

Disiplinler Arası Bir Yaklaşım: Sistem Mühendisliği

Yirminci yüzyılın sonunda yaşayoruz. Günümüzde bilgi görülmemiş hacimlerde, çoğu durumda geometrik diziler şeklinde artıyor. Yeni bilgiler çoğu zaman eski bilgilerden, yöntemlerden veya teorilerden üstün olduğu için bazı dallarda geleneksel bilimin ömrü oldukça kısaldı. Bunun en belirgin örnekleri fen bilimlerinde görülüyor. Bilimsel dergilerin yayınlanmasına yaklaşık 1665'te başlandı. 1890'da bu sayı 1 000'e, 1900'de, ise 10 000'e çıktı. Günümüzde 100 000'e yakın bilimsel dergi yayımlanıyor. Bu ise, 17. yüzyıldan bu yana bilimsel dergi sayısının her on beş yılda bir ikiye katlandığı anlamına geliyor. Kısaca diyebiliriz ki, gelişmenin hızı çok büyük, bu hızı ayak uydurmak gün geçtikçe zorlaşıyor.

MÖ 6000'li yıllarda ulaşım deve kervanları ile sağlanırdı. Hızları saatte sadece 13 km idi. M.Ö. 1600'ü yıllarda arabanın yapılmasıyla en büyük hız 32 km/sa'e ulaştı. Arabayla ilgili gelişmeler öylesine tatmin edici olmalı ki, 3500 yıl sonra bile 1874'te İngiltere'de çalışmaya başlayan posta arabası bu hızı aşamadı, hızı 16 km/sa idi. 1825'te buharlı lokomotif ancak 21 km/sa hız yaptı. 1880'lerde geliştirilen buharlı lokomotiflerle de saatte 160 km'ye ulaşıldı. İnsanlığın bu rekoru dört katına çıkarılması ise, sadece 58 yıl sürdü. 1938'de havacılar saatte 640 km'ye ulaştılar; 1960'lar da roketler 7700 km/sa hızı eriştiler. Günümüzün uyduları ise 29 000 km/sa hız ile dünyanın etrafında dönmektedir.

Bugün insanlığın içinde bulunduğu ortamı bundan yüz yıl önceki bir bilim adamı hayal bile edemezdi. Son 50-60 yıl içindeki gelişme başdöndürücüydü. Bilim adamlarının sayısı da benzer bir artış gösterdi; öyle ki, gelmiş geçmiş bilim adamlarının yüzde 80 ilâ 90'ı bugün aramızda yaşıyorlar. Özellikle 2. Dünya Savaşı ileri düzeyde uzmanlaşmanın yoğun olduğu bir dönemdir. Günümüze kadar da bilimsel araştırmalar, uzmanlaşma yönünde gelişimini sürdürmüştür. Bunun sonucunda aşırı uzmanlaşmayla birbirinden kopuk uzmanlık alanları ortaya çıkmıştır.

Bugün ise, giderek hız kazanan değişiklikleri tanımlarken kitle iletişim ağı bize kopuk kopuk bilgiler vermektedir. Uzmanlar bizi daracık uzmanlık monografilerinden oluşan dağların altına gömmektedirler. Kamuoyu tahmin-cileri ise bir yığın, birbirleriyle ilişkisiz eğilimleri anlatmakta, bunların birbirlerini nasıl etkilediğini ya da gidişi tersine çevirebilecek güçlerin neler olabile-

ceğini anlamamızı sağlayacak bir model de sunamamaktadırlar. Bunların sonucu olarak değişimin kendisi gözümüze anarşik, hatta son derece çılgin birşey gibi görünmektedir.

İşte, çeşitli uzmanlık alanlarıyla ilgili bileşik bir sorunun çözümlenmesinde karşılaşılan güçlük, bu alanların hepsiyle ilgili belli bir birikim sağlayan bütünleştirici bir çalışmaya ihtiyaç duyurmuştur. Sorun, sadece farklı disiplinlerden yararlanarak çözüm bulmaktan ibaret değildir. Bilim ve teknolojinin kazandığı ivmenin daha da artması; farklı bilgi dallarındaki gelişme ve buluşları, varılan noktadan daha ileri götürecektir; yeni bilgi ve teknolojilerin etkinliğini daha da artıracak ve diğer bilgi dallarındaki buluşlardan daha fazla yararlanacak biçimde kullanılmasını gündeme getirmektedir.

Yeni bilgi ve teknolojilerin insanlığın hizmetine sunduğu ürünler, değişik ihtiyaçların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanmasının veya belirlenmesinin yanı sıra bilim ve teknolojinin bu ihtiyaç alanlarına yönlendirilmesi, başka bir deyişle, bilim ve teknolojinin açtığı ufukla insanlığın refahına yönelik yeni ihtiyaçların saptanması, bunları sağlayacak ürün ve hizmetlerin tasarımı,lanması bir başka problem alanı olarak ortaya çıkmaktadır.

Bir diğer nokta ise, bilim ve teknolojiye bu buluşların insanlığın hizmetine sunulduğunda meydana getirebileceği değişme ve gelişmelerdir. Bunlar yeni değişme ve gelişmelere öncülük etmekte, çıkış açmaktadır. Bunların ne yönde gelişeceğini belirlemek, gelişmelere yön vermek açısından önem taşımaktadır.

Sonuçta öyle bir tablo çıkmaktadır ki; insanlığın refahını artırmak için yeni ihtiyaç alanları saptanacak, bunun için var olan bilim ve teknolojiyenin yararlanılacak, ihtiyaçların karşılanması için yeni ürün ve hizmetler tasarlanacak, bu ürün ve hizmetler insanlığa sunulduğunda birtakım yankılar doğuracak, gelişmelere neden olacak; bir yandan bu ürün ve hizmetler kullanılırken yeni sorunlar ortaya çıkacak, bir yandan bu sorunlar çözülürken, çözülen sorunlar yeni sorunların kaynağı olacak; sorunların çözümü ve ihtiyaçların karşılanması için daha yeni bilim dalları ve teknolojiler bulunacak ve bunlardan yararlanılacaktır. Bu süreç, bilim ve teknolojiye farklı alanlardaki gelişme ve değişimleri daha da hızlandıracaktır.

Bu durumu şöyle bir döngü ile ifade edebiliriz.



Gelişmeyi hızlandıran bu değişim tablosu içinde, bütün bu gelişimi ve değişimi, kontrol, koordine ve entegre edecek, üstelik bunlara yön verecek bir işleve duyulan ihtiyaç giderek somutlaşmaktadır. Başka bir deyişle, birbirinden çok farklı alanlardaki gelişme, değişme ve buluşların birlikte ele alınması, farklı bilgi dalları ve teknolojilerin her birinin varlığı noktadan daha ileri bir etki yaratacak biçimde kullanılması; kısaca farklı alanlardaki bilginin birlikte kullanılmasından sağlanacak sinerjik etki avantajından faydalanmak bir ihtiyaç olarak kendini şiddetle hissettirmektedir.

Sistem Düşüncesi

Çağdaş bilimin değişen alanlardaki şaşırtıcı ve göz kamaştırıcı büyük evrimine göz atıldığında, çeşitli alanlardaki fikirlerin paralelliği, birbirinden bağımsız gelişmelerin sonucu olmasına rağmen bütün bu alanlarda benzer kavram ve ilkelerin ortaya çıktığı görülmüştür.

Bütünlük ve gerçeğin dinamik biçimde kavranmasıyla ilgili ilkeler bilimin bütün alanlarında belirgin olarak gözlenmeye başlamıştır. Bu gelişmelerin sonucunda; geleneksel mekanik düşünceden ayrılarak sorunları organik (canlı, dinamik) olarak ele alan yeni bir düşünce tarzı ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu düşünce tarzı karmaşık problemleri parçalara ayırarak ve bölmek gibi bir yaklaşımdan ayrılarak, sentezci bir yaklaşım belirlemiş ve problemin sadece sınırlı bir bölümüne çözüm bulmaya çalışmak yerine, sorunu bütünüyle algılamaya yönelmiştir.

Mekanik düşüncenin özünde, bir organizasyondaki faaliyetleri kontrol altında tutmak, başka bir anlatımla işleri normal seviyesinde yürütmek ve çalışanları belirli işlevleri yerine getiren robotlar olarak düşünmek vardır.

Sonuçta; deneysel sistemler olarak ele alınan yeni bir düşünce tarzı, sistem düşüncesi olmuştur.

Sistem, çeşitli unsurlara ait parçaların uyumlu bir biçimde biraraya getirilmesiyle oluşan bir bütündür. Parçalar sistemde olmaktan etkilenir ve sistemden ayrıldıklarında değişirler. Biraraya gelen parçaların bir işlevi, dolayısıyla bir amacı vardır. Her sistem kendine özgü bir amaç etrafında şekillenmektedir.

Sistem kavramı, çok çeşitli alanlarda üretilen bilginin anlaşılması ve bütünleştirilmesi için temel oluşturmuş ve buna ilişkin genel ilkelerin Genel Sistem Teorisi içinde formüle edilebileceği anlaşılmıştır. Farklı uzmanlık alanlarındaki bilginin birleştirilmesi, anlaşılması ve ilgili soruna kendi koşulları içerisinde uygulanması için temel oluşturan Genel Sistem Teorisi; büyüme ve gelişme problemleri itibarıyla, sistem düşüncesini biçimselleş-

tirmiştir. Genel Sistem Teorisinin yanısıra fizyoloji, mühendislik bilimleri, bilgisayar ve enformasyon alanındaki yeniliklerle beslenen sibernetik; sistem düşüncesini, kontrol ve iletişim sorunları itibarıyla şekillendirerek önemli gelişmeler kaydetmiştir. Genel Sistem Teorisinin diğer uzantıları ise, Açık Sistem Yaklaşımı, Sistem Dinamikleri ve Sosyo-Teknik Sistem Yaklaşımı olmuştur.

Genel Sistem Teorisi

"Bilimin İlerlemesi için Amerikan Birliği" adlı kuruluşun 1954'deki toplantısında; Biyolog L. Von Bertalanffy, Ekonomist K. Boulding, Biyomatematikçi A. Rapaport ve Fizyolog R. Gerard'un öncülüğünde bir demek kuruldu. "Genel Sistem Teorisi Derneği" ismiyle kurulan bu dernek asıl amaç ve faaliyetlerini şöyle belirliyordu.

1. Değişik alanlardaki kavramlar ve maddeler arasındaki benzerliği (isomorphy) araştırmak ve bir alandan diğerine yapılacak olan yararlı transferlere yardımcı olmak.

2. Teorik maddelere ihtiyaç duyulan alanlarda, yeterli teorik modellerin geliştirilmesini teşvik etmek.

3. Teorik çalışmanın, farklı alanlarda yeniden tekrarlanmasını (duplication) en aza indirmek.

4. Uzmanlar arasında iribatı geliştirmek suretiyle, bilim alanında bir bütünlüğün oluşumunu teşvik etmektir.

Örneklemek gerekirse;
A (Azalış) = B (Sabit) / C (Artış) olmak kaydıyla:
A: Devreden geçen akım miktarı
Organizasyonun iş verimi Taaruz hızı
B: Devreden geçen voltaj
Organizasyonun personel sayısı, eğitim seviyesi, maaş vb. faktörler
Dost birliklerin ateş ve manevra gücü
C: Devrede bulunan direnç, personel ile yönetim arasındaki ihtilaflar, düşman direnci

Burada esas olan nesnelere veya olayların özelliklerinin benzerliğinden çok, davranış kalıplarının (süreçlerin) benzerliğini ortaya koymaktır.

Herhangi bir sistemde geçerli olabilen "Zıtlı İlişkiler Modeli" bilindiği takdirde, farklı alanlardaki sorunları anlamak ve nüfuz edebilmek kolaylaşmaktadır. Bu kapsamda;

a) Yukarıdaki örnekte belirtildiği gibi, farklı alanlardaki benzer özellikler tespit edilerek genel bir modellemeye gidilebilir (Tümcevarım).

b) Tespit edilen genel bir modelin, bu alandaki geçerliliği araştırarak bu alanda da modelden yararlanmaya çalışılabilir (Tümdengelim). Örneğin;

INSAN YÜCÜDÜ ← EKONOMİ
Kuş dolanımı ← Para Akımı

Genel Sistem Teorisi (GST)'nin kökü L. Von Bertalanffy tarafından gerçekleştirilen "Organizmik Biyoloji" kavramıdır. Genellikle organizmik devrim olarak adlandırılan bu kavram ya da düşünce Bertalanffy tarafından şöyle özetleniyor: "Yerçekimi ve elektrik gibi fiziksel fenomenlerin (olguların) aksine, hayat olgusu yalnızca organizma olarak adlandırılan bireysel varlıklar içinde bulunabilir. Her organizma bir sistemdir, bu da karşılıklı etkileşim içinde bulunan parça ve süreçlerin, dinamik düzeni anlamına gelir."

İşte Genel Sistem Teorisi büyüme ve tekamül sorunları ile ilgili olarak cansız maddeler, canlı organizmalar ve sosyal kuruluşlar konusundaki muhtemel bilim dallarını dikkatlice inceler. Burada amaç şudur;

Olgular arasındaki benzerlikleri tespit etmek; bu benzerliklere dayalı olan en az iki farklı disipline uygulanabilir bir modelin inşa etmek; büyüme olgusunu genel olarak açıklamak ve tahmin etmek için izlenecek bir yol önermek.

GST, bu hedeflerin tümüne ya da bir kısmına ulaşmak için analogi (benzerlikleri bulma, kıyaslama gibi) metodları kullanır. Analogi (kıyaslama), iki varlıktan birisinin bilinen özelliklerinden yola çıkarak diğerinin bilinmeyen özelliklerini aydınlatmaya çalışarak, bir başka deyişle benzer sebeplerle dayanan akıl yürütme faaliyetidir.

Kısaca GST büyüme ve tekamül problemleri itibarıyla sistemi düşüncesini biçimselleştirme, modelleştirme teorisiyken; sibernetik sistemi düşüncesini kontrol ve iletişim problemleri itibarıyla maddeleştirme, biçimselleştiren bir yaklaşımdır.

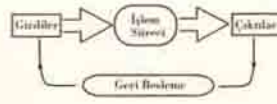
Sistem Tanımı ve Öğeleri

"Sistem" sözcüğü Yunanca orijini olup systema, ('bütün, tüm' ve hestemi: 'kurmak, düzenlemek') köklerinden oluşmuştur ve kapsam olarak "plan, bağlantı ve bütün" ilişkilerini içermektedir. Bu şöyle de özetlenebilir:

Sistem \supset Altsistem \supset Bileşen

Bu tanımdan yola çıkarak çeşitli sistem sınıflandırmaları yapılmıştır. (Canlı-cansız sistemler, denetim düzeyine sahip sistemler, ilkel sistemler, doğal ve insan yapısı sistemler gibi...) Öteyandan tüm evreni kompleks bir sistem olarak ele almak da bazı faydalar sağlayacaktır. Çünkü bu gerçek dünyada ortaya çıkan problemleri bütünleştirici bir bakış açısından ele almayı sağlayacak büyük bir "Çan" sağlamakta ve sistem yaklaşımının uygulanabilmesi için zemin hazırlamaktadır.

Sistem yaklaşımı, yukarıda değindiğimiz sistem sınıflandırmalarından faydalanarak, mekanik neden-sonuç ilişkisinin ötesinde, gelişen açık sistem anlayışı ile birlikte karşılaşılan problemlere şu mekanizma ile çözüm üretmeyi hedeflemektedir:



Şimdi yukarıda bahsi geçen sistem öğelerini tanıyalım;

Girdi: Çevreden alınan enerji girdisi; Süreç: Dışardan alınan enerjinin bir bütün biçimine dönüştürülmesi veya nihai ürünlerin elde edilmesi; Çıktı: Ürünün çevreye ihraç edilmesi; Geri Besleme: Bilginin geri beslemesi suretiyle denge durumu veya homeostatisin idame ettirilmesi.

Bu temel varsayımlara dayanan ve yukarıdaki modelleme ile desteklenen sistem düşüncesinin içeriğini şu yaklaşımlar oluşturur;

1. Klasik analitik düşünürlerin ortaya attığı ve dünyayı geleneksel mekanik açıdan ele alan düşünceden ayrılarak, organizmik bir akış açısına yaklaşmak; 2. Karmaşık problemleri parçalara ayırarak ve bilmek gibi bir yaklaşımdan ayrılarak, bütün konusunda sentezci bir yaklaşıma doğru hareket etmek; 3. Modelleştirilmiş bir durum içinde kurulan sıkı bir rakamsal ilişkiler düşüncesinden ayrılmak; 4. Belli bir problemin sadece sınırlı bir bölümüne kesin bir çözüm bulmaya çalışmak gibi bir düşünceyi ayrılarak sistemin bütün olarak anlaşılması yaklaşımını benimsemektir.

Açık Sistem Anlayışı ve Sosyo-Teknik Sistemler

"Kapalı sistem" kavramı fen bilimlerinden doğmuştur ve mekanik sistemlere uygulanır. İste fen bilimlerinin etkisinde kalarak gelişen sistem kavramı, sosyal bilimlerin insandan kaynaklanan karmaşıklığı ve sistem yaklaşımının antropoloji, sosyoloji, sosyal bilimlerde uygulama olanağını bulmasıyla birlikte "Açık Sistem" kavramına dönüşmüştür. Buna en çarpıcı örnek insan-makine sistemlerdir gözleyebiliriz. Kıtalararasında çok yüksek hızlara varabilen jetlere karşın, havaalanlarında saatlere varan zaman kayıpları sistemin teknik ve sosyal olarak gelişmişlik düzeyleri arasındaki farkı açıkça belirtir.

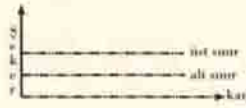
Özetlemek gerekirse sistem yaklaşımının, toplumda farklı işlevler üstlenen çeşitli kurumlara uyarlanmasıyla organizasyonlara bakış açısını değiştirerek günümüzün çağdaş yönetim anlayışına ulaşılmasını sağlayan yaklaşım "Açık Sistem Yaklaşımı" olarak nitelendirilir. Sosyal alt sistem problemlerini, teknolojik alt sistem problemlerini incelemek ve ilişkilendirmek için bir çerçeve oluşturan; gerçek dünya sorunlarının anlaşılması ve çözümünde karşılaşılan güçlükleri aşarak toplum ve örgütlerin yönetimi için temel oluşturan yaklaşım Sosyo-Teknik Sistem yaklaşımıdır. Günümüzde de sistem yaklaşımı denildiğinde, genellikle kastedilen Sosyo-teknik Sistem yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, çağımızdaki çeşitli bilgi dalları ve teknolojilerin sinerjik etkilerinden yararlanmanın bir aracıdır.

Entropi ve Geri Besleme

Termodinamikten kaynaklanan entropi kavramı fiziksel sistemler için kullanılmaktadır. Kapalı bir sistemdeki enerjinin, işlem ya da herhangi bir faaliyet için gerekli ortamın bulunmadığı bir kaos veya düzensizlik durumuna olan eğilimini ifade eder. Sistemlerin bozunmaya gitmeleri bir doğa yasasıdır; ancak açık sistemler tüketiklerinden daha fazla enerjiyi çevrelerinden alarak depolayabilir ve "Negatif Entropi" kazanabilirler. Dolayısıyla açık sistemler buhran dönemlerinde bu negatif entropiden faydalanırlar. Kapalı sistemlerde sistemi bozunmaya yönelten entropiden; açık sistemlerde kaçınılabilir, hatta negatif entropiye dönüştürülerek faydalanılabilir.

Geri besleme mekanizması ise, sistemin denge durumunu (homeostasis) devam ettirmesini sağlar. Buna en iyi örnek, vücut ısısının belli bir seviyede sabit kalmasıdır. Bütün sistemlerde görülen en basit geri besleme "Negatif Geri Besleme"dir ve önceden tayin edilen hedefi muhafaza etmeye yöneliktir. Gelen bilgi, hedefleri ya da sistemin yapısını değiştirip geliştirmeye yönelikse bu bir "Pozitif Geri Besleme"dir. Geri besleme mekanizmalarına en iyi örnek kontrol odaklarıdır. Örneğin hormonlar yardımıyla kandaki şeker oranının kontrol altında tutulması geri besleme vasıtasıyla gerçekleşmektedir.

Bu sistem sayesinde kandaki şeker oranı belirli alt ve üst sınırlar içinde tutulabilmektedir:

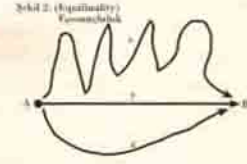
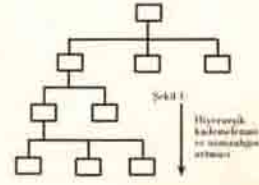


Hiyerarşi, Farklılaşma, Eşsonuçluluk

Hiyerarşi, farklılaşma ve eşsonuçluluk bir sistemin sahip olduğu diğer özelliklerdir. Şöyle ki, her küçük sistem, kendisinden büyük sistemin içerisinde ve bir alt sistemin çıktısı, diğer bir alt sistemin girdisini oluşturur. Bu ilişkiden dolayı bir alt sistem, diğer alt sistemler ile olan ilişkileri göz önüne almadan değerlendirilemez.

Farklılaşma, bütün sistemler için ortak bir özellik olup büyüklük faktörünün etkisi ile organizasyonlarda işlevlerin artması ve uzmanlık gerektiren rollerin ortaya çıkması olarak tanımlanabilir, uzmanlaşmadan daha geniş bir anlam içerir ve entegrasyonu zorunlu kılar.

Eşsonuçluluk (equifinality) farklı birkaç yoldan da olsa sistemin aynı sonuca ulaşmasını ifade eder. Burada önemli olan sistemin amacına (ki amaç bir sistem için en önemli faktördür) ulaştırılabilecek en iyi yolu tespit etmektir.



Sistem Mühendisliği

Bir mühendislik alanının evrensel bilim dalı olarak tanımlanabilmesi için, üç temel koşulun sağlanması gerekir. Bunlar; kendine özgü teorik bir alt yapının olması; sorun çözüme yönelik bir yöntemin olması; insan ihtiyaçlarını giderecek soyut veya somut ürünler ortaya koymasıdır.

Sistem mühendisliği, bir bilim dalı ve mühendislik alanı olarak bu üç koşulu karşılamaktadır. Genel Sistem Teorisi olarak bilinen bir teorik alt yapısı vardır. Sosyoteknik sistem yaklaşımı olarak adlandırılan geçerli ve güvenilir bir yöntemi vardır. Teknik bir soruna uygulandığında somut bir ürünle sonuçlanabilen sistem mühendisliği; sosyal ve veya sosyoteknik sorunlara uygulandığında kavramsal olarak tanımlanabilen bir model ortaya çıkar ki, esas olan sorunlara çözüm üretmek için analiz ve tasarım yapabilmektedir.

Sistem mühendisliği, günümüzde anlamı herkes tarafından tam olarak kavranabilmiş ve meslek sahiplerinin gösterdiği faaliyetler yeterli ve somut bir şekilde tanımlanmış bir alan değildir. Sistem mühendisliğinin, bilimsel kavramları, teorisi ve kavramı 1930'lardan itibaren geliştirilmesine rağmen, gelişmiş üniversitelerde ayrı bir alan haline gelmesi ancak son beş yıl içinde olmuştur. (Kanada, ABD gibi ülkelerde ve ülkemizde Kara Harp Okulu'nda 1991 yılından beri bu akademik program uygulanmaktadır.) Bir meslek dalının ortaya çıkışı ve kendine yeterli hale gelecek pratik sonuçlar vermesi çok uzun yıllara dayanan bir süreç içinde gerçekleşmektedir. Örneğin, kimya bilim dalının simyadan ayrılarak bilimsel nitelik kazanması veya diş hekimliğinin tıp hekimliğinden ayrı bir dal olarak değerlendirilmesi yüzyıllar sürmüştür. Ancak günümüzde bu süreç çok kısalmış olup, ülkemizde bu alandaki çabalar yoğunlaşmıştır. Nitekim Kara Harp Okulu'nda, 12-13 Ekim 1995'te, Sistem Mühendisliği ve Savunma Uygulamaları konulu bir sempozyum düzenlenecektir.

Sistem Düşüncesine Eleştiriler

Eleştiriler kıyaslama yöntemiyle benzerlikler bulmanın yanlışlıklara yol açabileceği temeline dayanmaktadır. Bunlardan en ünlüsü Buek tarafından yöneltilen "Öyleyse ne farkeder?" eleştirisidir. (So What?.) Ancak bu Newton'u elmalarla gezegenler arasında bir ilişki kurduğu için eleştirmeye veya ışığın dalga modeli ile ifade edilmesinin yanlış olduğunu savunmaya benzer. Burada dikkat edilmesi gereken önemli nokta, kıyaslanmanın çok aşırıya kaçması halinde bilimleri mekaniğin dar alanı içine hapsedecek olmasıdır.

Sistem Mühendisliğinden Beklenen Yararlar

Bu alanda esas olan, nesnelere ortak özelliklerinin benzerliğinden çok davranış kalıplarının benzerliğini ortaya koymaktır. Amaç bütün bu alanlarda bir uzman düzeyinde bilgili olmak değil; bu bilgileri sosyal, teknik ya da hem sosyal hem teknik boyutları olan sorunlara analiz ve tasarım düzeyinde uygulayarak model geliştirmek, gerektiğinde uzmanlık alanlardaki birikimlerden de yararlanarak çözüm bulmaktır. Sistem entegratörleri yani sistem mühendisleri sosyo-teknik sistemlerin bir bütünlük içinde çalışmasını sağlar. Burada amaç çözüm üretebilen bir bakış açısı kazanabilmek ve bunu uygulamaktır.

Daha önceleri bir ülkenin gelişmişlik düzeyi ağır sanayi potansiyeli, enerji tüketimi ile belirlenirken, artık ürettiği, işlettiği bilgi miktarı hatta bilgisayar kullanımını ile belirlenmektedir. Ve 21. yy.'ın eşliğindeyken gelişen Türkiye'nin artan sorunları da göz önüne alındığında ileriye dönük hedeflerin belirlenmesi, bilgi birikiminin sağlanması ve bu yeni yüzyılda toplumun sosyoteknik yaklaşımlarla örgütlenmesi için sistem yaklaşımının öngörüsünden faydalanılması ve bu alanda çözüm üreten beyinlerin yetiştirilmesi gerekliliği açıktır.

Bu kapsamda insanlara gelecek sağlama yanında, onlara geleceklelerini de kontrol edebilme yeteneğini kazandırarak ve bir olmaktan çok disiplinlerarası bir tarza sahip bütün bilim olma özelliği ile sistem bilimi, düşünce ve eylem alanında yeni bir çığır açmıştır.

Erol Işıklı
Kara Harp Okulu
Sistem Mühendisliği Bölümü

Kaynaklar
Başaran M, Yönetim Biliminde Gelişmeler. Bershon J., Peters G, System Behaviour, Bilim ve Teknik Dergisi, Kasım 1994.
Güven F, Değişim ve Dünya Ekonomisi, KHO Sistem Bilimine Giriş Ders Kitabı, Rosovsky H, Üniversite, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları Serisi.
Toffler A, Yeni Güçler, Yeni Soklar, Ulusoy Z.A, Sistem Mühendisliğinin Evrimi, Varoğlu A, KHO Sistem Mühendisliği Tanıtım Brosürü.

İlginç İşlemler ve Hızlı Çarpma Tekniği

Günümüz dünyası, teknolojik olanakların üzerinde düzenini sürdürmektedir. Bu düzen içerisinde önemli olan, soyut kavramların ezbere bilinmesi değil, bunların somut davranışlara dönüştürülmesidir. Bu süreç, matematik ile gerçekleştirilebilir. Ne yazık ki, ülkemizde verilen matematik eğitimi ve öğretimi tam olarak rasyonel düşünce çerçevesi içinde verilememektedir. Bunun yerine bilgiler, öğrenciye ezberletilmektedir. Sonuçta ise; yaratıcı düşünce engellenmektedir. Ezberci eğitim yerine, muhakemeyi kullanarak sayılarla yaratıcı olmak, daha verimli ve başarılı sonuçları doğuracaktır.

Matematikteki sayılar dizgesi, şiirdeki sihirli ve ahenkli sözcükler gibidir. Bu ahengi sağlayabilmek için; sayıları doğru bir düzen içerisinde yerleştirmek gerekir. Bu görüşümü şöyle formüle ederek göstermek isterim:

Herhangi bir sayının rakamlarının kareleri toplanır, sonra çıkan sayının rakamlarının kareleri toplanır, bu işlem birkaç defa yapılsa 1 veya 16 sayısı bulunur. Örneğin;

$$4178 \text{ için}$$

$$4^2 + 1^2 + 7^2 + 8^2 = 130 \quad 1^2 + 3^2 + 0^2 = 10 \quad 1^2 + 0^2 = 1$$

$$3746 \text{ için}$$

$$3^2 + 7^2 + 4^2 + 6^2 = 110 \quad 1^2 + 1^2 + 0^2 = 2 \quad 2^2 + 4^2 + 0^2 = 20$$

$$n \neq 0 \wedge (3n - 1) \text{ formülüne uyan sayıların rakamlarının küpleri toplanır.}$$

Sonra aynı işlem çıkan sayı için yapılır. Bu işlem birkaç defa yapılsa 407 veya 371 sayıları bulunur. Örneğin;

$$471 \text{ için}$$

$$4^3 + 7^3 + 1^3 = 454 \quad 4^3 + 3^3 + 4^3 + 1^3 = 155 \quad 1^3 + 5^3 + 5^3 = 251$$

$$2^3 + 5^3 + 1^3 = 134 \quad 1^3 + 3^3 + 4^3 + 9^3 = 732 \quad 9^3 + 2^3 = 737$$

$$7^3 + 3^3 + 7^3 = 715 \quad 7^3 + 1^3 + 3^3 = 371$$

$$969 \text{ için}$$

$$9^3 + 6^3 + 9^3 + 9^3 = 1673 \quad 1^3 + 6^3 + 7^3 + 3^3 = 587$$

$$5^3 + 8^3 + 7^3 = 980 \quad 9^3 + 8^3 + 0^3 = 1241$$

$$1^3 + 2^3 + 4^3 + 1^3 = 74 \quad 7^3 + 4^3 = 407$$

Herhangi bir sayıdan tersi çıkarılıp mutlak değeri alınır. Sonra çıkan sayıdan tersi çıkarılıp mutlak değeri alınır. Bu işlem birkaç defa yapılsa sıfır bulunur. Örneğin;

$$8890 \text{ için}$$

$$1880 - 988 = 7902 \quad 7902 - 2071 = 5835$$

$$15805 - 5895 = 720 \quad 720 - 271 = 693$$

$$693 - 396 = 297 \quad 297 - 792 = 495$$

$$485 - 584 = 99 \quad 99 - 90 = 9$$

Çok büyük ve birbirine yakın iki sayının ortalaması şu şekilde bulunur: 2 sayının farkının mutlak değeri ikiye bölünür. Çıkan değer ya büyük sayıdan çıkarılır ya da küçük sayıya eklenir. Örneğin;

$$337688988897 \text{ ile } 337688988893 \text{ için}$$

$$\frac{337688988897 - 337688988893}{2} = 2$$

$$337688988897 + 2 = 337688988899$$

AB ve AC şeklinde B+C= 10 formülüne uyan iki sayının çarpımının A5 şeklindeki bir sayının karesinden farkı; (AB-A5)'in karesine eşittir. Örneğin;

$$91^2 - 90^2 = 9025 \quad 9025 - 9025 = 0$$

Hızlı Çarpma Tekniği

ABC şeklinde herhangi bir üç basamaklı sayının karesi şu yollarla da bulunabilir; ancak ilk olarak şunların bilinmesi gerekir:

1. Herhangi bir sayının karesini bulurken, karesini bulacağımız sayıyı sonu 0 veya 5 olan kendisine en yakın sayıdan çıkarıp, mutlak değerini aldığımızda çıkacak değer 1 veya 2'dir. Eğer çıkan değer 1 ise; büyük olan sayının iki katının bir eksiği ya da küçük olan sayının iki katının bir fazlası sayıların kareleri arasındaki farktır. Örneğin;

7689 için $(7690^2 - 1) = (7689^2 + 1) = 15379$

Eğer çıkan değer 2 ise; büyük olan sayının dört katının dört eksiği ya da küçük olan sayının dört katının dört fazlası sayıların kareleri arasındaki farktır. Örneğin;

8448 için $(8450^2 - 4) = (8448^2 + 4) = 33796$

2. Sonu sıfır olan herhangi bir sayının karesi; sayının sonundaki sıfır rakamı atıldığında kalan sayının karesinin sonuna iki tane sıfır yazılarak bulunur. Örneğin;

90' için $9^2 = 81 \quad 90^2 = 8100$

3. Sonu beş olan herhangi bir sayının karesi; sayının sonundaki beş rakamı atıldığında kalan sayının bir fazlasıyla çarpılıp ya da kalan sayının karesine kendisi eklenip çıkan sayının sonuna 25 yazılarak bulunur. Örneğin;

$$865^2 \text{ için } 8606 + 1 = 7482 \quad 865^2 = 748225$$

$$315^2 \text{ için } 3131 + 1 + 31 = 992 \quad 315^2 = 99225$$

ABC şeklindeki üç basamaklı sayının karesi sonu sıfır veya beş olan kendisine en yakın sayının karesi vasıtasıyla bulunur. Bu bilgiler ışığında ilk olarak sonu sıfır veya beş olan karesi bulunacak sayıya en yakın sayı bulunduğundan sonra, bu en yakın sayının ilk iki rakamının karesi şu şekilde bulunur: Sonu 0 veya 5 olan bu sayıya en yakın sayı bulunur. Eğer bu sayıya en yakın sayının son rakamı 5 ise (A² + A) işleminden çıkan sayının sonuna 25, eğer bu sayıya en yakın sayının son rakamı 0 ise bu sayının onlar basamağındaki rakamın karesinin sonuna iki tane 0 yazılır. Bu sayı ile sonu sıfır veya beş olan bu sayıya en yakın sayının kareleri arasındaki fark birinci maddede anlatılan şekilde bulunur. Eğer bu sayı, sonu sıfır veya beş olan kendisine en yakın sayıdan daha büyükse; bu iki sayının kareleri arasındaki fark sonu sıfır veya beş olan sayının karesine eklenir. Büyük değil ise; bu iki sayının kareleri arasındaki fark sonu sıfır veya beş olan sayının karesinden çıkarılır. Daha sonra eğer karesi bulunacak sayı (ABC)'ye en yakın sayının son rakamı sıfırsa; ilk iki rakamın karesinin sonuna iki tane sıfır yazılır. Eğer karesi bulunacak sayıya en yakın sayının son rakamı beş ise; ilk iki rakam(AB)'in karesinin kendisiyle toplamından çıkan sayının sonuna 25 yazılır. En son olarak karesi bulunacak ABC şeklindeki üç basamaklı sayı ile buna en yakın son rakamı sıfır veya beş olan sayının kareleri arasındaki fark bulunur.



ve eğer karesi bulunacak sayı sonu sıfır veya beş olan sayıdan daha büyükse fark sonu sıfır veya beş olan sayının karesine eklenir, eğer karesi bulunacak sayı sonu sıfır veya beş olan sayıdan daha küçükse fark sonu sıfır veya beş olan sayının karesinden çıkarılır. Örneğin;

178' için; 180' 'nden, 180' ' için; 18' 'nden, 18' için 20' 'nden yararlanılır.

$$18^2 = 20^2 - [(20^2 - 4) - 4] = 324, \quad 180^2 = 32400 \quad 178^2 = 180^2 - [(180^2 - 4) - 4] = 31684.$$

746' için; 745' 'nden, 745' için; 74' 'nden, 74' için 75' 'nden yararlanılır.

$$747^2 = 56^2 - 5625 = 5625 - 5625 = 0$$

$$747^2 = 5625 - 5625 = 0$$

ABC şeklindeki üç basamaklı bir sayının karesi şu şekilde de bulunabilir;

İlk olarak sayının BC kısmının karesi şöyle bulunur: C'nin karesi bulunur, çıkan sayının son rakamı sonucun son rakamı, geriye kalan kısmı ise; eldedir. C'nin 2B ile çarpımına elde eklenir. Çıkan sayının son rakamı sonucun sondan ikinci rakamı, geri kalan kısmı ise eldedir. B'nin karesine elde eklenir, çıkan sayı sonuç bölümünde iki rakamın soluna yazılır. BC sayısının karesinin son iki rakamı ABC sayısının karesinin son iki rakamıdır. Bu sayının diğer rakamları eldedir. Eğer bu sayı tek rakamlı ise, ABC sayısının karesinin son iki rakamı önce sıfır sonra üç basamaklı sayının BC kısmının karesidir. Elde varsa bu değer üç basamaklı sayının BC kısmının 2A ile çarpımına eklenir. Elde edilen sayının son iki rakamı ABC sayısının karesinin sondan 3. ve 4. rakamlarıdır. Bu sayının diğer rakamları eldedir. Eğer elde edilen sayı tek rakamlı ise; ABC sayısının karesinin sondan dördüncü rakamı sıfır, üçüncü rakamı ise; elde edilen sayıdır. Elde varsa bu değer üç basamaklı sayının yüzler basamağındaki rakam (A)'ın karesine eklenir. Çıkan sayı sonuç bölümünde 4 rakamın soluna yazılır. Örneğin;

$$102 \text{ için } 2^2 = 4, \quad 2 \cdot 2 \cdot 2 = 8, \quad 1 + 1 = 2$$

$$102^2 = 10404$$

178' için; 8' - 64, 8^2 * 7 = 112, 112 + 6 = 118, 7 + 11 = 60, 78 = 6084, (78.21) + 60 = 216, 1 + 2 = 3

Daha büyük sayıların karesi de üç basamaklı sayının karesindeki mantık kullanılarak bulunur. Örneğin;

$$4175^2 \text{ için; } 417^2 \text{ 'nden, } 417^2 \text{ için}$$

$$415^2 \text{ 'nden, } 415^2 \text{ için } 41^2 \text{ 'nden, } 41^2 \text{ için}$$

$$40^2 \text{ 'nden yararlanılır.}$$

178' için; 8' - 64, 8^2 * 7 = 112, 112 + 6 = 118, 7 + 11 = 60, 78 = 6084, (78.21) + 60 = 216, 1 + 2 = 3

Daha büyük sayıların karesi de üç basamaklı sayının karesindeki mantık kullanılarak bulunur. Örneğin;

