ve işçiler vardır, inşaat teknikerlerinden oluşan ara kademe neredeyse hiç yoktur. Sahada inşaat teknikerlerinin yapabileceği, mühendislik vasfı gerektirmeyen, işleri de mühendisler yapmaktadırlar.

Bildiğimiz pek çok yabancı firmaların şantiye organizasyonlarında, sahada yapım işinde ağırlıklı olarak teknikerler (süpervizör, ustabaşı) kullanılmaktadır. Mühendisler ise, tasarım, planlama, iş ve kalite yönetimi, vs. gibi, vasıf gerektiren hizmetlerde çalışmaktadırlar.

Böyle bir yapılanmaya ülkemizde de ihtiyaç vardır. Bilgili ve deneyimli teknikerlerin şantiyede etkin bir şekilde kullanılması sayesinde, uygulama alanında sağlıklı ve adil bir or-

ganizasyon yapısı oluşturulabilecektir. Böylece, sektörün mühendis ihtiyacı rasyonalize edilerek, eğitim politika ve standartlarının buna göre yeniden düzenlenmesi mümkün olabilecektir. İnşaat mühendisliği eğitiminin dünyaca kabul görmüş standartlarda yapılması ve bunun mezunlar üzerinde doğrulanması temel bir politika olarak kabul edilmeli ve uygulanmalıdır. Mevcut küresel rekabet ortamında, temel mühendislik vasıflarında kişiden kişiye çok değişkenlik olmamalıdır. Mühendisler ve inşaat teknikerlerinden oluşan dengeli bir yapılanma, “yapımcı firmalar” için, çok daha **üretken, dinamik ve atılcı özellikler** sağlayacaktır.

#### 4.3 Proje ve Mühendislik Firmaları

İnşaat sektöründe değişen ekonomik koşullar nedeniyle, “proje ve mühendislik firmaları” süreklilik gösterememekte ve kazanılan **mühendislik deneyimi**, bir daha geri gelmemek üzere, kaybolmaktadır. İhtisaslaşmış “proje ve mühendislik firmaları” bir ülke için çok büyük stratejik kazanımlar olup, bunları üniversite sonrası uygulamalı mühendislik okulu olarak kabul etmek gereklidir. Bunlar sayesinde, küreselleşen sektörden yapımcı firmaların daha büyük pay çıkartabilmeleri mümkündür. Bu nedenle, maliyetleri sadece personel bordro tutarlarıyla sınırlı, “proje ve mühendislik firmalarının” devlet politikaları ile desteklenerek varlıklarını sürdürebilmesi sağlanmalıdır.

### 5. Mühendislik Stratejisi

ODTÜ İşletme Fakültesinde strateji yönetimi dersinde Prof. Muhan Soysal ilk saatte tepегöze aşağıdaki Picasso tablosunu koyar ve “ne görüyorsunuz” diye sormuş:



Şekil 3

5-10 dakikalık bir tartışmadan sonra, bu sefer Meninas'ın bir tablosu gelirmiş:



**Şekil 4**

Picasso'nun kübik sürrealist tablosu esasında Meninas resmine bir göndermeymiş. Bunun üzerine Muhan Hoca unutulmaz dersini verirmiş:

“Hayatta hiçbir şey Meninas'ın resmi kadar belirgin ve net değildir. İş hayatı, gerçekleri size Picasso'nun resmindeki gibi şekil değiştirmiş olarak gösterir. Picasso'nun resmine bakıp, Meninas'ın resmini görebilenleriniz başarılı olacak, diğerleri kübik şekillere bakıp yanlış anlamlar çıkarmaktan gerçekleri hiç göremeyecek.”

4-5 katlı bir binanın tasarım ve yapım işi ile ilgili resim “Meninas tablosuna” benzemektedir. İnşaat mühendisi, okul ve meslek yaşantısının ilk yıllarında kazanmış olduğu bilgi ve deneyim sayesinde resmin bütününe çok net olarak görebilecektir.

Ancak, temel ve altyapı sorunları bulunan, birinci derece deprem bölgesinde uygulanacak çok katlı pek çok binanın bulunduğu bir toplu konut projesinde tablo, Picasso resminde olduğu gibi, net değildir. Hatta, günümüz toplumlarının iskan, tarım, sağlık, eğitim, belediye hizmetleri, ulaşım, enerji ve rekreasyon alanlarındaki ihtiyaçlarını karşılamak için uygulanan entegre mega projelerde resim daha da karmaşıktır.

Münferit yapılardan entegre mega projelere kadar, her ölçekteki yapısal çevrenin inşasındaki temel mühendislik disiplini, inşaat mühendisliği ve buna bağlı ana bilim dalları oluşturmaktadır. Yani, inşaat mühendisliği görev kapsamında, ilk bakışta çok net görülebilen resimler olduğu gibi aynı netlikte görülmesi çok daha zor olan resimler de bulunmaktadır.

Bu itibarla, inşaat mühendisliği eğitiminin temel stratejik adımı, mühendis adaylarının ileride karşılaşılabilecekleri en karmaşık ve zor mühendislik konularını çözebilecek yetenekler kazanması için gerekli altyapıyı hazırlamak olmalıdır.

Bunun için, öncelikle mesleki yetkinlik süreci başlatılmalıdır. Bu sürecin, teknik bilgi, mühendislik farkındalığı ve deneyim esasında sürdürülmesi vazgeçilemez bir zorunluluktur. Mesleki yetkinliğin tezahürü ve ölçütü, mühendislik ürününün kalitesidir.

İnşaat mühendisliği eğitimi kapsamında, bireysel ve kurumsal yetenek ve disiplinlerin oluşturulması ve geliştirilmesi için de adımlar atılmalı ve bu konulardaki kavramlarla tanıştırılarak, mühendis adaylarında gerekli farkındalıkların oluşması sağlanmalıdır:

- i. Mühendislik yetkinliğinin ölçütü: Kalite,
- ii. Sorumlu mühendislik anlayışı: İş sağlığı ve Güvenliği ve Çevre ve Kültür Varlıkları,
- iii. Mühendislik sorumluluğu ve etiği: Zaman ve Maliyet,
- iv. Mühendislikte planlama ve risk yönetimi,
- v. Mühendislikte inisiyatif, dirayet ve kaynak kullanma,
- vi. Mühendislikte iletişim,
- vii. Bireysel ve kurumsal çalışma disiplini,
- viii. Deneyimlerin aktarılması.

## 6. Mühendislik Yetkinliğinin Ölçütü: Kalite

Mimar Sinan şöyle der: "Süleymaniye camii kalfalık, Şehzade camii çıraklık ve Selimiye camii'de ustalık eserimdir". Yani, ünlü Mimarın kalfalık-çıraklık-ustalık yetkinlik süreci içinde eserlerinin de ihtişamı artmıştır.

İnsanoğlunun refah ve huzuru için üretilen tüm hizmet ve ürünlerin temel değer ölçütü (kriteri) kalitedir. Mühendislikte kalite, işin kendisidir ve işin bütünlüğü çerçevesinde sağlanabilir. Mühendislikte kalitenin esası; ürünü, amaçlanan tüm işlevsellik ve standart özelliklerde, oluşturmak ve bu durumu tüm servis ömrü boyunca sürdürebilmektir. Bunun için 2 temel adım vardır: (i) Hedeflenen kalite standardının oluşturulması ve uygulanması ve (ii) Ürünün, hedeflenen kalite standardına uygunluğunun doğrulanması ve bunun sürdürülmesidir.

### 6.1 Kalite Standardının Oluşturulması ve Uygulanması

Hedeflenen kalite standardının yeterli, doğru ve uygun olması gerekmektedir:

**Yeterlilik:** Ürünün servis ömrü boyunca maruz kalabileceği dış ve iç çevre koşullarının araştırılarak, dayanıklılık için kalite gereklilikleri yeterli kapsamda titizlikle belirlenmelidir. Başlangıçta herşey tamam gibidir, ama zamanla betonun fazla klor geçirgenliği nedeniyle, deniz kenarındaki köprünün donatısı paslanmış ve bu nedenle taşıma gücünü kaybeden yapı, tasarım ömrünü tamamlayamadan, servis dışı bırakılmıştır. Kalite gereklilikleri yeterli kapsamda oluşturulamamış veya kontrol edilememiştir.

**Doğruluk:** Ürün kalitesinin doğru bir standarda bağlandığından emin olunmalıdır. Diyelim ki, tasarımda öngörülen beton sınıfı C50, test sonuçlarıyla doğrulanmış bulunmaktadır. Ancak, birinci dereceden bir deprem bölgesinde, deformasyonlar karşısında gevrek kırılma özelliğinde rijit bir yapı oluşturmak uygun olmadığından, öngörülen kalite standardı doğru değildir.

**Uygunluk:** Özgün ARGE projeleri vasıtasıyla geliştirilen tecrit malzemeleri sayesinde, binaların ısıtma, havalandırma ve soğutulmasında önemli ölçüde enerji tasarrufu sağlamak mümkün olabilmektedir. Böyle bir teknoloji mevcut ve pratik olarak kullanılabilirken, bunun dikkate alınmadığı bir mühendislik uygulamasında, çatı ve duvarların ısı geçirgenlik özellikleri öngörülen değerleri sağlasa bile, yapı kalite özürü olmaktan kurtulamaz.

Mühendislik ürünün tasarımı, teknik şartname ve kalite standardı tasarım mühendisi tarafından oluşturulmaktadır. Tasarım sürecinde, işin yapılabilirliği, iş sağlığı ve güvenliği ve çevre riskleri yapım mühendisi ile birlikte değerlendirilerek gerekli önlemler tasarım aşamasında planlanmış olmalıdır. Benzer şekilde, yapım mühendisi de, işin tasarım felsefesi ve kabullerini, teknik şartname ve kalite gerekliliklerini tam olarak kavramış olmalı ve kendince uygun olmayan hususları tasarımcıya bildirmelidir. Kurumsal bir sistematik çerçevesinde gerçekleştirilen disiplinler arası ekip çalışması ve koordinasyon, kalite güvencesi için temel gerekliliktir.

Dünyanın en uzun su temin tünellerinden olan 2X26 km uzunluğundaki Şanlıurfa Tünellerinin beton kaplamasında minimum donatı kullanılarak çok büyük bir ekonomi sağlanmıştır. Bu akıllıca mühendislik tasarımı, iç hidrostatik basınç altında tünel kaplamasının genleşmeyeceği varsayımına dayanmaktadır. Bu nedenle, kaplama betonunu çevreleyen zeminin konsolidasyonu ve beton-kaya kontağındaki boşlukların çimento enjeksiyonu ile tam doldurulması kalite açısından çok önemli olmaktadır. Bu özel tasarım kabulünün farkında olan yapım mühendisi, konsolidasyon ve kontak enjeksiyonu için işe özel yöntem ve uygulamalar geliştirecektir.

Bazı yapım mühendisleri zaman zaman “ben şantiyeciyim” derler. Şantiyeci mühendis, işin yapımından sorumlu olarak, özellikle yönetim konusunda üstün dirayet sahibi olmanın yanı sıra pek çok üstün vasfı da bir arada bulundurması gereken mühendistir. Şantiyecilik, elbette ki çok zor ve ypratıcı bir görevdir. Özellikle, ülkemizde inşaat sektöründeki kurumsallaşma eksiklikleri ve yapısal çarpıklıklar nedeniyle, şantiye mühendisleri, maruz kaldıkları aşırı yük nedeniyle, zamanla işin tasarım ve diğer bazı boyutlarından uzak kalmaktadırlar. Aslında, “ben şantiyeciyim” derken, yapım haricindeki mühendislik işinden “muaf” olduğu yönünde bir ima da vardır. Yapım mühendisi, günlük gailerle uğraşırken mühendislikten uzak kalmaktadır. Disiplinler arası koordinasyon zincirinin kopması anlamındaki böyle bir bütünlük zaafiyeti, kalite güvencesi için de çok büyük bir risk oluşturmaktadır.

Mühendislikte kalitenin güvencesi, tasarım ve yapım işinin bir bütünlük halinde planlanması ve uygulanmasıdır. Farklı alanlarda ihtisaslaşmış olsalar dahi, ekipteki mühendisler işin bütününe kavrayıp anlayacak yeterlilikte teknik bilgi, farkındalık ve deneyim sahibi olarak yetiştirilmeli ve gelişimleri sağlanmalıdır. Sonradan şantiyeci de olsalar, mühendislik altyapıları ve moral motivasyon değerleri tam olmalıdır ki, mühendislik hizmetleri bir bütünlük halinde yüksek standart ve kalitede sürdürülebilir olabilsin.

## 6.2 Kalite Güvence ve Kalite Kontrolü

Yukarıda anlatılan mühendislik süreci çerçevesinde oluşturulan ürünün, hedeflenen kalite standardına uygunluğunun, yeterli büyüklükte bir güven aralığında, doğrulanması ve bunun sürdürülmesi için, yetkin ve deneyimli personel tarafından işe özel “kalite güvence (quality assurance-QA)” ve “kalite kontrol (quality control-QC)” planları hazırlana-

rak uygulanmalıdır. Kurumsallaşmanın bir gereği olarak, kalite güvence ve kalite kontrol uygulamalarının yazılı bir Kalite Yönetim Sistemine göre **tasarım ve yapım disiplinin-den bağımsız** personel tarafından yapılması zorunlu hale gelmiştir.

Burada önemli bir yanlış anlamanın düzeltilmesi yararlı olacaktır. Bazı kişi ve firmalar, ISO sertifikası sahibi olduğu taktirde, iş kalitesinin kendiliğinden sağlanmış olacağı gibi bir beklenti yaşamaktadırlar. İlgili standart gerekliliklerine uygun olarak "Kalite Yönetim Sistemi" kurabilen firmalara yetkili sertifikasyon kurumları tarafından ISO 9001 belgesi verilmektedir. Bu belgenin anlamı şudur; bu firmanın yönetim ve üretimle ilgili işlemleri yazılı prosedürlere göre yapılmakta ve kayıt tutulmaktadır. Gereklileri tam olarak yerine getirildiğinde, ISO sertifikası, izlenebilirliğin (traceability) garantisi olabilir, ancak kesinlikle kalitenin garantisi değildir.

Günümüzde, kalite güvence ve kontrolü konusunda piyasada bir sektör oluşmuş, pek çok firma mühendislik ve yapım kuruluşlarına eğitim vermekte ve denetim yapmaktadırlar, istisnai olarak bazıları da kalite yönetim sistemi kurabilmektedirler. Bu hizmet, yukarıda anlatılan "Kalite Standardının Oluşturulması ve Uygulanması" konusundaki yetkin mühendislik çalışmasının karşılığı değildir. Eğer öyle olsaydı, mühendislere gerek kalmaz, hesap işinden anlayan kişilerce, bir kontrol çizelgesi üzerinde, rakamlar birbirleriyle karşılaştırılarak gerekli sonuca varılmış olurdu. Mühendislik ürününün, kalite standardının oluşturulması ve uygulanması kesinlikle bir inşaat mühendisliği disiplindir.

Mühendislikte kalite, işin tam ve kusursuz yapılmasıdır. Bunun güvencesi mühendislik yetkinliğidir; teknik bilgi, farkındalık ve deneyimdir. Ayrıca, ürün kalitesinin kontrolü ve bunun sürdürülebilirliğinin güvence altına alınması da gerekmektedir. İnşaat mühendisliği eğitiminde bu konudaki farkındalıkların oluşturulması mutlak bir zorunluluk olarak kabul edilmelidir.

## 7. Sorumlu Mühendislik Anlayışı

Dünya Büyük Barajlar Komitesinin (ICOLD), 25 Eylül 1999'da Antalya'da yapılmış olan, 67. kongresinde sunulan pek çok bildiride, baraj inşaatları sırasında doğal, yapısal ve sosyal çevre ve kültür varlıkları üzerinde meydana gelen etkileşim sorunlarının makro düzeyde ele alınarak proje kapsamında çözümlendiği ve bu sayede, yoğun çevreci muhalefet ve baskıya rağmen, baraj inşaatlarının devam etmekte olduğu vurgulanmıştır.

Dünya genelinde artık yaygın olarak kabul gören ve uygulanmakta olan bu "**sorumlu mühendislik anlayışı**" sayesinde, mühendislik, sadece amaçlanan ürünün yapımı ile sınırlı olmaktan öteye, aynı zamanda da yapılan iş nedeniyle etki görmesi olası tüm varlık ve unsurların korunması sorumluluğunu da üstlenerek toplum ve çevreyle barışık olarak devam edebilmektedir. "Sorumlu mühendislik anlayışı" için gerekli temel adımlar şunlardır:

- i. Yapım işinden etkilenmesi olası hassas **varlık ve unsurların** saptanması,
- ii. Hassasiyetli değerlerin korunmasına ilişkin **gerekliliklerin** belirlenmesi,
- iii. Oluşabilecek **risklerin değerlendirilerek önlem planlaması** yapılması,
- iv. Planlanan önlemlerin önceden uygulanmasıdır (**proaktif önlem**).

Çalışanlar ve toplumun, çevre ve kültür varlıklarının korunması için uyulması zorunlu **gereklilikler** ve bunlardan kaynaklanan sorumluluklar mevcut yasal mevzuat çerçeve-

sinde belirlenmiştir. Ancak, çok zaman yasal gerekliliklerin de üstünde, özel önlemler alınarak risklerin “makul asgari düzeye” (ALARP) indirgenmesi zorunlu hale gelmektedir. Hatta, ilgili kurumun prestij anlayışı gereği, bunların fevkinde ilave önlemler de söz konusu olabilmektedir.

Kabul görmüş uygun bir yöntemle göre hazırlanan bir “**risk değerlendirme ve önlem planı**” (RAMP) çerçevesinde, olası riskler, önceden gerekli önlemlerin alınması (**proaktif önlem**) suretiyle, bertaraf edilmelidir.

“Sorumlu mühendislik anlayışı” için gerekli farkındalıklar, mühendislik eğitimi sırasında oluşturulmalıdır. Bu anlayışın, mühendislerin öncülüğünde, ülke genelinde de yaygın şekilde kurumsallaştırılması esastır. Aksi taktirde, “sorumlu ve sorumsuz” kişi ve kurumlar arasındaki maliyet farkı haksız rekabete neden olacaktır.

Mühendislik uygulamalarında; çalışanlara, topluma ve çevreye karşı ne derece sorumluluk anlayışı içinde olduğumuza da bir bakalım:

### 7.1 İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG)

Temel Reis, takadan inerken, sahilde bekleyen kalabalığa seslenmiş; “Rahmetli Dursun Reis’i, vasiyeti üzerine, denizin dibine gömdük, mekanı cennet olsun, 15 telefâtımız vardır”.

Herhangi bir işte, hedeflenen ölüm oranı mutlaka “sıfır” olmalıdır. Bir milyon adam-saatlik bir çalışma süresi için, dünya standartlarında “makul asgari düzey (as low as reasonably practicable-ALARP)” olarak kabul edilen ölüm oranı 0.075’den küçük olmalıdır. Yani, 13.3 milyon adam-saatlik bir çalışma süresinde, 1 ölümlü kaza makul kabul edilmektedir.

Ülkemizde inşaat sektöründeki ölümlü kazaların istatistiki verileri, bazı ülkelerle karşılaştırmalı olarak, aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

**Tablo 2** Bazı Ülkelerde İnşaat Sektöründe İş Kazalarındaki Ölümler

| No | Kaynak                                            | (HSE UK)<br>2008 | (JCOSHA)<br>2008 | (US BLS)<br>2008 | (TUIK)<br>2008 |
|----|---------------------------------------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
| 1  | Ülke                                              | İngiltere        | Japonya          | ABD              | Türkiye        |
| 2  | Yıllar                                            | 1992-2007        | 1997-2006        | 2003-2006        | 2000-2006      |
| 3  | Yıllık işçi                                       | 1 980 000        | 6 222 000        | 10 490 000       | 820 000        |
| 4  | Yıllık ölüm                                       | 70               | 557              | 1015             | 323            |
| 5  | Yıllık öüm<br>(bir milyon işçi için)              | 35               | 90               | 97               | 394            |
| 6  | Yıllık ölüm<br>(bir milyon ad-sa için)            | 0.012            | 0.030            | 0.032            | 0.131          |
| 7  | Yıllık ölüm mukayesesi<br>(bir milyon ad-sa için) | 1.00             | 2.50             | 2.67             | 10.92          |

Ülkemizde inşaat sektöründeki ölümlü kazalar, dünya standartlarında kabul edilen “ma-kul asgari düzeyin” çok üstündedir;  $0,131 > 0,075$  ve diğer ülkelere kıyasla, ülkemizde ölüm riski misliyle yüksektir. Neden?

Ülkemizde, özellikle Avrupa Birliği uyum sürecinde, bazı yasal düzenlemelere hala ge-rek olmakla birlikte, söz konusu trajik durumu mevcut yasal mevzuatın yeterli olmadığı gibi bir nedene bağlamak kesinlikle mümkün değildir. Gerçekte, planlama ve uygulama konusunda çok büyük bir yetersizlik ve tutarsızlık olduğu aşikardır. İSG, işi yavaşlatan ve ilave maliyete neden olan bir unsur olarak görülmüş ve kurumsal esasta benimsenme-miş, ama yasal gereklilikler nedeniyle de yapılmıyormuş gibi gösterilmektedir. Ayrıca, top-lumsal kültürümüzde de bu konuda bir talepkarlık bulunmamaktadır, aksine tevekkül olma eğilimi çok baskın bir özelliktir.

İnşaat şantiyelerinde, teknik emniyet mühendisi bulundurulması yasal bir zorunluluk-tur. Ancak, teknik emniyete, bütünün bir parçası olarak değil de, bazen yasak savmak için yapılan bir iş gözüyle bakılır. Teknik emniyet mühendisi; önlemlerin abartıldığı, işin yavaşladığı ve gereksiz yere çok masraf yapıldığı konusunda sık sık uyarılır. Teknik emni-yet mühendisinden beklenen esas görev ise, iş kazası durumunda şantiye yöneticileri-nin adli kovuşturma ve cezai müeyyidelerin dışında kalmasını sağlayacak şekilde gere-keni yapmasıdır. Bu “ben yaptım oldu” tarzı eğer bir işe yarasaydı, ülkemizde ölümlü iş kazaları bu derece yüksek oranda olmazdı. Kaydedilen yüksek ölüm oranı “kaza-kader” olamaz, bu kesinlikle bir insan istismarıdır.

İSG’nin yazılı bir yönetim sistemine göre kurumsal düzeyde işe özel planlanması, uygu-lanması, temel performansın ölçülerek hedeflerle karşılaştırılması ve gerekli iyileştirme-lerin yapılması bir zorunluluktur. İSG; üretim sürecinde yer alan herkesin öncelikle ken-dileri için uyguladıkları vazgeçilmez bir yaşam tarzı ve kültür olmalıdır. İSG’nin öncelikle bireysel bir sorumluluk olması nedeniyle de, çalışanların eğitilerek bilinçlendirilmesi ve katılımı sağlanmalıdır.

İSG’nin bu kapsamda yönetilmesi kesinlikle bir mühendislik işidir. Mühendislerin, bu so-rumluluk bilincinde yetiştirilmesi için üniversitelerde etkin programlar uygulanmalı, yaz stajlarında deneyim kazanmaları sağlanmalı, iyi ve kötü örnekler incelenerek farkındalık düzeyleri artırılmalıdır. Çok daha önemlisi, tasarlanan işin İSG hassasiyetlerinin belirle-nerek önleyici önlemlerin daha tasarım aşamasında planlanması konusunda mühendis adaylarına gerekli eğitim verilmelidir. Risk değerlendirmesi ve önlem planı (RAMP), yay-gın bir mühendislik kültürü haline gelmelidir.

## 7.2 Çevre

Yapılacak iş nedeniyle, doğal çevrede mevcut flora ve fauna dokusunun ve kültür varlık-larının etkilenmesi söz konusu olduğunda, yapımçı firmalar çok daha bilinçli ve örgütlü bir tepkiyle karşı karşıya kalmaktadırlar. Tepkiler; bazen haklı, bazen de abartılı ve haksız olmaktadır. Hatta, özellikle doğal çevre etkileşimleri konusundaki belirsizliklerden ya-rarlanan bazı çıkar grupları da sözde muhalefet içinde yer almaktadırlar. Bu nedenle, tarafsız, dürüst ve bilimsel Çevre Etki Değerlendirme (ÇED) çalışmalarına ihtiyaç bulun-maktadır. Bu konularda işi kitabına uydurmak, hiçbir mühendisin tevessül etmemesi gereken vicdani ve etik bir sorumluluktur. “Sorumlu mühendislik anlayışı”, sonucu ne olursa olsun, gerçeği ortaya koymaktır.

İş nedeniyle ortaya çıkan veya çıktığı ileri sürülen sorunlar, sorumlu anlayış çevresinde cesaretle ele alınmalıdır. Bu kesin duruş tarzı sayesinde, dış çevrelerin proje üzerindeki haksız, abartılı ve kötü niyetli talep ve baskılarını da püskürtmek mümkün olabilmektedir. Aksi takdirde, haklı haksız birbirine karışmakta ve proje için çaresizlikler yaşanmaktadır.

Fırat nehri üzerinde inşa edilmiş olan Atatürk ve Birecik barajlarında su tutulması sırasında nehir kenarında yer alan bağ, bahçe ve ağaçlık alanların su altında kalması nedeniyle yazılı ve sözlü basında çok büyük eleştiriler yapılmış ve ağıtlar yakılmıştır. "Ezelden beri var olan bu doğal yeşillikler artık su altında" tezi kesinlikle doğru değildir. Çünkü, Fırat nehrinin feyzan döneminde geçirdiği çok büyük debiler nedeniyle, nehir sahillerinde tarım yapılması zaten mümkün değildir. Bu tarım alanları, ancak Keban barajı yapılarak Fırat'a gem vurulduktan sonra vücut bulmuşlardır. Şimdi de, oluşan gölden kurak Urfa, Harran, Mardin ve Barak ovalarına gönderilecek suyla yeni canlar hayat bulacak, çok daha geniş münbit tarım arazileri insanlığın hizmetine girecektir. Göl altında kalan arazi sahiplerinin gelecekteki yaşamlarının adil ve uygun şekilde planlanması ve bunun gereğinin yapılması da vazgeçilemez bir gerekliliktir.

Yapım işleri sırasında, mevcut yapısal çevre üzerindeki yapıların inşaat kaynaklı deformasyonlara karşı korunması da çok önemlidir. Halen çalışmakta olduğumuz projede tünel etki alanında yer alan, bazıları ilgili anıtlar kurulunca tescilli, 150'den fazla yapı tek tek incelenerek üzerlerinde alınması gerekli önlemler belirlenmiş ve uygulanmış bulunmaktadır. Sorumlu mühendislik anlayışı çerçevesinde, kimseyi mağdur etmeden ve çevre halkıyla barışık olarak, iş kesintisiz sürdürülebilmektedir.

Toplumsal çevre; trafik düzensizliği, toz, gürültü gibi olumsuzluklara karşı da korunmalıdır. Alınan gürültü önlemleri sayesinde, İstanbul Sirkeci'de turistik otellerin bulunduğu dar alanda dahi, toplum ve çevreyle barışık çalışılabiliyor olması dikkate değerdir. Bu kapsamda oluşan ilave cüzi maliyetler, çevre baskısı nedeniyle işlerin durması sonucunda hasıl olacak büyük bekleme masrafları ve tazminat tutarları ile kabili kıyas değildir. Burada önemli olan, iş nedeniyle çevrede oluşabilecek sorunları önceden belirleyerek, kimseyi rahatsız etmeden önlem almaktır. Bu sayede, işin barış içinde yapılması sağlanmış olabilmektedir.

İşgücünün mümkün oldukça mevcut yerel kaynaklardan temini de çok olumlu bir adımdır. Birecik barajı inşaatı sırasında, sıkıntılı kamulaştırma ve su tutma nedeniyle yerleşim yerlerinin tahliyesi sırasında, yerel halkla iletişim o çevreden işçiler vasıtasıyla sağlanabilmiştir.

Sorumlu mühendislik anlayışı, mühendis adaylarına üniversite sıralarında aşılanmalıdır. Özellikle, insan ve çevre konularında gerekli titizliklerin farkındalığı mutlaka oluşturulmalıdır. Bu bilinç düzeyindeki mühendisler, çalıştıkları kurumlarda da bu konularda belirgin bir hassasiyet yaratacaklardır.

## 8. Mühendislik Sorumluluğu ve Etiği: Zaman ve Maliyet

Üretilen mal ve hizmet üzerinden en kısa sürede azami "artı değeri" elde etmek, insan-oğlunun en büyük motivasyon unsurudur. Ancak, sosyal hukuk devletlerinde; insan, toplum, çevre ve kültür varlıkları, her türlü olumsuz etkiye karşı yasal teminat altına alınmış bulunmaktadır. Bu nedenle, mühendislikte öncelik, yukarıda anlatıldığı şekilde,

kalite, iş sağlığı ve güvenliği (ISG), çevre ve kültür varlıkları için gerekliliklerin yerine getirilmesi olup, bu uygulamalar nedeniyle oluşan maliyetler, üretim sürecinin ayrılmaz ve kaçınılmaz bir parçası olarak kabul edilecektir. Zaman ve maliyet hesapları bunun üzerine yapılmalıdır.

Yapım, yapımıcının müşteriye karşı bir taahhütdür. Bu taahhütün öngörülen kapsam ve kalitede, süre ve maliyette tamamlanması, bir mühendislik sorumluluğu ve etiğidir. Ülkemizde uygulanmış büyük projelerde eskiden süre ve keşif artışlarına nadiren rastlanmakta olduğunu anlatıyor büyüklerimiz. Proje verilerinin toplanmasında ve hesaplardaki hassasiyetin yanı sıra, kişisel ve kurumsal "mühendislik sorumluluğu ve etiği" açısından da şayanı dikkat ve takdir bu olgunun ayrıntılı olarak incelenip, mühendis adaylarına öğretilmesinde çok büyük yarar vardır.

Günümüzde sıkça uygulanmakta olan "sabit toptan fiyatlı anahtar teslimi" (lump sum fixed price turnkey) projelerde, sözleşmeye esas olan keşfin, istisnai durumlar haricinde, değişmesi söz konusu olmamaktadır. Ancak, ülkemizde ihale edilen birim fiyatlı pek çok projede, planlanan yapım süresi ve keşfin büyük ölçüde aşıldığı da bir gerçektir. Geçerli nedenlere dayanmayan süre ve keşif artışları kurumsal bir başarısızlık olarak kabul edilmelidir. Bu projelerin akıbetleri ve bu sapmaların nedenleri konusunda ilgili kurumlarca ve üniversitelerce gerekli araştırmaların yapılarak, mühendislik projelerinin planlama ve uygulama kriterlerinin incelenmesi çok faydalı olacaktır.

Yapılacak işin süre ve maliyetinin önceden bilinmesi çok önemlidir. İşin sonunda gerçekleşen süre ve maliyetin, ilk keşiften, makul sayılabilecek bir değer dışında, sapmamış olması gerekmektedir. Kıt kaynakların kullanılmakta olduğu unutulmamalıdır, bu nedenle proje maliyetinin haddi-layık olması da çok önemlidir. Ancak, maliyet disiplini adına, 3 kuruş için alt-yüklenici ile boğuşurken, işin bütününde servet yutacak büyüklükte kara delikleri de görmezden gelmek bazı mühendislerin ve kurumların içine düştüğü çok önemli bir gaflettir.

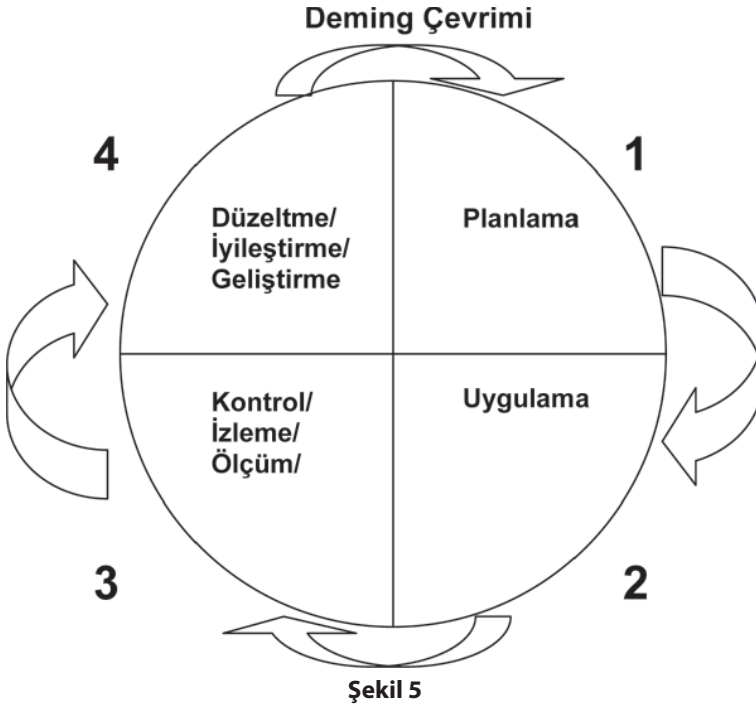
İnşaat mühendisliği eğitiminde mühendislik ekonomisi zorunlu bir ders olarak okutulmalı ve mühendis adaylarında proje maliyet yapısı ve kavramları konusunda gerekli farkındalıklar sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra, sözleşme ve iş hukuku konularında da gerekli altyapı oluşturulmalıdır.

## 9. Mühendislikte Planlama ve Risk Yönetimi

Mühendislerin planlama ve iletişim becerelerini inceleyen bir psikolog, havuza batmayan çeşitli lego parçaları bırakıp, orada bekleyen 5 mühendisten bunları 5 dakika içinde bütüne tamamlamalarını istiyormuş. Deneme sonuçları raporlandığında, ilginç bir benzerlik görülmüş: Çeşitli ülkelerden tüm denek grupları, önce 15-20 saniye kendi aralarında konuşup plan yaptıktan sonra suya atıyorlarmış, bir grup hariç. Hiçbir plan yapmadan doğrudan suya atlayanlar, Türk mühendisleriymiş.

"Deming Çevrimi" olarak da bilinen, aşağıdaki şekilde görülmekte olan, bilimsel çalışma yöntemi mühendislik işlerinde de çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

"Deming Çevrimi'ndeki" 4 temel adımı, aşağıdaki tabloda, bir örnek üzerinde inceleyelim:

**Tablo 3** Deming Çevrimi Adımları

| No | Adım                            | Faaliyet            | Açıklama                                           |
|----|---------------------------------|---------------------|----------------------------------------------------|
| 1  | Planlama                        | İş tanımı           | Ürünün ayrıntılı tanımı                            |
|    |                                 | İşin gereklilikleri | Teknik Şartname, ISGÇ kriterleri, Süre, Bütçe      |
|    |                                 | İşin planlaması     | Model ve/veya benzeşim                             |
|    |                                 | Tasarım             | Hesap ve planlar                                   |
| 2  | Uygulama                        | Yapım/imalat        | Teknik şartnamesine uygun olarak yapım süreci      |
| 3  | Kontrol/İzleme/Ölçüm            | Ürünün incelenmesi  | Sapma ve uygunsuzlukların tespiti ve giderilmesi   |
| 4  | Düzeltme/İyileştirme/Geliştirme | Gözden geçirme      | Ürünün sürekli iyileştirilmesi için gözden geçirme |

Yapılacak iş planlamasının yanı sıra, “Bütünleştirilmiş Risk Yönetim Planı’nın”da (IRMP=Integrated Risk Management Plan) hazırlanması gerekmektedir. Bu bağlamda yapılacak olanlar şunlardır:

- i. İşin planlama, tasarım, satınalma, yapım, test ve işletmeye alma adımları sırasındaki olası kalite, iş sağlığı ve güvenliği, çevre, zaman ve parasal risklerin belirlenmesi,
- ii. Risklerin değerlendirilmesi,
- iii. Risklere karşı gerekli önlemlerin belirlenmesi,
- iv. Risklerin önlenmesi ve/veya "makul asgari düzeye" indirgenmesi,
- v. İşe özel "Risk Değerlendirmesi ve Önlem Planı" hazırlanması (RAMP= Risk Assessment and Mitigation Planning).

Bir işe başlamadan önce plan yapar mıyız, riskleri irdeler miyiz? Elbette ki kişiye göre değişir, ama milletçe böyle bir alışkanlığımız bulunmamaktadır. Daha çok, göçer toplumun genetik özelliğine uygun olarak, "kervan yolda düzülür" yaklaşımına yatkın değil miyiz? Göç yolunda plan yaparak vakit kaybetmektense yol almak daha evla olabilir. Hatta, belirsizlikler karşısında planlı olmaksansa, spontan ve esnek olmak daha da avantajlı olabilir. Ama burada söz konusu olan göç değil, iştir, hatta mühendislik işidir. Planlama, işin olmazsa olmazıdır. Uygun plan yapılmadığı takdirde, kalitesizlik, zaman ve para kaybı kaçınılmazdır.

Mühendislerimiz, testi kırıldıktan sonra, tekrar olmasın diye genelde olayı araştırıp önlem alırlar. Bu "reaktif" tavır, hiçbir şey yapmamış olmaktan mutlaka daha iyidir, ama gerekli olan, risklerin önceden belirlenerek gerçekleşmeden önce "proaktif" önlem alınmasıdır.

Plan ve risk kavramlarının var olduğunu elbette işitmişizdir, ancak bunların mühendislik yaşamının ayrılmaz bir parçası olduğuna dair bir farkındalık öğrenim hayatımızın herhangi bir aşamasında oluşturulmuş mudur? Ben hatırlamıyorum.

Büyük Üstad Fevzi Akkaya tarafından mühendislere miras bırakılan 11 ciltlik ölümsüz eser "Şantiye El Kitabı'nda", planlama konusunda çok değerli öneriler yer almaktadır: "Her işte prensip olarak şu yolu tut: İşleri evvela en basit tarafından (at akli) ile ele al. ....Sonra işin parçalarına geç. Her parçayı ele alıştı yine evvela basit düşün, en sonunda mühendislik tarafına baş vur....Her işte, en basitinden ele almak şartı ile, sırası ile en evvel at akli, sonra genel mektep bilgileri, en sonunda da mühendislik bilgileri geliyor. Bu bilgileri de sırası geldikçe, dağarcıktan çekmek lazım, işin daha başında elini daldırıp avuçlamaya kalkma."

Yani, Üstad diyor ki; önce bütünü sonra parçaları planla, doğal, basit ve sistematik ol, planı bilgi ve mühendislikle bütünle, gereksiz bilgiye boğulma.

## 10. Mühendislikte İnsiyatif, Dirayet ve Kaynak Kullanma

Firmanızın yurtdışındaki, diyelim ki İrlanda'da, bir otoyol işini yapmak üzere elinizde bir ceket bir çanta yola çıktınız. Hiç bilmediğiniz ve alışkın olmadığınız bir ülkede şantiye kurup yeni bir işveren için iş yapacaksınız. Önce otele yerleşir, bankada hesap açtırırınız, sonra ilk mühendisler ve muhasebe elemanları gelmeye başlar ve kiraladığınız geçici ofiste çalışmaya başlarsınız. Projeyi yapacağınız yerleşim merkezine gidip orada çevre edirsiniz, tanıştığınız yerel kişiler size neyi nerede bulacağınızı anlatırlar. Araba satın alırsınız, İrlandalı şoför ve sekreteri işe başlatırsınız. İşverenle ilk toplantınızı yaparsınız, yerel projeci, mali müşavir ve avukatla anlaşılırsınız.

Daha sonra arazi kiralayıp, Türkiye’den gönderilen prefabrik binalarla İşveren ve Yapımcı Firma olarak kendi şantiye ofislerinizi, mühendis ve işçi yemekhanesini, atölye ve ambar binalarını kurarsınız. Kiraladığınız büyük çiftlik evi ve müştemilata Türkiye’den gelen işçileri yerleştirirsiniz, günlük satınalma başlar, kazan kaynar ve ilk akşam yemeğinde kuru fasulye, pilav, soğan ve cacık çıkar. Düzenlediğiniz alanda akşamları kıran kırana futbol maçları başlar.

Mühendisleri de, işyerine uzak kalan otelden çıkartır, kasaba merkezinde kiraladığınız tek kişilik odaların bulunduğu binaya yerleştirirsiniz. Görevlendirdiğiniz işçiler vasıtasıyla, odalar günlük temizlenir, çamaşırlar yıkanır, ütüler yapılır, mühendislerin iş ve dinlenme dışında hiçbir şeye vakit ayırmalarına gerek kalmaz.

İrlandalı mühendisler ve İşveren’in güven duyduğu danışmanlar göreve başlar. Proje ve malzeme onayları alınır, yerel taşeron ekipleriyle hazırlık işleri başlar. Leasingle kiralanmış iş makineleri şantiyeye gelir ve toprak işleri başlar. Sonra, ilk hakediş alınır ve artık merkezden para gelmesine gerek kalmaz.

Cuma akşam üstü şantiyede düzenlediğiniz mangal partisinde toplanan İşveren, çalışanlarınız ve yerel taşeronlara yaptığınız kısa hoş geldiniz konuşmasında, toplam 3 aya sığdırdığınız, bu başarılı çalışmanın gururu yüzünüzden belli olur. Özellikle, yerel çalışanların Türk Firmasının mensubu olmaktan duydukları memnuniyet de bir başka gurur kaynağıdır.

Bu görev verilirken, sorumluluk ve yetkileriniz size bildirilmiştir. Sorumluluk tanımı kısa ve basittir; “proje müdürü olarak işi yapmak”. Başkaca da bir tanıma gerek yoktur, çizilen sorumluluk çerçevesinde verilen yetkileri kullanarak işi yapmak için gerekli kaynakları oluşturursunuz; makine ve malzemeleri temin eder, alt-yüklenicileri seçer, kendi işgücünüzü ve teknik ekibinizi oluşturur, organizasyonu yapar, şantiye ve kamp tesislerini kurar, mobilizasyonu tamamlamış olarak işe başlarsınız. Ekipte herkesin rol ve görevi bellidir, ne zaman ne yapacağınızı bilirsiniz, yol haritanız bellidir. İş planlanır, uygulanır, kontrol edilir ve gerekli iyileştirmeler yapılarak yola devam edilir.

Yukarıda anlatılan ideal durumun aksine, uygulamada bazı mühendisler için genel bir sorumluluk anlayışı oluşturmak her zaman mümkün olamamaktadır. Her seferinde işin yönetici tarafından tanımlanması, “parça başı iş” şeklinin mühendislikte yeri yoktur. Bazen de, yetki ve sorumluluklar tanımlandığı halde, görev yanlış anlaşılabilir. Ne yaptın getir bakalım dediğinizde önünüze çok farklı bir iş gelebilir, iletişim başarısız olmuştur, ekip çalışması sağlanamamıştır.

Gerektiğinde mühendis bağımsız inisiyatif alabilmeli, dirayet sahibi olmalı, ekip çalışması ve liderlik yapabilmeli ve kaynak kullanabilme becerisi olmalıdır. Bu özellik ve yeteneklerin gelişmesi için bireysel ve kurumsal çaba gerekmektedir.

Büyük üstad Fevzi Akkaya genç mühendislerle hitaben şöyle demektedir: “Yapacağın işlerde, can emniyetini sağlamak şartı ile, gerisi için (hata) denilen şeyden korkma. Hatadan korkar, işlere aktif olarak girmez ve inisiyatifini kullanmaz isen hiçbir tecrübe edinemezsin. Nezaretçi gibi işleri uzaktan seyretmekle tecrübe sahibi olmak mümkün değildir. İşlerinde hata yapmamaya, yapmışsan aynı hatayı tekrarlamamaya çalış. İşlediğin hataların sana sağladığı kıymetli tecrübeleri değerlendir ve istifade etmeye çalış. Çatanayı batıranı translantiğe kaptan yaparlar”.

## 11. Mühendislikte İletişim

Farklı bireysel iradelerin birlikteliğini sağlayan anahtar unsur iletişimdir. İletişimde amaç anlatmak değil, anlaşılacak olmalıdır.

Bir Mevlana özdeyişi şöyle demektedir: "Ne kadar bilersen bil, söylediklerin karşındakinin anladığı kadardır".

Günümüzde iletişim bir uzmanlık dalı olarak ele alınmakta, hatta NLP teknikleriyle de desteklenerek, talep eden ilgililerine özel kurslarda öğretilmektedir. Ülkemizde mühendislik müfredatında, mevcut yasal zorunluluk nedeniyle, Türk Edebiyatı ve Türkçe Dilbilgisi dersi yer almaktadır. Edebi eser okuyan kişilerin anlatım ve hitabet gücü elbette ki gelişecektir. Ancak, yine bu ders kapsamında, mühendislere, meslek yaşamlarında kullanacakları, iletişim tekniklerinin uygulamalı olarak öğretilmesi de mümkündür. Daha faydalı olmaz mı?

Uzun yıllar boyunca edinilen deneyimlere dayanarak, böyle bir uygulamanın çok faydalı olacağı konusunda kuşku yoktur. Kurumsal (yazılı) ve sözlü iletişimde çok iyi mühendisler nadiren de olsa rastlamak mümkündür, ama genel durum iletişim düzeyinin yetersizliğidir. Bu konuda temel bir eğitim verilmediği için olsa gerektir, yazılı ve sözlü iletişimde, içerik ve şekil sadece mühendisin kişisel anlatım becerisi ile sınırlı kalmaktadır. İletişim konusundaki deneyimleri 3 başlık altında incelemek mümkündür:

- i. Mühendis-İşçi: İşçinin farkındalığı için en etkin yöntem drama tarzı iletişimdir. Bu yöntemde, işçinin iletişime aktif katılımı sağlanmaktadır. Buna vakit yoksa, emir tekrarı yaptırmak yanlış anlamaları önleyecektir.
- ii. Mühendis-Yönetim-Üçüncü Şahıslar: Kısa, öz, anlaşılır ve dinleyenin beklentisini karşılayacak bilgi düzeyinden fazlasını içermemelidir. Karmaşık konularda, kısa yönetim özeti hazırlamak uğraşı ve deneyim gerektirir ama iyi bir alışkanlıktır.
- iii. Mühendis-Mühendis: Yıllarca çalıştığım İsviçre-Türk Mühendislik Ortaklığında, yabancı mühendislerin saatlerce süren fikir geliştirme (think-tank) toplantılarını imrenerek hatırlıyorum. Aynı teknik ortamlarda, Türk mühendislerinin başarılı fikir geliştirme toplantılarına pek şahit olamadım. Uzun süreli analiz ve muhakeme süreçlerinde pek sabırlı olamıyoruz, fikir ve görüşlerimizi paylaşmakta başarılı olamıyoruz. Hatta, başladıktan 10-15 dakika sonra kişiselleşen çelişki ve sürtüşmeler nedeniyle dağılan pek çok toplantı hatırlıyorum.

İletişim bıçak sırtıdır; birleştirir de ayırıştırır da. "Böl ve yönet" zihniyetindekiler bunu çok iyi kullanırlar. Çok dikkatli olunmalıdır.

## 12. Mühendislikte Bilgisayar Kullanımı

1970 yılında üniversite birinci sınıf öğrencisi iken FORTRAN IV bilgisayar dilini öğrendik, delgi makinesinde hazırladığımız herbiri 80 karakterlik delikli (punch) kartlara hazırladığımız kendi özgün programlarımızı bilgi işlem merkezine teslim eder, program çıktımızı çoğunlukla ertesi gün alırdık. Bilgi işlemi, herbiri birkaç m3 büyüklüğündeki ve sadece camekanın arkasından görebildiğimiz IBM 360'larla yapılırdı.

O şartlarda istesek de bilgisayar kullanımını abartmamız mümkün değildi, zaten buna gerek de yoktu. Şimdilerde ise bilgisayar teknolojisi ve özel teknik yazılımlar o derece gelişmiş durumdadır ki, mühendis ve bilgisayar ayrılmaz bir ikili haline gelmiştir. Bil-

gisayar, araç değil de, adeta amaç olmuştur. Bilgisayarın önyargılı ve yanlış kullanımı nedeniyle pek çok mühendislik hatası yapılmaktadır, bunlardan bazıları:

- i. Kaya dolgu yüksek bir barajda su tutma sırasında meydana gelen aşırı deformasyonların nedenlerinin araştırılması kapsamında, Avrupalı bir yabancı uzmanın yaptığı bilgisayar analizleri sonucunda, hiç kimsenin öngöremediği ve beklemediği bir şekilde, deformasyonların kök nedeninin, baraj gövdesinin değil de, temel kayasındaki hareketlerin olduğu iddia edildi. Bu çalışma için geliştirilen karmaşık davranış modeli ve yapılan ayrıntılı bilgisayar analizleri gerçekten göz kamaştırıcıydı. Hipotezin takdim edildiği toplantılardan sonra yapılan tartışmalarda, Avusturyalı başka bir yabancı uzman, temel kayasının kayma modülünün analizlerde kabul edilen mertebenin çok üzerinde olması gerektiğini, bu takdirde de hesaplanan deformasyon mekanizmasının oluşmayacağını çok büyük bir kararlılıkla söyledi. Toplantılardan sonra yaptığımız özel sohbette de, "bilgisayarla istediğiniz gibi oynayabilirsiniz, ama gerçekleri değiştiremezsiniz" dedi. Bu hipotezi takiben uzun yıllar boyunca yapılan ölçümlerde, temel kayasının hareket ettiğine dair hiçbir kayıt elde edilemedi.
- ii. Şehir metro sistemlerinde tünel, aç-kapa ve hemzemin birleşimlerini optimize etmek için bilgisayar programları kullanılır. Tünelden hemzeminine geçilen bazı yerlerde aç-kapa istasyon yapılması arkeoloji, yoğun yapısal çevre, trafik vs. gibi nedenlerden dolayı çok zor hatta imkansız olmasına rağmen, en ekonomik çözüm böyle oluşuyor diye, projenin yapılabilişliği tahkik edilmeden güzergah kesinleştirilir. Tabi ki, yanlış formülasyonun olumsuzlukları yapım sırasında tezahür eder.

Bilgisayarın işlem hızı emsalsizdir, ancak yine de bilgisayar insan aklının, bilincinin ve deneyiminin yerini alamaz. Doğru ve önyargısız kurgularda, mühendisin en yakın yardımcıdır. İnternette ansiklopedik bilgiler bulabiliriz, ancak mühendislik deneyimleri internete sığmayacak kadar büyük ve özeldir.

### 13. Bireysel ve Kurumsal Çalışma Disiplini

"Yaşamak bir ağaç gibi tek ve hür ve bir orman gibi kardeşcesine".

Tek ve hür mühendis; tüm yeteneklerini, bilincini, düşünce gücünü ve yaratıcılığını hiçbir sınır olmaksızın kullanabilme özgürlüğüne sahiptir. Ancak, mühendislik bir ekip işidir, hatta bu ekibin çok zaman disiplinler arası olması da gerekebilir. Peki, her kafadan ayrı bir ses çıkarken nasıl olacak da tek ve hür mühendisler bir araya gelip ekip olacaklar. Bu birlik ve beraberlik, kurum çatısı altında olacaktır. Herbiri farklı bir irade olan mühendisler, kişisel yaşam anlayışı ve tarzlarından bağımsız olarak, mesleki bilinç ve farkındalıkların ortak paydası altında kurumsal birlikteliği oluşturacaklardır. Kurumsallaşma, bireysel özgürlüğü sınırlıyormuş gibi gözükse de, birbirinden farklı üslup ve tarzları, bir araya getirerek bilinç ve düşüncenin bir güç olarak ortaya çıkmasını sağlar. Örgütlü toplum ve kurumsallaşmış topluluklar küreselleşen sosyo-ekonomik ortamın en büyük gücü olarak temayüz etmektedirler.

Ülkemizde, çok önemli resmi mühendislik kurumları bulunmakta olup, bunlara sahip çıkılmalı ve, gerekiyorsa yeniden yapılandırılarak modern bir anlayış çerçevesinde, oluşmuş kurumsal bilincin bekası sağlanmalıdır. Bu kurumsal bilinç baskı altına alındığında, projelerde önemli teknik araz ve kazalara şahit olacağız.

Günümüzde kurumların, kendi çalışanlarına ve topluma karşı sorumluluk ve görevlerinin yazılı olarak ilan edilmiş olduğu, politikaları bulunmaktadır. Kurumlar; Kalite, İSG, Çevre, Risk ve İdari konularda ilgili standartlara göre hazırlanmış yazılı yönetim sistemlerine göre işletilmekte, çalışanlara eğitim verilmekte ve periyodik iç ve dış denetimler yapılmaktadır. Belgeler ve yazışmalar tasnif edilerek saklanmakta, standart ve izlenebilirlik sağlanmaktadır.

Kurumsallaşmanın en önemli olgusu katılımdır (involvement). Kurumlarda her seviyede katılıma ihtiyaç vardır ve teşvik (incentive) edilmelidir. Büyük Üstad Fevzi Akkaya şöyle demektedir: "Etrafındakilerin fikirlerini yabana atma, bazen en basit işçi senin altı ayda bulamadığını bulmuştur bile".

Mühendislerimiz genelde bilgiyi kendi bilgisayarlarında ve çekmecelerinde kendi özgün formatlarında saklarlar. Bunu kendilerinden başkasının anlaması da mümkün değildir. Halbuki, kalite yönetim sisteminde bu bilgiler için standart formatta çizelgeler bulunmaktadır, yoksa da hemen yapılmalıdır. Ama, tüm kurum için aynı format ve dil kullanılmalı, kişiden kişiye değişmemelidir. Yöneticisi olduğum kurumda, bilginin standart format dışında kişisel olarak saklanması işten çıkış nedeni olarak kabul edilmektedir. Mühendis tek ve hürdür, ama kurum içinde standart sistem ve dil kullanılacaktır ki, güç birliği ve iş verimi oluşsun.

Kurumsal disiplin elbette çok önemlidir, ama bireysel mühendislik yaratıcılığını da bastırmamalıdır, bu çok iyi dengelenmelidir. Bana, mühendislerinin disipliniyle hava atan Alman şantiye şefine bir fıkra anlatmıştım: Çok iyi arkadaş bir Alman ve Türk mühendis trafik kazasında ölürlere ve dünyadaki günahlarının cezasını çekmek üzere cehenneme gönderilirler. Alman cehenneminde günde bir kepçe, Türk tarafında ise bir kova pislik yenecektir. Türk mühendis, arkadaşının kontenjanından Alman cehennemine gidebilecekken, ne olur ne olmaz diye Türk cehennemini tercih eder. Alman bir ay sonra Türk'ü ziyaret eder ve istihzalı sorar, hergün bir kova pislik çok değil mi? Türk güler, Türk cehenneminde öyle kötü bir organizasyon var ki, bir gün kova yok öbür gün kaşık yok ertesi gün pislik bulamıyorlar, bir aydır ağızımıza pislik değmedi.

Yine de, mühendislik çalışması mutlaka kurumsal disiplin altında yapılmalıdır. Genç mühendisler, standart kurumsal çalışma düzenine alıştırılmalıdır. Ama, dikkat edelim disiplin aklınızı bastırıp hayatı cehenneme çevirmesin.

## 14. Mesleki ve Kişisel Gelişim

Küreselleşen iş ve bilim dünyası ve inşaat sektörü, mesleki çalışma ve iletişimin yabancı dilde yapılmasını neredeyse zorunlu kılmaktadır. Mühendislik eğitiminin İngilizce yapıldığı okullarımız bulunmaktadır. Diğer okulların da İngilizce eğitime geçmeleri gerektiğini söylemek çok iddialı bir sav olacaktır, böyle bir makalenin amaç ve haddini de aşar. Ancak, yeterlik sınavında yabancı dil bilgisinin yeterli düzeyde olduğu belirlenen öğrencilerin yabancı dil öğreniminden muaf kalması gibi bir anlayış da kesinlikle yanlıştır. Mühendislik eğitimi tamamlayan öğrencilerin, bir yabancı dili teknik meslek yaşamalarında kullanacak derecede biliyor olması vazgeçilmez bir gereklilik olmalıdır. Pek çok vasıflı mühendis, yabancı dil bilmedikleri için, uluslararası projelerde etkin görev alamamaktadırlar.

Küresel teknoloji ve projelerin mümkün olduğunda yerinde incelenmesi, uluslararası

mesleki etkinliklere ve kongrelere katılmak mesleki gelişim adına çok faydalı olmaktadır.

Mühendisin kendi deneyimlerini not etmesi, bunları zamanla ayrıntılandırarak teknik bir makale, hatta kitap haline, getirmesi de nihai bir amaç olmalı ve kurumsal teşvik görmelidir.

Mühendislerin mesleki konuları kendi aralarında tartışması, think-tank toplantıları, istişare ve bir bilene danışmak da çok faydalı olmaktadır.

Bunların hepsi çok güzel ve keyifli de, yine de bir noksan var. Nedir? Baş Mühendis işten başka bir şey düşünmüyor, işi hobisi, hobisi iş, bu bir kısır döngü. Hangi işi yapıyorsak yapalım, bizi zaman zaman işin dışına çıkartacak hobilerimiz olmalıdır. Mühendislik öğrencilerine zorunlu “teknik olmayan seçmeli” derslerin bu doğrultuda olmasında çok büyük fayda vardır. Santraç, briç, müzik, resim, drama, fotoğrafçılık, golf, spor, folklor, kolleksiyon, yoga, meditasyon, felsefe vs olabilir. Ama, ders olarak değil, hobi edinmek, çalışırken farklı bir frekans ve boyutta vakit geçirmek için.

## 15. Mühendislik Bilinci

1984 yılında Irak’da Aşağı Mezopotamya’da bir Türk Firması tarafından yürütülmekte olan arazi iyileştirme (land reclamation) projesinde çalışmaktayken, İşverenin Kerküklü Türkmen Kontrol Mühendisi bana bir sohbet sırasında üniversitede hidrolik dersinde okuduğumuz Bernoulli, manning gibi bazı formülleri hatırlayıp hatırlamadığımı sormuştu. Formülleri tereddütsüz hatırladığımı anlayınca da çok şaşırmış ve durumu o sırada odaya giren Iraklı Kontrol Amirine anlatmıştı. Kontrol Amiri Mühendis, her zamanki kibar ve bir Osmanlı beyefendisinin vakur ve bilgiç edasıyla, “ben formülleri unuttum ama bir zamanlar mühendislik mektebinde okuduğumu çok iyi hatırlıyorum” şeklinde hiç beklemediğimiz bir cevapla bizi şaşırtmıştı.

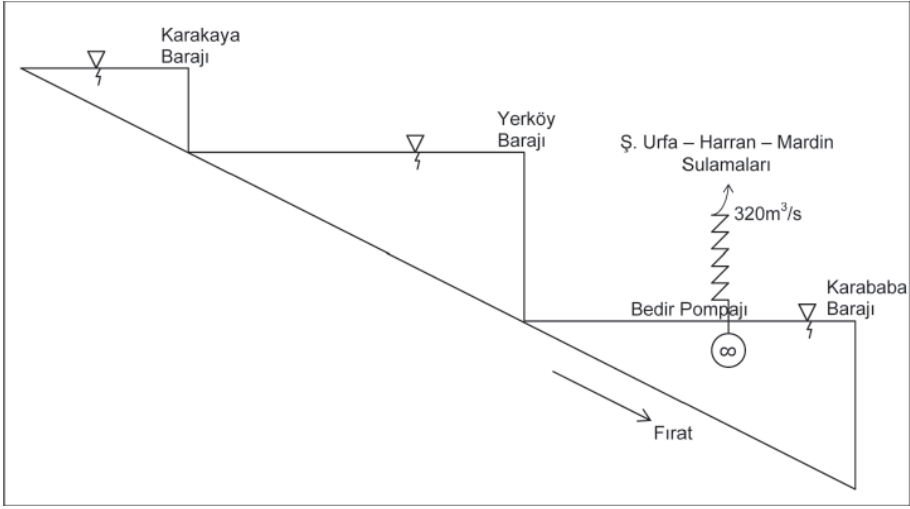
Üzerinden uzun yıllar geçmiş olmasına rağmen hiç unutamadığım bu sözün tam olarak ne ifade ettiğini o gün anlamış olduğumu söyleyemem. Ancak, zamanla farkettim ki, bazı mühendisler, çok karmaşık mühendislik konularını genel yaklaşımlar vasıtasıyla analiz edebilmekte, kendilerine sunulan fizibilite çalışmalarını, proje kurgularını, kuramsal tasarımları, teknik şartname ve yapım yöntemlerini, ayrıntıya girmeden, genel çerçevesi içinde değerlendirip, doğruyu yanlıştan ayırt edebilmektedirler. Bir sonuca varmak için üzerinde ayrıntılı incelenme gerektiren konuları da kolaylıkla belirleyebilmektedirler.

Bu mühendisler, mesleki kişiliklerinin ayrılmaz bir parçası olarak, bir farkındalığa sahip bulunmaktadırlar. Bence, bu “mühendislik bilincidir”. Mesleki yaşantım sırasında, bu bilince dair bende iz bırakan pek çok emsalle karşılaştım. Bunlardan çok önemli olduğunu düşündüğüm birine birlikte bir göz atalım.

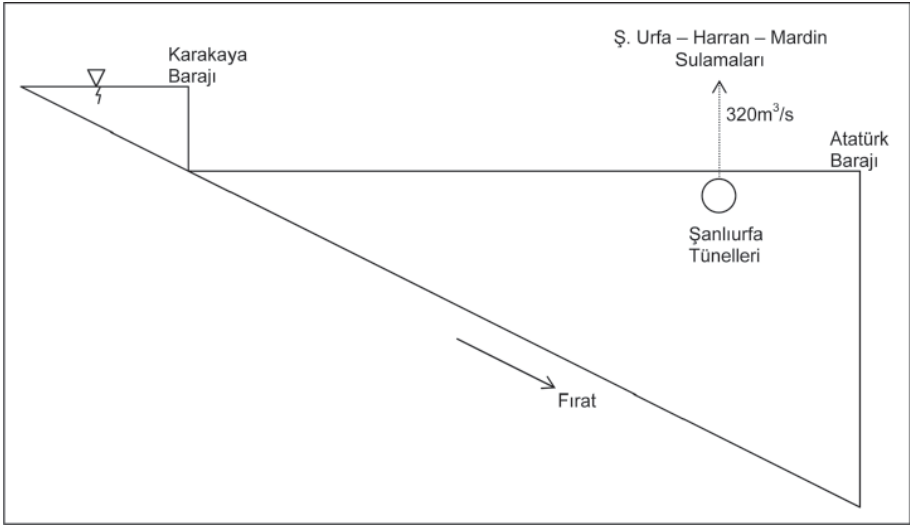
“Aşağı Fırat Gelişim Fizibilitesi” kapsamında, yabancı Mühendislik Firması tarafından önerilen kuramsal tasarım şematik olarak aşağıdaki şekilde görülmektedir:

Ancak, İşveren tarafından onaylanan ve daha sonra fiziki olarak da gerçekleştirilen kuramsal tasarım, aşağıda görüldüğü gibi, çok farklı olmuştur:

Önerilen ve gerçekleşen planlar arasında çok büyük bir farklılık bulunmaktadır. Gerçekleştirilen projede; Şanlıurfa, Harran ve Mardin ovalarına gönderilecek olan 320 m<sup>3</sup>/sn’lik



**Şekil 6** Aşağı Fırat Önerilen Gelişim Planı



**Şekil 7** Aşağı Fırat Gerçekleşen Gelişim Planı

debi Şanlıurfa Tünelinden cazibeyle akıtılmaktadır. Halbuki, önerilen projede bu miktardaki suyun ovalara pompajla gönderilmesi öngörülmüştür.

Yabancı Mühendislik Firmasının önerisi, ciltler dolusu teknik doküman, hesap, kuramsal tasarım ve raporlarla akademik bir düzeyde, yurtiçi ve yurtdışında kalabalık toplantılarda sunulmuş, belli ki en iyi mühendislik çözümü olarak ileri sürülmüştür. Ancak, bunca gergin ve baskılı bir ortamda, bir "Baş Mühendis", "kral çıplak" demeye cesaret etmiş ve gerçek çözümün tartışılması ve geliştirilmesi için gerekli mühendislik sürecini başlatmıştır.

Önerilen projenin ekonomik uygunsuzluğu dikkate alınarak yabancı Mühendislik Firmasının kasıtlı olarak yanlış bir çözüm geliştirmiş olabileceği de akla gelebilir. Elbette ki böyle bir olasılık vardır. Ancak, daha kuvvetli bir olasılık ise, yabancı Mühendislik Firmasının, Atatürk barajı yüksekliğinde ve büyüklüğündeki bir barajın o yıllarda yapılabilirliği konusunda bir farkındalığa sahip olamamasıdır.

Özellikle makro projelerin mühendislik sürecinde disiplinler arası çalışmalarda pek çok mesleki hata ile karşılaşmak mümkündür. Bu “virüslerle” ilgili olarak “neden, nerede, nasıl, ne için, ne zaman, kim” gibi hafiyelik yerine, kurumsal “mühendislik bilincinin” ortaya çıkmasını sağlamaya odaklanmalıyız. Bu bilinç sayesinde, virüsler temizlenecek ve doğrular ortaya çıkacaktır.

Bir an için, önerilen yanlış projenin seçilip uygulandığını farz edelim. Projenin sonraki aşamalarındaki tüm jeoteknik, hidrolik, betonarme hesap ve tasarım ve uygulamalar tam ve doğru olsa bile resmin bütünündeki temel yanlış asla doğrulamayacaktır.

“Mühendislik bilinci”, gerçeğin ve doğrunun farkındalığıdır. “Mühendislik bilinci”, mühendisin yazılımıdır, aklıdır. Mühendislik sürecinde önce akıl, sonra hesap gelir. Günlerce internette gezinsek, karmaşık hesaplar yapsak, ciltler dolusu bilgisayar çıktıları oluşursa, gerçek sadece ve sadece “mühendisin bilincindedir”.

Deneyimlere göre, “mühendislik bilinci” belirli koşullarda kendiliğinden oluşur. Yeter ki mühendis olduğumuzu hatırlayalım, “fikri hür, vicdanı hür, irfanı hür” olarak ön yargısız düşünüp muhakeme yürütebilelim, işimizi sevelim ve mühendisliği, tüm boyutlarıyla kurumsal disiplin ve cesaretle uygulayarak, yaşam tarzı yapabilelim.

Bireysel “mühendislik bilinci”nin yanı sıra “kurumsal bilinç” de çok önemlidir ve bu sayede stratejik mühendislik uygulamaları doğru ve tam olarak gerçekleştirilebilmektedir.

## 16. Uygulamanın İnşaat Mühendisliği İçin Beklentileri

Mühendislikte mesleki yetkinliğin oluşumu ve gelişiminde, üniversite eğitiminin yanı sıra, diğer bazı etkenlerin de belirleyici olduğu kuşkusuzdur. Bu nedenle, “Uygulamanın”, “inşaat mühendisliği” için beklentileri, aşağıdaki şekilde şematik olarak görülen, bütünlük içinde değerlendirilecektir:

### 16.1 Milli Eğitimden Beklentiler

Türkiye ve KKTC’de, her yıl yaklaşık 5500 inşaat mühendisliği öğrencisi kayıt yaptırmaktadır. Bunlardan kaç tanesinin, bilinçli olarak önceden, inşaat mühendisliğini hedeflediği önemli bir araştırma konusudur.

1970’li yıllara kadar bazı mühendislik mekteplerinin sınavları diğer üniversitelerden ayrı yapılmaktayken, sonrasında tüm seçme sınavları merkezileştirilmiş bulunmaktadır. Güncel sınav sisteminin, kişisel ilgi ve yetenekleri belirleyerek mühendislik için uygun adayları diğerlerinden ayırt edebildiğini söylemek çok iddialı bir sav olacaktır. Sınav sonucunda alınan puana göre yapılan mühendislik tercihlerinin çok büyük bir kısmı ise, meslek seçiminden ziyade, üniversiteye gidebilmek için yapılan zorunlu tercihler olmaktadır.

Bildiğimiz kadarıyla, ülkemizde üniversite öncesinde, gençlerin, meslek seçimine esas

olacak, kişisel özellik ve yeteneklerin belirlenmesi yönünde yaygın bir çalışma yapılmamaktadır. Lise son sınıfta, adaylara üniversitelerin tanıtımı için yapılan takdimler ise, meslek seçimi için yönlendirici bir etkinlik sayılamazlar. Ancak, pek çok ülkede, ilgili kurumların uyguladığı "kendini tanıma" programları vasıtasıyla, öğrencilerin mesleki yatkınlıklarının yeterince önceden belirlenmekte olduğunu bilmekteyiz.

Gençlerimizin, ilgi ve yeteneklerinin ortaya çıkartılarak, uygun oldukları mesleklerin önceden belirlenmesi için kurumsal düzeyde yaygın çalışmalar yapılmasında çok büyük yararlar vardır. Bu sayede, mesleki yatkınlıklarını bilen öğrenciler kendi hedeflerini belirlemiş olarak üniversite hazırlıklarını bu doğrultuda yapacaklar ve çok daha önemlisi mühendislik mektebine bu mesleğe uygun kişiler kaydolacaktır.

İnşaat mühendisliği ne gibi özellik ve yetenekler gerektirir? Bildiğimiz anlamda herhangi bir mühendislik eğitimi almaksızın büyük eserler yaratmış olan tarihteki eski mühendislerin ortak özellikleri bize mühendislik için bazı niteliklerin gerekliliği konusunda ipuçları vermektedir. Temayüz etmiş çağdaş mühendislerde de benzer bazı temel özellikler dikkat çekmektedir:

Gözlem ve analiz yeteneği, analitik düşünce tarzı, sayısal muhakeme (akıl yürütme) gücü, planlama ve uygulama becerisi, yaratıcılık, perspektif görebilme yeteneği, matematik ve fizikte akademik yetenekler. Bu konuda, üniversitelerin de daha aktif iş birliğine ihtiyaç bulunmaktadır.

Milli Eğitimden beklentiler elbette yukarıdakilerle sınırlı değildir. Ancak, konuyla çok yakından ilgisi olduğu için, bunlardan bir tanesini vurgulamakta fayda vardır: Dünya-daki en büyük gücün, insan aklı ve iradesi olduğu konusunda kuşku bulunmamalıdır. Muhakeme ve fikir gücü, sadece mühendislik için değil, aynı zamanda da pek çok meslek sahibi için vazgeçilemez bir yetenektir. Sorgulayıcı bir eğitim modelinin, gençlerin muhakeme yeteneğinin gelişmesine çok büyük katkıda bulunacağı muhakkaktır.

## 16.2 Mühendislik Eğitiminden Beklentiler

Yetkin mühendislik formasyonunun gerektirdiği nitelikleri yukarıda makalenin bütününde ayrıntılı incelemiş olarak, "Uygulamanın", "İnşaat Mühendisliği Eğitimi'nden" temel beklentilerini gözden geçirebiliriz:

1975 yılında başlayan yaklaşık 35 yıllık mühendislik yaşantım sırasında, birlikte çalıştığım inşaat mühendislerimizin mesleki yapısı hakkındaki en çarpıcı tespitim, çok bariz olarak belirgin büyük bir "standart sapmanın" mevcudiyeti oldu. Yani, temel mühendislik niteliklerinde kişiden kişiye çok büyük farklılıklar bulunmaktadır. Yukarıda "Mühendis Profilimiz" başlığı altında konu kapsamlı olarak incelenmiş olduğundan, burada ayrıntıya girilmesine gerek görülmemektedir. Özellikle son yıllarda giderek arttığını farkettiğimiz, bu büyüklükteki bir standart sapmanın, pozitif bilim ve teknoloji ile bağlantılı bir meslek dalında kabul görmesi mümkün değildir.

Günümüzde inşaat sektörü küresel bir nitelik kazanmış olup, yerel inşaat firmalarımız dünyada olduğu gibi artık kendi ülkemizde de yabancı firmalarla rekabet halinde bulunmaktadırlar. Böyle bir ortamda, kendi içine kapalı bir sektöre kıyasla, yetkin inşaat mühendislerine duyulan ihtiyaç her zamankinden çok daha fazla hissedilmektedir. Bu nedendir ki, "Uygulamanın" temel beklentisi, ülkemizde tüm inşaat mühendisliği eğitiminin dünyaca kabul görmüş üniversitelerdeki ile aynı standarda yükseltilmesi ve bunun tüm mezunlar üzerinde doğrulanmasıdır.

Bazı üniversitelerimizin ABET akreditasyon kriterlerini sağlamakta olduğunu biliyoruz. Hatta, pek yakında “profesyonel yetkinlik sınav” uygulamasının başlatılacağını da duyurmaktayız. Bu standart, temel bir politika olarak, tüm mühendislik mektepleri için bir gereklilik olarak uygulanacak mıdır, yoksa güncel öğrenci yerleştirme politikaları doğrultusunda, mevcut tüm kontenjanlar, standarda bakılmaksızın, kullanılmaya devam mı edilecektir?

Uygulamacı gözüyle, inşaat mühendisliği eğitiminde 3 temel husus çok önemli görülmektedir:

- Teknik yeterlilik,
- Mühendislik farkındalığı ve
- Uygulama.

Temel mühendislik derslerinin, akademik kariyer sahibi araştırmacı üniversite öğretim üyeleri tarafından verilmesi vazgeçilemez bir gereklilik ve sorumluluk olmalıdır. Öğretim üyesi eksiği olan bazı okullarda, o yörede genellikle kamu kurumlarında çalışmakta olan mühendislerin temel mühendislik derslerini vermekte olduğuna sıklıkla rastlanmaktadır. Bu uygulama kesinlikle yanlıştır, çünkü verdiği ders o mühendisin asli işi ve uğraşısı değildir, dersten bir gün önce kendisi öğrenecek, sonrada öğretecektir, ama öğretirken mutlaka bir şeyler eksik kalacaktır.

Üniversitelerin mevcut akademik müfredat programında yer alan **temel mühendislik** derslerinin yanı sıra, **uygulamalı mühendislik stratejisi** derslerine de gereklilik olduğu düşünülmektedir. Bu derslerde, mühendis adaylarının ileride karşılaşabilecekleri en karmaşık ve zor mühendislik konularını çözebilecek yetenekler kazanması için gerekli farkındalıkların oluşturulması amaçlanmalıdır. Bazı okullarda, sınırlı da olsa bu uygulamanın yapılmakta olduğunu bilmekteyiz. Ancak, burada vurgulanan bunun sistematik bir şekilde sürdürülmesi ve geniş kapsamlı olmasıdır. Bu bağlamda, **uygulama konusunda deneyimli yetkin mühendisler** tarafından verilmek üzere, **uygulamalı mühendislik stratejisi** dersleri kapsamında çeşitli konulara yer verilmelidir: Teknoloji, mühendislik uygulamaları ve yöntemleri, kalite, İSG, çevre ve kültür varlıkları, zaman ve maliyet, mühendislikte planlama ve risk yönetimi, kaynak kullanma, iletişim, bireysel ve kurumsal çalışma disiplini ve deneyimlerin izlenmesi ve aktarılması. Uygulama alanında çalışmakta olan yetkin mühendislerin, üniversitelerde belirli bir program dahilinde ders verebilmeleri konusunda pratik zorluklar bulunduğu muhakkaktır. Ancak, genç mühendislerin bu sayede daha bilinçli ve donanımlı hale gelecekleri de unutulmamalı ve bu sorunun kalıcı çözümü üniversiteler ve ilgili kurumlarca oluşturulmalıdır.

Ülkemizde mühendislik eğitimi sırasında mühendis adaylarına yeterli uygulama olanakları sunulmadığı da önemli bir tespittir. Yaz stajları, şeklen ve içerik olarak bu açığı kapatmaya yetmemektedir. Bu nedenle, uygulama için daha geniş olanaklar sağlayabilecek bir model üzerinde durulmalıdır. Birtakım yasal düzenlemelerle, sektörde çalışmakta olan mühendislik ve taahhüt firmalarının mühendis adaylarına uzun süreli staj için kontenjan tahsis zorunlu hale getirilmelidir.

Çalıştığım firmalarda öğrencilere azami sayıda yaz stajı kontenjanı sağlanmıştır. Örneğin bu yıl 50 öğrenci muhtelif şantiyelerde, yetkin mühendisler gözetiminde, staj yapmış olacaktır. Güncel faaliyetlerin yanı sıra, stajyer öğrenciler için özel eğitim programları uygulanarak firmanın mühendislik uygulamaları ve yönetim sistemleri konusunda farkındalıklar oluşturulmaktadır.

Gençlerin, yaşam ve gelecek kaygısı taşımaksızın, özgüvenli yetiştirilmesi kişilik ve yeteneklerinin gelişmesinde çok önemli bir rol oynayacaktır. Genç yaşta başka ülkelerdeki akranlarla kurulan arkadaşlıklar da, geniş ufuklar açacaktır. Bu konudaki değişim (exchange) uygulamalarının daha da yaygınlaştırılmasında yarar vardır. Yüksek standartta eğitim almış tam donanımlı genç inşaat mühendisleri sayesinde inşaat sektöründe atılımcı iç dinamikler oluşturulacağı şüphesizdir.

### 16.3 Kurumlardan Beklentiler

Ülkemizde inşaat sektörü boşluklu bir yapıya sahiptir; mühendisler ve işçiler vardır, inşaat teknikerlerinden oluşan kalifiye ara kademe neredeyse yoktur. Sahada inşaat teknikerlerinin yapabileceği, mühendislik vasfı gerektirmeyen, işleri de mühendisler yapmaktadırlar. Bilgili ve deneyimli teknikerlerin şantiyede etkin ve yaygın bir şekilde kullanılması halinde, inşaat mühendislerinin görev tanımı da, vasıf gerektiren hizmetleri kapsayacak şekilde, yeniden belirlenebilecektir. Böylece, sektörün mühendis ihtiyacı rasyonalize edilerek, eğitim politika ve standartlarının buna göre yeniden düzenlenmesi mümkün olabilecektir. Mühendisler ve inşaat teknikerlerinden oluşan dengeli bir yapılanma, “yapımcı firmalar” için, çok daha **üretken, dinamik ve atılımcı özellikler** sağlayacaktır.

Küresel rekabet ortamında çalışmakta olan pek çok yapımcı firma kurumsallaşma konusunda çok büyük atılımlar yapmış olmasına rağmen, sektörün bütününde kurumsallaşma henüz yaygın olarak gerçekleştirilememiştir. İrili ufaklı pek çok firma halen geleneksel anlayış içinde varlığını sürdürmektedir. İnşaat firmalarının kurumsallaşması yasal bir gereklilik olmalıdır. Kurumların, kendi çalışanlarına ve topluma karşı sorumluluk ve görevlerini havi, yazılı politikaları, Kalite, ISG, Çevre, Risk ve İdari konularda ilgili standartlara göre hazırlanmış yazılı yönetim sistemleri bulunmalıdır. Kurumsal işleyiş, standart ve izlenebilir olmalıdır.

İnşaat mühendisliğinin pek çok dalında daha henüz milli komitelerimizi oluşturamamış olduğumuzu da unutmayalım. 2007 yılında İspanya Sevilla’da yapılan Uluslararası Beton Kongresinde ulusal beton komiteleri yöneticilerine plaket veriliyordu. Yunan temsilcisinden sonra Türkleri çağıracaklar diye bekliyordum, ama öğrendim ki “Türk Milli Komitesi” yokmuş. Peki, “Tünelcilik Türk Milli Komitesi” var mıdır?

5.5 milyon nüfuslu Danimarka’da 850 kişinin çalışmakta olduğu Danimarka Teknoloji Enstitüsü’nün (DTI) oluşturduğu kapsamlı güncel bir beton teknik şartnamesi, ülkemiz de dahil olmak üzere, pek çok ülkede bazı büyük altyapı projelerinde kullanılmaktadır. Bizim böyle bir teknik kuruluşumuz var mıdır?

### 16.4 Devletten Beklentiler

Bazı Türk “proje ve mühendislik firmalarının”, Ortadoğu, Körfez ve Afrika ülkelerinde resmi kuruluşlara mühendislik ve danışmanlık hizmeti verdiğini düşünelim, ne büyük bir atılımdır bu. Suriyeli bir mühendis ülkesinde 1960’lı yıllara kadar devlette yükselmek için akıcı bir Türkçe konuşma özelliğinin çok önemli olduğunu söylemişti. Biz bu fırsatları değerlendirebildik mi? Proje yapan mühendisler, inşaat sektöründeki durgunluklar nedeniyle, aç kalmamak için başka işlerde çalışmak zorunda kaldılar. İhtisaslaşma, kurumsallaşma bir türlü sürdürülebilen bir istikrar yakalayamadı ülkemizde.



### 16.5 Kendimizden Beklentiler

Bu sohbeti bir Çin atasözü ile bitirelim:

*Bir saatliğine mutlu olacaksınız, şekerleme yapın  
Bir günlüğüne mutlu olacaksınız, balık avlamaya gidin  
Bir aylığına mutlu olacaksınız, evlenin  
Bir yıllığına mutlu olacaksınız, bir servete konun  
Tüm yaşam boyunca mutlu olacaksınız, işinizi sevin.*

Bir zamanlar mühendis mektebinde okuduğumuzu hep hatırlayalım, “fikri hür, vicdanı hür, irfanı hür” olarak ön yargısız düşünüp muhakeme yürütebilelim, işimizi sevelim ve mühendisliği, tüm boyutlarıyla kurumsal disiplin ve cesaretle uygulayarak, yaşam tarzı yapabilelim.