MÜHENDİSLİKTE FELSEFE, MANTIK, BİLİM VE ETİK

Zekâi Şen
İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi,
Maslak 34469, İstanbul

Kitabın Adı :
Mühendislikte Felsefe, Mantık, Bilim ve Etik

Yazarı :
Zekâi ŞEN

©2011 SU VAKFI

Tüm yayın hakları anlaşmalı olarak Su Vakfı'na aittir.
Kaynak gösterilerek alıntı yapılabilir, izinsiz çoğaltılamaz, basılamaz.

İç Düzen ve Kapak Tasarımı :
Muhiddin YENİGÜN

SU VAKFI

SU VAKFI
Atatürk Bulvarı No:148/16 Aksaray Fatih
İstanbul
Tel: (212) 522 35 70 - Faks: (212) 522 36 90

suvakfi@suvakfi.org.tr - www.suvakfi.org.tr

İçindekiler

ÖNSÖZ V

BÖLÜM 1 - MÜHENDİSLİK 1
1.1 Mühendisliğin Kelime kökeni 1
1.2 Sektör anlamı ve türleri 4
1.3 Mühendislik Uzman Görüşü 6
1.4 Mühendislik eğitimi ve sorunları 9
1.4.1 Eğitim süreci 15
1.5 Robotlaşma ve kölelik 20

BÖLÜM 2 - FELSEFE 23
2.1 Felsefik düşüncenin adımları 23
2.1.1 Hayalcilik 24
2.1.2 Tasarımcılık 24
2.1.3 Üretkenlik 26
2.2 Düşünce modelleri 26
2.2.1 Soyut-somut modellemesi 29
2.3 Kelime kökeni 31
2.4 Kavram, terim ve tanımlar 32
2.5 Bilgi felsefesi 35
2.6 Felsefe ve mühendislik 36
2.7 Mühendislik eğitimi ve felsefe 48
2.8 Mühendislikte modelleme ilke ve felsefesi 56

2.8.1 Eleştiricilik (Diyalektiklik) 65
2.8.2 Pragmatizm (Çıkarcılık) 72
2.9 Mühendislikte model eleştirileri 72

BÖLÜM 3 - MANTIK 77
3.1 Mantık bağlaçları 78
3.2 Önermeler 81
3.3 Çıkarımlar (Akıl yürütme) 82
3.4 Klasik ve sembolik mantık 85
3.5 Bulanık mantık ilkeleri 91
3.6 Akıl-mantık matrisi 95

BÖLÜM 4 - BİLİM 103
4.1 Mühendislikte bilimsel düşünce gelişmesi ve geleceği 103
4.2 Geometri 113
4.3 Akılcılık 122
4.4 Deneycilik 128
4.5 Uzman görüş 129
4.6 Mühendislikte bilim ve felsefesi 132
4.7 Bilgi ve çeşitleri 141

BÖLÜM 5 - MÜHENDİSLİK ETİĞİ 147
5.1 Mühendislik etiği ilkeleri 153

Kaynaklar 163

Önsöz

Uygulamaya yönelik çeşitli meslek grupları arasında, sayısal yaklaşım ve düşünce yapısına en fazla sahip olanlardan birisi mühendisliktir. Günümüzde o hâle gelmiştir ki bu mesleğin sanat yönü nerede ise unutulmuş ve bunun sonucunda da sözel alt yapısına nerede ise hiç değer verilmez hâle gelmiştir. Böylece felsefe, akılcı mantık ve bilimsel yönleri göz ardı edilerek hep hazır formüllerden, algoritma ve yöntemlerden medet umulur hale gelinmiştir. Bunun doğal sonucu olarak da ülkemizde mühendislik alanında hareketli (dinamik) ve üretken fikirler, görüşler, eserler veya eğitim düzeni ortaya konulamamaktadır. Bunun esas sebepleri arasında, sözelliğe önem verilmeden, çoğunlukla hazır beton gibi hazır formüllerden yararlanılması, ortaya çıkan matematik ve mühendislik sorunlarına daha önceden yapılmış çalışmaların sonuçlarının reçete gibi kullanılarak, bu reçetedeki çözümlerin içeriklerinin tam anlamı ile mühendis uzmanlar tarafından bile bilinemeden, uygulamalara ve çözümlemelere gidilmesi başta gelmektedir.

Hâlbuki sayısalın öncesinde mutlaka bir sözel alt yapının bulunduğunu herkes bilmektedir ama buna önem verdirecek eğiticilerin bile azlığı, mühendislik mesleğini donuk ve hazır bilgilerin ezberlenerek uygulayıcısı haline dönüştürmüştür. Her şeyden önce mühendis kelimesinin kelime anlamında yatan bir geometri yani günün moda deyimi ile tasarımcılık bulunmaktadır. O halde mühendisin plan ve projelerde bulunması için öncelikle tasarım yap-

ması ve bunun için de düşünce denizinden sözel bilgiler edinmesi ve bunları kendi düşüncesi ile eldeki sorunu en iyi, ucuz ve kısa zamanda çözümleyebilecek yaklaşımları sıralayarak, bunlar arasında en uygun olanına karar verebilmelidir. Bu nedenle bugün için mühendislikte öncelik sırasının çok önem verilen ve birinci sıraya konulan matematik yerine felsefe, mantık, geometri ve bilimsel ilkelerde olması gerekmektedir. Bunların en son ürünü olarak, sözel düşüncelerin simgeleştirilmesi ile ortaya matematik denklemler çıkar. Hareketli (dinamik) olarak bunların bilinmesi mühendise daha etkili ve etikli davranma imkânlarını da sağlayabilmektedir.

O halde bu denklemlerin ezbere öğrenilmesinin hiç faydası yoktur ve kişiye meslek hayatında zararı bile vardır denilebilir.

Bu kitapta misaller verilerek mühendislikte felsefe, mantık ve bilimsel düşüncenin katkılarının neler olduğu açıkça anlatılmakta ve gerekli eleştirel, akılcı ve üretken düşüncenin ilkelerinden söz edilmektedir.

Zekâi Şen
Çubuklu, 24 Ağustos 2010

BÖLÜM 1

MÜHENDİSLİK

Uluslar arasında mühendislik tanımı için yapılmış birçok çalışma olmasına karşılık bunlardan en fazla yaygın olan iki tanesi burada verilmiştir. Ana Britannica ansiklopedisinin 341'inci sayfasında "*Bilimsel ilkelerin, doğadaki kaynakların en verimli biçimde yapılara, makinelere, ürünlere, sistemlere ve süreçlere dönüştürülmesi amacıyla uygulamaya konmasına Mühendislik denir.*" ifadesi vardır. Benzer olarak Büyük Larousse'un 8440'ıncı sayfasında da "*Bilimsel çalışmaların, araştırmaların sonuçlarını toplumun somut ihtiyaçlarını karşılamak üzere teknolojiye ve uygulamalara geçiren sistematik çalışmalar bütününe Mühendislik denir.*" kaydı vardır.

1.1 Mühendisliğin Kelime Kökeni

Geri kalmış veya gelişmekte olan ülkelerin göz bebeği meslekleri arasında en ön sıraya hep mühendislik oturmuştur. İlk mühendisler medeniyetin geliştiği topluluklara her türlü hizmeti getirmek durumunda olduklarından, bunlara Arapça "muhendis medeni" İngilizce'de de yine medeniyet anlamı ifade eden "civil engineer" adı verilmiştir. Gerçekten bir topluluğun gelişmişliğinin ölçütü olarak göz önünde tutulan medeniyet olgusunun öğeleri olan bina, yol, köprü, toplantı yeri, su temini, tiyatro alanları, arenalar, camiler, kemerler, kaleler vb. yapı ve hizmetlerin görülmesi, bu işleri yapan kişilerin çalışmaları ve görüşleri ile ortaya çıkmıştır. Burada toplumun yararına ve refahı-

nı yükseltmeye vasıta olacak işlerin yürütülmesi görevini yüklenen kişilerin bulunması ve bunların örgün bazı geçerli, denenmiş ve uygulamaya yönelik usul ve yöntemlerinin bulunması gereklidir. İşte bu şekilde donanmış kişilere mühendis adı verilir. Aslında bu mesleğe sahip olan kişiler uygulamalar yapmak için düşünerek, kafa yorarak, yaz-boz yaklaşımları ile kolay olan bazı yaklaşımları geliştirir ve böylece faydalı hizmetlerini sürdürürler. Geçmişte bu işleri ilk yapanların sayılarının az olması, yaptıklarını ezbere bir eğitimden almamış olmaları ve sorunlara pratik çözümler getirmek için uğraş vermeleri, onların zekâ, beceri, yetenek ve zamanla biriken tecrübelerinin ışığı altında, düşünce üretim usul, cihaz, yöntem, işlem ve uygulamaları geliştirmelerine sebep olmuştur.

Bugün mühendislik bilgileri örgün bir şekilde iki yıllık ara elemen yetiştirme kurumlarında veya dört yıllık üniversite eğitiminde şekillenerek nerede ise donuk, taklitçi, tekrarcı veya ezberci bir biçimde varlığını sürdürmektedir. En eski meslekler arasında bulunmasına, birçok güncel ve modern eğitim dallarının gelişmiş olmasına karşılık bugün bile mühendislik eğitimi birçok ülkede önemini fazlaca yitirmemiştir. Mühendislik eğitimi veren kuruluşlarda bilgi üretkenliğinden ziyade fazlası ile pratik yöntem, usul, formül, algoritma ezberletilmesi ve günümüzde ise hazır bilgisayar yazılımları ile birçok işin üstesinden, otomatik olarak elektronik ortamlarda gelinmesi, mühendisliği sanki bir rutin işlemler silsilesi ve robotikleşme haline dönüştürmüştür. Bunun doğal sonucu olarak, o ülkede kafası çalışan kişiler, bu mesleğe girerek ve bu yolda ilerleyerek zihinlere kalıpların geçirilmesi ile belki de düşünce süreçlerine donuk sınırlar çizilmiş olmaktadır.

Türkçe'de "mühendis" kelimesi Arapça kökenli bir isimdir ve bununda kökeninde "hendese" kelimesi bulunmaktadır, Türkçe anlamı "şekil bilgisi" yani "geometri" demektir.

O halde mühendis kelimesinin kökeni düşünüldüğünde bundan Türkçe anlamı "geometrici", "geometri ile uğraşan" ve daha öz bir Türkçe ile "şekil bilgicisi", günümüzün en çok kullanılan terimlerinden biri olan "tasarımcı" ve dolayısı ile uğraştığı işin tasarımını yapan kişi anlamı çıkar. Bu kelime anlamlarından hareket ederek aslında mühendis pratik, basit, hızlı, etkin ve uygulanabilir tasarımları yapabilen bilgilerle donanmış kişidir.

Bu son paragraftaki birçok kelimenin ayrıntılarının daha sonra açıklanacağı üzere felsefe ile ilgileri vardır. Bugün, maalesef, mühendislik eğitiminin felsefeyi dışlayan ve sadece olduğu gibi algılanan bilgilerle hizmet vermeye çalışan bir meslek haline gelmiş olmasını görmek üzüntü vermektedir. Felsefe ile ilgili mühendislik kavramında bulunan kelimelerin bazılarını şöylece açıklamak mümkündür:

1) Yukarıda geçen "geometri" kelimesi M.Ö. 3. yüzyılda yaşamış olan meşhur felsefeci Eflatun'un (Platon) "geometri bilmeyen akademimize yaklaşmasın" sözü ile özleştirildiğinde mühendislikte felsefenin ne kadar anlamlı olduğu ortaya çıkar. Ayrıca, 14. yüzyıl Müslüman düşünürlerinden İbni Haldun "geometri bilen akıl pek yanılmaz" diyerek geometrinin önemini bir kere daha vurgulamıştır.

2) Yine tasarım kelimesi, insan felsefe düşüncesindeki eski tabirle "tasavvur" etmek işlevinin bir fonksiyonu olduğu için de, mühendis düşünce sistemi kısmen felsefe alanına girer.

3) Genel olarak, hiçbir insan düşünce faaliyeti yoktur ki, felsefe düşünce öğeleri içermesin. Aksi takdirde eleştiricilik, şüphecilik, yenilikçilik (inovasyon) ve sürekli gelişerek yaygınlaşan bir aydınlanmadan söz etmek mümkün değildir. Mühendislik de ay-

dınlanma ile ilgili olduğundan yine felsefe öğeleri taşımalıdır.

Yukarıda açıklanan kelime kökenlerine göre, mühendisliğin felsefe ile ilişkili pek çok alanlarının bulunduğu görülür. Nedense bugünkü mühendislik eğitimlerinde mühendislik ile felsefe düşüncesinin örtüşen kısımlarından hiç söz edilmez. Hal böyle olunca da mühendislik öğretilen yöntem, formül, denklem, usul, algoritma ve yazılımları olduğu gibi eleştirisiz olarak algılanmaktadır. Mühendislik bilgileri sanki bir hap gibi yutturularak (sözde bilimsel) özgün, özde ve en azından mevcut yaklaşımların eleştirel tartışmaları sonrasında kısmi iyileştirmelere gidilememektedir.

1.2 Sektör anlamı ve türleri

Mühendisliğin sektör olarak algılanmasının, çok geniş kapsamlı olarak sadece medeniyetin gelişmesi değil, bunun dışında özellikle günümüzde ekonomi, sosyal olaylar, uluslararası etkileşimler, meslekler arası takım çalışmaları vb. boyutları da ortaya çıkmış bulunmaktadır. Günümüzde bilgisayar ve internet gibi hızlı işlem ve iletişim araçlarının da hizmete girmesi ile mühendislik çalışmalarının daha da olağan ve durağan hale geldiğini gözlemlemekteyiz. El emeği, göz nuru, akıl vergisi ve pratik beceri gibi mühendislik yeteneklerinin öğeleri nerede ise ortadan kalkmış, bunun yerine hazır yazılımların yaptığı ve hızlı iletişimin sağladığı imkânlar ile mühendisliğin düşünce, felsefe ve temel üretim ilkeleri de sanki robotlaşmıştır.

Bugün toplum mühendisliği denilen ve mühendislikten ziyade birtakım kurguları içeren tanımlamalar bile yapılmaktadır. Mühendisliğin soysal alanlara ve hatta politikaya kadar girdiğine şahit olmamıza karşılık felsefe ve sonrasında mantık kuralları ile henüz bir araya gelemediğini açık ve seçik olarak görebilmekteyiz.

Mühendislik, aslında “medeniyet sanatçılığı” olarak bir toplumun gelişerek ve aydınlanarak güncel medeniyet seviyesine çıkmasında rol oynar. Mesela, ülkemizde inşaat mühendisliği denince sanki bina yapan bir meslek grubu olarak yanlış bir algılama yapılmaktadır. Hâlbuki Arapça’da “Mühendis Medeni” ve buradan batılıların alıntısı ile aynı anlamda “Civil Engineer” kavramları bizdeki “inşaat mühendisi” kavramının ne kadar yavan kaldığını gösterir. İnşaat mühendisliği medeniyetin her dalında (bina, köprü, baraj, su yolları, ulaşım yolları, demiryolu, karayolu, uçak alanları, çelik yapılar, zemin özellikleri, tüm çevre durumları) ile yakından ilgilenen bir meslek grubudur. Bu denli yaygın bir çalışma alanı olan mühendisliğin kendisine özgü sanat ve hesap alanlarını, bir hareketlilik (dinamiklik) içinde planlamalıdır. Burada sanat kelimesi sözel bilgileri, hesap kelimesi de sayısal bilgileri ima etmektedir. O halde, bir mühendis bu iki bilgi kaynağını, uğraştığı sorunun türüne göre harmanlayarak, modeller vasıtası ile çözüm önerilerinde bulunabilmelidir. Günümüz Türkiye'sinde ve birçok ülkede mühendisliğin sanat (sözel) boyutu unutularak sadece sayı, hesap, formül, denklem ve bunların da ezberci bir biçimde algılanması ve hazır çözümlerin yapılması yoluna gidilmektedir. Eğitim sisteminde Türkçe (Maalesef dışlanır hale gelmektedir.) algılama başta olmak üzere toplumumuzda felsefe (düşünce ve bilim felsefesi) ve mantık (ikili Aristo mantığı ötesinde doğal insan mantığı ve bunun günümüzdeki adı olan bulanık mantık) konularına önem vermeden sadece matematik bilgilerinin dogmatik biçimde verilmesi yönüne gidilmektedir. Genelde öğreticilerin bu konulardan uzak olmaları, mühendislik dallarında ve özellikle de inşaat mühendisliği eğitiminde ezberci, kalıpçı ve dogmatik bilgi, yöntem, algoritma ve sistemlerin yayılmasına sebep olmaktadır. En belirgin misali, kişi kendisini sorgulayarak verebilir. Aca-

ba, Newton kanunu deyince düşünce sisteminin ve mantığın önermesi mi, yoksa F = ma şeklinde bir formül mü hatırlanmaktadır? Eğer önerme değil de formül akla geliyorsa veya formül akla geldiğinde arkasında yatan Türkçe önerme düşünülmüyorsa bilgiler donuk ve dogmatikleşmiştir. Hâlbuki Newton kanununun sözel olarak bilinmesi yapılacak çalışmalarda yeter artar bile. Formüller simgesel mantık olup sözeli bilinmedikçe insanı ezbere yönlendirir. Newton kanununun Türkçe sözel ifadesi "Kuvvet, ivme ile doğru orantılı ve doğrusaldır." cümlesidir. Bu tanımda "doğru orantılı" ve "doğrusal" (lineer) kelimeleri önemlidir. Bu ifadeyi biraz daha genelleştirerek "İki değişken birbiri ile doğru orantılı ve doğrusal ilişkidedir." dersek, bu önerme dünyadaki tüm bilimsel kanunları içerir. Nitekim değişik mühendislik dallarında kullanılan Hooke, Ohm, Fourier, Fick, Darcy kanunlarının hepsi bu genel cümle ile ifade edilebilir.

1.3 Mühendislik Uzman Görüşü

Aslında mühendislik uzmanlaşmış hareketli (dinamik) bilgi kümesidir. Mühendislik eğitimi sırasında yapılması zorunlu olan değişik pratik çalışmalar (staj) mühendis adayına bazı teorik bilgilerin uygulamaları ile belirli bir alanda beceri kazandırmalıdır. Pratik çalışmalar tamı tamına yapılsa bile genç mühendis ilk çalışmaya başladığı yerde öğrendiklerinin birer "bilme" seviyesinde mi, yoksa "bilgi" seviyesinde mi olduğunu sorgulamaya başlayabilir. Tahsilini "bilme" ile mi yoksa "bilgi" ile mi tamamladığına karar verir. Eğer mezuniyeti "bilme" seviyesinde ise o da bildiklerini bildirmekle görevli olarak işe başlar. Daha sonraları açıklanacağı üzere "bilme" sorgulama olmadan taklitçi malumat ezberciliği ile donanmış kişilerde bulunur. Bilgi ise öğrendiklerini sorgulama yolu ile algılamış bir mühendisin özelliğidir. Tahsil hayatı boyunca sorgulamadan uzak, eleştirisiz ve şüphe etmeden aldığı bilgileri gerçek hayata atılınca sorgulamaya, eleştirmeye ve artık şüphe etmeye başlar. Böyle bir durumda o mühendis "bilme" yerine "bilgi" edinme yoluna koyulmuştur. Hayat okulunun bu acı ama gerçek süreci artık onun için de işlemeye başlamış demektir. Artık felsefe (eleştirel düşünce) ile haşir neşir olunmaya başlanmıştır. Aslında tecrübenin yanında bir de deneyim vardır ki bu kelimenin kökeninde deney bulunduğundan felsefenin deneyci (ampirik) yönüne kayılmıştır. Hayat tecrübe ve deneyimlerle doludur. Bunların her insan tarafından algılanması, ya tekrar ede ede otomatikleşerek robotlaşmak veya her birinden ders alınarak (eleştirel düşünerek) bir daha aynı hataya düşmemenin akıllıca algılanması şeklinde olur. Aslında insan doğumundan başlayarak gerçek hayat süreci içindedir. İleri yaşlarda akılcı, deneyleri eleştirel düşünce ile algılayıcı hale gelmesi ihya (donukluktan kurtulması) ile olur. İhya olan kişinin sadece aklı değil tüm organları daha canlı hale gelerek huzur ve mutluluk hüküm sürmeye başlar.

Uzmanlık, uzman sistemler, uzman görüş vb. ifadeler, günümüzde en fazla konuşulan kelimeler arasındadır. Uzmanlaşma, bir konuda çalışan kişinin (mühendisin), farkında olarak veya olmayarak karşısına sıkça çıkan olaylarda artık otomatik hale gelmesi ile eş değerdedir. Otomatikleşme akılcı olursa, dümeni her zaman ve mekanda insanlığın yararına olabilecek daha iyi çözümlemelere doğru yönelir. Yoksa dümen kilitlenerek, robotik uzmanlaşmanın eninde sonunda ya bir karaya veya görünmeyen bir buz dağına çarpması mümkündür. Bundan 20-25 sene önce uzmanlaşma denince bunun pek bilimsel sayılmadığını hatırlayabiliriz ama bugün uzmanlar aranmaktadır. Bunun nedenlerinden birisi kalıplaşmış şekilde öğrenilmiş bilgilerin uygulanması sonucunda yine kalıplaşmış sonuçların elde edilmesi ve kişiler (mühendisler) arasında

farklılığın (düşünce esasında) olmamasıdır. Formül, denklem ve yöntemlerin körü körüne öğrenilerek uygulanması insanları uzmanlaştırmaz, bilakis her benzer soruna aynı sonuçların eleştirisizce atanmasını sağlar.

Uzman görüş alabilmek için sözel bilgilerin tartışılıyor olması gerekir. Bugünlerde buna yabancı dilde "know-how" yani "nasıl olduğunu sözel olarak bilmek" denilmektedir. Sözel açıklamalar aynı olayda bile mühendisten mühendise az çok farklılık gösterir. Böylece çoklu görüşler ortaya çıkar ve bunlar arasındaki farklılıklarda önemli ip uçları saklıdır. Klasik ve sorgulamayan bir eğitim sisteminde, standart ve aynı görüşler çokluk yerine tekliğin benimsendiği bir durum ortaya çıkarır ki bu hem felsefeye, hem insan doğasına hem de üretken fikir doğurganlığının kısırlaştırılmasına sebep olur. Bilgi alanında mozaik yerine yekpare bir rengin belirdiği toplumlar rahatça güdülebilir. Güdücüleri de zaten sadece gütme kabiliyetini geliştirmeye bakarlar. Uzmanlar arasında büyük ölçüde hemfikirlik olmasına karşılık, farklılıklar, bulanıklık (saçaklılık) şeklinde tartışma, eleştirme ve sorgulama ortamı hazırlayarak, karşılıklı diyalog, hoşgörü ve sonunda da hepsinin katkılarını içeren bir mutabakat ile ortak akıl çıkarımına yardımcı olur (Bölüm 3). Bu da o toplumun gelişmeye niyetli olduğunu gösterir ve gelişme kabiliyetini artırır. En sonunda mutabakatlar bile olsa, bunların da eleştirilerek, zaman içinde daha da iyiye gitmesi için yeni uzman görüşlerinin katılması ile evren gibi gittikçe genişleyen ve daha fazla insanları kucaklayarak içine alan görüşler ortaya çıkar. Üretken çözüm ve sonuçların elde edilmesi için uzmanlıkla ilgili açıklamaların içinde mutlaka felsefe düşünceleri ile mantık çıkarımlarının olması gerekir (Bölüm 2 ve 3).

Mühendis kendisini sadece fiziksel (beden, olgusallık) yeteneklerini değil, araştırma yaparak, toplum hizmetine sunabileceği bilimsel çıktıların pratik uygulamaları için

ruh ve duygusal (sanat) yeteneklerini de geliştirmeye gayret etmelidir (Bölüm 5). Bu geliştirmelerde, insan ruhunu dinlendirici bazı etkinliklerle meşgul etmek de yararlıdır. Bunlar arasında güzel sanatlar, spor, manevi faaliyetler, sosyal konularda görüş sahibi olarak karşılıklı tartışmalarda bulunmak, zamanın iyi yönetimi, toplantı yönetimi gibi konular gelir. Bunları pratik hayatta yaşayarak ve eleştirel biçimde öğrenmek (deneyim, tecrübe ve sonunda uzmanlık) bilgi ediniminde en kalıcı yollardan biridir.

Uzman görüş, kişisel gelişmelere ilave olarak toplu halde (takım halinde) gelişmelere de açıklık, şeffaflık ve genellik getirir. Böylece zekâları bir araya gelerek işlev ve hareketlilik (dinamiklik) özelliklerine kavuşabilir.

Zekânın kökeni duyu organları ile algılanan olguların akılcılıkla işlerlik kazanmasıdır. Bunun için sözel mantık (dil, Türkçe) ve sonrasında simgesel mantık zekâları önemlidir (Bölüm 4). Değişik uzman zekâlarının, eleştirel olarak sözel çıktıları ile tartışmalar sırasında paylaşımcı (ortak, kişiler arası) toplum zekâsı ortaya çıkar. Bu zekâ süreçleri sırasında kişinin her zaman kendisine dönük zekâsı etkin rol oynar.

1.4 Mühendislik eğitimi ve sorunları

Mühendisliğin değişik tanımlamaları arasında, bilim ile yapılan çıkarımların uygulama alanına konulması için pratik bilgilerle donanmış, kısa zamanda ucuz ve tatmin edici çözümlere gidebilen veya çözüm demeti önererek bunlar arasında en uygununa karar verebilen bir meslek olması da vardır. Bu tanımın içeriği biraz daha yakından incelenirse ortaya bazı kısıtlayıcı sınırların çıktığı görülür. Bunlar arasında en önemlisi bir mühendisin bilim çıktılarından yararlanarak çözümlemelere gidebilmesidir. Buradan sadece bilim çıktıları değil en azından o çıktıların elde edilmesindeki düşünce ilkelerini de bilmenin gerekli oldu-

ğu anlaşılmalıdır. Aksi taktirde, mühendisin sanki bilim işlevi ile ilgisi olmayan bir "bilim teknisyeni" olduğu anlamına da varılabilir. Burada teknisyen kelimesinden de alınmamak gerekir. Çünkü bu sıfata sahip olan kişilerin bilgiden ve onun ortaya çıkış nedenlerinden ziyade, bilmek ve bilineni pratik olarak uygulamaya koymakla görevli olan kişiler olduğu anlaşılır. Bugün mühendislik eğitiminin bu seviyede kalarak onu pek aşamadığını söyleyebiliriz. Mühendisin "bilir kişi" değil, "bilgili "kişi" olması gereklidir. Halk arasındaki bilir kişi denince yaptığı işi çok iyi bilen uzman anlaşılır. Zaten toplumun öncelikli pratik sorunlarına çözümler bulabilmek için bilmek gerekir. Bu bilmenin "nedenleri" ve "nasılları" üzerinde durulmamalıdır. Hal böyle olunca bildiğini toplum hizmetine sunabilen kişiye "teknisyen" veya "ara eleman" denir. Burada sorulması gereken, acaba günümüzde yetişen mühendislerin "bilen ve teknisyen seviyesinde kalan kişiler" mi, yoksa "bilgili ve bildiğini sürekli sorgulayarak kendisini herkesten önce eleştirel düşünceye sevk ederek yeni buluşlar yapabilen veya önceden bulunmuş olanların daha da iyileştirilmesi için bazı değişikliklere gidebilen kişiler" mi olduğudur?

Mühendis karşılaştığı sorunlara pratik bilgisi ile en uygun çözüm kümesini üreterek, bunlar arasından basit, hızlı ve ekonomik olanına beceri ve yetenekleri ile karar veren kişi demektir. Hayatı boyunca bu ilkelere sadık kalarak pratik bilgi birikimi ile gelecekte aynı olan sorunlara daha etkin çözümler önerebilmelidir. Mühendis bilimsel bulguların teorik yönlerinde ayrıntılı bilgiye sahip olmasa da, bunları pratik alana aktararak bilimsel sonuçlardan yararlanmasını bilen kişidir. Mühendisin bilim adamından en önemli farklılığı bu noktadadır. Mühendis en karmaşık ve pahalı olan sorunlara bile bir yaklaşıklık getirerek genel çözümlere ulaşabilir. Bu yolda ilk yapacağı iş karşılaştığı sorunun genel durumunu çözümleyerek (analiz ederek),

öncelikli karar vermesi ve konu üzerinde eleştirel çalışarak verdiği kararın değişik seçenekler arasında son şeklini alması için uğraşır. Bu uğraşıları sırasında karmaşık ve dağınık görünen sorunu, oldukça belirgin bir kıvama indirgeyerek çözüm üreten çıkarımlarda bulunmalıdır. Bunlar arasından duruma göre (özellikle zaman ve mali konular) en uygun çözüme karar vermelidir. Varılan çözümün uygunluğu irdelenerek plan ve projeler ile denetleme altına alınmalıdır.

Günümüz mühendislik eğitiminde daha çok bilmek seviyesinde kalındığı ama bilgi sürecinin tam işletilemediği görülmektedir. Bunun sebepleri arasında eğitim sisteminde nakilcilik (hocadan veya başkasından öğrenilenleri eleştirisiz doğru ve her durumda geçerli kabul etmek), yenilikçilik (inovasyon) peşinde koşmamak, koşulsa bile bunun toplumda bir getirisinin olmaması, felsefe ve mantık ilkelerinin nerede ise tamamen devre dışı kalması gibi durumlar sayılabilir.

Her eğitim sisteminde eleştirel düşünce için felsefe ve akılcı çözümleme demetinden (seçeneklerinden) en uygun olanlarını seçmeye yarayacak mantık kuralları bulunmalıdır. Felsefesiz bir eğitim köleliğe, mantıksız olanı ise yaşayan ölüme sebep olur. Felsefenin olmaması sorgulamanın olmayışına, çok seçenekli olarak süregiden çözümlemelerin ortaya çıkamamasına, mantık kurallarının bilinmemesi de bu seçenekler arasında mühendisi (kişiyi) akıllıca karar verememeye kadar götürür. Böylece nakilcilik, ezbercilik, kalıpçılık, donukçuluk, özellikle mühendislikte formülcülük, yöntemcilik, taklitçilik vb. dogmatik hastalıklar işin içine girer. Bunlar toplumun huzur ve mutluğuna kadar tesir edebilir. Bilginin kuvvet olması gerektiği halde, bilimselciliğin ortaya koyduğu donuk düşünceler hakim olmaya başlar ve bunun sonucunda da o toplumda çarpık yapılaşmalar, adaletsizlikler, yolsuzluklar, liyakat yerine sadakat

ilkesi yaygınlaşarak artar. Hep aydınlanma konuşulmasına rağmen, yapay aydınlıklarda görünmeyen ve görünenden daha tehlikeli olan karanlıklar hüküm sürmeye başlar. Felsefe, yani akılcı eleştirel düşünce ve mantık kurallarının işlemediği bir eğitim sisteminde politikaya varıncaya kadar ideolojiler rol oynar. Bilimde demokrasi olmaz ama bilimsel aydınlanma düşüncesi (felsefe ve mantık) olmadan, acaba bir topluma politikacıların durmadan çığırtkanlığını yaptığı demokrasi kolayca gelebilir mi?

Bir toplumun daha medeni hale gelerek hayat seviyesinin artırılmasında mühendislik çalışmaları önemli katkılarda bulunmaktadır. Nerede ise her şeyin bir mühendisliğinden bahsedilir hale gelmiştir. Bugün sağlık teknolojisi mühendisliği (biyomühendislik), tıp cihazlarının yapılmasında bilim bulgularının mühendislik becerileri ile pratiğe taşınması sonucunda tıpçılara yardımcı olabilecek yöntem ve cihazlar geliştirmektedir. Bilim çıktıları ile toplumun çeşitli sorunlarını (sağlık, ulaşım, tarım, enerji vb.) çözümleyebilecek akıllı, hızlı, ekonomik ve basit usulleri bir mühendislik arayüzü olmadan yapmak mümkün değildir. Mühendislik mesleğini kısaca bilim ve teknoloji bulgularının pratik uygulamalarını yapan bir arayüz yazılımına benzetebiliriz. Böyle bir arayüz bilim yazılımlarındaki iç hareketliliklerin (dinamiklerin) ne olduğu bilgisine sahip olmayabilir. Bilim ve teknoloji çıktılarının izleri çok iyi algılanarak toplumun gelişmesine, ferahına ve mutluluğuna canlılık kazandırılabilir. Böyle bir canlılık için mühendislik bilgilerinin canlı olması gerekir. Bunun da olmazsa olmazı, eleştirel düşünce (felsefe) ile akılcı (mantık) önerme ve çıkarımlarıdır (Bölüm 2 ve 3).

Burada bir noktanın üzerinde önemle durulması gereklidir. Maalesef, bizim ülkemizde mühendislik eğitimi denilince bazı formüller, klasik yöntemler akla gelmekte ve son zamanlarda da dışarıdan parayı verene düdüğü çaldıracak

hazır yazılımlar cirit atmaktadır. Hâlbuki tüm bilgilerin kökeninde kelimeler, kavramlar, terimler, önermeler ve bunların karışımı mantık ve çıkarım ürünleri vardır (Bölüm 3). Üretim fabrikasının dinamosu felsefe (eleştirel düşünce), üretilen fikirlerin kalite kontrolünü yapan ise mantıktır. Felsefik düşünce ve mantık ilkeleri ile hareket eden meslek grupları (mühendislik) bilgilerini hep sözel olarak çıkarırlar. Muhakeme ederek zihinlerinde birer kavram olarak tutarlar. Kullanım zamanı gelince kendi zekâlarını işin içine katarak sözel çözümlemelere gidebilirler. İş hesap ve kitaba gelince bu sözel bilgilerin matematikçesi (simge mantığı) olan formüllerden yararlanılır. Formüller düşünce sisteminde en son simgelerdir. İnsanın kendi dili düşüncelerini doğrudan kullanabileceği bir reçetedir. Sorunun sebeplerini ayrıntılı olarak incelemeden formüllerin olduğu gibi uygulanması her durumda iyi sonuçlar vermez. Mühendislikte felsefe ve mantık ilkeleri ile incelenen bir sorunun, önceki reçetelerden (formüller, yöntemler) faydalanılarak, biraz değiştirilmiş ama eldeki duruma uygunluk sağlayacak biçimde çözümlenmesi yoluna gidilmelidir.

Yukarıda söylenenlerden mühendislik mesleğinin bir robotik uygulayıcılık olmadığı, akıl ilkeleri ile eldeki bilgilere hareketlilik (dinamiklik) kazandırarak, karşılaşılan sorunlara en uygun çözümlemelerin bulunmasını sağlayacak akılcı ve eleştirel düşünceye dayalı uygulamaları yapan bir meslek olduğu anlaşılır. Son karar verme sürecinde çözüm mantık ilkeleri ile en uygun biçimde sergilenmelidir. Bilgilerini sözel esasta kesinleştiren mühendislerin meslek hayatlarında edinecekleri tecrübe ve görüşlerle daha da uzman hale gelmeleri mümkündür. Uzman mühendis demişken, acaba bildiklerini sözel olarak açık ve seçik sunabilen mühendisler mi, yoksa sadece matematik simgelerine saplanarak formüllerle, fazlaca sözel düşünmeden uygulama yapan mühendisler mi daha verimlidir? Bu ki-

tapta algılatılabilmek istenen sözel bilgilerin her zaman için daha canlı, sağlıklı, hareketli (dinamik) ve üretken olacağıdır. Bunun esas sebebi günlük hayatta ve özellikle mühendislikte elde edilen bilgilerin sözellerinin bulunmaması durumunda simgelerinin yani formüllerinin ortaya çıkamayacağının vurgulanmasıdır.

Simgelere, kalıplaşmış ilkelere, terimlere, donuk bilmelere (bilgi değil) vb. ezberciliğe eğitim süresinde alışmış veya alıştırılmış olan mühendislerin, sanat yapılarına şekil vermekte bile tasarımı göz önünde tutmamaları veya tasarımı da taklitçi biçimde uygulamaya çalışmaları mühendislik mesleğine yarar değil zarar getirir. Düşüncenin temel ilkelerinden olan tasarım (tasavvur etme) yani zihninde canlandırdığı bir olguyu şekil haline dökmek (plan, taslak çizim) işin geometrisini ortaya koymaktır. Zaten mühendis geometrici demek olduğundan, tasarım mühendislik düşünce yapısının belki de en temel kökünü teşkil etmektedir. Bu kökün sulanması için felsefe düşüncesi ve mantık önermeleri ile çıkarımları gereklidir.

Mühendis gerek eğitim gerekse meslek hayatı boyunca zihin, ruh ve fizik açılarından kendisini (nefsini) keşfetmeye çalışmalıdır. Maalesef, hayatta bunlardan en fazla fizik olgulara önem verilmesi öğretilmektedir. Hâlbuki bütüncül bir kişilik ve mesleğe sahip olabilmek için ruh güzelliği ve zihin gelişmelerine de ayrıca önem verilmelidir. Temeli ruh (insan psikolojisi) ve zihin olan çalışmalarda mühendislik çözümlemelerine (analizleri ve kararlarına) gidilmesi çok daha verimli olur. Eleştirel sorgulamalar daha eğitim seviyesinde başlamalıdır. Zayıf yönler ayıklanarak daha güçlü kişisel ve mühendislik mesleki gelişmesi sağlanmalıdır. Böylece aydınlanılarak toplum yararına çok daha hayırlı işler yapılabilir.

Mühendis veya kişinin kendisini geliştirme sürecinde zihin faaliyetleri arasında, son 10-15 yılda söylemi ülkemizde moda haline gelen "öğrenmeyi-öğrenmek" ilkesi maalesef pratik uygulamaya konulamamıştır. Bu süreçten eğitici ve öğretim üyeleri soyutlanamaz. Dışarıdan yönlendirmeler önemli olmasına karşılık, kişi öğrenmeyi merak ederek kendisi ilgi duyduğu konularda cesaretli atılımlar yapmaya gayret etmelidir. Mesela, bir mühendisin kendisini geliştirmesinde en önemli etkenlerden birincisi meslek dalındaki gelişmeleri yakından incelemesi için o meslekle ilgili yayınları takip etmesidir. Buna ilave olarak bilim ve teknoloji ile ilgili sevilen (popüler) dergilerin okunması yararlıdır. Bunları etkin hale getirebilmesi için meslek odalarına kayıt olması yararlıdır. Ancak ülkemizde meslek odaları da henüz istenen bağımsız bilimsel kuruluşlar haline gelememiştir. Değişik dünya görüşlü kişilerin buraları ele geçirdikten sonra yönetimlerinin o grubun dünya görüşüne göre renklendiği görülmektedir. O halde mühendislik meslek odaları her türlü ideoloji, dünya görüşü ve politikadan uzaklaşarak sadece meslek gereksinimlerine cevap verecek işlevlerini sürdürebilen birimler haline gelmelidir.

1.4.1 Eğitim süreci

Genelde dört yıl süren mühendislik eğitiminde geçmişe göre bugün için daha ağırlıklı sosyal içerikli konuların programlarda görülmesine karşılık, henüz felsefe, mühendislik eleştirel düşüncesi ve mantık ilkeleri ile bütünleşmeyi bırakın, tanışma haline bile gelemediği açıkça görülmektedir. Bütüncül bilgi kaynak, doğruluk, gerçeklik ve varlığı ile uğraşan felsefe, mühendislik bilgi varlığı ile henüz örtüşememekte ve bunun yerine sanki benzer işi görecekmiş gibi sosyal içerikli dersler ağırlık kazanmaktadır. Her meslek eğitiminde olması gereken felsefenin, mühendislikte özellikle bulunmaması çok düşündürücüdür. En azından derslerin işlenişi sırasında eleştirel düşünceye önem verilmesi, felsefenin başlangıcına işaret eder. Ders

içeriklerinin daha etkileşimli olmasını sağlayabilir. Maalesef, soru sorma ilkesinin bulunmadığı veya çekinildiği topluluklarda felsefe yapmak pek mümkün görünmemektedir. Özellikle eğitim sırasında algılanan görsel ve sözel bilgilerin şüphecilik olmadan alınması ve verilmesi, çok verimsiz sınırlar içinde kısır döngüler halinde fikir bile üretemeyen kişiliklere meydan verir. Bunun doğrudan bir sonucu olarak, değil fikir üretmek, önüne gelen denklem ve formüllerden bile şüphe etmeden onları olduğu gibi kabul eden bir mühendislik eğitimi şablonu ortaya çıkar. Buda meslek sahibine ileri yaşlarda hayat tecrübesi arttıkça sıkıntı vermeye başlar. Mühendis karşılaştığı sorunlar için eğitim sırasında aldığı temel bilgilere esneklik vererek çözümlemelere gidemediğinden, kendisine eleştirel düşünceyi vermeyen eğitim sistemini ve öğreticiyi (hocaları) sorgular hale gelebilir ama iş işten geçmiştir. Bu tür olayların yaşanmaması için eğitim aşamasında alınan bilgilerden şüphe etmeyi, eleştirel düşünceyi, felsefe temellerini ve bunların özde çözüm cihazı olan mantık ilkelerini bilinçli olarak algılamak gereklidir.

Bir mühendisin etkin ve yetkin yetişmesi için ders içerikleri kendi aralarında iletişimli ve tüme varacak biçimde olmalıdır. Eğitim sırasında arazi çalışmaları, staj, kütüphane ve laboratuvar imkânları ile bilgisayar donanımları da etkin olarak kullanılmalıdır. Böyle bir eğitimde mühendis adayı her geçen yarıyıl sonunda kendisini öncekilerden daha bilgili ve üretken olarak hissedebilmelidir.

Bugün mühendislik birçok dala ayrılmıştır. Bunlar arasında en beğeni kazananlar belki de endüstri, mekatronik, elektronik, uzay, genetik ve daha birçok yeni mühendislik sektörleridir. Acaba bunların hangisi felsefe düşüncesi ve mantık çıkarımları olmadan üretip topluma faydalı hale gelebilir? Maalesef, mühendislik eğitiminde genellikle sayı, simge, denklem, formül vb. kalıplar algılanmaktadır.

Tüm bunların sözel altlıkları unutulmuş olarak eğitim sonrasında mühendislik mesleğine başlanmaktadır.

Acaba üniversite eğitimi ne istediğini veya istemediğini "bilme" süreci midir? Birçok öğretim üyesi bile bu soruya "evet" şeklinde cevap verebilir. Böyle bir "evet" kesin değildir. Felsefe düşüncesini de içine alacak biçimde bilmenin ötesinde bilgilenmek, bilgiye açık ve hareketli (dinamik) olarak sahip olmak diye de cevap verilebilir. "Bilme" sürecinin büyük bir kısmı artık lise ve öncesi tahsil hayatında bırakılmalıdır. Üniversitelerde ise "bilgi" ile üretken ve bilinçli olmak yönüne gidilmelidir. Bilme süreci mezara kadar devam ederse bundan ne bilen kişi ne de onunla çalışanlar bilinçlenemezler ve donuk (dogmatik) bilmek seviyesinde kalırlar. Bilinçlenmenin eleştirel sorgulamayı destekleyen felsefe düşüncesine sahip olmakla gerçekleştirilebileceği unutulmamalıdır.

Burada sorgulanması gerekli olan bir başka konu, acaba mühendislik eğitimi kişinin bazı yöntem, denklem, algoritma ve yaklaşımları bilerek mezun olup bir diploma sahibi olmasının temini midir? Yoksa kendisine kişilik, bilgelik ve bilinçlilik kazandırılarak önceden karşılaşmadığı sorunların bile üstesinden gelebilecek düşünce, beceri ve akıl cesaretine sahip olarak yetiştirilmesi midir? Eğitim sırasında kişi kendi hayatı ile ilgili yol haritasını şekillendirmeye çalışmalı, bunun bilim dışı sayılabilecek ilişkilerden ziyade akıllıca sorgulama ile başarılabileceği bilincinde bulunmalıdır. Kişi kendi yol haritasını çizerken bazı noktaları sorgulamalıdır. İşin içinden çıkamadığı takdirde eğiticiden istenecek yardımla çözümlemelere gitmeye çalışmalıdır. Katılımlı çözümlemeler felsefe düşüncesinin var olduğu ortamlarda hayat kazanır. Kişi hayat yol haritasının donuk sınırlarla değil her an sorgulanabilen bilgilerle ve eleştirel düşünce ile hareketli (dinamik) ve bereketli olabileceğini anlamalıdır.

Klasik bir eğitimde mühendisin kendisini geliştirerek beynini ve ruhunu besleyecek, eleştirili okuma sanat ve diğer kültürel etkinliklerden uzaklaştığı açıkça görülmektedir. Bunun nedenleri arasında donuk bilgilenme yani sorgulamadan bilmeyi öğrenme yolunun eğitim kurumlarında yaygın olarak bulunmasıdır. Yetişecek mühendise eleştirel sorgulamayı (muhakeme etme yeteneğini) örnek alacağı en az bir ve daha da iyisi birçok öğretim üyesi vermesi gerekirken, bunu “bir sistem meselesidir” diyerek geçiştirmek en kolay yoldur. Mühendislik eğitimine gelen bir kişi mutlaka belirli bir yetenek seviyesine sahiptir. Bunun felsefe düşünceleri ile sulanarak önce filiz ve sonrasında da yeşilliklerle değişik mühendislik meyveleri vermesi sağlanmalıdır. Felsefenin olmadığı bir ortamda öğrenilen bilgilerin zihinlere donukça nakşedilmesi sağlanabilir. O nakışlar karşı karşıya kalınan sorunlara göre değişik renk ve şekillerde çözümler getiremez.

Mühendislik eğitiminin bir başka yönü de ilgilendiği konu ve olaylar hakkında yerine göre akıl becerisine ilave olarak el ve duyu organları becerisinin de sağlanmasıdır. Kısaca söylemek gerekirse, bu ancak "gözlem-deney-kuram" üçlüsündeki her bir öğenin algılanması ile elde edilebilir. Bu üçlünün temelinde yine “felsefik düşünce” yani sürekli sorgulama ilkesinin başlangıç şartı olarak bulunması gerekir. Gözlem, insanın nesnelerden görüntü, duyum, tat, dokunma ve koklama melekeleri ile henüz akıllıca işlenmemiş ilk bilgileri almasına yardımcı olur. İlk gözlem bilgileri önce o nesnenin zihinde canlanarak kavranmasına yarar. Bu kavramlarla mühendis değişik mantık ve bunların sonucunda da faydalı olabilecek çıkarımlara gidebilmelidir. Böyle bir süreç bize bundan sonra neler yapmamız gerektiği hakkında akıl dürtüleri verebilir. Örneğin, yapılan önermelerden akılcı bir sonuç çıkarılamaması durumunda, sıra gözlemlenen olayın deneyle sınanması safhasına gelir. İlave bilgiler için deney yapılır ama deney sırasında bile sürekli eleştirel sorgulama yani felsefe yanımızda kullanılmaya amade bir şekilde beklemelidir. Akıl ve deney bilgilerinin ortak ışığı altında artık incelenen olayla ilgili kuram (teori) veya formülasyonlar geliştirilebilir. Bu bağlamda çağdaş eğitim tekniği ve felsefesi, "Duyulan unutulur, görülen anımsanır, yapılan anlaşılır" özdeyişine uygun olarak, bilfiil yaparak öğrenmek ve öğretmeyi benimsemektir. Eğitim modeli, temeli ezber bilgiden çok hayata dönük ve hayat yol haritasını zihinde canlandırmaya yarayacak becerilerin kazanılmasına yaramalıdır.

Eğitimin esas amacı zihinleri seçkin, açık, şeffaf ve hareketli (dinamik) bilgiler ile çeşitlendirerek bilgi üretim merkezi haline getirmektir. Bilgiyi “bilmek” olarak algılamak, ezberci bir şekilde bilgiyi zihinde “depolamak” ile eş değerdedir. Gerçek eğitim, insana öncelikle düşünme sanatını öğretmelidir. Mühendislik eğitiminde ezber ve donuk bilgilerden uzaklaşarak kişilik kazandıracak eleştirel düşünce, ancak bilim felsefesinin ne olduğunun öğrenilmesi sonucunda elde edilebilir. Her düşünme sonucunda elde edilen bilgiler doğru olmayabilir. Sorgulama bu yanlışlığı veya yanlışlık derecesini ortaya koyarak, düşünce ile daha iyisinin yapılması yoluna koyulunca kesin çözümlemelere ulaşılamasa bile tatmin edici yaklaşımlar elde edilir. Zaten mühendislikte kesin çözümler yerine basit, yaklaşık ve akılcı çözümlerin elde edilmesi, istenen amaca ulaşmayı temin eder. Böyle bir eğitim sisteminden geçmemiş mühendisler hayatları boyunca sıradan bir mühendis olmaya mahkum kalabilirler. Hal böyle olunca da sıradan mühendis çok talep eden, bu uğurda üretici olamayan düşüncesi ile çaba sarf eden, bilinci az gelişmiş, çözümleme (analiz) ve bütünleştirme (sentez) yapamaz bir hale gelir. Doğal olarak bunun sonucunda kendi mesleki sorunlarını eleş-

tiremeyen ama başkalarını ve sistemi sürekli eleştirerek şikâyet eden, üretemeyen bir mühendisler grubu ortaya çıkabilir.

Eğer mühendislik eğitim kurumlarına felsefe düşüncesi (eleştirel düşünce) ilkeleri girmezse ezberci, bilgi üretimi yapamayan, ne verildi ise onunla yetinen ve emeli diploma almak olan genç mühendisler ortaya çıkarak hayat yol haritalarında bilgi ile rekabet yerine yandaşlık ve çıkar ilişkileri olan bir yöne gidebilirler. Bu da, değil mühendislik mesleğine, genelde, o topluma tamiri mümkün olmayan sosyoekonomik zararlar verebilir. Kendi mühendislik mesleğinin düşünce alt yapısını (felsefesini) anlamayan bir mühendis geleceğin düşünce, bilim ve sanatı ile ilgili üretimlerde bulunamaz. Sınırlı miktarlarda bile olsa eleştirel düşünce ile hareket eden mühendisler kendi gayretleri ile böyle bir dinamik yapıya sahip olabilirler.

1.5 Robotlaşma ve kölelik

Bir toplumun robotlaşmasına yukarıda yapılan açıklamaların satır aralarında değinilmesine rağmen, burada, daha açık biçimde bunun ne gibi sonuçlar doğuracağı üzerinde duralım. Sözde hiç kimse robotik bir hayat sürmek istemez. Bazen, değişik meslek grupları ve bunlar arasında konumuz olan mühendislerin, farkında bile olmadan robotlaştıklarına sıkça rastlanmaktadır. İnsan sözel düşünce ve eleştirilerle pek robotlaştırılamaz ama sayısal çıkarımların kesinliği, denklemlerin eşitliği, katsayıların donukluğu, bilimsel ilke denilen söylemlerin eleştirilemez olması, sorgulamama gibi etkinlikler robotlaşmanın sinyallerini verir. Bu duruma devam edilmesi halinde artık düşünce yerine emir alma veya katı emir verme kalıpları işin içine sarkarak toplum düşünce felcine uğrayabilir. Böyle robotlaşmış toplumların sonu köleliktir. Bunun değişik sebepleri arasında felsefe düşüncesinin tamamen ihmal edilmesi

de vardır. Aslında düşünce için sözel bilgiler ve dolayısı ile dil önemli bir araçtır. Zaten robotlaşmaya yüz tutmuş olan bir toplumda bırakın kültür ve inanç değerlerini, yavaş yavaş dil yerine de, başka toplumlar düşünüyor ve gelişiyor diye onların kültürleri ve dilleri ana dilin topraklarında cirit atmaya başlarlar. Bu tür dil savaşlarında her iki tarafta bulunanlar, biri bilinçli efendi diğeri bilinci olgunlaşmamış kişiler topluluğu ve sonunda güdümlerle şekil alan bir toplum ortaya çıkarak efendinin kölesi olmaya bile razı olur. Hele bir zamanlar kendisi efendi olan topluluklarda bunun baş göstermesi, o topluluğun çözülmesi veya çözülmese bile yapay tutkallarla (imalatı efendinin elinde olan) bir arada tutularak güdülmesi ve istendiğinde birbirine düşürülerek küçük parçalara ayrılması sonucunda bu toplumlar daha rahat güdülür hale gelebilir.

BÖLÜM 2

FELSEFE

Mühendislikte bilginin ortaya çıkması, çeşitlenmesi, yenilenmesi, durağanlıktan çıkarılmasında felsefik düşüncenin ne kadar önemli olduğunu anlamak için önceden kalıp şeklinde algılanmış olan bilgiler sorgulanarak, bilgi temelleri akıl düzeyine çıkarılmalıdır. Mühendisliğin gelişmiş olduğu ülkelerde nakilci ve donuk bilgilere değil bunların sorgulanması, incelenen duruma göre geliştirilerek ve değiştirilerek uygulanması yönlerine ağırlık verilmektedir. Bu tür düşünce yapısına mühendislik donukluğundan önce sahip olmak gerekir. Böylece ortaya çıkan hem düşünsel hem de fiziksel yapılar sağlıklı, üretken ve sürdürülebilir şekilde toplumda bu konulara ilgi duyanlar arasında yaygınlaşabilir.

2.1 Felsefik düşüncenin adımları

Felsefe düşüncesi bir insanın çevresindekilerle bütünleşik bir hayat sürebilmesi için gerekli olan bir ön melekedir. Düşünce olmazsa insan olmaz bile diyebiliriz. Düşünce sonucunda nesne ve aşkın (sıra dışı, metafizik) bile olabilecek bilgiler idrak edilebilir. Eleştirilebilen kuralları ile algılamak, bir işlemin, toplumun faydalanabileceği üretimlere dönüşmesini sağlayabilir. Burada insanın fizik dünya varlığında değil onun bilgi üretmek için algıladıklarını anlamak, açıklamak ve yorumlamak için bir özelliğinin bulunmaması önemlidir. Düşünce süreci içinde birbirini takip eden çok önemli üç aşamadan söz edebiliriz.

2.1.1 Hayalcilik

Kültürümüze tahayyül olarak girmiş olan bu kelime insanın düşünce öncesinde hayal eden bir varlık olduğunu hatırlatır. Varlık için "hayal ediyorum öyleyse varım" da diyebiliriz, çünkü hayal etmek düşüncenin ilk aşamasını teşkil eder. Diğer taraftan, algılamak ta önemli olduğundan "algılıyorum öyle ise varım" ifadesi düşünen bir varlığın bir başka yönünü bize hatırlatır. İnsan algıladığı nesneden kuşkulanabilir ama algının kendisinden kuşkulanamaz, çünkü o insanın var olmaya başladığı ilk andan itibaren vardır. Buradan hayalsiz düşüncelerin olamayacağı sonucuna varabiliriz. Hayalden maksat bir insanın zihninde bir şeyin ya kendiliğinden var olması veya algılama ile gerçek diyebileceğimiz dünyadan bazı yansımaların orada görüngü (fenomen) olarak belirmesidir. Hayal edilen nesnelerin gerçek olması gerekmez, ancak bunların bilimsel alana sokulabilmesi için bazı ölçütlere uyması gerektiği de akıldan çıkartılmamalıdır. Mühendislikte hayal mahsulü bir şey yoktur dersek bunda yanılmış oluruz. Sıra dışı işler hep hayal mahsulüdür, ortamın ve şartların uygun olması durumunda gerçekleşebilir. Bu bakımdan mesela bir mühendisin yaptığı bir yapıtın nasıl daha estetik, daha ekonomik, daha kolay ve sağlam olabileceğinin hayal edilmesi hep daha iyiye yönelmeyi teşvik eden düşüncelerdir. Bu tür düşünceleri zihninde canlandırmayan mühendis klasik bilgileri ile kalmaya mahkum olur. Hayal sürekli zihin canlılığını, sürekli zihin canlılığı ise eleştirel düşüncenin sulanarak olgunlaşmasını temin eder. Bugünkü algılamalara göre mühendislikte sanki hayal edilecek bir durumun olmadığı gibi bir düşünce, yani düşüncesizlik ile bunun sonucunda da ezbercilik bulunmaktadır.

2.1.2 Tasarımcılık

Eski deyimle tasavvur etmek hayal etmekten sonra düşüncenin bir başka boyutunu ortaya koyar. Hayal edilen

olgular sanal ortamlarda bulunmasına rağmen bunların bir şekle (geometriye, tasarıma) bürünmesi gereklidir. İnsan şekil bilgisi ile hayal ettiği durumları daha yakından inceleyerek ve eleştirilerle değişik şekillere sokarak, kendisinin istediği ideal diyebileceğimiz biçime getirmeyi ancak tasarım boyutunu da düşüncesine katarak sağlayabilir. Türkçe olarak tasavvur etmeye şekil vermek veya tasarlamak da denir. Bu işlevi gören kişilere de şekil verici veya tasarımcı adı verilir. Aslında şekil vermek düşünülerek hayal edilen olguların geometrisini belirlemektir. Buradan mühendisin de (daha öncelerden açıklandığı üzere) bir geometrici olması dolayısı ile düşüncenin bu tasarım boyutunda mühendisliğin de olması gerekliliği ortaya çıkar. O halde mühendislik sadece donuk geometri şekilleri ile işlevini yürüten kişiler olarak değil, tasarımlarını düşünce ve hayalleri ile bir sanat yapısı haline sokan meslek sahipleri olarak tanımlanmalıdır. Tıpkı bir sanatçı gibi mühendis, önünde olmayan bir yapıtı kafasında canlandırarak bir eser verebilir. Burada beceri ve sezgi önem kazanır. Mühendis, bilimsel ilkelerden yararlanarak onları uygulamaya sokan kişi de demektir. Uygulamanın kalıp şeklinde olmasının yanında öğrenilen her türlü bilgiden,özellikle de denklem ve formüllerden şüphe edilerek sorgulanması ve zihne öylece yerleştirilmesi gereklidir.

Tasarımların donuk ve öncekilerden algılanmış birer ezber veya tekrar şeklinde değil de, önceden algılanmış olanların değişik seçeneklerinin farklı şekillerde, az da olsa bir yenilik çıkaracak biçimde ortaya konulması mühendise bir heyecan verebilir. Bu heyecan kişinin içinden gelen bir kıvılcım şeklinde olabileceği gibi, onun bu yenilikçiliğinin başkaları tarafından takdir edilmesi bir alev şekline dönüşerek iç güven sağlayabilir. Ortaya konulan basit bir yeniliğin başkaları tarafından eleştirilmesi, o kişiye ilave bir düşünce boyutu sağlar. Böylece düşünce ve

üretkenlik, kıvılcım ve sonrasında bir volkan şeklini alabilir. Nasıl volkanlar geçmişte yeryüzüne ilave şekiller kazandırmışsa, artık bu düşünce volkanları mühendisin içinde yeni düşünce volkanlarına dönüşebilir. Düşünce volkanları her ne kadar mühendisler için söylenmişse de aslında tüm meslekler için de geçerlidir.

2.1.3 Üretkenlik

Bir mühendisin üretkenliği sadece somut eserler ve yapılar değil, aynı zamanda hayal ederek tasarladığı şekilleri uygulama safhasına koyacak biçimde fikirlerin de üretilmesini içermelidir. Fikirler düşünce ile zihinde ortaya çıktığına göre bunların diğer bireylere intikal ettirilmesi için mutlaka sözel bilgilere, çıkarımlara, yorum ve tavsiyelere gerek vardır. Bu bakımdan da felsefe çerçevesinde akıllıca sözel çıkarımlarda bulunmakta yarar vardır. Eski tabirle bu aşamaya tefekkür denir ki bunun anlamı düşünce süreci sonunda faydalı bilgiler üretmektir.

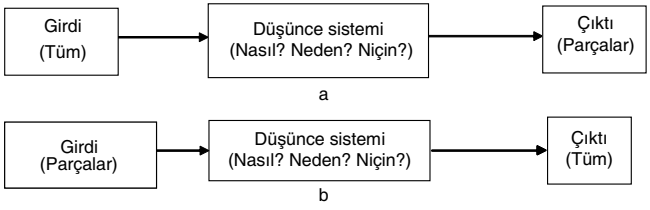
Mühendis üretkenliğini öncelikle basit, hızlı düşüncelerle ve ekonomik (sadece maddi anlamda değil düşünce anlamında da) yapmalıdır. Üretilen pratik bilgilerin başkaları ile paylaşımının sağlanması için bu bilgilerin mühendislik odaları yayın organlarında yayınlanarak bir ortak paylaşım alanına iletilmesi çok yararlıdır.

2.2 Düşünce modelleri

Mühendislik eğitimi sırası ve sonrasında acaba yenilikçiliğe (maalesef inovasyon kelimesi dilimize girmek üzere, aman sokmayalım) ne kadar önem verilmektedir? Bu soruyu sorsak nasıl cevaplar alırız bir düşünelim. Mühendislikte en önemli konularından biri, incelenen olayların uygun modellerinin yapılması ve bunların işlerliği kanıtlandıktan sonra geleceğe yönelik tasarımlarının yapılması gerekliliğidir.

Modellemede başarıya ulaşabilmek için eleştirel düşünceye, düşüncede başarılı olmak içinde modellemeye gerek vardır. Bir bakıma düşünce ve modelleme bir madalyonun iki tarafı olarak algılanabilir (Şen, 2002). Tarihte büyük düşünürler büyük modellerle düşünce kurallarını ortaya çıkarabilmişlerdir. Düşüncenin kendisinin bile modelleri vardır. İnsan bu modellerden bazen biri, bazen diğerleri ve bazen de bunların karışımları ile incelediği konuda üretken olabilir. Mühendislikte modellerin nasılları ve nedenleri bilinmeden ezbere veya taklitçi bir biçimde algılanması yoluna gidilmektedir. Özellikle bilgisayar yazılımlarının çoğaldığı bu günlerde bu eğilim daha da artmış görünmektedir. Belki de bu nedenle üretken bilgiler yumağı ortaya çıkamamaktadır.

İnsan etrafındaki doğa, başkaları ile olan ilişkilerinde toplum, kendisi ile olan psikolojik vb. olayları incelerken ya küçük bilgi birikimlerinden yararlanarak veya bunları kendi aralarında düşünce ile sınıflandırarak, daha fazla bilgiyi içeren bir seviyeye doğru gidebilir. Aksi olarak da büyük bilgi seviyelerinden, bunları ufalaya ufalaya daha alttaki bilgi seviyelerine, neden ve niçinleri ile ulaşabilir. Böylece, ilk bakışta düşünce sisteminin modelleri, biri alt bilgilerden üste gidiş, diğeri ise üst bilgi ve algılamalardan alt bilgilere geçiş şeklinde ikiye ayırabilir. Bunlardan ilkine tümevarım (endüksiyon) diğerine ise tümdengelim (dedüksiyon) adı verilir. İşte bu iki farklı, ama aynı olayı inceleyebilen düşüncenin modellerini kurmaya çalışırsak, bunların her birinin düşünce sistemine girdi ve çıktısının bulunması gerektiğini anlarız. Şekil 1'de tümevarım ve tümdengelim düşünce modelleri verilmiştir. Her iki modelde de giriş ve çıkışları birbirine bağlayan düşünce kutusu diyebileceğimiz bir ortam vardır. İşte bu ortamda zihin faaliyetleri ile nasıl ve neden sorularına cevaplar bulunmaktadır.



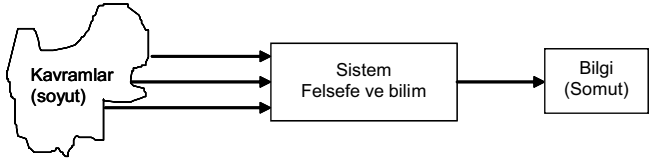
Şekil 1 Düşünce modelleri, (a) tümdengelim, (b) tümevarım

Tümevarım dünyanın değişik ülkelerinin eğitim sisteminde verilen düşünce modelini gösterir. Birçok araştırıcı, felsefeci ve eğitimcinin ortak olarak üzerinde durdukları düşünce sistemi tümevarım biçimindedir. Bu düşünce sisteminde, öğrenciye parçalar anlatılır ve bunların bir araya toplanması ile üretken bilgi seviyelerine ulaşılması arzulanır. Bir öğreticinin sadece kendi konusundaki temel bilgiler değil, bununla ilgili olabilecek diğer konular hakkında da, o konunun uzmanı kadar olmasa bile bilgili olması gereklidir ki, eğitim alan öğrenciye parçaların nasıl ve neden birleştirilmesi gerekliliği hakkında fikir verilebilsin. Bugün eğitim ve düşünce sistemimiz, herkesin uzmanlıkları (mesela mühendislik) ile katı sınırlarla ayrılmış biçimde, kendi uzmanlığının diğerleri ile sanki hiç ortak noktası yokmuşçasına kalıplaşmıştır. Hal böyle olunca, tümevarım ile eğitim verimsiz ve üretimsiz olmaktadır. Birçok mühendisin bilgi üretebilme yeteneği dumura uğramaktadır. Tümevarımcı eğitim modeli tektür düşünen bir toplumun ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Eğitim sistemindeki dersler birer öğe olarak düşünülürse, eğitimden amacın 4 yıllık bir süreden sonra tümevarımcı özelliğe sahip olmasıdır. Bu istenen bir durum olmasına karşılık derslerin kendi aralarında iletişimli ve örtüşük biçimde bir ahenk içinde verilmemesi durumunda bu amaç bir karmaşıklığa dönüşebilir. İşte bizim eğitim sistemlerimizdeki kâğıt üzeri görüntüler çok güzel olmasına rağmen verilen dersler arasında bir insicamın (ahengin) bulunmaması dolayısı ile öğrenciler, bilgileri bölük pörçük alarak, şaşkınlık içinde ne yapacaklarını çözümlemeye çalışmaktadırlar.

Tümdengelim düşünce sisteminde kişilere üst düzeyde olaylar anlatılır. Her kişi kendi yeteneğine göre bunu alt parçalara ayırarak her bir parçayı ayrıcalıklı olarak anlamalı ve alt parçacıklar arasında ilişkiler kurarak tümevarımı bile başarabilmelidir. Burada üzerinde durulması gerekli olan nokta, eğitim sistemimizde düşünce modelleri üzerinde hiç konuşmadan, sadece incelenen mühendislik konularının doğrudan modellenmesi yolunun açılmasına çalışılmasıdır. Bu da şimdiye kadar fazlaca başarılı olmadığı için, en kısa ve pratik çözüm maalesef en tehlikeli ve kısır düşünce modeli olan taklitçilik, yabancı dillerden üretimsiz tercümecilik vb. gibi durumlar olmaktadır. Yukarıda verilen tümevarım ve tümdengelim düşünce modellemesine sebep-sonuç ilişkisi olarak da bakılabilir.

2.2.1 Soyut-somut modellemesi

Her olgunun yeşerip gelişebilmesi için uygun ortamlara gerek vardır. Bunlardan bilgi olgusunun ortamını değişik medeniyetler oluşturur. Medeniyet, insanların toplu halde birbirleri ile dayanışmasını temin eden çeşitli ve oldukça sistematik olmayan soyut kavramlar topluluğunun zamanla sistematik hale dönüşmesi sonucunda ortaya çıkar (Şekil 2).



Şekil 2 Soyut - Somut dönüşümü

Bilgi olgusu başlangıçta pek anlaşılamayan ve kavranamayan bir şekilde bile olsa, onun zamanla insan düşünce sistemi içinde şekillenmesi ve somut bir duruma gelerek herkes tarafından kavranıp kullanılması mümkündür. Bilgi olgusu ortamında onu geliştiren, çok eskiden beri var olan felsefe ve son asırlarda ondan biraz ayrı gibi ortaya çıkan bilim olguları bulunmaktadır. Soyut kavramlar bilim ve felsefe ile anlamlı ve faydalı hale dönüştürülür. Bunlardan felsefeye, çok daha geniş kapsamlı zihinsel faaliyetleri kapsamakta olduğundan ve doğaya tam bağımlılığı olmadığından bilgi üretme mekanizması olarak da bakılabilir.

Bu şekilde felsefe ve/ya bilim sistemlerinden geçerek somutluk kazanan bilgiler ilk bakışta faydalı ve faydasız olmak üzere iki kısma ayrılır. Burada faydanın da tanımının yapılması gereklidir. Bilginin faydalı olanları insanın ruh ve madde âleminde mutlu olmasını temin edenlerdir. Buna göre bilginin faydalısı, bir topluluğa girerek ona hizmet eden ve gerekli zamanlarda faydalı işlevler gören bilgi türüdür. Yukarıda söylenenler, biri bilgi oluşumu öncesi diğeri de sonrası olmak üzere iki aşamanın bulunduğunu gösterir. Bilgi öncesinde felsefe ve bilim ile olan olgunlaşma aşaması, diğeri ise toplum içindeki işlevler ile ilgili olan kısımdır ki, buna da faydalanma aşaması adı verilir. Bu ikinci aşamada mühendislik kavramları olumlu, verimli ve etkin roller oynar. Böylece bilgi, gerek kendi içinde, gerekse toplumlar üzerinde oynadığı rol bakımlarından ele alınmalıdır. Bir toplumda bu iki aşamanın da ahenkli bir şekilde bulunması gerekmektedir. Bunlardan olgunlaşma aşamasına bilgi üretme aşaması da denilebilir. İkinci aşamaya insana hizmet edebilecek tüm işlevlerin ve refaha ulaştıracak bir biçimde yapılmasına yardımcı olabilecek tüm vasıtaların üretilmesi (mühendislik bilgileri) olarak da bakılabilir. Böylece, bilginin değişik üretimlere yarayan tohumlar olarak da bilinmesi uygun olur. Demek ki, bilginin insanın kendi iç dünyasında ve toplumda üreticilik vazifesi vardır.

2.3 Kelime kökeni

İnsanların konuşarak anlaşmaları sözel bilgi üretiminde önemli rol oynar. Bunun başarılı olması için mutlaka kelimelerin her birinin ne anlama geldiği, hangi yer ve zamanda neyi ima ettikleri açık ve seçik olarak bilinmelidir. Yoksa anlam kargaşaları, yanlış anlaşılmalar ve kişisel anlamlandırmalar ortaya çıkar. Bu da ortak düşüncede güçlüklere yol açabilir. Kelime kökeninin ne anlam ifade ettiğinin bilinmesi çok önemlidir. Felsefe alanında bu anlamları ayırt ederek anlamlandırmak için ayrı bir dal doğmuştur. Buna kelime kökenini araştıran bilim anlamında "etimoloji" adı verilir. Amaç kelimesi sadece kendisi ile ilgili olan bilginin neler olduğunu içerir. Kelime anlamlarının açık-seçik olması, daha sonra açıklanacak bilgi kuramının (felsefesinin) doğru algılanarak değişik kelimelerin bir araya getirilmesine yarar (Bölüm 2.3). Bunun sonucunda da mantık esaslı cümlelerle daha geniş kapsamlı bir bütünü kolaylıkla ifade etmek mümkündür. Kelimenin anlam kazanması, tecrübe (deneyim) algılamalarının nesne hakkında zihinde belirteceği akılcı isimlendirmelerle veya başkalarından kulaktan duyarak olabilir. Kelime bilgi içeriğinin anlamlı olarak zihinlere yerleştirilmesi de "etimoloji" alanına girer. Düşünce sisteminde bilgi, denklem, formül, plan ve projelerin ortaya çıkarılması hep sözel bilgi birikimleri ile olur. Kelime anlamları ilk algılama ile beraber otomatik olarak zihinde canlanabilmelidir. Doğal olarak, ilk karşılaşılan kelimelerde zihin canlılığı hemen olmayabilir. Birçok defalar aynı kelime ile karşılaşan algı ve zihin artık onu kelime köken anlamı ile anında tanır

Ana dilimizdeki kelimeler, yıllar boyu süregelen işitme ve işittirme (konuşma) deneyimlerimiz ile zihnimizde an-

lamlanarak, toplumun ortak algılama araçları haline gelir. Bir insan ana dilini her gün kullandığı için kelime ve cümlelerin anlamlarını hemen kavrar. Bu kavrayış sonucunda artık zihin alışkanlık kazandığından kelimelerin işitilmesi ile zahmetsizce anlamlandırılmasını ve gerektiğinde başkalarına da iletilebilmesini sağlar. Her kelime etrafımızda gerçek olarak bulunan nesnelerin değişik iç ve dış vasıflarının birer simgesidir. Nesneler topluluğu bir bilinç (insan aklı) olmadan bir şey ifade etmez. Kelimeler topluluğu genelde bir şey ifade etmeden sadece nesnenin özelliklerini zihne getirmeye yarar. Yeni doğan bir çocuğa ömür boyu tanınabilmesi için nasıl bir isim takılıyorsa bir nesnenin bilinmesi için ona da mutlaka ismin takılması gerekir. Değişik diller mevcut olduğundan bir nesnenin dünyada bulunan diller kadar farklı isimleri vardır. İnsanlar ana dillerinde o nesneyi kelimeler ile tanır ve ona göre tavır alırlar. Mesela, "uçurum" kelimesinin anlamı iyi bilindiği zaman bunun bulunduğu yer (uçurum nesnesi) çok tehlikeli olabilir. Böylece tek bir kelime bile insanın iç duygularında bir anlam ifade ederek tüm benliğine yayılabilir.

2.4 Kavram, terim ve tanımlar

İnsan düşüncesine konu olan değişik nesne ve olayların incelenmesi, bunların zihinde ortaya çıkardıkları bir takım sınıflamaların ve sınıflamalardan bile daha küçük olan düşünce öğeleri diyebileceğimiz kavramların ortaya çıkmasına neden olur. Aslında, kavramlar düşünce sonunda ortaya çıkan bazı somut olayların incelenmesinden doğan ve zihinde kalıcı olan soyut bilgilerdir. Bilginin kavram olarak soyutluğu, elle tutulur gözle görülür türden olmayan zihindeki düşünce tasarımları şeklinde belirmesindendir. Kavramlar düşüncenin zihinde ortaya çıkardığı soyut tasarımlar olarak tanımlanabilir. Soyut kavramların her biri göz önünde tutulan konu veya nesne ile ilgili

bilgiler içerir. Bu bilgilerin kendi başlarına doğrulanması veya yanlışlanması söz konusu değildir. Bir bakıma kavramlar, duyu organlarının ilgilendiği konularla ilişkili olan bazı bilgilerin zihin tarafından resimlerinin çekilmesi diye düşünülebilir. Nasıl değişik şekil veya sözel olan ifadeler istenildiğinde bilgisayarın hafızasından çağrılarak ekranda yani sanal ortamda görülüyorsa, kavramlarımız da tüm bilgi içerikleri ile beraber gerektiğinde hafızamızdan çıkıp zihin ekranlarımıza yansıyarak kullanılabilecek bilgiler sunar. Kavramlarda saklı olan bilgiler, günlük hayat veya bilimsel çalışmalarda kullanılır. Herkesin zihninde ortak olan veya olmayan kavram ve bilgiler saklıdır. Bir bakıma kavramların düşünce ile tasarlanması sessiz konuşma şeklinde olur. İnsan zihninde kavramlar birer hayal olarak bulunur. Bunlar kişiye veya nesneye has değişik özelliklerin genellemelerini kapsarlar. Örneğin, "ağaç" kavramını düşünürsek bunun genel ağaç bilgilerinden meydana gelen bilgiler topluluğu olduğunu düşünmeliyiz. Bu kavram sayesinde ağacın ve özelliklerinin neler olduğu gibi konularda bir metin (kompozisyon) bile yazılabilir. Ağaç kavramının zihindeki hayali bildiğimiz tek bir ağaç değildir. Bilimsel bilginin genelleştirici olması da buradan gelmektedir. Kavramların ortaya çıkmasındaki hayaller geneldir. Yoksa bir kişinin sevgilisini hayal etmesi ile zihninde meydana gelen değişik durumlar asla kavram kapsamına girmez. Her ikisinde de hayal vardır ama kavramların hayali sonucunda, bilgiler genel ve kişiye özel değil nesneldir (objektiftir).

Kavramlar başkaları tarafından da algılanması, öğrenilmesi ve eleştirilmesi için insan zihninden dışarıya çıkarılarak iletişime sunulmalıdır. Böyle bir iletişimin aleti dildir. Kişilerin, özellikle ana dillerinde, zihinlerinde mevcut olan kavramları çok iyi anlayarak gerektiğinde açıklayabilmeleri, bilgi üretiminin ilk şartıdır diyebiliriz. Kavramların

dil ile sözel ifade edilmesi, kavram soyut bile olsa somut olarak konuşmada söz, yazıda kelime diyebileceğimiz bir takım telaffuzlar ve şekilleri ortaya çıkarır. Bunlara da kısaca terim denir. İnsan zihninde kavram olarak bulunan bilgilerin başkalarına aktarılması, terim denilen ve dilde en küçük kelime şeklinde yer alan anlamlarla olur. Buradan da, düşünce sisteminde kavramların ve bunlardan çıkan terimlerin ne kadar önemli olduğunu anlarız. Çalışmalarımızda ve özellikle de incelenen olayın modelinin kurulmasında, önce olayla ilgili olabilecek değişik kavramlar felsefik esasta zihne anlamlı olarak sokulmalıdır. Aslında, eğitimin ana hedefi de bu olmalıdır. Her incelenen konunun kendisine özel bazı terimleri vardır. Düşünce sonucunda yeni terimler de geliştirilebilir. Bir konunun terimlerinin bir araya toplandığını düşündüğümüz sözlüklere o konunun terminolojisi denir. Bir konunun terminolojisi ve bunun düşünce ve dil aracılığı ile zihinlerdeki kavramlara varan tasarımları çok sağlıklı olarak anlaşılmalıdır. Terimlere örnek vermek gerekirse aslında anlamlı olan her kelime birer terim olarak algılanabilir. Ağaç, kemik, su, ateş, Türkiye, gelmek, sormak, okumak vb. kelimelerin hepsi bilgi taşıdıklarından birer terimdir. Ancak "ve", "veya", hatta, hâlâ, ise, rağmen vb, kelimeler terim değildir.

Kavram ve terimlerin anlaşılmasından sonra insan düşüncesinin yine temel öğelerinden olduğunu söyleyebileceğimiz, tanımlar gelir. Her tanım incelenen olayın zaman ve/veya mekan bakımından algılanmasına yardımcı olur. Tanımlar, basit ve bilgi içeriği pratik olarak hemen kullanılabilir şekilde ortaya serilebilen cümlelerdir. Kavramlar bir araya getirilerek nesnelerin nitelik veya nicelikleri hakkında bilgiler elde edilir. Değişik bilim dallarında yapılmış birçok tanım vardır. Bilim ve mühendislikte tanımlar genel olarak birim zaman veya mekanda bir miktarı temsil eder. Buna göre fizikte, birim zamanda alınan yol'a "hız" denir. Hızın tanımındaki "yol" ve "zaman" birer terimdir. Bunların zihinde kavram olarak karşılıkları vardır. Birim zamanda bir kesitten geçen suyun hacim olarak miktarına da su bilimlerinde "debi" denir. Ekonomide kişi başına düşen gayri saf milli gelir, o ülkenin gelişmişliğinin ortalama bir ölçütüdür. Fizikte iş, kat edilen yol ile cisme tesir eden kuvvetin bu yol doğrultusundaki çarpımı şeklinde tanımlanır. Gücün tanımı da birim zamanda yapılan iştir.

2.5 Bilgi felsefesi

Bilme veya malumat edinme sadece algılamalarla ortaya çıkarsa da kelime anlamlarının zihinde eyleme geçmesi ile artık anlamları açık-seçik anlaşılır ve başkalarına da anlatılabilir. O halde, bilmek ile bilgi arasında çok fark vardır. Bilmek için gerek ve yeter şart nesneyi algılamaktır. Bilgi edinmek için ise algılamak gerekli bir ilk şart olmasına rağmen yeterli değildir. Bilgi için yeterlilik, ancak algılanan nesnenin üzerinde düşünerek onun ne anlama geldiğini anlamak ve açıklamakla olur. Buna göre bilen insan bilgili insan demek değildir. Bilmek için gerekli ve yeter şart olan algılamanın ötesine geçilememesi halinde akıl kullanılmamış ama zihinde sadece bazı anlamlar statik olarak depolanmıştır. Bilgi için algılama sonrasında akıl ile bazı işlemlerin yapılması gerekir. Bunu yapmak için de mutlaka sorgulama ve eleştirel düşünce araya girmelidir. Bir eğitim sisteminde bilgilerin eleştirel olmadan ve şüphe edilmeden verilmesi bunları algılayan kişilerin (mühendisler dâhil) bilgili değil ancak malumatlı (bilen) kişiler olmasını sağlar. Böyle bir eğitim almış kişi bilgi yüklü olarak mezun olur. Aldığını sandığı bilgileri ancak tanımlamalarda bazı durumları bilebilmek için kullanabilir.

Felsefe alanında bilgi konusunda şüphe uyandırılarak bilginin gerçekliği, var olup olmadığı (varlığı), doğruluk derecesi gibi değişik yönlerden eleştirel tartışmasının ya-

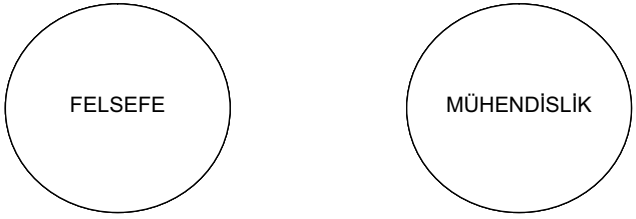
pılmasına "epistemoloji" yani bilgi kuramı veya felsefesi denilmektedir. Felsefe yapabilmek için sadece algılamak yeterli değildir. Bunun anlamlandırma, yorum ve açıklama gibi boyutlarını da ortaya koymalıdır. Bilgilerin örgün olması kişinin daha verimli ve üretken bilgi yönlerine kaymasına hareketlilik (dinamiklik) kazandırır.

2.6 Felsefe ve mühendislik

Felsefeciler düşünce sistemlerinde mühendisliğe ayrı bir yer vermeyebilirler. Mühendisler, felsefe ve bununla ilgili kuralların ışığı altında fizik ve düşünme üretkenliklerini yönlendirme yoluna koyulmalıdır. Bu yolda daha üretken, faydalı sanat ve mühendislik yapılarına ulaşabilirler. Aldığım mühendislik eğitimi sırasında hiç felsefe ile ilgili duyumlar işitmedim. Öğrendiğim formül ve algoritmaların bile mantık yapılarının bulunduğunu mezuniyet sonrası uzun yıllar sonunda anlayabildim. Mantık ilke ve kurallarını okumaya ve sorgulamaya başladığım zaman örtülü, ezbere ve tekrarlayıcı biçimde eğitim aldığımı anlayabildim. Bugün mühendislik eğitimi yapan fakülte ve birimlerde, sosyal bilimler ile ekonomi bilgilerine ağırlık verilmesine karşılık, bunların hareketliliğini (dinamikliğini) sağlayabilecek felsefik düşüncelerin verilmemesi durumunda, bu tür bilgilerin mühendisin hafızasında donuk, zihninde ise ölü ve sadece kullanmaya hazır bilgi olarak kalması söz konusudur. Bilim felsefesiz bir eğitim, bilgi üretiminin bir başlangıç şartı olmasına engel teşkil eder. Felsefeciler düşünce gelişiminde mühendislik konularına da ağırlık vermiş olsalardı, bugün lisans seviyesinde mühendislik eğitimi felsefik düşünce ve eleştiren tartışma boyutlarını kazanarak daha üretken bir hale çoktan gelebilirdi. Burada felsefecileri hiç suçlamamak gerekir, çünkü onlar meslek ayırımı yapmadan felsefe düşüncesinin evrimleşmesini sağlamaya çalışırlar. Mühendislik eğitimi veren kişi ve

kuruluşların bunu bir temel ilke olarak uyarlayamamış olması, ne yazık ki, mühendislik üretiminin donuk kalmasına sebebiyet vermiştir. Şu soruyu sormamız felsefenin nasıl dışlandığını anlamamıza yarar. Felsefe tümden bir düşünce mekanizmasıdır. Bilim, sanat ve her türlü alt düşünce birimleri felsefe şemsiyesinin altında bulunduğuna göre neden mühendisler düşüncelerinde felsefenin kendilerini ilgilendiren yönlerinden yararlanmamışlardır? Bunun cevabını her toplum için aynı şekilde veremeyiz. Bizim toplumumuzda sadece mühendislikte değil, eğitim sistemimizde "felsefe" olguları pek bulunmamaktadır. Belki de felsefesizlikten en az çok nasibini almış meslek olarak mühendislik ön sıralarda bulunmaktadır. Mühendislik konusunda değil Türkiye, ABD'de bile doktora yapan kişilerin doktora tezlerinde "Philosophy of Doctorate" demesine rağmen neden sadece doktoralıyım kısmı ifade edilmektedir? Bunun "felsefe" kısmı neden su yüzüne çıkarılmamaktadır? Ve neden en azından mühendislik eğitimi veren kurumlarda ve özellikle de yüksek lisans ve doktora seviyesinde verilen derslerde, bu "Philosophy of Doctorate" unvanlı kişilerin hepsi tarafından, felsefik düşüncenin sadece eğitimde değil tüm hayat boyunca önemli olduğu vurgulanmamaktadır?

Eğer felsefe ve mühendisliği birer bilgi yumağı (kümesi) olarak düşünürsek Şekil 3'teki durum ortaya çıkar ki bu da mühendislik ve felsefenin ayrılığı demektir. Bu durumun hareketli (dinamik), üretken ve verimli bir bilgi üretim mekanizması olarak kabul görmesi mümkün müdür? Bunun taktiri okuyuculara bırakılmıştır.



Şekil 3 Felsefe-mühendislik ayırımı

Felsefe ve mühendislik kendi içlerinde ayrıntılı olarak alt kısımlara sahiptir. Alt kısımların her biri diğer kümenin parçaları ile örtüşmeyebilir ama bunlar arasında bazılarının örtüşmesi kaçınılmazdır. Felsefe mantık, bilgi teorisi (epistemoloji), varlık teorisi (ontoloji), sanat, sentetik ve ahlak felsefesi (etik) gibi kısımlara ayrılırken, mühendislik inşaat, makine, elektrik, endüstri, meteoroloji vb. mühendisliklerden başlayarak o derece ayrıntılı olarak ayrılmıştır ki bugün için toplum ve hatta politika mühendisliğinden bile bahsedilir hale gelmiştir. Acaba mühendislikteki bu ayırımlar felsefe esasları göz önünde tutularak mı, yoksa mekanik olarak mı yapılmıştır? Mekanik olarak yapılmış olsa bile mühendislik konularının genelde felsefe ve özelde de mantık ile ilişkisi bulunmamakta mıdır? Okuyucu en azından bilgi, sanat ve ahlak felsefelerinin mühendislikle ilişkisinin bulunmasının gerekliliğini anlamıştır. O halde, mühendislik felsefesiz olamaz. Aksi taktirde Şekil 1'deki gibi bir durum karşısında felsefe ile beslenmeyen mühendisliğin üretici, eser ortaya çıkarıcı ve çıkardığı bu eserlere hayranlık duyacak toplumun bulunması söz konusu değildir.

Acaba bundan 500 yıl kadar önce Mimar Sinan'ın yaptığı köprüler mi, yoksa bugün mühendislik diploması olanların yaptığı köprüler mi daha estetik, sanat değerli, mühendislik yapısı, uzun vadeli, ekonomik ve basittir? Bunun en güzel örnekleri İstanbul'a yakın derelerde, Uzunköprü'de ve daha birçok yerde bulunmaktadır. Mesela, 1998 yılında İstanbul Ayamama deresini sel bastığında, Mimar Sinan'ın yaptığı köprü "daha fazla su var mı, altımdan geçireyim" diye beklerken, felsefesiz ve kopyacı olarak yapılmış, sanat görüntüsü bile olmayan sözüm ona modern köprülerin, üst tarafındaki alanların sular arasında kalmasına sebep olup, taşkın sırasında altından su geçirecek yerde bir engel (baraj) olarak işlev yaptığını gözlerimizle gördük. Mühendisin hafızasında donuk ve ezbere formüller yerine en azından bir sanat felsefesi veya suya karşı bir ahlak felsefesi olsaydı, acaba o mühendis bu şekilde bir köprü tasarlar mıydı?

Bilimin ortaya koyduğu uygulamaların insanlık aleyhine (bir toplum tarafından başka bir topluma karşı) kullanılması konusunda, yapılan mühendislik yapılarının yine etik ve estetik açıdan sorgulanması gerekir (Bölüm 5). Yapıların en basit görüntü kirliliğine bile sebep olması mühendislikte bir etiksizlik olarak algılanmalıdır. Mühendislikte felsefe bulunmaması durumunda, tabir caizse "günü kurtarmak" ilkesi ile bilinçsiz bir şekilde ortaya çıkan çözümlemeler aynen "bir hap" gibi, sorgulanmamış, eleştirilmemiş ve olduğu gibi uygulanan yöntem ve formüller kullanılır. Esasının ne olduğu bilinmeyen bilgi bırakın bilgi olmayı "bilinen" bile olmaya layık değildir.

Mühendislik yapıt ve uygulamalarında çevreye zarar veren tüm tasarımların ortaya çıkarak bir etiksizlik ve estetiksizlik (sanatsızlık) göstermesinin belki de en önemli nedeni, elde edilen bilgilerin sorgulanmadan (bilinçli algılama olmadan), var sayılarak kabullenilmesidir diyebiliriz.

Mühendislik, bilimsel çıkarımların uygulaması ile doğal kaynakları en iyi biçimde üretime çevirerek, insanlığın hizmetine sunma becerisi veya sanatı olarak da

tanımlanabilir. Bu cümlede "beceri ve sanat nedir?" diye sorulsa, buna bilimsel bir cevaptan ziyade felsefik cevap verilebilir. Bilimsel çıkarımlar bilim adamları tarafından ortaya konulduğu için mühendislerin "bilim adamı" olamayacakları sonucuna da varmak mümkündür. Hal böyle olunca, acaba mühendislere sadece bilimsel çıkarım sonuçlarının körü körüne uygulaması mı kalmaktadır? Doğal olarak cevap hayırdır ve her ne kadar bilimsel çıkarımlar mühendisin önüne hazır olarak gelebiliyorsa da, onun da bu çıkarımları mühendislik mesleğine duyarlı ve uyumlu bir şekilde anlaması ve algılaması gerekmektedir. Felsefe doğada bulunan nesne ve olayların olgusal (akılcı) olarak açıklanması olduğuna göre, bir bilim adamının anlayışından farklı olarak, mühendisin de kendisine göre bu açıklamadan pay çıkarması gerekmektedir. Mühendislerin "bilim adamı" olmadıkları genel kanaati bulunmasına rağmen, onların bilim adamı olmaları için mutlaka felsefe düşüncelerine ve mantık sorgulamalarına kendilerini uyarlayamayacakları anlamı çıkarılmamalıdır. Pekâlâ, mühendislik eğitimi almış olan bir kişi bilgi teorisine, sorgulamasına ve nedenselliğine yönelerek, uygulamak için aldığı bilgilerin derinliklerine inerek bilimsel düşünceye sahip olabilir. Çalıştığım değişik ülkelerde mühendis kökenli olmayan bilim adamları ile bilimsel ilkelerin ayrıntılarına girdiğimizde, "mühendislerden bilim adamı olmaz" diye çıkarımları önüme sürmüşlerdir. Benim mühendis kökenli olduğumu bilmemektedirler. Felsefik esaslı bilimsel çalışmalarda bilime gönül vermiş ve bunu belirli ölçüde eserleri ile kanıtlamış olanlara "hangi meslektensin?" diye sorulmamalıdır. Özellikle felsefe hiçbir mesleğin malı değildir ve bu ortak maldan bilim, sanat, mühendislik gibi meslek grupları değişik ölçülerde faydalanırsa, dinamik ve üretken bir hal alır. Mühendisliğin felsefe yönü ihmal edilerek sadece ekonomiklik, hızlılık, basitlik ve çevre (insan, canlı, doğa) ile uyumsuz çözümlerin üretimi esas alınırsa, canlılara kısa veya uzun zamanda zararlı olabilecek (sera gazları, kirlenme vb.) sorunlar ortaya çıkarabilir. Bir bütünlük ifade eden, sınırları olmayan ve tanımlanamayan felsefe ilkeleri dışlandığında odak noktası sadece ekonomi vb. olan çözümler klasik mühendislik uygulamalarıdır. Bunlar bir bütün içinde düşünülmediğinden sonuçlarda faydadan fazla zararlar belirebilir. Ortaya çıkan zararları iyileştirmek için mühendisin, daha geniş ufukları olan felsefik düşünce ile zararları en aza indirebilecek çözümleri, doğrudan doğruya kendisine öğretilen matematik çözümlerle değil, bunların esasını teşkil eden sözel ve mantık kurallarına göre bir tasarımı, öncelikle ortaya koymasında yarar vardır. Matematik formüller, temelinde sözel bilgileri içerdiği ve bunların mantık kurallarını sergilediği için, mühendis sözel ve düşünceye sevk edebilecek bilgi kümesinde görüşlerini açık ve seçik olarak ortaya koyabilir. Fayda ve zararların bir muhakemesini yaparak, insan ve canlılara en iyi faydayı temin edebilecek çözümlere ulaşabilmenin ilk adımı, felsefe bilgileridir. Bugün için mühendislik eğitimi veren kurum ve araştırma birimlerinde, mühendislerin daha sosyal olmalarını temin edebilmek için ders içeriklerinin sosyoekonomik ve kültürel yönlere kaydırılmasında bir isabet olduğu sanılmaktadır. Bu sanı felsefesiz bir altlığın bulunması durumunda mutlaka bilgi kısırlılığına uğrar. Mühendislik eğitiminde felsefe başta olmak üzere, mantık çıkarım (sözel) esaslı konulara yer verilerek sosyoekonomik, kültürel ve bilimsel olguların daha verimli bir tarlaya ekilmesi ile yeşererek gelişmesine meydan verilmelidir. Yoksa sosyal, ekonomik, kültürel ve klasik mühendislik konularının felsefe tarlasına ekilmemesi bunların verimsiz olmasına sebep olur.

Bir çok üniversitede ve üniversite mensupları tarafından reklamasyon ağırlıklı olarak (bilinçli veya bilinçsiz şe-

kilde) öğrencileri cezbetmek için yazılmış cümleler bulunmaktadır. Mesela, "*Bilinenlerin bilinmesinde ve başkalarına öğretilmesinde tekrar yerine bilinenlerin sınırında eleştirel düşünce ile keşifler yapmak ve yeni bilgilere ulaşmak eğitimimizin temeli olmalıdır.*" Burada, "sınır" kelimesi ile hemen felsefe dışlanmış ve sanki bilinenlerden bilinmeyenleri rahatlıkla çıkarmak mümkünmüş gibi bir durum karşımıza çıkmaktadır. Bilinenlerin, felsefe ve mantık ilkelerinin sözel olarak keşfedilmesi ile bilimsel düşüncenin önüne konulan "sınırlılık" ilkesi yıkılarak, daha ileri bilgilere ulaşılabilir. Bunun sonucunda da, mühendislik uygulamalarında da yeniliklere gidilebilir. Keşfetme, bilinenleri zihinde bilinçli bir şekilde biriktirdikten sonra, yeni keşifler için bilinmeyenlerin dünyasında, bilinenlerin sınırlarına yakın kısımlarda akıl yürütmeyi sağlar. Yoksa "sınırlı" ve "sınırsız" diye bilginin ikiye ayrılarak, sadece bilinenlerin sınırlılığı içinde dolaşmak farkında olmadan kişiyi tekrarlama ve ezber süreçlerine sokabilir. Kalıplaşmış bir süreçte mühendis veya az çok araştırıcılık yönünü geliştirmek isteyen bir kişi, nasıl bir istek ve heyecana kapılabilir?

Üniversite veya bazı araştırma kurumlarında herkese söz hakkı verildiği söylemleri de yine çok cazip bir reklam aracı olabilmektedir. Aslında bir üniversitenin yönetici ve hocalarına değil de, orada "müşteri" diyebileceğimiz öğrencilere böyle bir söz hakkının verilip verilmediği sorularak, hoca ve öğreticilerin bu tür söylemlere ne kadar meydan verdikleri ortaya çıkarılmalıdır. Öğrenmenin en önemli yollarından belki de en etkini soru sordurmak, sormak ve cevap vermektir. Verilen cevaplar bireysel değil de katılımcı bir ortak akıl seviyesinde olmalıdır. Bunun için felsefik düşünce zeminine inip, unvanları (öğretim üyesi-öğrenci) bir tarafa bırakmak ve eşit şartlarda tartışmayı sürdürerek karşılıklı bilgi çıkarlarının gözetilmesi ile ortak çıkarcılığa

yönelinmelidir. Unvanların bir tarafa konulması iki tarafın aynı bilgi seviyesinde olduğu anlamına gelmez. Özgür düşünce ufuklarında, az bilenlerin daha fazla bilenlerden faydalanarak, her iki tarafın da bilgi seviyelerini artırma yoluna koyulmalarını sağlamak asıl hedeftir.

Bir eğitim kurumu yönetiminin matematik bir formülasyonu yoktur ama onun sözel yönetim şeması ve bu şemaya göre alt kısım işlevlerinin sözel açıklamaları vardır. Buna o kurumun işleyiş mekanizması (formülü) olarak bakabiliriz. Böyle bir formülde klişe olarak sosyal sorumluluk, emek, paylaşım ve ciddiyet gibi terim ve kavramların bulunması, orada görev alan kişiler tarafından söylenebilir. Bunun sınamasının yapılması yine orada çalışanlara ve müşterilere düşen bir görevdir. Bu tür tanımlarda sosyallik bulunmasına rağmen, henüz felsefik düşünce ve mantık bulunmayabilir. Özellikle mühendislik eğitimi veren kurumlarda, ortak üretimin yapılması için ortak düşünce alanı olan felsefe, bilgi üretimi, etik ve estetik ilkelerine başvurulmalıdır.

Acaba, birçok eğitim kurumunda olduğu gibi mühendislik eğitimi veren yerlerde de (özel üniversiteler dahil), ezberle yüklü ve tekrarla hafızalara kazınan bilgiler mi, yoksa zihinde kazılı olmadan her an canlılığına ve hareketliliğine kavuşabilen bilgiler mi verilmektedir? Bilgilerin süreklik ve hareketliliğinin (dinamiklik) sağlanmasının itici gücü acaba mühendislik mi, sosyal bilimler mi, insan bilimleri mi olmaktadır? Yoksa felsefe düşünceleri sonucunda ortaya çıkan sözel bilgilerin, mantık kuralları ile sözel önermeler sonrasında, simgesel formüllerin (matematik) çıkarılması mı önemlidir? Eğer bir mühendis bu son cümlenin geçerliliğine hak veriyorsa, bugünden tezi yok bilgilerini felsefe, mantık ve matematik dizisine uygun olarak şekillendirmelidir. İlk insanlardan beri fizik, kimya, astronomi vb. konularda süreklilik ilkesi otomatik ve

kendisine has bir şekilde gelişirken, insanların beyin, akıl, zihin ve hafızalarındaki düşünce olayları (felsefe, mantık, matematik, sanat, estetik, varlık) bilgileri donuk mu kalmaktadır? Doğal olarak insanların iç dünyalarında bu olaylar da büyük ölçüde doğadan bağımsız olarak süreklilik ve hareketlilik arz edebilmektedir. Bu tür bir süreklilik ve hareketlilik kişinin kendi iradesine kalmış ve bir araya gelerek topluma mal olmuştur. İşte böyle bir süreklilik ve hareketlilik içinde, eğitimdeki kalıplar eriyerek yerini yenilerine bırakabilmesi için de felsefeye ihtiyaç vardır. Kalıplar etrafımızda ortaya çıkan karmaşık olayları aralamamıza bir engel teşkil eder. Karmaşık olaylara nüfuz edebilmek, kalıplaşmış mühendislik bilgileri ile olmaz. Kalıplaşmış bilgiler, bu tür olayları öcü gibi görmeye sevk edebilir. Halbuki, felsefik düşünceler bu tür karmaşık öcüleri terbiye ederek sevimli bilgi kaynakları haline dönüştürebilir.

Bugün mühendislik alanında çok karmaşık olayların kontrol altına alınabilmesinin, kalıplaşmış mantık kuralları (burada kastedilen ikili yani beyaz-siyah mantığı veya sembolik mantıktır) ile mümkün olamayacağı anlaşılmış ve bunların üstesinden basit, ekonomik, hızlı ve akılcı biçimde gelebilecek "bulanık mantık" (fuzzy logic) kuralları ortaya sürülmüştür (Bölüm 3). Burada ne bir formül ne bir kabul ne bir katsayı ne de bir matematik model vardır. Her türlü alt yapı insan düşüncesi, felsefesi, mantığı, sorgulaması ve buna göre geçerli olabilecek kuralların ortaya çıkarılmasını sağlar (Şen, 2010a). Her meslekte kullanılan kelimelerin yanında terimler, kavramlar ve incelenen olayın doğasına göre önermeler vardır. İşte bu öğelerle düşünen insan sorunlarına yaklaşıklıkla da olsa (mühendislikte çokça tercih edilen bir yol) bir ön çözüm üretebilir. Böylece mühendis, üretkenliğini sözleri ve aklı ile (kalıplaşmış formül ve donuklaşmış cümleler olmayan) ortaya koyarak kendisine bir heyecan ve güven gelir. Bu durumda kendi

içinde bir sinerji ile enerji (ki bedavadır, ekonomiktir!) üretip hem aklına, hem gönlüne ve hem de hayatına bir anlam kazandırarak mutluluğun yoluna koyulabilir. Bilgi mutluluğu ise hiçbir şeyin mutluluğuna benzemez.

"Özgün bir akademik tasarım acaba felsefesiz olabilir mi?" diye düşündüğümüzde cevap "olamaz" şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Mühendislik eğitiminin sosyal, ekonomik, kültürel ve tarihi boyutlara taşınması ilk bakışta etkili gelebilir. Ancak bunun bir sınaması yapıldığında, felsefe motoru olmadan sıralanan bu tür boyut bilgilerinin, görünüşte mühendisliğe daha sosyal olmanın yollarını açtığı söylenebilir. Hâlbuki sözde değil de özde bilgi esaslı üretken mühendislik için, felsefenin bulunmadığı yerde bu boyut bilgilerinin donuk kalacağının sezilmesi pek zor değildir. Kültürün kucaklayıcı ve yönlendirici olduğu da ileri sürülebilir. Ancak tarih göstermiştir ki, felsefesiz bir kültür yaşayamamış veya yerellikten kurtulamayarak, dinamikliğini felsefeden alan kültürlere göre çok aciz kalmıştır.

Bilimsel bilgi üretmek, mühendislik dâhil tüm mesleklerde sadece ve sadece düşünceyi tetikleyen akılcı felsefik esaslarla olur. Kişiden kişiye çeşitlilik gösteren, ilave bir içgüdüsel enerji ve heyecan olacak şekilde (din, dil, kültür, yöre, tarih vb.) gönülcü düşünceler de vardır.

Birçok kişi, kurum ve kuruluş eleştirel düşünce, matematik düşünce, insan ve toplum, küresel yaklaşımlar, küreselleşme, bilim, doğayı anlama gibi konulardan ayrı ayrı söz ederken, bunların ortak kökenini teşkil eden felsefe öğretilerinden hiç bahsetmemektedir. Bunların arasındaki çimento bağlayıcısı olan felsefe dışlanırsa, yine ezber, tekrarcı ve yazılı kurallara uyan donuklaşmış ve kalıplaşmış bilgiler zihinleri işgal ederek insan ruhuna sıkıntılar verebilir. Mesela, birçok kişi eleştirel düşünceye sahip olabilmek için tüm zamanların en ileri bilgi iletişim teknolojisi

olan internet'ten yararlanmayı yeğleyebilir. Kişi kendisinin ilgisini çeken mühendislik bilgilerini kağıtlara dökerek ve belki de çok güzel bilgileri "Zamanım olunca okuyarak öğrenirim." diyerek kağıt yığınlarına depolar. Acaba felsefik ve eleştirel düşünce olmadan o kağıtların altından kalkabilmek mümkün müdür? Yoksa her bilginin felsefe esası (sözel bilgiler) alınıp, zihinlerde az da olsa birikerek gelişmesi kâğıt yığınlarından daha verimli ve etkili değil midir? İnternet imkânlarını ilk kullanmaya başladığım zamanlarda bir süre kağıt yığını şeklinde bilgi depolamaya merak saldım. Daha sonra bu kâğıtların büyük bir yüzdesinin boş olan arka yüzlerinin müsvedde kağıdı olarak kullanmanın faydasını gördüm. İnternet kullanımında en iyi kural: Konu ile ilgili bilgi içeren yazılar indirilerek eleştirel bir akıl ile okunmalı ve en azından zihinde biraz bilgi sahibi olunmalıdır. Eleştirel düşünceyi internetten beklemek akıl karı değildir. Eleştirel düşüncenin canlı olması için mutlaka sorgulama ve karşılıklı tartışmalar yapılmalıdır. Felsefe insana eleştirel düşüncenin temellerini öğretir. Düşünce temellerini almış olan bir mühendis artık o düşünce hazinesine gelen bilgileri eleştirel olarak öğütebilir, kendisine ve mesleğinin hizmet edebileceği toplumlara faydalı olabilecek bilgileri ayıklayarak çıkarabilir. Çıkarılan bu bilgilere, yeniden amaca göre şekiller verilerek ilgilenilen sorunlar çözümlenebilir. Düşünce eleştirel olursa artık okuma, yazma ve üretim de sürekli düşünsel olur. Böylece ortada hiç ezber kalmaz diyemeyiz ama ezber tekrar tekrar yapılan işler sonrasında ortaya çıktığından mühendis eleştirel düşünceye sahip ise bu tür ezberler artık bilinçli ve hareketli (dinamik) bir hal kazanır. Mühendisin bir başka vasfı da pratik çözümler üretmek olduğuna göre bu da eleştirel düşünce ile otomatik olarak sağlanabilir. Eleştirel bilgiler pratiklik seviyesine ulaşınca, artık bilgili mühendislerden mesleğe yeni atılanlara bilgi akışı daha kolay ve

rahat olur. Böylece mühendis kendi mesleğinde "ben de bilgi ve çözüm üretebilirim" duygusu ile toplumun aranan ve faydalı bir üyesi haline gelir.

Klasik mühendislik eğitiminden ve hatta onun öncesindeki orta öğretimden kafalarda kalıp şeklinde kalmış olan bilgiler hakkındaki soruların en aza indirilmesi için felsefe düşüncesinden yararlanılabilir. Felsefenin bilimden en önemli ayıraçlarından biri sorulara cevap verirken yeni yeni soruları ortaya çıkarmasıdır. Felsefe düşüncesine alışan bir beyin sorunlara tek tür bir çözüm değil de, çözüm içinde çeşitlenebilen akılcı çözümler önerebilir. "Mühendislik, bilimsel çıkarımların pratik uygulamalarını içeren bir meslektir." diyecek olursak, buradan felsefik düşünceye ihtiyaç yoktur çıkarımına varmak çok tehlikelidir. Böyle bir çıkarım belki bilimsel araştırmaların felsefeye göre daha katı kurallarının ve sınırlarının bulunması dolayısı ile düşünülebilir. Bilimin tarlası felsefe düşüncesi olduğuna göre, iyi bir mühendisin felsefe ile tanışması düşünce çıkarı için çok uygundur.

Mühendislikte en öncelikli düşünce sanki matematik düşünceymiş gibi bir algılama vardır. Bunun ana sebepleri arasında, mühendislikte birçok denklemin simgesel olarak kullanılması gösterilebilirse de matematiğin ortaya çıkmasında bir felsefik düşünce arka bahçesi bulunduğunun algılanmamasındadır. Matematik işlemlerin karmaşık sanılanlarının bile sözel olarak oldukça basit olduğunu, bir mühendisin eğitim sırasında algılaması gereklidir. Bugün birçok mühendislik dalında oldukça ağır matematik formüller bulunmaktadır. Burada sorulması gereken soru, acaba fazlaca matematik denklemleri ile donatılmış olmak, bilim ve bunun sonuçlarını kullanan mühendislik işlevlerinin daha iyi yapılacağı anlamına gelir mi? Yoksa bilgilerin matematik yerine öncelikle sözel (felsefe ve mantık kuralları) ve sonrasında da matematikçeye tercüme edilmesi

mi yararlıdır? Düşünen bir kişi sözel bilgilerin öncelikli olmasının öneminin daha etkin olduğunu ve düşünceyi tetikleyerek yeni ufuklara doğru itici bir ateşlemeye meydan vereceğini anlar. Matematik düşüncesinin önce mantık düşünce yollarının belirli bir felsefe tabanının algılanmasından sonra öğrenilmesi daha faydalıdır. Nasıl günlük karşımıza çıkan bazı matematik sorunlarının basit çözümlerini (çarpma, toplama vb. temel işlemler) ve bunların bütünleşmesi ile ortaya çıkan durumları hesaplamak mümkün ise mühendislikteki matematik sorunlarını da benzer şekilde basitlikle çözümlemek oldukça mümkündür. Bunun için temel sözel (felsefik) esasların bilinmesi yararlıdır.

Mühendisler eğer dünya medeniyetlerinde haklı oldukları yere ulaşmak isterlerse sadece kendi teknik konularında değil, sosyal bilgiler ve teknoloji felsefesi ile de donanıma sahip olmalıdırlar. Sadece kendi iç dünyaları ile ilgili görüşler değil onların ürünlerine ihtiyaç duyan toplumların istekleri ve bu isteklerin bilgi içeriklerine göre sözel felsefik düşüncelere de yer vermelidirler. Felsefe, mühendislere özellikle kritik düşüncelerini şekillendirmelerinde yardımcı olabilir. Bu nedenle de birçok mühendisin felsefe öğrenmesi tavsiye edilir. Aslında mühendisliğin felsefesi genel felsefeden çok daha somuttur ve soyutluklardan oldukça arınmıştır. Bunun nedeni mühendisin uğraştığı yapıtların tıpkı nesneler gibi belirli bir madde ve tasarımlarının bulunmasıdır. Soyut düşünceler de mühendislikte yardımcı olabilir. Bunların sonunda mutlaka insanlığa faydalı teknoloji ve yapıtlar ortaya çıkarılmalıdır.

2.7 Mühendislik eğitimi ve felsefe

Mühendisler eğitimleri sırasında öğrendikleri yöntem ve formüllerle ömürleri boyu rastlayacakları sorunların hepsinin üstesinden gelemeyeceklerinin farkına vardıkları sıkıntılı durumlarda felsefeye ihtiyaçları olacağını unutmamalıdır. Bu nedenle birçok mühendis felsefik düşünceye sahip olmak isteyecektir. Mühendisler karşılaştıkları bazı sorunları ve özellikle de sıra dışı olanlarını nasıl çözebiliriz diye kendilerini ve bilgilerini sorgulamaya başlamaları ile zaten felsefe düşüncesine ilk adımı ister istemez atmış olacaklardır. Özellikle estetik ve etik felsefeleri mühendislik yapıtlarında önemli rol oynayarak mühendislik ürünlerinin çekici hale gelmesine yardımcı olur. Başlıca sorunlar arasında son yıllarda mühendisliğin her türünde etkin olan güvenilirliği fazla, riski (tehlikesi) oldukça az ve çevre ile uyumlu sürdürülebilir ürünlerin ortaya çıkması gelmektedir. Risk meselesi ile çevre uyumluluğu ilkelerinin yerine getirilmesinde dürüst mühendislik davranışlarına gerek olduğundan, etik felsefesi işin içine girmektedir. Mesela, bir mühendis veya mühendislik kurumunun fiyatları düşürüp, sonradan malzeme ve işçilik gibi işlevlerin kalitesini düşük tutarak ekonomi sağlaması mühendislik etik felsefesine ters düşer. Mezuniyet için yapılan meslek yeminleri (insanın manevi duyguları dışında, meslek etik ilkelerini ruhunda ve zihninde canlandıracak felsefe eğitiminin alınmaması nedeniyle) birer mekanik işlev olmanın ötesine geçemez. Bu nedenle daha eğitim seviyesinde felsefe ve özellikle etik, teknoloji ve estetik felsefesi konularına değinilmemiş olması yapılan yeminlerin göstermelikten öteye geçemeyeceğinin bir işaretidir. Belki de mühendislerin en fazla uyması gerekli felsefe seçenekleri arasında ilk gelen etik (ahlak) felsefesidir (Bölüm 5). Etik felsefesi ilkeleri mühendislik ilkelerinden basitlik, ekonomiklik ve hızlılık ilkelerini zedelememelidir. Basit olacak diye ayrıntılı tasarımdan kaçmamalı, ekonomik olacak diye malzeme ve işçilikten çalmamalı, hızlı olacak diye de planlama süresini yapay olarak kısaltacak veya uzatacak işlevlere başvurulmamalıdır. Mühendislikteki basitlik, ekonomiklik ve hızlılık, bilgi felsefesi ile ilgili olabilen

yöntemlerin ve teknolojinin bu özelliklerden ödün vermeden daha da iyileştirilmesidir. Etik felsefesi mühendisin meslek bakımından kendi iç muhasebesini yaparak belirli ilkelere uyması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Mühendisliğin bilimsel kanadı ile özgün sanatı arasındaki dengeyi de sağlamak gerekmektedir. Mühendislerin mezuniyet sonrası eğitimlerinde meslek odalarının mühendislikle ilgili olabilecek etik, bilgi, sanat, estetik ve diğer felsefe konularında zaman zaman bilgilendirme ve yeni gelişmelerden haberdar etme eğilimleri bulunmalıdır. Sadece tavsiye mahiyetinde olumlu örneklere değil ders çıkarılması gerekli olan etiksiz davranışlara da yer verilmelidir. Mühendisin mezun olur olmaz imza yetkisine sahip olmasına gelişmiş ülkelerle dünyanın birçok başka ülkesinde rastlanılmamaktadır. Bizde de mühendislik odaları, belirli bir süre sonra mühendisliği meslek edinebilecek donanıma sahip olanlara imza yetkisi vermelidir. Mezuniyet sonrasından başlayarak böyle bir meslek odası yetkisini alana kadar geçen sürede genç mühendis adayı etik felsefesini mutlaka öğrenmelidir. Bu sırada klasik mühendislik eğitimi sırasında alamadığı birçok sorunun çözümlemelerini öğrenerek irdeleme ve kendisine bir ders çıkarma fırsatını da yakalamış olacaktır.

Bir mühendisin klasik donanımında bulunması gereken en önemli aşamalar arasında aşağıda belirtilen noktalar gelir:

1) Temel fizik ve matematik eğitimi ile donanmak,

2) Sosyal, ekonomik ve kültürel etkinlikler ile mühendislik tarihi gelişimini öğrenmek,

3) Mühendislik projelerinin tasarımı ve değerlendirilmesi sonrasında uygulamaya sokulması ile ilgili beceri ve görüşlerle donanmak,

4) Mezuniyet sonrasında kendisinden önce mezun olarak tecrübe kazanmış meslektaşlarının bilgi, görüş ve sorgulamalarından yararlanmak.

Bunlardan ilk üçü üniversite eğitimi sırasında elde edilebilen bilgiler ve sonuncusu da mezuniyet sonrası tabir caiz ise “hayat üniversitesinde” öğrenilmesi gerekli olan bilgilerdir. Dikkat edilirse bu tür bir mühendislik eğitiminde ne üniversite sırasında ne de sonrasında ayrıca bir felsefe eğitimi görülmemektedir. Belki de bunun ana sebeplerinden birisi her aşamada mutlaka eleştirel ve akılcı sorgulamalara gerek olmasındandır. Yine de ikinci aşama sırasında, mühendislikle ilgili olabilecek felsefe konularında temel bilgilerin verilmesi ile mühendis adayı, gerek üniversite eğitiminin son aşamasında gerekse daha sonra tüm hayatı boyunca bu ilkelerden yararlanarak, onları kendisine göre geliştirmesi ile yapacağı meslek işlerinin daha verimli geçmesini sağlayabilir. Yoksa felsefesiz fizik, matematik, sosyal konular vd. hakkında verilecek bilgiler yine mekanik ve donuk kalabilir. Bunların sürekli ve hareketli (dinamik) olarak ayakta tutulabilmesi için felsefenin kendisinde olan süreklilik ve hareketliliğin bu aşamalarla bütünleştirilmesine çalışılmalıdır. Mühendislerin insan bilimleri ve sosyal bilimlerle donanımlı yetişmesi, onların toplumla bütünleşmesini sağlar. Önünde değişik seçenekler olan bir mühendis, insana en faydalı ve toplum çıkarına olacak biçimde temel mühendislik ilkeleri ile karar vermelidir. Bu karar verme sürecinde seçeneklerin her birini sorgulayarak aralarında bir öncüllük listesi kurmalıdır. Karar verme hazır bir formülasyona göre yapılamayacağına göre, mühendisin sorgulama ve bu sorgulamalara cevap verebilme yetenek ve görüşleri de geliştirilmelidir. Felsefe olmadan nasıl karar verme yapılabilir diye düşünecek olursak belki, bugünkü iletişim ortamında bunun hazır bazı yazılımlarla yapılması düşünülebilir. Bu yazılımların

da kendi içlerinde birer felsefesinin olduğu asla akıldan çıkarılmamalıdır. Eskiden ezber ve tekrara köle olan mühendislerin bugün bunların modern bir organı haline gelmiş olan yazılımlara düşüncesizce ve akılsızca "kul" olması, o mühendisin eleştirel yönünün bulunmadığı ve hatta böyle yazılımların felsefe esasları ile mantık önermeleri olmadan yapılamayacağını bilmemesi, en kötü bir durum olarak önümüzde bulunmaktadır. Buradan basit olsun ama felsefesi ile benim olsun söylemini çıkarabiliriz. Hiçbir zaman yazılımların veya matematik formülasyonların son şekilleri sözel ve felsefesiz değildir. Aslında bilgi yazılımlarda veya kalıp şeklinde öğrenilen formülasyonlarda değildir. Onların sözel alt yapıları ile felsefelerinde bulunmaktadır. Bir mühendisin basit felsefe bilgisi olmaksızın bu tür yazılımları ve formülasyonları sorgulaması mümkün değildir. Kalan seçenek formül ve yazılımları olduğu gibi bilimsel kabullenmektir. Ancak bu mühendislikten ziyade teknisyenlik bile olmayabilir, çünkü eleştirel düşünen teknisyen klasik düşünen mühendisten daha verimlidir.

Mühendislik eğitim ve bilincinin eleştirel sorgulama ve felsefik düşünceden geçmesi gereklidir. Yoksa her mühendis yapı, baraj, trafo merkezleri, maden sondajları, çizim tasarımları vb. işleri yaparak topluma hizmet verebilir. Bunların orta veya uzun zaman aralıklarında insanlara zararları da olabilir. Mesela, bir yeraltı suyunun kuvvetli pompalarla sırf şirketin veya yerel yönetimin politik veya başka çıkarları için çekilmesine müsaade etmek ne mühendislik etiğine ne de felsefe etiğine sığar. Yukarıda dört maddede toplanan klasik mühendislik eğitimi ilkelerinin ayrıntılı olarak günümüzde olması gerekli olan aşamalarını şöylece sıralayabiliriz:

1) Temel mühendislik, matematik ve bilim yöntemlerini öğrenmek ve bunlarla akılcı çıkarımlara ulaşabilmek,

2) Gerekli durumlarda deney düzenek ve cihazları tasarımlarını hazırlamak ve ilave ampirik (deneye dayalı) sayısal ve özellikle de sözel bilgiler elde etmek,

3) Elde edilen sayısal ve sözel bilgileri işleyebilecek yetenek, yöntem ve yazılımlara sahip olmak,

4) İstenilen ihtiyaçların karşılanmasına yarayabilecek özgünlükte bir tasarım yaparak hedefe ulaşmaya çalışmak,

5) Mühendislik sorunlarının tanımlanması, çözümlenmesi, formülasyonu ve uygulanmasını temin edebilmek,

6) Meslek ve etik konularını hazmederek bunlara uymayı bir sorumluluk şeklinde ilke edinmek,

7) Mühendislik sorunlarını sadece yerel değil bölgesel, ulusal ve daha sonra da dünya ile bütünleşebilecek biçimde sergileyebilmek,

8) Mühendislik sorunlarının sadece üniversite eğitim bilgileri ile değil, hayat boyu öğrenilecek bilgi ve eleştiriler ile çözümlenebileceği bilincinde olmak,

9) Mühendislik konularında çağdaş bilgilere ulaşıp bunları önceki bilgiler ile birleştirmeye çalışarak öncekilerin eksik yönlerini tamamlamak,

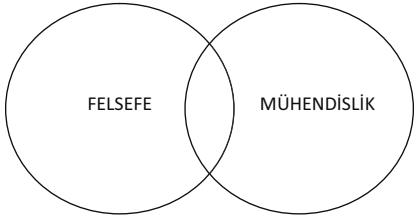
10) Meslekler arası bir takımda, kendi mühendislik bilgilerini diğer mühendislerle paylaşımcı bir biçimde olgunlaştırarak, bütünleşik mühendislik çözümlemelerine gidebilmek (takım çalışması),

11) Mühendislik uygulamalarının yapılmasında pratik, teknik ve modern yöntem, alet ve edevatın nasıl kullanılıp kullandırılacağını bilmek,

12) Bizim ülkemiz için her mühendisin olmasa bile bazılarının en azından bir yabancı dil bilmesi.

Yukarıdaki aşamaların felsefe neresinde diye sorulacak olursa: Mühendislik, bir düşünce ürünü olarak ortaya çıkan bilimsel ve teknolojik bilgilerin pratiğe aktarılması olduğuna göre, yukarıdaki her aşamada gerektiği gibi her zaman da gerekli sorgulamaları yaparak felsefe düşüncesi yollarını açmak mümkündür. Sayılan aşamaların bazıları veya hepsi kullanılarak bir eser ortaya konur ve işlevlerini yitirirler ama felsefe asla durağanlığı kabul edemez.

Yukarıda açıklananlardan, mühendisliğin felsefeden tamamen soyutlanamayacağı sonucunu çıkarabiliriz. Bu durumu felsefe ve mühendislik kümelerinin Şekil 4'teki gibi bir örtüşme alanının bulunmasının gerekliliği sonucuna varılır. Buradaki girişim alanı mühendisten mühendise değişir. Ne kadar örtüşme sağlanırsa o kadar eleştirel düşünce gelişir ve yeniliklere açık bir mühendislik kavramına ulaşılabilir.



Şekil 4 Mühendislik-felsefe girişim

Mühendislik eğitiminde genel olarak istenen önemli noktalardan bazılarını aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

1) Mühendislik sorunlarını belirlemek, birleştirme (bütünleşme, sentez) yapabilmek ve çözüm becerisini artırmak,

2) İhtiyaca cevap verebilecek mühendislik sistemlerini planlama, tasarlama ve gerçekleştirme becerisini artırmak,

3) Değişik mühendislik dalları ve diğer disiplinlerle ortaklaşa çalışabilme alışkanlığını geliştirmek,

4) Özellikle kendi mühendislik dalında bile değişik görüşlere sahip olanlarla bir takım çalışması yapabilmek,

5) Mühendislik eğitimi sırasında, eğitim veren fakülte ve bölüm akademik ortamında öğrencilerin yapılan araştırmalara katılımını teşvik etmek,

6) Bölümdeki akademik ortamın öğrencilerin sosyal etkinliklerine uygun olmasının temin edilmesi,

7) Eğitim sırasında mühendislik mesleği ile ilgili meslek anlayış ve etik kurallarının yaygınlaştırılması,

8) Özellikle tüm çalışmalarda eleştirel düşüncenin geliştirilmesi yönünde öğrencilere bazı ilkelerin (felsefe, mantık) öğretilmesi,

9) Mühendisin etkin bir sunum ve yazım ile yazılım işlerinde başarılı olabilecek yönlerde geliştirilmesi,

10) Güncel yöntem ve yaklaşımlarla mühendislik sorunlarının çözümlenmesi için temel esasların verilmesi,

11) Mezuniyet sonrasında bile mühendisin hayat boyunca bir eğitim-öğretim süreci içinde bilgi artırmasının sağlanması,

12) Özellikle bir sorunun çözümlenmesi konusunda başkaları ile bilgi paylaşımının yapılması,

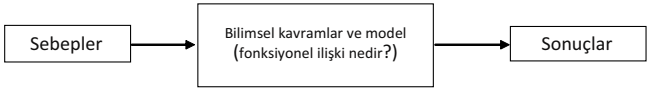
13) Mühendislik uygulamaları için modern yöntem ve tekniklerin kullanılması görüş ve becerisinin artırılması,

14) Yapılan değişik tasarım projelerinde, karar verme aşamasında inisiyatif kullanabilme melekesinin geliştirilmesi,

15) Mezun olduğu anda yapılan mühendislik yemini sonrasında mesleğe hazır olma düzeyinin yüksek tutulması,

2.8 Mühendislikte modelleme ilke ve felsefesi

Genel olarak, mesleklerden bağımsız olmasına karşılık, konuların kolayca algılanarak uzmanların yetiştirilmesinde, mesleğe göre biçimlenmiş ve basitleştirilmiş düşünce modelleri de vardır. Ancak bu kısıtlamalar da doğa ve toplum olayları ile uğraşma oranına göre değişir. Ne kadar kontrol altına alınamayan olay varsa, bunun modellenmesi için kolaylaştırıcı, basitleştirici ve ideale yaklaşık durumlarının çözümlenmesi için bazı kabuller yapılır. Hatta bu kabuller araştırıcı tarafından daha sonra yapılacak tasarımlarda korunmaya çalışılır. Bu nedenle, ister tümdengelim ister tümevarım düşünce modeli olsun, araştırmalarda sebep-sonuç ilişkileri üzerinde fazlaca durulur. Böylece, ne tümevarım ne de tümdengelimin her safhası bir modelde bulunmayabilir (kara kutu modeli). Modeller oldukça sınırlı ve geçerlilikleri evrensel olmayabilir. Zaman ve mekâna göre durumları değişebilir. O halde, en basit modellemede bile, tipi Şekil 5'te gösterildiği üzere, sebeplerden sonuçların çıkarılmasına çalışılır.



Şekil 5. Bilimsel düşünce modeli

Bir modelleme işleminde birbirinden farklı olarak aşağıdaki üç durum ortaya çıkar:

a) Eğer modelin girdileri bilinmiyor ama gerek davranışlarının tanımı ve çıktılar biliniyorsa, buna süzme (filtrasyon) veya yumuşatma işlemi denir.

b) Eğer modelin girdi ve çıktıları biliniyor da sadece davranış biçiminin tespiti isteniyorsa, buna modelin tanımlanması (identification) denir. Buna bir bakıma sebeplerin ayrıntılı olarak, sonuçların ışığı altında yorumlanarak irdelenmesi de diyebiliriz.

c) Eğer modelin girdisi ile tanımlanması biliniyorsa bu tür modellemeye de öngörü modellemesi adı verilir. Burada değişik sebepler altında sonuçların neler olabileceği hakkında çeşitli senaryolar kolayca incelenebilir.

Bazı kabuller yapmadan incelenen olayın modellenmesi mümkün olamamaktadır. Yapılacak kabullerin sadece incelenen olayı, düşüncenin kendisinde değil, gerektiğinde konuya bilinmeyen olarak katılan değişkenleri de basitleştirmesi gerekir. Mühendislikte olayın geometrisi ve matematik karmaşıklığı akılcı yaklaşım ve kabullerle basitleştirilebilir. Modelleme ve sonrasında matematik denklemlerle olayı izah edebilmek için bu tür kabullerin yapılması zorunludur.

Nasıl insan düşüncesi ve sosyal bilimler tarihin derinliklerinden beri evrimleşerek tekâmül ederek bugünkü durumlarına gelmişse, mühendislik de verdiği değişik eserler ile benzer şekilde tarih içinde gelişen bir süreçle olgunlaşmış olarak, gelecekte daha da olgunlaşma yönlerine doğru gidecektir. İnsan bilimleri ile sosyal bilimlerde felsefenin ve eleştirel düşüncenin önemi nasıl olmuş ise mühendislik için de böyle olmuştur. Bazı toplumlarda bugün için mühendislik sanki felsefe ile hiç ilişkisi yokmuşçasına algı-

lanmaktadır. Zaten felsefenin dışlanması ile mühendislik donuk, ezberci ve hatta dogmatik (katı kuralcı) bir hale gelmiştir. Bunu bir kara kutu modeli ile Şekil 6'daki gibi temsil edebiliriz.



Şekil 6. İç felsefesiz veya dış felsefeli modeller

Kara kutu modellerinde girdiler (sebepler) ile çıktılar (sonuçlar) arasındaki içsel nedensellik ilkeleri göz ardı edilerek, donuk sayılabilecek bilgilerin hafızaya ezberci biçimde yerleştirilmesi temin edilir. Kara kutu modellemesi, sadece girdi olan sebeplerin o olayın çıktısına bağlantısını verir ama bu bağlantıyı temin eden işlevin (iç felsefe) ne olduğu hakkında bilgi vermez. Bunun anlamı bu tür modellerin sadece "durumu kurtarma" diyebileceğimiz bir çözüm üretmesidir. Ancak o olayın gerçekliği ile ilgili fikirler vermez. Fikirlerin üretilemediği bir ortamda felsefe olmayacaktır. Felsefesiz kaypak ortamda nasıl önermeler yapılarak çıkarımlara ulaşılabileceği belirsiz kalmaktadır. Bu bakımdan her ne kadar kara kutu modellerine belirgin modeller denilirse de sebepleri sonuca bağlayan işlevin ne olduğu bilinmediğinden, bunlara iç işlevi belirsiz modeller veya yaklaşımlar da denilebilir (Şen, 2002).

Kara kutuda modellerin mantık ilkeleri yoktur diyemeyiz. Geçerli mantık ilkeleri sebeplerle sonuçların kutu dışındaki ilintilerini (dış felsefe) belirten önermelerdir. Buna bir misal vermek istenirse mühendisliğin temel ilkesi olan gerilme (sonuç) ile şekil değiştirme (sebep) arasındaki ilişkinin doğru orantılı ve doğrusal (lineer) olduğunu söyleyebiliriz. Bunun anlamı şekil değiştirme artıkça gerilmenin de artacağıdır. Klasik simgeleri ile beraber Hooke kanunu σ gerilme ve ε şekil değiştirme ise,

$$\sigma = E\varepsilon$$

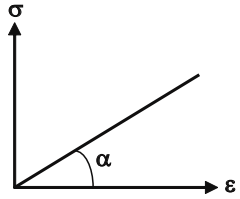
olarak her kitap ve raporda verilmiştir. Mühendis hemen E elastisite sabiti veya modülüdür diye yorum yapar. Aslında bu kara kutu yorumlaması, tamamen ezberci ve nakilci bir eğitimin, zihin ve akılları donuklaştırılarak bilimsel dogmatikliğe itilmişliğinin bir misalidir. Hâlbuki mühendis olmayan bir kişi bile felsefe (eleştirel düşünce) ve mantık kurallarına göre sorgulama sonucunda en azından aşağıdaki açıklamalarda bulunabilir.

Gerilme (şekil değiştirme) olmadan şekil değiştirme (gerilme) olmaz düşüncesini herkes kabul eder. Bu düşünce iki değişken (sebep ve sonuç) arasında bir ilişkinin bulunduğunu söyler. İkinci sorgulama "acaba bunlar arasında nasıl bir ilişki vardır?" sorusudur. Buna da basit bir şekilde ikisi arasındaki ilişkinin doğru orantılı olduğu cevabı verilebilir. O halde biri artıkça diğeri de artar diyebiliriz. Yukarıdaki denklemde E klasik ve ezberci bir mühendis için sadece elastisite modülüdür. Ancak eleştirel düşünceye sahip olan bir kişi buna değişik yorumlarla anlamlar verebilir.

1) Matematik açıdan buna orantılılık katsayısı adı verilir. Ayrıca matematikteki sonsuz küçük elemanlar düşünüldüğünde E bir oran olarak $E = d\sigma/d\varepsilon$ olarak yazılabilir. Buradan E katsayısının aslında gerilmenin şekil değiştirmeye göre bir değişimi (türevi) olduğu yorumu çıkar. Ayrıca bu katsayının doğru orantılı denilen ilişkinin doğrusal olması halinde eğime eşit olduğu yorumu da yapılabilir,

2) En basit olarak, mühendislik açısından E'nin yalnız bırakılması ile elde edilen orandan bunun birim şekil değiştirmeye uğraması için bir cisme (malzemeye) tatbik edilmesi gerekli gerilme miktarı olduğunu söyleyebilir,

3) Aslında E'nin σ ile ε arasındaki ilişki katsayısını gösterdiğini de söyleyebiliriz. Böylece, E'nin korelasyon katsayısı ile ilintili olduğu anlaşılır. Buradan da E = tanα sonucuna varılır ki, burada α gerilme-şekil değiştirme grafiğindeki doğrunun eğimini gösterir (bak Şekil 7)

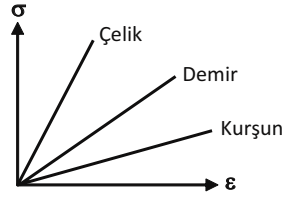


Şekil 7 Gerilme-şekil değiştirme ilişkisi

Tüm yukarıda söylenenlerden ortaya çıkan bir nokta, elastisite modülü diye E'nin isimlendirilmesi sadece bir kalıp tanımı olmasının ötesine geçemez. Eleştirel düşünce ve mantık yolu ile akıl yürüterek gerilme-şekil değiştirme grafiği ortaya konulabilir. Burada hep düzgün şekiller geçerlidir. Bunun bile bir akılcı yorumu yapılmalıdır. Böyle düzgünlükler söz konusu olunca göz önünde tutulan malzemenin tektür (homojen) ve tekyön (izotrop) olduğu varsayımları ortaya çıkmaktadır.

Elastisite sabitinin yukarıda açıklanan yorumlarından sonra yine eleştirel düşünce ile elimizde değişik malzemeler olsa, bunların elastisite sabitlerinin kendi aralarında bir kıyaslaması yapılarak nominal (sözel olarak, sayılar bulunmadan) bir büyüklük sırasına konulabilir. Şimdi yukarıdaki açıklamalardan sonra mademki elastisite sabiti birim şekil değiştirme için gerekli olan gerilme ve dolayısı ile kuvvettir, aynı şartlar altında daha "sert malzemelerin mi yoksa daha yumuşak malzemelerin mi elastisite sabitleri büyük olur?" sorusuna akılcı cevap vermek mümkündür.

Bir düşünce hareketi ile sert olan malzemelerin birim şekil değişmesi için gerekli olan gerilme miktarının daha fazla olacağı gerekeceğinden, yumuşak malzemelerin elastisite sabitinin daha küçük olacağı çıkarımına varılabilir. Böyle bir durumda yine sözel ve görsel olarak Şekil 8'deki durumlar ortaya çıkar.



Şekil 8 Değişik elastisite katsayıları

Böylece hiç bir sayısal değer hatta formül bile olmadan, felsefe (eleştirel düşünce), akıl ve mantık ile sözel bilgilerimizi artırmış olarak, sayısal bilgilerin elde edilmesi aşamasına doğru yol alınmaktadır. Bunun için mutlaka bir deneyin (sınama) yapılması gereklidir. Akıl ile kurşun, demir, çelik veya herhangi bir malzemenin elastisite katsayısının sayı değerinin ne olduğunu belirleyemeyiz. Özellikle mühendislik eğitiminde yukarıda açıklananlara benzer sözel çıkarımların yapılarak görsel davranış biçimleri (tasarımlar) ortaya konulduktan sonra, sayısallaştırmaların sınama ile (deneyle) yapılması gerekir. Burada söylenenlerin tümü kara kutunun içine girmeden sadece sebep-sonuç (dış felsefe) ilişkisi ile neticelendirilmiş çıkarımlardır.

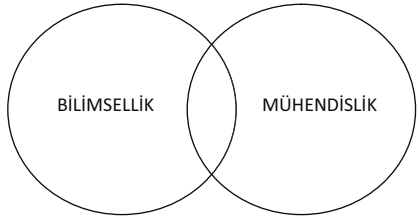
İncelenen olayın gerçekliğine ve sebeplerle sonucun ilişkilendirilmesinde rol oynayan işleyişin "nasıl olduğu" ve "neden işlediği" sorularına cevapların aranması ile artık kara kutu biraz aklaşarak gri kutu haline gelebilir (Şekil 9).



Şekil 9 İç felsefeli modeller

Acaba gerilme şekil değiştirmeye dönüşürken malzeme yapısında neler olmaktadır? Malzeme nasıl davranmaktadır? Bunların cevaplarını bulabilmek için dış ilişkileri değil iç ilişkileri gözden geçirmek gereklidir. Aslında bu mühendislerden çok bilim araştırmaları yapan kişilerin işidir. Burada malzemenin içyapısının daha ayrıntılı olarak belirlenmesi, mineral yapısı ile dizilişi, molekül yapısı, bunların kuvvete maruz kaldığında davranış biçimlerinin nasıl olacağı konularında bazı varsayımlar yapmakla bilimselliğe adım atılır. Mesela, kuvvet altında boyutları kısalan alt parçacıklar (moleküller) kuvvet kalkınca tekrar önceki konuma gelebiliyor mu acaba? Eğer böyle bir durum söz konusu ise o zaman malzemenin elastik olduğu sonucuna varılır yoksa değişimlerin kalıcı olduğu ve dönüşümünün söz konusu bile olamayacağı, elastik değil plastik olduğu sonucuna varılır. Hal böyle olunca, bu tür malzemelerin mühendislik yapılarında kullanılmasından kaçınılması gerekliliği ortaya çıkar. Aslında malzemenin elastikliği bile o kadar ayrıntılı bilimsel derinlik değildir. Bunun mühendislikle değil de bilimsellikle ilişkili olduğu ve böylece malzemenin yapısı ile daha gerçekçi önerme ve çıkarımlara gidilmesinin mümkün olacağı ortaya çıkar.

Yukarıda verilen kara ve gri kutu örneklerinde bahsedildiği gibi, mühendislikte daha ziyade kara kutu modellerinin yaygın olarak kullanıldığı ve bunun bilimsellikten daha ziyade pratik becerilerin geliştirilmesi için faydalı olduğunu söyleyebiliriz. Hâlbuki gri kutu modellemesinde bilimselliğe daha fazla yaklaşıldığı ve bunun da Şekil 4'te gösterilene benzer şekilde mühendislikle bilimsellik arasında mutlaka bir örtüşmenin bulunmasının söz konusu olduğu anlaşılır (Şekil 10).



Şekil 10 Bilim-mühendislik ilişkisi

Bir bakıma felsefe mühendisliğe de benzer. Çünkü mühendislikte de eldeki teorilerin gerçekliğinin tam anlamı ile ifade edilmesi mümkün olmadığından sorgulamaya, eleştirilmeye ve ayrıntılı düşüncelere gerek vardır. Felsefede teorilerin sorgulanarak daha da iyileştirilmesi veya yerlerine daha gerçekçi olanlarının konulmasına çalışılırken, mühendislikte istenen çözümlemelere yaklaşıkta olsa varabilmek için bir takım sınıflandırmalar, denklemler, yöntem ve modellemelere gerek duyulmaktadır. Bu tür mühendislik araçlarının her zaman ve mekânda incelenen olay aynı bile olsa gerçeğe yakın sonuçlar vereceğinden, sonuçların asla kesin olamayacağı durumu olduğundan, mühendis iki farklı tutum karşısında kalabilir. Birincisi "nasıl olsa durumu kurtardım" düşüncesi ile bulunan sonucu denklemler, yöntemler, modeller veya geliştirilmiş yazılımlar verdiği için olduğu gibi kabullenilmesidir. Bu noktadan sonra mühendisi artık daha ileri bir düşünceye sevk edecek görüş kalmayacağından sanki düşüncenin sonuna ulaşılmıştır. İkinci seçenek ise "madem mühendislik çözümlemelerinde yaklaşıklık vardır, o halde daha iyi denklem, yöntem, model veya yazılımların geliştirilmesi mümkündür" düşüncesi ile felsefik esaslarda tek olmayan çözüm seçenekleri araştırmak ve bunlar arasından en uy-

gununu seçmektir. Mühendislik çözümlerinin pratik olması için belirli kuramlara (teorilere) ihtiyaç vardır. Hiçbir kuram de kesin olmadığı için yaklaşıklık söz konusudur. Amacımıza uyacak çözümler bulabilmemiz için mühendislikte bu kuramların doğru olduğuna inanılır ve o nedenle de eleştirel düşünce ortadan kalkar.

Son günlerde teknolojik gelişmeler o dereceye vardı ki artık toplum her yeni teknolojiyi çok yakından takip etmekte, en son teknolojiler tercih edilmektedir. Bu yeniliklerde mühendislerin rolü oldukça fazladır. Geliştirilen tasarımlarda etik, estetik ve kültürel değerler önemlidir. Mühendislerin sadece bilimin sonuçlarından yararlanan kişiler olmak yerine ilave olarak sosyal, etik, kültürel, ekonomik vb. alanlarla da ilgilenmeleri söz konusudur. Buralardan bazı olguları tasarımlarına taşıyarak çok yönlü ve disiplinler arası bir karar verme sürecinin sonunda eserlerini ortaya koymaları gerekmektedir. Mühendislerin ortaya konulan yöntem, denklem ve teknolojik ürünün pratik kullanılmasının da ötesine geçerek bunlara katkılarda bulunmaları, daha da geliştirilmeleri için uğraş vermeleri ve bunu da felsefe düşüncesi ilkeleri ile başarmaları gereklidir. Bu bağlamda mühendislik felsefesi, felsefe ile mühendislik arasında bir köprü kurarak, felsefenin mühendislik düşüncesinde üretkenliğe sebep olabilecek ilkeleri belirlenerek aktarılmasına yarar. Mühendislik ve felsefe arasındaki etkileşim, iç sezgilerle sadece pratik uygulamalar değil bunların açıklanması, işlerliğinin sergilenmesi, çözümlenmesi, irdelenmesi, değişik seçenek ve görüşlerin ortaya konulması ile daha iyi algılamasının ve üretiminin sağlanmasına yarar.

Felsefenin mühendislikle olabilecek ilişkisinin ortaya konulması için öncelikle mühendislikte ne gibi insan faaliyet ve düşüncesinin yer aldığının anlaşılması gerekir. Mühendislik tasarımları için belirsizlik ortamında çalışılarak, uygun olabilecek çözümlerin arasından en basit, ekonomik, hızlı ve verimli olanının seçilmesinde bir karar sürecine ihtiyaç vardır.

2.8.1 Eleştiricilik (Diyalektiklik)

Mühendislikte sadece öğretilen yöntem ve denklemlere bağlı kalınırsa bunların akılcı veya deneyci yaklaşımlarla birileri tarafından geliştirildiği kabulü ile uygulanmasında birçok sorun ortaya çıkabilir. O toplumda birçok mühendis olmasına karşılık yeni mühendislik bilgileri ile dinamik yeniliklerin gelişemesi, mühendisler ve hatta mühendislik odaları arasında bile dayanışmaların beklenmesi pek mümkün olmaz. Nasıl bazı ülkelerde mühendislik odalarını politik düşünceler sarmış ve verilen mühendislik haberlerinde bile politika kokan yazılar bulunuyorsa, bir toplumun mühendislik kuruluşlarına felsefe düşüncesi giremezse oralarda faydasız görüşler katlanarak odaklanır. Bu durumda mühendislik odalarından politikacılar ve politikacı olmaya niyetli mühendisler yararlanır. Buralarda da eleştirel görüşler söz konusu olabilir ancak bunlardan mühendisliğe faydalı pek uygulama veya kuram (teorik) değeri olan bilgiler çıkarılamaz. Mühendisin eleştirilere açık olmasında, görüş ve yöntem ile yaklaşımlarının başkaları tarafından övgü yerine yapıcı eleştirilerle daha da sağlam bir yöne itilmesinde yarar vardır.

Eleştirel görüşlere sahip olabilmek için, incelenen olaydan mutlaka şüphe ederek bunun zararlarının en aza, yararlarının ise en fazlaya doğru gelişmesine ön ayak olunmalıdır. Gerek akılcı gerekse deneyci olabilecek yaklaşımların her birinden şüphe edilerek belki de bunların ikisinin karışımından (melez) elde edilecek çözümlemelere ulaşmak gerekir. Mühendislik olayları mantık ve matematik gibi formel (ideal soyutlamalar) olmadığından ve her türlü çalışmasında bir maddenin esas alınması söz ko-

nusu olduğundan akılcılığa ilave olarak mutlaka deneyci tarafa da sahiptir. Bu açıdan mühendislik bilim çalışmalarına benzer bir içerik arz etmektedir. Bir olayın bilimsel incelenmesi için mutlaka bir madde esas alınarak bunun zaman ve/ya konum (uzay) ile değişkenliği söz konusu ise, mühendislikte de bir madde ve buna form verebilmek için yine zaman ve/ya uzay değişkenliği geçerlidir. Bilimin evrimleşerek gelişmesi için nasıl bir görüşün eleştirilerek daha iyilerinin ortaya atılması söz konusu ise bunu ülke mühendislik olaylarına da uygulamakla mühendislik, dinamik bilimsel yönü ile canlandırılarak eleştirel hale sokulabilir. Bugün için mühendislik maymuncuğa benzer yöntem ve denklemlerin donuk uygulamaları ile sarılmıştır. Eğitim sırasında öğrenilen yaklaşımların değişik mühendislik konularına uygulanmasında epeyce yol almıştır. Ancak bu yol alışta bilgi üretkenliği yerine dogmatikliği esas olmuştur.

Eleştirel mühendislik durumlarına bir misal teşkil etmesi bakımından mesela hemen her mühendislik dalında kullanılan kanunlara benzer olan Newton'un ikinci kanununu ele alalım. Daha önce de söylendiği üzere en basit hali ile bu kuvvetin kütle sabit olması kaydı ile ivme ile doğru orantılı ve doğrusal (lineer) olduğunu ifade etmektedir. Burada eleştirel olarak sorulabilecek sorular arasında şunları sayabiliriz.

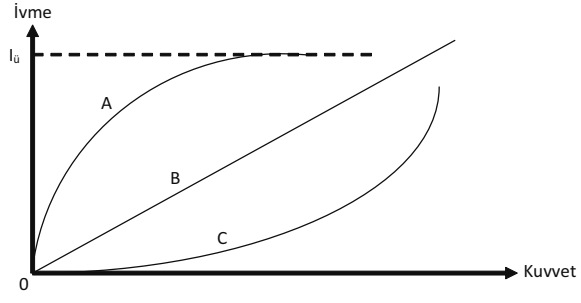
1) İlişki neden doğrusaldır?

2) Neden kütle sabit kabul ediliyor?

3) Neden doğru orantı geçerlidir?

4) Her zaman ve her konumda geçerli midir?

Bütün bu eleştirel sorulara cevap aramak felsefe düşüncesi ile olur. Böyle bir düşünce önüne gelen tüm yöntem, yaklaşım, algoritma, denklem, kuram, kanun gibi klişeleşmiş çıkarımların gerçekliğini eleştirel olarak sorgular. Bu tür sorgulamaların kesin cevaplara ulaştırılması beklenemez ama donuk veya ezberci olan görüşlerin eritilerek daha dinamik hale gelmesine ve buralardan da faydalı bilgilerin çıkarılmasına meydan verilmiş olur. "İlişki neden doğrusaldır?" Sorusuna cevap verebilmek için bunun aksini de düşünmek gerekir. İlişki kelimesi (ki ancak insan aklı ikili ilişkileri anlık olarak düşünebilir) iki değişken arasındaki bağımlılığın ne demek olduğunu sorguladığından ve mühendislikte öncelikle şekil bilgileri (geometri) önemli olduğundan hemen Şekil 11'deki gibi bir Kartezyen eksen takımında böyle bir ilişkinin nasıl şekillendirilebileceğine akılcı bir yaklaşımla bakalım.

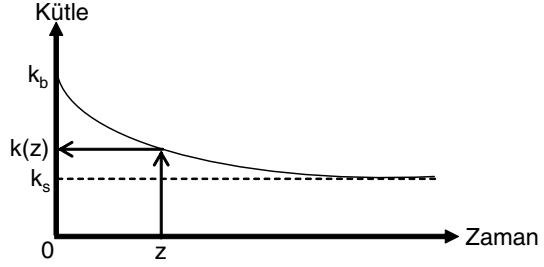


Şekil 11 Kuvvet-ivme ilişkisi

Burada iki eğrisel bir de doğrusal ilişki gösterilmiştir. Bu üç seçeneğin her biri kuvvet-ivme ilişkisinin doğru orantılı olduğunu gösterir ama bunlardan biri ilave olarak ilişkinin doğrusal (eğrisel değil) olduğunu söyler. Bunlardan en akılcı olanının seçilmesi gereklidir. Eleştirilere başlamadan önce, her bir değişkenin köken olarak ne anlama geldiğini mutlaka yine eleştirel esasta bilgi olarak bilmek gereklidir. Bunlardan kuvvet yalın bir değişken, yani parçalanamayan olmasına karşılık, ivme hızın zamanla değişimi, hız da kat edilen mesafenin zamanla değişimi

şeklinde en ayrıntılı biçimde düşünce ile alt sözlere parçalanabilir. Böylece ivmenin kat edilen mesafenin zamanla değişiminin değişimi olduğu bilgisi açığa çıkar. Şimdi eğrisel (nonlineer) seçeneklerden A durumunu sözelleştirelim ve akıllıca eleştirel düşünelim. Bu eğri bize ivme ile kuvvet arasındaki ilişkide, ivme arttıkça kuvvetin artığını ama ivme belirli bir seviyeye ulaşmaya başlayınca kuvvetin çok fazla miktarda artığını ima eder. Hatta ivmenin $\dot{I}_{ü}$ gibi bir üst uç değerine ulaşması sonrasında, kuvvetin durmadan artacağı çıkarımına varılır ki, bunun akla yatkın olmadığı herkes tarafından idrak edilebilir. Bu sebeple, A eğri ilişkisi kuvvet ile ivme arasında geçerli olamaz. Benzer yorumlarla C eğrisi de okuyucu tarafından elenirse elimizde tek seçenek olarak B doğrusu kalır. Yukarıdaki açıklamalar yapılmadığı taktirde, mühendis veya fizikçinin zihninde ezbere bir klişe (dogmatik) olarak verilen sembolik ilişki K = ki (K=kuvvet, k=kütle ve i=ivme, İngilizce F=ma) şeklinde donuk, sönük ve işe yaramaz halde kalır. Sadece orada kalsa iyi ama bu o kişiden başkalarına da ezbere geçeceğinden düşünce hareketliliği (dinamikliği) sağlanamaz ve o toplum dogmatik bilgiye esir hale gelebilir.

"Kütle neden sabittir?" sorusuna da bir cevap bulunmalıdır. Aslında günlük hayatımızda kütle hep değişmektedir. Bu değişme zamanla olmaktadır. Kendi bünyemizin kütlesi yemek yemek ve tuvalete gitmek süreçlerinde ani yükleme veya boşaltmalarla değiştiği gibi, bunlar arasında da hazım, terleme vb. olaylardan dolayı, az da olsa sürekli olarak değişmektedir. Bir arabayı kullanırken sürekli yakıt yakıldığından yine az da olsa arabanın (benzer şekilde uçağın) kütlesi de değişmektedir. O halde yukarıda verilen şekli ile Newton'un ikinci kanununu doğrudan kullanamayız. Böylece kütlenin sabitliği durumunu akılcı olarak ve hatta akıl deneyi biçimde eleştirmekteyiz. O halde bu sorunun çaresini bulmak için en azından kanun uygulanabilir hale getirilmelidir. En basit hali ile bu kanunun anlık (yani sonsuz küçük zaman aralığında) uygulanmasının gerektiği sonucuna varabiliriz. Çok küçük zaman dilimlerinde kütle pratik olarak sabit kabul edilebilir. Buna göre o andaki kütlenin miktarının bilinmesi gereklidir. Belirli bir zaman (z), anındaki kütle k(z) ise kanun K(z) = k(z)i haline gelir. Hareket esnasında her an kütlenin ölçülebildiğini ve Şekil 12'deki gibi zamanla bir azalma gösterdiğini zihnimizde canlandırabiliriz.



Şekil 12 Kütle-zaman değişimi

Buna göre her an kuvvetin hesaplanması için kütlenin anlık olarak ölçülmesi ve denkleme sokularak hesaplamaların yapılması gerekir. Hâlbuki Şekil 9'da verilen eğrinin denkleminin azalan bir üssel (eksponansiyel) fonksiyona benzediği düşünülürse bunun matematik ifadesi

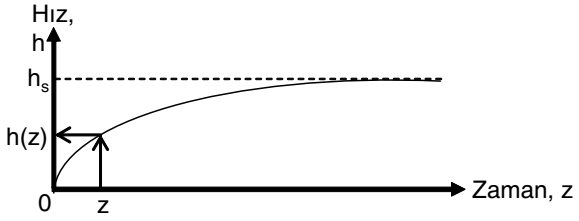
$$k(z) = k_s + (k_b - k_s)\exp(-s_k z)$$

şeklinde yazılabileceğinden, Newton'un ikinci kanunu s_k bir kütle sabiti olmak üzere bu durum için

$$K = [k_s + (k_b - k_s)\exp(-s_k z)]i$$

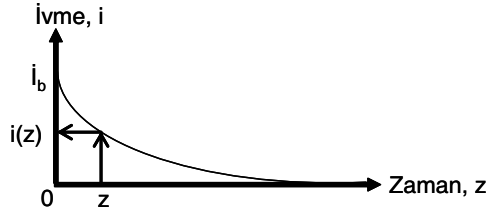
şeklini alır. Böylelikle eleştirel olan "kütle sabittir" varsayımı da açıklığa kavuşmuş olmaktadır. Burada ivmenin de sabitliği kabulü vardır ama ivme hızın zaman değişkenliği olduğundan, hızın zamanla değişkenliğinin nasıl olması

gerektiği düşünülürse onunda geometrisi için zamanla hızlanma için Şekil 13'teki gibi bir durum ortaya çıkabilir.



Şekil 13 Hız-zaman değişimi

Tanım olarak ivme, hızın zamanla değişimi olduğundan, bu şekilden görsel ve akılcı olarak ivmenin zamanla değişiminin Şekil 14'teki gibi olacağı anlaşılır.



Şekil 14 İvme-zaman değişimi

Bunun da azalan bir üssel fonksiyon olarak kabul edilmesi ile istenen herhangi bir andaki ivme aşağıdaki denklemle hesaplanabilir.

$$\dot{I}(z)=i_b \exp(-s_i z)$$

Burada s_i'ye ivme sabiti adı verilebilir. Gerekli denklemde yerine konulması ile artık sadece zamanla kütle ve ivme değişkenliğini esas alan Newton denklemi,

$$K = [k_s + (k_b - k_s)\exp(-s_k z)]\, i_b \exp(-s_i z)$$

haline gelir. Belki de şimdiye kadar hiç düşünmediğiniz bir denklem karşımıza çıkmıştır. Kütle ve ivmenin zaman-

la üssel değişim koşulları ile kuvveti zamana bağlayan bir denklem elde edilmiştir. Bu ifadeye yukarıda açıklanan felsefik sorgulama ve eleştirel düşüncelerin sonrasında varılmıştır. Elde edilen bu son denklem de eleştirilebilir. Buradan felsefenin son çözümleri değil, yeni bir takım görüşlerin ışığı altında denklemlerin yenilenmesi, yeni endüstri ürünlerinin ortaya konulması, yeni mühendislik (sanat) yapılarının tasarımlarının yapılabilmesi vb. yeniliklerin ortaya çıkarılmasında felsefe ve eleştirel düşüncenin ne kadar gerekli ve etkili olduğu anlaşılmaktadır. Felsefe kesin sonuçlara asla ulaşamaz (aksi taktirde düşünce süreci sınırlanır). Mühendislik, felsefe düşüncesi ve bilim yöntemleri sonucunda ortaya çıkarılan ürünlerin pratik kullanılması ile meşgul olur. Böyle bir meşguliyette mühendisin de bilim ve felsefe konularına biraz da olsa eğilerek, kendi uygulamalı alanlarında yenilikçiliğe (innovation) açılmasında maddi ve manevi yararlar bulunmaktadır.

Önceden yapılan bir başka eleştiri de, Newton kanununun her zaman ve konumda geçerli olup olmadığından şüphe edilip edilmeyeceğidir? Buna okuyucu da eleştirel düşünce ile cevap verebilir. Bir zamanlar bu kanun, her yer, zaman ve ölçekte geçerli olduğuna iman edilecek derecede itibar görmüştür. Daha sonraları bunun sadece orta ölçekteki zaman ve konumlarda geçerli olduğu, küçük ölçeklerde sebep-sonuç ilişkisi bile kesin bilinmeyen kuantum gerçekleri, büyük ölçeklerde de (ışık hızı gibi) görecelilik gerçeklerinin geçerli olduğu anlaşılmıştır.

Mühendisliğin hemen her dalında Newton kanununa benzer bilimsel kanunlar bulunmaktadır. Mesela, elektrik-elektronik mühendisliğinde Ohm kanunu, malzeme ile ilgili konularda Hooke kanunu gibi. Bunlarda da doğru orantılılık ve doğrusallık ilkeleri ile iki farklı değişken vardır (elektrik akımı ile voltaj farkı, gerilme ile şekil değiştirme

gibi). Mühendis buna göre bu kanunların da eleştirel şüphecilikle yeni formlarını sorgulayarak bulabilir.

2.8.2 Pragmatizm (Çıkarcılık)

Son yıllarda ülkemizi de saran felsefe düşünce sistemlerinden biri de pragmatik olanıdır. Pragmatism, Yunanca'da iş ve eylem anlamına geldiğinden bunun anlam kökeninde hayat süreci bulunmaktadır. Hayat aslında iş ve eylemlerle dolu olarak geçer. İşte bu iş ve eylemlerin bir yönde gelişmesi için yine düşünce ve bunun altlığı olan felsefeye ihtiyaç vardır. Tüm felsefe düşünce sistemlerinde doğrunun araştırılarak en iyisine ulaşmaya çalışılmasına rağmen, pragmatik felsefede yapılan işlere göre doğruluk belirlenir. Böylece bir tek doğru yerine hedeflenen faydaya göre değişebilen birçok doğrunun olduğu ortaya atılmıştır. Bu düşünce tarzının kaynağı Amerika Birleşik Devletleri'dir. Bu felsefenin mühendislik konularında uygulanması pek kolay değildir. Hatta kullanılmaması da gereklidir. Mesela bir mühendislik yapısı veya ürünü elde edilirken aman daha ucuz olsun (kâr fazla olsun) diye düşük kalitede bir malzemenin kullanılması ahlak (etik) anlayışına sığmaz (Bölüm 5). Bu tür felsefeye, çıkarcı ve yandaşlara göre doğruları belirleyen felsefe de diyebiliriz. Ülkemizi bir kangren gibi sarmış olan bu felsefe düşüncesi yüzünden çok bozukluklar (insan davranış biçimlerinde bile) ve etiksizlikler ortaya çıkmaktadır.

2.9 Mühendislikte model eleştirileri

Mühendislikte modelleme öncesi veya sonrasında, nerede ise tabu olarak algılanan bazı bilgi, kuram, yöntem, denklem, ilke ve kabullerin eleştirel düşünceyi körlediği durumlara sıkça rastlayabiliriz. Bunlara verilebilecek misalleri çoğaltmak mümkündür ama aşağıda bazıları ibret için sunulmuştur:

1) Emniyet katsayısı (Cahiliyet katsayısı),
2) Başkaca katsayılar (elastisite modülü, geçirgenlik, porozite vb. hep fiktif yani gerçek değil),
3) Bilgisayar yazılımları (Felsefik akış şeması),
4) Madde ne yoktan var olur ne de vardan yok olur (Acaba ? Neden?).
5) Kabuller her zaman ve mekanda geçerlidir (Acaba?).
6) Bilim doğruyu söyler (Yanlışlanabilir).
7) Sonsuzluk (Mümkün mü?),
8) Noktanın boyutu sıfırdır (Nasıl olur? Gözle görülüyor).
9) Kuvvet kütle ile ivmenin çarpımıdır (Hangi şartlarda?).
10) Hooke, Newton, Ohm vb. kanunlar birbirinden farklıdır (Simgede farklı sözelde aynıdırlar).

Bütün bu yazılan maddeleri hiç eleştirmeden olduğu gibi almak ve ona göre hesaplama, plan, proje ve tasarımlar yapmak mümkündür. Buna birçok kişi, mühendis, uzman, akademisyen, idareci ve Prof. Dr. gibi unvanlılar itirazda bulunmaz. Bunları gerçek olarak, şüphe duymadan, bilgisini ve göğsünü gere gere kullanarak, felsefenin bulunmadığı eleştirisiz ortamlarda gemisini batırmadan da yüzdürdüklerini sanırlar. Hatta başkalarına da dogmatik biçimde algılatırlar. Böylece alışıla gelmiş mühendislik mesleğini icra ederek saygınlıkta kazanabilirler. Eğer mühendislik sadece önceden alınmış bilinen şeyleri, sırtındaki küfeden çıkararak kullanmak ise ortalıkta görünen bir rahatsızlık olmayabilir. Burada akla şu soru gelir. Bunlara şüphe ve eleştirel bir akılla bakmak mümkün değil midir

acaba? Bakılsa kime ne zararı var? Ama yukarıda açıklanan kısımlardaki robotlaşmış, güdülmeye ve gütmeye alışmış kişiler doğal olarak bundan rahatsız olurlar. Bir toplum eleştirel düşünce ile felsefeye alışabilirse, aydınlanarak daha iyi yönlere gidebilir. Okumuşluk oranının artması fazla bir şey göstermez ama eleştirel akılcı düşünenlerin sayısının biraz artması o toplumun mühendislik, sosyoekonomik, uluslar arası ilişkiler vb. konularda hareketlilik kazanmasına yol açar. Toplumda donuk bilgilerle donatılmış ve bundan değişik sebeplerle vazgeçmek istemeyen mühendislerin bulunmasına karşılık, az sayıda bile olsa sorgulayıcı, şüpheci ve bilgi devrimine sebebiyet verecek mühendisler de vardır. Dünyanın her hangi bir ülke veya toplumunda her zaman için taklitçi mühendisler fazla sayıda, belki de % 90'lara varan oranda bulunabilir. Ancak %10'luk felsefeye önem vererek eleştiren mühendislerin olması o topluluğa yeter artar bile. Şimdi yukarıdaki listenin ilk maddesinden başlayarak bazıları için eleştirel görüşlerimizi ortaya dökelim. Emniyet katsayısı denilen büyüklük, mühendisler tarafından kendi yaptıkları hesaplara ve bunların temeli olan bilimsel denklem ve ilkelere inanmayarak, elde ettikleri sayısal sonuçların değerini yapay olarak daha da artırarak kendilerini güvenli bir ortama atma işlevidir. Acaba bu emniyet neyi sağlamaktadır? Bu emniyet katsayısını işin içine katmadan, kullanılan ilke ve denklemler eleştirilerek daha iyilerine ulaşmak mümkün değil midir? Eğer mümkün değil ise bunun anlamı, bu katsayının eleştirilemez olduğunu kabul etmek değil midir? Eleştirilemeyen nesne, olgu ve düşünceler akılcılık ve hatta deneycilik yolunda ilerlemenin birer çıkmaz yolu değil midir? Bunlardan en önemli cevap doğal olarak, bu katsayının da eleştirilebilmesi ve eleştiri yapılırken değişik yönlerden (görüş açılarından) bakılması gerektiğidir. Bilgi açısından bakıldığında ve özellikle de bilimsel bilgi açısından donuk bilgiler kabul edilemeyeceğinden, emniyet katsayısı diyerek kapıyı kapatmak aslında insan düşüncesinin yolunu keserek bu konuda insanın (burada mühendisin) cahil bırakılması anlamı ile eş değerdir. Bu nedenle emniyet katsayısına cahiliyet katsayısı demek belki daha uygundur. O halde cahiliyetimizi aydınlığa çevirebilmek için var olan bilgilerin teker teker eleştirilerek nasıl daha iyileştirme yapılabileceği hususu göz ardı edilmemelidir.

Listede ikinci sırada başka katsayılardan söz edilmiştir. Bunların da kesinlikle sabit kabul edilemeyeceği, ancak mühendislik hesaplamalarında kolaylık sağladığı göz önünde tutulmalıdır. Felsefe ve düşünce açısından kesin sabitlik bulunmamaktadır. Mühendislik hesaplamalarındaki sabitlik ise gerçekte bu katsayının değişkenliğinin bir aritmetik ortalama değerinden ibarettir. Bu açıdan mühendislik denklem ve formüllerinin aslında bir ortalama değer ve hatta öğeleri arasında hiçbir ayrıcalık (ağırlıklı ortalama gibi) bulunmadığı var sayılan bir aritmetik ortalamadan başka bir şey değildir. Bunun anlamı, her türlü mühendislik hesaplamalarında mutlaka bir hata payının bulunacağıdır. O halde mühendisin geliştireceği yöntemlerle veya bilinen yöntemleri kısmen de olsa değiştirerek, daha az hata veren seçeneklerine ulaşılmasında yarar vardır. Böyle bir uğraşı ancak eleştirel düşünce ile sağlanabilir. Buradan, şüpheci eleştirel düşüncenin mühendislik çalışmalarında da bulunmasının gerekliliği anlaşılır.

Bugünün araçlarından olan bilgisayar yazılımları ve özellikle hazır olanlar, birer kara kutu şeklinde kullanıma sunulmaktadır. Bunların her birinin içinde emniyet katsayısı ve diğer katsayılar gibi sabitlerin bulunması kaçınılmazdır. Her bir yazılımın mutlaka bir yazılım felsefesi vardır. Aksi durumda bu tür yazılımların ortaya çıkması mümkün değildir. Aslında her bir karmaşık yazılım bile birbirini örgünlük içinde takip eden basit birtakım öner-

me ve çıkarımlardan ibarettir. Bir sorunu çözme işinde mühendis hazır bir yazılımı, işleyiş mekanizmasının ne olduğunu bilmeden ve temel bilgilerinin neler olduğunu anlamadan kullanıyor olabilir. Bunun anlamı, o mühendisin tıpkı bir çocuk gibi kendisine sağlanan bir oyuncağı sonuçlarını bile yargılamadan kullanmasıdır. Bu da akılcı ve üretken düşünce mahsullerinin elde edilmesine meydan vermez. Günümüzde özellikle hazır bilgisayar programı kullanımına çok dikkat edilmesi gereklidir.

BÖLÜM 3

MANTIK

Arapça kökenli olan mantık kelimesinin anlamı, akıllıca konuşmak demektir. Bizim dilimizde böyle bir ayırım olmamasına karşılık, Arapça'da günlük konuşmalara "kelem" yani bizdeki kelam denir ve fazla konuşana da Türkçe eki ile birlikte "kelemanCI" denir. Bu konuşmada her türlü cümleler kurulabilir ama mantık cümlelerine özel olarak "önerme" adı verilir. Mantık cümlelerinde açık seçik veya gizli "EĞER (öncül) İSE (ardıl)" yapısı vardır. İşte bu yapısı dolayısı ile mantık cümlesi adını alır, çünkü burada "öncül" kısımda genel bir tabirle "sebepler", mühendislik modellemesi tabiri ile "girdiler", ardıl kısımda ise "sonuçlar" veya "çıktılar" vardır. Mantık cümlesindeki bu yapının tasarımını Şekil 6 ve 9'daki kara veya gri kutu yapılanmasına benzetebiliriz. Böyle bir benzetme bize bir önermenin (mantık cümlesi) yapısındaki tasarımın, Şekil 15'teki gibi olması gerekliliğini gösterir.



Şekil 15 Önerme (Mantık cümlesi)

Bu şekilden, önermelerin, incelenen olayın işleyiş mekanizmasının nedenleri üzerinde durulmadan (yani eleş-

tirel sorgulaması, felsefesi yapılmadan), sadece nedensellik (sebep sonuç) ilişkisini belirttiği anlaşılmalıdır. Doğal olarak, böyle bir ilişkinin ortaya konulması için, işleyiş mekanizması hakkında bazı bilgiler bulunur. O işleyiş mekanizmasından çok tümden bir gelişle olayın sebepleri ile sonuçları arasında ilişki aranır. Buradan mantık çıkarımlarının, daha ziyade tümden geliş akıl yürütmeleri için yapıldığı sonucuna varabiliriz. Bir önermenin öncül kısmında, sebeplerin hepsini kapsayacak biçimde bir alt (öncül) mantık cümlesi bulunur. Burada sebeplerin her biri diğerleri ile mantık kelimeleri ile (VE, VEYA, DEĞİL) bağlanmalıdır.

3.1 Mantık bağlaçları

Tüm mantık türlerinde çıkarım yapmak için öncül ve soncullara karar verildikten sonra, çıkarımlar "VE", "VEYA" ve "DEĞİL" kelimeleri ile yapılır. Bu bakımdan, bunların önce dilde ve konuşmada anlamlarının ne olduğunun kesinlik kazanması gerekir. Günlük konuşmalarımızda sürekli kullandığımız bu bağlaçları, anlamlarının ne olduğu üzerinde durmadan, otomatik ve ana dilimizin öğrenilmesinden kazanılmış bir bağışıklıkla kullanırız. Bilimsel önermeler ve yapılacak çıkarımlarla sonuçların yorumlanması için, bu üç kelimenin "VE", "VEYA" ve "DEĞİL" anlamları üzerinde kesinliğe kavuşmamız gereklidir.

Bunlardan "VE" dediğimizde, iki şeyi, kavramı, öncülü veya kelimeyi birbirine bağlıyoruz. Mesela, "Ahmet VE Mehmet buradadır" klasik mantık önermesinde, Ahmet, Mehmet öncülleri "VE" mantık bağlacı ile birbirine ilintilendirilmiştir. Bunun anlamı "VE" kelimesi hemen ikilik ve bu ikiliğin ikisinin aynı yerde veya zamanda bir arada olmasını gerektirir. Bu önermenin doğru olması için hem Ahmet hem de Mehmet bir arada olmalıdır. Bunlardan sadece birinin olması ile önermenin hükmü doğru olmaz.

Mantık bağlaçlarından "VEYA", iki kısımdan en az birinin var olmasının gerekliliğini söyler. Ancak, bu iki kısmın, "VEYA" bağlacının öncesi ve sonrasındaki kelimelerin, olayların veya kavramların ikisinin de aynı yerde ve zamanda bulunması gerekli değildir. Bunlardan biri, diğeri veya her ikisi de olabilir. "Karnım acıkınca ekmek VEYA pirinç yerim" önermesinde karnım acıkınca sadece ekmek yersem, veya sadece pirinç yersem veya hem pirinç hem de ekmek yersem, "VEYA" bağlacının görevi yerine gelmiş olur. Bu önermede biraz ekmek ve çok az da pirinç yerim ibaresi olsaydı önerme "biraz" ve "az" bulanık kelimelerinin varlığı dolayısı ile bulanık (sözel belirsiz) bir önerme olurdu, ama "VEYA" bağlacının anlamı değişmezdi. Tüm mantık bağlaçlarının anlamları mantık türü değişse bile değişmez, değişen sadece öncüller ve ardıllardaki ayrıntılardır.

Mantık bağlaçlarının önemli olanlarından biri de "DEĞİL" kelimesidir. Mesela, "at beyaz DEĞİL" önermesinde at ile beyaz, öncül ve ardılı arasındaki ilişki, değil kelimesi ile sağlanır. Burada DEĞİLlenen atın beyaz olmasıdır. Yani at beyaz dışında bir renge sahiptir. O halde, değil mantık bağlacının anlamı, bir tek öncülün veya ardılın kendisinin dışında kalan tüm özelliklere işaret etmesidir.

Özet olarak mantık kelimeleri, herkesin günlük hayatında en sıklıkla kullandığı üç kelimeden ibarettir. Bunlar "VE", "VEYA" ve "DEĞİL" kelimeleridir. Bir önermenin doğru tasarlanarak kurulması için, öncül cümlesindeki sebeplerin (mühendislikte değişkenlerin) kendi aralarında VElenmesi, VEYAlanması veya DEĞİLlenmesi gereklidir. Bunlara mantık işlemleri adı verilir. Sözel bilgilenmek için mühendislerin bu üç mantık kelimesinin anlam bilgisini (epistemolojisini) çok iyi kavramaları gereklidir. Bu sayede felsefe düşüncesine, uzmanlığa ve bilgi üretkenliği ile denklemleri (formülasyonları) çıkarabilme yeteneklerine

sahip olabilirler. Misal olarak betonun hazırlanmasında tümden bir düşünce ile aşağıdaki öncül ve ardıl (çıkarım) cümlesini yazabiliriz.

"EĞER su VE çimento VE kum VE Çakıl karıştırılır İSE beton olur"

Bu bir mantık cümlesidir ve burada tüm öncüldeki sebeplerin hepsi birbiri ile VElenmiştir. Acaba burada bazı VElemelerin, VEYAlanması söz konusu olabilir mi? sorgulaması okuyucuya bırakılmıştır. Ulaşım açısından basit bir misal vermek gerekirse, İstanbul'dan Ankara'ya araba ile gidebilmek için

"EĞER İstanbul'dan başlayarak Kocaeli VE Sakarya VE Bolu illerinden geçilir İSE Ankara'ya ulaşılır"

Burada yine ulaşım yolu düşünülerek Ankara'ya varmak için gerekli yol güzergahı bir mantık cümlesinde açıklanmıştır. Bu uygulanabilir bir cümledir. "Acaba Ankara'ya araba ile gidebilmenin başka yolları yok mudur?" diye bir soru sorarsak, bunun başka cevaplarının olabileceğini anladığımızda, bir başka seçenek için VEYAlama mantık işlemini kullanarak önceki mantık cümlesini seçenekli hale getirirsek aşağıdaki şekli alır.

"EĞER (İstanbul'dan başlayarak Kocaeli VE Sakarya VE Bolu) VEYA (İstanbul'dan başlayarak Kocaeli VE Yalova VE Bursa VE Bilecik VE Eskişehir) illerinden geçilir İSE Ankara'ya ulaşılır"

Bu son mantık cümlesinin daha birçok seçeneği vardır. VEYAlamak sureti ile çok kapsamlı bir önerme yazılabilir. Böylece mümkün olabilecek tüm seçenekler karşımıza çıkar ve hepsi sözeldir. Önerilen seçeneklerden en uygun olanın seçimi bir mühendislik karar verme sürecini gerektirebilir. Karar verebilmek için seçim yapmak, seçim yapmak içinde bir takım ön şartların bilinmesi gereklidir. Bu

ön şartlardan birisi "en kısa yol" ise bu taktirde yukarıdaki ilk önerme seçilmelidir. Değişen şartlara göre VEYAlanan öncül cümle parçalarından başka bir tanesi de karar olarak sonuç verebilir.

Şekil 15'te olayın işleyiş mekanizmasının inceliklerinin atlandığı ve tümden gelişle bir önerme ve çıkarım yapıldığı söylenmiştir. Acaba kutu içinde belirtilen bu işleyiş mekanizmasının daha ayrıntılı olarak açıklığa kavuşturulması ve ondan sonra mantık çıkarımının yapılması daha etkin ve yetkin olmaz mı? Böyle bir sorgulama gelebilir ve bu çok doğal bir haktır. İşte böyle sorgulamalar mühendisleri ve araştırıcıları daha bilgili hale ve donuk olmayan bilgilerin algılanmasına götürür.

3.2 Önermeler

Akıl yürütme ile elde edilen kavramların birbirine uygun biçimde bir araya getirilmesi cümleleri ortaya çıkarır. Ancak her cümle bir önerme olamaz. Önerme için cümlenin içinde mutlaka bir hükmün bulunması gereklidir. Kavramların bir hükme varacak biçimde dil bilgisi kurallarına uygun olarak bir araya getirilmesi ile elde edilen cümlelere önerme denir. Önermelerin en önemli özellikleri, insanı düşünceye sevk etmesi ve bu düşüncenin, akıl vasıtası ile önceki kavram bilgilerinden yararlanarak varılacak hükmünün doğru veya yanlış olmasıdır. Önermeler, doğrulanabilecekleri gibi yanlışlanabilirler de. Örneğin, "sıvılar ısıtılınca buharlaşır" cümlesi bir önermedir. Bu önermenin içinde sıvıların sonunda buharlaşması gibi bir hüküm vardır. Benzer olarak, "öğrenci çalışırsa başarır" cümlesi de bir önermedir. Burada öğrencinin başarması da başaramaması da söz konusudur. Şimdiye kadar örnek olarak verilen önermeler basit önermelerdir. Basit önerme cümlesinde özne yerine geçen bir öncül kavram, ardıl yerine geçen ve yüklem denilen bir başka kavram vardır. Ön-

cüllerin ikiden fazla olması durumunda bunlara birleşik önermeler denir. Bir çok öncül kavram özne olarak yüklem tarafından yüklenir. Örneğin, "Sıcaklık azalır ve kar düşer ve üniversiteler kapanırsa sınavlar yapılamaz" cümlesi bir birleşik önermedir. Burada üç tane öncül kavram bir ardıla bağlanmıştır. Önermelerin bir özelliği de içinde bulundurdukları kavramlar arasında niteliksel veya niceliksel ilişkilerin olmasıdır. Bu ilişkiler sayesinde hükmün ne olduğu anlaşılarak karar verilir.

Bir olayın incelenmesinde geçerli olabilecek kavramların bir araya getirilmesi ile ortaya çıkan önermeler kümesi modellemede önemli rol oynar. Aslında modellemeye, ardışık önermelerle istenilen sonuçlara yani çözümlere ulaşabilme algoritmasıdır diyebiliriz. Buna göre bir olayın modellemesi yapılacaksa, önce bunun sözel olarak basit önermelere ayrılmış olması gereklidir. Bir olayın sözel ifadesinde birçok basit ve özellikle birleşik önermeler olabileceği gibi, bunların birer toplum halinde, önermeler öbeği olarak bulunmaları da mümkündür. Modelleme için bu öbeğin en basit öğelerine (önermelerine) kadar açılması gerekir. Bu başarılı bir modelleme için çok gereklidir.

3.3 Çıkarımlar (Akıl yürütme)

Önermelerin en önemli yanı, kavram ve terimlerde olmayan doğrulanabilirlik veya yanlışlanabilirlik özelliğidir. Bir önerme içinde bulunan öncül kavram bilgileri ve ardılın yüklediği yükümleme dolayısı ile ortaya çıkan hüküm ya doğrulanır ya yanlışlanır. Bu şekilde karara ulaşmaya, önermelerden yapılan çıkarımlar denir. Çıkarımların yapılması için akıl yürütülmelidir. Akıl yürütme süreçlerinden tümdengelim ve tümevarım, önceki kısımda düşünce ile ilgili olarak kısaca anlatılmıştır (Bölüm 2.2). Çıkarımlar için akıl yürütme yöntemleri tümdengelim, tümevarım ve benzerlik (analoji) olmak üzere üç tanedir.

Tümdengelim akıl yürütme ile önermelerden çıkarımda bulunmak için, ilk öncül önermesinde genelleyici bilgi bulunmalıdır. Bunun anlamı, ilk öneride sonrakilere göre daha geniş kapsamlı bilginin bulunması ve sonraki önermelerde bulunan bilgilerin bu bilgi tarafından kapsanması gerektiğidir. Tümdengelim akıl yürütme çıkarımlarında bulunmak için, biri büyük diğeri de küçük ölçekte olmak üzere iki tane ön önerme gerekir. Bunun yanında hüküm bakımından birde son önerme bulunmalıdır. Böylece, tümdengelim akıl yürütme ile çıkarımda bulunabilmek için, mutlaka ikisi öncül biri ardıl olmak üzere üç önermenin bir arada bulunması gerekir. İki öncül önerme ile son önerme arasında bunları birbirine bağlamak için "o halde" kelimesi bulunur. Buna aşağıdaki misali verebiliriz.

"Metaller ısıtılınca uzarlar."	(Büyük önerme)
"Bakır bir metaldir."	(Küçük önerme)
O halde,	
"Bakır ısıtılınca uzar."	(Çıkarım önermesi)

Burada ilk önerme ikinciyi kapsamı içine aldığından akıl yürütme tümdengelim biçimindedir. Büyük önermenin doğru olması halinde çıkarım mutlaka doğrudur.

Tümevarım akıl yürütmede ise dar kapsamlı olan önerme bilgilerinden, daha büyük kapsamlı olanlara ulaşılır. Bilimsel modelleme çalışmalarında tümevarım akıl yürütme süreci fazlaca kullanılır. Bunun sebebi, bilim ve modellemede tıpkı bilgisayar programı yazılımlarında olduğu gibi, küçük kapsamlı bilgilerden daha kapsamlı olanının araştırılmasıdır. Böyle bir araştırma sonunda varılan tümden, artık tümdengelim akıl yürütme ile çıkarımlar yapılabilir. Model kurulduktan sonra, bunun kullanılması ile ayrıntılar araştırılarak yorumlanabilir. Diğer taraftan, etrafımızdaki olayları incelerken aldığımız örneklerden,

olayın genelinin üzerinde bazı sonuçlara varmak isteriz. Laboratuvarlarda çalışan bir kişi de incelediği sınırlı büyüklükte ve özel şartlar altındaki yoklamalarından, genel çıkarımlara varmak ister. Bu bakımdan tümevarım akıl yürütme yönteminin bilimsel çıkarımlarda daha fazla kullanılacağı açıktır. Buna misal vermek için, "Acaba metaller ısıtılınca uzar mı?" diye bir olayı incelemek istiyorsak, elimizin altında bulunan metalleri birer birer ısıtarak, yani deney yaparak, uzayıp uzamadıklarını sınamalıyız. Metal kavramının teker teker öğesi olan metalleri ısıtarak sınarız. Bu işleme devem edilirse karşımıza aşağıdaki gibi bir durum çıkar.

"Bakır ısıtılınca uzar" (Deney sonucu)

"Demir ısıtılınca uzar" (Deney sonucu)

"Çinko ısıtılınca uzar" (Deney sonucu)

" " " " "

" " " " "

" " " " "

" " " " "

"Alüminyum ısıtılınca uzar" (Deney sonucu)

O halde,

"Metaller ısıtılınca uzar" (Çıkarım)

İşte bu çıkarımın doğru olduğu kabul edilirse, yukarıda açıklandığı üzere tümdengelim olarak kullanılabilir bir büyük önerme elde edilir.

Önermelerden çıkarımda bulunmak için aslında, tümdengelim ve tümevarım olmak üzere iki temel akıl yürütme süreci vardır. Bunlara zaman zaman kullanılan bir üçüncüsü olarak, benzerlik (analoji) yolu ile akıl yürüterek

önermelerden çıkarımda bulunulabilecek bir yöntem daha ilave edilebilir. Benzerlikle çıkarım, aslında tümevarım akıl yürütme biçiminin bir özel halidir. Burada birbirine benzeyen iki veya daha fazla olaydan yararlanarak çıkarımda bulunulur. Örneğin,

"Ozon ve oksijenin maddeleri aynıdır" (Benzerlik içeren önerme)

"Oksijen yakıcıdır" (Benzetilen madde)

O halde,

"Ozonda yakıcıdır" (Çıkarım)

Burada ozon ve oksijenin aynı maddeden olmaları dolayısı ile birbirine benzerliği vardır. Bu benzerlik ikinci bir benzerliğin olabileceğini her zaman garanti etmez. Benzerlik akıl yürütmesi sosyal bilimlerde, doğa bilimlerinde ve günlük konuşmalarda sıkça kullanılır.

3.4 Klasik ve sembolik mantık

Mantık, "doğru ve düzenli düşünme usulüdür" diye de tanımlanabilir (Şen, 2002). Bu tanımda, üzerinde durulması gerekli olan üç kavram "mantık", "düzenli" ve "doğru" kelimeleridir. Bunlardan mantık, batı dillerinin hemen hepsinde "logic" kelimesinin değişik bozulmaya uğramış şekilleridir. Mantığın olabilmesi için önce bir konu, olay veya olgu üzerinde düşünceye ve bunların herkes tarafından duyularak, bazıları tarafından algılanmasına yarayacak bir dile ihtiyaç vardır. Bizim ülkemizde bu dil Türkçe'dir. Yabancı dili çok iyi bilebiliriz ve yabancı dille düşündüğümüzü bile sanabiliriz. Ancak, burada yapılacak bir tavsiye, bu konuda kendisine çok güvenen kişilerin İngilizce bir felsefe ve mantık kitabını okumalarıdır. Göreceklerdir ki, bilmedikleri ve hatta bilip de anlamadıkları birçok kelime

bulunacaktır. Benzer durum Türkçe'de de olabilir, ama en azından kelimelerin halk arasında ne anlama geldiğini sorarak rahatlıkla öğrenebiliriz.

Mantık konuşmayı ve özellikle de dili gerektirdiğine göre, konuşmada ilk düzenlilik, düşüncelerin ifadesindeki cümle kuruluşlarının dil bilgisine uygun olmasıdır. Dil bilgisi, teorik değil de mantıkla birlikte, uygulamalı olursa faydalıdır. Yoksa birini diğerinden soyutlayarak öğretmek veya öğrenmek, kalıplaşmışlıktan ve sıkıntıdan başka bir durum ortaya çıkarmaz. Günlük konuşmalarımızda hepimiz, dediklerimizi fazlaca akıl ve mantık süzgecinden süzmeden, bir bakıma otomatik olarak söyleriz. Bilimsel bilgi üretimi veya modellemede bu otomatikleşme geçerli değildir. Düşünce yordamı ile bilgilerin üzerine gitmek, bunları konuşmalarımız içinden çekmek ve üzerlerinde ayrıntılı olarak kafa yormak gereklidir. Şurası bilinmelidir ki, bilimde zorluk yoktur. Basit mantıklı ve eleştirel düşüncelerle bilim bugün bulunduğu seviyeye gelmiştir.

Özellikle bilimsel bilgi üretmek için, düşüncelerimizle bundan önceki bölümlerde sıkça yaptığımız gibi, konu ile ilgili kavram ve tanımlar ortaya konulmalıdır. Aklımıza, sağduyumuza ve mantığımıza uygun cümleler kurmamız gereklidir. Buradaki cümleler, günlük sıradan cümlelerimize benzer ama bir farkı vardır. Cümlelerde mutlaka bir ön bilgi içeriği (öncül kısım) bir de bundan yararlanarak çıkarımda bulunulacak, hükmetmeye meydan verecek ardıl kısım olmasıdır. Ön bilgiler verdikten sonra ardıl kısmında hüküm içeren cümleler, bilimsel yorum veya karar bekler. Bunlara mantık konusunda önerme denir. Önermeler ön ve ardıl kısım özelliklerine sahip olan cümlelerdir. Buna göre bizim konuşmalarımız arasında geçen cümlelerin tümü mantığın konusuna girmez. Bu noktanın daha iyi anlaşılması için bir misal verelim. “Bu kitabı okuyan ve okuduklarını yorumlayarak zihnine yerleştirenler, anlayarak modelleme yapabilirler.” cümlesi bir önermedir. Burada sanki şart olarak “okumak”, “yorumlamak” ve “zihne yerleştirmek” birer ön bilgi niteliğindedir. Bunlara önermenin öncülleri denir. İşte bu öncüller varsayılarak, önermeden bir sonuca varmak için karar vermek gereklidir. Buna ardıl veya çıkarım adı verilir. Çıkarım bizim hüküm vermemizi ister. Burada ardıl kısım “modelleme yapabilmek”tir. Böylece, öncül ve ardıl kısımlar zihinde canlandırılarak ve sorgulanarak bir karara varılır. Bir önerme ya doğrudur veya yanlıştır. İşte klasik mantık denilen bu akıl yürütme, Hz. İsa'dan önce 384-322 yılları arasında yaşamış olan Aristo'dan beri bilinen ve kullanılan bir çıkarım usulüdür.

Bilimsel çalışmalarda ilerlemenin olabilmesi için mutlaka önermelerin hassasiyetle tespit edilmesi gerekir. Araştırıcı, kendi konusu ile ilgili bazı önermeleri ileri sürerek bunların doğrulanmasına çalışır. Mesela, çok bilinen bir önerme “metaller ısınınca uzar” önermesidir. Bu önerme birkaç gözlem sonrasında ileri sürülmüş ve bugüne kadar tüm çalışmalarda, bu önermenin aksi olan bir durumla karşılaşılmamıştır. Bu nedenle de geçerliliğini halen korunmaktadır. Bazı önermeler akılcı, bazıları ise deneyci yollarla elde edilebilir. Her ikisinin de karışık olduğu durumlara bile erişmek için, önce bunlardan biri ile düşünmeye başlamalıyız. Mesela, deneysel olarak ispatlayamayacağımız ama gözlemlerle tespit edebildiğimiz bir husus “Güneş her gün doğudan doğar.” önermesidir. Tüm geçmiş gözlemlerden bunun şimdiye kadar doğruluğu anlaşılmıştır. Ancak, felsefik olarak bunun anlamı “Güneş yarın da mutlaka doğudan doğacak.” demek değildir.

Açıklanan mantık kurallarında son 30 yıla kadar insanların üzerinde ısrarla durdukları nokta, önermelerin ya doğru ya da yanlış olacağı, öncüllerin de benzer şeklide geçerli veya geçersiz olacağıdır. Kısaca söylemek gerekirse, bu mantık, beyaz-siyah, sıfır-bir, doğru-yanlış, evet-ha-

yır, artı-eksi, insan-insan değil, haklı-haksız, güzel-çirkin vb. gibi ikili sınıflamalar yapar. İkili sınıflama dışında kalan tonlara yer verilmez. Klasik mantığın sınıflandırması ile ortaya çıkan insan davranış ve düşünceleri, doğaya tam uygun değildir. Bir yaklaşım veya hatalarının olduğu bilinen bir yuvarlatmadan başka bir şey değildir (Çıkarım doğru ise 1, yanlış ise 0 ile temsil edilir, bunlar arasında ondalıklı bir çıkarım yoktur.). Aynen tam sayıların var olup da bunlar arasındaki ondalıklı sayıların olmaması durumuna benzer. Bunun anlamı klasik mantıkta tam belirginliğin kabul edilmesidir.

Bir de insan dilinden bağımsız hale getirilmeye çalışılmış mantık vardır. Bu, simgelerle ifade edilen sembolik mantıktır. Türkçe'de yapılan bir önermenin başka dillere çevrilmesi ile kelimelerin ve konuşmaların şekli değişir ama mantık değişmez. İşte bu değişmezliği dilden bağımsız yapmak için öncüller, ardıllar ve bunlar arasındaki ilişkiyi gösteren "VE", "VEYA", "DEĞİL" gibi bağlaçların hepsi, harf ve bazı sembollerle gösterilir. Böylece tıpkı matematik diline benzer bir mantık dili ortaya çıkar. Bu mantığın klasik mantıktan, iki seçenekli ve olayları tam belirgin olarak varsayması açısından farkı yoktur. Mühendislikte modelleme yöntemleri, klasik ve sembolik mantık kurallarına dayanarak matematik görünüm almıştır. İkili bir temele dayanması açısından çıkarılan modellerin hepsi yaklaşık sonuçlar verir.

Belki de mühendislik eğitiminin bugünkü içeriği insanın sözel ve mantık ilkelerine göre değil de, bu mantığın sır gibi içinde gizlendiği sembolik (matematik denklemler) ilkeleri ile hesaplama yapmasına sebebiyet vermektedir. Toplumda mühendis denilince akla, yanlış olarak "hesap-kitap" diye tabir edilen sayısal işlemler gelmektedir. Bizzat mühendislerin kendileri de bu düşünceden soyutlanamayarak, eğitim sırasında algıladıkları denklemlerin

sanki eleştirilemez olduklarına "inanmışçasına", doğru olduklarını nerede ise bir tabu şeklinde sahiplenmişlerdir. Hâlbuki mühendislerin sadece simgesel olarak denklemlerin bilinmesinden öncelikli olarak, düşünce ve mühendislik tasarımları yapabilen kişiler olması gerekir. Sembolik mantığın gelişmesi, önceden açıklanan mantık cümlelerinin bir akış diyagramı dâhilinde bilgisayarlara da anlatılması amacı ile önceki asrın sonlarına doğru (1950 sonrası) hızlılık kazanmıştır. Bilgisayarlar sözelden anlamayan robotlar olarak algılanırsa, onların zihin ve zekâlarının hareketli (dinamik) olmaması dolayısı ile kendilerine kelime ve mantık cümlelerinin simge ile anlatılması yoluna gidilmiştir. Mesela, bir bilgisayar yazılımında,

$$F = m*a$$

m'nin kütle, a'nın ivme ve F'nin de kuvvet anlamında algılanması sağlanmaktadır. Böylece, verilen m ve a sayısal değerlerinin çarpılması ile yine sayısal olan F değerinin hesaplaması yapılır. Benzer şekilde, bir mühendis tarafından bu tür donuk formüllerin simge olarak algılanması ile ancak sayısal hesaplamalar yapılabilir. Maalesef, bugün için ülkemizde ve dünyanın birçok yerinde mühendislik eğitiminde, sözel mantık yerine simgesel mantığın kuralları ezberletilmekte veya bilimsel çıkarımların sonucu olarak gösterilmektedir. Mühendisler de bu çıkarımı olduğu gibi alarak uygulamaya koymaya çalışmaktadır. Böyle bir sistemde, bilimin ortaya çıkardığı denklemlerin üretilmesindeki bilim felsefesi ile mühendislik algılaması arasında bir örtüşmenin bulunmadığı varsayılmaktadır. Hâlbuki sağlıklı bir mühendislik algılama ve çalışması için mühendislik alanının, Şekil 4'te gösterildiği üzere felsefe ile Şekil 10'daki gibi de bilim ile kısmen örtüşmesi gerekir.

Önceki kısımda açıklanan önermelerin yapısı aynı kalmasına rağmen, sözellikten kurtarılarak simgeselleştirilmesi ile simgesel mantık kuralları ortaya çıkar. Mesela,

önermenin öncül kısmında açıklanan tüm önerme cümleleri Ö ve ardıl kısımdaki sözel bilgiler de A ile simgelenirse en basit sembolik mantık önermesi,

"**EĞER** Ö **İSE** A'dır."

şeklini alır. Ayrıca Ö önerme cümlelerinin birden fazla, mesela, a, b, c ve d gibi öncül değişkenleri ve e gibi bir de ardıl çıktısı bulunmakta ise önceki önerme VElemelerle,

"**EĞER** a VE b VE c VE d **İSE** e'dir."

haline dönüşür. İşte bu durum bilgisayar yazılımlarına çok uygun hale gelmiştir. Maalesef, mühendislikte o kadar fazla sembolik mantığa (içi boş mantık şeklinde) değer verilmiştir ki, mühendislik eğitiminde eğiticiler (hocalar) bile sözel mantıktan soyutlanmış bir şekilde sadece sembolik mantığa değer verir hale gelmişlerdir. Böylece eğitim tıpkı bilgisayarlar gibi, her bir mühendisin sadece verilen bilgileri kullanabilen ama onlar hakkında yorum yapamayan, sorgulamayan ve böylece eleştirel düşünceye (felsefe) sahip olamayan canlı robotlar ve hatta bilgi köleleri haline gelmesine sebep olmuştur. Mühendislik eğitimi sırasında sözel bilgilendirme olmayınca soru sorarak öğrenmek ilkesi genellikle hocalar ve onların çekincesi ile öğrenciler tarafından nerede ise tamamen dışlanmıştır. Mühendis felsefik düşünce ve mantık ilkelerine bile alışamadan, eğitimine başarı ile son vermektedir. Hayatta karşılaştığı bazı sorunların çözümlenmesi sırasında maruz kaldığı zor durumlarda (mantıksız bilgiler kişileri çok zor durumda bırakır), mantık ilkelerinin işlerliğini gördükçe artık sözel bilgilere önem vererek kendisini geliştirmeye çalışır.

Şimdiye kadar önerilmiş olan tüm mantık türlerinde belirginlik ve ikilik (sıfır-bir) temel değişmezlerdir. Bunun bir istisnası 1965 yılları civarında Azerbaycan kökenli ama Amerika'ya yerleşmiş Lütfü Askerzade (Lotfi A. Zadeh) tarafından ileriye sürülen ve bundan sonraki bölümün konusu olan "Bulanık (fuzzy) mantık"tır (Zadeh, 1965, 1999, 2001; Şen, 2010a, b).

3.5 Bulanık mantık ilkeleri

Son yıllarda yaygın hale gelen mantık önerme ve çıkarımlarında, artık tamamen sözel bilgilere dayanan ve bulanık mantık (fuzzy logic) diye tanımlanan bir mantık örgünlüğü ile sorunların çözümlenmesi yoluna gidilmektedir. Bulanık mantık, her şeyden önce düşünce, kavram, terim (kelime), önerme (cümle) ve çıkarımlara dayanır. Diğer mantık türlerinden farkı aşağıdaki noktalardır:

a) Bulanık mantıkta belirsizlikler işin içine katılabilir. Buradaki belirsizlikler klasik ihtimaller hesabı kapsamına girmeyecek türdendir. Bunlar sayısal değil sözel belirsizlikleri içerir. Klasik mantıkta güzel denilince bunun karşıtı yine belirginlik ifade ettiği varsayılan çirkindir. Bulanık mantıkta sınıflandırmalar "güzel", "daha güzel", "oldukça güzel", "orta güzel"; çirkin de "az çirkin", "çok çirkin", "aşırı çirkin" vb. şeklinde ikili değil de çoklu olabilmektedir. Mesela, oldukça güzel ifadesinde belirsizlik vardır. Bu belirsizlik sayısal değil de kişiden kişiye değişen sözel belirsizliktir. İşte bu tür belirsizlikleri bulanık mantık ile işlemek mümkündür.

b) Bulanık mantık çoklu bir mantıktır. Beyaz-siyah yerine bunların arasındaki gri renklere de yer verilir. Asıl nokta şimdiye kadar tüm modellemelerde, sembolik olarak ifadelerden hareketle, matematik kurallar sonrasında diferansiyel denklemlere kadar ulaşılmıştır. Bulanık mantıkta incelenen olayların denklemleri yoktur. Tüm modeller aşağıda açıklandığı üzere bir önermeler demeti (kural tabanı) şeklindedir.

Bir olayın bulanık mantıkla incelenerek modellemesinin yapılması için, önce olayı temsil eden değişkenlere sözel olarak karar verilmelidir. Mesela, bir silahlanma modeli kurulacaksa, buna tesir edebilecek değişkenlerden en önemlilerini mâli kaynak, husumet, silah miktarı ve modernliği diye kelimelerle ifade edebiliriz. Silahlanma olayında burada söylendiği kadarı ile rol oynayacak kelimeler "silahlanma", "mâli kaynak", "husumet", "silah miktarı" ve "silah modernliği" olmak üzere beş kelimeden meydana gelir. Bu kelimelere incelenen olayla ilgili bulanık mantık değişkenleri denir. Bunların her biri birer kavram gibi davranarak önermelerde işin içine girecektir.

Bu aşamada karar verilmesi gereken ikinci husus, bu kelimelerden hangilerinin öncül ve hangisinin ardıl olacağıdır. Bu da aynen matematikte bağımlı ve bağımsız değişkenler ayırımına benzer. Mesela "silahlanma" kelimesi önermenin ardıl kısmını diğer dört kelime de öncül kısımlarını teşkil edebilir. Klasik mantıkta öncül ve ardıl kelimelerin her biri ikili seçeneğe bağlanmıştır. Mesela, silahlanma-silahsızlanma, mali kaynak varlığı-yokluğu, husumet-husumetsizlik, silah miktarı çok-çok değil, silahlar modern-modern değil gibi. İşte bu ikili seçenekler bulanık mantıkta yıkılarak, bunların yerine ikiden fazla olabilecek çoklu seçenekler gelir. Bunun için bulanık mantıkla incelenecek konunun yukarıdaki gibi önemli öncül ve ardıl kelimelerine karar verildikten sonra, bunların her birinin iki veya daha fazla seçenekli duruma getirilmesi gereklidir. Örnek olarak "silahlanma" ardılı için ön ek olarak "az", "orta", "yeterli", "çok" ve "aşırı" gibi beş alt sınıflandırma yapılabilir. Bulanık mantık modellemesinin ikinci aşaması olarak öncül ve ardılların yine ek kelimelerle alt sınıflara ayrılması gelir. Bu nokta, bulanık mantığın diğerlerinden olan farklılığını gösterir. Alt sınıflandırmalar tüm değişkenler için yapılır. Buradakilerin aşağıdaki gibi sınıflandırılması mümkündür:

a) Silahlanma ("az", "orta", "yeterli", "çok", "aşırı"), önermenin ardıl kısmı, yani hüküm verilecek değişkendir.

b) Mâli kaynak ("az", "orta", "çok"), öncüllerden en önemli olan kısımdır, çünkü parasız silah alınmaz.

c) Husumet ("az", "orta", "fazla", "çok fazla"), öncüllerden bir diğeridir ve toplumun psikolojik durumunu modellemeye yansıtır.

d) Silah miktarı ("az", "orta", "çok"), öncüllerin bir diğer parçasıdır ve elde mevcut olan ve satın alınacak silahları içerir,

e) Modernlik ("klasik", "orta", "modern"), öncüllerin bir diğeri olup günlük teknolojinin modelde yansımasına yarar.

Bulanık mantıkla modelleme yapmanın üçüncü aşaması olarak "bu öncüllerden kaç tane önerme ortaya çıkacağı" tespit edilir. Öncüller mâli kaynak, husumet, silah miktarı ve modernlik olmak üzere 4 adet ve her birinde de sırası ile 3, 4, 3 ve 3 adet olmak üzere alt sınıflar bulunduğundan, önerme sayısı 3x4x3x3 = 108 tanedir. Bir bakıma önerme sayısı, öncüllerin bağdaşamayan şekilde bile olsa bir araya getirilme seçeneğinin sayısıdır.

Bulanık mantık önermelerinde öncüller birbirine "VE" mantık bağlacı ile bağlanır. Değişik önermeler de birbirine "VEYA" mantık bağlacı ile bağlanarak tüm sistem tasarlanır. Buna göre yazılabilecek önerme seçeneklerinden bazıları şunlardır. Bu önermelerin toplumuna kural tabanı denir. Şimdi mühendis öncelikli olarak kural tabanının mı yoksa veri tabanının mı gerekli olduğuna karar vermelidir. Maalesef, mühendislik eğitiminde kural tabanına hiç önem verilmemektedir. Buna karşılık veri tabanı hep gündemdedir.

Kural 1: *'Kaynak* "orta" VE *husumet* "çok" VE *miktar* "az" VE *modernlik* "klasik".....

VEYA

Kural 2: *'Kaynak* "az" VE *husumet* "orta" VE *miktar* "az" VE *modernlik* "klasik".....

VEYA

Kural 3: *'Kaynak* "çok" VE *husumet* "çok" VE *miktar* "az" VE *modernlik* "klasik".....

VEYA

" " " " " " " " " " " " " " "....."

VEYA

" " " " " " " " " " " " " " "....."

VEYA

Kural 108: *'Kaynak* "çok" VE *husumet* "çok fazla" VE *miktar* "çok" VE *modernlik* "modern".....

Bu önermelerde dikkat edilecek iki husus, koyu gösterilmiş mantık bağlacı "VE" ile eğik yazılmış öncüllere bulanıklık veren, tırnak içindeki bulanık kelimelerdir. Bu önermelerin her biri sözel değişim ortamının bir alt kısmını temsil eder. Bir bakıma maliyet, husumet, miktar ve modernlik kelimelerinin temsil ettiği tüm değişim uzayı, sözel olarak alt uzaylara parçalanmıştır. Buna burada, sayısallığın aksine sözel çözümleme diyebiliriz. Öncüllerin "VE" bağlacı ile bağlı olmalarına öncüllerin VElenmesi işlemi adı verilir. Her bir kural (önerme) çözüm uzayının sözel alt parçasını temsil eder.

Değişik önermelerin birbiri ardına gelerek birleştirilmesi mantık bağlaçlarından "VEYA" ile yapılır. Buna da

önermelerin VEYAlanması işlemi deriz. O halde, bulanık mantık çıkarımlarında, öncüllerin VElenmesi ile önermelerin (kuralların) VEYAlanması işlemleri bulunur. Bulanık işlemlerde bir üçüncü mantık bağlacı da "DEĞİL" kelimesidir. Buna da DEĞİLleme işlemi diyebiliriz. Sonuç olarak, önermelerde değişken isimleri ve bulanık kelimeler incelenen konuya göre değişir ama "VE", "VEYA" ve "DEĞİL" mantık kelimeleri diğer mantık türlerinde olduğu gibi asla değişmez. Önermelerin ardıl kısımlarının çıkarımında sadece bu mantık bağlaçları ile yapılan işlemler rol oynar. Bu kelimelerin anlamlarını iyi bilen kişiler, verilen veya kendilerinin ileri sürdükleri önermelerden çıkarımları yapabilirler. Bulanık mantık konusunda ayrıntılı çıkarım bilgileri Şen (2010a) tarafından verilmiştir.

3.6 Akıl-mantık matrisi

Yukarıda açıklanan kavram, terim, tanım, önerme ve çıkarım yöntemleri sözel olarak ifade edilmiştir. Bu sözel ifadelerin sembolleştirilmesi de mümkündür. Böylece, sembolik mantık kuralları ortaya çıkar. Akıl ve mantık kullanarak modelleme ilkelerinin belirlenmesi için "akıl matrisi" denilen kısa bir gösterim ve akıl yürütme durumları izah edilecektir. Bunun için olayla ilgili tüm değişkenlerin sembolik küçük harflerle gösterildiğini düşünelim. Değişkenler, genel olarak u, t, v, x, y, z gibi küçük harflerle gösterilir. İncelenen olayın, modelinin kurulmasında cevap verilmesi gereken ilk sorular şunlar olmalıdır. Acaba bu olaya tesir eden değişkenler arasında bir bağıntı var mıdır? Varsa, bu bağıntıların matematik simgeleri ve geometrik gösterimleri yani fonksiyonları nelerdir? Bu sorulardan ilkine akıl yordamı ile cevap vermek mümkündür. Bunun örgün (sistematik) bir halde yapılabilmesi için, önce kaç değişken varsa onların sayısı kadar mertebesi olan bir kare matris düşünülür. Mesela, 4 değişken (v, x, y ve z gibi)

bulunuyorsa, bunlara göre matris Şekil 16'da gösterilmiştir. Burada her bir satır ve sütün aynı değişkenleri içerir. Matrisin satır-sütün kesiminde bu değişkenler ikişer ikişer eşleşirler. Buradan matris kavramının değişkenlerin ikişer ikişer ortak gösterimi için bir vasıta olduğunu anlayabiliriz. Bundan sonra matris kelimesi yerine Türkçe olarak daha anlamlı olan "eşleşi" kelimesi kullanılacaktır.

	v	x	y	z
v	A	↘	↗	↗
x	↘	A	?	↘
y	↗	?	A	↗
z	↗	↘	↗	A

Şekil 16 Akıl eşleşisi

Eğer n tane değişken varsa nxn'lik bir kare eşleşi ortaya çıkar. Akıl eşleşisinin özelliklerini aşağıdaki noktalar halinde sayabiliriz.

a) Değişken sayısı kadar satır ve sütunu vardır, yani kare eşleşidir,

b) İlk satır ve sütundaki alanlarda sırası ile değişkenler gösterilir,

c) İlk satır ve sütün dışında kalan alanların her birinde değişkenler ikişer ikişer eşleşmiştir. Mesela, x satırı ile z sütununun kesiştiği alanda x ile z değişkenlerinin bir özelliği bulunacaktır,

d) Asal köşegen üzerinde aynı değişkenin kendisi ile tam bağımlı olacağı düşünüldüğünden buralara A harfi konulmuştur,

e) Akıl eşleşisi asal köşegene göre simetriktir. O halde, sadece üst üçgen kısmının göz önünde tutulması yeterlidir,

f) Eşleşinin her alt alanında duruma göre " ↗ ", " ↘ ", "A" veya "?" simgeleri bulunmaktadır. Bunlardan ilk okun anlamı iki değişken arasında artan doğru orantılı bir ilişkinin olduğu, azalan ok iki değişken arasında azalan bir doğru orantının bulunduğu; A harfi ise otomatik olarak asal köşegen üzerindeki alt alanlar anlamına gelir. En önemli olan "?" işaretidir. Bunun anlamı, o konuma karşı gelen değişkenler arasında akıl yürütme ile söylenebilecek doğru veya ters orantı şeklinde bir hükme varılamayacağıdır.

İşte bu şekilde hazırlanan akıl eşleşisi sayesinde değişkenler arasında akıl yürütme yöntemleri ile ne tür (artan veya eksilen) ilişkilerin olduğuna karar verdikten sonra, oklar veya soru işareti olarak alt alanlar doldurulabilir. Akıl yürütme ile doldurulan bu eşleşinin yorumlanmasında şu noktaların göz önünde tutulması gereklidir.

a) Akıl eşleşisinde "?" işareti bulunan yerlerdeki ilişkilerin ne türde olduğuna akıl karar veremez. O halde, buradaki ilişkinin türüne karar verilebilmesi için mutlaka deney veya gözlem yapılmalıdır. Mesela, Şekil 16'daki eşleşide, x ve y değişkenleri arasındaki bağıntının nasıl olacağına karar verilemediği için, sadece bu iki değişkenin değiştirilip diğerlerinin sabit tutulması halinde gözlem, deney veya ölçümler yapılarak, aradaki ilişki tespit edilebilir. Varılan sonuca göre artan veya azalan ok konularak akıl eşleşi ilişkileri tamamlanır. x ve y değişkenleri arasında yapılan deneylerden sonra azalan veya artan bir ilişkinin bulunduğu sonucuna varılırsa,

soru işaretinden kurtulunarak eşleşi tamamlanmış ve son şeklini almış olur (Şekil 17).

	v	x	y	z
v	T	↘	↗	↗
x	↘	T	↘	↘
y	↗	↘	T	↗
z	↗	↘	↗	T

Şekil 17 Tamamlanmış akıl eşleşisi

b) Unutulmaması gerekli önemli bir nokta, akıl ile doğru veya ters orantıların genellikle doğrusal (lineer) olduğudur. Yoksa akıl artan veya azalan ilişkilerin eğriselliğine (doğrusal olmayış, non-lineer) çoğunlukla kolayca karar veremez.

c) Tamamlanmış akıl eşleşisinden artık değişik yorumlar yapılabilir. Örneğin, v değişkeni ile diğer değişkenler arasındaki ilişkilerin nasıl olduğu sorusuna; "evet v değişkenini Şekil 17'de görüldüğü üzere x, y ve z değişkenleri etkilemektedir" diye cevap verilebilir. Bu etkiler x değişkeni artıkça v'nin azalacağı, y arttıkça v'nin artacağı ve yine z artıkça v'nin artacağı şeklindedir. Diğer değişkenler de benzer şekilde yorumlanabilir,

d) Akıl eşleşisinden, değişkenler arasında olabilecek matematik bağıntı hakkında bile bazı çıkarımlar yapılabilir. Mesela, önceki adımda izah edildiği üzere v değişkeninin diğerlerine teker teker nasıl bağıntılı olduğu açıklanmıştır. Matematikte ortak ilişkiler v = f(x,y,z) kapalı fonksiyonu ile simgelenir. Pratik ve mühendislik çalışmalarında bu şekilde kapalı ilişki formları bir anlam ifade etmez. Bu nedenle v değişkeni ile diğerleri arasında açık bir matematik ifadenin (modelin) belirlenmesi gereklidir. Önceki adımda açıklanan ilişkilerin göz önünde tutulması sonucunda akıl eşleşisi yorumu aşağıdaki matematik ifade seçeneklerini verir,

$$v = a(yz)/x$$

$$v = a(y + z)/x$$

vb. ifadelerinden biri açıkça yazılabilir. Burada, a denklem sabitini gösterir ve verilerden elde edilmesi gereklidir.

Bu denklemlerden hangisinin geçerli olduğuna karar verebilmek için yine temel ve basit bilgilerden akıllıca yararlanmak gerekir. Bu bilgilerden ilki, değişkenlerin boyutları ile ilgilidir. Sağ taraftaki matematik bakımından bağımsız denilen değişkenlerin ortaya çıkardıkları ortak birimin (m, kg, Watt vb.) sol taraftaki bağımlı değişken denilen v'nin birimi ile tıpa tıp aynı olması gereklidir. Bu konuya ışık tutacak uygulama aşağıda bir pompanın güç formülünün akılcı çıkarımı için gösterilecektir.

Bir yerden daha yüksekte olan başka bir yere su basacak olan bir pompanın gücünün ne kadar olması gerektiğini veren bir matematik ifade (model) bulmaya çalışalım. Bir pompa G gücü ile suyu bir noktadan başka noktaya yükseltirken, bu iki nokta arasındaki düşey mesafeyi suyun kat etmesi gereklidir. Bu katedilen mesafeyi Y simgesi ile gösterelim. Bu yüksekliğe basılan suyun debisi D ve yoğunluğu da y ile simgeleştirilirse, incelenen sorunun akıl eşleşisi aşağıda gösterilen 4x4 lük bir eşleşidir.

	G	y	D	Y
G	A			
y		A		
D			A	
Y				A

Akılcı düşünceler ile tüm değişkenler arasında doğru orantılı ilişkilerin olduğu tespit edilir. O halde, G bağımsız ve y, D ve Y bağımlı değişkenler olmak üzere aşağıdaki model seçenekleri karşımıza çıkar.

G = y + D + Y

G = yD + Y

G = yY + D

G = y + DY

veya

G = yDY

Bu modellerin her biri akıl eşleşisinde belirtilen doğru orantılılık ilkelerine sahiptir. Ancak, aralarında incelenen olayla ilgili durumu temsil eden bir tane vardır. “Acaba bunu nasıl bulabiliriz?” sorusuna cevap aramak için pompanın su basması olayının fizik şartlarına ve gerekirse önceden söylendiği üzere denklemin boyut özdeşliğine (homojenliğine) bakılması gereklidir. Yani sol taraf boyutunun sağ tarafınki ile tıpa tıp aynı (özdeş) olması gerekir. Özellikle, boyut özdeşliğinden en sonuncu denklemin geçerli olacağı hemen anlaşılır. Çünkü diğer tüm seçeneklerde bizlere daha ilkokulda öğretilen “elma ile armut” toplanmaz ilkesi söz konusudur. Mesela, birinci seçenekte gr/cm^3, m^3/sn ve m birimleri toplanır denilmektedir. Yani elma, armut ve ayva toplanmak istenmektedir ki, bu geçerli olamaz. Diğer geçersiz seçenekleri de benzer şekilde, boyut çözümlemesi ile tespit edebiliriz.

Ayrıca pompanın su basması halinde bazı özel durumları göz önünde tutarak bu seçeneklerin geçersiz olanlarını eleyebiliriz. Mesela, Y basma yüksekliği sıfır olsa, pompa bir yüksekliğe su basmayacağından gücün de sıfır olması gerekir. Halbuki yukarıdaki ilk dört seçenekte Y = 0 yerine konulursa hepside sıfır olmayan y ve D'ye bağlı ifadeler verir. Bu durumlar fiziksel olarak imkânsızdır. Sıfır güç değerini sadece en son seçenek verir. İşte bu basit akılcı yorumlama ile akıl eşleşisinden elde edilen seçeneklerin biri dışında diğerleri dışlanır. Elde kalan son denklem tamamen fizik tanımlarına uyarak çıkartılanın aynısıdır (Şen, 2002).

Buradan çıkarılabilecek sonuç: Mühendisin incelediği olay hakkında bazı çıkarımlarda bulunması için akılcı yaklaşımlar yapılmasında yararlar vardır. O kadar ki, bu akılcı yaklaşımlar herkesin anlayacağı biçimde çıkarımlar sergiler. Her aşamasında basit akıl kavramlarının kullanılması ile kesin veya çoğunlukla yaklaşık sonuca gidilebilir.

BÖLÜM 4

BİLİM

Günümüzde bilimin herkes tarafından anlaşılabilecek tanımı, "insanın etrafındaki doğal çevre, olay ve yapay cihaz çalışmalarının, nedenlerinin ötesinde, nasıl olduğunu araştıran uğraşıların tümü" şeklinde yapılabilir. Bu nedenselliklerin sabırla ve güçlüklerle tarih boyu araştırılması, insanı bugün sahip olduğu bilimsel ve teknolojik üretim seviyesine ulaştırmıştır. Bütün bu uğraşıların özünde, insan felsefe düşüncesi ve mantığına uygun düşen akıl çıkarımları bulunmaktadır. Bilimsel düşünce ve yöntemlerin değişik kültür ve insanlar tarafından, yine değişik zaman ve mekânlarda gelişmesi kesintisiz olarak süregelmektedir ve gelecekte daha da hızlı bir şekilde süregideceğe benzemektedir.

1.1 Mühendislikte bilimsel düşünce gelişmesi ve geleceği

Genel olarak, insan düşüncesi, kendi dışındaki fiziksel nesnelerle olgusal diyeceğimiz olayların incelenmesi ve içinde bulunduğu toplumun kurum veya bireyleri ile ilişkilerini düzenleyerek geliştirmesidir. Böylece düşünce, onun iç dünyası ile ilgili durumlarının değerlendirilmesi şeklinde yoğunlaşır. Birbirinden ayrı gibi görülen soyut ve somut düşünceler, aynı kişinin düşünce sürecinde eş veya değişik zamanlarda geçerken bazı çıkarımları ortaya koyar. Bilimsel ve teknolojik gelişmelere, bunlardan olgusal olanların düşünülmesi ile ulaşılmakta ise de, diğerlerinin o

kişinin düşüncesinden tamamen soyutlanması asla mümkün değildir. Bunun en önemli göstergesi olarak, zaman zaman bilimin gelişme süreci içinde araştırıcı ve düşünürler buluşlarını olgusallığın dışına taşırarak genellemeler yaptıktan sonra diğer kişi ve araştırıcıların, düşünmeden, saplantılarla onların buluşlarının savunucusu oldukları göze çarpmaktadır. Halbuki bilimin tarihi gelişimi içinde bu tür düşünce ve genelleştirmeler, devrimsel yapıya sahip olan bilimsel düşüncenin donmasına ve üretkenliğinin azalmasına olmasa bile, en azından çeşitlenip gelişmesine engel teşkil etmiştir. Geçmişte bilimin gelişme sürecinde, olgusal bilimsel bilgi ve düşüncenin karşısına kısır düşünceler çıkmıştır. Günümüzde bile değişik düşünür ve araştırıcılar, düşüncelerinin birbirleri ile sürekli olarak iç içe olduklarını inkâr etmemektedir. Zaten bu, insanın kendi doğasında var olan içgüdülerin sonucudur. Değişik düşünce gruplarını birbiri ile ahenkli olarak tutabilen kişi ve toplumlar, bugünün ileri bilim ve teknoloji seviyelerine ulaşabilmişlerdir. Bugün dünyanın birçok ülkesinde zaman zaman değişik düşüncelerin çatışarak, o toplumların bilimsel ve teknolojik gelişmelerinin kaplumbağa hızı ile ilerlemesine neden olmaktadır. Kısaca söylemek gerekirse, her türlü özgür düşüncenin insanın iç dünyasında var olmasını temin etmek, sadece bilimsel ve teknik gelişme için değil, aynı zamanda bunlara yataklık ederek filizlenip gelişmesini sağlayacak zihniyetin oluşması için de gerekli bir şarttır. Bilim ve insanlık tarihi bu konu ile ilgili ibret alınabilecek birçok yaşanmış misallerle doludur.

Değişik düşüncelerin (soyut, somut) ahenkli bir oranda bulunmaması halinde, aşırılıklar bilimin kısa zaman içinde bir atılım yapmasını sağlayabilse bile, bu gelişmenin hızını fazlalaştıramamaktadır. Sadece olgusallığa önem verilmesi durumlarında, bu aşırı olgusal düşünce nedeni ile birtakım dogmatik saplantılar, bilimin gelişmesini bir

süre için ertelemiştir. Buna en güzel örnek, on dokuzuncu yüzyıla kadar en büyük devrim sayılan Newton yasalarının, genel geçerliliğinin savunularak artık bir inanç haline gelmesi gösterilebilir. Bu görüşe göre kuvvet, atalet ve ivme ile dünya ve kâinattaki bütün olguları izah edebilmek mümkün olacağından, Simon de Laplace'nin vurguladığı gibi "eğer üstün yetenekli bir kişi olsa ve buna tüm cisimlerin bir andaki konumları ve hızları verilse, bu üstün yaratık zamanla bundan sonra bu cisimlerin alabileceği konumları kesin olarak ön görebilir" düşüncesi, bir inanca dönüşmüştür. Yine aynı kişi "olgusal olayların başlangıç şartlarını, sağlıklı bir biçimde belirleyebileceğimiz herhangi bir olay dizisinin geleceğini öngörebileceğimiz gibi, geçmişinin de ne olduğunu çıkarabilmemiz mümkün olabilmektedir" der. Böylece olguların zaman ve konumlarının, birbirinden bağımsız birer parametre olarak hesaplamalara gidilebileceği düşüncesi hâkim olmuştur. Aynı görüşe sahip olanlar daha sonra görüşlerinin nerede ise tüm diğer alanlara da uygulanabileceğini savunarak, olayların ve özellikle de evren (kâinat) ve içindekilerin, sanki mekanik bir saatin işlemesi gibi, oldukça basit, tamamen kontrol edilebilir, belirgin, tam anlamı ile tekdüze olduğunu varsayarak, bu varsayımlarına inanmışlar ve diğer kişileri de inandırmışlardır. Böylece insan düşünce uğraşılarına bir miktar mekaniklik getirilmiştir. Bunun sonucunda, bu düşünce dışında düşünebilenlere iyi gözle bakılmamıştır. Bu, insanın yapısında olan, kendisinin yaptıklarını aynı bir din gibi tabulaştırarak ve inanarak değişik putlar ortaya çıkarmasına bir misaldir. Bugün geçmiş bilimsel çalışmaların olgunlaşarak sanayi ve teknolojinin motoru haline gelmiş olmasında, tabulaştırılmış düşüncelerin daima kırıldığını ve bu nedenle de ileriye dönük bilimsel çalışmalarda da bunun böylece süre gideceğini söyleyebiliriz.

Newton mekanik görüşüne ilk itiraz, bu yasalarla izah edilemeyen ısı konularında on dokuzuncu yüzyılın başlarında termodinamik yasalarının ileriye sürülmesi ile başlamıştır. Bu ısı yasaları Newton görüşünün her alanda geçerli olamayacağını göstererek yeni bir bilimsel devrimin ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Doğal olarak mekanik ve özellikle de August Compte'nin kurucusu olduğu olgusal (pozitivistik) düşüncenin temelden sarsıldığı görülmüştür. Termodinamik düşünce sisteminin en önemli görüşü, "evrenin bir makineye benzetilmesi durumunda, her makine gibi bunun da zamanla yaşlanarak artık işlevini tam anlamı ile ilk zamanlardaki gibi göremeyeceği" gibi oldukça basit fakat etkisi büyük olan bir görüştür. Buna göre evrende her şey yaşlanmaktadır. Bu görüş zaten antik devirdeki bazı düşünürler tarafından da sadece akıl kullanılarak ileri sürülmüştür. Bunlardan Eflatun (Platon) varlıkların görüntülerinin insanlar tarafından algılandığını, aslında ideler denilen mutlak gerçeğin her bir varlık için bulunduğunu; bu idelerin zamanla değişmediğini, ancak onların algıladığımız görüntülerinin zamanla hep değiştiğini ileriye sürmüştür. Böylece, değişim ve dönüşümlerin zamanla süregeldiği ve gelecekte de süregideceğini anlamak ve bunun sonucunda da bugün için geçerli olan tüm bilimsel yasa ve ilkelerin gelecekte şekil değiştirmek zorunda olduğunu ileriye sürmek mümkündür. İşte bu sürekli değişimlerin doğal sonucu olarak, doğal yasaların da gelişimini izleyerek insanoğlu uğraşılarını sürekli olarak sürdürmek mecburiyetinde kalacaktır. Burada yeri gelmiş iken, bugünün bilimsel çalışmaları sonucunda dünyamızın bile bir değişim (evrim) geçirerek bildiğimiz kıtaların oluştuğu anlaşılmıştır. İlk zamanlarda bu kıtalar birbiri ile birleşik durumda iken bugün büyük ölçekte birbirinden ayrılmıştır. Örneğin, bundan 400 milyon sene önce bitişik olan kıtalar durumunda, dünya ikliminin ve troposferdeki genel dolaşımın bugünden farklı olduğu aşikârdır. Bunun sonucunda da o zamanlar geçerli olan meteorolojik ve iklim karakteristikleri için var olmuş bilimsel kural ve yasalar, bugün için geçerli değildir. Buradan da bilimsel hesaplara göre aşağı yukarı 15 milyar sene olarak tahmin edilen dünyanın ömrünün şu anda yine yaklaşık 5 milyar senesi tüketildiğine göre, geri kalan zamanlarda evrenin genişlemesi de göz önünde tutulursa bugünün bilimsel tezlerinin gelecekte geçerli olamayacağını anlamak için bir kâhin olmak gerekmez. Bu nedenle bilimsel bulguları, gerek zaman içinde gerekse eksik bilgi nedeni ile sürekli olarak gelişen ve değişen kurallar topluluğu olarak algılamalıdır.

Diğer taraftan, bilim ve bunun ürünü olan teknolojik gelişmeler, insan düşünce sisteminde (felsefe) yeni görüşleri ortaya çıkarmış ve bugünün biliminin biçimlenerek gelişmesine yol açmıştır. İnsan, yaradılışı bakımından daima doğruyu, iyiyi, kolayı, basiti, güzeli ve tektürlülüğü arzu eder. Hatta algıladığı birçok olay eğrisel (nonlineer), karmaşık (kaotik) ve belirsiz bile olsa bunları basitleştirme yolu ile kavramaya çalışır. Bu arada basitleştiremediklerini de çirkin, belirsiz hatta işe yaramaz olarak nitelendirir. Nitekim, bilimin gelişme sürecinde en hâkim görüşler, yukarıdaki mekanik ve olgusallığın esasını teşkil eden belirlilik ilke ve düşünceleridir. Bazı toplumlarda değişik zamanlarda bu görüş ve düşünce tarzı o kadar ileriye gitmiştir ki, artık o toplumlar belirlilik arama düşüncesinden kör ve sağır hale gelmişlerdir. Onlar belirli ve kendi kontrollerinde olanlara bilimsel eleştiriye yer bile vermeyecek biçimde inanır ve hatta iman eder hale gelmişlerdir. Hâlbuki tarih boyunca toplumsal olaylarda olduğu gibi bilimsel düşünce sisteminin gelişerek bilgi üretebilmesi için gerekli olan özgür eleştiri bilimsellik adı altında engellenmiştir. Bir çok topluluk bu engellemenin farkında olmadan, sanki

bir reçeteye bağlanmış gibi, hazırlanan ilacı alarak bilimsel düşünceye engel olan bir biçimde hapı yutmuştur. Buna en güzel örnek herkesin çok iyi bildiği Öklid geometrisidir. Bu geometri insan doğasına aykırı olarak sadece ideal olan nokta, doğru, düzlem ve hacimlerle uğraşa gelmiştir. Öklid varsayımları iki bin seneye yakın hiç eleştirilmeden veya bazı kişiler tarafından eleştirilse bile diğerleri tarafından savunularak, insanlığın bilimsel ilerlemesi için gerekli olan geometrinin bulunmasını çok geciktirmiştir. Bu engellemelerin her ne kadar başka düşüncelerin üzerine atıldığı zaman zaman görülmekte ise de, bilimsel gelişmenin kendi içindeki bazı bağnazlaşma ve dogmatikleşme durumlarından kaynaklanarak ilerleme kayıt etmediği de görülmektedir. Öklid geometrisi ile doğadaki şekilleri, mesela bir ağacı resmetmek mümkün değildir. Bu ancak 1970 yıllarına doğru gelişen kesirli (fraktal) geometrinin ortaya çıkması ile mümkün olabilmiştir. Bugün bu geometri sayesinde, nerede ise insanın yaptığından ayırt edilmeyecek biçimde resimler ve manzaralar televizyon ve bilgisayar ekranlarında görülmeye başlamıştır (Mandelbrot, 1978). Öklid geometrisinin tam sayılarla uğraşmasına karşılık kesirli (fraktal) geometri kesirli boyutlarla uğraşmaktadır. İnsan doğasına uygun geometri, nokta, doğru, düzlem ve hacimler gibi sırası ile sıfır, bir, iki ve üç tamsayı boyutlu değil de mesela 1,2 veya 3,4 gibi kesirli boyutların geçerli olduğu kesirli geometri ile özgür düşüncesine kavuşabilmiştir. Einstein'ın görecelilik kuramını izah ederken çektiği güçlüklerin başında, Euclid geometrisinin yetersizliği olduğunu unutmamalıyız. Hele son yıllarda 1977'den itibaren gelişme gösteren ve her gün daha da fazla günlük hayatımıza giren kesirli (fractal) geometrinin, günümüz insanına ne gibi ufuklar açtığını da akıldan çıkarmamalıyız.

Aristo'nun kesin ve ikili mantığı yerine, bugün Azerbaycan asıllı Amerikalı Lütfü Askerzade'nin geliştirdiği bulanık (fuzzy) mantığın teknolojik ürünlerde kullanılmaya başlanmasıyla, mantık gibi temel insan düşüncesinde de devrim yapılmıştır (Zadeh, 1999). Tarih boyunca yapılan bilimsel devrimler, eğer bilimsellik adı altında yüzyıllarca inanç biçiminde araştırıcı ve insanlara verilmese idi belki de insanoğlu yüzyıllar önce bugünkü seviyesine ulaşmış, belki de bin sene sonra ulaşabileceği bilimsel ve teknolojik seviyeye gelebilecekti. Bölüm 3'te açıklandığı üzere Aristo mantığı kişiye evet-hayır, A-B, 0-1, beyaz-siyah, doğruyanlış gibi tamamen ikili seçeneklerden bir tanesine karar vererek çıkarımlar yapmasını sağlar. Kişi hayat boyu bu mantığa alıştırıldığı ve bağımsız düşünce özgürlüğü bu ikili seçenek dünyasına hapsedildiği için, özgün olanla evrensel olanı birbirinden kesin olarak ayırma yoluna gitmek zorunda kalmıştır. Ne yazık ki, bu mantık, "dünya görüşü benimle aynı olan" veya "olmayan" gibi kişiyi ikili seçeneğe getirmekte, böyle olunca da ne uzlaşmadan ne de karşılıklı hoş görüden söz etmek mümkün olmamaktadır. Bir toplum ne kadar Aristo mantığından uzaklaşırsa o kadar daha özgür düşünceli, eleştirili, uzlaşmacı ve karşılıklı anlayış ve hoşgörü sahibi olabilir.

Geometri ve mantık alanlarında yukarıdaki bilimsel devrimlere yenilerinin ilave edilmesi, bilimsel inanç ve dogmatik bağlılıkların kırılması ile mümkün olabilmektedir. Kırılması gereken zincirlerden bir diğeri de şimdiye kadar bilimsel çalışmalarda ileri sürülmüş olan doğrusallık (lineerlik) ilkesine sadık kalınmış olmasıdır. Olayların doğrusal olmayışı yani eğriliği (non-lineerliği), yüzyıllarca ve hatta günümüzde bile güncelliğini birçok alanda korumaktadır. Şimdiye kadar nerede ise sayılamayacak kadar bilimsel yasanın hepsi doğrusallık ilkesini içermektedir. Bunun nedeni insanın en basit ve doğrusal düşünme yetisidir. Bu yasaların arasında mekanikte Newton, ısı transferinde Fourier, elektrikte Ohm, malzeme bilimlerinde Hoo-

ke, uzay bilimlerinde Hubble, yer bilimlerinde Darcy, gazların yayılmasında Fick yasaları sayılabilir. Bu yasalar gibi daha birçok yasa, tek bir cümle ile ifade edilebilecek kadar genel ve basittir. İşte bu genelliği ve basitliği sağlayan ilke doğrusallık varsayımıdır. Bütün bu ve benzeri yasalarda temel varsayım, bir değişkenin diğeri ile doğru orantılı ve doğrusal olarak değiştiğidir (Bölüm 2.8.1). Örneğin, Fourier yasasına göre ısı miktarı sıcaklık farkı ile doğru orantılıdır ve doğrusaldır. Tüm diğer kanunlar benzer şekilde ifade edilebilir. Doğal olayların davranışlarında doğrusallık belki kısa zaman ve küçük alanlarda geçerlidir. Oysa uzun zaman ve büyük alanlarda eğrisellik vardır. Eğrisel denklemlerin tamamen belirli mekanik yöntemlere göre çıkarılması belirli kabuller altında mümkündür. Bunların bilgisayarlardaki sayısal çözümleri, başlangıç şartlarında olabilecek milyonda bir farklılıklardan bile etkilenir. Bu durumda belirgin denklem çözümleri tamamen karmaşık (kaotik), acayip çekici denilen yörüngeler üzerinde bulunur. Bir zaman veya konum adımı sonrasında nerede olacağı bilinemez. Bu da belirli ilke ve yasalardan elde edilen denklem çözümlerinin bile belirsizlik denizinde olabileceğini göstermektedir. Böylece çok belirgin sonuçlar sunduğu sanılan bilimin kendisinin, yöntemleri bakımından bile belirsizliklere neden olabildiği anlaşılır.

Yukarıda sayılan basit ve kalıplaşmış düşünceler sonrasında, bilime "donuk olarak, kesin" şeklinde inanmak toplumların gelişmesine engel olmuştur. Bu nedenle gelecekte bilimsel çalışmaların ve ürünlerinin daha fazlaca geliştirilmesi için, aşağıda kısaca özetlenen noktaların göz önünde tutulmasında yarar vardır.

(a) Bilimsel bulgular ilahi yasalar değildir. En nihayet, bunlar bilinmeyenin keşfi için yapılmış uğraşılar sonunda, o zamana kadar insanlığın akıl yürütebildiği ve algılayarak kendisine yararlı hale getirebildiği çıkarımlardır. Nasıl ki

evren sürekli genişlemekte, kıtalar yerlerinde durmayıp devamlı hareket halinde ise doğadaki tüm olay ve şimdilik kesin gözü ile bakılan bulguların da bir gelişme halinde olduğunu asla unutmamak ve onların daha iyiye doğru gelişmesi için sürekli uğraş vermek gerekir.

(b) Unutmamak gerekir ki, bilim tarihi boyunca kesin diye belirtilen sonuçların, ancak çok genel olmayıp daha da genelleştirilmesine veya değişen şartlara göre değiştirilmesi ile çıkarımlar yapılmasına çalışmak gerekir. Bunun için her bulgu veya bilginin ve bilimsel denilen olguların sürekli açığını yakalamaya , onları eleştirerek yanlışlanabilirliklerini bulmaya çalışılmalıdır.

(c) Şimdiye kadar bilim tarihinden alınması gerekli dersleri çıkararak bundan sonraki çalışmalara yön verilmelidir. Bir kişinin ve özellikle de araştırıcı olmaya niyeti olanların düşebileceği en büyük yanlışlık, bilinenlerin o konudaki bilinmeyenleri tamamen kapladığı düşüncesidir. Bu yeryüzündeki coğrafi keşifler için doğrudur ama bilimsel keşifler için yanlıştır. Bugün tıp biliminde bile konu sadece insanın maddi organlarının ve vücudunun sağlığı olmasına rağmen belki de bilinenler bilinmeyenlere göre ancak %15-%20 mesabesinde kalmaktadır.

(d) Belirsizlik yöntemlerine ve parçacık ölçeğinde (küçük ölçeklerde) araştırmalar yapmaya ağırlık verilmesi gereklidir. Bu yazar, dünyanın kalan ömrünün sonuna kadar, insanlığın cevaplayamayacağı nedenlerin bol miktarda bulunacağını ve bu nedenle de sürekli bir araştırma uğraşısının var olacağını düşünmektedir. Özellikle, son yıllarda varılan "belirsizlik içinde belirlilik" sözü bilimsel olarak ne kadar biliniyor desek bile, bilimi gerçekten bilen ve gönül vermiş olan kişiler, bu bilinmezliğin hep var olacağı bilincine daha kendi hayatlarında vakıf olurlar. Eğer bilimi bilmeyenler bilim sözcülüğü yapacak olurlarsa, bunlar "bilimin her derde deva olacağı" şeklindeki bilgisizliklerine

rağmen, bilimi başka amaçları için savunabileceklerdir. Bu da göstermektedir ki gelecekte bilim adamları, bu tür, bilime eleştiri yapamayan, bilimin dokunulmazlığına inanmış, onu bir dogma gibi gören ve her şeye "bilimsel olarak kanıtlanmıştır" diyen kişiler tarafından zorlanacaklar ve belki de aforoz edileceklerdir.

(e) Yapılacak bilimsel ve teknolojik gelişmeler içinde, insan kendisini asla unutmamalıdır. Bilim ve onun nimeti sayılan teknoloji çarkları içinde bugün sürekli olarak barış, denge, düzen, hak ve hukuk gibi beklentileri olan insanlığın, gelecekte de böyle beklentileri sürekli olarak var olacaktır. Bu tür kavramların da bilime bağlanması, onu ütopik olarak dogmalaştırmak ve başka bilgi türlerine yer vermemek olur. Bu yükü bilime yüklememek gerekir, çünkü bu ağırlığı bilim ne çekebilir ne de gerçekleştirebilir. Zaten insanlık tarihine bakıldığında, bilimsel olgu ve uğraşıların bulunmadığı zamanlarda insanların daha sağlıklı ve huzurlu yaşadığı görülmektedir. Buradan "Bilimsiz olmak iyidir." gibi bir sonuç çıkartmak yanlıştır. Ancak bilimin de insan doğasındaki ve toplum yaşamındaki sınırlarının ortaya konulması gereklidir. Bilimde olgusal ve yapay cihaz ile robotların geliştirilmesinin sınırları olmadığı sanılsa bile, dinlenmeden bu sınırları aşmaya ve yeni bilgileri fethetmeye doğru koşulmalıdır. İnsan zihniyet ve dünya görüşündeki sınırların, iyi tespit edilerek ve diğer bilgi türleri ile ahenkleştirilerek, uzlaştırılmalarına önem verilmelidir.

Türkiye Cumhuriyeti olarak, bilim sürecinde bugünkü yerimiz bilinmektedir. Burada bunun ayrıca tartışılmasına geçmekte yarar yoktur. Gelecekte bilim dünyası olarak, mutlaka bundan daha iyi konumlara gelebilmemiz gerekir. Bunun için, kendi tarihimiz içinde bilim tarihinin gelişmesi, ayrıntılı olarak değişik sosyal ve bilimsel toplantılarda gündeme getirilmelidir. Özgür biçimde geleceği daha

da bilimselleştirmek için, önce geçmiş kayıtlar ve bilinen gerçeklerin ayrıntılı çözümlemesi (analizi) ile değişik temel çıkarımlar yapılmalıdır. Daha sonra bu çıkarımların, geleceği üretken yapabilecek sentezleri ortaya koyması gerekir. Bunun için eğitim sistemi, akademisyen ve bilim adamlarının, sadece bilimsel kalıplarda halktan ve daha da önemlisi öğrenciden soyutlanmaması; onlarla günlük hayatın her türlü sosyal, kültürel ve hatta ekonomik yönlerini paylaşarak, tecrübelilerden bilmeyenler ve öğrenmek isteyenlere doğru bir bilgi ve düşünce akışı temin edilmelidir. Burada şu benzetmeyi yapmadan geçemeyeceğim. Yukarıda sayılan basit doğa yasaları, iki değişkenin doğru orantılı ve doğrusal olduğunu var sayarak bugünkü bilimsel yöntem ve tekniklere yol açmıştır. Bu yasaların her birinde değişkenlerden bir tanesi eğim (gradyant) denilen bir değişkendir. Örneğin, ısı akımı sıcaklık farkının bulunması ile olur. Sıcaklık farkının bir içgüdüsü olmadığından, istese de istemese de soğuktan sıcağa doğru akarak iki uç arasında eşitlik oluncaya kadar alış verişe devam eder. Bu ikisi arasında ısı yalıtımlı bir duvar varsa bu takdirde yasa çalışmaz ve eşitlik sağlanamaz. Buna benzer olarak, bilgili kişiler bilgi arayan kişiler ile aralarına bir duvar koyarlarsa (onlarla ilişki içinde olmazlarsa), bilgisi fazla olan kişilerden az olanlara bilgi akışı gerçekleşmez. Bu durum o toplumun bilgi iflası içinde olduğunun ve gelecekte bilgi iletişimini kendi toplum bireyleri arasında sağlayan toplumların esiri olacağının şimdiden bir göstergesidir.

4.2 Geometri

İlk bilimsel bulguların hep geometri ile ilgili olması, yapılan sanat eserlerinde tarihin ilk devirlerinden beri geometrik şekillerin hâkim olması, insanın duyu organları ile ilk algıladığı bilgilerin öncelikle şekil bilgisi (mühendislik) olduğunu gösterir. Bir nesnenin ve ona verilen isimlerin

başkalarına anlatılması durumunda hep onun şeklinden yararlanılır. Mesela, ağaç kelimesini çocuklara izah ederken, onun yere bağlı olduğu, gövdesi, dalları ve yaprakları bulunduğu belirtilirken bir yere veya kâğıt üzerine şekli yaklaşık olarak çizilerek, görsel olarak algılanmasına çalışılır. Aslında her nesnenin bilgisinde onun şeklinin ne olduğu düşüncesi hâkimdir ve verilecek isim de o şekil ile uyum içinde olmalıdır. Yerin top gibi olmasının anlaşılmasından sonra ona yerküre adı verilmiştir. Bilimsel araştırmalar yapılırken, incelenen olayla ilgili olabilecek bütün algılanabilen şekillerin bilinmesi veya zihinde o olay ile ilgili bazı bulgular ortaya çıktıktan sonra, onun basit bir kroki ile bile olsa şeklinin çizilmesinde sayısız yararlar vardır. Büyük düşünürlerden İbni Haldun 14'üncü asırda "İnsan zihninin olayları geometrisi ile kavraması halinde, o zihnin yanılmasına hemen hemen imkân yoktur." demiştir. Bu sebeple, bilimsel çalışmaların başında matematik ve fizik gerçeklerden önce, onun geometrisinin bilinmesi halinde ilerlemeler daha süratli olur. Buna gösterilebilecek misallere bilim tarihinin her anında rastlamak mümkündür. Atomların bir çekirdek ve onun etrafında dolanan elektronlardan ibaret olduğunu basitçe izah edebilmek için, onun iç içe daireler şeklinde geometrisi çizilmiştir. Gerçekten de bir araştırıcı, mühendis veya sanatkâr, uğraştığı varlığın geometrisini zihninde canlandırabildiği kadarı ile yapacağı çalışmalarda başarılı olabilir. Geometri sadece incelenen olay ile ilgili buluşların yapılması için bir temel teşkil etmesinden öte, o olayın başkalarına en kısa ve nesnel (objektif) olarak öğretilmesinin de anahtarıdır. Mühendislik yapılarındaki planların hazırlanması, hep geometri ile ilgili gerçeğin farkında olunmadan da olsa işin içine girmesidir. Matematik ve fizik gibi temel bilimler bile geometri ile gelişir. Sonuç olarak geometriyi temel bilimlerin temeli saymak gerekir. Mümkün olsa da üniversite

eğitimi sırasında özellikle mühendislik öğrencilerine bol bol matematik dersleri verecek yerde, fazlaca geometri dersleri verilebilse. Bu durumda bilimsel faaliyetlerin daha da artacağını bu yazar tecrübelerine dayanarak söyleyebilmektedir.

"İkici dereceden bir denklemin kökleri nasıl hesap edilir?" sorusuna akademisyenler dâhil, verilecek hazır cevap mekanik olarak ezbere bir formüldür. "Bu formülde verilen denklemin sabitleri yerine konularak iki kök hesap edilebilir." denir. Ancak temel bir soru olarak "Bu yazdığınız denklemin çıkarılışını izah eder misiniz?" ve "Bu denklem çözümünü kim bulmuştur?" sorularının muhatabı olanların zihinlerinde bir dizi batılı bilim adamlarının isimleri resmigeçit yapacaktır. Sonunda öğrenciye tatmin olmayacağı bir cevap verilecektir. Hâlbuki böyle bir denklemin çözümünü El-Harizmi (Algoritma) isimli Müslüman bilim adamı, daha 9'uncu asırda geometri yolu ile aşağıdaki gibi kesin kurallara bağlamıştır. İkinci dereceden denklemin ($ax^2 + bx + c = 0$) kökleri (x_1 ve x_2) aşağıdaki ifadeden hesaplanır.

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

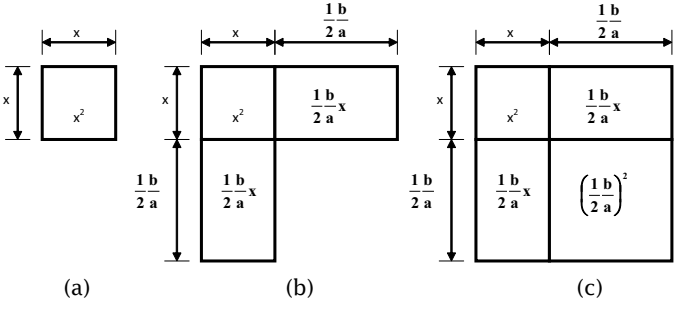
Bu denklemin çıkarılmasında, aşağıda açıklanan şekilde bir geometri kullanılmıştır. Geometrinin (tasarımın) ve bununla ilgili olarak da geometrici dediğimiz mühendislikte, tasarımın ne kadar önemli olduğunu anlayabilmemiz için aşağıda verilen 2. dereceden denklemin köklerini bulmaya çalışalım.

$$a^2+b+c=0$$

veya her iki tarafın a'ya bölünmesi ile

$$x^2+\frac{b}{a}x+\frac{c}{a}=0$$

olur. Simgelerle verilen böyle bir denklemi, önce sözel ve sözlerin de tasarım açısından belirttikleri şekilleri terim terim düşünelim. İlk terimin Türkçe anlamı "x KARE"dir. Bu terimde KARE sözü zihnimizde neyi tasarlamamıza yardım ediyorsa onu kâğıt üzerine dökersek bu Şekil 18a'daki bir karedir. Buradan da, x^2 teriminin bu karenin alanı ile temsil edilebileceği çıkarımına varılmıştır. Böylece denklemin 1. teriminin tasarımı yapılmıştır. Şimdi ikinci terime birinci terim gibi bir geometrik anlam vermek istersek, bunun da kare yerine önceki karenin bir kenarını kenar olarak kabul eden bir dikdörtgen olduğunu söyleyebiliriz. Ancak dikdörtgen tasarımı için hangi kenarı alalım diye düşünürsek bunların 2 tanesini alarak ve her bir dikdörtgenin diğer kenarı b/2a olacak şekilde düşünürsek Şekil 18b ortaya çıkar.



Şekil 18 İkinci derecede denklem tasarımı

Bu şekilden alanın, her bir kenarı (x + b/2a) olan büyük bir kareye tamamlanabileceği açıkça görülmektedir (Şekil 18c). Şimdi bu büyük karenin alanı düşünüldüğünde bunun,

$$\left(x+\frac{1}{2}\frac{b}{a}\right)^2 = x^2+\frac{b}{a}x+\left(\frac{1}{2}\frac{b}{a}\right)^2$$

olduğu anlaşılır. Daha önceki esas denklemden bu son denklemin sağ tarafındaki ilk 2 terimin toplamının – c/a olduğu bilindiğinden bu değerin yerine konulması ile,

$$\left(x+\frac{1}{2}\frac{b}{a}\right)^2 = -c+\left(\frac{1}{2}\frac{b}{a}\right)^2$$

elde edilir. Tasarım sonucunda ulaşılan bu denklemin iki tarafının kare kökünün alınması ile bulunacak denklem,

$$\left(x+\frac{1}{2}\frac{b}{a}\right)=\pm\sqrt{-c+\left(\frac{1}{2}\frac{b}{a}\right)^2}$$

olur. Buradan da gerekli basit işlemlerin yapılması sonucunda,

$$x_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$$

bulunur. Sözel kelime anlamlarından, geometri kullanılarak uygun bir tasarım yapılması sonucunda ikinci dereceden denklemin çözümünün ne kadar akılcı, eğitici, düşünce ürünü ve basit olduğu anlaşılır. Acaba kaç tane mühendis bu eleştirel, akılcı ve mantık yolu ile ikinci dereceden denklemin çözümünü biliyordu? Sanırım buna cevap belki %1'den bile az olacaktır. "Köklerin bulunması için ezberlenen bu son çıkarılan denklemin bilinme oranı yüzde kaçtır?" diye sorulsa, sanırım cevap en azından % 99 çıkacaktır. İşte bilmek ve yukarıda açık-seçik olarak çıkarımı geometri ile (tasarımla) açıklanan bilgilenmek arasındaki fark budur. Biri ezberci, donuk, dogmatik, nakilci, köle zihniyetini nakşederken, diğeri hareketli (dinamik) bir felsefe (eleştirel düşünce) ile mantık çıkarımlarının akılcı kullanımıdır.

Yazar kullanılan tüm mühendislik formülasyonlarının birer sözel altlığının bulunduğunu iddia etmektedir. Sözel altlığın verimli olması için felsefe düşüncesi ile mantık

çıkarım kurallarının akıllıca kullanılması gereklidir. Sözel işleyişi bilinen her şeyin, düşünce hareketliliğine (dinamikliğine) maruz bırakılarak eksik, aksak ve incelenen durum için geçersiz olan kısımları tıpkı bir bilgisayar yazılımının mikroplardan (virüslerden) temizlenmesine benzer şekilde açık-seçik ve şeffaf bir niteliğe kavuşturulması mümkündür. Bunun yapılabilmesi için felsefe düşünceleri ile üretilen değişik seçeneklerin, mantık süzgecinden geçirilerek akıllıca olgunlaştırılması gereklidir. Unutulmaması gereken bir başka mühendislik noktası da, ne kadar felsefe ve mantık sürecinden bile geçirilse, elde edilen son ürün tekrar felsefe düşüncelerine maruz bırakılınca mutlaka eleştirilebilir. Böylece felsefenin sınırlarının olmadığı, çıkarılan tüm formülasyonların eleştirel düşünce ile daha da iyileştirilebileceği anlaşılır. Ancak mühendislik kullanımlarda sınırların bulunduğunu anlarız. Mühendislik çıkarımlarındaki sınırlar da belirli bir süre sabit kalabilir. Bu sınırların gelişmişlik bölgesini artıracak şekilde daha da öteye genişletilmesi sözel bilgilerle olur.

Burada bir başka sözel çıkarım sürecini mühendislik açısından tartışmakta yarar vardır. Bir mühendisin her zaman bu ve benzeri çıkarımları yapabilme isteğinde bulunmasının hem kendi kişiliğine, hem mühendislik mesleğine hem de topluma faydaları vardır. Mesela, bir telin direncinin nasıl bir bilgi üretkenliğine sebep olabileceğini düşünelim. Burada da akılcı çıkarımda bulunacağız ve sonuçta geleceğimiz aşamada göreceğiz ki bazı büyüklüklerin sayısallaştırılması için deney yapılması gerekecektir. Mühendis, bilimsel çıkarımların sadece akıl ile değil gerektiğinde ona destek olabilecek deneylerin de işin içine katılması ile başarılabileceğini bilmelidir. Bir telin direncini, D ile simgeler ve bunu nasıl ifade edebiliriz diye düşünürsek, telin geometrik boyutu ve yapıldığı maddeyi göz önünde tutulmalıyız. Tasarımları da (şekil bilgileri) göz önünde

tutarak direnci ifade etmemiz gerekirse, öncelikle telin bir kesitinin (dairesel olabilir veya olamaz) ve uzunluğunun bulunduğunu biliriz. Bu şekil büyüklüklerinin direnci ne şekilde etkileyecekleri ayrı ayrı düşünülürse, bunlardan direncin kesit alanı (A) ile ters, ama uzunluk (U) ile doğru orantılı olacağı sonucuna akıl ile varabiliriz. Direncin kesit alanı ve uzunlukla olan bu orantılarını bir arada aşağıdaki biçimde simgeleyebiliriz.

$$D \, o \, \frac{U}{A}$$

Burada "o" Türkçe orantılılığı (Yunanca α değil) gösterir. Bu son ifade asla bir eşitlik değildir. Bu ifadenin mühendislerin oldukça sevdikleri bir denklem haline getirilmesi bir orantılılık sabitinin (s) kullanılması ile elde edilebilir.

$$D = s \frac{U}{A}$$

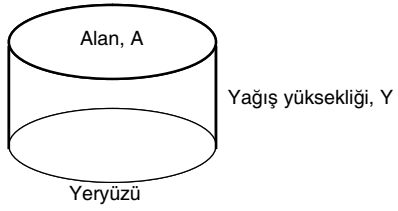
Böylelikle denklemlerin akıl ile nasıl çıkarıldığı konusunda da mühendisin bilgilenmesi temin edilmektedir. Hiç sayısal yönü olmayan ve sadece sözel düşünce, yorumlama ve mantık kullanılarak akıllıca çıkarılan bu denklemde, s katsayısının ne anlama geldiğini anlamamız ve ona göre uygun bir isim seçmemiz gerekir. s'nin yalnız bırakılması ile simge ifadesi eşitlik olarak,

$$s = D \frac{A}{U}$$

halini alır. Bu ifadeden s'nin sözel yorumunu yaparsak, onun birim uzunluk ve birim tel kesiti alanında ortaya çıkabilecek direnç olduğunu anlarız. Uzunluk ve alan birim olunca bunların tanımladıkları hacim de birim olur. O halde, bu sabite birim hacmin direnci de diyebiliriz. Bunun yaygın olarak bilinen adı ise özgül dirençtir. Böylece bir telin iletkenliğinin ne anlama geldiği anlaşılır. Direnci

yüksek olan bir telin sıcaklığı artar. O halde fazla direnç gösteren tellerin sıcaklık dolayısı ile saçacağı ışık da artacağından, bir telin fazla ışık vermesi için kesit alanının çok küçük uzunluğunun ise çok fazla olması istenir. Buradan ampullerdeki tellerin neden mümkün olduğu kadar uzun ve az kesit alanı olacak sarmal şekillerde imal edildiğini anlarız.

Mühendislikte kullanılan bir diğer yaklaşım, taşkınlarla ilgili basit bir yöntemdir ki buna akılcı (rasyonel) yöntem adı verilir. Bunun yine kara kutu şeklinde modellenmesi ve tasarımının yapılması için aşağıdaki gibi hareketli (dinamik) düşünceden yararlıdır. Yağışların nasıl yüzey akışı haline geçtiğini düşünelim. Burada yağışların her noktada (alan olarak) aynı yükseklikte düştüğünü ve yeryüzüne ulaştığı andaki miktarının Y olduğunu düşünelim (Şekil 19). Silindir şeklinde bir yeryüzü alanı ve bunun üzerinde yağışı temsil eden bir hacmi düşünelim.



Şekil 19 Alan-yağış ilişkisi

Yağış miktarının eş derinlikte olması halinde, birim alana gelen miktarını sadece yağış yüksekliği (Y) cinsinden ifade etmek mümkündür. Şekil 19'dan A alanına sahip bir yüzeye düşen yağış hacminin V olduğu düşünülürse,

$$V=AY$$

elde edilir. Yalnız burada yağışın belirli bir zamanda yağmış olduğu var sayılmıştır. Eğer yağışın Z zaman süresinde yağdığı kabul edilirse, bu ifadenin her iki tarafının Z ile

bölünmesi ile sol tarafta birim zamandaki hacim elde edilir ki buna tarif olarak debi (d) diyebiliriz. Birim zamandaki yağış yüksekliğine de yağış hızı veya şiddeti (ş) dersek, alan sabit olduğundan önceki denklemi

$$d=Aş$$

şeklinde yazabiliriz. Bu ilişkide ş, henüz buharlaşma ve sızma kayıplarının bulunmadığı kabulü ile yeryüzüne bulutlardan inen yağışın şiddetini gösterir. Akış miktarını bilmek istediğimizden henüz akışa geçmemiş olan bu miktarın bir kısmının akışa geçeceği düşüncesi ile önceki simge ifadesinin belirli bir katsayı ile çarpılmasının gerekliliği sonucuna varılır. Buna göre akışın debisi (d_a), yağışınkinden daha küçük olacağından önceki denklemin 1'den küçük sabit bir katsayı (s) ile çarpılmasının gerektiğini anlarız. Böylece,

$$d_a=sAş$$

olur. Buradaki sabitin ne anlama geldiği hem tarif hem de fizik olarak açıklanabilir. Öncelikle fizik açıdan bu sabit yağışların akışa geçmesi oranını gösterdiğinden buna 'akış katsayısı' adı verilir. Terim olarak açıklaması ise, önceki denklemden s'nin yalnız bırakılması ile elde edilir.

$$s=\frac{d_a}{Aş}$$

Buradan da s akış katsayısının birim alanda birim yağış şiddetinin ortaya çıkaracağı akış debisi olacağı görülür. Ayrıca $s = d_a/d$ olarak da yazılabileceğinden s'ye birim yağış debisine karşı gelen akış debisi anlamı da yüklenebilir. Burada sorgulanabilecek bir başka nokta, s'nin mühendislik açısından biriminin ne olacağıdır? Birim çözümlemesinin yapılması ile akış katsayısının boyutsuz olduğu anlaşılır. Daha önce Hooke kanunundaki E için söylenenlerin tümü burada da geçerlidir (Bölüm 2.8). Gerilme yerine akış debi-

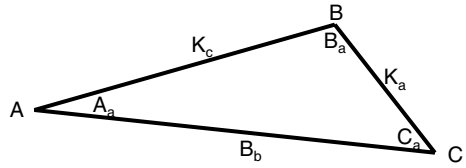
si, şekil değiştirme yerine de birim alandaki yağış şiddeti alınmalıdır.

Yukarıdaki misal ve açıklamalardan, mühendislikte de bilimsellik ve bunun neticesinde formülasyon, yöntem ve algoritmalarda ilerlemeler kaydedilebileceği ortaya çıkmaktadır. Bir mühendisin bu ilkeleri göz önünde tutarak karşılaştığı tüm formülasyon, yöntem ve algoritmalara şüphe ile bakması ve onları elinden geldiğince sözelleştirmesi gerekir.

Sonuç olarak bilimsel çalışmaların ilk adım anahtarının, matematik bilgisi olduğunu düşünmeyelim, aslında ilk anahtar varlıkların şekil bilgisi olan geometridir.

4.3 Akılcılık

Çok kişi "rasyonalizm" diye bir kelimeyi ömrü boyunca işitmiş olmasına karşılık bunun ne anlama geldiğini açıklayamayabilir. Sanki bütün bilimsel bilgilerin hepsinin bu kelime ile söylenmek istenilen manaya geldiğini düşünebilir, savunabilir, hatta ısrarcı bile olabilir. Bu ısrarını inanç ile nerede ise iman etmişçesine algılayabilir. O kişiyi bu düşünüşlerinden dolayı kınamamak gerekir, çünkü yetiştiği ortam veya eğitim sisteminin ezberci varlığı onu bu noktaya inandırmış olabilir. Her kelimenin köken bilgisi (etimoloji) ile bu bilginin nedenlerinin eleştirel olarak araştırılarak, anlam bilgisinin (epistemoloji) ortaya koyulması gereklidir. Önce Türkçe'mizde rasyonel kelimesinin ne anlama geldiğini düşünürsek bunun "akılcılık" demek olduğunu öğrenerek, artık bilir hale geliriz. Bilmek yetmez, bunun bilgi temellerinin neler olduğunu da yine aklımızla anlamaya çalışmamız gerekir. Kelime anlamı akılcılık olan bu bilgi edinme tarzının anlamını sorgularsak, bunun insanın kendi iç dünyasında nerede ise ideal olarak var saydığı veya algıladığı bilgiler üzerinde temellendirilmesi yoluna gidebiliriz. Buradan da bir insanın, düşünce dünyasında hayal kurduktan sonra, kurduğu hayalin şeklini yine zihninde canlandırarak bazı çıkarımlarda bulunması gereklidir. Mesela, insanın etrafındaki nesnel dünyasında nokta, doğru, düzlem, üçgen vb. şekiller bulunmamaktadır. Bunların tümü iç dünyamızın bizlere kavrattığı ideal olgulardır. Bunları bildikten sonra nesnel dünyamızdaki cisimlerin her birini, bunlara veya bunların bir araya gelmesi ile ortaya çıkan şekillere benzeterek, yorumlamalarımızı yapmaya başlarız. Böylece yine mühendisliğin esas konusu olan şekil bilgisi deryasına girmiş olmaktayız. O halde mühendisin şekilleri de, örneğin, bir mühendisin kâğıda düzgün şekiller halinde çizdiği tüm yapı, makine, düzenek vb. aklımızda var olarak canlandırdığımız bazı temel (ideal, nesnel dünyada bulunmayan) şekil varsayımlarının birer benzeridir. Akılda canlanan bu şekiller insan düşünce dünyasını tetikler ve bazı olgulara akılcılık ile ulaşılmasını sağlayarak örgün bir bilgi yumağına varılmasına sebep olur. Buna örnek teşkil etmesi bakımından bir üçgen şeklini aklımızda canlandırır ve bu canlandırmayı şekil olarak bir kâğıt üzerine dökersek Şekil 20'deki deseni elde ederiz.



Şekil 20 Üçgen şekli

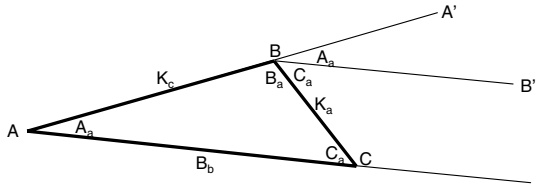
"Bu şekil, bir mühendisin tasarlayabileceği en basit plandır." diyebiliriz. Bundan yararlanmak için, önce mühendisin bu şeklin farklı özelliklerinin neler olabileceği hakkında akıl yürüterek, onun bazı özelliklerini ortaya çıkarmaya niyet ettiği andan itibaren, artık kendisini bilen konumundan soyutlayarak bilgili olmak (bilimsel düşün-

mek, bilgi üretmek) konumuna yükseltmeye çalışır. Elde edeceği yeni bilgiler onun, düşünce ve sonrası akıl çıkarım sürecinin enerji kaynağı olur ve mühendis üreteceği bilgilerle kendisini ödüllendirir hale gelir. Kendi aklını eğitmeye başlar. Gelecekte mühendisin bu tür sorgulama ve daha karmaşık düşüncelerle, olayların şekilleri ile temellenmiş çok fazla sayıda bilgi üretmesine yol açar. Bilginin kendisini sorgulayarak bilgi seviyesini artırır. Bu yola girdikten sonra onun için deney yapmaya bile gerek kalmaz, çünkü aklı ile çok kesin ve şüphe edilmeyecek bilgilere ulaşabilir. Yeni doğan çocuğa nasıl isim vererek hayatı boyunca onu kısaca tanımaya ve tanımlamaya koyuluyorsak, bilgi üretiminde de her türlü yeni kavramı, tıpkı bir çocuk gibi isimlendirmemiz gerekir. Böylece hem bilgi iletişimini sağlayacak bir ortam ortaya koyabiliriz, hem de o kavramın şeklini artık o isim ile kolayca algılayabiliriz.

Şekil 20'ye bakınca bunun üç tane doğru parçasından meydana geldiği ve komşu doğruların kesişmesi ile köşe kavramının ortaya çıktığını anlarız. O halde her bir köşeye ayrı ayrı isim vermek gerekir. Burada A, B ve C isimleri verilmiştir. Her köşe aslında iki doğrunun kesiştiği bir kırık çizgiyi tanımlar. Bu iki doğru arasında bir açının olduğunu da görürüz. Burada açı kelimesine de isimler verirsek bunlara A_a, B_a ve C_a açıları diyebiliriz. İlk yapılanmadaki doğru parçaları da birer kenarı belirttiklerinden bunların isimleri de K_a, K_b ve K_c olabilir. Tüm bu isimler Şekil 20'de gösterilerek "ana" diyebileceğimiz üçgenin pek çok çocuğunun (öğesinin) olduğunu anlarız. Tüm bu isimlendirmeler akıl ile yapılmıştır. İnsanın dışındaki nesneler dünyasının buna bir etkisi olmamıştır.

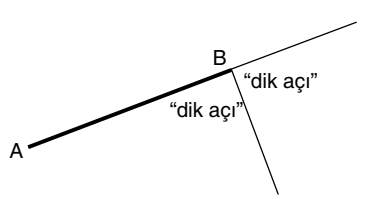
Üçgen tüm öğeleri ile bu şekilde akılda canlandığına göre, akla gelen ilk sorulardan biri "Acaba değişik üçgen öğeleri arasında bir ilişki var mıdır?" olur. Böyle bir ilişkinin var olabileceğini düşünerek, buna ulaşmaya çalışılır.

Burada önce aynı kümede olan öğeler arasında ilişki olup olmadığı araştırılırsa, akla hemen açılar gelir. Bunun için Şekil 21'deki gibi B köşesinden onun karşısında olan kenara bir paralel çizilirse açılar arasında nasıl bir ilişkinin olabileceğini bulabiliriz.



Şekil 21 Üçgen açı ilişkileri

Mühendis temel üçgen yapısına ilave bir takım öğeleri de ilave ederek (burada şekil yapısını) yorumlamaya koyulur. Dikkatlice ve akıllıca yapılan görsel akılcılık yolu ile B köşesinde üçgenin üç açısının da birbirine komşu haline geldiğini görerek, bu üç açının toplamının bir "doğru açıya" eşit olduğunu anlar. Bu çok önemli bir bilgidir. Artık bir üçgenin iç açılarının toplamının üçgenin şekli ne olursa olsun mutlaka bir "doğru açıya" eşit olduğu genellemesini yaparak akılcı bir çıkarımda bulunur. Bu çıkarım bilgisinin doğruluğundan asla şüphe edilmez. Burada mutlak doğruluk söz konusudur. Bunun bir alt çıkarımı olarak her "doğru açının" iki "dik açı" toplamına eşit olduğunu (bak Şekil 22) anladıktan sonra "bir üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açıya eşit olduğu" akılcı çıkarımına ulaşılır.



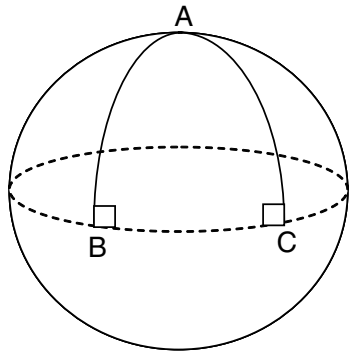
Şekil 22 Dik açı tanımı

Dik açı nedir diye sorulacak olursa buna da Türkçe olarak "Madem ki bir açı, iki kenar arasındaki dairesel açılımdır, o halde dik açı durumunda kenarlardan birinin diğeri üzerinde izdüşümü yoksa bu dik açıdır." deriz.

Klasik eğitim almış ve sayılara alışmış olan okuyucu hemen dik açının 90^o ve doğru açının da 180^0 olduğunu düşünmüştür. İşte bu sayılar aslında akıllıca çıkarılmış olan bu açı türlerine sayısal olarak verilmiş isimlerden başka bir şey değildir. Okuyucu şimdi bir düşünsün bakalım. Yukarıda sözel olarak ispatlanan çıkarım olan "bir üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açıya eşit olduğu" çıkarımı mı yoksa "Bir üçgenin iç açılarının toplamı 180^o'ye eşittir." demek mi daha akılcıdır? Yukarıdaki sözel çıkarım her zaman doğrudur ama üçgenin iç açılarının toplamının sayısal olarak 400^o olması esas alınarak yapılacak bir atama, bugün için bize çok ters gelir ama doğru olabilir. Bunun anlamı sayısal çıkarımlar değil de sözel akılcı çıkarımların, en doğru ve genel bilgiler olduğudur. Yukarıda yapılan çıkarımların tümü geometri, şekil bilgisi, mühendislik ve tasarım konularındaki bilgilerdir.

Şimdi bir başka ilişkiye bakmak istesek ve bu sefer "Acaba kenarlar (kenar uzunlukları) arasında bir ilişki var mı?" diye sorsak, bunu da düşünmek gerekir. Akılcı düşünce biraz gecikme ile bize şu çıkarımın geçerli olmasını adeta dikte eder. "Bir üçgende komşu iki kenarın kenar uzunlukları toplamı üçüncü kenarın uzunluğundan daha büyük olmalıdır.". Aksi takdirde bir üçgen hayal etmek bile mümkün olmaz.

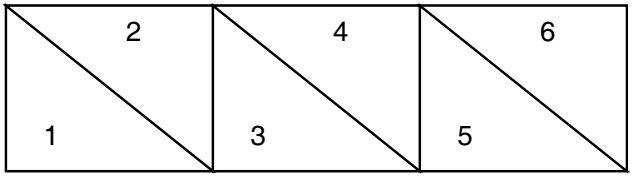
Yukarıdaki çıkarımların tümü düzlem üzerindeki üçgenler için geçerlidir. Eğer üçgen bir eğik yüzey (mesela küre yüzeyi) üzerinde yani eğik üçgen ise başka çıkarımlar yapmak mümkündür. Buna bir örnek olarak Şekil 23'te gösterilen, yarım küre üzerindeki ABC üçgenini verelim.



Şekil 23 Küresel üçgen

Bu şekilde üst yarı küre üzerindeki ABC üçgeninin, B ve C açılarının birer "dik açı" oldukları düşünülürse, küresel bir yüzey üzerindeki üçgenin iç açılarının toplamının iki dik açıya eşit olmadığı akılcı bir şekilde görülür.

Şimdi "Mühendislik açısından üçgenlerin başka faydaları var mıdır?" sorusuna cevap aradığımızda, birçok tasarımda bunların varlıklarını görürüz. Özellikle inşaat ve benzeri arazide çalışan mühendislerin, "topografya" yani "yüzey şekilleri" olarak gördükleri dersler ve uygulamalarında sıkça karşılaştıkları "triangülarizasyon", Türkçe "üçgenleştirme" veya " üçgenlere parçalama" anlamına gelen çok temel bir işlemden söz etmeden geçmek mümkün değildir. Topografya ölçümleri arazide yapılırken, teodolit ile hep üç komşu noktanın konum ve yükseltileri hesaplanarak eş yükselti eğrileri çizilir. Bu üç noktanın belirlediği üçgenler sayesinde eğimler de tespit edilebilir. Yapı mühendisliğinde üçgen bir temel şekil çok önemli özelliklere sahiptir. Buna misal olarak Şekil 24'teki gibi bir kafes sistemi düşünelim.



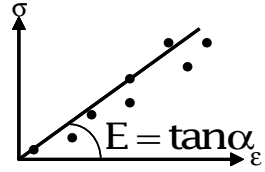
Şekil 24 Üçgen kafes sistemi

Burada 1 numaralı üçgenin her bir köşesinde kaynak bile olmadan üzerine gelen kuvvetlere rağmen şeklini koruyacağı açıkça görülür. Bunun için gerek ve yeter şartın üçgen kenarlarının dayanıklı malzemeden (çelik gibi) yapılması ve köşelerinin de birbiri ile çivi şeklinde yine sağlam perçinlerle birleştirilmiş olmasıdır. Bu kafesteki tüm üçgenler bu ilk üçgenin ya aynısı veya 2, 4 ve 6 üçgenlerinde olduğu üzere belirli bir açı ile (180^o) döndürülmüş halidir. Böylece ilk üçgene benzerlerinin ilave edilmesi ile değişik büyüklük ve açıklıkta kafes sistemler elde edilerek, mühendislikte kullanılabilen en basit taşıyıcı elemanlar elde edilir.

4.4 Deneycilik

Bilgilerin akılcı olarak algılanmasının yetmeyeceği ve her türlüsünün mutlaka bir sınamadan (testten) geçirilmesinin gerektiği görüşü deneycilik yolunu açmıştır. Burada akıl ile algılansa bile bilgilerin doğru olarak kabul edilmesinin mümkün olmayacağı, bunların sadece deneycilik ile sınandıktan sonra bilgi özelliğini kazanacağı görüşüne yer verilmiştir. Önceki kısımda açıklanan akılcılık dışında, yine akıl ile ulaşılan birçok bilginin insanı yanıltabileceği esas alınarak, deneyciliğin özellikle bilimsel bilgi üretimini sağlayan bir makine olduğu düşünülmüştür. Bölüm 2.8'de açıklanan elastisite modülü sayısal değerinin elde edilmesi için mutlaka bir dizi deneyin yapılması gereklidir. Bunun için aynı geometrik şekle sahip ve aynı malzemeden imal

edilmiş, mesela çelik çubuk numuneleri çekme deneyine tabi tutularak, artırılan kuvvet (gerilme) ile değişen şekil değiştirme ölçülürse Şekil 25'teki gibi bir saçılma diyagramı elde edilir. Buradaki her bir nokta yapılan ölçümün bir sonucudur. Malzemenin tektür (homojen) ve tekyön (izotrop) olmasına ilave olarak, çelik numunesi geometrisinin de ideal olarak aynı kesite sahip olması durumunda, akılcı olarak küçük gerilmelerde bir doğrusal ilişki ortaya çıkmalıdır. Ancak tektür, tekyön ve eşit geometrik kesitlere sahip olmayan malzeme durumunda, ortaya ölçüm noktalarının bir doğru etrafında saçılımı çıkar. İşte bu saçılım diyagramına en iyi uyan (göz kararı) doğrunun eğimi artık sayısal olarak elastisite modülünün değerini verir.



Şekil 25. Deneyci elastisite modülü

4.5 Uzman görüş

Bir mühendis, hayatı boyunca yaptığı işlerin tekrarı olan durumlardan da anlamlı çıkarımlarda bulunarak ve kendi kendisini eğiterek, daha yüksek bilgi seviyelerine ulaşabilir. Kişinin kendisine özgü deneyim, sorgulama, eleştirme ve aklını kullanarak bir takım önerilerde bulunup bazı pratik çıkarımlara (bilgilere) ulaşması hareketliliğine (dinamikliğine) uzman görüş denir. Bunların tekrar tekrar eleştirisizce yapılması kişinin ezbere, yapay, cansız ve donuk bilmelere ulaşılmasını sağlar ki, bu uzmanlıktan başka bir şey olup, buna belki işin teknisyenliği bile denilemez. Teknisyenlik çok önemli bir ara elemandır. Ancak

eleştirel düşünerek kendi kendisini eğiten bir teknisyen, unvanının teknisyen olmasına karşılık kendisini belirli konularda uzmanlaştırması sonucunda, bilgi bakımından klasik mühendisin hatta üniversite öğretim üyesinin bile üstüne çıkabilir. Toplumumuzda unvanlara her şeyden fazla önem verildiği için bu kişilerin görüşleri maalesef yeteri kadar saygınlık görmemektedir.

Bir mühendisin uzmanlık ve görüşlerinin artması için eğitim sırasında tasarıma çok önem veren tartışmalı, sorgulamalı ve üretime yönelik dersler almış olması gerekir. Mezuniyet sonrasında da eleştirel düşünce ve sözel bilgilere önem verip, karşılaştığı sorunun öncelikle zihninde bir tasarımını yaparak, sözel bilgileri çıkarması gerekmektedir. Uzman görüş her kişide aynı seviyede gelişmez. Bir uzmanın görüşü az da olsa diğerlerinden farklıdır. Bu farklılıklar incelenen olay hakkındaki bilgilerin ezbere, otomatik olmamasını gösterir. Farklılıklarda yeni buluşlar, görüşler, keşifler, yenilikçilik ve teknolojik gelişmeler yatar. Bir mühendis bildiği veya öğretildiği donuk formüllerle uzmanlık kazanamaz. Uzmanlık için sadece kitap, hoca bilgisi veya kataloglar ve internet bilgileri de yetmez. Bilgi kaynaklarından alınan bilgiler hareketsiz olursa (üretkenliğe yön verecek biçimde dinamik olmazsa), uzman görüş sadece mühendislik eğitimi sırasında alınan veya zihnine yüklenen bilgilerin bir çöplüğü haline gelir ve hayat boyunca gelişemez.

Uzman görüş kazanmada en önemli anahtar, elde edilen bilgilerin mutlaka sorgulanarak ve değişik yönlerden değerlendirilerek, zihinde o bilginin bir kavramının, tasarımının ve onunla ilgili önerme ve mantık çıkarımlarının yapılabilmesidir. Bundan 30-40 yıl önce mühendislik formülasyon, algoritma vb. bilgi kaynaklarına önem verirdi. Bilimsel çalışma ve araştırmalarda bile, hep simge mantığı (matematik denklemler) kullanılarak, bir takım bilimsel ilkelerle (kütlenin, enerjinin ve momentumun korunum kanunları) incelenen sorunların üstesinden gelebilecek formülasyonların ortaya çıkarılmasına çalışılırdı. Son zamanlarda bunların dışında insan düşünce, beyin yapısı, genleri ve mantığı ile yakından ilgili ve sözel tasarımların şekil bilgisi (geometri, tasarım) görselliği ve buradan da değişik yöntem ve yaklaşımlar ileri sürülmüştür. Bu konular arasında uzman görüş, yapay zekâ, yapay sinir ağları, bulanık mantık, genetik algoritmalar gibi bugün mühendislik çözümlerinin daha sosyal, ekonomik ve hızlı çözümlemelerini yapabilen algoritmalar geliştirilmiştir (Şen, 2004a,b; Şen, 2010a). Bütün bu yaklaşımların temelinde, sözel düşünce ürünleri ve bunların daha sonra bilgisayar yazılımları ile aynen mühendisin düşüncesini yansıtacak biçimde gerçekleştirilmeye çalışılması uğraşıları bulunmaktadır.

Bugün değişik kamu kuruluşlarında ve hatta özel şirketlerde, üniversite öğretim üyelerinden daha fazla hareketli (dinamik) bilgilerle donanmış ve kendisini yetiştirmiş öyle uzman mühendisler bulunmaktadır ki, bunlardan o kurumların (özellikle devlet kurumlarında) fazlaca yararlanılmadığı açıktır. Maalesef bilgili olmak, uzmanlaşmaktan ziyade "unvanlı" olmak, sanki bilgili ve uzman olmanın onayını yapan bir delil gibi çarpık bir şekilde toplumumuza yerleşmiştir. Bu nedenle özellikle Prof. Dr. Olanlar, sanki hareketli (dinamik) bilgili, uzman ve hatta uzmanların uzmanı gibi genelleştirilmektedir. Hâlbuki bu çok yanlış bir yaklaşımdır. Kuvvet asla unvanda değil bilgidedir. Bilgili olan her zaman ve konumda güçlüdür. Buna bir de hakkı ile alınmış adaletli unvan eklenirse daha da güçlü olur.

Bu konuda çok anlamlı olan bir hatıramdan söz etmeden geçemeyeceğim. Bir zamanlar deprem konusu o kadar gündeme geldi ki, bir belediye kuruluşunda benim bildiğim ve üniversite hocalarını cebinden çıkaracak kadar deprem konusunda pratik bilgi, beceri ve hatta zekâya

sahip mühendislerin olduğunu gördüm. En üstteki yetkililerden bazılarına "Neden bir rapor almak için üniversitelere baş vuruyorsunuz, belki de onlar kâğıt üzerinde kalan, uygulamada pek kullanılmayacak bilgiler bile veriyor olabilirler." dedim. Bunun cevabı benim asla unutamayacağım ve ülkem için üzüldüğüm bir şekilde geldi. Yetkililer üniversitedekilerin verdikleri bilgilerden ziyade yarın her hangi bir sebeple mahkemelik bir durum ortaya çıktığında, "Bakın biz uzman kişilerden (Prof. Dr., Doç. Dr. kısacası unvanlı) ve saygın üniversitelerden rapor aldık." diye kendilerini rahatlıkla savunabileceklerini söylediler. Demek ki genel olarak (istisnalar vardır) raporlar daha ziyade bilirkişi raporları olmakta ama "uzman kişi" raporu olmamaktadır. Bizim toplumumuzda, bilirkişi zaten uzman kişiyi kapsar denilerek işin içinden çıkılabilir. Bilirkişi sadece öğrenerek bilen kişi demektir. Hâlbuki uzman kişi öncelikle öğrenerek, eleştirel sorgulayarak ve yaşayarak bilgilenen kişi demektir.

Uzmanlık alanlarından sanat, bilimsel olmamakla beraber insan düşüncesi sonucunda bir ürünün doğru, iyi ve güzel olarak ortaya konulmasının bir ifadesidir. Kökeninin insan düşüncesi olması bakımından bir felsefe içeriği vardır. Özellikle mühendislikte, bu tür düşüncelerin geometri ile birleşmesi sonucunda değişik mühendislik yapıları ortaya çıkar.

4.6 Mühendislikte bilim ve felsefesi

Bilimin felsefeden en önemli farkı belirli bir örgünlüğünün, yönteminin, akılcı çıkarımlarının, kanunlarının, doğa (fizik) olgularının, varsayım ve teorileri ile bütün bu işlevlerin bir genellemesinin bulunmasıdır. Bu açılardan bakıldığında, mühendislikte her ne kadar bu işlevlerin sonuç olarak bulunmasının gerekli olmasına karşılık, her zaman ve yerde yeterli değildir. Mühendislikte sonuçların bir

eser (ürün) olarak ortaya çıkması sürecinde sanat, estetik ve öznelliğin (kişiselliğin) de bulunabilmesi mümkündür. Bu nedenle her mühendisin aynı soruna yaklaşması klasik olarak aynı olabilir ama felsefe ve bilim düşüncesine sahip olan mühendislerin ürünleri farklılıklar arz eder. Bunun en önemli sebeplerinden biri felsefe esaslı düşünceye sahip olan mühendisin, sürekli bilimsel eleştirel ve şüpheci sorgulamaları onu diğerlerinden az çok ayrıcalıkları ve yenilikleri bulunan çözümlere yönlendirebilir.

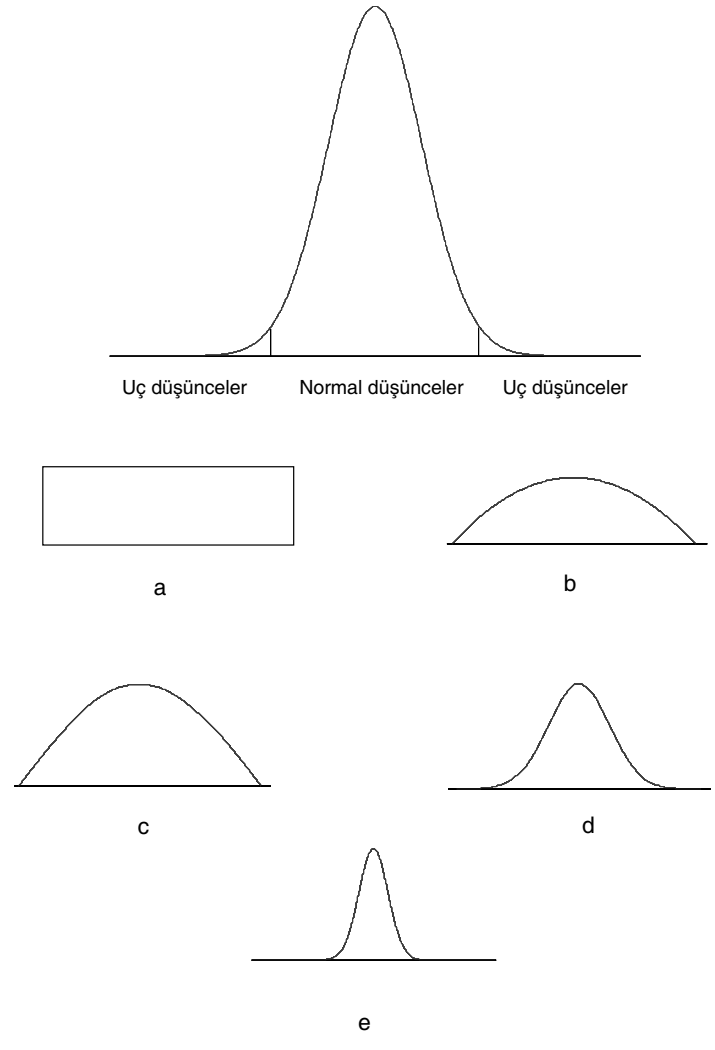
Günümüz mühendislik eğitiminde akılcılıktan çok maalesef nakilcilik ağır bastığından ve bilim tanımının iyi bilinmemesinden, öğrenilen her yöntemin bilimsel olduğu varsayımı en baştan yapılır. Artık bu varsayımın eleştirilmesi düşünülmez ve eğitim sisteminin verdiği öğretiler sanki bir tabu gibi kabullenilir.

Bir mühendisten yeni bilimsel kuramları ortaya koyması beklenmeyebilir ama önüne gelen kuramları akılcı algılaması ve sorgulamasını yaptıktan sonra kullanması beklenmelidir.

Mühendisliğin daha fazla bilim ile iç içe olması için eğitimde ve düşüncede mutlaka felsefe ilkelerine göre şüphecilik ve eleştiriciliğin yayılması gereklidir. Bir mühendis felsefe düşüncesi ile yepyeni kuramlar bulamayabilir ama uğraştığı konulardaki kuram ve varsayımların daha da iyileştirilmesi veya pratik uygulamalarının daha kısa zamanda, ucuza ve güvenilir bir şekilde yapılması için ilave önerilerde bulunabilir. Bu önerilerini kalıplaştırarak her yer ve zamanda aynen uygulamak yerine, bunların ışığı altında yeni konum ve zamanlarda çözüme uygun gelebilecek değişiklikleri de yapabilmelidir. Böylece daha da iyiye doğru bilimsel olarak evrimleşen bir mühendislik anlayışı, yöntemi ve uygulamaları ortaya çıkar.

Bilimsel incelemelerde zaman zaman yeni kuramların ortaya atıldığı veya eskilerinin geliştirildiği görülmektedir.

Bu kuramların bilimsel çalışmalara ışık tutmaları bilimselliklerinin kanıtlanması iledir. Bu bakımdan bilimsel olanı bilimsel olmayandan yani bilimperestlik, hokkabazlık, sihirbazlık ve şarlatanlıktan ayırabilmek için kuramların da bir kontrol sürecinden geçirilmesi gereklidir. Genel olarak, kendi içinde kalmak şartı ile bir kimse bilimperest, şarlatan, sihirbaz vb. düşüncelerle bazı fikirleri ortaya atabilir ve bunları yeri gelince açıklayabilir. Bilimsel fikirlerin gelişmesinde sezgi dâhil olmak üzere sıra dışı ve metafizik ön düşünceler yer alabilir. Bunlardan ilk aşamalarda gocunmak yersiz de olabilir. Her düşünür, özellikle olağan düşünceden veya bir toplumun ortalama düşüncesinden sapan fikir ve kuramları ortaya atarken, belki de normal dağılımın orta noktalarında değil de sağ ve sol kuyruklarında bulunabilir. Bu bakımdan insan düşüncelerinin bir istatistiği yapılabilse, bunun normal dağılıma (Gauss eğrisi) uyması beklenir. Böyle bir dağılımın orta kısımları olağan (normal) düşünceleri, kuyrukları ise sıra dışı, uç, ekstrem veya bilimde anarşist diyebileceğimiz aşırı düşünceleri içerir. Buna göre Şekil 26'dan görüleceği üzere, bilimsel düşünce spektrumunu ilk bakışta kabaca üç kısma ayırmak mümkündür.



Şekil 26. Düşünce dünyası

Bunlardan ortada olan ve çok büyük bir topluluğu içeren kısımda, genellikle örgün eğitim sisteminden geçmiş kişiler ile eğitimi bile olmayan halk toplulukları bulunmaktadır. Buradaki bilimsel düşünceler taklitçi, diğerlerinden kopya etmek, sadece akademik yükseltmelerde başarıya ulaşmak vb. amacı güden bilimsellik değil de, bilimperestlik ve bilimsellik adına dogmatik düşünceyi temsil eder. Bir bakıma dünyada akademik ortamda şan, şöhret, unvan vb. duygularla hedefine ulaşan ancak üretken bilimle ilgilerinin olmadığının bile farkında olmayan düşüncelerin bulunduğu kısım, hep bu ortadaki büyük alandadır. Bu orta kısım Şekil 26'daki eğri altındaki alanın %100'e eşit olduğu düşünülürse, %95'lerden daha büyük kapsamlı bile olabilir. Bir toplumun bilimsel olmayışının ölçütü bile buradan çıkarılabilir. Bir toplumda orta alan ne kadar büyük ise o toplum o kadar bilimsel üretken değildir. Taklitçilik, nakilcilik veya kendi kendini kandırır bir bilimcilik içine düşmüş olabilir.

Bilimsel kuramların gelişmesi, yıkılarak yerine yenilerinin geliştirilmesi, hatta bugün için bazı çevrelerce dışlanan ancak düşünce sisteminde sürekli varlığını gösteren sıra dışı (metafizik) veya duyular ötesi (extrasensory) algılama, hep kuyruk alanlarında vardır. Buradaki sıra dışı düşünceler dogmatik değil de bilimselliği eleştirilerek, yenilikçi ve yeni fikirlerin doğmasına ortam hazırlayan türden algılardır. Bu algıların mutlaka somut olması da gerekmez. Henüz bilimselliği oluşmamış ham düşünceler olarak anlaşılmalıdır. Bir bakıma bilim, örgün (sistematik) bilgi ürününü hedef almıştır. Bu örgünleşme, çok fazla örgün olmayan, sıra dışı veya duyular ötesi diyebileceğimiz karmaşık algılamalarda ortaya çıkabilir. Tıpkı azgın bir denizde dalgaların her bakımdan rastgeleliği olmasına karşılık, bilim gemisinin bir örgünlük içinde yelkeni, dümeni, motoru, gövdesi ve kaptanı ile yüzmesi gibi. Bilimsel düşünce

de böyle azgın ve karmaşık olan düşüncelerin, kendi aralarında bir örgünlüğü olan bilgi haline dönüşmesi ile ortaya çıkar. Nasıl denizlerin zaman zaman fırtınalı, dalgalı azgın olmasını tamamen durdurmak mümkün değilse, bilimsel gelişmeler için gerekli olan tartışmalı ve eleştirel düşünceler de durdurulamaz.

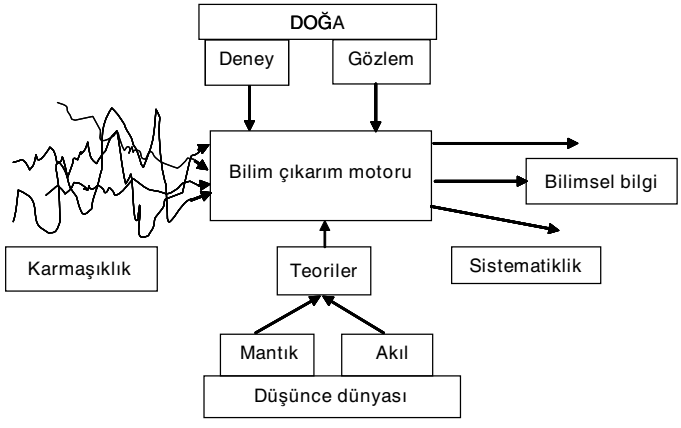
Şekil 26'da iki kuyruk tarafındaki uç veya "sıra dışı" bilimsel düşüncelerin bulunması tam örgün olmadığı gibi, biraz bulanıklık ve çokça da belirsizlik içermektedir. Her iki kuyruk tarafında (sağ ve sol) bilimsel düşünce dünyası için faydalar vardır. Kuyruklarda başlayan bilimsel üretkenlik, zamanla bilimsel görüşlü herkes tarafından benimsenen kuramlar şeklinde orta alana doğru girerek, buralarda daha fazla normal bilimsel faaliyetlere sebep olur. Bu alanda yapılan bilimsel gelişmeler toplum düşüncesinin biraz daha aydınlanmasına sebep olur. Ancak tümden aydınlanmanın gerçekleşmesi çok zaman ister.

Bilimsel düşünceler topluluğunun zamanla evrimi Şekil 26'da belirtilen biçimde olgunlaşarak gelişir. Başlangıçta Şekil 26a'da gösterildiği gibi yatay eksendeki düşünce spektrumu her türlü düşüncenin nerede ise aynı değerde olduğu ideal durumu gösterir. Böyle bir toplumda düşünceler henüz olgunlaşmamış ve örgünleşmemiştir. Burada bilimsel olan veya olmayan düşüncelerin tam kaotik diyebileceğimiz bir kümesi bulunmaktadır. İlk toplumlardaki düşünce böyle bir şekle sahipti. Düşünce spektrumunda bazı bilgilerin örgünleşme ile kümelenerek belirgin faydalı, örgün, üretken, genelleştirilebilir, eleştirilebilir durum alması ile bilimsel bilgiler kümesi kendi arasında dayanışma ile artık bir ortalama etrafında toplanmaya başlar. Bunun ilk misalleri Şekil 26b'de gösterildiği gibi düşünce spektrumu artık örgün bilgilerin yoğunlaştığı bir orta bölge ile henüz bilimsel bilgi haline gelememiş uç (kuyruk) kısımlardan meydana gelmiştir. Şekil 26a'dan Şekil

26b'ye geçişte bilgi toplumunun aynı olduğu düşünülürse, bu kuyruk bölgelerinde belirsiz veya karmaşık bilgilerin veya bilinmeyenlerin miktar olarak azaldığı ve buradan azalan kısımların normal veya orta düşünce diyebileceğimiz orta kısımlara geçerek oralarda bilgi birikimini temin ettiğini düşünebiliriz. Şekil 26c ve d öncekilerin daha da evrimleşmiş durumunu gösterir. Şekil 26e ise bugün için örgünleşmiş bilimsel bilgilerin durumunu gösteriyor diye düşünülebilir.

Çağların aşılması ile bazı toplumlar Şekil 26c'de kalmalarına rağmen bazıları da Şekil 26e'ye ulaşmıştır. Buraya ulaşan toplumlar bilgi örgünleşmesini artarak sürdürebilirler. Diğer şekillerde olan toplumların gerekli ayarlamaları yaparak en ileri düzeydeki bilimsel toplumlar haline gelmesi mümkündür. Bunun ne şekilde başarılabileceği bu kitabın konusu dışındadır.

Bilimsellik çıkarım motoru aşağıdaki şekilde sunulabilir (Şekil 27). Burada girdi düşünceleri oldukça karmaşık, sıra dışı, metafizik, hayalcilik vb. şekillerden bir veya bir kaçı olabilir.



Şekil 27 Bilim çıkarım motoru

Burada en önemli rol "bilim çıkarım motoru" tarafından oynanır. Bunun gerekli rolünü tamamlayarak bilinmeyenler düşünce dünyasından örgünleştirme, genelleştirme, öngörülerde kullanılabilme ve eleştirilebilme vasıflarına sahip olan bilimsel bilgiye çevirebilmesi için bazı çevre takviyelere gerek vardır.

Bilim felsefesi olarak birçok olayın akıl ve gözlemlerle işlenmesi ve buna mantık çıkarımlarının eklenmesi ile sonuçların bilimsel olacağı kanaatine varılabilir. Ancak bunların sınanamaması (denenememesi) halinde ne kadar bilimsel oldukları şüpheli kalabilir. Bu şüphelerin bertaraf edilebilmesi için akıl-mantık-gözlem (deney) üçlüsü ile ortaya atılan örgün bilgi kümelerinin yaptıkları öngörülerin veya çıkarımların sınanması gereklidir. Burada sorulması gerekli soru şudur. Acaba önerilen kuram yapılan sınamada başarılı olursa, bunu bilimselliğin ölçütü saymalı mıyız? Kuram bir veya birçok sınamayı geçtiği takdirde, bunun bilimsel olduğuna mı hükmedeceğiz? Bu konuda değişik görüşler, tarih süreci içinde karşımıza çıkmıştır. İlk düşüncelerde ve bilimsellik ölçütlerinde sınanan kuramın, bu sınamadan başarı ile geçmesi durumunda, onun bilimselliği olduğuna karar verilir. Böyle bir sonuç insanı ister istemez “kuramların yanlışlanamaz olduğu” gibi bilimsel olmayan bir dogmatikleşmeye getirebilir. Her doğrulanan kuramın bilimsel olduğu kabullenilince, kendisinden şüphe edilmeyeceği için yanlış olabileceği düşünülmeyebilir. Hâlbuki bilimselliğin güncel ölçütleri arasında, yanlışlanabilirlik ilkesinin bilimsel bilgiler için geçerli olduğu bilim felsefecisi Popper tarafından önerilmiştir. Böyle bir öneriye göre, bizim bilim dünyasında kuram diye bildiğimiz örgün bilgiler kümesinin, her zaman için yanlışlanabileceğini düşünmemiz gerekir. Yanlışlanabilirlik düşüncesi, kuramların bilimsel olmayan dogmatik kalıplara sokulmasına müsaade etmez. Bu düşünce, bilimsel denilen tüm bilgilerin

otomatik olarak eleştirilebilir olduklarına da işaret eder. Eleştirilmeyen bilgilerin üretken olması beklenemez.

Günümüzde veya çıktıkları zamanlardan itibaren bilimsellik ile nitelendirilen nice kuramlar bilim sahasına girmiştir. Bunların yanlışlanabilir olabileceği asla düşünülmemektedir. Ancak doğrulanabilirlik ilkesi sayesinde, bunlar taraftarlarınca bilimsel olarak nitelendirilmektedir.

Yanlışlanabilen bir kuramın tümden atılması söz konusu değildir. Kuramlar esas olarak bir takım yaklaşımlar ve kabuller içerir. Bir kuramın tümden yanlışlanması değil de bazı şart veya kabullerinin geçerli olmaması mümkündür. Bu bakımdan mühendis kullandığı formül, algoritma, denklem ve yöntemlerin göz önünde tuttuğu sorun için tam geçerli olup olmadığını (yanlışlanabilirliğini) düşünmelidir. Buna göre kullandığı yöntemi geliştirebilir. Yanlışlanan her kuramın geçerliliği kısmen azalır ve bu azalma başka kuramların ortaya çıkmasına veya aynı kuramın daha da geliştirilmesine sebep olur. Her yanlışlanan kuramın, kendisinden iyileştirilmiş veya Kuhn tarafından belirtilen devrim niteliğinde yeni kuramların ortaya çıkmasında önemli katkısı vardır. Bilim tarihe bakarsak, Batlamyus'un yer merkezli güneş sisteminde yapılan birçok matematik hesaplamalar, Nasreddin Tusi ve arkadaşlarının yaptığı (Sarton, 1975) ve Kopernik tarafından öne sürülen güneş merkezli sisteme olduğu gibi aktarılmıştır. Buradan gerekli hesaplamalar için Batlamyus kuramının tamamen yanlış olmadığı ancak gelişen bilimsel bilgilerin ışığı altında yapılan gözlem ve yorumları tamamen açıklamada yetersiz olduğu anlaşılmıştır. Yeni bir kuramın gelişmesi ile Batlamyus düşüncesinin faydalı yönleri Kopernik sistemi tarafından içerildiği için Batlamyus sisteminin kullanımı değil ancak tarihi bir önemi kalmıştır.

Kuramların doğrulanması yönüne gidildiğinde, bunları sağlamak için çok değişik yollar vardır. Kuramın geçersiz olan yönlerini tamamlamak için ilave yorumlar getirilir. Bu yorumlar bir seviyeye kadar eski kuramın geçersiz yönünü bir yama gibi örter. Belirli bir zaman sonra, bilimsel düşünürler tarafından, o kuramın yamalı halinden de daha bilimsel öngörüler veren yepyeni bir kuram bile elde edilebilir. Bir kuramın evriminin olabilmesi için mutlaka geçerliliğinin riski (tehlikesi) bulunmalıdır. Kuramların bu yönlerinin bilinmesi ile artık tüm mevcut kuramların riske atılarak sınanması ve yanlışlanabilirliğinin ortaya çıkarılmasına var güçle çalışılmalıdır. Yanlışlanabilirlik ilkesine, bilimsel evrimin yakıtıdır diyebiliriz. Bir bakıma, doğrulamak, incelenen bilimsel kuramın inanç dünyasına da girerek, dogmatik biçimde algılanması tehlikesine bürünebilir. Tüm bilimsel olguların ve özellikle de kuramların yanlışlanabilir olduğunu asla akıldan çıkartmamalıyız. Bilimin tarihi gelişim süreci içinde, yanlışlanabilirlik ilkesi şüphecilik olarak algılanmıştır.

4.7 Bilgi ve çeşitleri

"Bilgi, bir toplumun veya bireyin üretimine katkıda bulunan temel taşlardır." dersek, bu bilginin fayda bakımından genel bir tanımı olur. Bilgi olgusunun olgunlaşması için geçen süreçleri göz önünde tutarsak, bilginin en genel anlamda felsefe ve bilim ile örgünleştirilmiş insan birikimi olduğu sonucuna varırız. En genel olarak felsefe süzgecinden geçen bilgiler, soyutluklarından çok şey yitirerek, somutlaşır veya en azından bulanık bir somutluğa sahip olur. Bunlara **felsefik** bilgiler denir. Özellikle son asırlarda misli önceden görülmemiş bir şekilde ilerlemiş olan bilime, felsefe sisteminden bilgiler sokulacak olursa, sonuçta ortaya çıkan bilgilere **bilimsel** bilgi adı verilir. Bilimsel bilginin elde edilmesi için belirli somut yöntemler ve sistemler vardır. Bu bilgiler, kişilere bağlı olmayan ve her toplumda kolayca yer alacak türdendir. Mühendisliğin kullandığı bilgiler bu türdendir.

Verimli bilgi kaynakları, insanın kendisi ve içinde bulunduğu toplum, bu toplumdaki insan ilişkileri, doğa ve günlük yaşamdır. Günlük yaşamın devam ettirilebilmesi için, **pratik** bilgilere (mühendislik bilgileri dâhil), doğadaki olayları incelemek için gerekli yöntemlerin ortaya çıkardığı olgun (pozitif) bilgilere ve son olarak da sosyal, adalet, ekonomi, psikoloji gibi toplum bilgilerine ihtiyaç vardır.

İnsana güven, refah ve kolaylık sağlamak için faydalı olan bilgiler kullanılarak faydasızlardan arındırılmalıdır. Bilginin faydalı olma yönü ele alınırsa, bunun ölçütü olarak iyi ve güzel olması istenir. Bu iki vasıf, bilginin istenilen ilk özelliklerindendir. Oldukça soyut ve bulanık kavramlardır, çünkü iyilik ve güzellik izafidir. Bu kavramlar bilginin göreceli olduğu özelliğini de ortaya çıkarır. Aslında bilginin göreceli oluşunda da faydalar vardır. Mutlak iyi ve güzelin ne olduğunun kesin olarak bilinmemesinden dolayı, insanoğlu (mühendisler de) sürekli olarak daha iyiye ve daha güzele doğru kürek çekerek en iyiyi bulmaya çabalar. Bu süreç sırasında öncekilerden daha fazla değer verdiği bazı yargılara varır. Daha iyi ve güzel olanı seçmeye çalışarak bilgide gelişme sürecini başlatmıştır bile. İyi ve güzel davranışlar, düşünceler, ahlak ve iletişimler dünyasına doğru yol alan insan, artık erdemliliğe (fazilet) yelken açmıştır. İlk filozoflar bilgi ve erdemliliği cehalet ve erdemsizlikten üstün tutarak, bilgi edinme ve toplumdaki yanlış bilgileri düzeltme yoluna gitmiştir.

Şimdiye kadar hep faydalı, iyi, güzel ve bunların insanı ulaştırdığı erdemlilikle ilgili bilgiler üzerinde durulmuştur. Hal böyle olunca da, iyi ve güzel olan bilgileri kendisinde bulunduran kişinin mutlaka erdemli mi olacağı sorusuna verilecek cevap, herkes için olumlu olamamaktadır. Bilgi kümesinin öbür kısmını teşkil eden kötü ve çirkin bilgilerin de üretilmesi ancak bunların kullanılmaması

erdemliliğe daha da soyluluk getirir. Bu bağlamda bilginin erdemlilikle bir bağlantısının bulunduğu, Sokrat tarafından ileri sürülmüştür. Hatta erdemli kişinin bilgili olduğu ve bu nedenle de hata yapmayacağı çıkarımına kadar varılmıştır. Eflatun (Platon) da, görülen cisimlerin gerisindeki asıl ve mutlak olanların ideler olduğunu; bunlar hakkında bilgi edinilmesi ile iyi olan şeylere ve bu arada erdemliliğe ulaşılabileceğini söyleyerek nerede ise Sokrat'ın izinden gitmiştir. Eflatun'un öğrencisi olan Aristo ise bilgi-erdem ilişkisi yerine, kişilerin bilgileri ile davranışlarını kontrol edebilecekleri görüşünden hareketle, bilgiyi davranış biçimi ile ilişkilendirmiştir. Bilgisi olan kişilerin iyiyi kötüden ayırt etme becerisine sahip olabileceği ve kendi içgüdüsü ile yapılması dürtüsü verilen bazı istenmeyen davranışların, bilgi sayesinde engellenebileceğini savunmuştur. İyi ve kötünün ayırt edilmesi, düşünce ve onun motoru olan akıl vasıtası ile yapıldığından, hayvanlardaki içgüdülerin doğrudan doğruya uygulanmasına karşılık, insanların içgüdülerini düşünce ile iyiye yönelik olarak ayarlayabilecekleri fikrinden, Aristo, insanı "düşünen bir hayvan" olarak modellemiştir.

İnsanın, dışındaki olaylarla bağlantısını kuran ve onları düşünce yolu ile herkesin gözü önünde açık-seçik biçimde yorumlamaya çalışmasını sağlayan, nesnel bilgilerdir. Bunların algılanması insan duyu organları vasıtası ile olur. Böylece beyne giden bu ilk ve çoğunlukla belirsiz olan bilgiler, orada depolanarak insanın merak ve düşünce yetisini harekete geçirmeye yarar. Beyne giden bu bilgiler tekil olarak orada depolanırlarsa buna algısal bilgi adı verilir. Algılanan bilgilerin beyin işlevleri ile işlenmeyerek sadece depo edilmesi, istenildiğinde tekrar kişi tarafından dışarıya bilgi olarak çıkarılması ve böylece başka kişilere nakil edilmesi söz konusudur.

Algılanan bilgilerin kullanılması ile depolanmış bilgilerin mekanik olarak zihinde tutulmasının yanında, tekrar tekrar kullanılması o kişinin bilgi açısından tecrübeli hale gelmesine yol açar. Böylece algılanmış bilginin deneyim bilgisi haline dönüşmesi söz konusudur. Algılanmış bilgilerle deneyim kazanmış kişi artık o bilginin nasıl kullanılacağı hakkında diğer bireylere sözel olarak ayrıntılı bilgi sunumunda bulunabilir. Mesela, iki kuru odun parçasını birbirine sürerek ateş yakan bir kişiyi başkası görerek bu bilgiyi algılar ve hafızasında tutar. Doğrudan algıladığı bu bilgiyi başkalarına nakil yolu ile sunabilir. Ateşin nasıl meydana geldiği hakkında, hiç deney yapmadığı yani o bilgiyi pratik olarak kullanmadığı için deneyimden yoksun olacağından, fazlaca ayrıntıya giremez. Hâlbuki ömründe çeşitli fırsatlarla ateşi bu şekilde elde etmiş kişilerin bilgileri artık uygulama alanında da sabit olduğundan, onlar ayrıntılı olarak ateş çıkaracak odunun niteliği, geometrik şekli, içindeki kuruluk miktarı, birbirine sürtmenin nasıl yapılması gerektiği, sürtmenin ateş vermesi için yaklaşık olarak ne kadar süreceği vb. konularda bilgi sunabilir. İşte bunlara deneyim bilgisi adı verilir. Böylece algısal bilginin pratik uygulamasının yapılması ile o kişi artık bilginin bir ileri aşaması olan deneyim bilgisine ulaşmıştır. Deneyim bilgisine sahip olan kişi o bilgi kaynağı ile ilgili "Nasıl?" sorularına cevap verebildiği halde "nNeden?" sorusuna cevap veremez. Neden sorusuna cevap verebilmesi için, algıladığı ve daha sonra deneyimine geçirdiği bilginin nedenlerini araştırması ve bunun sebeplerinin neler olduğunu bulabilmesi gerekir ki, işte bu tür bilgiye "sanat bilgisi" denir. Burada hedef, bilgi kaynağının nedenlerine cevap aramaktır. Kişinin, hafızasında var olan bilgileri, sebepleri açıklayabilecek örgün bir şekilde bir araya getirerek sanat bilgisine ulaşabilmek için mutlaka belirli bir eğitimden geçmiş olması gerekli olmayıp, düşünerek kendi hafızasında mevcut olan tüm algısal ve deneyim bilgilerinin içinden, sebepleri izah edebilecek ahenkli bilgi kümesini ortaya çıkarması yeterlidir.

Aristo'ya göre önceki üç bilgi türünden daha üstün olan bir dördüncüsü vardır. O da olayların ilk sebep ve ilkelerinin açıklanmasını kapsayan hikmet (sofia) bilgisidir. Hikmet seviyesinde bilgi edinmeye ulaşmış bir kişiye genel olarak filozof denir. Filozof, olayların ortaya çıkışındaki sebeplerin neler olabileceğini, önceki üç bilgi türünü işin içine katarak açıklayabilir. İnsan düşüncesinin en engin ufukları bu tür bilgi peşinde olan kişilerde bulunur. Sadece sebeplerin bilgisi olan hikmet, tüm bilgiler içinde en verimli ve öğretici olanıdır. Tarih boyunca hikmet sahibi olan kişiler, örgün düşünce yapıları kurarak başkalarının da hikmet seviyesine erişebilmeleri için çalışmışlardır.

Bilgi edinmenin pratik yönleri bulunmaması halinde, sadece bilgili olmak ve bilgi hazinesini geliştirmek için de bilgi üretilebilir. Bilginin kendisi için elde edilmesi, sadece hikmet aşamasında söz konusudur. Diğer bütün aşamalarda bilgi, doğrudan veya dolaylı olarak kullanılması ile pratiğe yönelir. Bu durum mühendisleri yakından ilgilendirir. Geçmiş devirlerde yapılmış felsefik çalışmalar sonucunda elde edilen bilgilerin birçoğu, pratik fayda gözetmeden, sadece "Bilgi bilgi içindir." söylemi çerçevesinde kalarak elde edilmiştir. Bu tür bilgi ancak felsefe yani hikmet sevgisinin var olması ile meydana gelir. Bu yolla bilgiler mutlaka örgün bir düşünce süreci ile elde edilir.

Bilimsel bilginin bir başka türü, toplumu meydana getiren bireylerin güncel fakat değişik maddi ihtiyaçlarına cevap vermesi beklenen bilgi kümeleridir. Bunlar arasında insan sağlığı ile ilgilenen tıp bilgileri, insana hizmeti amaçlayan her türlü alet edevat ile yapıların sağlıklı olarak teşkil edilmesini sağlayacak mühendislik bilgileri ve pratik ahlak bilgileri gelmektedir

Bazı düşünürler bilginin pratik ve yararlı olan kısımlarını göz ardı ederek, bilginin kendisi dışında herhangi bir şarta bağlamayan kayıtsız bilgi şeklini savuna gelmişlerdir. Bilginin mutlak olarak kendisi içinde bir olgu olduğu düşünülmüştür. Bunun sebeplerinden birisi, insanın bir şeye ihtiyacı olmasa bile yaradılışı itibari ile bilgi edinmeye eğilimli olduğu düşüncesidir. Bunun için de insan kendi içinde ve dışında bulunan dünyalar hakkında tefekkür ederek (fikir üreterek), mutluluk sağlayacak veya yaradılışında var olan bu eğilime destek verecek bilgileri üretmekten zevk alabilir.

BÖLÜM 5

MÜHENDİSLİK ETİĞİ

Aslında ahlak kelimesi ve işlevleri ile ilgili olan etik kelimesi, günümüzde daha dar çerçevede meslek ahlakı şeklinde ele alınmaktadır. İnsan topluluklarının beraber yaşamaları için gerekli olan sosyoekonomik, kültürel ve adalet olayları ötesinde, bir de genel ahlak kuralları bulunmaktadır. Bunlar bir taraftan kültür kökenli diğer taraftan da örf, adet ve din esaslıdır. Mühendis bir insan olduğuna göre kendi örf, adet, topluluk ve dini inançlarına göre bir ahlak manzumesine sahiptir. Ayrıca icra ettiği veya edeceği meslek hayatında uyması gerekli kurallar da bulunmaktadır. Genel olarak, ahlak toplumdan topluma değişkenlik göstermesine karşılık, meslek ahlakı denilen etik kuralları daha genel ve uluslararası niteliklere sahiptir.

Tüm mesleklerde ortak etik kurallarına ilave olarak, her mesleğin kendisine has etik kuralları da bulunmaktadır. Her meslekten kişiler ve özellikle de mühendisler medeniyet evrimi sürecinde insanlara hizmet etmektedir. Bu nedenle üniversitelerin değişik fakültelerinden mezun olanların (burada mezun izin verilmiş anlamına gelir), meslek hayatlarında kazandıkları unvanın kullanılmasında uymak zorunda oldukları kurallar topluluğu okutularak veya yazılı olarak imzalı bir yemin şekilde önüne konulmaktadır.

Mühendislerden iş ahlakı olarak beklenen vasıflar arasında öncelikle dürüstlük, çalışkanlık, kararlılık, azim, cesur atılımlar ve saygı gelir. Mühendislik ayrıcalığı konula-

rı arasında meslek etiği, sorumluluk ve değer yargılarına saygı gelir. Başarıya ulaşması için araştırıcılık ruhu, yenilikçiliğe eğilimli, sürekli gelişime açık, öğrenmeye istekli olmalıdır. Mühendis bağımsız çalışma becerisi ile diğer mühendislerle ve özellikle de genç olanlarla paylaşımcı bir davranış biçimine sahip olmalıdır.

Mühendisler ahlaklı olmalarının yanında kişiliklerinin güçlü taraflarını da göz önünde tutarak planlamalar yapabilirler. Güçlü kişilik seviyesine ulaşabilmek için, zayıf kişilik özelliklerinin neler olduğunu anlayarak, bunları hayatlarından elemeye çalışmalıdır. Bu vasıfların özellikle yüksek öğrenim ve eğitim sırasında kazanılması önemlidir. Öğrencilik sırasında meslek sorumluluğu ve etik ilkeleri hakkında kuramsal olarak alınan bilgilerin, pratik hayata geçirilerek uygulamalarla olgunlaştırılmasına mezuniyet sonrasında da devem edilmelidir. Bütün bunların ahenkli bir biçimde başarılabilmesi için etik ilkelerinin neler olduğu iyice anlaşılmalıdır.

Etik Yunanca bir kelime olup meslek ahlakı anlamına gelmektedir. Mühendislikte doğru, iyi ve güzel işler yapabilmek için, belirli ancak çoğu yazılı olmayan kurallara uyulmalıdır. Etik Türkçemizdeki ahlak kavramının sadece mesleklerle ilgili kısmını kapsayan bir bölümü olarak algılanmalıdır. Ahlak kelimesinin çok geniş ve derin anlamı bulunmaktadır. Mühendislik işlemleri bir toplumun sağlığından politikasına kadar varan hemen her kesimdeki olaylarla ilişkili olduğundan, bir toplumun sağlıklı gelişmesi için mühendislerin etik kurallarına en yüksek seviyede uymaları gerekir. Mühendis önce kendi kişilik ve şerefini düşünerek, yapacağı işlerin bilgi, bilim, sanat ve üretkenlik yönlerinden farklı, ancak onların ahenkli bir şekilde işlenmesini sağlayacak etik kurallarına uymalıdır. Bir toplumun sağlık, iyilik, yardımlaşma, güven ve emniyeti, mühendisler etik kurallarına ne kadar uyarlarsa o kadar iyi

olur. Mühendislik etik ilkeleri çerçevesinde yapılan işlerin güvenli, sağlıklı ve yardımlaşma içinde gelişmesi, toplumun huzur ve refah içinde hayatını sürdürmesini sağlar. Topluma yararlı olabilecek mühendislik bildirgeleri, her türlü meslek dışı ideolojilerden arındırılmalıdır. İş veren ve alan etik ilkeleri çerçevesinde ortak çıkar ve faydalarını düşünüp, paylaşımcı çözümlemeler yaparak şüpheli durumlardan elden geldiğince kaçınmalıdır. Mühendislik mesleği icra edilirken toplumların güven, sağlık, karşılıklı anlayış ve yardımlaşması esas alınmalıdır.

Genel ilke olarak mühendisler bir toplumun güvenliğini, sağlığını, mal ve can emniyetini sağlayacak bilgilerin toplumda yaygınlaşması ve paylaşılarak uygulanmasına gayret göstermelidir. Ellerinde olmayan herhangi bir sebeple bu durumları sağlayamama haline düşerlerse bunlardan zarar görecek kişi, kurum ve kuruluşlarla, müşteri ve işverenleri önceden uyarmalıdır. Yaptıkları çalışmalarda yine toplumun iyiliği, dürüstlüğü ve güzelliği için ellerinden geldiğince yazılı kurallara uyarak yazılı olmayanları da bir ilave olarak uygulamaya koymalıdır. Çalıştıkları kurum ve kuruluşlarda elde ettikleri bilgi, veri ve proje sonuçlarını başka kişi ve kurumlara sızdırmamalıdır. Böyle bir talep karşısında kaynak olarak bu ilgilerin nerelerden elde edilebileceğini göstererek kendisini daha güvenilir hale getirebilirler. Kendileri de bu kaynaklara başvurarak oradan elde edebilecekleri ruhsat ve müsaadelere göre gerekli bilgileri istenen yere iletebilirler.

Mühendisler sadece kendilerinin ehliyet ve mesuliyet alanlarına giren konularda hizmet vermelidir. İstenen teknik konularda eğitildikleri ve/ya mezuniyet sonrası elde ettikleri tecrübe ve uzmanlık dâhilinde, çalışmalarını etik ilkeleri çerçevesinde sürdürmelidir. Kendi konularında olmayan plan ve projelerde imzalarının bulunmasına müsaade edilmemelidir. Ortaklaşa takım halinde yapılan

çalışmalarda kendilerini ilgilendiren konular olması durumunda topluca imzaların görülmesi gerektiği durumlarda imzalarını atabilirler.

Toplum yararına olarak yapacakları açıklamalar mutlaka kendi ilgi ve çalışma alanlarında bulunmalıdır. Yaptıkları plan ve proje ile rapor yazma durumlarında gerçekleri yansıtarak, yapılan çalışmanın başarılı olmasına çalışmalıdırlar. Toplum önünde sahip oldukları bilgilerin ışığı altında, doğru bilgilendirme yapacak biçimde beyanatlar vermelidir. Bu nokta günümüzde maalesef oldukça ihmal edilmektedir.

Müşteri ve işverenin güvenini kazanacak biçimde hesaplamalar yaparak raporlar hazırlamalıdır. Plan ve proje konusundaki mühendislik fikirlerinin sunumunda bilgililik ve bilimsellik göz önünde tutmalıdırlar. Mühendisler her konumda bahşiş ve kanun dışı ödemeleri (rüşvet verende, alanda, aracı olanda suçludur ilkesi göz önünde tutularak) asla almamalı ve yaygınlaştırmamalıdır. Müşteriden veya işverenden ilave ödenekler alarak, onların kişisel çıkarlarına göre karar vermemelidir. Mesleklerine zarar verebilecek her türlü davranış ve pratiklerden kaçınmalıdırlar. Önceden çalıştığı yerlerde elde ettiği bilgilerin, çalıştığı yere zarar vermesinin ortaya çıkabileceği durumları etik ilkeleri ışığı altında değerlendirerek, gerekli müsaadeleri almadan katiyen bilgi vermemelidir. Yapılan çalışmalarda bazı kişi, kurum ve kuruluşların ortak ilgilerinin olması durumunda, her ilgiliye benzer bilgiler vererek rekabet ortamını ortadan kaldırmamalıdır.

TMMOB tüzüğüne göre "Mühendislik ve mimarlık mesleği mensuplarının ortak gereksinmelerini karşılamak, mesleki etkinliklerini kolaylaştırmak, mesleğin genel yararlara uygun olarak gelişmesini sağlamak, meslek mensuplarının birbirleriyle ve halkla olan ilişkilerde dürüstlüğü ve güveni hâkim kılmak üzere, meslek disiplinini ve ahlakını korumak; kamunun ve ülkenin çıkarlarının korunmasında, yurdun doğal kaynaklarının bulunmasında, korunmasında ve işletilmesinde, tarımsal ve sınaî üretimin arttırılmasında, ülkenin sanat ve teknik kalkınmasında gerekli gördüğü tüm girişim ve etkinliklerde bulunmak" ve "Meslek ve çıkarları ile ilgili işlerde, resmi makamlar ve öteki kuruluşlar ile işbirliği yaparak gerekli yardımlarda ve önerilerde bulunmak, meslekle ilgili bütün mevzuatı, normları, bilimsel şartnameler, tip sözleşmeler ve bunlar gibi bütün bilimsel evrakı incelemek ve bunların değiştirilmesi, geliştirilmesi ya da yeniden konulması yolunda önerilerde bulunmak" önem arz eder.

Temel mühendislik etiği ilkeleri çerçevesinde mühendisler, mesleklerinin doğruluğunu, şerefini ve değerini korumak ve buna göre aşağıda sayılan maddelerdeki durumları geliştirerek meslek saygınlığını artırmaya çalışmalıdır:

1) İnsanlığın refahının artması için kendi bilgi ve becerilerini kullanmak,
2) Dürüst ve tarafsız olarak halka, kendi işverenlerine ve müşterilerine liyakat ve dirayetle hizmet etmek,
3) Mühendislik mesleğinin yeteneğini ve saygınlığını artırmaya çabalamak,
4) Kendi disiplinlerinin mesleki ve teknik birliğini desteklemek.

Bu temel kurallar arasında şunlar da bulunmaktadır:

1) Mühendisler, mesleki görevlerini yerine getirirken toplum güvenliğini, sağlığını ve rahatını en önde tutmalıdır.
2) Mühendisler, sadece ehliyetli ve yetkili oldukları alanlarda hizmet vermelidir.

3) Mühendisler, sadece nesnel (objektif) ve gerçekçi raporlar düzenlemelidir.

4) Mühendisler, mesleki konularda işveren veya müşteri için güvenilir vekil veya ara bulucu olarak davranmalı ve menfaat çatışmalarından kaçınmalıdır.

5) Mühendisler mesleki itibarlarını hizmetlerinin liyakatine göre tesis etmeli ve diğer meslektaşları ile haksız rekabete girmemelidir.

6) Mühendisler, meslek doğruluğunu, şerefini ve değerini yüceltmek ve geliştirmek için çalışmalıdır.

7) Mühendisler, mesleki gelişmelerini kendi uzmanlık konularında devam ettirmeli ve kendi kontrolleri altındaki mühendislerin mesleki gelişmeleri için imkânlar sağlamalıdır.

Mühendislik sadece bir toplumun kültürünü değil. gelişme ve medeniyet seviyesini de etkileyen bir etkinlik olarak. bu etkinliğin uygulanmasını sağlayan bilgilerle donatılmış olmalıdır. Mühendislerin en önemli görevleri arasında düşünme ile hayal ederek sorunlarını zihninde canlandırma, tasarlama (şekil verme, geometri), bilgileri ile bu tasarımı geliştirme, verimini artırarak en ekonomik kararlarla sorunu çözümlemek gelir. Akıl, felsefe, mantık, bilim ve sağduyusuz mekanik çözümlemeler yetersiz kalır. Bunlara bir altlık teşkil edecek ahlak kurallarının da bulunması, gerek ve yeter şartlar arasında olmalıdır. Etik kurallarına, mühendisliğin mekanik görüşleri ile şekil vermemek gerekir. Etik bilim, teknik ve mekanikliğin ötesinde insan iç dünyası ile iyi, güzel ve doğru olana doğru yönlenerek, tasarım ürünleri vermek için yapılan çabaların temelini teşkil etmektedir. Etik ilkelerine mühendisçe bakmak uygun değildir. Mühendislik etik kuralları vardır ama buna uymanın kesin kuralı yoktur. Etik kurallarına uymak mühendisten

mühendise değişebilir, çünkü bu kuralların öznelliği vardır. Buna rağmen yine de etik kurallarına elden geldiğince uyulmalıdır. Kendi nefsimizle ilgili durumlarda ahlak kurallarına uymak veya uymamak öznellik içerir. Meslek kurallarına ve bu arada bir mühendisin mühendislik kurallarına uymasında aynı öznellik bulunmamalıdır. Genelde bir nesnellik olmalıdır. Kurallar kişilerin düşünce ve yaşayış tarzlarına uydurulamayacağına göre, kişilerin belirlenen mühendislik kurallarına uymaları gerekir. Meslek etik kurallarının özü ne din, ne milliyet, ne ideoloji ne de başka bir olgudur ve bunun esas kaynağı genellikle akıldır.

5.1 Mühendislik etiği ilkeleri

Mühendisler için etik kod çalışmaları, 19. yüzyılın sonlarında kendi profesyonel derneklerinin kurumlaşması ile birlikte başlamıştır. Başlangıçta standart iş uygulamaları ile ilgili etik kodları düzenlenmiş, zaman içinde profesyonel dernekler olgunlaştıkça bu kodlar güncellenmiş ve geliştirilmiştir. Kamu güvenliği için hükümler, kamu hizmeti, çevre korunması gibi güncel konulardaki çeşitli etik kodları son zamanlarda geliştirilmiş ve diğer standart kodlara eklenmiştir. Çeşitli kurumlarca geliştirilen bu kodlar benzer konuları işlemelerine rağmen, aralarında her kurumun kendi ihtisas sahasına ve uygulamalarına yönelik farklılıklar vardır.

Amerikan İnşaat Mühendisleri Odası (The American Society of Civil Engineers, ASCE), Elektrik ve Elektronik Mühendisleri Enstitüsü (The Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE), Amerikan Makine Mühendisleri Derneği (The American Society of Mechanical Engineers - ASME), Ulusal Profesyonel Mühendisler Derneği (The National Society of Professional Engineers - NSPE) gibi çeşitli profesyonel mühendislik kuruluşları profesyonel bir mühendisin etik kararlar vermesine çerçeve oluşturacak

etik kodlar tanımlamıştır. Bu kodlar meslek üyelerinin görev, hak ve yükümlülüklerini ifade eder. Şüphesiz, bu etik kodlar bir mühendisin kendi mesleğini icrada karşılaşabileceği tüm etik ikilemleri kapsayacak kadar kapsamlı olmayıp, etik kararlar için başlangıç noktalarını oluştururlar (http://ethics.tamu.edu/ethicscasestudies.htm) (Karagözoğlu, 2011).

Çoğu kuruluşlar, çalışanları için kendi etik kodlarını geliştirmektedir ve bu kodlar büyük firmaların web sitelerinde bulunabilir. Şirketler genellikle çalışanlarına periyodik etik eğitimi sağlayarak onları siparişler, satıcılar ve devlet kurumları, hükümet düzenlemeleri, sağlık ve güvenlik sorunları, çevre sorunları, eşit istihdam koşulları, işyeri uygulamalarındaki çeşitlilikler gibi konularda kabul edilen şirket politikaları üzerinde bilgilendirirler. Kurumsal kodlar genellikle çok ayrıntılı ve açık mesleki kuruluş kodlarından daha fazla ağırlığa sahiptir. Bu kodlara uyulmaması durumunda işçinin işine son verilebilir. Ayrıca, birçok profesyonel mühendis kendi meslek kuruluşlarına üye olmadıklarından bu kuruluşların geliştirdikleri kodların uygulama gücü de azalır. Önemli olan etik kodların neyi temsil etmediğinin bilinmesidir (Karagözoğlu, 2011).

- Etik kurallar, yasal hükümler (belgeler) değildir ve profesyonel bir uygulamada mühendisler o kurallara aykırı kararlarından dolayı tutuklanamaz.
- Bir mühendisinin NSPE veya ASME gibi profesyonel kuruluşların etik kurallarına aykırı davranması bu kuruluşların üyeliklerinden çıkarılmasına neden olabilir ama pratikte mühendis olarak çalışmasına engel teşkil etmez.
- Etik kurallar yeni ahlaki ve etik ilkeleri oluşturmaz, bunlar yüzyıllar boyu toplumsal ve insan etkileşimleri sonucu ortaya çıkmış ilkelerdir.

Genel olarak American Society of Civil Engineers (Amerikan İnşaat Mühendisleri Odası) tarafından verilen etik ilkeleri, Mesleki Gelişme İçin Mühendisler Birliğinin 5 Ekim 1977 tarihinde yapılan toplantısında da birçok noktaların tercümesi halinde gündeme gelmiştir. Bu konuda ayrıntılı bilgiler internet sitelerinden bulunabilir. Burada yukarıda belirtilen kaynaklarda ortaya atılan ilkelerin bir değerlendirmesi sunulacaktır. Her şeyden önce bir temel ilke olarak mühendisler, mühendislik mesleğinin doğruluğunu, şerefini, güzelliğini, iyiliğini ve değerini, önce kendi hayatlarında uygulayarak topluma mal etmeye çalışmalıdır. Toplum için önemli olan mühendisin yöntem, formülasyon veya kuramları değil kişilikleri ile olan ilişkileridir. Mühendisin bilgi, yetenek, beceri ve tecrübesinden çok, özellikle ahlak ve meslek etiği davranışları toplumu etkiler. Buradan, ahlak ve mesleki etik ilkelerinin, mühendislik mesleğinin icra edilmesinde herkes tarafından kabul edilen ön ve başlangıç şartları olduğu sonucuna varılabilir. Mühendisler öğrendikleri bilgi ve becerilerini hareketlendirerek (dinamiklik kazandırarak), öncelikle içinde yaşadığı toplumun ve genel olarak da insanlığın "mutluluk"

, "refah" ve "güveninin" iyileşerek artması doğrultusunda kullanmalıdır. Burada "mutluluk" ve "refah" kelimeleri mühendislikten ziyade sanat, davranış ve estetik ilkelerle ilgilidir. Mühendislik hizmetleri verilirken ehliyet ve liyakat esas alınarak işveren ve müşterilere "dürüst" ve "tarafsız" davranılmalıdır. "Dürüst" ve "tarafsız" kelimeleri hep bulanıklık ve bir dereceye kadar öznellik içeren değerlere sahiptir. Bu değerlerin toplum tarafından kabul edilmiş miktarlarından sapmalar göstermesine, akılcı (makul) bir dereceye kadar müsaade edilebilir. Etik kurallarına uygun davranışlar toplumda mühendislere güven kazandırır ve daha fazla mühendislik projelerinin ortaya çıkmasına sebep olabilir.

Bir toplumda güven ve refah bulunmazsa, acaba o topluluğun sağlığından söz etmek mümkün müdür? Tabii ki mümkün, ama teşhis acaba iyi yönde midir yoksa kötü yönde midir? İyi yönde olabilmesi için mühendisler, mesleki görevlerini yerine getirirken bazı noktalara hassasiyet göstermelidir. Bir mühendis konusu ile ilgili her türlü üretimde bulunabilir. Üretimin toplum hayatının güven, refah ve sağlığını artırması için, her türlü cihaz, makine, hizmet ve işlemlerin, mühendislik kural, karar ve uygulama ilkelerini yansıtması gereklidir. Mühendisler bir toplumun aydınlığının devamı için üretimlerini belirli mühendislik standartlarına göre yaparlar. Mesela, belirlenmiş beton kalitelerine göre beton dökülmesi ve dökümden sonra yine belirli ilkelere göre bakımı yapılmalıdır. Betonarme elemanların imali sırasında tasarımın uygunluğu kontrol edilerek demir oranları ve donanımların belirli mühendislik standartlarına göre olması sağlanmalıdır. Etiksiz işler yapılması durumunda bu etiksizlik, bir gün sorumlu olan mühendisin karşısına çıkarak itibar kaybetmesine sebep olur. Eğer mühendis yaptığı tasarımda daha sonra toplumun güven, refah ve sağlığına zarar verecek bazı noktaları anlayacak olursa, bunu hemen sorumlu yerlere erken uyarı şeklinde bildirmesi de bir mesleki etik kuralıdır. Yapılan zararın neresinden dönülürse kârdır. Mühendis tüm ciddiyetine ve etikliğine rağmen hata yapabilir. Hatanın anlaşıldıktan sonra saklanması etik bir davranış olmaz. Böyle bir durum uzun vadede mühendislik mesleğinin itibar kaybetmesine yol açar. Her mühendislik dalında yapılan tasarım ve üretimleri sınamak için bir dizi kurallar vardır. Mühendisin tasarım ve üretimlerini bu kurallardan geçirerek sınaması ve sınamadan geçerli not alanların uygulamaya konulması etikli bir iştir. Üretilen her mal bir malzemeden yapıldığına göre malzeme kalitesinin de sınanması mühendise düşen bir görevdir. Toplumun zarar görmesi

veya görmemesi tasarım ve planlamadan sonra malzemenin kalitesine bağlıdır. İyi kalitede olmayan malzemenin kullanılması ile toplum asla tehlikeye atılmamalıdır. Yapılan tasarımlar mühendislik meslek odalarından geçirilirken sadece mühendislik ilkelerine bakılıp, geçer veya geçmez kararı verilerek tasarımlar onaylanmalıdır. Buralara asla ideolojik, politik veya kişisel çıkar mekanizma işlevleri yaklaştırılmamalıdır. Eğer bir mühendislik odası bu tür mühendislik ve bilim dışı olgularla hareket ederse, hem topluma hem de kendi meslektaşlarının itibarına zarar verir. Mühendisler çeşitli duygu ve düşüncelerde olabileceğine göre, bazı mühendislerin etiksiz davranışları mühendis odalarındaki incelemeler sonucunda engellenebilir. Bir ülkede mühendisler odası etik davranışlarda bulunmazsa, bu en tehlikeli bir durum arz eder. Mühendislik odalarında etiğe önem, ancak ve ancak felsefik düşüncelerle yapılabilir. Mesleki etik kuralları bir din gibi vahiy yolu ile gelen bilgiler olmayıp insanlar tarafından şekillendirildiği için, bunların güncelleştirilerek iyileştirilmesi ancak akıl ile yapılabilir.

Bir mühendis yapılan tasarımlarda aksaklığın veya yanlışlığın bulunması durumunda, bunu sadece yetkili makamlara iletmekle kalmamalı, etik değerlerine sürekliliк ve sürdürülebilirlik kazandırmak için mutlaka o yetkili makamlara yardımcı da olmalıdır. Mühendislik işlevlerinde uygulamada en önemli iki husus, güvenlik ve kalite kontrolüdür. Kalite kontrolü sırasında sadece malzeme kalitesine değil, yapılan işin, işleyişin, yönetimin ve karşılıklı dayanışmaların da kaliteli olmasına özen gösterilmelidir. Gerekli aksaklıkları yerinde düzeltebilen mühendis, müdahale ederek hizmetini vermelidir. Bu aksaklıkları yazılı ve imzalı olarak gerekli yerlere ileterek takip etmelidir. Bir mühendis, yapılan tasarımlar ve varılan örgün kararlardan sonra, dışarıdan bir müdahale ile bu tasarım, sistem ve

planın bir yerinde değişiklik istenmesini kolayca kabul etmeyerek, yapılan işin tehlikeli olup olmadığını bilgileri ile kontrol ettikten sonra, bunun mesleki etik yönünün de önemli olduğunu düşünerek karar verilmelidir. Günümüzde hemen her mühendisin ilgi, yetki ve bilgi alanına giren çevre (atmosfer, su, toprak, doğa, sanayi, teknoloji) konuları bulunmaktadır. Bunlarla ilgili karar vermesi gerektiğinde, içinde bulunulan toplumun ve genel olarak insanlığın güven, refah ve sağlığına zarar verecek kararlar almamalıdır. Hatır, gönül, çıkar, rüşvet, ahbap-çavuş ilişkileri ile verilecek kararların, etik dışılığı her mühendis tarafından bilinmektedir. Bu konular meslek etiksizliğine oldukça açık ve sadece yapana çıkar sağlayacak ama topluma zarar verecek unsurlar içermektedir. Tüm canlıların, sağlıklı bir hayat sürdürebilme imkânına kavuşması için çevre ile ilgili olan konularda mühendislere çok etikli işler düşmektedir.

Bir mühendis kendisini ilgilendiren uzmanlık konularında hizmet verirken, bu hizmetlerin etik kurallarına uyup uymadığını da göz önünde tutmalıdır. Mesela, tecrübeleri ile deneyim kazanmış olan mühendisler, bu bilgilerini başka mühendislere, saklamadan verebilmelidir. Kendi uzmanlıkları dışında olan konularla ne derecede bilgileri örtüşürse o kadar ortaklaşa çalışmalarda bulunmalıdırlar. Günümüzde hiçbir mühendislik grubu diğerinden soyutlanamaz, çünkü ortak noktaları vardır. Genel olarak bilgi ortaklığı çoktur. Bugünlerde, bir mühendislik eseri için değişik mühendislik dalları bir araya gelerek, uygulama açısından en iyi, ekonomik, hızlı ve estetik yapıyı ortaya çıkarmaktadır. Mühendisler kendi uzmanlık alanları dışında kalan veya kendilerinin doğrudan kontrolü altında hazırlanmamış herhangi bir mühendislik tasarım, plan, proje veya belgesini imzalamamalıdırlar.

Bir projenin planlanmasından uygulamasına kadar olan süreçteki aşamaların hepsini açıklayan raporların, nesnel (objektif) biçimde etik kurallarını içeren ve o ülkenin resmi kanunlarına uyan biçimde hazırlanmasına gayret etmelidirler. Yapılacak her türlü bilir kişi raporlarında, şahitliklerde ve beyanatlarda gerçekçi davranılarak, kişisel dürtüler yerine nesnel çıkarımların, etik ilkeleri de göz önünde tutularak sergilenmesi lazımdır. Mesela, bir bilir kişi raporu hazırlanmasında, eğer bu rapor bir veya birkaç kişi tarafından hazırlandıktan sonra diğerlerinin imzasına sunularak toptan imzalar atılıyorsa, burada imza atanlar kadar attıranlarda etiksizlik yapmışlardır. Böyle bir ortak bilirkişi raporunda, bazı mühendislere, yazılanlar geçerli veya makul (akılcı) gelmiyorsa, nedenlerini yazarak şerh koymaları etik ilkelerine uyma gayretlerinin bir göstergesidir. Her mühendis görüşlerini kendisini ilgilendiren yerlerde yeterli, doğru, tam ve teknik bilgi sahibi olduğuna inandıktan sonra bildirmelidir. Bir mühendislik hizmeti sonucunda yapılacak olan ödemelerin fazlaca abartılmaması ve her mühendisin katkısı oranında pay almasının temin edilmesi de etik ilkelerine uygun olmalıdır. Mühendisler, çalışma ve değerlendirmelerini ağır başlılık ve alçak gönüllülükle yapmalıdır. Bazı makamlara hak etmeden gelmeleri için, mühendislik mesleğinin şeref, haysiyet, etik ve dürüstlüğünü tehlikeye atacak kişisel (nefsanî, öznel) eğilimlerden kaçınmalıdır.

Mühendisler, işveren ile müşteri arasında çıkabilecek anlaşmazlıklarda mesleki etik çerçevesinde, hareket yetenekleri ile tarafsız ve güvenilir bir biçimde hizmet vermelidir. Her iki taraftan biri veya her ikisi için de zararlı, sağlıksız ve tehlikeli olabilecek çözümleme veya az da olsa kısmi zararlardan onları haberdar etmelidir. Bir mühendis yaptığı tasarım, plan ve proje aynı kalmak şartı ile bunlarla ilgili hizmetler için yapılan anlaşma şartları dışında bir

karşılık beklememelidir. Mühendislerin proje yaptıkları kişi, kuruluş veya şirketlerden bahşiş ve benzeri hediyeleri kabul etmeleri etik kuralları dışındadır. Mühendisler, bir resmî komisyon üyesi, kontrolörü veya hükümet memuru olarak kendisi tarafından sağlanan hizmetlere karşı olan açıklamalara, etkinliklere, organizasyonlara veya mühendislik uygulamalarına katılmamalıdır. Bir jürinin atanan üyesi olduklarında, kendilerine ulaşan bilgileri ayrıntılı olarak incelemelidirler. Bu etkinlik kendi elamanlarının, işverenlerinin veya kamunun çıkarına ters düşse bile bu bilgiyi kişisel çıkarları için kullanmamalıdır. Çalıştıkları gruplarda kendileri asla gerilim çıkaracak davranışlarda bulunmamalı ve çalışanlar arasında çıkan anlaşmazlıkları da en hakkani ve adaletli bir şekilde çözümlemeye çalışmalıdır. Genellikle, kontrol mühendisi olarak görev gördüklerinde tüm taraflara dürüst ve adaletli olarak davranmalıdır. Mühendisler işverenlerin bilgisi olmaksızın, kendi düzenli işlerinin dışındaki mesleki görevleri kabul etmemelidir.

Mühendisler, piyasada haksız rekabetlere yol vermemelidir. Bu durumlara yol açabilecek doğrudan veya dolaylı politik desteklerden uzak durmalıdır. Asla liyakat, mühendislik etiği ve yeminine sadakatten ödün vermemelidir. Alınan işlerin fiyatları fahiş gösterilmeden, emek karşılığını karşılayacak ölçeklerde olmalıdır. Yapılan işlerde, karşılıklı güven ve itimat olgularının geliştirilerek yerine getirilmesine etik açıdan özen gösterilmelidir. Asla diğer mühendis ve kişilerin iş alma sürecine engeller koyarak ve yerine göre haksızlıklarla aynı işi almaya koyulmamalıdır. Mesleki şereflerini tehlikeye atabilecek, bir terfi aracı olarak kullanılacak veya mesleki komisyonu ele geçirmeye yönelecek durumlarda, mesleki komisyon üyeliklerini istememelidir. Yaptıkları tüm işlerde abartılardan ve yanlış beyanlardan kaçınmaları gereklidir. Değerlendirilmiş iş ve

mesleki yayınların tanıtımında gereksiz gösterişe, övgüye veya abartıya kaçmadan, söz konusu hizmet ve projenin içeriğine ters düşmeden, gerçek ve sadece mühendisliğe ilişkin bilgi ve görüntüler kullanmalıdır.

Mühendisler, işe alacakları kimselere çalışma koşulları ve çalışmadaki konumları hakkında gerekli tüm bilgiyi vererek, onların, mühendislik meslek grubuna bütünleşik biçimde alınmasını sağlamaya gayret göstermelidir. Bir mühendisin kendi mesleki kurallarını koyabilme ayrıcalığı bulunmalıdır. Bunu yaparken topluma karşı sorumluluklarının neler olduğunu, meslek etiği kuralları içinde değerlendirmelidir. Yukarıda söylenen etik kuralların hepsi, toplum tarafından kabul edilen ve bir anlaşmazlık durumunda baş vurulacak kurallar olarak, meslek odaları veya kuruluşları tarafından sıralanmıştır. Bir mühendisin en azından bu etik kurallarına uyması gerekir. Bunun dışında bizim kültür değerlerimiz arasında haramdan helale varıncaya kadar birçok ilave kurallar da bulunmaktadır. Bir kişi veya mühendis bu genel ve özel ahlak kurallarına uyarsa, zaten meslek etiği şeklinde sıralanan kuralların hemen hepsini sağlamış demektir. Eskiden etik kuralları diye yazılı bir sistem bulunmamaktaydı. Bugün için bunun bulunması ve sık sık etik kurallarından söz edilmesi, aslında genel olarak dünyada ve özel olarak da bazı ülkelerde, ahlak ve etik dışılığın arttığına işaret etmektedir. Bu nedenlerle, bugün hemen hemen her meslek grubunda etik kurallarından sıkça söz edilir hale gelinmiştir.

Gerek eğitimde gerekse eğitim sonrası mesleki çalışmalarda, etik boyutun işlerlik kazanmasına öncelik verilmelidir. Henüz ülkemizde pek yaygın olmasa da meslek odalarının, üniversitelerin, şirketlerin etik düzenlemeleri bulunmaktadır. Bunlar birçok bakımdan birbirlerine benzer bir kaç temel ilke üzerine kurulmuştur.

Kaynaklar

Karagözoğlu, B., (2008). A Guide to Engineerin Design Methodologies and Technical Presentation. Scientific Publishing Center,King Abdulaziz University, Jeddah,259 pp.

Sarton, G., (1975). Introduction to the History of Science.

Şen, Z., (2004a). Genetik Algoritmalar ve Eniyileme Yöntemleri. Su Vakfı Yayınları.

Şen, Z., (2004b). Yapay Sinir Ağları İlkeleri Su Vakfı yayınları.

Şen, Z., (2002). Modelleme kitabı

Şen, Z., (2010a). Bulanık mantık Türkçe

Şen, Z., (2010b). Fuzzy Logic and Hydrological Modeling. Taylor and Francis Group, CRC Press, 340 pp.

Zadeh, L.A., (1965). Fuzzy sets. *Inform. and Control.* 12,no.2, pp. 94-102.

Zadeh, L. A., (1999). From computing with numbers to computing with words – From manipulation of measurements to manipulation of perceptions. IEEE Trans. Circuits and Systems, 45(1), 105-119.

Zadeh, L. A., (2001). A new direction in AI-Towards a computational theory of perceptions. Amer. Assoc. Artificial Intelligence Magazine, Spring 2001, 73-84.