

SİSTEM KURAMI VE SİSTEM ANALİZİ ÜZERİNE BİR DERLEME

1. GENEL SİSTEM KURAMINA GİRİŞ

1.1. Giriş

Genel anlamda eylemin **kendiliğinden** (bilinçsiz) olmaktan çıkarak **kendi-için** (bilinçli) olmaya başladığından bu yana bireyler ve örgütler, varlıklarını sürdürebilmek amacıyla değişen çevre ve örgüt koşullarına uyum sağlamaya çalışmaktadırlar. Değişen bireysel, örgütsel ve çevresel değişiklikler,

- bilimsel ve teknolojik yenilikler,
- yeni malzeme ve donanımlar,
- yeni ürünler ve hizmet biçimleri,
- genişleyen pazar ve pazarlama olanakları,
- yeni yasal düzenlemeler, politik gelişmeler

olarak gerçekleşmektedir. Söz konusu değişimler, özellikle örgütler açısından gelişim içinde varlığın sürdürülmesini sağlayacak planlama, örgütleme, düzenleme (koordinasyon) ve denetim işlevlerinin yerine getirilmesini zorunlu kılar. Örgütler, kendilerini ilgilendiren bilim ve disiplinlere ilişkin birikimden yararlanarak bilinçli değişimler ile örgütü oluşturan bileşenler arasındaki uyumu sağlamak ve yükselterek geliştirmek zorundadırlar.

Bilinçli eylemin ve örgütsel yapıların vardığı düzey açısından bakıldığında, örgütlerin karşılaştıkları sorunları çözmek, yapısal değişim ve gelişmeler ile bunlara ilişkin araçları yapılarına uyarlayabilmek için alaminüt (!) reçeteler yoktur. Düzeltme, değiştirme, ekleme ve yeniden tasarlama gibi sistem sorunlarında sistemin yapısına yönelik araştırma, gözlem ve tasarımlar yapılmalıdır. İnsan (üretim güçleri), makina ve malzemedan (üretim araçları) oluşan tümlşik sistemlerin tasarım, kuruluş ve geliştirilmesiyle ilgilenen endüstri mühendisliğinde sistemlerin incelenmesi ve/veya tasarımına ilişkin çalışmalar **sistem analizi** (sistem çözümlleme) kapsamında ele alınmaktadır.

Sistem analizi (İng. systems analysis), çok sayıda bilim dalı ve disiplinle ilintili olması nedeniyle değişik bakış açılarıyla ve değişik yaklaşımlarla ele alınabilir. Bunun nedenini, sistem analizinin kendi başına bir çözüm olmayışında ya da diğer disiplinlerden tümüyle soyutlanamamasında aramak olanaklıdır. Yaygın bir literatür taraması yapıldığında da anlaşılacağı gibi, sistem analizinin sınırlarını saptamak hemen hemen olanaksız olduğundan sistem analizinin neleri (hangi temel bileşenleri ve ilişkileri) içereceği konusunda genelgeçer bakış açıları ve görüş birliği sağlamak oldukça zordur. Diğer yandan, Genel Sistem Kuramı'nın (İng. General System Theory) ustalarından Ackoff, von Bertalanffy, Emery, Rosenblueth, Wiener, Bigelow, Mesarovic, Takahara gibi yazarların üzerinde anlaştıkları birtakım genel kavramların ve tanımların giderek benimsendiği görülmektedir. (Diğer yandan sistem kuramının bulunduğu yoğun destek yanında, bu kurama yöneltilmiş ciddi ve nitelikli eleştiriler bulunduğunu unutmayalım.)

1.2. Temel Kavramların Tanımlanması

Aşağıda sistem analizi yaklaşımına temel olmayı amaçlayan bazı tanım ve özellikler verilmiştir:

Sistem (İng. system), aralarında karşılıklı ilişkiler bulunan ve bir amacı (İng. goal, objective) yerine getirmek (en az bir çıktı vermek) üzere bir bütün oluşturan bileşenler kümesidir. Bu tanım, başlıca şu ana öğelerden oluşmaktadır:

- Birden çok bileşen,
- Bileşenler arası ilişkiler,
- Bileşenlerin ilişkilerle birlikte bir bütün oluşturması,
- Bütünün bir amacının (en az bir çıktısının) olması.

Sistemi oluşturmak üzere ilişkilerin varolabilmesi için en az iki bileşenin (öğenin) bulunması zorunludur. Sistemdeki her bileşen (eleman), sistemin öteki bileşenleriyle (elemanlarıyla) dolaylı ya da dolaysız biçimde ilişkilidir. Bileşenler, soyut ve/veya somut olabilecekleri gibi ilişkiler de elektriksel, kimyasal, fiziksel, görsel, mantıksal ilişkiler gibi çok çeşitli olabilir. Bir sistem örneği olarak ele alınabilecek bir elektrik devresindeki dirençler, tranzistörler, kondansatörler, tümlşik devreler sistemin bileşenleridir. Bu devrede akan elektrik akımı ise bileşenleri birbirine bağlayan ilişkilerin bir örneğidir. Diğer yandan bir üretim sistemi ele alındığında, buradaki bileşenlerin sermaye, emek ve hammadde olduğu görülecektir. Üretim sisteminin bir bütün oluşturmasında gerekli olan ilişkiler ise bu üçlünün kendi aralarında oluşturdukları üretim ilişkileridir. Üretim araçları ve üretim ilişkileri bir araya gelerek **üretim biçimi** bütünlüğünü (üretim sistemini) oluşturur.

Sistemin zorunlu olarak bir amacının (en az bir çıktısının) olması gerekirken bir girdisi bulunmayabilir. (Girdi kavramını irdeleyerek girdisi olmayan sistem örnekleri düşünebilir misiniz? Bir sistem olarak dilin, ekonominin, güneşin girdileri neler olabilir?)

Bir sistemde bileşenlere ve ilişkilere ilişkin özellikler (öznitelikler, İng. attributes), **değişkenler** ve **parametreler** aracılığıyla ortaya konur. Sistem değişkenleri, bir sistemde değişen değerler alabilen bileşen ve/veya ilişkilerdir. Modelleme aşamasında, bu farklı değerler basit bir biçimde ele alınabileceği gibi karmaşık matematiksel ve/veya mantıksal bağıntılar aracılığıyla belirlenebilir. Diğer yandan, parametreler, bir sistemde değişkenler arasındaki ilişkileri belirleyen bir dizi sabit katsayılardır. Bir üretim sisteminde, %40 oranında emek ve %60 oranında sermaye kullanıldığını düşünelim. Bu sistemde emek ve sermaye, sistemin bileşenlerine ilişkin değişkenleri oluştururken, emek ve sermayenin bileşimlerini veren %40 ve %60 sabitleri sisteme ilişkin parametrelerdir. (Bir doğrusal programlama modelinde değişkenlerin ve parametrelerin neler olduğunu düşünün. Doğrusal programlama modeline ilişkin isimlendirmenin neden sistem kuramındaki isimlendirmeye benzediğini kestirmeye çalışın.)

Tümüyle soyut bileşenlerden ve bunlar arasındaki ilişkilerden oluşan sistem, soyut sistem olarak anılır. Soyut sistemler için verilebilecek örnekler arasında, felsefi sistemler, sayı sistemleri bulunmaktadır. Soyut sistemlerde bileşenler tanımlama

ile, bileşenler arası ilişkiler ise varsayımlarla yaratılır. Dolayısıyla tüm soyut sistemler cansız sistemlerdir. Diğer yandan, en az iki bileşeni somut nesnelere oluşan sistemlere **somut sistemler** denir. Bu nedenle, somut sistemlerin bileşenleri kavramsal ve fiziksel nesnelere olabilir. Somut sistemler, canlı ya da cansız olabilirler. Somut sistemlerde, bileşenlerin varlıklarının ve özelliklerinin ortaya çıkarılması (kanıtlanması), bileşenler ile özellikleri arasındaki ilişkinin doğasının açıklanması deneysel araştırmayı ve kapsamlı gözlemi gerektirir.

Soyut sistemler, biçimsel (formel) bilimlerin ilgi alanına girerken, somut sistemler, biçimsel-olmayan bilimlerden tarafından incelenirler.

Bir sistemin durumu (İng. system's state), belirli bir zaman kesitinde sistemin sahip olduğu özelliklerden ilgili olanlarının tümüdür. Her sistemin görece çok sayıda özellikleri vardır. Bu özelliklerin tamamı, sistemin içinde bulunduğu durumun belirlenmesi amacıyla gerekli olmayabilir. Örneğin dünya-iklim sisteminde, sistemin hangi durumda (hangi mevsimde) olduğunu belirleyebilmek için sistemin bileşen ve ilişkilerini veren tüm özelliklerin kullanılması (araştırılması) gerekmez. Diğer yandan, araştırmacının amacı değiştiğinde sistemin ilgi duyulan özellikleri de (ilgilenilen değişken ve parametreler de) değişebilir. İlgi duyulan bileşen ve ilişkilere ait değişkenlerin sahip olduğu değerler (değişkenlerin düzeyi), sistemin durumunu belirler. Bir sisteme ilişkin birden çok duruma ilgi duyulabileceği gibi, yalnız olası iki ya da üç durum ile de ilgilenilebilir. Bir basit anahtarın açık/kapalı konumlarını (İng. Twostate, bistate), bir elektronik tümleşik devrenin açık/kapalı/yüksek-empadans (on/off/hiZ) olmak üzere üç ayrı durumunu (İng. tristate) göz önüne alabilirsiniz.

Bir sistemin çevresi (İng. system's environment), söz konusu sistemin parçalarından (bileşenlerinden ya da bileşenler arası ilişkilerden) olmayan, fakat kendilerindeki bir değişiklikte sistemin durumunu etkileyen öğelerden (bileşenlerden) ve bu öğelerin ilgilenilen özelliklerinden oluşur. Bir sistemin çevresi, sistemin durumunu etkileyebilen değişkenleri (bu değişkenlere sahip sistemleri) içerir. Sistemin ilgi duyulmayan özelliklerini etkileyen dışsal öğeler, sistem çevresini oluşturan parçalardan sayılmazlar. (Ekonomik sistemlerin birbirlerini etkilediğini, fakat Amazon'un erişilmesi zor ormanlarındaki olası bir kapalı köy ekonomisinin diğer ekonomilerden etkilenemeyeceğini düşünün. Bu nedenle diğer ekonomiler, söz konusu köy ekonomisinin çevresini oluşturan öğelerden değildir.)

Zaman doğrusunun belirli bir kesitinde (belli bir anda) sistem çevresinde ilgilenilen özellikler (değişkenlerin aldığı değerler) kümesi **sistem çevresinin durumunu** oluşturur. Anlaşılacağı gibi, bir sistemin durumu ile sistemin çevresinin durumu benzer biçimde tanımlanabilir.

Somut sistemler ve bu sistemlerin çevreleri nesnel varlıklar olmakla birlikte, araştırmacının (sistem analizcinin) bakış açısına göre ele alınan bileşenler ve ilişkiler göz önünde tutulursa, somut sistemlerin öznel olmaları da olasıdır. Değişik gözlemciler, araştırmacılar, sistem analizciler, tasarımcılar, aynı olayı değişik sistemlerde ve sistem çevrelerinde kavramsallaştırırlar. Örneğin bir yapı tasarımcısı, elektrik, ısıtma ve temiz/pis su donanımıyla bir yapıyı karmaşık bir sistem olarak ele alır. Diğer yandan, bir makina mühendisi için aynı yapı, asal olarak bir ısıtma sistemidir; yapının diğer bileşenleri ise bu sistemin çevresini oluşturur. Bir gecekondu bölgesinde doğum kontrolüne ilişkin çalışma yapan ana ve çocuk sağlığı uzmanı için bir ev, ilgilendiği aile için sistemin çevresi sayılır. Söz konusu sisteme ilişkin mekanik ve/veya elektriksel bileşen ve ilişkiler, sağlık uzmanını ilgilendirmeyebilir.

Bir sistemin çevresindeki elemanlar araştırma konusu olduğunda, çevrenin kendisi, yeni bir sistem olarak algılanabilir. Her sistem, daha büyük bir sistemin parçası olarak düşünülebilir. (Sistemden söz ederken gerçekte onun bir modelinden söz ediyor olamaz mıyız?)

Soyut sistemlerin de bir çevreye sahip oldukları unutulmamalıdır. Biçimsel bir sistemi tanımlamada kullanılan metadil, tanımlanan sistemin çevresidir. (Metadil: Dilin kendisi konusunda konuşmak üzere ve günlük dillerle karşılaştırmalar yapılarak kullanılan dil). Benzer nedenlerden dolayı mantık, matematiğin çevresi olarak algılanır. (Soyut bir sistemin çevresinden nasıl etkilenebileceğine ilişkin örnekler düşünebilir misiniz ? Dilin bir sistem olduğunu , çevresinde başka diller bulunduğunu ve söz konusu dilin başka dillerden etkilendiğini düşünmeye çalışın.)

Kapalı sistem (İng. closed system), çevresi olmayan (çevresinde kendi dışında hiçbir sistem bulunmayan) ya da çevresindeki sistemlerden her ne biçimde olursa olsun etkilenmeyen bir sistemdir. Bir çevresi ve çevresindeki öğelerle ilişkileri olan, onlarla iletişim kuran ve birbirlerini değiştiren sistemlere **açık sistemler** (İng. open system) denir. Sistem analizcilerin ve tasarımcıların ilgileri daha karmaşık ve gerçekçi yapılar gösteren açık sistemler üzerine yönelmiştir. Tüm canlılar açık sistemlerdir. Bir bölümü kendi dengelerini (İng. equilibrium) sağlamaya ve sürdürmeye yönelik geri besleme (geri bildirme, İng. feedback) özelliğine sahip olmasına karşın tüm cansız sistemler kapalı sistemlerdir. (Açıklık ve kapalılığın sistemlerin kendilerinden ayrılmaz nitelikler olduğunu göz önüne alarak, neden tüm cansız sistemlerin kapalı olarak algılanabileceğini tartışınız.)

Kapalı sistemler, başlangıçtaki koşullara (sistemin başlangıç durumuna, İng. system's initial state) bağlı olarak değişmez denge durumuna ulaşmaya çalışırlar. Eğer başlangıç koşulları değişirse erişilmeye çalışılan denge durumu da değişecektir. Açık sistemlerde ise son denge durumuna farklı başlangıç koşullarından ulaşılabilir. **Eşsonluluk** (İng. equifinality) olarak bilinen bu özelliğin nedeni, açık sistemlerin çevreyle olan etkileşimlerinin farklı olmasıdır. Eğer ekonominin herhangi bir sektöründe belli bir büyüme hızına ulaşılması bir denge durumu olarak algılanırsa, bu hıza çok farklı başlangıç noktalarından erişilebileceği kavranır. Diğer yandan, kapalı sistemlerde uygun geri besleme (denetim) ile ulaşılan denge durumu, gerçekte yalnız başlangıç koşulları ile değil, fakat sistemin yapısı ile de ilintilidir.

Sistem olayı (İng. event) ya da çevresel olay (İng. environmental event), zaman doğrusunun belli bir kesitinde (belli bir anda) sistemde ya da çevresinde ortaya çıkan ve sistemin ya da çevrenin durumunda değişiklik yapan, bileşen ve ilişkilere ait birden çok yapısal özellik değişikliğidir. Bir doküma fabrikasındaki grev, fabrika sisteminin kendisiyle (sistemle) ilgili bir olaydır, bir sistem olayıdır. Fabrikanın işleyişini etkileyen bir genel grev ise fabrika açısından bir çevresel olaydır. Bir televizyonun içindeki elektronik malzemeden herhangi birinin bozulması nedeniyle ekranda oluşan karlanma bir sistem olayı örneğidir. Elektronik elemanlardan birinin bozulması nedeniyle sistem içsel olarak etkilenmektedir. Diğer yandan

güneşteki patlamalar, yine televizyondaki görüntünün bozulmasına neden olabilir, bu kez sistem bir çevre olayından etkilenmektedir.

Hiçbir olayın gerçekleşmediği sistemler, **tek durumlu** (İng. one-state system) olarak anılırlar. Sürekli olarak manyetik kuzey kutbunu gösteren pusula tek durumlu sistemlere verilen geleneksel örneklerden biridir. Diğer yandan **çok durumlu sistemler** (İng. multi-state systems) dinamik özellikler gösterirler. Sistem olayları, çok durumlu sistemleri etkileyerek sistemlerin zaman doğrusunda durum değiştirmelerine neden olurlar. Gaz pedalına ya da fren pedalına basılmasıyla hız değiştiren bir otomobil, çok durumlu sistemlere verilebilecek bir örnektir. Kavramsal olarak tek durumlu sistemler ile kapalı sistemleri karıştırmamak gerekir. Çok durumlu sistemler açık ya da kapalı sistem özelliklerine sahip olabilirler. Çevresi ile ilişkileri açısından kapalı olan bir sistem, kendi bileşen ve ilişkileri açısından çok durumlu sayılabilir.

Sistemlerin sınıflandırılması işleminin, gerçekte onların kavranma biçimleri olan modellerinin sınıflandırılması olduğunu hatırlayın. Bu nedenle, sistemlerin tek ya da çok durumlu olarak sınıflandırılması görece kavramlardır. Örneğin, onaltıncı yüzyılda yapılmış bir yapı, statik ya da tek durumlu bir sistem olarak kabul edilebilmekle birlikte yapıdaki eskimeler ve bozulmalar ile ilgilenen bir restorasyon uzmanı için aynı yapı dinamik özellikler gösteren çok durumlu bir sistemdir.

Dışarıdaki ısı değişimlerine karşılık iç ısıyı belirli düzeyde tutabilen bir yapı, homeostatik özellik göstermiş olur. Bileşenleri ve çevresi dinamik olmakla birlikte homeostatik sistem tek durumludur. Sürekli değişimlerin gerçekleşmekte olduğu bir çevrede homeostatik sistem, sistem içi düzenleme ve ayarlamalarla tek durumluluğunu korur.

Sistem tepkisi (İng. system reaction), bir sistem olayıdır. Sistem tepkisinin ortaya çıkması için sistemde ya da sistem çevresinde başka bir olayın gerçekleşmesi yeterlidir. Başka bir deyişle, sistem tepkisi, başka bir olayın bilinçli olarak neden olduğu bir sistem olayıdır. Örneğin, herhangi bir malın fiyatının değiştirilmesi durumunda bu mala ilişkin talep değişecektir. Talepteki değişim, mal fiyatında oluşan değişime bir tepki olarak gelişmiştir.

Bu örnekte, talebin durum değiştirmesi için fiyat değişimi yeter ve gerek koşuldur. Ancak bir sistemde herhangi bir olay, her zaman durum değişimi için gerekli olmayabilir. Örneğin, emisyon hacminin daraltılması, enflasyon oranını düşürebileceği gibi, emisyonun azaltılması enflasyon üzerinde önemli bir etken olmakla birlikte gerek koşul olmayabilir. (Dolaşımdaki para miktarıyla malların ve satın alınabilir hizmetlerin toplamı arasında sapmanın büyümesinden oluşan ve fiyatların toptan yükselişi biçiminde kendisini gösteren ekonomik parasal sürece **enflasyon** denir. Enflasyonu önlemek için şu araçlar kullanılabilir: ücretler kitlesinin artırılması, vergilerin demokratikleştirilmesi, para basımının (emisyonun) sınırlandırılması, tekellerin tasfiyesi.)

Sistem yanıtı (sistemin cevabı, İng. system response), bir sistem olayıdır ve bu olayın ortaya çıkması için aynı sistemde ya da sistem çevresinde başka bir olayın uyarıcı (İng. stimulus) olarak bulunması zorunludur. Sistem, uyarıcı etkeni yanıtlamak (cevaplamak) zorunda olmamakla birlikte aynı etkene tepki göstermek zorundadır. Bundan dolayı yüksek enflasyon oranlarında tüketiciler cari giderlerini azaltarak bir sistem yanıtı gerçekleştirirler. Diğer yandan tüketicilerin cari giderlerini azaltmaları için bazı ihtiyaçlarından vazgeçmeleri gereklidir ve bu durum bir sistem tepkisidir. Cari giderlerin azaltılabilmesi için öncelikle gereksinimler listesinde azaltmalar yapılmalıdır. Özetlersek,

- fiyatlar düzeyinin artışı : uyarıcı etken,
- cari giderlerin azaltılması : sistem yanıtı,
- bazı ihtiyaçlardan vazgeçme : sistem tepkisi.

Bir sistem, bileşenleri, bileşenlerin öznelikleri ve eylemleri ile belirlenir. Sistemde ilgi konusu nesnelere kavranan bileşenler, kaynaklar (İng. resource) olarak da bilinir. Kara yönelik sistemler sahip oldukları kaynaklardan eniyi (İng. optimal) çıktıyı oluşturmak için etkinlik gösterirken, hizmete yönelik sistemler kaynaklarını kullanarak eniyi hizmeti vermek üzere çaba gösterirler. Bileşenleri belirginleştiren ve tanımlayan, onların özellikleridir (öznelikleridir). Daha önce andığımız gibi, öznelikler zaman içindeki değer ve durumlarına göre parametre (sabit) ve değişken olmak üzere ikiye ayrılırlar. Eylemler (İng. activity, act) ise bir bileşenin tek başına ya da diğer bileşenlerle birlikte belirli bir süre bir arada kalarak bir işlemin yapılmasını gerçekleştirme olayıdır. Sistem eylemi için aynı sistem çevresinde bir değişiklik zorunlu olmadığı gibi gerekli de değildir. Bundan dolayı sistem eylemleri, sistemin kendi başına kararlaştırdığı olaylar ve bağımsız değişikliklerdir. Sistem eylemi için sistem bileşenlerinin durumlarında içsel değişiklikler olması gerekli ve zorunludur. Canlıların birçok davranışları bu türden olmakla birlikte bu davranışlar yalnız onlara özgü değildir. Örneğin, bir bilgisayar ortamında, kendi programının bir nedeni olarak, bilgisayarın durumu değiştirilebilir ya da bilgisayar çevresinin durumunu değiştirilebilir. Bir fırında yakıt enerjisini ısı enerjisine dönüştürme süreci devam ettikçe fırın içindeki ısı artacaktır.

Sistemler, tepkici, yanıtlayıcı, özerk değişikliklere paralel olarak tepkici, yanıtlayıcı ya da özerk olabilirler. Sistemlerin bu biçimde sınıflandırılmaları değişikliklerin nedenleri göz önünde tutularak yapılmıştır.

Sistem davranışı (İng. system's behavior), sistemin kendisinde ya da çevresindeki başka bir olay için gerekli ya da zorunlu bir sistem olayıdır. Sistem davranışı, başka bir olayı başlatan bir sistem değişikliğidir.

Sistem davranışı \hat{I} { tepkiler, yanıtlar, eylemler }

Tepkiler, yanıtlar, eylemler, nedenleri 'ilginç' olan sistem olaylarıdır. Sistem davranışı ise sonuçları 'ilginç' olan sistem olaylarını içerir.

1.3. Sistemlerin Sınıflandırılması

Sistemler, çeşitli özelliklerine, yapılarına, zamanla ve çevresiyle olan ilişkilerine bağlı olarak sınıflandırılabilirler. Evrene ilişkin gözlemler ile tümevarımcı soyutlama ve genellemeler, sistemlerde bir hiyerarşi (aşamalar sırası, İng. hierarchy) olduğunu ortaya koymaktadır.

Hiyerarşik sıralama genel sistem kuramının önde gelen kavramlarından biridir. Hiyerarşik düzenin anlatımı değişik biçimlerde yapılmaktadır:

- sözel anlatım (Koestler 1967),
- matris kuramı (Simon 1965),
- matematik formülasyon (Woodger 1930-1931),
- çizge kuramı (İng. graph theory),
- ağaç diyagramları (İng. tree diagrams).

Sistemlerin bir hiyerarşik yapıyla sınıflandırılması aşağıda verilmiştir. Bu hiyerarşik yapı dokuz ana bölümde incelenmekte ve her düzey bir öncekine göre daha ileri bir aşamayı anlatmaktadır:

1.Birinci düzey, durağan (statik) yapı düzeyidir. Çatı (İng. framework) olarak da isimlendirilen bu düzeye örnek, evrenin anatomisidir.

2.İkinci düzey, önceden belirlenmiş gerekli hareketleri yapan ilkel dinamik sistemlerdir. Bu düzey, mekanizmalar (İng. clockwork systems) olarak isimlendirilebilir.

3.Üçüncü düzey, termostatlar olarak isimlendirilebilecek denetim mekanizmalarını ya da sibernetik sistemleri içerir. Bu sistemler kendi kendilerini düzenleyerek denge durumunu korurlar. Bu tür sistemlere örnek olarak termostat, servo mekanizmalar ve organizmalardaki homeostatik düzen verilebilir.

4.Dördüncü düzey, kendi başlarına varlıklarını sürdüren yapılar olan **açık sistemler** düzeyidir. Canlı ve cansız farkının belirginleştiği bu düzey, hücre düzeyi olarak isimlendirilebilir. Her canlı organizma varlığını sürdürebilmek için çevresiyle madde-enerji alışverişinde bulunmak zorunda olduğundan açık bir sistemdir.

5.Beşinci düzey, botanik uzmanlarının gözlem dünyasını oluşturan ve bitki ile belirtilen kalıtsal-toplumsal (İng. genetic-societal) düzeydir. Bu organizmalarda görece gelişmiş bir işbölümü vardır.

6.Altıncı düzey, hayvan sistemleri düzeyi, artan hareket yeteneği, amaca yönelik ve varlığının bilincinde olma özellikleriyle belirginleşir. Bu düzeydeki sistemlerde asal özellikler, artan hareketlilik, çevreyle iletişim ve kendi farkında olmaktır. Yine bu sistemlerde gelişmiş bir sinir sistemi vardır.

7.Yedinci düzey, insanı bir düzey olarak ele alır. Bilinçli, dil ve simgeler kullanma yeteneğine sahip her insan bir sistemdir. Hayvana oranla daha karmaşık düşünebilme yeteneği yanında insan, sadece bilmekle kalmayıp bildiğini de bilmektedir.

8.Sekizinci düzey: Toplumsal sistem ya da insan örgütleri, simgelerin içeriği ve anlamı, değer sistemlerinin niteliği ve boyutları, görüntülerin kayıtlara aktarılması, resim, müzik, şiirdeki anlaşılması güç (İng. absurd) simgeler ile insan duygularının karmaşık bütününe içeren bir sonraki düzeydir.

9.Dokuzuncu düzey: Simgesel (sembolik, İng. transcendental) sistemler, hiyerarşik sınıflandırmanın son düzeyini oluşturmaktadır. İlk sekiz düzeyde içerilmeyen, fakat sistem özelliği gösteren birçok oluşum vardır. Bu oluşumlar arasında yer alan dil, mantık, matematik, çeşitli sanatlar ve hukuk bu düzeyde içerilirler.

Hiyerarşik yapı göz önüne alındığında en yaygın olanlar, birinci düzey sistemleridir. Statik yapısal özelliklere sahip sistemlere göreceli olarak sık rastlanır. Yukarıda verilen tanımsal sınıflandırma, tüm düzeylerde sistem modellerinin kurulmasında yardımcı olacaktır. Sistemler ve modellerine konjonktürel olarak bakıldığında fizik ve astronomi gibi klasik doğa bilimlerinde gözlenen dinamik mekanizmalar düzeyinde bile önemli eksiklikler vardır. Daha sonraki hiyerarşik aşamalarda ise yeterli kuramsal modellere rastlanmamaktadır. Dördüncü düzeyin ötesinde, başlangıç kuramları bile oldukça azdır. Hiyerarşik sıralamanın yüksek düzeylerinde, genel sistem kuramı bütünlüğü içerisinde bilgisayar yoluyla gerçekleştirilen sistem gösterimleri (modelleri) sistemler üzerine çalışan analizci, tasarımcılara yeni boyutlar sağlamaktadır. Sistem analizi yaklaşımının evrimleşme süreci, bilgisayar yöntem ve tekniklerinin gelecekte bu yaklaşımın temel bileşenlerinden biri olacağını göstermektedir.

Tanımlama ve çözümlemelerde kolaylık sağlanması açısından sistemler çeşitli biçimlerde sınıflandırılabilir. Hiyerarşik sıralama yanında işletme ve endüstriyel sistemler açısından yararlı olabilecek bazı sistem gruplamaları aşağıda verilmiştir:

Somut ve soyut sistemler: Tüm bileşenleri kavramlardan oluşan sistemlere **soyut sistemler** denir. En az iki bileşeni nesnelere oluşan sistemlere **somut sistemler** denir. Somut (fiziksel) sistemler, bir amaca (çıktıya) ulaşmak üzere birlikte hareket eden ve insan, makina, malzeme, enerji gibi fiziksel öğeler içeren sistemlerdir. Buna karşın soyut sistemler ise organizasyon kuramı, felsefe sistemi gibi birbirine bağlı kavram ya da düşüncelerin birer düzenlemeleridir.

Tanımlamalar, açıklamalar, simgeler ve/veya varsayımlarla anlatılan soyut sistemler aynı zamanda cansız sistem örnekleridir.

Canlı ve cansız sistemler: Gerçek anlamda canlılık belirtileri olan doğum, ölüm ve çoğalma gibi biyolojik özellikler gösteren sistemlere **canlı sistemler** (İng. living system) denir. **Cansız sistemlere** (İng. non-living system) ilişkin olarak da doğum ve ölüm kavramları kullanılmakla birlikte, bunlar gerçek anlamda canlılık özelliklerine sahip değildir.

Açık ve kapalı sistemler: Daha önce de ele aldığımız açık sistemlerde sistem ve çevresi arasında enerji, malzeme, bilgi alışverişi vardır. Başka bir deyişle, açık sistemlerde sistemin bir ya da daha çok girdisi bulunmaktadır. (Genel olarak söylendiğinde, bir sistemin sistem olarak tanımlanabilmesi için en az bir girdi gerek ve yeter koşul değildir. Başka bir deyişle, genel anlamda sistemlerin girdisi olmayabilir.) Kapalı sistemler ise çevreyle enerji, malzeme, bilgi değişimi olmayan sistemlerdir.

Doğal ve yapay sistemler: Sistemin oluşum biçimini yansıtan bu sınıflamaya göre yapay sistemler, belirli bir **yarar** (İng. utility) sağlamak üzere insanlar tarafından kurulmuş sistemlerdir. Bir bilgisayar, ekonomik sistem, iletişim ağları bu

kategoriye örnek olarak gösterilebilir. Doğal sistemler ise güneş sistemi, iklim, biyolojik yapı gibi doğada bulunan sistemlerdir. (Hem soyut hem de yapay sistem özelliği gösteren sistem örnekleri verebilir misiniz?)

Geçici ve kalıcı sistemler: Geçici sistemler, belli bir amacın (çıkıntının) yerine getirilmesine kadar varlıklarını sürdürürler. Örnek olarak seçim hükümetlerini düşünebilirsiniz. Bu hükümetin görevi, görev süresi içinde olağan işlerin devamı yanında seçimlerin tarafsız bir ortamda yapılmasını sağlamak ve yeni seçilen hükümete görevi teslim etmektir. Kalıcı sistemler, bireylerin işlev sürelerine oranla daha uzun süre varlığını koruyan sistemlerdir. Örnek olarak bir fabrikayı alınız. Makinaların eskiiyip değiştirilmeleri, işçilerin değişik nedenlerle işe girip çıkmaları ve bunlara ilişkin süreler fabrika ömrüne oranlanarak ele alındığında fabrika, bir kalıcı sistem olarak algılanabilir. Diğer yandan tüm ekonomi düşünüldüğünde ise adı geçen fabrika, bir geçici sistem olarak algılanabilir.

Uyarlı ve uyarsız sistemler: Doğal sistemlerin pek çoğu, bunlar arasında özellikle canlı sistemler çevrelerine uyum gösterme özelliğine sahiptir. **Uyarlı sistemler** (uyum gösteren sistemler, İng. adaptive system), çevrelerindeki değişimlere tepki göstererek bunları amaçlarına uygun biçimde özümseyebilen sistemlerdir. Yapay sistemlerin değişimlere uyumu önemli ölçüde algılanabilir ve açıklanabilir olmakla birlikte aynı özelliği, aşırı karmaşık yapıları nedeniyle doğal sistemler için söylemek kolay değildir. Benzeri koşullarda yaşamakla birlikte iki ayrı insan bedeninin iklim değişikliklerine farklı tepkiler gösterdiklerini hatırlayınız. Diğer yandan insan bedeninin çevreyle uyumuna ilişkin pek çok örnek vardır. Bu örneklerden çoğunda beden, fizyolojik sınırlarda tutulmaya çalışılır. Bu tür düzenler, çoğu zaman **homeostatik mekanizmalar** olarak anılırlar. **Uyarsız sistemler** (İng. non-adaptive system), çevrelerindeki değişimlere karşı kayıtsız kalırlar ve değişen çevre koşullarına uyum sağlamak için herhangi bir tepki göstermezler. (Uyarsız sistemlere ilişkin örnekler düşünebilir misiniz?)

Deterministik ve rassal sistemler: Bu sınıflama daha çok ileride ele alacağımız sistem modellerine ilişkindir. Kısaca özetlemek gerekirse, girdi ve çıktısı arasındaki ilişkinin tam olarak belirlenebildiği sistemlere **deterministik sistemler** denir. Deterministik sistemlerde neden-sonuç ilişkileri açıklıkla görülebilir, önceden kavranabilir. Diğer yandan girdi ve çıktı arasındaki sürecin tam olarak bilinemediği, fakat bazı olasılık dağılımları ile gösterilebildiği sistemlere **rassal sistemler** (stokastik sistemler, İng. stochastic system) adı verilir.

Dinamik ve statik sistemler: Dinamik ve statik sistemler arasındaki temel ayrımı zaman boyutu belirler. Matematiksel olarak bir sistemdeki bileşen ve ilişkileri tanımlayan bağıntılardaki değişiklikler, sistemin en az iki farklı andaki durumunu belirliyorsa bu sistemlere **dinamik sistemler** (devingen sistemler, İng. dynamic system) denir. Dinamik sistemlere örnek olarak kinematikte serbest düşme olarak bilinen hareketi verebiliriz.

- V_0 : ilk hız (m/sn),
 V : herhangi bir andaki hız (m/sn),
 d : herhangi bir ana kadar alınan yol (m),
 g : yerçekim ivmesi (m/sn²),
 t : zaman (sn)

göstermek üzere

$$V = V_0 + g * t$$

ve

$$d = V_0 * t + g * t^2 / 2$$

olur. Burada kütlelenin t anındaki hızı ve aldığı yol miktarı zamanın fonksiyonu olarak verilmiştir.

Sistemlerin herhangi bir andaki ya da zaman dilimindeki durumu göz önüne alındığında, kurulan modelleri, zaman boyutunu içermiyor ise bu tür sistemler statik sistemler (durağan sistemler, İng. static system) olarak bilinir. (Statik sistemler için örnekler düşünebilir misiniz ? Evrende gerçekten statik sistemler var mıdır ? Uzay, zaman ve giderek sistem kavramlarını düşünerek, *Uzay ve zaman maddenin varoluşunun genel biçimleridir* önermesini tartışmayı deneyin.)

1.4. Sistemlerin Genel Özellikleri

Sistemler konusunda yapılan gözlem ve araştırmalar sonucunda sistemlerin bir dizi benzerliklere sahip oldukları ortaya konmuştur. Özellikle Ackoff, Ashby, von Bertalanffy, Bigelow, Blauberg, Boulding, Emery, Hall, Koestler, Mesarovic, Rosenblueth, Sadosky, Wiener, Yudin gibi çok sayıda bilim insanı ve araştırmacının bu konudaki çalışmaları anılmaya değer. Açık ki, söz konusu benzerliklerin geçerliliğini açıklayabilmek ve savunabilmek için üzerinde çalışılan sistemlerin genelgeçer niteliklerinin (özelliklerinin) iyice araştırılması ve bilinmesi gerekir.

Gerçekten sistemlerin bazı özellikleri bütünsel (İng. global) niteliktedir. Bundan ötürü bazen anlaşılmas gibi görünen sistem sorunları, ortak özellikler açısından değerlendirildiğinde daha kolay kavranır ve çözülebilir duruma dönüşürler. Özellikle sorunun nicel ve nitel olarak anlatımı olan modelleme sürecinde, ortak ve bütünsel sistem özelliklerinin basitleştirici rolü büyüktür.

Bir sistemin bileşenleri arasındaki ilişkinin doğasının sonucu olarak, bileşenlerden birinde oluşan değişiklik öteki bileşenlerin her birinde ve ilişkiler nedeniyle sistemin bütününde de oluşuyorsa sistemin birlikte (İng. coherence) ya da bir bütün (İng. wholeness) olarak davrandığı söylenir. Öte yandan, bileşenlerden birinde oluşan değişiklik salt o bileşen ile sınırlı kalıyorsa, sistemdeki değişikliklerin toplamı bileşenlerdeki değişikliklerin toplamına eşit olur. Bu tür davranışlar ise bağımsızlık (İng. independence) ya da fiziksel bileşenler ve ilişkiler açısından fiziksel eklenebilirlik (İng. physical additivity) olarak isimlendirilir. (Bu kavramları örneklemek üzere, iyi huylu ve kötü huylu tümörleri düşünebilirsiniz. Tümörler, hücrelerin olağandışı boyutlarda çoğalması sonucunda oluşur. İnsan bedeni bir sistem olarak algılandığında, iyi huylu tümörü oluşturan değişimler genellikle fiziksel açıdan yerel olarak kalırken, kötü huylu tümörler yayılarak bedenin genel işleyişini etkilerler. Bu konuda başka örnekler geliştirmeye çalışınız.)

Mıknatısı göz önüne alınız. Temel özelliklerinden biri, karşılıklı olarak birbirini dışlayan ama birbiriyle yakından bağlantılı iki yanının (karşıt kutuplarının) bulunmasıdır. Yukarıda anlatılan özellik de bir mıknatısa benzer. Bütünlük ve bağımsızlık ayrı özellikler değil, fakat aynı özelliğin karşıt uçlarıdır. Bütünlük ve bağımsızlık arasında kesin bir sınır çizilememekle birlikte bu özellik, kavramsal olarak karşıtlardan biri olmadan diğlerinin varolamayacağı ve karşılıklı olarak birbirlerine bağımlı oldukları anlamına gelir. (Doğal olarak bu kavramsal indirgeme, bütünlük ve bağımsızlığın sürekli olarak birbirlerini dışlayıp olumsuzlamaya çalıştıklarını yadsımaz.) Tüm bağımsızlığa sahip bileşenler kümesine, bunların oluşturdukları sistemlere **bileşenlerine ayrılabilir sistemler** (İng. factorable system) adı verilir. (Sistemlerdeki bağımsızlık kavramı ile matematikteki lineer bağımsızlık kavramını karşılaştırmaya çalışınız. Benzerlikler bulabilir misiniz ?)

Bütünlük ve eklenebilirlik kavramları, somut sistemlerde gözlenen başka bir özelliği tanımlamak amacıyla kullanılır. Bilindiği gibi somut sistemlerin pek çoğu, zaman içinde değişime uğrarlar. Bir elma ağacının bir tohumdan büyük bir ağaç olana kadar geçirdiği serüveni hatırlayınız. Eğer somut sistemin geçirdiği değişim, bütünlükten bağımsızlığa doğru oluyorsa bu sürece **ilerleyici (ilerici) parçalanma** (İng. progressive factorization) süreci denir. İlerleyici parçalanma sürecinin zaman boyutunu içerdiğinin ve bu boyutta oluşan sistematik değişim ve gelişmeleri göz önüne aldığının unutulmaması gerekir.

İlerleyici parçalanma süreci, iki asal biçimde kendini gösterir:

- Dağılma ve bozulma (İng. decomposition),
- Büyüme (İng. growth).

İlerleyici parçalanma biçimlerinden birincisi dağılma, bozulma sürecidir. Örnekleme amacıyla aileyi bir sistem olarak ele alalım. Ekonomik, toplumsal, çevresel ve bireysel etkenler nedeniyle eşler arasında oluşan geçimsizlik, ailenin birliğinin parçalanmaya yönelik zedelenmesi sonucunu doğurabilir. Daha sonraki birlikte yaşam süreçlerinde büyük bir olasılıkla her şey eskisi gibi olamayacaktır. Bu durumda aileyi bir sistem olarak bir arada tutan ilişkilerden bazıları zayıflamış ya da yok olmuştur. Bir başka örnek vermek gerekirse, uzun süre bakımı yapılmayan bir tezgahın hareketli mekanik parçaları aşınır, giderek verim düşer ve bunun sonucu olarak zamanla parçalar, bir sistem olarak çalışamaz duruma gelirler.

İlerleyici parçalanmanın ikinci biçimi, büyümedir. Sistem, artan biçimde 'altsistemlere' ve giderek 'alt-altistemlere' doğru bölünme ya da işlevlerin farklılaşması doğrultusunda değişim geçirir. Bu tür parçalanma, birtakım yaratıcı ya da evrimci ve gelişimci süreçlerde görülür. Buna örnek olarak embriyonik gelişme gösterilir. Bilindiği gibi embriyonik gelişimde tohum bütünlükten özel işlevleri olan organların bağımsızca oluşmasına doğru bir değişim süreci izler. Bir başka örnek verelim. Sistemin gelişim süreci, bir düşünce ya da gereksinimin tanımlanması biçiminde başlar; bu, tohum düzeyidir. Planlama uğraşlarıyla ilerleyerek tasarım ve geliştirme aşamaları hemen hemen bağımsızca yürütülen altsistemlere dönüştürülür. (İlerleyici parçalanma kavramına örnek olarak, bir elma çekirdeği ile başlayıp fidana ve ağaca ilerleyen, giderek çok sayıda yeni elmalar, yeni elma çekirdekleri üreten süreci düşünebiliriz. Politik düşüncelerin yayılarak büyüme (intişar) sürecini bu örneğe benzetebilir miyiz ?)

İlerleyici parçalanmanın karşıtı, ilerleyici (ilerici) sistemleşme (İng. progressive systematization) özelliğidir. İlerleyici sistemleşmede parçalanmaya karşıt olarak bütünlüğe doğru bir evrimleşme söz konusudur. Bu değişim, parçalar arasındaki varolan ilişkinin daha güçlendirilmesi, daha önce ilişkisel olmayan bağların geliştirilmesi, sisteme yeni parça ve ilişkilerin eklenmesi ya da bunların birtakım karışımları biçiminde olmaktadır. Bir çok ülkedeki bilgisayar ağlarının gelişim süreci ilerleyici sistemleşmeye örnek olarak verilebilir. Başlangıçta yerel bilgisayar merkezleri ortaya çıkmakta, daha sonra bu merkezler telefon hatları aracılığıyla birbirlerine bağlanmaktadır. İletişim teknikleri geliştikçe, başka ülkelerdeki bilgisayar merkezleri de ağa (şebekeye) eklenmektedir. Dolayısıyla sistem, yeni bileşen ve ilişkileri yutarak büyümektedir.

Bilindiği gibi karşıtlar, bir yandan birlik içindeyken aynı zamanda da birbirleriyle savaşım halindedirler. Bu nedenle ilerleyici parçalanma ve sistemleşmenin aynı sistemde ortaya çıkması olanaklıdır. İnsan bedenindeki anabolizma (anabolizma: bitkiler, hayvanlar ve insanlarda değişik besin maddelerinin canlı doku durumuna geçmesi, yapıcı metabolizma, doku-yapım) ve katabolizma (katabolizma: canlı dokunun daha basit kimyasal bileşimli artık ürünlere dönüşmesi, yıkıcı metabolizma, doku-yıkım) süreçlerinde olduğu gibi, bu iki sürecin bir arada ve belirsiz bir süre devam ederek, sistemin varlığını bir uzun erimli denge (İng. steady-state equilibrium) durumunda korumasına etken olabilirler. İki süreç birlikte varolabileceği gibi birbirlerini izleyen sırada da bulunabilirler. Onüçüncü yüzyılın sonlarında başlayan Osmanlı Devleti'nin gelişim süreci incelendiğinde ilerleyici parçalanma ve sistemleşme özellikleri açıklıkla gözlenebilir. Selçuklu Devleti'nin çöküş yıllarında Anadolu'nun değişik bölgelerinde Selçuklu hükümdarına bağlı beylikler oluşmuştu. Giderek bu beylikler Selçuklu hükümdarından daha çok bağımsızlık elde ettiler. Kendi aralarındaki savaşım, zamanla Osmanlıların büyümesi sonucunu doğurdu. Osmanlılık sisteminin tarihsel süreci içerisinde pek çok Türk beyliği ve Bizans kalıntısı eriyerek ortak gelenekler ve alışkanlıklar oluştu. Böylece başlayan bütünleşme, Osmanlı İmparatorluğu sonucuna erişti.

Sistemin işleyişinde bir altsistem asal görevleri üstleniyor ya da diğ er altsistemlere oranla daha etkin ve baskın durumda bulunuyorsa, sistemde merkezileşme (İng. centralization) özelliğinin egemen olduğu söylenebilir. Merkezde bulunan baskın altsisteme **önder bileşen** (İng. leading part) ismi verilir. Bir önder bileşene sahip sistemlerde, bu parçada oluşan küçük bir değişim sistemin tümünde görece önemli değişimlerin nedeni olarak yansır. Bir futbol takımında oyun kurucu sporcunun bu görevini yapmaktaki başarı düzeyi, tüm takımın oyununu ve dolayısıyla oyunun sonucunu etkileyecektir. Yine bir orkestrayı yöneten orkestra şefinin rolü, orkestranın tamamının performansını etkileyebilecek düzeydedir. Halkın iradesinin yönetime yansımadağı baskıcı rejimlerde yönetim biriminin aldığı kararlar, sistemin tümünün davranışlarını etkiler. (Merkezileşme özelliğini açıklamak üzere doğal sistemlere ilişkin örnekler verebilir misiniz? Merkezileşme örneklerini bir fabrikayı göz önüne getirerek düşününüz.)

İlerleyici parçalanmayı ve/veya ilerleyici sistemleşmeyi **ilerleyici (ilerici) merkezileşme** (İng. progressive centralization) izleyebilir. Sistem evrim geçirdikçe bileşenlerden biri daha merkezi görünüm alır ve denetim (kontrol) işlevlerinde etkinliği ele geçirir. Bu durumda daha önce anlatılan parçalanma süreci son aşamaya dek gelişmez. Bu konuda, denetleyici ve birleştirici bileşen olarak daha öne çıkan beyin iyi bir örnek oluşturur. Aynı eğilim insan yapımı sistemlerin evriminde de gözlenir. Örneğin ulusal bilgisayar ağları ve savunma sistemleri tasarımında birçok uydu (İng. slave) altsistem öngörülür ve bu altsistemler, işlevlerini bir dizi beyinlerin ve/veya ana bilgisayarların denetiminde yerine getirirler.

Merkezileşmiş sistem düşüncesi, giderek önder bileşenin korunması ilkesini getirir. Bu ilke uyarınca sistemde merkeziyetçi eğilim çoğaldıkça çevrenin dengesiz etmenlerine karşı önder bileşen daha iyi korunmalıdır. Beyin, çok karmaşık olan geribildirim (geri besleme, İng. feedback) mekanizması yardımıyla işlevlerini yerine getirir, bedeninin davranışlarını denetim altında tutar.

Merkeziyetçilik kavramı ile hiyerarşik düzen arasında bir bağ vardır. Tümüyle merkeziyetçi olmayan bir sistemde örgüt düzeyi tektir ve sistemin her bileşeni tanımlı işlevler kümesinin gereklerini yerine getirmek için sorumlulukları paylaşır. Merkeziyetçilik ilerledikçe daha çok örgüt düzeyleri oluşur. Toplumsal sistemlerde istenen verimliliğin elde edilebilmesi bu sistemlerin tasarımı sırasında merkeziyetçilik düzeyinin doğru belirlenmesi gerekir. Bu konuda pek çok soru sorulabilir:

- Sistemde kaç örgüt düzeyi bulunmalıdır ?
- Belirli bir düzeye kaç altsistem bağımlı olacak ?
- Belirli bir düzeyde hangi işlevler yerine getirilecek ?
- Belli bir işlev sistemin hangi bileşeninde yerini bulacak ?
- Sistemin değişik düzeylerini birbirlerine bağlamak için bilgi ve malzeme akışını gerçekleştirilebilecek ne tür bağlantılar kurulacak ?

Bu ve benzeri sorulara, planlama, tasarım ve gerçekleştirmede her düzeyde yanıt ve çözüm aranır. Yukarıda anılan sorular daha alt düzeylerin tasarımında yol gösterici görevi yapar

1.5. Açık Sistemler

Açık sistemler (İng. open system) bazı ortak ve önemli özelliklere sahiptirler. Bu özellikler, onlara sistem kuramı içinde bazı ayrıcalıklar tanır.

Koehler (1938), von Bertalanffy (1950) ve Katz-Kahn (1966) gibi sistem kuramcılarının tesbit ettiği açık sistem özelliklerinin önemlileri aşağıda listelenmiştir:

1. Enerji ithali (İng. importation of energy),
2. Dönüştürüm (İng. through-put),
3. Çıktı ihraç etme (İng. output),
4. Sistem olaylarının döngüsel örüntüsü (İng. systems as cycles of events),
5. Negatif entropi (İng. negative entropy),
6. Bilgi girişi, negatif geri besleme ve kodlama süreci (İng. information input, negative feedback, and the coding process)
7. Uzun erimli denge ve dinamik homeostasis (İng. steady state and dynamic homeostasis),
8. Farklılaşma ve uzmanlaşma (İng. differentiation),
9. Eşsonluluk (İng. equifinality).

Açık sistemler buldukları çevreden enerji ithal ederler. Örneğin hücreler kan dolaşım sisteminden oksijen alırlar. İnsan bedeni gereksinim duyduğu oksijeni ve besinleri yaşadığı çevreden alır. Kişiliğin ana çizgileri dış dünyanın etkisindedir. Duyu yoksunluğunun etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmalarda görme ve işitme duyularını harekete geçirecek etkenlerin en az düzeyde olduğu karanlık ve ses geçirmez bir odaya kapatılan kişide kuruntu ve zihinsel gerilim belirtilerinin geliştiği gözlenmiştir. Toplumsal itici güçten yoksunluğun zihinsel dağınıklığa yol açabileceği de saptanmış bir gerçektir. Anlayış gücü dış dünyadan gelen sürekli desteğe bağımlıdır. Doğumdan başlayarak uzunca bir süre görme yetenekleri kullandırılmayan hayvanlar, daha sonra istense de görme yeteneklerini tam olarak elde edemezler. Kısacası kişilik, çevreden sürekli biçimde akmakta olan uyarıcıların etkisine göre biçimlenir. Benzer biçimde toplumsal kurumlar diğer kurumlardan, kişilerden, malzemelerden kendileri için girdiler olacak enerji desteği almak zorundadırlar. Hiçbir toplumsal yapı, kendi kendine yeterli ve kendi dünyasına kapalı değildir.

Açık sistemler, çevreden sağladıkları enerjiyi başka biçimlere dönüştürürler. Örneğin insan bedeni, aldığı şeker ve nişastayı ısı ve kas gücüne dönüştürür. Kişilik ise kimyasal ve elektriksel uyarıcıları duyu niteliklerine, bilgileri düşünce örüntülerine dönüştürür. Kuruluşlar yeni ürün üretir, malzeme işler, insan eğitir ya da hizmet sunar. Bütün bu eylemler, girdinin yeniden düzenlenmesi sonucunu getirir.

Açık sistemler buldukları çevreye bir dizi ürün ihraç ederler. Bu ürünler soyut ya da somut olabilirler. Biyolojik organizmalar, buldukları çevreye fizyolojik ürünler ihraç ederler. Örneğin solunum sisteminin dışarı attığı karbondioksit, yakın çevredeki bitkilerin yaşamlarını sürdürmelerine yardımcı olur.

Enerji alışveriş eyleminin döngüsel bir örüntüsü vardır. Çevreye ihraç edilen ürün, döngüsel eylemin yinelenmesi için gerekli enerji kaynağını oluşturur. Döngüyü gerçekleştiren enerji, ya üretilen ürünün dış dünyada birtakım karşılıklarla değişiminden ya da eylemin kendisinden karşılanır. Bir endüstriyel kuruluş, hammaddeleri ve emeği birleştirerek elde ettiği ürünleri satar ve döngünün sürekliliği için gerekli parayı elde eder. Gönüllü çalışan, kar amacı gütmeyen kurumlarda ise

döngünün sürebilmesi için gerekli enerji, hizmetlerin etkinliği sonucunda ortaya çıkan tatmin duygusundan ve üstün moralde kaynaklanır.

Açık sistemler varlıklarını sürdürebilmek için entropik sürecin önünü almak zorundadırlar. Başka bir deyişle, açık sistemlerin negatif entropi (olumsuz entropi, İng. negative entropy) kazanmaları gerekir. Entropik süreç doğanın evrensel bir yasasıdır. Bu yasaya göre doğadaki her tür düzen (İng. organization) düzensizliğe (İng. disorganization) ve yokluğa doğru yol alır. Örneğin biyolojik organizmalar, çöküntüye hırpalanmaya uğrarlar. Bununla birlikte açık sistem, harcadığından daha çok enerjiyi çevresinden ithal ederek depolar ve negatif entropi kazanır. Bundan dolayı açık sistemlerde, kazanılan enerjinin harcanan enerjiye oranının ençoklanması eğilimi vardır.

Biyolojik organizmalarda sağlanan enerjinin nitel özelliği, organizmanın yaşam süresini sınırsız olarak uzatamaz. Bu durum, toplumsal sistemlerde daha çok denetlenebilir biçimde sürdürülme olanağına sahip olduğundan toplumsal sistemler entropik sürecin önünü almakta biyolojik organizmalara oranla daha başarılıdır. Bununla birlikte her yıl çok sayıda kurumun varlığını yitirdiği de bir gerçektir.

Canlı sistemlerde girdiler yalnızca enerji üreten nesnelere değildir. Girdilerin bildirimci (İng. informative) nitelikte olanları da vardır. Bildirimci nitelikli girdiler, gerek çevre koşulları konusunda gerekse sistemin çevreyle olan işlevsel ilişkileri konusunda sisteme bilgiler ve uyarılar taşırlar.

Tüm sistemlerde görülebilen en yalın düzeydeki bildirimci girdi, negatif geribeslemedir (geribildirim, İng. feedback). Olumsuz türden bir geribesleme, sistemin kendi doğrultusundaki sapmaları önler ya da düzeltir. Bir makinanın çalışan bileşenleri, işlemlerinin etkilerine ilişkin verileri geribilgi (İng. back information) biçiminde olmak üzere merkezi bir mekanizmaya ya da bir altsisteme iletirler. Onlar da bu geribilgilerle sistemi amaç doğrultusunda tutarlar. Negatif geribeslemeyi ilke edinerek çalışan sisteme basit bir örnek olarak, oda ısısını denetleyen termostatı gösterebiliriz. Otomatik (özdevimsel, İng. automated) olarak çalışan bir enerji santrali ise karmaşık geribesleme düzeni olan sisteme iyi bir örnektir. Negatif geribeslemesi (İng. negative feedback) kesilen sistemin uzun erimli denge (İng. steady state) durumu kaybolur, sınırları yok olur ve sistem sona erer. Kendi doğrultusundaki sapmaları düzeltici bir etmen yoksa sistem, ya çok enerji harcar ya da alınması gerekenden çok daha fazla enerji ithal ederek (İng. energetic input) sistem görünümünü yitirir.

Bir sistemin girdileri seçimlidir. Enerji girdilerinin tümü her sistem tarafından kabul edilemez. Örneğin, canlı yaratıkların sindirim sistemleri ancak alışık oldukları girdileri kabul edebilirler. Benzer biçimlerde, sistemler de yabancı olmadıkları bilgi girdilerine tepki gösterebilirler. Bir sistemde seçici mekanizma tarafından girdilerin red ya da kabul edilmesi ve yorumlanmasına **kodlama süreci** (İng. coding process) denir. Kodlama süreci nedeniyle çok karmaşık olan girdi, evreni basitleştirebilir ve söz konusu sistemin girdilerinin sınıflandırılması yapılabilir. Sistemin yerine getirdiği işlevler kodlama mekanizmasını belirler, bu mekanizma da işlevlerin sürekliliğini sağlar.

Entropiye engel olmak için yapılan enerji ithalinde değişmezliğin sürdürülmesi temeldir. Bu temele dayalı olarak yaşamını ayakta tutan açık sistemler **uzun erimli denge durumu** (İng. steady state equilibrium) olan sistemler olarak tanımlanır. Denge durumu, **hareketsizlik** ya da **gerçek denge** (İng. true equilibrium) değildir. Denge durumunda çevreden sisteme sürekli bir enerji akışı, bunun karşılığında da sistemlerden çevreye sürekli bir ürün ihracı vardır. Bu trafiğe karşın sistemin ana çizgileri, enerji alışverişindeki oran ve parçalar arası ilişki bir değişiklik göstermez. İnsan bedenindeki **doku-yıkım** işlemleri (İng. catabolic process) ve doku-yapım işlemleri (İng. anabolic process), bir denge durumu korunarak yürütülür. Bundan dolayı bir süre sonra organizma aynı organizma olmamakla birlikte varlığını sürdürmekte olan organizma ötekilerin benzeridir. Denge durumu, insan beden ısısının düzenlenmesini sağlayan homeostatik süreçlerde daha açıklıkla görülür. Çevre koşullarından olan nemlilik ve ısı, değişmekle birlikte beden ısısı değişiklik göstermez. Hormon salgılayan bezler, fizyolojik işlevlerdeki bir düzenliliğin devamını sağlayıcı mekanizma olarak çalışırlar. Burada genel ilke, sistemde çöküntüler yaratmak isteyen iç ya da dış etkenlere birtakım güçlerin karşı koyması ve sistemin bu güçlerce, olabildiğince önceki durumuna yakın duruma konulmasıdır.

Denge durumuna yönelik en yalın eğilim, homeostatik olmakla birlikte, temel ilke, sistemin karakterinin korunmasıdır. Bir yönde yapılan ayarlamaya diğer yönden gelen bir yönelme ile karşı durulur. Giderici ya da tamamlayıcı yönde oluşmuş doğalarından ötürü her iki yönelme de kesin olmaktan çok yaklaşıktır. Bu nedenle sürecin kağıda aktarılmış çizgesinde düzgün bir eğri yerine inişler ve çıkışlar dizisi görülür.

Negatif entropi üzerinde dururken izlediğimiz gibi bir sistemin kendi karakterini koruyabilmesi için sistematik yapı, çıktılar için gerekli enerjiden daha fazlasını ithal etme eğilimindedir.

Çevrelerine uyarlanırken sistemler, dışsal güçleri ya kendi bütünlükleri içine alarak ya da aynı güçler üzerinde bir denetim düzeni kurarak kendi amaçlarına (çıktılarına) yönelirler.

İşlevlerini tanımlayan amaçları izlerken kendi etkinliğini azaltıcı çevresel ve/veya içsel değişimlere karşı kendi durumunu ve/veya çevrenin durumunu değiştirerek yanıt veren ya da tepki gösteren ve amacına ilişkin etkinliğini yeniden artırabilen sistemlere **uyarlı sistemler** (İng. adaptive system) denir. Kısacası uyarlılık (İng. adaptiveness), kendi aleyhine olan değişimlere karşı sistemin kendisini ya da çevresini değiştirebilme yeteneğidir. Bu değişimin amacı, yitirilmiş olan etkinliğin yeniden kazanılmasıdır. Uyarlanım, başlıca şu biçimlerde olabilir:

- Dışsal değişim --> dışsal uyarlanım
- Dışsal değişim --> içsel uyarlanım
- İçsel değişim --> dışsal uyarlanım
- İçsel değişim --> içsel uyarlanı

Basit denge durumu (İng. steady state), zaman doğrusunda homeostasislerin biri olmakla birlikte daha karmaşık düzeylerde büyüme ve yayılma (Osm. intişar) aracılığıyla sistemin karakterini koruyanlardan biri olur. Yayılmanın (İng. expansion) bir sonucu olarak sistemde doğrudan değişiklik olmaz. Büyümenin en genel türü, aynı döngülerin ya da

altsistemlerin çoğalmaları biçiminde olan büyümedir. Bu tür büyüme, nitel olmaktan çok niceldir. Hayvanlar ve bitkiler çoğalarak büyürler. Toplumsal sistemler ise varolan başlıca birimlerine aynı tür yeni birimler ekleyerek büyürler. Sistemlerde nitel değişim iki yönde olur. Bunlardan birincisinde, sistem daha küçük boyutlarda iken eksikliği fazlaca duyulmayan uzmanlığa dayalı destekleyici altsistemlere gereksinim belirginleşir. İkincisinde ise belirli bir noktadan sonra nicel değişimler sistemin işlevlerinde nitel farklılıklar doğururlar. Örneğin bir anda üç kat büyüyen bir üniversite artık eski üniversite değildir. Çünkü yönetim ile fakülte ve akademik bölümlerin birbirleriyle ilişkileri ya da salt öğretimin kendisi, birçok yeni özellikler kazanmış olurlar.

Farklılaşma, daha genel ve türdeş bir durumdan daha özel türdeş olmayan bir duruma dönüşümdür. Açık sistemler, **farklılaşma/uzmanlaşma** (İng. differentiation) ve **ayrıntılanma** (İng. elaboration) doğrultusuna yönelirler. Bunun doğal bir gereği olarak işlevler uzmanlaşmaya daha bağımlı olurlar. Örneğin, duyu organları ve sinir sistemi, ilkel sinir dokusundan çok farklılaşmış bir yapıya doğru evrim geçirir. Benzer durum, kişiliğin evriminde, toplumsal kuruluş ve düzenlerin yaşam döngüsünde de görülür.

Eşşonluluk (İng. equifinality) ilkesine göre, bir sistem aynı son duruma, değişen başlangıç koşullarından ve türlü yollardan erişebilir. Deniz kestaneleri üzerinde yapılmış iyi bilinen araştırma ve gözlemlere göre bu yaratık, tam bir yumurtadan gelişebildiği gibi, bir yumurtanın ikiye bölünmüş parçalarından ya da iki tam yumurtanın birleşim (İng. fusion) ürününden de gelişebilmektedir. Düzenleyici mekanizmalar (İng. regulatory mechanism), açık sistemin işlemlerini daha çok denetim altına aldıkça eşşonluluk miktarı azalabilir.

1.6. Denetim Sistemleri

Soyut olarak ele alındığında her fiziksel nesne, bir denetim sistemi (kontrol sistemi, İng. control system) olarak düşünülebilir. Bir denetim sistemi, sistemin kendini ya da bir başka sistemi kumanda edecek, yönetecek ya da düzenleyecek biçimde ilişkilendirilmiş bileşenler kümesidir ve bu sistem de genelgeçer sistem özelliklerini taşır.

Elektrik anahtarı, elektrik akımını denetleyen bir yapay denetim sistemidir. Tanımsal olarak anahtarı açıp kapayan insan ya da makina denetim sistemine dahil değildir.

Terleme sistemi, insanın beden ısı sisteminin bir parçasıdır. Hava sıcaklığı, deri sıcaklığını aştığında ter bezleri çalışarak terleme ve buharlaşma yoluyla sıcaklığı düşürürler. Normal deri sıcaklığı sağlandığında ter bezlerinin çalışması yavaşlar. Terleme sisteminin girdisi normal düzeydeki deri sıcaklığı iken çıktısı gerçek deri sıcaklığıdır.

Denetim sistemleri iki ana kategoride sınıflandırılır:

- Açık döngülü denetim (İng. open-loop control),
- Kapalı döngülü denetim (İng. closed-loop control).

İki denetim türünü ayıran temel fark, sistemi çıktıyı üretmek üzere harekete geçiren büyüklük olan **denetim eylemidir** (İng. control action).

Açık döngülü denetim, denetim eyleminin çıktıdan bağımsız olduğu denetim biçimidir. Kapalı döngülü denetim, denetim eyleminin herhangi bir biçimde çıktıya bağımlı olduğu denetim türüdür.

Açık döngülü denetim sistemlerinin belirgin özellikleri aşağıda listelenmiştir:

- Duyarlılık, kalibrasyon tarafından belirlenir. Kalibrasyon, girdi- çıktı arasındaki ilişkinin kabul edilebilir sınırlar içinde düzenlenmesidir.
- Açık sistemler, kararsızlık (İng. instability) sorunlarıyla sıklıkla karşılaşmazlar.

Kapalı döngülü denetim sistemleri, genellikle geribesleme (geribildirim, İng. feedback) sistemleri olarak bilinirler.

Bir denetim sisteminin açık döngülü ya da kapalı döngülü olarak sınıflandırılabilmesi için sistem bileşenlerinin sistemle etkileşen fakat sistemin parçası olmayan bileşenlerden ayırılması gerekir.

Bir zamanlayıcı tarafından denetlenen bir ekmek kızartıcısı, bir açık denetim sistemidir. Ekmeğin kızartılması için gerekli zaman, sistemin bir parçası olmayan kullanıcı tarafından tahmin edilir. Zamanın ayarlanmasından sonra kullanıcının sistem çıktısı üzerindeki denetimi sona erer.

Bir otomatik pilot mekanizması ve onun tarafından denetlenen uçak, bir kapalı döngülü (geribesleme) denetim sistemi oluşturur. Denetim sistemi sürekli olarak uçak ile ilgili ölçümler yaparak uçağın havadaki konumunu/durumunu düzenler.

Geribesleme, kapalı döngülü denetim sistemlerini açık döngülü sistemlerden ayıran özelliktir. Girdinin ve çıktının fonksiyonu olarak denetim eyleminin oluşturulması amacıyla çıktının girdi ile karşılaştırılmasını sağlayan kapalı döngülü sistem özelliğine geribesleme (geribildirim) denir. Daha genel söylendiğinde, bir sistemde geribeslemenin varlığı, sistem değişkenleri arasındaki kapalı neden-etki ilişkileri ile belirlenir.

Edilgen (pasif) sistemler, hiç bir enerji kaynağına sahip olmayan sistemlerdir. Öz olarak her pasif sistem, bir geribesleme sistemi olarak ele alınabilir.

Geribeslemenin parçası olduğu sisteme kattığı özellikler şunlardır:

- Artan duyarlılık,
- Sistem karakteristiklerindeki değişimler nedeniyle oluşan çıktı- girdi oranındaki değişimlerde azalan duyarlılık,
- Doğrusallıktan sapmaların ve bozulmaların etkilerinin azalması,
- Artan bant genişliği,
- Osilasyona ve kararsızlığa eğilim.

(Klasik ekonomi kavramlarından biri olan **Arz ve Talep Yasası**, bir geribesleme sistemi olarak ele alınabilir mi ? Herhangi bir malın fiyatını çıktı olarak alıp tartışın. Aynı örneği kapitalist ve merkezi planlı ekonomileri düşünerek ayrı ayrı yeniden ele alın.)

Duyucu bir birimin, istenilen çıktıyı sağlamak üzere denetim birimine gönderdiği mesajlardan oluşan geribesleme sistemlerinin başlıca iki türü vardır:

- Negatif geribesleme (olumsuz geribildirim, İng. negative feedback)
- Pozitif geribesleme (olumlu geribildirim, İng. positive feedback).

Negatif geribeslemede, girdiyi denetleyen birime iletilen mesaj (bilgi), çıktının istenen standarttan sapma yönünün tersinedir. Pozitif geribeslemede ise girdiyi denetleyen birime iletilen mesajın (bilginin) yönü, çıktının yönü ile aynıdır. Örneklesek, yavaşlayan bir arabanın frenine ya da hızlanan bir arabanın gaz pedalına bastığımızda bir pozitif geribeslemeden söz edebiliriz. Yavaşlayan bir arabanın gaz pedalına ya da hızlanan bir arabanın frenine bastığımızda ise negatif geribesleme uygulamış oluruz.

Bir denetim sistemi, istenen amacı (çıktıyı) elde etmek üzere çeşitli bileşen ve işlevsel birimlerin birbirleriyle ilişkilendirilmesinden doğan bir bütündür. Denetim sistemlerine ilişkin konular, **Denetim Kuramı (İng. control theory) adı verilen yaklaşımın ilgi alanına girer. Denetim kuramı,**

- klasik denetim kuramı (İng. classical control theory)
- çağdaş denetim kuramı (İng. modern control theory)

olmak üzere iki ana kategoriye ayrılır. Özellikle bilgisayar teknolojisindeki hızlı gelişmeler ve yapay akıl (İng. artificial intelligence, AI) konusundaki yeni yaklaşımlar, iki denetim kategorisinin birbirlerine yakınlaşmasını sağlamıştır. Klasik denetim kuramı, temel olarak doğrusal ve sabit katsayılı sistemleri ele alır. Fakat gerçek sistemlerin pek az bir bölümü, çalışma alanlarının tamamında doğrusaldır. Klasik denetim yaklaşımının belli başlı araçları, Laplace dönüşümleri ve transfer fonksiyonlarıdır. Çağdaş denetim yaklaşımına geçişin asal nedenleri arasında şunlar sayılabilir:

- Sistem modellerinin daha gerçekçi olması gereği,
- Optimal denetim ve optimal tasarım kavramlarının gelişmesi,
- Bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler,
- Klasik denetim kuramının yetersizliği,
- Başka bilim dalı ve disiplinlere ilişkin yöntem ve tekniklerin denetim kuramında uygulama alanı bulması.

Çağdaş denetim kuramı, zamanla değişen parametrelere, çok sayıda bileşen ve bunlar arasında karmaşık ilişkilere sahip olan sistemlere ilişkin geliştirilmiş bir yaklaşımdır. Çağdaş denetim kuramı, denetim görevini yerine getirmek üzere bilgisayar teknolojisinden, geliştirilmiş koordinat ve moment kavramlarını kullanan Hamilton mekaniğinden, doğrusal cebir ve Boole cebiri gibi matematiksel ve mantıksal araçlardan ve bunlara ilişkin disiplinlerden yararlanır.

1.7. Sistem Modelleri

Evren üzerine olan gözlem ve araştırmalarımız, sistemlerin çeşitli özellik ve işlevleri konusundaki bilgi birikimimizi giderek artırmaktadır. Sistem kavramına verilen önemin temel nedeni, istenilen sonuca ulaşmak üzere sistemi incelemek, ilkelerini belirlemek ve olanaklar ölçüsünde onu amaçlar doğrultusunda düzeltmektir. Ancak gerçek sistemi yeterince incelemek, ilkelerini belirlemek, sistem üzerinde deneyler yapmak olanağı her zaman bulunamayabilir. Bu nedenle gerçek sistemi, amaçlar için önem taşıyan tüm özellikleri ile ifade edecek bir araca gereksinim vardır. Bu araç, **sistem modeli olarak bilinir. Modeller, gerçek sistemlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayan araçlardır. Model yapmanın amacı, salt gerçek durumun tüm özelliklerinin gösterimi olmayıp daha çok sistemin önemli bileşen ve ilişkilerini belirlemeye yöneliktir.**

Model hazırlama süreci, incelenecek sistemin karmaşık olması nedeniyle gerek doğal gerekse toplumsal bilimlerde büyük önem taşır. Ancak model yapımı sürecinde, modelin hem sistemi yeterince ifade etmesi hem de denetlenebilme özelliklerine sahip olması gereğine dikkat edilmelidir. Gerçek durumun karmaşıklığı, bu iki çatışan amacı istenilen dengede tutmak oldukça güçtür. (Karşıtların birliği ve karşıtların savaşımı kavramlarını hatırlayın.)

Modeller, birden fazla işlevi yerine getirmek üzere kurulurlar. Modeller, sistemler ya da süreçler konusunda deney yapmamızı, niteliklerini kavramamızı, onları denetlememizi olanaklı kılan önemli araçlardır.

Model kurmaya ilişkin algoritma aşağıda verilmiştir:

ADIM-1: Sistem konusunda gözlemler ve araştırmalar. Bileşenlerin, bileşenler arası ilişkilerin belirlenmesi.

ADIM-2: Yapılan gözlem ve araştırmalar sonucunda elde edilen bilgilerden yararlanarak bileşenlere ve sisteme ilişkin modellerin formüle edilmesi. Tümleşik sistem modelinin kurulması.

ADIM-3: Modelin anlık olarak ve zaman doğrultusunda sınanması.

ADIM-4: Modelin, sistemi doğru ve/veya yeterli yansıtması durumunda gözlemlerin yenilenmesi amacıyla ADIM-1'e ya da formülasyonun yenilenmesi amacıyla ADIM-2'ye dönülmesi.

ADIM-5: Modelin, sistemi doğru ve yeterli yansıtması durumunda modelin uygulanması.

ADIM-6: Dur.

Modellerin, sistemlere paralel sınıflandırılması aşağıda verilmiştir:

1. İşlevlerine göre modeller

a. Tanımsal modeller

b. Öngörü modelleri

c. Kuralsal (normatif) modeller

2. Yapılarına göre modeller
 - a. Uyuşum modelleri
 - b. Benzeşim (analog, benzetim, simülasyon) modelleri
 - c. Simgesel (matematiksel) modeller
3. Gösterim biçimlerine göre modeller
 - a. Sözel modeller
 - b. Şematik modeller
4. Zaman esasına göre modeller
 - a. Statik (durağan) modeller
 - b. Dinamik (devingen) modeller
5. Bilgi miktarına göre modeller
 - a. Deterministik (belgin) modeller
 - b. Rassal (stokastik) modeller
 - c. Belirsizlik hali modelleri
6. Kapsamlarına göre modeller
 - a. Genel modeller
 - b. Özel modeller

Tanımsal modeller (İng. descriptive model), gerçek durumu tanımlamaya yöneliktir. Bu modellerde tahmin, yorum, tavsiye ve öngörü bulunmaz. Organizasyon şemaları, fabrika yerleştirme diyagramları, hesap tabloları başlıca örnekler arasında sayılabilir.

Öngörü modelleri (İng. predictive model), gerçekleşmesi olası sistem olayından sonra hangi olay(lar)ın gerçekleşeceğini belirlemeye yöneliktir. Bu tür modellerde, '... ise o halde ...' sorusu belirleyicidir. Değişken ve parametreler bu yönde ilişkilendirilmiştir. Bu gruba giren modellerin en önemlilerinden biri, **başabaş noktası modelidir**. İlgili değişkenler

SM	sabit yatırım maliyeti (TL),
DM	değişken birim maliyet (TL/birim),
SF	satış fiyatı (TL/birim),
M	üretim miktarı (birim)

olmak üzere

$$SM + DM * M = SF * M$$

başabaş noktası modelini verir. Başabaş noktası miktarı (M_0),

$$M_0 = SM / (SF - DM)$$

ile verilmiştir.

Kuralsal modeller (İng. normative model), karşılaşılan soruna eniyi (optimal) yanıtı bulan modellerdir. Bu modeller, en iyi hareket politikaları konusunda öneriler getirirler. Satışları artırma konusunda reklam bütçesi modeli ve ekonomik üretim miktarı modeli bu tür modellere örnek verilebilir. (Genel amaçlı modellerden olan eniyileme modellerini kuralsal modeller olarak algılayabilir miyiz ?)

Uyuşum modelleri (İng. iconic model), gösterdikleri sistem durumunun kimi fiziksel özelliklerini içerirler. Uyuşum modelleri, gerçek sistemlerin küçük benzerleridir. Bu tür modellere örnek olarak fabrika yerleştirmesine ilişkin olarak yapılmış üç boyutlu maket, bir ev planı verilebilir.

Benzeşim (analog, benzetim, simülasyon) modelleri (İng. analog model, simulation model), modeli kurulacak sistem ya da süreçle bir kavramsal paralellik kuracak biçimde gerçek duruma ilişkin bileşenlerin yerine geçebilecek ve onların işlevlerini yerine getirecek öğeler desteğinde kurulan modellerdir. Bir elektrik devresiyle oluşturulan ve su akımı değerlerinin elektrik akımı değerleri ile gösterildiği bir şebeke modeli bir analog modeldir. Gerçek sistemlerin analog modellerinin kurulması amacıyla zaman zaman analog (örneksel, ölçümsel) bilgisayarlardan yararlanılır. Diğer yandan pek çok sistemin modeli, bilgisayar programları olarak hazırlanıp sayısal bilgisayarlar üzerinde de uygulanabilir. Bu modellerde, benzetim ve eniyileme yaklaşımlarının sıklıkla birlikte buldukları dikkati çeker. Örneğin bir hidroelektrik santralin yatırım planlaması aşamasında bilgisayar üzerinde kurulan benzetim modeli kurulacak sistemin maliyetinin enküçüklenmesini sağlarken, aynı zamanda da senaryolar aracılığıyla sistemin yaşamı boyunca güvenilir çalışmasını incelemeye çalışır.

Simgesel/matematiksel modeller (İng. symbolic/mathematical model), gerçek sistem ya da süreci çeşitli simgelerle tanımlayan modellerdir. Bu tür modeller, model tasarımı aşamasında en yüksek düzeyde genelleme ve soyutlama (İng. generalization and abstraction) yapmaya olanak verirler. Yöneylem araştırması, yönetim/işletme bilimi gibi bilim dalı ve disiplinlerde sıklıkla kullanılan bir model türüdür. Bu gruba giren modellerin en büyük yararlarından biri de boyut konusunda büyük esneklikler getirmiş olmalarıdır. Matematiksel modeller diğer modellere oranla daha kolay işletilebilme ve çözümlenebilme olanakları sağlarlar. Aşağıda Cobb-Douglas üretim fonksiyonuna ilişkin bir matematiksel model verilmiştir:

$$Q = A * L^a * K^b$$

Burada

Q	üretim hacmi,
L	emek (işgücü),
K	sermaye (kapital)
A,a,b	ilgili parametreler

olarak verilmiştir.

Sözel modeller (İng. verbal model), gerçek sistem ya da süreçleri sözle anlatırlar. Bu tür modellerde bileşenler ve ilişkiler sözcüklerle tanımlanır. *Tüketiciler, bütçeleri ölçüsünde yararlarını ençoklamaya çalışırlar* anlatımı bir sözel model iken

$$\text{Maks } U(x[1], x[2], \dots, x[N]), \quad \text{s.t. } (c[i] * x[i]) \leq M$$

bir matematiksel modeldir. Matematiksel modelde

U(...)	yarar fonksiyonu,
x[.]	herhangi bir malın miktarı,
c[.]	herhangi bir malın fiyatı,
N	ekonomideki mal sayısı,
M	bütçe sınırı

olarak verilmiştir. (Klasik ekonomi bilimi ile matematiksel ekonomi biliminin sistem modelleri açısından ekonomik sisteme bakışlarını, yaklaşımlarını tartışınız.)

Şematik modeller (İng. schematic model), gerçek sistem ya da süreçleri resim ya da benzeri resimsel simgelerle gösterirler. Serbest rekabetçi ekonomilerde gözlenen arz-talep sisteminin fiyat-mal eksenlerine göre çizilmiş grafiği buna bir örnektir.

Statik (durağan) modeller (İng. static model), zaman boyutunda olabilecek değişiklikleri göz önüne almayan türde modellerdir. İşletmelerin bazı temel sistemleri bu tür modellerle gösterilebilir. Örneğin organizasyon şemaları, zamana göre değişimi önemsemeyen yetki ve sorumluluk sistemleri bu tür modelleme için uygundur. (Başka statik model örnekleri düşününüz.)

Dinamik (devingen) modeller (İng. dynamic model), temel özelliği belirli bir zaman sürecinde değişim gösterme yeteneğine sahip modellerdir. Bu tür modeller, zaman doğrusunda olayların olduğu bir ortamda değişikliklerin gerçek yapısını ortaya koymaya çalışırlar. Dinamik modellerin asal ayırt edici özelliği, kendini düzenleyici bir dönüştürme (İng. through-put) sürecine sahip olmalarıdır. Dinamik modellerde sistem girdisi, adı geçen süreç sonunda herhangi bir biçimde değişime uğrayarak en az bir çıktıya dönüşmektedir. Bu gruba giren modellerin dinamik olarak anılmasının en büyük nedeni, kendi işleyiş başarılarının kendileri tarafından ölçülmesidir. Dinamik sistemler, zaman akışı içerisinde sistem girdilerini dönüştürerek (işleyerek) çıktılar üretirler. Bilindiği gibi sistemler, tanımları gereği en az bir çıktı üretmek zorundadırlar. (Sistemi oluşturan dört ana öğeyi hatırlayın.) Dinamik modellerde oldukça önemli bir görevi yerine getiren denetim işlevi, sistemin amacına ulaşmada temel bir öğedir. Bu işlevin amacı, sistemin gerek kendi içinde gerekse çevresi ile olan ilişkileri düzenlemek ve sistemin istenen amaçlara en etkin biçimde varmasını sağlamaktır.

Deterministik (belgin) modeller (İng. deterministic model), kurulan modele ilişkin tüm değişken, parametre ve ilişkilerin belli olduğu modellerdir. Deterministik modeller için verilebilecek örnekler arasında statik modeller önemli bir yer tutar. Stok sistemine ilişkin bir örnek model aşağıda verilmiştir:

$$S[t] = S[t-1] + U[t] - T[t] - K[t]$$

Burada

S	stok miktarı, U : üretim miktarı,
T	tüketim (satış) miktarı,
K	sistem kayıpları,
t	zaman dizini (dönem no.),

gösterir.

Rassal (stokastik) modeller (İng. stochastic model), girdilerin ya da sürecin kendisinin olasılık dağılımları ile gösterildiği modellerdir. Bu tür modellerde girdilerin dağılımları ile gösterilmesinin yanında çıktı değerleri de olasılık dağılımları ile ifade edilebilir. Rassal modellere örnek olarak bir hidroelektrik santraldaki yıllık elektrik enerjisi üretim süreci gösterilebilir. Böylesi bir modelde

- barajın su gelirleri ve
- jeneratörlerin arıza olasılıklarının

dağılımları ile gösterilmesi gerekeceği gibi üretilecek enerji miktarı da rassal bir çıktı olacaktır. Diğer yandan rassal modellere örnek olarak yaşın bir fonksiyonu olarak ölümleri veren sayısal tablolar ya da Bayes-türü karar analizleri verilebilir.

Deterministik modellere ilişkin olarak verdiğimiz stok örneğini rassal değişkenlerle yenileyelim:

$$\underline{S}[t] = \underline{S}[t-1] + \underline{U}[t] - \underline{T}[t] - \underline{K}[t]$$

Burada

S	stok miktarı (rassal değişken),
U	üretim miktarı (rassal değişken),
T	tüketim (satış) miktarı (rassal değişken),
K	sistem kayıpları (rassal değişken),
t	zaman dizini (dönem no.),

gösterir.

Belirsizlik hali modelleri (İng. uncertainty model), gerek modeli oluşturan bileşenler gerekse aralarındaki ilişkiler konusunda kesin ya da olası bilgilere sahip olunamayan, fakat daima eniyi (optimal) çözümler bulmayı amaçlayan modellerdir. Oyun kuramı (İng. game theory) ya da belirsizlik halinde karar kuramı (İng. decision under uncertainty) modelleri bu tür modellere örnek verilebilir.

Genel modeller, pek çok uygulama alanı bulunan doğrusal programlama ve kuyruk kuramı gibi konularda hazırlanmış modellerdir.

Özel modeller, bir tek işlevsel alanda uygulama olanağı olan modellerdir. Bu tür modeller tekil bir sisteme, sürece, soruna ilişkin olarak hazırlanırlar. Ulusal bir özgün felaket sonrasında ilgili görevleri yerine getirmek üzere kurulan özel örgüt modeli bu grup modellere bir örnektir.

2. SİSTEM YAKLAŞIMI ve SİSTEM ANALİZİ

2.1. Sistem Yaklaşımı Düşüncesi

Sistem yaklaşımı (İng. systems approach), çağdaş kurum ve kuruluşların bilgi gereksinmelerini karşılamak üzere veri işleme çalışmalarının oluşumunu baştan sona yönlendiren ve günümüzde yaygın olarak yararlanılan bir düşünce biçimidir. Sistem düşüncesi ve onun uygulama biçimi olan sistem analizi, günümüzde hem bir sorun çözme tekniği ve hem de bir bilişim sistemi geliştirme yöntemi olarak yaygın biçimde kullanılmaktadır.

Sistem yaklaşımı, bir sistem ya da özel olarak bir örgüt içindeki eylemleri ve işlemleri uygun ve etkili biçimde düzenleyen bir düşünce ya da yapı anlayışıdır. Sistem, bir amacı gerçekleştirmek (istenen bir çıktıyı elde etmek) için tasarlanmış bileşenler ya da alt sistemler gibi birtakım öğelerin bütünleşik bileşimidir. Diğer yandan kişi, sistem yaklaşımında, ayırt edilebilir bir bileşenin (parçanın) 'kendi-başına' bir varlık olarak görevinin ne olduğundan çok, aynı bileşenin sistem içindeki görevinin (işlevinin) ne olduğu üzerinde durur. Bileşenler kümesi, bir sistem olarak ele alındığında sistemin etkinliği, bileşenlerin her birinin kendi başlarına olan etkinlikleri toplamından daha büyüktür. Bütün olmaktan kaynaklanan bu etki, *Bütün, kendini oluşturan parçalar toplamından daha büyüktür* diye tanımlanmaktadır.

2.2. Örgütler Açısından Sistem Yaklaşımı

Günümüz örgütsel yapılarında, artan oranda uzmanlaşma ile birlikte örgütsel bileşenlerin görece özerk gruplara doğru evrimleşme eğilimleri gözlenmektedir. Her grubun kendi amaçları, çıkarları ve değer ölçüleri bulunmaktadır. Bu olgu ise grupların kendi çalışmalarının ve amaçlarının, içinde yer aldıkları örgütün çalışma ve amaçları ile nasıl bir karşılıklı ilişkide olduklarını görmekten alıkoymaktadır. (Toplumu bir örgüt olarak algılayıp söz konusu grupların neler olabileceğini, amaç ve değer ölçülerinin nasıl çatışabileceğini tartışın. Toplumu bir sistem yapan ilişkilerin neler olabileceğini düşünün.) Sistem yaklaşımı, bir sistemi, hem bileşenleri (parçaları) hem de bütünlüğü açısından ele almasıyla, *ağaçlar yüzünden ormanı göremek* tehlikesini ortadan kaldırmaktadır.

Örgütlerin çoğunda, değişik bileşenler ve işlevler arasında, bileşenlerin ve işlevlerin 'özünden' kaynaklanan birtakım çatışmalar bulunur. Diğer yandan ortaya çıkan çatışmanın (olumsuzlanabilir çelişkinin) , başka bir deyişle sorunun ya da sorunların örgütün bir sistem olarak amaçlarına uygun çözülmesi istenir. Böylesi bir yaklaşım ise çözüm sürecinde çok ölçütlü eniyileme (İng. multi criteria optimization) gerektirir. Örneğin bir üretim işletmesinde,

- kar ençoklanması (maliyet enazlanması),
- kalitenin yükseltilmesi,
- verimliliğin artması,
- işçi ücretlerinin artması,
- çevre kirlenmesinin azaltılması

zaman zaman birbirleriyle çelişen öğelerdir. Buradaki gibi çok ölçütlü eniyileme sorunları şunları içerir:

- Tüm seçeneklerin ele alınması,
- Dış etmenlerin gözlenmesi,
- Örgütteki tüm amaçların eniyilenmesi.

Bir üretim-pazarlama kuruluşunda satış birimi, müşteri isteklerinin tamamını karşılayabilmek için kuruluşun ürettiği / pazarladığı tüm ürünlerden büyük miktarlarda stoğa sahip olmak ister. Ancak satış biriminin uygulanması olanaksız bu amacı, kuruluşun sisteme tamamına ilişkin bütünsel amacı ile çatışır. Diğer yandan üretim birimi, üretim giderlerini enazlamak için ara-ürün yapmak ister. Fakat üretim giderlerini azaltma yönündeki bu eğilim, daha büyük ara-ürün stoklarının oluşmasına ve üretim sermayesi gereksinmesinin artmasına neden olur. Kuruluşun parasal işleriyle ilgilenen mali birim ise stoklara bağlanmış yatırım miktarını enazlama eğilimindedir. Diğer yandan hammadde, ara-ürün ve son-ürünün depolanması ve kayıtlarının izlenmesi ile ilgili birim ise konuya özgü işlem giderlerini kısabilmek için mal alım ve gönderimleri sırasında yapılması gerekli işlemleri standart biçimde yürütmek ister. Kuruluş, bir sistem olarak ele alındığında, sistemin tamamına ilişkin eniyilemenin yapılması, çelişen ve çatışan bileşenler arasındaki eşgüdümün

yapılabilmesine bağlıdır. (Yerel yönetimlerden belediyeyi bir sistem olarak ele alın. Kısıtlı bütçe olanaklarına karşılık temizlik işleri, zabıta, otobüs işletmesi, su ve kanalizasyon işletmesi gibi birimlerin sınırsız hizmet vermek istediklerini düşünün. Bu durumda sistemin amacı ve birimlerin amaçlarının çelişen ve çarpışan yanlarına bulmaya çalışın. Bu çelişkiler, sistem bütünlüğü içinde nasıl çözümlenmektedir ?)

Günümüzün büyük ve karmaşık örgütlerinde yönetimin işlevi, örgütün değişik işlevsel birimlerinin eşgüdümünü ve karşılıklı ilişkilerini düzenleyerek örgütün nihai amacını eniyilemektir. Bir yöneticinin görevi, birbirleriyle çatışan birimleri, örgütün amacını gerçekleştirmek üzere bir sistem biçiminde bir araya getirmektir ya da birarada kalmalarını sağlamaktır.

Aşağıda verilen kavramlar, sistem yaklaşımı açısından önemlidir:

1. Sistemdeki bileşenler ve altsistemler arasında **bütünleşme** sağlanmalıdır.
2. Altsistemler (birimler) arasındaki **iletişim** yol ve kanalları her zaman açık olmalıdır.
3. Yönetim ve işletme bilimindeki değişik teknik ve araçlardan yararlanılarak **bilimsel yöntem** uygulanmalıdır.
4. Yönetim ve işletme işlevlerinden olan planlamayı ve denetimi daha etkin kullanabilmek için gereken durumlarda programlanmış "karar alma mekanizmaları" geliştirilmelidir. İyi tanımlanmış karar sistemlerinin amacı, buldukları ortamda özdenetimi ve özdüzenlemeyi sağlamaktır. Bu mekanizmalar, yönetimi, zaman alıcı ve sıradan işlerle uğraşmaktan kurtarır.

Yukarıda belirtilen bütünleşme, iletişim, bilimsel yöntem, karara dönüklük gibi öğelerin sağlanabilmesi için uygun ve çağdaş "teknoloji" kullanılmalıdır. Örneğin bu çağın ayırt edici buluşlarından biri olan bilgisayar, anılan teknolojilerden biridir.

2.3. Sistem Analizi ve Problem Çözme

Sistem analizi, hem nicel yöntemlerden hem de nitel etmen ve yaklaşımlardan yararlanır. Söz konusu nitel yaklaşımlar arasında,

- düşünme (İng. thinking),
- yorumlama (İng. interpretation),
- algılama (İng. perception),
- yaratıcılık (İng. creativity),
- sezgisel/buluşsal yaklaşım (İng. heuristic approach),
- sezgi (İng. intuition),
- deneyim (İng. experience)

sayılabilir. Sistem analizinin hangi noktadan ve ne zaman başlayacağı genellikle analiz kararını veren kişi ya da kuruluşa bağlıdır. Sistem analizinde ön çalışma, düşünce ve görüş alışverişleri, geçmiş deneylerin araştırılması, yeni gözlemler ve deneysel çalışmalardan oluşur. Problemin çözülmesi amacıyla uygulanan sistem analizi yaklaşımı, altı temel aşama içerir:

ADIM-1: Problemin (sorunu) tanımlanması ve formülasyonu,

ADIM-2: Seçenek (alternatif) çözümlerin geliştirilmesi,

ADIM-3: Seçenek çözümlerin somutlandığı modellerin kurulması,

ADIM-4: Model aracılığıyla çözümlere ilişkin maliyet ve etkinliklerin belirlenmesi,

ADIM-5: Önerilerin sunulması,

ADIM-6: Benimsenen seçenek çözümün uygulanması.

ADIM-7: Dur. (Yeni problemlere yönel.)

Sistem analizi çalışmasında temel görevlerden biri, en düşük maliyet ortamında çözümün etkinliğini en üst düzeye yükseltmektir. En uygun maliyet-etkinlik bileşimi için seçeneklerin belirlenmesi ve bunların birbirleriyle karşılaştırılması gerekir. Kaynakların belli bir biçimde atanmasını (harcanmasını) gerektiren herhangi bir seçenek, etkinliği herhangi bir düzeyde olan bir çıktı (ürün) üretir. Örgüt, uygun gördüğü bir seçeneği benimseyerek diğer seçenekleri gözden çıkarır. (**Başabaş noktası** ve **yatırımın bugünkü değeri** yaklaşımlarını seçenek değerlemede kullanabilir miyiz ? Tartışın. Seçenekleri değerlendirirken yalnız maliyet açısından mı yaklaşmalıyız ? Çevre kirlenmesi ve toplum sağlığı gibi ölçütleri de göz önüne almamız gerekmez mi ?)

Örgütler ya da sistem analizciler, seçeneklerin değerlendirilmesinde iki temel yaklaşım kullanırlar:

1. Etkinlik yaklaşımı,
2. Maliyet yaklaşımı.

Sistem amaçlarının gerçekleştirilmesi yönünde bir etkinliği sağlamak için sistem analizci, bu düzeyde etkinliği sağlayacak seçeneklere ağırlık verme eğilimindedir. Bu yaklaşıma **etkinlik yaklaşımı** adı verilir. Kaynakların kısıtlı ve sınırlı olduğu durumlarda sistem analizci, en üst düzeyde etkinliği söz konusu olan, fakat minimum kaynak kullanan seçenekleri saptama girişimlerinde bulunur. Bu yaklaşım, **maliyet yaklaşımı** olarak anılır. Sistem analizci, iki yaklaşım arasında uygun bir denge bileşimi yaratmak zorundadır. (Maliyet ve etkinlik yaklaşımlarını karşılaştıran, birini diğerine tercih eden bir örnek geliştiriniz.)

2.4. Sistem Yaklaşımı ve Yönetim İşlevleri

Yönetim (İng. management), genel olarak işletmenin (örgütün) amaçlarını saptama ve bu amaçlara ulaşma eylemlerini içeren bir süreçtir. Yönetim açısından sistem yaklaşımı, yönetimin örgütün altsistemleri arasındaki ilişkiye bakış biçimidir.

Yönetim işlevi ile ilgili olarak birçok eylemden söz edilebilir. Bunlar, planlama, iş çizelgelemesi, örgütlenme, işe alma,

eğitme, denetim ve benzerleri gibi eylemlerdir. Geleneksel olarak yönetim,

- planlama,
- denetleme,
- karar verme

işlevleri ile belirlenmektedir. Bunlar ana çizgileri ile aşağıda ele alınmaktadır.

Her sistemin en az bir amacı vardır. Planlama yoluyla bu amaca ya da amaçlara ulaşmak için neler yapılacağı belirlenir. Başka bir deyişle, 'ne zaman', 'ne biçimde' yapılacağına ilişkin kararların alınması süreci **planlama (İng. planning) olarak tanımlanır.**

Planlama süreci ile ilgili olarak aşağıdaki beş temel aşama gösterilmektedir:

1. Amaçların belirlenmesi,
2. Amaçlara ulaşmak için gerekli eylemlerin belirlenmesi,
3. Her eylemi gerçekleştirmek üzere gerekli kaynakların belirlenmesi,
4. Eylemlerin sürelerinin belirlenmesi,
5. Eylemlerin sırasının belirlenmesi.

Planlama işlevi, bütün örgütler için gerekli bir eylem olmakla birlikte bu görev, değişik yönetim düzeyleri arasında paylaştırılabilir.

Yapılan eylemlerin planlanan biçimde olması seyrek rastlanan bir durumdur. Bütün eylemlerin ve sonuçların planlara uygun olması durumunda denetime gerek olamayacaktır. Ancak dinamik bir sistem olan örgüt sürekli olarak değişen iç ve dış koşulların etkisi altındadır ve planlardan sapmalar yönetimin iradesi dışında oluşur. Bu nedenle yönetimin planlardan sapmaları belirleyip istenen sonuçların alınması için gerekli düzenlemeleri yapması gerekir.

Örgütlerin etkinlik alanlarına bakılmasının yönetim işlevi açısından denetim süreci üç aşamayla ifade edilebilir:

1. Sistem çıktılarının ölçülmesi,
2. Çıktıların planlarla karşılaştırılarak varsa sapmaların belirlenmesi,
3. Düzeltici eylemler yoluyla istenmeyen sapmaların ortadan kaldırılması.

Daha önce de belirtildiği gibi planlama işlevi aracılığıyla birtakım amaçlar belirlenir; bu amaçlara ulaşılmasına ilişkin denetim ise geribesleme yoluyla sağlanır.

Yönetimin temel işlevlerinden biri de örgütü (sistemi) yeterince anlayıp, belirlenen kısıtlayıcılar altında sistem etkinliğini artıracak eylemleri başlatmasıdır. Bu noktadan hareketle karar verme süreci, sorun (problem) çözmek ya da uyumsuzluğu ortadan kaldırmak için bir dizi nitel ya da nicel seçenekler arasından en iyi olanı seçmektir.

Yönetici, bir sorun ya da uyumsuzluk olduğu zaman karar verme durumunda kalır. Kararlar, bu sorun ya da uyumsuzluğun ortadan kaldırılmasına yöneliktir. Karar süreci dört öğeden oluşur:

- **Model:** Sorunun nicel ya da nitel olarak anlatımı.
- **Ölçüt:** Sistemin amaçları. Birden fazla ve birbiriyle çatışan amaçlar varsa yönetici bunlar arasında uyum ve denge sağlayacak kararlar alabilmelidir.
- **Kısıtlayıcı:** Çözümde göz önüne alınması gerekli öğeler.
- **Eniyileme:** Karar problemi (model) tam olarak belirlendikten sonra, yönetici ulaşılmaması istenen amacı (ölçüt) ve nelere izin verildiğini (kısıtlayıcı) inceler. Bu noktada karar verici eniyi çözüm seçeneğini bulmak durumundadır.

Karar durumları ve uyumsuzluklar her sistemde söz konusudur. Sistem çalışmaları ile ilgili karar durumları üç sınıfta incelenmektedir:

1. Belirlilik ortamında karar,
2. Risk ortamında karar,
3. Belirsizlik ortamında karar.

Uygulanabilir eylem seçeneklerinin sonuçları önceden biliniyorsa **belirlilik altında karar durumu söz konusu olacaktır. Bu durumda her eylem seçeneğinin bir tek sonucu olması söz konusudur ve sonuç önceden belirlenebilmektedir.**

Risk ortamında karar, eylem seçeneklerinin farklı sonuçlarının olması durumunda ortaya çıkar. Farklı sonuçlara ilişkin olasılık değerleri bilinmekte ya da kestirilebilmektedir.

Belirsizlik ortamında karar, eylem seçeneklerinin farklı sonuçlarının olması ve bunlara ilişkin olasılıkların bilinmemesi durumunda ortaya çıkar.

Karar verme biçimleri ise iki ana grupta toplanabilir:

1. Programlanmış karar verme,
2. Programlanmamış karar verme.

Programlanmış karar verme, daha önce verilmiş eylem kararlarının otomatik olarak yürürlüğe konmasıdır. Parametreleri belli, rutin ve yinelenen sorunlar için programlanmış karar sistemleri söz konusudur. Bu gibi durumlarda sistem analizi otomatik karar sistemlerini uygulamaya koymalıdır.

Yapılandırılmamış, rassal özellik gösteren, parametreleri kesin olmayan sorunlar, programlanmamış karar problemlerini

oluşturur. Bu tür karar problemlerinde karar vericinin bilgisi, yeteneği ve deneyimi ile kendisine sunulan bilgiler önemlidir.

Örgütsel yapılarda kararlar,

1. stratejik,
2. taktik
3. teknik

olmak üzere üç düzeyde ele alınabilir. **Stratejik kararlar**, örgüt amaçlarına ulaşmak üzere üst düzey yöneticileri tarafından belirlenen davranış biçimleridir. Stratejik kararlar, uzun erimli planlamayla ilgilidir ve geniş ölçüde belirsizlik içerirler. Büyüme politikaları, ürün değişimi, sermaye artırımını stratejik kararlara örnektir. **Taktik kararlar**, kısa dönemli eylemlerle ilgili amaçlara ulaşmak üzere kaynakların atanmasına (ayrılmasına) yönelik kararlardır. Bütçeleme, tezgah yerleştirilmesi, personel konuları, araştırma-geliştirme kararları taktik kararlardır. **Teknik kararlar**, belirli görevlerin etkin bir biçimde gerçekleştirilmesine yöneliktir. Tezgahlarda iş sıralaması, envanter denetimi, işgücü dağıtımını teknik kararlardır.

2.5. Sistem Analizi ve Bir Bilişim Sistemi

Bir bilişim sistemi geliştirilmesine dönük sistem analizinin aldığı süre, genel problem çözümüne dönük sistem analizi süresinden daha uzundur. Ancak bu genellemenin her zaman doğru olması gerekmez. Amaç ve nitelik değişik olsa da bir sistem geliştirilmesindeki işlemler sırasını üç aşamaya ayırabiliriz:

1. Sistem analizi (İng. systems analysis),
2. Sistem tasarımı (İng. systems design),
3. Sistem gerçekleştirme (İng. systems implementation).

Bu aşamalarda yürütülen işlemler daha önce altı aşamada özetlediğimiz işlemlerin oldukça benzerleridir. Örneğin sistem analizini, *ADIM-1: Problemin (sorunu) tanımlanması ve formülasyonunun* benzeri olarak görebiliriz. Bu aşama, sistemin amaçlarının ve gereksinmelerinin belirlenmesini ve tanımlanmasını içerir. Sistem tasarımı aşamasında ADIM-2 ile ADIM-5 arasındaki işlemlere benzer işlemler yer alır. Sistem gerçekleştirme aşamasını oluşturan işlemlerin eşdeğeri ise *ADIM-6: Benimsenen seçenek çözümün uygulanmasında* görülmektedir.

Herhangi bir hareketli varlıkta olduğu gibi, bilişim sisteminde de çıktılarının kullanılabilirliği, işlemlerin etkinliği ve sistemin tamamına ilişkin performansın güvenilirliği, zaman içinde önemli ölçüde değişebilir. Bu nedenle bilişim sisteminin bozulması, eskimesi ve son olarak görevini başka bir sisteme devretmesi kaçınılmaz bir gerçektir. Buna karşın bilişim sistemleri, genel olarak bir bütün halinde uygulamaya girmezler. Bilişim sisteminin bir bölümünün ya da kuruluştaki bir altsistemin yeniden kurulması ya da sürekli olarak iyileştirilmesi daha sık rastlanan bir yaklaşımdır.

2.6. Bilişim Sistem Analizi

Bir bilişim sisteminin analizinde, tasarımında ve gerçekleştirilmesinde katalizör (hızlandırıcı) ve anahtar kişi, bilişim sistem analizcidir. Bilişim sistem analizi, gerek duyulan bilgiyi tanımlamaya yardımcı olur. Ham özellikteki verilerin bilgiye nasıl dönüştürüleceğine, hangi teknolojiden yararlanılabileceğine ve bilişim sistemini gerçekleştirmek için sermaye, işgücü, makina, malzeme ve yöntem (üretim nesnelere, üretim araçları) karışımının en iyi nasıl yapılabileceğine ilişkin önerilerde bulunur.

Nitelikleri açısından sistem analizi,

- yaratıcı fakat 'iş bitirici',
- katalizör (hızlandırıcı) fakat gereğinde son sözü söyleyen,
- sistemin yapısına ilişkin teknolojik konularda olduğu kadar örgütsel konularda da yetişkin

olmalıdır.

Sistem analizi, Sistem Analizi aşaması sırasında hangi bilginin ne zaman ve hangi biçimde gerektiğini, kim (hangi birim) tarafından gerek duyulduğunu belirtmekle örgütün yöneticilerine, işletme yetkililerine yardımcı olur. Sorunların yoğunlukta olduğu bu aşamada sistem analizcinin, belirgin ve/veya belirsiz olan nesnelere sınıflandırılmasına yönelik ölçümüne özel bir önem vermesi gerekir. Sistem analizcinin bu aşamada sağlayacağı en büyük katkılardan biri, hangi bilgilerin gerekeceğini belirterek bilgi kullanıcılarına yardımcı olmaktır.

Sistem tasarımı aşamasında sistem analizi, bilginin nasıl işleneceğini saptamak için yaratıcı ve özgün buluşlarını ortaya koymak olanağına kavuşur. Sistem analizi, inceleme ve araştırma aşamasında belirlenmiş bilgi gereksinmelerini ayrıntılı bir plana dönüştürür. Bu tür bir yaklaşım, genellikle bilişim sistemindeki diğer teknik elemanlarla etkileşimli çalışmaya gerektirir. Sistem analizi, varolan teknoloji içinde en kullanışlıların hangileri olduğu ve kaynaklardan en iyi biçimde nasıl yararlanılabileceği konusunda teknik elemanların nitelikli bilgilerine ilgi gösterir.

Tasarım aşaması sırasında sistem analizcinin özel dikkatini gerektiren belli işlemler şunlardan oluşur:

1. Girdi ve çıktı bilgi formları,
2. Veri tabanının fiziksel ve mantıksal yapısı,
3. Büro işlemleri,
4. Bilgisayar programları,
5. Denetim.

Sistem analizcinin bilgi işleme teknik ve araçlarına ilişkin bilgi birikimi kısıtlı ya da eskimiş ise bunun olumsuz sonuçları tasarımı yapılan sistemde görülür. Diğer yandan sistem analizcinin tasarımının boyutlarını gereğinden büyük ve kapsamlı tutmaması gerekir. Sistem analizinin en çok eleştiriye uğradığı noktalardan biri, küçük sorunların dev tasarımlar ile çözülmeye çalışılmasıdır.

Sistem gerçekleştirme (kurma) aşamasına erişildiğinde analiz ve tasarım uğraşlarının tümü, tepe noktaya ulaşmış olur. Bu aşamada sistem analizcinin, eski sistemin yeni sisteme geçiş tarihini saptamak, kullanıcı personeli hazırlamak, yeni işlemleri ve formları uygulamaya koymak, yeni sistemi denemek ve çalışmanın ilk aşamalarından gelen yanlışları ve eksiklikleri gidermek için yoğun bir çalışma yapması gerekir. Ne yazık ki, pek çok iyi bilişim sistemi, yukarıda anlatılan çalışmanın yeterli düzeyde yapılmamış olması nedeniyle, terkedilmış durumdadır. (Bu tür olumsuz bilişim sistemi örnekleri biliyor musunuz?)

Görünüşte pek çekici olmayan fakat gerçekte çok zorunlu bir görev olan sistem bakımının (İng. system maintenance) sistemin tüm yaşamı boyunca sürdürülmesi gerekir. Sistemin değişik durumlarını yönetim ve işletme personeline açıklamak üzere sürekli olarak sistem analizciye başvurulur. Sistem analizcinin sistemdeki aksaklık ve eksiklikleri belirlemesi ve bunları düzeltici/giderici nerileri geliştirmesi gerekir. Sistem analizcinin sistemi sürekli biçimde izleyerek hem sistemin performansını artırıcı yöntemler araştırması, hem de kullanıcının değişen gereksinmelerine göre sisteme yeni öğeler ve boyutlar katması istenir. Bilişim sistemine ilişkin sürecin belli bir noktasından sonra sistem analizci, örgüte daha gelişkin bir bilişim sistemi ya da ek altsistemleri önermek üzere varolan sistemi tümüyle gözden geçirir.

Kavranacağı gibi, bilişim sistemine ilişkin sistem analizi oldukça karmaşık ve kapsamlı bir görevdir. Bu nedenle örgütsel bilişim sisteminin tasarım ve gerçekleştirilmesinde birden çok sistem analizci görev alabilir. Dolayısıyla farklı bakış açılarının, değişik yaklaşımların ve sistemin farklı zaman ve farklı yaklaşımlarla gerekleştirilmış altsistemlerinin eşgüdümünün sağlanması gerekir.

Sistemi daha etkin kılabilmek için sistem analizcinin,

- biimselden biçimsel-olmayana,
- nicelden nitele,
- yapısaldan yapısal-olmayana,
- Özelden genele,
- gelenekselden geleneksel-olmayana

değin tüm işlemlerin yer aldığı geniş bir bölgede çalışması gerekir. Bu çalışmayı yaparken sistem analizci, akış şemaları, karar tabloları, matrisler, sistemler, açıklayıcı raporlar, görüşmeler ve yönetim/işletme bilimi gibi teknik ve araçları kullanma gereği duyar.

Sistem analizcinin görevi giderek daha çok önem kazanmaktadır. Karmaşık bilişim sistemlerinin tasarımı, geliştirilmesi, gerçekleştirilmesi ve bakımı için gerek duyulan harcamalar bu önem artışının başlıca nedenidir. Fakat daha da önemlisi, zamanında ve nitelikli bilgi üretmenin yararları anlaşıldığından eksiksiz ve yeterli bilginin maliyeti doğru kavranabilmektedir.

Doğru ve yeterli bilgi birikimine sahip olamamalarından dolayı, sistem analizi görevine atanan kişilerin çoğu, için gerekleri ile uyum sağlamakta zorluklarla karşılaşmaktadırlar. Bunun nedeni, bilişim sistemlerindeki görevlerin ağır ve nitelikli bir eğitim gerektirmesidir. Uygun bir hazırlık, bireyin, geliştirme sürecini olduğu kadar örgütsel sistemleri ve bilgisayar sistemlerini etkin biçimde tanınmasına olanak sağlamalıdır.