

**DOI: 10.7596/taksad.v1i2.33**

## **KARMAŞA, KARMAŞIKLIK VE EĞİTİM İLİŞKİSİ**

**Hamit Erdoğan, Karabuk University, Turkey.**

### **Özet**

Bu çalışmanın amacı, işitildiğinde korku salan karmaşa (kaos) kavramının gerçekten korkmaya değer olup olmadığını tartışmaktır. Çalışmada 1999 yılında Türkiye’de meydana gelen ve binlerce insanın ölümüne, ekonomik yönden yıkımına sebep olan deprem felaketinden de yola çıkılarak karmaşa, karmaşıklık kavramları açıklanmaya, eğitimin deprem sonucu oluşan karmaşa ve karmaşıklık ile ilişkisi irdelenmeye çalışılmıştır. Bu gerçekleştirilirken de kırılğan yapı daha doğrusu fraktal yapı incelenmiş, benzersizlik ve yegânelik vurgulanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kaos, deprem, kırılğanlık, düzen, düzensizlik, eğitim

### **The Relationship Between Chaos And Education**

#### **Abstract**

The purpos of this study is to discuss the concept of chaos as for whether or not it is really worth fearing. This study focuses upon the 1999 earthquake, which brought about the death of thousands of people, created crisis in the economy of both people and country, and eventually resulted in a sense of chaos. Secondly, the study also examines the relationship between the earthquake and education.

In the research, this fragile structure has been investigated, and a special attention has been given to uniqueness.

**Keywords:** Chaos, earthquake, fragile structure, order, disorder, education.

## **Le Chaos, le Désordre et les Relations Educationnelles**

### **Résumé**

L'un des objectifs de cette étude est de discuter si le concept de chaos mérite d'être un sujet de peur. Dans cette étude, sur la base du tremblement de terre qui a eu lieu en 1999 en Turquie, qui a provoqué des milliers de morts et qui a entraîné le chaos économique, nous avons essayé d'expliquer les concepts de chaos et de désordre et d'analyser la relation entre l'éducation, le chaos et le désordre apparus après le tremblement de terre. En réalisant cela, nous avons analysé cette structure fragile et plus précisément la structure fractale et avons souligné la singularité et le fait d'être dissemblable. En effet, l'auteur ne savait pas qu'il avait une proximité entre l'ordre et le désordre, et que l'ordre provoquait le désordre et ce dernier se transformait en ordre par la suite.

**Mots-Clés :** Chaos, grande explosion, tremblement de terre, fragile, ordre, désordre, éducation.

### **التعقد ، علاقة التعقيد والتعليم**

#### **ملخص**

من أهداف هذه الدراسة هي مناقشة مفهوم التعقد (الفوضى) الذي يؤدي إلى الخوف حين سماعه ، ما إذا كان قد يؤدي إلى الخوف أم لا حقاً. ونقوم في هذه الدراسة بتوضيح مفهوم التعقد والتعقيد وذلك إنطلاقاً من كارثة الزلزال الذي حدث عام ١٩٩٩ في تركيا والذي تسبب لموت آلاف الناس وتدمير الحياة الإقتصادية. ونقوم أيضاً بدراسة العلاقة بين التعليم وبين التعقد والتعقيد الذي تكوّن نتيجة الزلزال.

وأثناء انجازه تم البحث عن البنية المنكسرة وأكّد التفرد وعدم التشابه . وفي الواقع أن كوّن قُرب النظام والتشوش مع بعضه إلى هذا الحد، وأن تحوّل النظام إلى الفوضى، وأخيراً تحوّل الفوضى إلى النظام لم يكن معروفاً من قبل المؤلف.

**كلمات البحث:** الفوضى، الانفجار الكبير، الزلزال، الإنكسار، النظام، التشوش، والتعليم.

## Giriş

Bu çalışma ile alanyazında daha çok fizik, coğrafya, jeoloji alanlarının ilgi alanı olan deprem konusunun disiplinler arası bir bilim dalı olarak adlandırılabilir eğitim ilişkisi ortaya konmaya, eğitimin özellikle yönetim boyutundan ele alınarak tartışılmaya çalışılacaktır. Kaçınılan bir kavram olan kaos (karmaşa) kavramı ortaya konularak deprem, eğitim ve karmaşa ilişkisi sorgulanacaktır.

Big Bang adı verilen büyük patlamadan bu yana genişlemeye, gelişmeye devam eden bir evren ile bu evren üzerinde oluşumunu sürdüren dünya üzerinde yaşıyoruz (Weinberger, 1998). İçinde yaşadığı evren gibi insan da sürekli bir değişim geçirmekte ve değişimi yaşamaktadır. Dallanmalı, çatallanmalı (fractal) bir dünyada her yanımız akışkanlarla çevrili. Akışkan, çatallanma özelliği olan insan gibi onun ürettikleri de dallanmalı yapıya sahip olup çatallanıp karmaşıklaşmaktadır. Karmaşa ile çevrili dört bir yanımızda ister istemez karmaşanın etkilerinden payımıza düşenini almaktayız.

Neden karmaşa? Yazarın çocukluk yaşantılarından anımsadığı bir oyunun başlangıcında söylenen bir sayışma “Ya şundadır.”, “Ya bunda” diye başlar ve devam ederdi. Bu sayışma ve benzerleri ile başlayan iki seçenektir birisinin seçilmesi ile determinist anlayış ortaya çıkar ve yaşam felsefesi ya da yaşam kurgusu denilen paradigmalarımızı oluşturur.

Dört bir yanımızda oluşan düzensizliklere rastlanıldığında “Ya düzen” “ya da düzensizlik” gibi seçeneklerden düzen seçilir. Yitim, bitim anlamına gelen karmaşadan (kaos) kaçınılır, yerleşen kurgularımız (paradigmalarımız) bizi yaşamın sonuna kadar bırakmaz. Dünya’ya hep bu paradigmalarımız ile bakmayı öğreniriz. Sanki “Ya siyah ya da beyaz” seçeneklerinin dışında bir seçenek yok gibi. Ya gece gibi karanlık ya da gündüz gibi aydınlık seçenekleri de bunun benzeri sayılabilir. Oysa gri (Alatlı 1999, buna kırçıl demektir) denilen kavram, siyah ve beyazın her ikisinin bir arada olabileceğinin göstergesidir. Nitekim güneş battıktan sonra gündüz ile gecenin arası ne tam karanlıktır ne de aydınlık, zaman biraz ilerlediğinde karanlığın tonu artar. Aynı şekilde gece gündüze dönüşürken oluşan kuşakta da zaman ilerledikçe aydınlığın tonu artar. Ya o ya da bu seçeneklerinin yanlış olduğuna en güzel örneklerden birisi; Türk mizah ustalarından Nasrettin Hoca’nın bir fıkrasında davalıya ve davacıya ikisine birden haklısınız demiş olması, bir söylentiye göre karısının, bir başka söylentiye göre de mahkemedeki bir görevlinin Hoca’ya

davalı ve davacının ikisinin birden nasıl haklı olabileceğini sorması üzerine de “sen de haklısın” dediği fıkradır. Alatl (1999) da bu fıkrayı “fuzzy mantığa” kendi deyimi ile saçaklı mantığa örnek olarak göstermektedir. Saçaklı mantık çok seçenekliliği olan mantıktır. Ayrıca Türk toplumunun çevresinde oluşan bir takım olaylar karşısında da “Görelim, Mevlam neyler? “söylemleri, başlayan ağdalı salınımın yani karmaşanın (kaosun) sonuçlarının kestirilemezliğinden, ortaya çıkacak seçeneklerin çokluğundan kaynaklanmakta olduğu için söylenmiş olabilir.

Bu çalışmada karmaşa sözcüğü kaos karşılığında kullanılacaktır. Kaos ya da karmaşa bir düzensizliğin, bitimin, yitimin anlamı mıdır?

Dünya’da bilimsel ve teknolojik alanlardaki gelişimler, bunların etkisi ile oluşan değişimlerden ötürü anlayış dönüşümleri oluşmakta, çeşitli alanlardaki bilim bulguları, bir yanı ile teknolojiye, teknolojideki gelişimler, bilim alanlarındaki gelişimleri etkileyip öteki alanlara yansırken, bir yandan da insan bilincinde dönüşümlere neden olmaktadır. Bu dönüşümlerin yansıdığı alan ise kısaca yaşam felsefesi ya da paradigmalarımız diyebileceğimiz insanın dünyaya bakışıdır.

Yaşantımızın doğrusal, kırık noktalarında aksamadan, sıçramasız seyredip giden gündelik işlerliğini sürdürmesine alışmışızdır. Böyle yetiştirilmiş, böyle alıştırılmış, böyle büyümüşüzdür. Teknolojik dünyamız bizi her gün söz konusu işlerle, günlük yaşamın bu işleyiş biçimiyle barıştırıp durur, sürekli, kesintisiz akan süreçler dünyası bize en olağan şey gibi gelir. Zaman zaman oluşan bir düzensizlikte de felaket çığırkanlığı yaparız. Tıpkı 1999 yılının Ağustos ve Kasım aylarında oluşan depremlerde olduğu gibi. Bu depremler, yeryüzünün, bizim kurgularımıza göre cansızın kıpırtısı sonucu oluşmuştur. Konuya ilişkin Koçak (1994), “Canlıdan her türlü maharet bekleniyor da cansızın en küçük kıpırtısı ürküntü veriyor. Alışmadığımız türden kıpırtılar ürkütüyor. Ama alışkanlık ne büyük bir talihsizlik.” demektedir. Aslına bakarsanız salınan başka sıvılar da var, meselâ denizler de salınıyor. “Denizlerin dalgalanması, daha az şaşılacak şey değil. Katrilyonlarca su molekülünün sanki birbiri ile konuşuyorlarmışçasına harika ondüleler oluşturması da akıl alacak şey değil” diye devam etmektedir.

Doğanın içinde yer alan birtakım olaylara, kestirimler, tahminler yapma olanağı sunan yasaları ve kuralları bulmuş olduğunu sanmak (Atlal 1999, kuantum fiziğinin bilgi sanılan şeylerin kurallardan ibaret olduğunu kanıtladığını belirtmektedir.) doğa bilimlerinin en büyük başarılarından sayılmaktadır. Ne var ki belirleyici noktalarda, daha doğru bir deyişle; ”yeni”nin ortaya çıktığı uğraklarda, her şey birden ucu açık ve belirsiz duruma gelmektedir. Tıpkı aniden gelen bir deprem dalgasının ortaya çıkarttığı şok gibi. "Bütün olasılıklar

düşünülse, bütün fiziksel ilişkileri ortaya kosa da" sistemin içinde belirsiz bir özne, önceden kestirilmesi olanaksız kararlara neden olmaktadır (Cramer, 1998).

Karmaşa ile ilgili alanyazında (literatürde) karmaşanın belirmesinde ağdalı akışkanın salınım yapması söylemlerine sık rastlanılmaktadır. Salınım yapan sadece sıvılar mıdır? Sıvı hal(durum) dışında bulunan maddeler de salınım yapar mı? Bir başka deyişle sıvıdan başka maddelerde başlangıç durumuna hassas bağımlılık gösterebilir mi? Yoksa bizim maddeleri sıvı, gaz, katı diye sınıflandırmamız tamamen matematikte birinci bilinmeyi x, ikinci bilinmeyi y harfleri ile gösterme, uzaklıkları metre ve metrenin as ya da üst katları ile ifade etme, doğayı canlılar ve cansızlar diye sınıflandırmamız sürdürdüğümüz bir alıştı mıdır? Daha doğru bir söylemle paradigmalarımız mıdır? Canlılar birer madde midir? Bu bir alıştı ise insan türünü maddenin biçimlerinden hangi sınıfın içine yerleştirebiliriz? Bu durumda Khun'un deyimi ile bunlar bizim paradigmalarımız olmuyor mu? (Kuhn, 1979).

Doğada oluşan bir takım olayları insanoğlunun kendi kurgusu olan ölçütlerle ölçmesi anlam farklılığı yaratmaktadır. Olguların oluşum şekli, süresi ya da verdiği hasar gibi bir takım özelliklerine göre insanlar tarafından bir sınıflandırma yapılmıştır. Gleick (1997), konuya ilişkin insanlar tarafından oluşturulan sınıflandırmanın artık işe yaramadığını, eskiden beri sürdürüle gelen alışkanlıklarla tanımlama yapıldığını, devamlı dizinin uçları, ortası ile tek bir bütün oluşturduğunu vurgulamaktadır. Başka bir söylemle bütünü görebilmekten söz etmektedir.

Yaşamı kısa zaman aralıkları içinde gözleme olanağı bulunduğundan, nedense onu sürekli değişmez, sabit bir olgu olarak algılarız. Hep aynı çevrede aynı bitki ve hayvanlarla, varlıklarla kuşatılmış olduğumuzu düşünürüz. Oysa doğal çevremizdeki yaşantı içinde yapacağımız basit bir gözlem; Dünya'nın Güneş etrafındaki devinimi, mevsimlerin oluşumu, gece ve gündüzün sürekli birbirini izlemesi, ilkbaharda topraktan bitkilerin, çiçeklerin sürgün vermesi, böceklerin ortaya çıkması ve sonbaharda elmaların, armutların olgunlaşp dallarından düşmesi gibi olaylar temele alınarak bizleri etrafımızda bir düzenin olduğu yargısına ulaştırabilir. Ardından hiç düzensizlikler olmamakta mıdır? sorusu da hayır arada bir düzensizlikler de oluşur diye yanıtladığında; düzen içinde zaman zaman düzensizliklerin olduğu savı ileri sürülebilir. Düzenlilik ve süreklilik nerede başlar nerede biter? Düzenlilik sürerken aniden oluşan bir düzensizlik mevcut durumu dağıtıp parçalıyor ardından yeni bir düzen mi kuruluyor? Ya da düzensizlik birden dizginlenip düzene mi dönüşüyor? Yeni bir düzensizlik ya da karmaşa yine düzen gibi bir çembersel döngü mü oluşturmaktadır?

Cramer (1998), "Bir düzen şemasının her zaman parçalanma ve birleşmelerden oluştuğunu, düzen ve dağılmanın, bir araya gelme ve parçalanmanın, hep ayrılmaz bir bütün oluşturduğunu, parçalanma ya da dağılmanın her zaman düzenin karşıtı bir durum olduğunu;

bu mantıksal karşıtlık durumu, her iki yanın da ancak birlikte varolabilecekleri anlamına geldiğini” belirtmektedir.

Sistemler yaşamlarını sürdürmek için çevreleri ile ilişki, daha gerçekçi bir söyleyişle alışveriş içindedir. Bu alışveriş; enerji ya da başka cinsten bir takım şeyler olabilir. Örneğin canlılarda olduğunu kabul edegeldiğimiz, hatta canlılığın başlıca belirtisi saydığımız yaşamın kendisi de bir sistemdir. Sürekli çevresinden bir şeyler alır ve verir. Cramer’e (1998) göre yaşam; enerji ile ilişkisi bakımından, karmaşa (kaos) ile düzen arasında, tam anlamı ile bir sırat köprüsü üzerinde yol alıyor. Karmaşa yer yer dağılma anlamına gelirken düzen de ölümle eş anlamlı olabiliyor. Gerçekten de canlılar açısından bakıldığında çevresi ile ilişkide bulunmayan sistemler ölü sistemlerdir. Başka bir deyişle durağan sistemlerdir.

Cramer (1998), Goethe’yi konuşturduğu satırlarda ”Doğa şaka tanımaz, her zaman gerçek ve hakikidir. Her zaman ciddi ve katıdır. Her zaman haklıdır. Zaaflar ve yanlıgılar insana aittir. Zaaflı, beceriksiz olanla alay eder doğa; yeterli, kusursuz olana hakiki, salt olana teslim eder sırlarını ve açar. Tanrısallık, canlı olanın içinde etkindir, ölü olanın değil; oluşum halinde olanın içindedir. Olmuş- bitmiş, donmuş, katılaşmış, tamamlanmış olanın değil. Oluşmakta ve dönüşmekte olanın içindedir. ”derken dünyanın kendisinin ve dünya üzerindeki her tür oluşumun, başkalaşımın sürdüğüne, daha doğrusu çatallanmanın sürdüğüne işaret etmektedir. Dünya değişirken üzerinde yaşayan canlıların aynı kalması mümkün müdür? Canlılar değişim geçirirken canlıların oluşturdukları da değişimden nasibini almaktadır.

Çünkü değişim yalnızca canlı organizmalara özgü bir olgu değildir. Cansız diye nitelendirdiğimiz nesnelere de değişim geçirmektedir. Nitekim ilk patlamadan bu yana Evrenin ve bu Evren içindeki Dünya’nın oluşumunu sürdürmesi bir değişim veya başkalaşımdır. Örneğin dağların sürekli aşınması, denizlerin kıyıları biçimden biçime değiştirmesi, Dünyanın içinde bulunduğu evrenin sürekli genişlemeye devam etmesi de bir değişimdir, başkalaşımdır. Ditfurh(1996), konuya ilişkin olarak; ” başkalaşım kavramının, fiziksel evrenin geçmişte bugünkünden çok değişik bir görünüm taşımış olması gerektiğini ve geleceğin bu görünümünü yine değiştireceğini öğretiyor bize. Sadece bununla da kalmıyor. Bu evrenin tarihini geri bakarak yeniden kurma çabalarımızın çok önemli sonuçlarından biri, bugün artık hemen hemen kesin olarak tarihini belirleyebileceğimiz geçmişteki bir anda, bundan 14-15 milyar yıl önce ilk patlamayla başladığı ve o günden bugüne durmadan, karmaşıklık düzeyleri bir öncekine göre daha üst basamağa çıkmış yapılar ve düzenler meydana getirdiğini de öğretiyor” demektedir.

Öyleyse insanı şaşırta, hazır bulduğu dünyanın, içinde yaşadığı çevrenin (sosyal, kültürel ve doğal) arada sırada değişiklikler yapması mıdır? İnsanı şaşırta yaratılışı (Evren) bir kerelik kabul eden, durağan evren, değişmeyen dünya anlayışıdır. Ya da bir başka deyişle

alışlarımızdır, paradigmalarımızdır. Başkalaşım yorumunun mümkün hale getirdiği yaratılmanın sürdüğü düşüncesi için gizini güncel duruma getirmektedir. Dağların yapısında görülen katmanlar, toprağın tabakalaşması, erozyonla taşınması, yanardağların etkinliklerini sürdürmeleri, depremlerin oluşu, canlıların üreyerek yeni kuşakları dünyaya getirmesi, yaratılmanın, diğer adıyla başkalaşımın sürüp gittiğinin birer göstergesidir.

Yöntemsel ve içeriksel olarak birbirinden farklı bilim alanlarında elde edilen bulguların birbirini tamamlaması ve birbirine uygun düşmesi, giderek bu bilgiler üzerinde gerek evren gerekse bizim içindeki yerimiz ve konumumuz bakımından benzer şekli oluşturması, yirmi birinci yüzyılın ilk günlerindeki bizlerin, anlam ve önemini şimdiden kestiremeyeceğimiz kadar büyük bir dönüşümün, değişimin tanıkları olduğumuzu göstermektedir (Ditfurth, 1996). Ayrıca insanların da her gün öğrenme yolu ile değişim geçirdiklerini ileri sürülmektedir. Öğrenme sonucu beynin kimyasal yapısında, nöron bağlantılarının düzenlenmesinde, değişmelerin olduğu da başka bir açıdan başkalaşım sayılabilir.

### **Karmaşa**

Karmaşa sözcüğü Türkçe’de karışıklık, başıbozukluk, dağınıklık, düzensizlik karşılığında kullanılmaktadır. Kaos (Yunanca kaos, boşluk, sonsuz karanlık) Dünyanın yaratılışından önce, bütün madde elemanlarının içinde bulunduğu karışıklık, kargaşalık olarak tanımlanmaktadır (Meydan Lauresse, 1992).

Güncel dil, “karmaşa” sözcüğünün anlamını iyice aşındırmış, ucuzlatmış ve düzenin istenmeyen dağılımı durumunu ifade eden bir kavram düzlemine indirgemıştır. (trafik karmaşası, politik karmaşa, düşünce karmaşası vb de olduğu gibi). Nedense günlük kullanımda karmaşa sözcüğünün insan ürküntü veren bir anlamı da bulunmaktadır. Koçak (1994) da konuya benzer açıdan yaklaşmakta ve “Karmaşık sözcüğü oldukça farklı, hatta bir anlamda biraz aşınmış bir kavram. Sayısız molekülleri her biri bir yönde derbederce uçan bir gazın durumuna da karmaşık diyoruz, aynı çoklukta molekülleri müthiş bir düzen ve deveran içinde bulunan bir organizmaya da karmaşık diyoruz” demekte ve “belki birinci durumda düzensiz(ya da desorganize) bir karmaşıklıktan, ikinci durumda ise düzenli (ya da organize) bir karmaşıklıktan söz etmek doğru olabilir” şeklinde devam etmektedir. Yine ona göre, bazen karmaşık yerine “kompleks” sözcüğü de kullanılıyor. Ancak “kompleks olma” ya da “kompleksite” kavramı, ikinci durum için kullanılmaya aday görünüyor. Gene bazen, karmaşıklık anlamında kaotiklikten söz ediliyor. Kamu vicdanında”kaotik”liğin düzensiz karmaşıklığa yakın bir anlamı var. Ancak şimdiden söyleyelim ki kaotiklik düzenli karmaşıklığa, yani gazın durumundan çok insanın durumuna daha yakın olacaktır.

Karmaşa (Kaos) sözcüğünün kökeni yukarıda da değinildiği gibi Yunanca'da, açık duran, uzay boşluğu, uçurumlar, açıklıklar, boşluklar yaratan anlamlarına karşılık geliyor. İncil'in yaratılış öyküsünde, bu boş, ıssız, nesnelere yoksun alan, bütün yaratılışların ve oluşumların temelini oluşturur. Kozmos bu mutlak boşluktan doğmuştur. Kaos ile kozmos, biçime kavuşmamış bir "olma" durumu (yapısız varlık) ile düzenlenmiş, biçimlenmiş yapılar birbirlerinin ayrılmaz yanları olarak bir bütün oluşturmuşlardır. Bu karmaşa yorumu, Felsefede 19. yüzyıla kadar geçerliğini koruyagelmiştir. İçinden yeni bir şeyin çıktığı devingen süreçleri inceleyen doğa bilimcileri, bu eski karmaşa kavramına sahip çıkmışlardır.

Karmaşanın kendine özgü bir varlık olarak doğuşunun nedeni yalnızca yeni kuramların ve yeni buluşların değil, eski düşüncelerin gecikmeli olarak anlaşılması da olmuştur. Bilmecenin öncü parçaları değişik bilim adamları tarafından dile getirilmiş, ancak o günün koşullarında bulgulara ilişkin çözüm yolları ya da ortaya atılan fikirleri destekleyecek teknik olanakların kısıtlılığı yüzünden anlaşılabilirlik olarak nitelendirilmiştir.

Karmaşıklığı anlayabilmek için önce 'geleneksel' bilimin kökenine bakmamız gerekmektedir. Batı'da bilimsel yaklaşım MÖ 500-600 yıllarında ilk atom kuramlarını geliştirmiş olan Demokrit ile başlamıştır. Bu akılcı felsefe zihin ile beden ikiliğine ilişkin fikri ile Descartes tarafından daha da geliştirilmiştir. O nedenle günümüzün bütün bilimi eski Yunan düşünmesinin bir uzantısı sayılır. Yunan yaklaşımının temeli "sabit şeyler vardır ve bunlar zaman zaman değişir" şeklindeki görüştür. Bu görüş, öncülüğünü Heraklitos'un yaptığı karşıt görüş karşısında üstün gelmiştir. Fritz Perls, Heraklitos'un yaklaşımını "Aynı nehre iki kere giremezsiniz" her şey bir oluş sürecinde sürekli değişmektedir. Bu görüş kendi kendini uyarlayan karmaşık sistemlerdeki 'belirme' fikri ile yaşayan sistemlere ilişkin fikirlerimizle ve doğu felsefeleri ile uyum içindedir (Batthram, 1999).

İnsanoğlunun doğasında anlayamadığı, çözümediği sorunları hep Tanrıya havale etme anlayışı egemendir. Deprem, tayfun, kasırga gibi olaylar doğanın bir düzensizliğini sergilemektedir. Yani bir karmaşayı sergilemektedir. Alatl (1999), konu ile ilgili tanım yaparken "Kaos denilen karmaşa, başlangıç durumuna pamuk ipliği ile bağlı olunan hallerin kışkırttığı bir süreçtir" diyerek tanımlamağa çalışmıştır.

Gleick (1997), karmaşayı bir bilim olarak ele almaktadır. Ona göre karmaşa bir durumun bilimi değil bir sürecin bilimi; bir varoluşun bilimi değil, bir oluşumun, bilimidir. "Karmaşa her yerde ortaya çıkmaktadır. "demektedir. Gleick'in vurguladığı, karmaşanın oluşum bilimi olmasıdır. Karmaşa o zaman oluşuma giden bir sürecin anlamıdır. Daha ileride açıklanacağı gibi fraktal ya da çatallanma, dallanma da bu süreci başlatan yapıdır. Şöyle bir tanımlama yapılabilir. Karmaşaya gidebilecek olan yapılar fraktal, bu yapıların başlattığı sürecin tamamı da karmaşadır.



Sigara dumanı havaya bir takım düzensiz helezonlar şeklinde dönerek yükselir. Bayrak rüzgârda bir o yana bir bu yana çırpınarak dalgalanır. Musluktan damlayan su önce düzenli aralıklarla düşerken sonraları düzeni bozular. Havanın davranışında, havadaki bir uçağın davranışında, otoyolda giden arabaların birbirlerinin peşi sıra giderken arabaların davranışında, yer altındaki boruların içinde akan suyun ve petrolün davranışında kaos meydana çıkar. Bulutlar çatallanmalar, dallanmalar yaparak, rüzgârın önünde onun esiş gücü ve yönüne bağlı kalarak şekilden şekile geçerek gökyüzünde yolculuk yapar. Sigara dumanının helezonlarında, suyun akışında, bayrağın dalgalanmasında oluşan karmaşıklık birbirine benzer gibi görünür ama daha önceden de değinildiği gibi aslının benzeridir ama özünde farklı çatal yapıya sahiptir.

Cramer(1998: 34), Lichtenberg ile Zettel'e yaptırdığı tartışmada: "Düzen; zamansal ve mekânsal yapıların imalatıdır. Bazı bilim dallarında belli bir ilke ya da belli bir düzen bulma çalışmaları belki de çoğunlukla biyolojide bir genel ilke ya da birleşerek bütün canlıların doğmasını sağlamış olan bir ilk parçacığı arama çabası boşunadır. Doğa soylar ve türler yaratmaz; o bireyler yaratır ve bizim miyopluğumuz birçok şeyi bir anda kavrayıp bir arada tutacak gerçekler arayıp durur." demekte ve yine aynı kişilerin konuşmasında Lichtenberg'in ağzından "Düzen bizi bütün erdemlere götüren başlangıç noktasıdır. İyi de bizi düzene ne götürür?" sorusunu sormaktadır.

Düzenlerin yeniden kurulması için herhangi bir girişimde bulunmamız halinde bütün yapıların eninde sonunda düzenlerin bozulduğu gündelik yaşamdan bilinen bir olgudur. Her düzen kurma girişiminde ağdalı akışkanlardaki gibi salınım başlar ve karmaşa oluşur. Ardından da yeni düzen oluşur. Yeni düzen de bizim istediğimiz gibi değil, kendi istediği gibi oluşur. Tıpkı sürgün veren ağacın dallanmasının şeklini kendisinin belirlemesi gibi. Konu ile ilgili olarak Battram (1999), " En son değişim girişimi sönümlenmekteyken bile önemsiz minik değişiklikler çevrenizi dönüşüme uğratmakta olabilir. "demektedir.

Karmaşıklık, evrenin bütünleşik, ama aynı zamanda alışılmış mekanik ya da doğrusal yollardan anlayamadığımız kadar zengin ve çeşitli durumunu kastetmektedir. Bu yollardan evrenin birçok parçasını anlayabiliriz. Ama daha büyük ve içsel ilişkileri daha geniş olguları ayrıntılara bakarak değil, ancak ilke ve kalıplarla anlaşılabilir. Karmaşıklık; belirme, buluş, öğrenme ve kendini uyarlamının doğası ile ilgilidir. (Santa Fe Grubu 1996, Battram, 1999).

### **Karmaşanın Belirmesi**

**Karmaşa(Kaos)** doğal oluşumların oldukça yaygın bir ögesidir. Karmaşa, birbirinden bağımsız biçimde salınımlar yapan birden fazla birbiri ile ilişkili modun bulunması, modları

birleştiren bir bağlantının olması ve bu yoldan aralarında karşılıklı etkileşimlerin sonucunda ortaya çıkan bir oluşumdur. Ya da karmaşanın ortaya çıkabilmesi için başlangıç durumuna hassas bağlılığın bulunabilmesi için modların üçerli gruplar halinde birbiri ile bağlantılı olarak salınım göstermeleri gerekmektedir. Ayrıca modlar ne denli çok sayıda ve aralarında ne denli çok bağlantı varsa kaosun ortaya çıkma olasılığı o denli yükselecektir.

Herhangi bir sistemde başlangıç zamanına hassas bağlılık bulunması o sistemde hiçbir şeyin önceden belirlenemeyeceği anlamı taşımaz. Diğer taraftan karmaşık bir sistemin önceden belirlenebilir yönlerinin saptanması bir sorundur ve bu soruna henüz bir çözüm getirilememiştir.

Fizik alanındaki karmaşa örnekleri bazı devingen koşulların dengeden çok karmaşık ve kestirilemez bir zamansal evrime yol açtığını göstermektedir. Fizik ya da kimya alanındaki bir kısım örnekler laboratuvar ortamında gerçekleştirilmekte ve sonuçları gözlemlenebilmektedir. Örneğin Belousov-Zhabotinskyk sıvısının tepkimesi laboratuvar ortamında gerçekleştirilebilir ve gözlemlenebilir. Sosyal alanlarda ise karmaşanın ya da karmaşa kuramındaki adı ile söylenirse başlatılan salınımların sonuçlarının nereye ulaşacağı kestirilmez. Bu nedenle yasa koyucular ve yöneticiler daha iyi bir dengeyi amaçlayan önlemlerin yerine sonuçları kestirilemeyen denetimsiz dalgalanmalar, salınımlar yaratması, akışın başlaması olasılığı ile karşı karşıya bulunurlar. Bunun en bariz örneğini borsalarda gözlemek olasıdır. Nitekim İstanbul Menkul Kıymetler Borsasının 2000 yılı Ocak, Şubat, Mart ayları ile Kasım ayındaki dalgalanmaları hükümet yetkililerinin ağızlarından çıkan birkaç sözle bağlantılandırılmıştır.

Bir akışı düşünmenin birçok yolu vardır. Akış önce tabakalar halindedir, sonra çatallanıp (fraktal) daha komplike bir duruma, hatta salınımlı bir duruma geçer, daha sonra karmaşaya dönüşür. Karmaşa olgusu aslında bundan çok daha önceleri keşfedilebilirdi. Keşfedilemedi, çünkü düzenli hareketin dinamiği üzerinde yapılan bu muazzam çalışmalar bilim adamlarının bu yönde ilerlemesine imkân vermedi. Geçen yüzyılda bir kısım bilim adamlarınca kuramın temelleri atıldı. Karmaşaya ilişkin Gleick (1997), “Siz yeter ki bakın, aslında karmaşanın orada olduğunu göreceksiniz.” demektedir.

Bu arada çırpınan bayraklarda ve takırdayan kilometre saatlerinde, burgaçlanarak akan sulara, yükselen sigara dumanlarında, yeryüzü hareketlerinde, kalp atışlarının düzensizliğinde, davranış bozukluğu olan ruh hastalarında, toplumsal olaylarda garip çekici aramayı öğrenen bilim adamları ellerinde bulunan fizik literatüründeki determinist karmaşa emarelerini bulma gayretine düşmüşlerdir. Açıklanamayan gürültü, şaşırtan dalgalanmalar, düzensizlikle karışmış düzenlilikte karmaşa aranmağa başlanmıştır.

Kuşkusuz ekonomi, hukuk, tarih, coğrafya ve toplumbilim ile doğanın kendisi gibi alanlarda karmaşa ve belirsizlik örnekleri sağlanmaktadır. Ancak bu konuda bundan başka yorum da yapmak kolay değildir. Çünkü fizikçilere deneylerinde yardımcı olan denetimli sistemlere bu alanlarda rastlanmaz. Dış olayların değişkenliğinin göz önünde bulundurulması zorunludur. Bunun için analiz ve tanımanın iyi yapılması zorunluluğu vardır. Neden sonuç ilişkisine girildiğinde sunuş bölümünde eleştirilen determinist anlayış benimsenmiş olacaktır.

Karmaşa kuramının en doğal uygulanım alanı, sürekli biçimde başlangıç durumuna yakın bir noktaya geri dönen “sonsuz geri dönüşlü” zamansal evrimleri bulunan sistemlerdir. Böyle bir sistem belli bir zamanda belli bir durumda bulunuyorsa daha sonra herhangi bir zamanda da bu durumun yakınına dönecektir.

Sonsuz geri dönüş orta düzeyde karmaşıklık gösteren sistemlerde görülür. Buna karşılık karmaşık sistemlerde bu ögeye rastlanmaz. Bir sistem eğer yeterince karmaşıkta daha önce bulunduğu duruma yakın bir noktaya dönebilmesi için gereken süre aklın alamayacağı kadar uzundur. Dolayısıyla sistemi mantık ölçüleri içinde kalacak uzunluktaki bir süreyle gözlemleyebileceğimiz için sonsuz geri dönüşün uygulanabilirliğinden söz edilemez (Ruelle, 1999).

Ruelle'nin sözlerinden karmaşanın da kendi içinde bir sınıflandırmasının yapılabileceği anlaşılmaktadır. O da basit düzeyde karmaşa, orta düzeyde karmaşa ve ileri düzeyde karmaşa gibi. Yazar tarafından türbulans ileri düzeyde kaos olarak yorumlanmaktadır.

### **Karışıklık, Karmaşıklık ve Karmaşa**

Karmaşanın sınıflandırılması determinist özellik taşıyıp karmaşa kuramına ters gibi gelse de Battram(1999), basit sistem, kaba karmaşık sistem ve kendini uyarlayan karmaşık sistem gibi yaptığı bir sınıflandırmada; basit sistemde az sayıda olanaklı halin bulunduğunu, kaba karmaşık sistemde daha çok olanaklı halin bulunduğunu, kendini uyarlayan karmaşık sistemlerde ise muazzam sayıda olanaklı halin bulunduğunu ileri sürmektedir. Basit sisteme, televizyon ve merkezi ısıtmayı örnek göstermekte, bunların karışık olduğunu, karmaşık olmadığını, kaba karmaşık sisteme kum tepciğini, kendinin uyarlayan karmaşık sisteme de tüm canlıları ve örgütleri örnek göstermektedir. Çizelge 1'de Battram'ın basit, kaba karmaşık ve karmaşık sistemleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Battram (1999), karmaşık sistem ile kendi kendini uyarlayan karmaşık sistem arasındaki ayırımın çok önemli olduğunu, havanın karmaşık bir sistem olmakla birlikte kendi kendini uyarlayan karmaşık sisteme bir karınca kolonisi ya da örgütün örnekleri olduğunu,

sadece karmaşık özelliklerinin yanında, aynı zamanda kendilerini çevreye uyumladığını vurgulamaktadır. Karmaşıklık ile kaotikliğin ayırımı yaparken de “Bir kum tepciği gibi kaotik sistemin bir içyapısı ya hiç yoktur ya da çok azdır, bileşenler arasındaki karşılıklı etkileşim ancak yereldir ve bir derece öngörülemezlik söz konusudur. Buna karşılık kendi kendini uyarlayan bir karmaşık sistem hem kendini örgütler hem de öğrenir. Örnek olarak toplumsal sistemler, ekonomiler ve politik sistemler sayılabilir.

	Basit sistem	Kaos: kaba karmaşık sistem	Kendi kendini uyarlayan karmaşık sistemler
Hal sayısı	Az sayıda olanaklı hal	Daha çok sayıda olanaklı hal	Muazzam sayıda olanaklı hal
Bağlantılılık	Bileşenler arasındaki bağlantı sabit	Bileşenler dağınık ve yerel etkileşimde özgür	Bileşenler(aktörler)dağınık ve yerel etkileşimde belli bir hiyerarşik yapı içinde özgür
Davranış	Basit davranış-öngörülebilir	Örgütsüz(kaotik) davranış-büyük ölçüde öngörülemez	Beliren davranış ve öngörülemezlik cepçikleri
Örnekler	Merkezi ısıtma ya da televizyon cihazı	Hava ya da damlayan musluk,daha fazla kum eklendiğinde aniden çöken kum tepciği	Bütün canlılar,büyük örgütler, ekolojiler , kültürler , politika
Bilgi İşlem hali	I ve II	III	IV

Çizelge: 1 Basit ve karmaşık sistemler (Batram,1999: sayfa 50’den alınmıştır.)

Kendi kendini uyarlayan karmaşık sistemlerde bileşenler tamamı ile özgür değildir, aralarındaki belli bağlantıların kısıtlamaları altındadır ve çoğunlukla hiyerarşi niteliği taşıyan daha yüksek bir yapı düzeyi söz konusudur. Sonuç genellikle öngörülebilir yeni davranışların belirmesi olabilir. Stuart Kauffman bunu “bedava düzen” olarak adlandırıyor demektedir (Batram, 1999).

### **Kaos: Karmaşık sistemler**

Karmaşık bir sistem, müthiş büyük bir durum uzayında, çok dar bir stabilite köprüsünde, ipin üzerindeki cambaz örneği organize haller gösterebilecek ve en küçük bir sarsıntı ile ısıdevingenlik(termodinamik) ölüm çekicisine yuvarlanabilecek, ama onu o

çukurdan çıkaracak olan da gene o küçük sarsıntılar ve onu takiben kaosun birbirinden ayırıp uzaklaştırdığı yörüngeler olacaktır (Koçak, 1994). Nitekim Cramer (1998) de kaosu sırat köprüsü üzerindeki hayat olarak adlandırırken sistemlerin karmaşa ile denge arasında bir yörünge izlediğini, benzetme yanlış olmazsa dengeye ulaştığında ölümün gerçekleştiğini, karmaşaya düştüğünde eskisinden farklı yeni yapıların oluştuğunu dile getirmektedir.

Hava gibi kaotik sistemler “başlangıç koşullarına duyarlık gösteren “doğrusal olmayan sistemlerdir. Bu genellikle kelebek etkisi olarak bilinir. Doğrusal olmayan bir etki girdiyle doğrudan bağlı bir değişiklik göstermez; sonuç öngörülemezdir ve büyük değişiklikler sergileyebilir. Oysa doğrusal etkilerde; bir sistemin girdisindeki küçük bir değişiklik çıktıda da küçük bir değişikliğe yol açar. Bütün karmaşık sistemler öngörülemezdir. Öngörülebilecek şeyler son derece kısıtlıdır (Batthram, 1999).

Ruelle (1999), “Çevremizdeki karmaşık dünyaya, yaşamın geçirdiği evrime ve insanlık tarihine baktığımızda sonsuz geri dönüşün ancak küçük alt sistemlerde söz konusu olabileceğini, global sistemlerde ya da tabloda yeri bulunmadığını görürüz. Buna karşılık global tablo tek yönlü bir tarihsel gelişim izlemekte olduğundan bu durumda elimizde kullanabileceğimiz bir matematiksel kuram yoktur” demektedir. Ruelle'nin söyleminden küçük alt sistemlerde geri dönüşün olabileceği yorumu çıkarılabilir. Fakat bilimdeki gelişmeler gelecekte de bunun çözümsüz olduğu savını çürütebilir.

Landau, karmaşanın oluşumunda bir dış güç tarafından etkilenen bir akışkanın belli sayıdaki modlarının hareket kazandığını ileri sürmüştür. Ona göre, eğer modların tümü hareketsizse düzgün akış, tek bir mod hareketlendiği zaman periyodik akış, birden çok modun harekete geçmesi halinde ise düzensiz akış ve en sonunda türbülans ortaya çıkmaktadır. Gleick(1997: 53,54), türbülansı; sistemin, her ölçek ve düzeyinde ortaya çıkan düzensizlik olarak tanımlamakta, türbülansın istikrarsız olduğunu, ileri düzeyde sönüm özelliği bulunduğunu, bunun anlamının da enerjiyi aktırdığını, sürtünme yarattığını belirtmektedir. Ona göre, türbülans gelişigüzelmiş harekettir. Peki öyleyse düzgün ve pürüzsüz bir akış nasıl değişip türbülans olmaktadır? sorusuna türbülansın bir eşiği bulunduğunu, bu eşik geçildiğinde pertübasyonların felaket derecesinde arttığını, bu geçiş halinin bilimde bir kritik esrar perdesi olduğunu ileri sürmektedir (Gleick, 1997). Battram da buna benzer bir kavram olarak ileride görebileceği gibi kaosun eşiği kavramını ortaya atmaktadır (1999).

Bir şey akışkanı çalkalamakta, tahrik etmektedir. Akışkan ağdalıdır-yapışkandır. Böyle olduğu için enerji içerden dışarı akar; akışkan cismi çalkalarken durursanız, frekansı düşük ya da dalga boyu büyük enerji ilave etmiş olursunuz. Burada ilk göze çarpan şeyin büyük dalga boylarının çözümlenip küçük dalga boylarına dağılmasıdır. Burgaçlar oluşur, onların

da içinde daha küçük burgaçlar oluşur. Her burgaç akışkanın enerjisini hem sönmeye götürür hem de karakteristik bir ritim oluşturur (Gleick, 1997).

Karmaşa, düzenin parçalanması ve dağılması sonucunda da oluşabilir. Birçok devingen süreçte, evre aşamalarında, daha üst düzlemlerde yeni düzenlerin kurulması ile istikrar sağlayan karmaşasal ara durumlardan geçilmesi ile sağlandığını biliyoruz. Bütün dallanma, çatallanma noktalarında (bifurkasyon noktalarında) karşılaştığımız bir durumdur. Evrimleşen sistemlerin böyle ikiye ya da daha fazla ayrılma noktalarından geçip durduklarını biliyoruz. Daha önceden de değinildiği gibi karmaşa ve düzen sadece birbirlerini tamamlayan bir kavram çifti değil, aynı zamanda birbirleri ile işlevsel ilişki kurmuş birer olgudurlar.

### **Karmaşanın Yapısı**

Normal durumlarda geometri (Öklit geometrisi) açısından bir yüzey iki boyutlu düzlemde tanımlanır, gözlemler bu iki boyut üzerinden yürütülür. Ancak, düzensiz molekül yapılarında, karmaşık yüzeylerde ve manzara profillerinde ve benzerlerinde iki boyutluluk işe yaramaz. Çünkü bu yapılarda farklılıklar vardır. Bu türden yapılar çatallanmış (kırılmış, fraktal, dallanmış) yapılar olarak adlandırılmaktadır. İki boyutluluğun yetersizleştiği bu durumda boyut artık bir, iki, üç... gibi tam sayıyla ifade edilmeyip kesirli sayılara bağlı bir tanım gerektirdiği için karşımızda bir "karmaşa" durumu vardır ve tam sayıdan uzaklaşmışlığın oranı aynı zamanda söz konusu fiziksel olayın içinde bulunduğu "karmaşa" durumunun da derecesini vermektedir. Dolayısıyla yüzey, 0,5-0,75-1,5-2,2-2,5 gibi kesirli boyutlu olmak durumundadır; Kesirli boyutu, fraktal denilen dallanmalı, çatallanmalı yapılarda işevuruklaşmakta ve fraktal (çatal) geometri kullanılmaktadır.

Fraktal geometriyi (çatallanmalı, dallanmalı ) fırtınalı havalarda gökyüzünde oluşan yıldırımların aldığı şekillerde, kırılan buz, cam ve porselen parçalarında, kar ve buz kristallerinde, kayaların, taşların yüzeylerinde gözlemek olasıdır.

Lichtenberg, hızlı hareket eden yıldırımın (şimşegin) hemen hemen hiç bir zaman doğrusal bir yön izlememesine dikkat çekmiştir. "Demek ki, cereyanın (akımın) öyle çok çabuk uzaklara ulaşmayıp bir yerden ötekine, büyük bir yakınlık içinde hareket ettiğini görme olasıdır. "der. Bu, yıldırımın karakteristik özelliğini açıkça ortaya koymaktır. Oluşan akım pek fazla uzağa gitmemekte, elektrik yükü iyonize bir parçacıktan ötekine atlamakta ve evrimleşmektedir. Varılan noktadan geri dönüş yoktur, bundan sonra izlenecek yol belirlenir. Cramer (1998) "Bu yolu da ancak istatistiksel yöntemlerle ve kuantlar mekaniği düzleminde anlayabiliriz. Dengeden alabildiğine uzak, yoksun bir düzlemde, yani yüksek bir enerji düzleminde madde ile enerjinin aynı zamanda bir ortam (aracı) tarafından taşınması

durumunda, her zaman, ortaya yıldırımlar (şimşekler) çıkar. Bu oluşumların sadece zaman parametreleri farklı olabilir.” demektedir.

Nehirlerin denizlere ulaşım noktasında oluşturdukları deltalarda, ağaçların dallanmasında, dalların yapraklanmasında, yıldırımın yarattığı çatallanmalara, dallanmalara (fraktal yapıya) benzer yapılara rastlamak olasıdır. Colorado, Nil gibi nehirlerin deltalarını özellikle çatallanma açısından izlemek ilginçtir. Burada da karşımızda "belli noktalarda alınan kararlarla oluşmuş bir dallanma" bulunmaktadır. Deltanın tek tek kolları, sistemin enerjisiyi sağlayan parçası olan akıntının etkisi altında, ayrıca birlikte sürükleyerek getirdikleri alüvyonun, kumun, çakılın, rüzgârın ve öteki doğal etmenlerin sonucunda, hangi yönde devam edeceklerini kararlaştırırlar. Bu süreçte, her kolun nerelere doğru dallanacağı kestiremez. İlkece nehrin hangi kollara ayrılıp ne yönde denize döküleceği, kendi "kararına, isteğine" bağlıdır. Gerçi bir jeofizikçi, nehrin taban çamurunun karışımına ve taban yapısının bilgisine sahipse, ayrıca akıntının eğiminin derecesini, çevre koşullarını, ortalama su ısısını vb. iyice tanıyorsa, nehir deltası, yapısal biçimi ve oluşumu hakkında belli başlı (bilimsel) deney değerleri verebilir; suyun çamurlu mu olacağını, sayısız kollara mı ayrışacağını, yoksa birkaç kol halinde mi yol alacağını, orada kıyıyı sağlamlaştıracak bitkilerin yetişip yetişmeyeceğini, mevsim dönüşlerinde deltanın bambaşka bir biçim alıp almayacağını söyleyebilir. Bu türden bilimsel kestirimler, böyle bir deltada ortaya çıkabilecek tek tek olayları ve oluşabilecek her biçimi önceden kestirmeye yetmeyecektir. Çünkü akarsu deltası, Prigognin'in belirttiği anlamda dissipatif devingen bir yapı oluşturmaktadır (Cramer 1998).

Bir ağaç için de aynı ilkeler geçerlidir. Gerçi bir ağacın yapısının olası biçimi genetik düzlemde belirlenmiştir. Dolayısıyla, hangi şekle girerse girsin, bir portakal ağacı bir elma ağacından ve bu ikisi bir armuttan, kayısıdan ya da diğer ağaçlardan her zaman farklı olacaklardır. Gel gelelim genetik sistemin çeşitlilik arzının sunduğu geniş ölçekte, ağacın ilerideki somut dallanma yapısını, daha doğru bir deyimle şekillenişini önceden kestirmek olanaksızdır. Yeni bir dalın tomurcuklanmasının ne zaman ve hangi noktada başlayacağı, hangi hızla büyüyeceği, muhtemelen öteki dalların pahasına ne kadar kalınlaşıp uzayacağı, dolayısıyla diğer dalların ışığını ne ölçüde engelleyeceği; ağacın bulunduğu yerin ve konumunun, çevre, iklim koşullarının, mevsimlerin bu gelişmeye ne türden etkiler yapacakları önceden kestirilemez. Bir ağaç da, belli bir kalıtsal sürece göre açılımlar yapıp gelişen dallanma, çatallanma noktalarından sıçrayan bir sistemdir; bu sistemde de çok yüksek bir enerji düzeyinde (canlının enerji düzleminde) madde aktarımı ve özümsemesi süreçleri gerçekleşmekte ve enerji dissipatif özellikler taşımaktadır. Dolayısıyla da tersinmez kararlar birbirini izlemektedir. İlkece bakıldığında, şekil yönünden bir ağaç, sadece yavaşlamış (yavaşlatılmış) bir yıldırımdan başka bir şey değildir; sadece yıldırıma göre onun zaman göstergesi  $10^{12}$  kez daha ağır akar (Cramer, 1998).

Eğmek sözcüğünden türetilmiş olan eğitim olayında ise eğitim ile ağacın şekillenmesi ilişkilendirildiğinde; şu soruyu sormak gerekir; bir ağacın dallanması, yıldırımın dallanması, nehir deltasının dallanmasının nasıl olacağı kestirilemezken çatallanmalı(fraktal) yapıya sahip olan bireylerde eğitim yolu ile nasıl bir dallanmanın, çatallanmanın oluşacağı kestirilebilir mi? İnsan vücudu göz önüne alındığında yıldırımlardaki, nehir deltalarındaki, ağaçlardaki benzer çatallanmayı, dallanmayı (fraktal yapıyı) sinir sisteminde, kan damarlarının yapısında, beynin kıvrımlarında görmek olasıdır. Yukarıda da değinildiği gibi çatallanmalı, dallanmalı yapımızdan ötürü öğrenme düzeylerinde farklılığın olması doğaldır. Çünkü yapımız bunu gerektirmektedir. Bunun örneğini ağaç fidanlarında görmek olasıdır. Fidanın yukarıya doğru giden sürgünleri (filizleri) kırıldığında ya da kesildiğinde alttan yeni sürgünler verecektir. Ancak yeni sürgünlerin hangi yöne doğru gideceği belirsizlik taşır. İnsanoğlunun da içine girerek aldığı eğitim sonucu nasıl dallanacağını belirlenemezliği bulunmaktadır. Nitekim birinci sınıfta karşılaşacağı öğretmeni, arkadaşları, okuldaki diğer öğretmenler çocuk için her biri birer yol ayrımıdır. Buradaki her bir yol ayrımı iki çataldan çok daha fazla çatallı yapıya sahiptir. Çatallardan birisi seçildiğinde biraz ilerde tekrar birden çok çatallanma ve seçim işlemi, daha sonra tekrar çatallanma, yine seçeneklerden birisinin seçimi yine çatallanma ve bu çatallanma eylemi böyle sürekli olarak devam eder. Bireyin eğitim ortamında karşılaştığı başka bireyler, olaylar yeni çatallanmalara neden olacaktır. Yeri ve sırası gelmişken ele alınması gereken bir konu da planlama kavramıdır. 1963 yılından bu yana beşer yıllık kalkınma planları Devlet Planlama Teşkilatı tarafından hazırlanır ve hükümetlerce yürürlüğe konulur. Karmaşanın ve karmaşıklığın bu derece baskın ortamında geleceğin kestirilmesi ne derece olasıdır? Bu kalkınma planlarında ülkenin eğitim planlaması yapılmaya çalışılır. Kestirilemezliğin içerisinde bunun geçerliliğinin olmadığı açık olarak ortadadır. Nitekim bundan olsa gerekir ki bir türlü plan hedefleri tutturulamaz.

Bir kısım ulusların yapısı içinde yer alan aristokrasi sınıfı, kendisine bir soy ağacı yapmaya meraklıdır. Bir baba ve anneden oluşan çocukları, onların çocukları hep dallara ayrılır, aile ve yakınları ağaç biçiminde gösterilir. Bilimde de evrim kuramında türeyim ağacı bu soy ağacına benzer bir şekilde gösterile gelmiştir.

Cramer (1998) bilimin, evrimde türeyim ağacını kurarken 5 aşamalı bir model kullandığını ileri sürmektedir.

1. Madogenez adı verilen ilk evrede; ilk ata denilen öbekten türler ayrılmaya başlar,
2. Anagenez evresinde ilk atadan farklılaşmış türler karmaşık yapılara bürünerek çevreye uyum sağlama yeteneklerini artırır.
3. Evrede doğal çevreye ayak uydurma yeteneği, yeni türemiş soyların o ilk köken topluluğundan tamamen uzaklaşıp yeni bir doğal çevrede öbikleşmesini olasılaştıracak uygun



düzeye ulaşmışsa, bu yeni ortamda hayata elverişli, boş birçok köşe bulunduğu için, buraya yerleşen organizmalar, hızla çoğalıp farklılaşırlar, dallanıp çatallaşıp gelişirler (uyumsal açılım aşaması).

4. Bu üçüncü evrenin ardından kalıcı, sabit dengeli organizmaların ortaya çıktığı stasigenez evresi gelir.

5. Beşinci aşamada ise doğal çevre koşullarını değiştirirken türler bu koşullara ayak uydurma ya da uyduramama durumuna göre ayakta kalma ya da yok olup evrimin mezarlığını boylama gibi iki kaçınılmaz sonuçla karşı karşıya kalırlar. Seçme ayıklama ilkesi diye tanımlanan bu olgunun, türler üzerindeki baskısı altında, aynı türün bu baskıya direnebilen bireyleri türün temsilcisi olarak ayakta kalabileceklerdir.

Canlılar, hücre adı verilen küçük yapı taşlarından oluşur. Canlıların bedenlerini bu hücreler çeşitli şekil ve biçimde bir araya gelerek dokularını, dokular bir araya gelerek sistemlerini oluşturur. Birçok hücre içi yönlendirme ve güçlendirme süreci, çatallanan, dallanan etkinleşme aşamaları ardından oluşur. Hormonun etkili olma süreci de böyle bir süreç olarak anlaşılabilir. Küçük bir etmen örneğin hormon, bir sinyal verici madde olarak hücre etkinliklerinde büyük sonuçlara yol açar (Cramer, 1998).

İnsanoğlunun hormonal yapıya sahip olduğu göz önüne alındığında; iç salgı bezlerinin ürettiği hormonların kana karışması, sinirler yoluyla hormonun sinyal göndermesi ile insan vücudunda değişimlere yol açması karmaşıklığa örnek olarak sayılabilir. Nitekim dışarıdan alınan bir etkiye insanların çeşitli tepkilerde bulunması bu karmaşık yapının belirgin örneğidir. Eğitim açısından baktığımızda ise yapılan etkinliklerden bireylerin farklı düzeylerde yararlanması, öğrenme çeşitliğinin oluşması, iç salgı bezlerinin etkinliklerinin farklı yapılarda salgılama yapması, nöron hücrelerinin bağlantılarında(çatallanmaların) farklılığı karşımıza çıkmaktadır. Daha başka bir söylemle farklı düzeyde öğrenme oluşur. Hiçbir zaman bir sınıf ortamında yapılan öğretim çalışmalarında öğrencilerin öğrenmeleri birbirinin aynı değildir. Tıpkı kendi yapılarının farklı olması gibi öğrenme düzey ve miktarları da farklıdır. Ama nedense biz eğitim sisteminde bu farklılıktan doğan zenginliği görülmez, sürekli onu yoksullaştırmak için çalışılır. Çocuklardan yetişkinlerin ya da birbirlerinin aynı olmasını beklenir.

Sistemlerin çevreleri ile alış-veriş içinde oldukları daha önce dile getirilmişti. Sistemin çevresinde artan enerji ve kütle değişimine gösterdiği tepki, daha doğrusu, bu durumla baş edebilme çabası, karşımıza ısınan metalin genleşmesi ya da fazla ısıtıldığında eriyerek sıvı hale dönüşmesi gibi yapı oluşturmak biçiminde çıkar. Ama bu değişimlere göre çok daha ilginç olan bir baş edebilme-tepkisini dissipatif yapılarda buluyoruz. Bu tanıma giren sistemler, çevre ile kütle ve enerji alış veriş yaparken, bu süreçleri aktif olarak bizzat

düzenleyen ve suyun buharlaşması örneğinde olduğu gibi, yapı değişimine uğrayarak enerji girişine edilgenlikle teslim olmayıp uzun erimli global-dengeli yapılar oluşturabilen fiziksel-kimyasal tepki-sistemleridir. Bunlara dissipatif denmesinin nedeni, entropi üretimini sürekli ayakta tutmaları, yani kesintisiz çalışıp enerjiyi dönüştürmeleridir. Edilgen sistemlerde sadece çeken ve iten güçlerin (enerjilerin) etkili olduğu duruma karşılık, dissipatif sistemlerde bir kendi kendini organize etmeden, kendini uyarılma halinden söz ederiz.

Dissipatif bir yapının dillerde çok konuşulan örneği Belousov-Zhabotinsky tepkimesidir. Malon asidinin bir sülfürik asit eriyiği içinde (Cerium ya da demir ve Mangan iyonlarının da eşliğinde) okside olması durumunda ortaya dissipatif bir yapı çıkabilmektedir. Bu ve benzeri tepkime sistemlerinde bazen saatlerce alabildiğine düzenli nabız hareketleri gözlemlenebilmektedir. Bazen de kimyasal etkinlikler sonucu periyodik patlamalar oluşmakta, bazen de yoğunlaşmış kimyasal dalgalar halinde birikebilmekte, ya da başka devingen olaylar oluşturabilmekte, hatta aniden ışıyarak göz alıcı görünümler bile sunmaktadırlar.

Bu türden yapıların kimyasal sistemler içinde kendiliklerinden oluşumunu sağlayan zorunlu koşullar genelleştirilmiş bir ısıdevingenlik (termodinamik) yasası halinde Glansdorff ve Prigognin (1971) tarafından tanımlanabilmiştir (Cramer,1998). Çevre ile enerji ve madde alış-verişi süreçleri, açıklık özelliği gösterip dengeden tamamen uzak bir durumda oto ya da crosskatalitik süreçler olma özelliği taşırlar. Başka deyişle, belli moleküller, kendi türlerinden moleküllerin oluşumu için gerekli oldukları tepkimelere karışırlar (oto-kataliz), ya da tepkime içinde önce başka moleküllerin oluşturup ardından kendi türlerindeki molekülleri meydana getirirler (Cross-kataliz). Buradan çıkan davranış matematiksel olarak "doğrusal" olmayan davranış olarak tanımlayabilir. Dünyadaki nüfus patlaması ve başka büyüme faktörleri de, oto-katalitik bir hareket, doğrusal olmayan yönelime bir örnektirler.

Dissipatif yapılar iki değişik davranış tarzı gösterirler. Denge durumu yakınlarında tıpkı tecrit edilmiş sistemlerde olduğu gibi düzenleri yıkılır; dengeye uzak bir yerde düzenlerini koruyabilir ya da istikrarsızlığın üzerine yeni düzenler inşa edebilirler. Dissipatif yapılar varolabildikleri sürece, entropi üretirler. Ancak bu salt sistem içinde kalan bir entropi değildir. Çevre ile sürekli bir enerji alış-verişinin bir parçasını oluşturur.

Serbest enerji ve tepkime-öğeleri sisteme bir yandan dâhil edilirken, entropi ve tepkime ürünleri, ihraç edilirler. Bu bir metabolizmanın en basit halidir. Sistem, bu enerji ve madde girişi ve çıkışı sayesinde iç dengesizliğini ayakta tutarken bu iç dengesizlikte gene madde (enerji) ile çevre arasındaki alış-verişi sürekli olarak korur. Tökezleyen ve dengesini kaybeden ama yere kapaklanmak istemiyorsa tökezlemeye devam eden bir insanın durumu bu ilişkiye bir örnek olabilir. Bu arada dissipatif yapı da kendini sürekli olarak yeniler ve belli bir

devingen rejimi, hareketli bir sistemi, global bir zaman-mekan yapısını ayakta tutar. Sanki dissipatif yapının tek derdi, kendi bütünlüğünü koruyabilmek ve kendini yenileyebilmektir.

### **Sistem nedir?**

Sistem nedir? Sistem kavramı, çok genel olduğu halde çok faydalı olan nadir kavramlardan biridir. Sistemleri incelemek için başvurulan her bilim dalının kendine özgü yolları vardır. Bunun için matematiğin dili her bilim dalında kullanılmaktadır. .

Bir sistemin durumu bir şekilde sayılara dökülebildiği zaman, sistemi inceleme olasılışmakta, onun gelişimi gözlenebilir ve devingenliği anlaşılabilir duruma gelmektedir. Basit sistemlerin durumu nispeten az sayıda parametre ile karakterize edilebilir. Tabii sistem durumundan ne anlaşılacağı da üzerinde uzlaşma sağlanması gereken bir konudur. Bir ormandaki tavşan popülasyonunu inceleyen bir zoolog için tavşanların sağlık ve afiyet durumları, bir etolog için tavşanlar arası hiyerarşik ilişkiler ve bir popülasyon genetikçisi için yaş gruplarına göre tavşan sayıları önemli olabilir. Görüldüğü gibi her biri sistemi kendi anlayışlarına göre sayısallaştırma ve inceleme çabası içindedir.

Bir sistem durumu kavramı ile ilgili en önemli hususun da şu olduğu söylenebilir: Biz sistemin belli bir andaki durumunu biliyorsak, sadece bu durum bilgisinden hareketle sistemin bunu izleyen anlardaki durumunu belirleyebilir miyiz? Aslında bizim bunu fiilen belirleyebilmemiz o kadar önemli değil, söz konusu yeni durumların “kuramsal” olarak belli olup olmaması önemlidir. Yani sistem, belli bir durumdan yola çıkarak farklı yerlere varabilir mi, yoksa belli andaki durum(bu an hangi an olursa olsun) sistemin bundan sonrakini yazgısını belirler mi? (Koçak, 1994).

Başlangıç durumları sistemin bundan sonraki geleceğini belirliyorsa, sisteme determinist bir sistemdir diyeceğiz. Ama aksi halde determinist olmayan (ya da indeterminist) bir sistem demeyeceğiz. Çünkü bu halde çok farklı mahiyette iki olgu söz konusu olabilir. Ya sistem durumunu tanımlamakta ihmal ettiğimiz ciddi başka parametreler vardır ya da sistem durumunu ne kadar detaylandırırırsanız detaylandırın, sistemin doğasında var olan ve modelleme sofistikasyonu ile aşamayacağımız bir belirsizlik söz konusudur.

Bir devingen sistemin anlaşılabilmesi ile ilgili bir başka husus da, başlangıç durumunun çok hafif değiştirilmesinde sistemin geleceğinin nasıl ve hangi yönde değişebileceğidir. Bir sistemi sabit bir noktanın birazcık yakınında kendi devingenliğine terkettiğiniz zaman, sistem sabit noktaya doğru yol alabilir ya da oradan çok uzaklaşabilir. Benzer şekilde, geleceği kapalı bir yörünge olan bir başlangıç noktasının çok yakınından yola

çıkılırsa, sistemin geleceği gene kapalı yörünge olabilir veya sistem bambaşka bir geleceğe yönelebilir. Genel olarak, başlangıç noktasının uygun bir yerinde sistemin geleceği aynı kalabilir ya da bu noktaya çok yakın olduğu halde geleceği çok farklı noktalarda oluşabilir. İki yakın noktanın geleceğinin aynı olması durumunda da, bu noktaların, önce yakın seyreden yörüngeleri, zamanla alakasız hale gelebilir. Noktalar aynı geleceğe farklı şekillerde ulaşabilirler.

Eğer bir başlangıç noktasının yakınındaki noktalar, bundan sonra da başlangıç noktasının hareketini yakından izliyorlarsa, bu takdirde başlangıç noktasına kararlı bir nokta denir. Aksi halde kararsız (veya hassas ya da duyarlı) bir noktadan ve başlangıç koşuluna hassas bağımlıktan (ya da duyarlılıktan söz edilir. Hassas bir noktaya ne kadar yaklaşırsanız yaklaşın, ya başka bir akıbeti olan ya da akıbeti farklı şekilde ulaşan noktalar vardır (Koçak 1994).

Aslında bir sistemin başlangıç durumlarındaki küçük değişikliklerin sistemin geleceğine ilişkin önemli sonuçlar doğurabileceği modern karmaşa kuramı ortaya çıkmadan önce de bilinen bir gerçektir. Bazı başlangıç durumlarına hassas bağımlılık günlük yaşamda bile son derece yaygındır. Rastlantılar da bir anlamda başlangıç şartlarına hassas bağımlılığın eseridir. O gün başka bir yoldan geçmiş olsaydınız, bugünkü eşinizle hala hiç tanışmıyor olabilirdiniz. Ya da evinizden birkaç saniye erken ya da geç çıkmış olsaydınız başınıza o kötü kaza gelmeyebilirdi. Daha büyük ölçekte, tarihsel ve evrimsel olaylarda da başlangıç şartlarına hassas bağımlılık, bu bakımdan önemlidir. Rastlantısallık geçen yüzyılın diyalektik filozoflarının deyimi ile “kantitenin kaliteye dönüşümü” birçok gelişmenin, yeniliğin, yaratının motoru olan çok önemli bir olgudur.

Ancak karmaşa kuramı, başlangıç şartlarına duyarlılığın hangi boyutlara varabileceğini gözler önüne sermiştir ve böyle “karmaşık” sistemlerin istisna değil, muhtemelen kural olduğuna işaret etmektedir. Bir devingen sistemin “kaotik”liğinin hala genel kabul gören bir tanımı yoktur. Ancak, durum uzayı içinde başlangıç noktalarına hassas bağımlılığın yaygınlığı, ya da başka bir ifade ile duyarlı noktaların teknik açıdan daha netleştirilmek durumunda olan belli anlamlarda “çokluğu” kaosun en önemli şartı kabul edilmektedir. Ayrıca, ilginç bir şekilde, bu düzensizlik şartını kompanse eden bazı düzenlilik şartları da (mesela çok sayıda kapalı yörünge varlığı) aranmaktadır. Bu sebeple karmaşa, bugün anlaşıldığı anlamda” gürültünün” değil, hayli düzenli bir düzensizliğin kuramıdır.

Başlangıç şartlarına hassas bağımlılığın yaygın olduğu bir sistemde ileriye yönelik uzun vadeli kantitatif tahminlerde bulunmak fiilen imkansızdır ve sistemin bütün deterministliğine rağmen, geleceğinin ayrıntısı ile ilgili büyük bir belirsizlik vardır. (Koçak, 1994)

İlginç olan düzenle düzensizlik arasında kurulan derin ve garip dengedir. Karmaşık bir sistemde duyarlı noktalar durum uzayı içinde çok yaygın olmakla birlikte, bunların gelecek kümeleri genellikle durum uzayının çok dar bir bölgesini işgal etmektedirler. Durum uzayının noktalarının hemen tamamı, sistemin fazla oyalanmadığı geçici noktalardır. Sistem bir anlamda gizemli bazı gelecek halleri tarafından çekilmektedir. Garip çekici” (bazen acayip atraktör) denilen bu gelecek bölgeleri ilginç (fraktal) yapılar ve düzenler arz edebilmektedir. Çekiciler durum uzayı içinde, daha önce ısı devingenliği(termodinamik) açısından nasıl oluşmuş olabileceklerine akıl erdiremediğimiz bir asimetri, inhomojenite yaratmaktadırlar. Boyutları binlerle ifade edilebilecek büyük durum uzayları içinde, çekicilerin boyutları “birkaçla” ifade edilebilecek kadar küçük olabilir. Bu olgu, düzensizlikten düzen oluşumunun gizlerini aralamak için bir işaret veriyor.

Açık sistemlere etkileştikleri çevreyi de katıp model hassasiyeti içinde kapalı sayabileceğimiz biraz daha büyük sistemlere geçebileceğimiz gibi; içlerinde aktif enerji transferi olan ve davranışsal açıdan açık sistemlerdeki organizasyonları gösterebilen kapalı sistemlere de önemli ve kritik alt sistemlerini belirledikten sonra genişletilmiş açık sistemler gözü ile bakabiliriz.

Bu anlamdaki herhangi bir sistemin büyük olasılıkla, klasik terminolojideki “ısıdevingenliği (termodinamik) ölüm’e karşılık gelen bir büyük çekicisi ile organize hallerine karşılık gelen, daha “kırılgan”, belki bazıları “garip” başka birçok çekicisi olacaktır. Bu diğer çekiciler, mesela karıştırılan Zhabotinsky sıvısında bir kapalı yörünge, karıştırılmayan Zhabotinsky sıvısında bir garip çekici olabilecektir (Koçak, 1994).

Bursalıoğlu (1985), sistemi genel çerçevede “karmaşık ve etkileşimci parçaların bütünleşmiş bir topluluğu” olarak tanımlamakta, açık sistemin ise

- 1-çevresinden enerji alma,
- 2-enerjiyi sürece, ürüne ya da hizmete dönüştürme,
- 3-çevreye bir ürün sunma,
- 4-sisteme giriş, çeviriş ve çıkışın çemberselliği,
- 5-kullanacağından fazla enerji alarak depolama, böylece entropiyi azaltma,
- 6-sisteme girişte seçici olma,
- 7-sistemin parçaları arasında ilişki ve değişmelerin oranın aynı kalmasının getirdiği tutarlılık ve denge durumu,
- 8-farklılaşma ve ayrılma süreçleri sonunda uzmanlaşma,

9-amaçlara ulaşabilmek için değişik durumlarda harekete geçme ve çeşitli yolları deneyebilme üzere 9 özelliğinin bulunduğunu öne sürmektedir.

Koçak(1994), ısı devingenliğinin(termodinamiğin) 2. kanununun yanlış mı olduğunu sorguladığı sorusunda “Bu kanunun bazı sıvı ya da gaz karışımları ile ilgili ifadelerinin doğruluğu muhakkak görünüyor. Fakat fizikçilerin insanı ürküten çok iddialı formülasyonları da var. Ancak ‘her kapalı sistemde entropi artar’ gibi çok genel ifadeler yanlışlanabilirlikten uzaklaşmak bir yana, çok anlamlı da görünmüyor. Sistem müthiş bir kavramdır. Sistemi oluşturacak parçalar ve bunların etkileşim biçimleri hakkında herhangi bir spifikasyon verilmiyor. Kapalı sistem de biraz tartışmalıdır. Gerçekte belki de evrenin tümünden başka kapalı bir sistem yok. Entropi’ye gelince, bir düzensizlik ölçüsü olan bu değer, bir nergis için kaç olduğunu, nergisin vazoda solarken ne kadar arttığını şahsen ben bilmiyorum ve hesaplamaktan da acizim” demektedir.

Ortaya atılan açık sistem, kapalı sistem özellikleri biraz yapay bir sınıflandırma gibi geliyor. Örneğin kapalı sistemi örneklendirmek zordur. Çünkü dengede olan bir sistemi bulmak sorundur. Konuya ilişkin Cramer (1998), öğelerinin tek tek özelliklerinin toplamından ibaret olmayışının, bir sistemin karakteristik özelliği olduğunu, bu özelliklerden yola çıkarak sistemin eksiksiz tanımlanamayacağını, ancak gene de sistemin bütününe değişik yönlerden ele alıp belli başlı yanlarını öne çıkartarak onun incelenebileceğini öne sürmektedir. Açık sistemin özelliklerini, çevre ile ilişkileri bakımından ele alındığında, o sistem, madde ve enerjinin yanı sıra çevre ile bilgi alışverişi ilişkisini kurması, özellikle de yeniye (ilk-kezliğe) karşı açık durması, olarak ele almakta, bu özelliklerden yoksun sistemleri, tecrit edilmiş, kapalı sistemler olarak tanımlamaktadır.

Öte yandan çevre ile madde, enerji ve bilgi alış-verişi (enformasyon) yapabilmenin önkoşulu, dengesiz bir iç-durumun korunabilmesidir. Denge durumunda, bütün alış-verişler, özümseme süreçleri durma noktasına gelir. Dissipatif sistemler Manfred Eigen’in Hyperzyklus/Hiper-döngü dediği organizasyon biçiminde yapılanmışlardır. Bir hiper-döngü, dönüşüm ya da katalizasyon süreçlerinden oluşmuş, içinde bir ya da daha fazla ögenin oto-katalitik (kendini çoğaltarak) etkili oldukları kapalı bir çember (döngü) olarak da tarif edilebilir. Değindiğimiz Belousov-zhabotinsky-tepkimesi bir hiper-döngü olarak da tanımlanabilir. Dairenin belli bir yönde (saat yönünde) hareket edebilmesi için, dengesizlik durumunda olması şarttır. Süreçte ortaya çıkan ara ürünler X, Y ve Z kapalı bir döngü oluştururlarken, iç döngü kendini sürekli yeniler ve bir katalizör gibi çalışarak başlangıç ürünlerini nihai ürünlere dönüştürürler.

Sistemin kendiliğinden örgütlenebilmesinin önemli bir özelliği de, içindeki süreçlerin az çok hiyerarşik bir çalışma kademelenme göstermeleridir. Sistemler kendi başlarına var

olmazlar, bir sistemin iç sistemleri diyebileceğimiz alt sistemleri, sistemin kendisinin ilişkide bulunduğu üst sistemleri bulunmaktadır.

Bir sistemin işlevi denildiğinde içindeki tüm süreçlerin toplam karakteristik özellikleri anlaşılır. Bu özellikler, hem çevre ilişkilerini hem de sistemin (kendini) örgütleyiş tarzının yanı sıra, tek tek süreçlerin kinetik karakterlerini ve karşılıklı etkileşimlerini de içerir. Bu ilişkileri modelleştiren mantıksal şema, işin içine zaman içinde akış boyutunu da zorunlu olarak sokacaktır. Bu bağlamda otopoiezi (Yun. kendini yaratma) kavramıyla tarif edilen bir ilişki çok önemlidir. Şili'li biyolog Humberto Maturana'nın 70'li yıllarda ortaya attığı bir terimdir autopoiezi. İşlevi; kendini yenilemeye yönelik bir sistem autopoietik bir sistemdir. Biyolojik bir hücre, yapıcı(anabolik) ve yıkıcı (katabolik) etkime zincirlerinin karşılıklı işleyişiyle kendini yeniler ve uzun süre aynı moleküllerden ibaret yapısını korur. Kendini yaratan bir sistemin referans noktası gene kendisidir. Kendini yaratamayan, değişen koşullara uyamayan(allopoietik) bir sistem ise, örneğin bir makine, dışındaki bir işe/işleve hizmet eder (Cramer, 1998; Battram, 1999), autopoietik sisteme kendini uyarlayan karmaşık sistem adını vermektedir.

Başlangıçta bir sistemin yapısı dendiğinde onun mekân içindeki düzenlenişi ve örgütlenme biçimi anlaşılmaktaydı. Devingen sistemlerle birlikte zaman-mekân yapısı, yani süreçlerin zaman mekân içindeki düzeni öne çıktı. Öyleyse, zaman-mekân açısından yapı, sistemin hem işlevini hem organizasyonunu içerir; sistemin iç durumu ve çevre ilişkileri de buna dâhildir. Dissipatif, kendi kendine organize olma durumunu sağlayan işbirliği ilkesi, interaktif süreçlerin zaman-mekân düzenlenişinde ifadesini bulur. Yapıda uzun bir zaman süresine yayılarak oluşan zaman-mekân düzlemlerini üst üste sıralarsak, makro ölçekte toplam sistem-dinamiğini elde ederiz. Bu devingen, başka işe hizmet eden bir makinede olduğu gibi, "yabancı/dış" bir organizasyonun ürünü olabilir (imalatçılar, mühendisler, fabrika vb.) ya da kendini yenileme ve örgütlenme amacıyla organize olmuş bir sistemin devingenliğidir. Bizi burada ikinci tür ilgilendiriyor.

Sistemlerin belli başlı yanlarının karakteristik özelliklerine göre hiyerarşik, değişik sistem sınıflandırmaları olarak 6 kademeli bir model-şema çıkıyor ortaya (Çizelge: 2). Bunlar yapıyı koruyan sistemler ve evrimleşen-kendini uyarlayan sistemler olarak tanımlanabilirler. Yapıyı koruyan sistemler, dengesine "artık" ulaşmış olan ve bu durumda kalan sistemlerdir. Devingenliği dengeye yönelmiş (ve dengeye ulaşmış) sistemlere, evrimci (evolution) sistemler, evrimci olmayan yapıyı koruyan ya da sürdürmeye çalışan sistemlere de devoluasyon sistemleri denebilir (Cramer, 1998).

Cramer çizelge 2'de yapıyı koruyan, evrimleşen, kendini uyarlayan sistemlerin karakteristik özelliklerini karşılaştırılmalı olarak vermiştir. Olaya, eğitim örgütleri açısından

baktığımızda bunu çevresindeki değişime direnen eğitim örgütleri yapıyı koruyan, dengeyi korumaya çalışan örgütler, çevresindeki değişimi algılayarak kendini uyarlayan örgütleri evrimleşen örgütler olarak yorumlamak olasıdır. Eğitim sistemimizde evrimleşen örgütlere özel öğretim kurumları, yapıyı korumaya yönelik örgütlere ise resmi okullarını örnek olarak gösterebiliriz.

Karakteristik sistem	Yapı-koruyan sistemler		Evrimleşen sistemler özelliği
Sistemin bütünü	dengede (devingenlikten yoksun)	muhafazakâr	dissipatif  kendi kendini örgütleme devingenliği düzenleyici (evrim)
Yapı	dengeli-yapı sürekli	dengeye dönük devoluasyon	Dissipatif Dengeden çok uzak
Örgütlenme	dengeli/statik Tersinir süreçler içinde iniş-çıkışlar	dengeye ulaşmaya dönük tersinmez süreçler	döngüsel tersinmez dönme yönü
Genel durum	Dengeliklik	dengeye yakın	dengesizlik
Çevre ilişkileri	Kapanıp bitmiş ya da açık büyüme mümkün		açık(sürekli olarak değerlendirilen ve organize edilen takas)

Çizelge 2: Sistemlerin yapısı Cramer, 1998 sayfa 183'ten alınmıştır.

Boltzmann'dan bu yana bilinen bir düşünce, evrenin bir dengesizlik evreni olduğudur. Kozmosun belli başlı yapıları, evrimleşici karakter taşırlar. Daha önceden 5 aşamada oluştuğu ileri sürülen, evrimleşici türeyim-ağacı modeli (karmaşıklık) gösteren sistemlerde, enerji akışları, fiziksel ve kimyasal süreçlerle düğümlenmişlerdi. Böylelikle hep yeni bir şeylerin doğması olasılıkmaktadır. Enerji akışı durur durmaz, anında ısı devingenliği(termodinamik) dengesi ortaya çıkar. O sistem artık ölüdür. Örneğin saniyeye yakın bir hızla kendi bedenimizdeki maddenin ısıdevingenliği dengesini kurmamız mümkün olsaydı, anında bir duman bulutuna, buhara ya da küle dönüşmemiz kaçınılmaz olurdu.

Bilim alanındaki bütün çalışmalarda, karmaşıklığın basitleştirilerek anlaşılır hale getirilmesi zorunludur. 19. yüzyılda buharlı makine yeni bir yapı olarak ele alındığında,



tersinir bir ısı devingenliği ve enerjinin sakınımı (korunumu) yasası (birinci enerji yasası) oluşturmak ve tersinmez süreçli sistemleri "özel" (kuraldışı) sistemler olarak tanımlamak durumunda kalınmıştı. Yirminci yüzyılın sonlarında, gerek hayatı, gerek evrimi ve karmaşık bilinç süreçlerini, gerekse de kozmosun oluşumunu, bilimin başlıca sorunları olarak karşımıza koyduğumuz bir evrede, klasik ısı devingenliğini, bir özel durum (aykırı durum) olarak kabul edip tersinebilir sistemlerin enerji yasalarını, yani ikinci yasayı normal kabul etme zorunluluğu belirmiştir.

Hayat doğumdan oluşmuştur. Yoksa hep en baştan beri varolmuş bir şey değildir. Nasıl doğup ortaya çıktığını henüz son sözlere nokta koyacak kadar bilmiyoruz; ama az önce Eigen'in hiper-döngülerini gördük. Ayrıca evrim anlayışı ve tek tek türlerin oluşumuna yol açan türeyim-ağacı modeli tanıtılmaya çalışıldı. Birçok karmaşık süreç, bu türden türeyim-ağacı modeline uymaktadır; hatta karşımızda genel bir yasa, bir ilke duruyor denilebilir: Karmaşık, evrimleşen süreçler, türeyim-ağacı biçiminde, böyle bir gelişme modeli sunacak biçimde seyretmektedirler.

Hareket ve gelişme üzerinde düşünürken, Newtoncu hareket çizgileri ya da yörüngeler üzerinde hareket anlayışına bağlı kalarak düşünme alışkanlığımız vardır. Bizzat düşünme yollarımız da birkaç yüzyıllık bir yaıtılmışlığın, gerçeğin tümünü kapsamayan bir darlık anlamına gelen bir düşüncenin etkisi altında kısırlaşmıştır. Fırlatılan bir cismin parabolik yolları izlemesine benzeyen bir düşünme tarzıdır bu. Bilindiği gibi fırlatılan bir taşın nereye kadar uzanıp nereye düşeceğini, onun başlangıç hızı ve fırlatılma yönü bir daha değiştirilmez biçimde belirler (Cramer 1998:182).

Otomobillerin hızlanma ve durma mesafeleri, matematiksel olarak hesaplanabilir büyüklüklerdir. Hangi hız sırasında fren yaptığımızda, nerede duracağımızı belli koşulları değişmez olarak kabul ederek rahatlıkla hesaplayabiliriz. Newtoncu fizik olayları, "daimi" olaylardır; her zaman her yerde tekrarlanıp aynı sonuçları verdikleri sayılagelmiştir. Gelgelim yüksek düzeyde karmaşıklaşmış canlı sistemlerinde, yüksek enerji fiziğinde ve türbülans denen çalkantıların ortaya çıktığı durumlarda ya da elementer parçacıklar fiziğinde iş değişir. Ne var ki, hayat dediğimiz olgu, daha önceden de değinildiği gibi bize çok yakın, ayrıca çok olağan gelen bir şeydir; oysa sözünü ettiğimiz fiziksel sistemler, doğrudan görünenin alanına çok uzak bir yerlerde olup bittiklerinden, zaman-mekân sınıflamasına koşullanmış alışılarımız bu fiziksel olaylardan etkilenmez, onların farkına bile varmaz. Türeyim-ağacı modeline uygun sistemler, daha önce de söylenildiği gibi, çatallanma, dallanma noktalarından geçerek gelişirler. Bu çatallanma uğraklarında, tam bu noktalarda, sistemin kollarının karşısına, bol seçenekli yollar çıkar; bu yollardan her biri, izlenme bakımından aynı hakka sahiptirler, sistemin kolunu hangi yoldan geliştireceğini önceden kestirebilmek olanaksızdır. Hatta tam da

böyle bir noktaya ulaşmış bir gelişme kolunun bütün başlangıç koşullarının belirlenmiş olduğu varsayılsa bile, bütün bu determinist parametrelere rağmen, türeyim yolunun hangi dallara, nerede, nasıl ayrılacağını, bir dağılma noktasından sonra hangi yolu hangi biçimlerde izleyeceğini kimse bilemez; dolayısıyla gelişme "indeterminist" denilen, "belirsizlik özelliği taşıyan" bir yolla karşı karşıyadır. Matematikçiler, bu türden dallanma, çatallanma noktalarına, bifurkasyon noktaları (Latince furca: çatal, tırmık) ya da benzer bir anlama gelen fulgurasyon noktaları demektirler (fulgur, Latince şimşek, yıldırım demektir) (Cramer, 1998).

Maddi temelleri birbirlerinden ne kadar farklı olursa olsun, bütün bu sistemler, ilkece birbirine benzerler: Yeniden üretilmeyen süreçler üzerinden doğar, gelişir, açılır, yaşar, olgunlaşır, yaşlanır ve ölürlür. Klasik mekaniğin temel aldığı zaman anlayışında, zaman tersinebilirlik özelliği taşır, geriye (ilkece) dönüşlüdür; kutupsuz bir yapısı vardır; bu nedenle Newton sistemleri yaşlanmazlar.

Oysa çatallanma (bifurkasyon) noktalarından geçerek (sıçramalı) gelişen sistemlerde geri-dönüş yoktur. Sarkaç sürekli ileri salınır. Çatallanma noktasında bir daha geri alınamayacak kararlar alınır. Böyle bir türeyim ağacı modeli gösteren sistemde zaman eksenini, tersinmezlik özelliği taşır. Tarihte bunun örneği özellikle askeri alanda gemileri yakma diye anılan geri dönüşsüzlüktür. Zaman, bu sistemlerin varlığının modelleştirilmesiyle birlikte yepyeni bir anlama bürünmüştür, ya da belki sadece eski anlamını yitirmiştir.

Türk eğitim sisteminde üzümlere belirtmek gerekirse zaman zaman geri dönüşün yaşanmasına çalışıldığı olmuştur. Örneğin 1990'larda orta öğretim sisteminde uygulanan ders geçme ve kredi uygulamasından vazgeçilerek sınıf geçme uygulamasına dönülmesi, günümüzde ilköğretim ve ortaöğretimde 4+4+4 diye sistem değişikliğine gidilmesi buna örnek gösterilebilir. Ancak burada da kesin olarak tümüyle geri dönülebilmemiş değildir. Çünkü yukarıdaki paragrafta da ifade edildiği gibi eski anlamı kalmamıştır.

Olayların nereye doğru nasıl ve ne biçimlerde gelişeceğini önceden kestirebilme konusunda çatallanma(bifurkasyon) noktaları, yepyeni bir anlayış getirmişlerdir. Prigogine bu konuda şunları söylüyor: "Klasik fiziğin anlayışı, geleceğin şimdi ile enikonu belirlenmiş olduğu ve bu bakımdan, şimdiyi şöyle özenli bir şekilde incelersek geleceğin örtüsünü aralayabileceğimiz anlayışına dayanıyordu. (Bu zaafına rağmen) Bu sınırsız önceden kestirebilme olgusu, belli bir anlamda fiziksel dünyaya ilişkin bilimsel tablonun önemli bir ögesini oluşturuyordu. Bunu, belki de klasik bilimin temellendirici mitosu olarak tanımlayabiliriz." Prigogine, dengeli olmaktan alabildiğine uzak, dissipatif yapılar kuramını geliştirmiştir (Cramer, 1998).

Lichtenberg de yıldırım (şimşegi) tarif ederken, "akımın öyle fazla uzaklara gitmediğini, büyük bir yakınlık içinde, birinden ötekine atladığını" söylemişti. Dolayısıyla yukarıdaki ilişki, bu cümlede de açık-seçik tarif edilmiştir. Söylenmek istenen, "kısa erimli etkileşimlerin" elektrik yüklü hava molekülleri oldukları, "global alanının" ise yıldırım bulutları arasındaki elektrik alan tarafından oluşturulduğu gerçeğidir. Kısacası, bir yanda kısa erimli etkileşimlerden oluşan bir süreç çalışırken, aynı sistem kendisini de içeren daha geniş bir sisteme bağımlılık göstermekte, bu iki düzlemdeki etkileşim süreci oluşturmaktadır.

Genelde dissipatif yapıların ortaya çıkabilmesi için, sistemin büyüklüğünün belli bir sınır değerin üzerine tırmanması şarttır. Bu değer ise, tepkime-diffuzyon süreçlerinin karmaşık işlevlerinden oluşmuş bir parametredir. Bu nedenle kimyasal dengesizliklerde, sistemin bir bütün olarak işlenmesini ve etkili olmasını sağlayan bir uzak (dış) düzenin işe karıştığını söyleyebiliriz.

Dissipatif yapılarda; birbirleriyle ilintilenmiş işlev, dengesizliklerden ileri gelen mekân-zaman yapısı ve bu dengesizlikleri (istikrarsızlıkları) gideren dallanmalar gibi üç yan vardır. İşlev, yapı ve dallanmaların birbirlerini karşılıklı etkilemeleri sonucunda, alabildiğine sürpriz, beklenmedik fenomenler (olaylar) ortaya çıkabilir; bunlardan biri de dallanma, çatallanmalar sonucu oluşan düzendir (Cramer 1998).

Herhangi karakteristik bir parametrenin değerini yükseltince genelde, birbirini izleyen dallanmalar elde ederiz. İçinde dallanmaların ortaya çıktığı her sistemin betimlenmesi, bir yandan hem zorunlu olarak determinist (mutlak ön belirleyici) hem de rastlantısal (indeterminist) öğeler içermek zorundadır. Sistem iki dallanma/çatallanma noktası arasında, sözgelimi kimyasal kinetik (hareket) yasası gibi, determinist (belirleyici) yasalara boyun eğerken, tam da çatallanma, dallanma noktalarının yakınlarında "fluktuasyonlar" önemli bir rol oynamaya başlayıp sistemin bundan böyle üzerinden yol alacağı dalı belirleyici olmaktadır.

İçinde kaotik yerlerin, fulgurasyon noktalarının, yepyeni bir gelişme uğrağının ortaya çıktığı bu türden dallanmış, çatallanmış sistemlerin yollarını nasıl tanımlayabiliriz? Normal koordinat transformasyonları süreklilik gösterirler. Örneğin, fırlatılmış bir top fırlatılma hattı boyunca zikzak çizmeden yol alır. Dallanmış sistemlerin matematiksel tanımlarını yapabilmek için ise kesinti/kırık yerleri bulunan bir hatta sürekliliği olmayan bir aktarıma (transformasyona) ihtiyaç vardır (Cramer, 1998).

Deterministlik kavramının biraz açılımını yapmada yarar vardır. Batı dillerindeki determinist kavramı, önceden belirlenebilirlik ya da belirlenmiş olma durumunu tanımlayan bir süreçtir. Aşılmış olduğunu gördüğümüz pozitivist bir dünya görüşünde, bir nesnenin, bir hareketin ya da bir canlının bütün parametrelerinin (ölçülebilir değerlerinin) eksiksiz

belirlenebileceğine, dolayısıyla da söz konusu nesnenin, canlının ya da hareketin ne kadar karmaşık olursa olsun, diferansiyel denklemler sayesinde önceden kesin olarak tanımlanabileceğine inanılıyordu. Uçan bir cismin, bir amipin ya da bir yıldırımın hareket yönünün belirlenmesinin kesinlikle mümkün olduğunun düşünülmesi gibi. Bu türden gelişme hareketlerine (ya da yörüngelerine ) trajektör deniyor buna gelişme hatları da denebilir. Ne var ki sadece, linear(doğrusal) diferansiyel denklemlerin, çoğunlukla en azından yaklaşık olarak uygulanabildiği sistemlerin içinde determinist olma, yani önceden belirlenebilme özelliği gösteren trajektörler (yörünge, çekici), linear (doğrusal) olmayan sistemlerde, bir ya da daha fazla çatallanma noktası üzerinden belirlenemezlik özellikleri taşıyarak, yani endeterminist bir geçiş yaparlar. Fransız matematikçisi Henri Poincare, böyle doğrusal olmayan sistemlerin matematiksel düzlemde ele alınabilmesini sağlayacak önkoşulları daha 1892 yılında hazırlamıştı. Ancak Poincare'nin düşünceleri 1963 yılında Amerikalı E. N. Lorenz'in hava durumunu matematiksel olarak belirleyebilecek modeller üzerinde çalışmasıyla uygulama alanı buldular. Lorenz, bu modellerde, meteorolojik durumların ve bunların etkileşimlerinin en önemli parametrelerini kullanarak, birinci dereceden doğrusal olmayan, birbirine bağlı üç diferansiyel denklemin oluşturduğu öbeğin tamamen kaotik trajektörlere (çekiciler) yol açtığını gösterdi.

Karmaşık olabilme özelliği taşıyan bir yapının, gerçekte ne zaman karmaşıklık durumuna geçeceğini önceden söylemek (hesaplayabilmek) ilkece olanaksızdır. Çünkü bu önceden söylenememe özelliği de zaten sistemin ayrılmaz bir özelliğidir. Dolayısı ile karmaşık davranışların söz konusu olduğu yerde bir tür negatif değerler katalogu kurmak daha kolaydır.

Doğrusal diferansiyel denklemlerin uygulanabildiği sistemler, matematik yoluyla çözülebilir sistemlerdir. Bir sistem birden fazla doğrusal diferansiyel denklemlerle tanımlanabiliyorsa, Fourier-aktarımı (transformasyonu) dediğimiz matematiksel yöntemle çözümlenir. Sistemi tanımlayıcı çok sayıda doğrusal-diferansiyel denklemin varlığı sistemin kaos durumunda olduğunu göstermez. Ayrıca bir sistemin dıştan etkiler sonucunda da kaosa girmesi mümkün değildir. Bir sistemi tanımlamak için çok fazla sayıda parametreye (özgürlük derecesinin yüksekliği anlamına gelir bu) ihtiyaç duyuluyor olması da o sistemin kaotik olduğu anlamına gelmez. Gerçi parametrelerin çokluğu sisteme pratik engeller getirir. Bunlar ilkesel engeller değildir.

Karmaşıklık olasılığı taşıyan sistemler, başlangıç koşullarına sınırsız bağımlılık gösteren ve doğrusal olmayan, geriye-etkimli sistemlerdir. Süreç sırasında ortaya çıkan yeni yapı sürecin başındaki koşulların en ufak ayrıntılarından bile etkilenerek oluşur ama gene de önceden tahmin edilemez özelliği taşır. Bu ilişkiyi tanımlamağa çalışırken Lorenz, "kelebek

etkisi”nden söz ediyor: ”Bir kelebeğin tek bir kanat çırpışı bile, bütün bir hava durumunu temelden alt üst edebilir”(ama etmeyebilir de) (Cramer, 1998).

Rene Thom, doğadaki biçimleri, simetri kırılmalarına ve “dallanma-felaketlerine” bağlamayı, böylelikle morfogenezi, yani biçim, yapı oluşumlarını, matematiksel düzlemde tanımlamayı denemiştir. Bu matematikte yerleşmiş sayabileceğimiz “katastrof/felaket/afet” kavramı, belki durumu biraz fazla dramatize etmektedir. Çünkü amaç, bir doğrusal olmayan hat (yörünge) üzerindeki (trajektörler üzerindeki) ya da yörüngelerden oluşmuş bir sistemdeki, ilkesel kopuklukları, kesintileri, sürekliliğin kesintiye uğradığı noktaları, sıçrama ya da dallanma (çatallanma) noktalarını matematiksel düzlemde tanımlamaktır. Bu süreklilik kesintisinin en basit hali, her türlü türeyim ağacında ortaya çıkan dallanma, öteki deyişle bifurkasyon dediğimiz çatallanmadır. Matematikte bu basit dallanmaya, katlanma-felaketi de denir ve bu aşama iki düzlemde belirlenebilir. Bir sonraki boyut, açılma noktası-felaketi olarak tanımlanmıştır. Sistem bu noktadan birçok yöne dağılır, dolayısı ile üç boyutlulaşır. Bunu matematik yardımı ile “sıçramalı” sistemleri olarak tanımlamak mümkündür. Örneğin ısınmış suyun birden buharlaşacağı noktayı ya da bir borsanın çöküşe geçeceği noktayı tanımlamak gibi.

Ruelle (1999),”Sıfır noktasında sistemin kendisinde meydana gelen çok küçük bir değişiklik kendisinden sonra gelen ve zamanla üstel biçimde büyüyen bir değişikliğe yol açar, çok küçük bir neden çok büyük bir etki yaratır.” keyfi başlangıç koşulundaki pek çok fiziksel sistem, başlangıç durumuna hassas bağlılık göstermektedir” demektedir. Yine o, rastlantı ya da gelişigüzeğin fazla anlamı olmadığı kanısının yanlış olduğunu, rastlantı ve gelişigüzeğin hayatımızda önemli bir yeri olduğunu belirtmektedir. Poincare, konuya ilişkin “Gözümüzden kaçan çok küçük bir neden, görmezden gelemeceğimiz denli büyük bir etkiye yol açar ve biz bu etkinin rastlantısal olduğunu söyleriz.” demiştir (Ruelle, 1999).

Yeni düşüncelerin, görüşlerin doğması, olayların gelişimi programlanamaz. Devrimlerin ve diğer büyük toplumsal çalkantıların çoğu zaman bilimi olumlu biçimde etkilemelerinin nedeni de budur. Yani yeni görüşlerin doğmasını da biz bir türlü karmaşa (kaos) olarak adlandırabiliriz. Nitekim 1789 Fransız İhtilali programlı ya da planlı bir etkinlik değildir. Sonuçları göz önüne alınarak değerlendirildiğinde tüm dünya üzerinde etkili olan bir karmaşadır. Günümüzün demokrasi ve insan hakları, ulusların bağımsızlığı gibi kavramların gelişmesine büyük katkısı olduğu gibi, kıta Avrupa’ında ve dünyada devletlerin yeniden oluşumu, devletlerin sınırlarının değişmesi, imparatorlukların yıkılışı gibi oluşumlara da neden olmuştur. Yine; Birinci ve İkinci Dünya Savaşları da bu anlamda birer karmaşa olup ülkeler coğrafyasını, toplumların değişmesini etkilemiştir. Birinci ve İkinci Dünya Savaşlarının karmaşa ortamından Amerika Birleşik Devleti adı verilen süper güç ortaya

çıkıştır. Bu savaşların sonuçları 1990'lı yıllarda Yugoslavya'nın parçalanması, Sovyetler Birliği'nin dağılması gibi çatılanmanın sürdüğünün birer göstergesi olarak kabul edilebilir. Bir başka örnek dinlerin ortaya çıkışında kendisini gösterir. Toplumsal anlamda yaşanan bu karmaşaların, bu karmaşadan yararlanabilenlerin lehine sonuçlanmasının nedeni de karmaşayı görebilmekten ve onun yeni düzeni oluşturmasından kaynaklanabilir.

### **Çatal Boyut (Fraktal Boyut) Ya da Karmaşanın İçindeki Güzellik**

Mandelbrot sonsuz karmaşık şekiller üzerinde yaptığı çalışmalar sonucunda şekillerin temelinde aynı kavramı buldu. Kendi kendine benzerlik niteliğini buldu. Her şeyden öte fraktal kendine benzeyen demektir (Gleick 1997, Ruelle 1999).

Öklitçi geometri, şekilleri, sıfır boyutlu noktalar, bir boyutlu çizgiler, iki boyutlu düzlemler ve üç boyutlu hacimler üzerinden kavratır. Bu değişik düzlemler arasında yer kaplayan ve boyutları kesir sayılarla ifade edilebilen yapılar (şekiller) fraktal şekillerdir. Öklitçi geometride (Geometrik ifadeyle) bir düzlemi sonsuz sayıda doğru ile doldurabiliriz. Mandelbrot, yarıçapı 1cm olan bir daire alıp bunun içine bir kare yerleştiriyor. Yarıçapı 1 cm olan dairenin çember uzunluğu 6,28 cm'dir. Böyle bir daire içine kenarları 1,414 uzunluğunda bir kare yerleştirdiğimizde  $1,414 \times 4 = 5,66$  cm uzunluğu elde ederiz. Başka deyişle 6,28 cm çevresi olan dairenin içindeki karenin kenar uzunlukları toplamı 5,66 cm olduğundan bu iç şekil dairenin çevre uzunluğundan 0,62 cm kısadır. Mandelbrot böyle bir dairenin içine kaç kenarlı (ya da kenarları hangi uzunlukta) bir çokgen yerleştirirsem, sonuçta çemberin tam uzunluğunu elde ederim sorusuna yanıt arıyordu. Çokgenin kenar sayısını sekize çıkardığımızda artan kenar oranında kenar uzunluğunun azalacağı göz önünde bulundurulduğunda çok yakın bir değer olan  $0,765 \times 8 = 6,12$  değerini elde ederiz. Çokgenin kenar sayısını arttırmakla çemberin çevre uzunluğu ile örtüşen bir sayı bulunamamaktadır. Çokgenin kenar sayısı sonsuza dek büyüdükçe artık karşımızda bir zig zaglar çizen eğri bulunmaktadır. Buradan çıkarılabilecek sonuçlardan birisi; çokgen örneğinde olduğu gibi şeklin ayrıntı sayısı arttıkça çembere örtmeye daha çok yaklaşması, ikincisi ise çokgenin kenar sayısı ile çemberin çevresi arasındaki oranın dengeliliğidir.

Kendine benzerliğin çoğaltılması ile elde edilen fraktal boyut kavramı, yukarıdaki açıklamalardan da anlaşılacağı gibi, en başta matematiksel düzlemde tanımlanmış bir kavramdır. Somut, hakikatte olduğu gibi karşımıza çıkan nesnelere, kristallerin ya da proteinlerin yüzeylerinde kendine benzerliğin her boyutta gerçekleşmesi gibi ideal bir durum söz konusu değildir. Başka bir deyişle, somut gerçeklikte eksiksiz karşılanan bir talep olarak var olmaz. İşte bu matematiksel düzlemdeki ideal tekrarlamalar somut gerçeklikte alanında mümkün olmayıp bir alt ve üst sınır söz konusudur. Somut bir nesnenin yüzeyini kendine

benzerliğini koruyan fragmentlere(parçacıklara) ayıra ayıra çoğalarak o yüzeyi oluşturmuş en küçük birime varmaya çalışabiliriz.”Aşağıya” indikçe eğrilikler, kıvrımlar, bükümler çoğalacak, boyut değeri de yükselecektir. En altta sınıra dayanırız sonunda. Aynı şey makroskobik düzlemde de geçerlidir. Burada da karşımıza nihai sınır çıkar....

Fraktal boyutların iyi, kötü, periyodik ya da kaotik kimyasal süreçlerin tepkime kinetiği dediğimiz mekanizmaların belirleyici rol oynadıkları, başta değindiğimiz Belousoff-Zhabotinsky tepkimesinin de buna örnek oluşturduğunu söyleyebiliriz. Üç cisim sorununu tartışırken gördüğümüz gezegenlerin yörüngelerinin birbiriyle iç içe geçmesiyle oluşmuş sistemler de fraktal boyut olarak ölçülmektedir. Kaosun çıktığı her yerde boyutlar da fraktallaşmaktadır (kırıklaşmakta-çatallanmakta). Yıldırımlar ya da türeyim ağaçları hakkında söylediklerimiz de gelip fraktal boyut kavramı ile tamamlanmaktadır. Türeyim-ağaçları, yıldırımlar, nehir deltaları hep fraktal boyutlardır.

“Garip Çekerler”alanyazında karşılaşılan bir başka kavramdır. Aslında garip çekerler çatallanan yapıların yörüngeleridir, çekim merkezleridir. Garip çekerlerin adı üstünde olduğu gibi görünüşleri garip, düzgün eğriler ya da yüzeyler olmayıp tam sayı olmayan boyutlara sahiptir. Benoit Mandelbrot bunlara kırılğan, kırık anlamına gelen “fraktal” adını vermiştir. İkinci bir özellikleri hareketin başlangıç durumuna hassaslık göstermeleri, üçüncü özellikleri; boyutlarının sonlu olmasına karşılık zaman frekansı analizinde süre giden bir frekanslar dizisine sahip olmalarının görülmesidir (Gleick 1997: 63).

Mandelbrot’a göre evren yuvarlak ya da dümdüz olmayan; pütürlü, pürüzlü bir evrendir. Bunun geometrisi girintili, çıkıntılı, kırık, bükük, birbirine karışmış, düğümlenmiş şekillerden oluşmuştur. Buna fraktal geometri adı verilmiştir. Doğanın karmaşıklığını anlamak için, bu karmaşıklığın sadece gelişigüzelikten, tesadüflerden oluşmadığı konusunda şüphe duymak gerekir. Örneğin şimşeğin izlediği yolun en ilginç özelliği yönü değil, zikzaklarının nasıl bir dağılıma sahip olduğudur. Mandelbrot’un çalışmaları dünyanın bir özelliği hakkında bir savı ortaya koymuştur: Bu sava göre, bunun gibi tuhaf Öklid geometrisine uymayan şekillerin bir anlamı bulunmaktadır. Bunlar çoğu zaman, bir fenomenin özünün sırrını açmağa yarayan anahtarlardır (Gleick, 1997).

Mandelbrot 0,1,2,3... boyutlarını aşıp gözle görünen bir imkansızlığa yönelerek kesir boyutlar konusunu araştırmıştır. Kesir boyut başka türlü açıkça izahı yapılamayan nitelikleri ölçmeğe yarayan bir boyuttur. İzahı yapılamayan ölçüme örnek olarak bir nesnedeki pütürlülük, kırıklık, ya da düzensizlik olarak gösterilebilir. Mandelbrot’un bu konudaki iddiası; “ölçüler değiştiğinde düzensizlik sabit kalır.” şeklindedir. Şaşılacak şey bu iddianın doğru çıkmasıdır. **“Dünyamız düzenli bir düzensizliği sergilemektedir.”**

Sayıları giderek artan fizikçi ve matematikçi dallanmalı (çatal, kırılğan-fraktal) yapı, garip çekerler ve başlangıç durumuna hassas bağıllık konularında araştırmalar yapmağa başlamış ve Edward LORENZ'in görüşleri önem kazanmağa başlamıştı... Maryland Üniversitesinde uygulamalı matematik konusunda çalışan Jim YORKE yeni bir paradigma bulmuş ve buna “**kaos**” adını vermiştir. Bugün bizim kaos olarak adlandırdığımız şey, başlangıç durumuna hassas bağıllığı bulunan bir zamansal evrimdir. Böylelikle bir garip çeker üzerindeki hareketin karmaşasal olduğunu söyleyebiliriz...(Gleick 1997).

Ruelle (1999), türbülansa garip çekerlerin (yörünge) var olduğunu, ağıdalı bir akışkanın enerji yitiren bir sistem olduğunu, enerji yitiren devingen sistemlerde garip çekerler ve karmaşa bulunmasının beklenebileceğini belirtmektedir.

Türbülansın başlamasının garip çekerler ve karmaşa ile açıklanmasına karşın tam gelişmiş durumdaki türbülansa bir açıklama bulunamamıştır. Garip çekerlere ancak türbülansa ilişkin herhangi bir kuramın başlangıç durumuna hassas bağıllığı da içermek zorunda olduğunu kanıtlamağa yaramıştır. Edward LORENZ'in buluşlarını izleyen dönemde başlangıç durumuna hassas bağıllık kuramı meteoroloji alanında yeni bir takım kavramaların gelişmesine yol açmıştı. Örneğin, bir kelebeğin kanat çırpmalarının belli bir süre sonra atmosferin durumunu tümüyle değiştirdiğine ilişkin görüş bugün “kelebek etkisi” olarak adlandırılan yeni bir kavramın doğmasına yol açmıştır (Gleick, 1997: 72).

Kelebek etkisi tesadüfen ortaya çıkan bir olay değildi. Olmasında zaruret bulunan bir olaydı. Lorenz'in bu konudaki yürüttüğü bir mantık şöyleydi: Atmosferdeki küçük pertürbasyonların azarak sistemin içindeki şiddetini artırması yerine küçük boyutlarda kaldıklarını düşünelim. O zaman hava, daha önce geçtiği bir durumun ihtiyari olarak yakınına geldiği takdirde o durumu izlemiş bulunan şekillerin de ihtiyari olarak yakınında kalacaktır. Uygulamada, bu çevrimleri öngörmek mümkün olacaktı, başka deyişle ilginç tarafı kalmayacaktı. İnsan arasa dünyanın gerçek hava durumuna ilişkin zengin bir repertuarı, meteorolojinin o güzel çok yönlülüğünü meydana getirmek için **Kelebek Etkisinden** daha iyi bir olay bulamazdı.

Kelebek Etkisine bir de teknik isim verildi: “Başlangıç durumundaki koşullara hassas bağımlılık.” Ancak başlangıç durumlarına hassas bağımlılık yeni bir kavram değildi. Gerçek hayatta olduğu gibi bilimde de, birtakım zincirleme olaylarda küçük değişiklikleri büyük sorunlar haline getiren örneğin ekonomideki şok gibi, bir kriz noktası bulunduğu bilinir. Karmaşa ise bu noktanın her yerde olduğu anlamına geliyordu. Noktalar her yerde bulunuyordu.

“Kendine benzeyen ama aynısı değil”, Aytaç AÇIKALIN hoca'nın bir doktora dersinde bu kavramı ifade etmek için “Aslının fotokopi benzeri” kavramı dile getirilmişti. Bu



durumu Şu Şekilde açıklamak olasıdır: Genetik olarak insanlar da dâhil olmak üzere tüm canlılar anne ve babanın benzerliğini taşıyor ama hiçbir zaman aynı değildir. Hatta doğanın kendisi de bu genellemeye katılabilir.

Scholz, yerin yüzeyinin özel girintili çıkıntılı biçimini betimlemek için kırılğan (fraktal) geometrinin sağlam bir gereç görevi gördüğünü bulmuş; metalürjistler ise değişik çelik türlerinin yüzeyi için aynı sonuca varmışlardır. Örneğın bir metalin yüzeyinin fraktal boyutunun verdiği enformasyonlar, çoğunlukla metalin dayanma gücünün verdiği dayanım gücünü ifade eden enformasyonların aynı olmaktadır. Yerın yüzeyinin kırılğan boyutu da aynı şekilde kendi önemli niteliklerine ışık tutmaktadır (Gleick, 1997).

Kırılğan betimlemeler birbiri ile temas halinde olan yüzeylerin özelliklerine ilişkin bir dizi problemin çözümünde hemen uygulanmıştır. Bir araç lastiğinin yüzeyi ile beton arasındaki temas, makinelerin eklemleri arasındaki temas, ya da elektrik kontağı da aynı şeydir. Yüzeyler arasındaki temasları haiz olduğu özellikler, bu yüzeylerin ait olduğu malzemelere hiç bağı değildir. Bu özellikler, tümseklerin üstündeki tümseklerin de üstündeki tümseklerin kırılğan niteliğine bağı olan özelliklerdir. Kırılğan yüzeyler geometrisinin basit olmakla birlikte çok sağlam bir sonucu, temas halindeki yüzeylerin her yere dokunmadığıdır. Her ölçek düzeyindeki tümsekler buna engel olurlar. Muazzam bir basınç altındaki kayaların içinde bile yeterince küçük bir ölçekte, bir akışkanın arasından akabileceğı boşluklar bulunmaktadır. Scholz, buna **Humpty Dumpty** (Eğri-Büğrü) etkisi adını vermiştir. İşte bu yüzden bir çay fincanı, porselen ya da camdan yapılmış başka bir eşya kırılıp parçalara ayrıldığında, kırık parçalar kabaca bir ölçekte birbirine uyar gibi görünse de asla bir araya getirilemez. Ölçek daha da küçüldükçe düzensiz tümseklerin birbirine denk düşmediğı görülmektedir (Gleick, 1997).

Bir çay fincanı ya da bardağı kırıldığında parçaların tekrar aynen bir araya getirilmesinin olası olmaması eğitim sistemimizde başarısız diye niteleyerek sistemin dışına itilen, ya da gitsin meslek öğrensin denilen çocukları akla getirmektedir. Onlar nasıl kırılğanlık gösterip dallanma yapacaklar? Bu sorunun yanıtını eğitim sistemini yönlendirdiğini ileri süren eğitim yöneticilerine sormak gerekir. Derslerde öğretilmeye çalışılan birtakım gereksiz bilgileri öğrenemedikleri gerekçesi ile sistem dışına itilen, kendilerine güvenmediğimiz bu çocuklara, gençlere nedense milyarlık arabalarımızın onarımında güveniyoruz. Evimizin su ve elektrik tesisatını, elektrikli ev gereçlerinin onarımını güveniyoruz. Alatlđ (1999: 591), eğitim sisteminin, öğrenim gören her yedi yüz bireyden birisine kendi ekmeğini kazanabilecek beceriyi vermeyi başarabildiğini ileri sürmektedir. Yeryüzünde yerine konulamayacak olan iki nesneden birisi insan gücü diğeri bir isimlendirme ile insan kaynağı diğeri ise zamandır. Prigognin, zamanın okunun tek yönlü ve sürekli olarak ileriye

doğru yürüdüğünü belirtmektedir. Denilebilir ki zaman belki yerine konulamaz ama insankaynağı yenilenebilir, daha doğrusu ikame edilebilir. Şüphesiz yalnızca insan olma bakımından bir insan yerine başka bir insanın ikamesi tür olarak olasıdır ama aynı insan değil. Çünkü yeryüzündeki her bir insan diğerlerine tür olarak, cins olarak benzerlik taşır. Bunun dışında nev-i şahsına münhasırdır. Tektir, biriciktir (Açıkalm, 1999). Tıpkı bir erik ağacının tür olarak diğer eriklere benzemesi, ama yapısı, dallanması, verdiği meyve bakımından benzememesi gibi.

Mandell, “Biyolojide dengeye kavuştuğunuz anda ölmüşsünüz.” yorumunu getirmektedir. Bu görüşlerden yola çıkılarak karmaşa ilgili çeşitli bilim dallarında yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin kalp ve damar hastalıklarının karmaşa bağlantıları, biyolojinin özellikle gen ve diğer dallarında, tıbbın nörolojik alanlarında, psikiatri, ekonomi, toplumbiliminde karmaşa kuramı ilintileri gibi. Buradan şu yoruma ulaşılabilir; **“Karmaşık olayların temelinde karmaşık nedenler vardır.”**

Basit sistemlerden karmaşık davranış biçimleri çıkar. Daha da önemlisi karmaşıklık yasalarının evrensel geçerliliği vardır. Gleick, “Kar taneleri şaşkırtıcı bir inceliğe sahip matematik yasalarına uyar, bu küçük uçların tam olarak ne kadar hızla büyüyeceklerini, çaplarının ne olacağını ön görmek de mümkün olmamaktadır.” demektedir. Kar tanelerinin birbirine yapışmadan o karmaşa ortamında her birinin kırılma gücü göstermesinin sırrı nedir? Bu sır karmaşada gizlidir (Gleick, 1997). Joseph Ford “Evrime dönüştürücü karmaşadır.” derken, Gleick de bunu doğrulayarak “Doğrudur, evren gelişigüzellik artı sönümdür” demektedir.

Karmaşık davranış, basit kuralların hükmü altındaki basit gibi görünen sistemlerin çoğu zaman çelişkili ve şaşkırtıcı davranışlarını kastetmektedir. Bütün iletişimin bütün gruba yayıldığını görmek çok önemlidir. Seçmek ya da filtre etmek diye bir şey söz konusu değildir. Alıcı harekete geçip geçmeme konusunda kararını kendisi verir (Battam,1999).

### **Karmaşıklığın özümsemesi**

Oluşan karmaşadan olumlu olarak yararlanmak mümkün müdür? Eğitime bunun etkileri nasıl olabilir? Bunun etkileri önce karmaşayı karmaşıklığı tanımakla olasıdır denilerek yanıtlanabilir. Karmaşa kuramı eğitimde gerekli düzenlemelerin yapılması için önemli bir fırsat olabilir. Kanımca eğitimin bizzat kendisi bir karmaşadır. Karmaşa başladığı anda ondan kurtuluş olduğunu sanmıyorum. Oluşan karmaşa Açıkalm’ın (1998) önerdiği alttan yapılanmayı da bir sonuç olarak getirebilir. Böylelikle belki bir üst sistem olan ülke yönetimi de bundan nasibini alarak yeni modele göre yapılandırılabilir. Böylelikle değişimin alttan yukarıya doğru oluşumu sağlanabilir. Önemli olan karmaşaya düşmemek değil, karmaşadan

yararlanabilmektir. Çünkü karmaşa yeni bir yapıyı yeni bir düzeni beraberinde getirecektir. Nitekim Batthram (1999), buna bedava düzen ya da kendi kendini uyarlayan karmaşık sistem adını vermektedir. Tabii burada konu edilen anarşi değil, bu satırların yazarı karmaşa ile anarşiyi birbirinden farklı olarak algılamaktadır. Karmaşada düzene doğru gidiş vardır.

Prigogine ve Stengers (1998), Erwin SCHRÖNDİNGER'den yaptıkları alıntıda “Tüm bilimlerin genelde insan kültürüne bağımlı olduğunu ve bilimsel keşiflerin, hatta hâlihazırda en ileri, esrarlı ve kavranması güç olanların bile, kültürel çerçeveleri dışında bir anlam ifade etmeyeceklerini unutmaya eğilimi var.” demektedirler. Bu söylemden değişim olayını kabullenmede paradigmalarımızın önemi ortaya çıkmaktadır. Şimşek (1997), Newtoncu mekanik mantığının uygulamasını yaptığımız okullarımızı bir işletme, fabrika biçiminden çıkararak katı ve hiyerarşik bir program etrafında düzenlenmiş, sınırlı bir yaşantı olmaktan çıkarıp yaşam boyu devam eden bir süreç haline getirilmesinin gerekliliğini, öğrenmenin artık öğretme değil keşfetme ve bulma olacağını, yükselen paradigmanın bu olduğunu ve paradigma değişiminin gerekliliğini belirtmektedir.

Prigogine ve Stengers(1998); klasik mekanikte zaman bir noktanın bulunduğu çizgi içindeki yerini ifade eden bir sayıdır. Fakat zamanla global düzeyde farklı bir anlam ifade edebilir. Bir çocuğa bakarak yaşını tahmin ettiğimizde biliriz ki bu yaş çocuğun bedeninin herhangi özel bir yerinde yerleşmiş değildir. Sık sık bilimin zamanı mekânlaştırdığı söylenir. Fakat artık başka bir bakış açısının mümkün olduğunu keşfediyoruz. Örneğin bir araziye ve arazinin zamanla gelişimini düşünün. Köyler büyür, köprüler ve yollar değişik bölgeleri birbirine bağlar ve bölgeleri de değişime uğratar. Mekân bu anlamda zamansal bir boyut kazanır. Coğrafyacı B.Bery'nin sözleriyle “mekânın zamanlaşmasını” çalışmaya doğru gidiyoruz.

Okullarda öğrencilere yaptırılan eğitim ya da öğretim çalışmaları da birer alışış ya da paradigma sayılamaz mı? Yanıtın elbette olması gerekmektedir. Örneğin, onlara sadece bilişsel süreçleri içeren zekâyı (IQ) geliştirdiğimizi savlarken yeni zekâ türlerini; duyuşsal, sosyal, sanatsal zekâ türlerini içeren eğitim verebiliyor muyuz? Goleman (1998), İnsanlarda bilişsel zekâdan başka duygusal zekâ dediği başka bir tür zekânın (EQ=Emotional Intelligence) bulunduğunu ve duygusal zekânın bilişsel zekâdan(IQ) daha önemli olduğunu savunmaktadır. Özden (1999: 44), matematiksel, uzamsal, bedensel, müzik, sosyal, benlik, doğa zekâsı gibi 8 tür zekâdan söz etmektedir.

Alman şair Schiller'in

“Berraklığı karışıklık getirir.

Ve hakikat uçurumda oturur.” sözleri de karmaşayı bir nebze tanımlar gibi. Türk Sanat Müziğinin bir şarkı sözü de buna benzer “Denizler durulmaz dalgalanmadan “diye.

İnsanın kendi doğal çevresini umulmadık boyutlarda değiştirdiğini biliyoruz. Serge Moscovici’nin ifadesiyle “ insan yeni tabiat oluşturuyor”, peki o zaman akla gelen bir soru sorulamaz mı: “İnsan yeni tabiatı oluştururken eğitim yolu ile oluşturduğumuzu sandığımız yeni insanı da değiştirmiyor mu?

Niçin karmaşa? Çünkü artık Newtoncu mantığın sınırlarını bugün daha açık seçik görmeğe başladık. Bu yeni anlayış ve düşünce yeni bilgi ve kültüre doğru yol alıyor. Newtoncu yaklaşım, ya da daha doğru bir söylemle Newtoncu bilim yaklaşımı aslında aktif bir bilimdir. Kaynaklarından birini Ortaçağ zanaatkarlarının bilgisi, makine icatçılarının bilgisi oluşturur. Bu bilim, dünyaya sistematik olarak hükmetmenin, tabii süreçlerin seyrini tahmin etme ve yönlendirmenin, tabiat güçlerini ve maddi kaynaklarını elde etmenin ve harcamanın yollarını gösterir. Bu anlamda, modern bilim insanın içinde yaşadığı dünyayı kendine göre düzenleme ve kullanma çabasının bir devamıdır (Prigogine ve Stengers 1998).

Karmaşanın bir diğer özelliğinin doğrusal olmayan (nonlinear) sayı sistemine sahip olduğu daha önceki satırlarda vurgulanmıştı. Linear sayı sistemi doğrusal nitelikte iken nonlinear doğrusal olmayıp kesir sayı sistemine sahiptir. Eğitimle uğraşan bilim adamlarının üzerinde şimdiye kadar durdukları linear sayı sistemi ile ifade edilen bilişsel zekâ adını verdiğimiz zekâ türünün doğrusal sayılarla gösterilmesidir. 21. yüz yılın ilk yıllarında artık insanoğlunun sekiz tür zekâyâ sahip olduğu ileri sürülmektedir. Karmaşa bir evrende yaşayan ve kendisi de kan damarları, beyin, sinir sistemi gibi çatallanmış daha başka bir ifade ile dallanma ya da fraktal(kırılğan) yapıya sahip insanoğlunun Açıkalin’ın (1999) deyiimi ile “nev-i şahsına münhasır” insanın doğrusal (linear ) sisteme yönelik bir eğitim sisteminde ne derece doğru ifade edilebileceği, eğitilebileceği düşündürücüdür. Çünkü her bir insan göz rengi, parmak izi, ses yapısı gibi bugün ayırımına varabildiğimiz farklılıklar içermektedir. Schultz’un dünyanın yer kabuğunu incelerken bulduğu yapıdan dolayı adını verdiği eğri-büğü anlamına gelen humpty-dumpty’i insanoğlunda görmek olasıdır. Son zamanlarda yapılan bir takım araştırmalardan elde edilen sonuç o kadar şaşırtıcıdır ki insanın yüzünün yarısı bile diğer yarısının aynısı değildir (Cramer 1998). Daha doğru ifade ile insan vücudunda simetri yoktur. Açıkalin(1999)konuyla ilgili olarak, insan kaynaklarının geliştirilmesi için öğrenci dilinden ya da çocuğun dilinden ”biricikliği”, ”yeganeliği” vurgulamaktadır.

Eğitim o halde böyle farklı bir yapıdan gelen insanoğlunun benzeşmesini mi sağlamaktadır? Çünkü sınıflarımızda her biri birbirinden tamamen farklı çocukları birbirine benzetmeye çalışıyoruz gibi geliyor yazara. Daha doğru deyimle sınıflar ve sınıfları oluşturan

öğrenciler; çatallı, dallanmalı, kırılğan (fraktal) bir yapıya sahiptir. Tıpkı eğitim öğretim çalışmalarını sürdüren öğretmenlerin farklılığı gibi. Aynı dersin aynı konusunun aynı eğitimi almış öğretmenlerce aynı şekilde işlenmesi olası mıdır? Bu olası değildir. Bu bir tarafa bırakılacak olursa, aynı dersin aynı konusunun aynı düzeyde olduğu varsayılan öğrencilere aynı kelimelerle, aynı yöntem ve teknikle işlenmesi de olası değildir. Bunları dile getirirken denetçilerce öğretmenlerden istenen plan yapılması olayı da karmaşanın bilinmemesinden kaynaklanmaktadır. Planlama birtakım eğitim alanyazınında geleceği kestirmek olarak ele alınmaktadır. Oysa şimdi biliyoruz ki gelecek öngörülemezliklerle, çatallanmalarla karşı karşıyadır.

Son araştırmaların en umulmadık sonuçlarından biri, denge dışı durumlara geçtiğimizde normal dağılımın tümüyle değişiyor olmasıdır. Çatallanma noktalarına yaklaştığımızda dalgalanmalar anormal derecede genişler ve büyük sayılar kanunu geçersizleşir. Sistem daha sonra çeşitli yollar arasından bir “seçim” yapacağına göre, böylesi bir durum zaten beklenir. Dalgalanmalar daha da ileri gidip ortalama makrobik değerlerle aynı büyüklük düzeyine bile varabilir. Böylece dalgalanmalar ile ortalama makrobik değerler arası ayırım kaybolur. Dahası doğrusal-dışı reaksiyon örneğinde olduğu gibi uzun menzilli korelasyonlar ortaya çıkar. Makroskobik uzaklıklara birbirinden ayrılmış partiküller birbirine bağlanırlar. Bölgesel olaylar tüm sistem boyunca yankılanmalar verirler. İlginçtir ki böylesi uzun menzilli korelasyonlar, denge durumundan denge-dışı duruma geçildiğinde hassas noktada belirirler. Bu açıdan, bu geçiş bir faz geçişine benzer. Ancak, bu menzilli korelasyonların boyutları başlangıçta küçüktür, fakat denge durumundan uzaklaştıkça büyür ve çatallanma noktalarında sonsuz hale gelebilirler. Makroskobik çatallanmadan önce, sistem bu uzun korelasyonlarla organize olur. Böylece makalenin ana fikri olan bir düzen kaynağı olarak denge dışı duruma gelinir. Denge durumunda moleküller, temelde bağımsız varlıklarmış gibi davranırlar; birbirlerini unuturlar. Biz bunlara “hypnonlar”, “uyurgezerler” demeyi uygun bulduk. Gerçi her biri beklediğimiz gibi komplekstir ama birbirlerini unuturlar. Ne var ki denge dışı durum onları uyandırır ve aralarında dengeye oldukça yabancı bir uyum kurar.

Maddenin aktivitesi kendisinin oluşturabileceği denge dışı durumlarla ilişkilidir. Dalgalanmalar ve korelasyonlar kanunu tıpkı makroskobik davranışta olduğu gibi denge durumunda (poisson tipi dağılımı bulduğumuzda) evrenseldirler. Denge ve denge dışı durum arasındaki sınırı geçerken gerçekleşen doğrusal dışılık tipine bağlı olarak oldukça özgülleşebilirler(Prigogine ve Stengers 1998).

Prigogine ve Stengers (1998: 229), termitlerin yuva yapımı ile ilgili olarak yaptıkları yorumda; “Başlangıç dalgalanması” o bölgede şurada ya da burada, sonunda kaçınılmaz bir

şekilde gerçekleşecek diğerlerinden hafifçe yüksek bir yoğunlukta bir toprak yığını olacaktır. Bu olayın büyümesi hafifçe yüksek bir konsantrasyonunun çektiği termitlerin o noktada artan yoğunluğu ile sağlanır. Yoğunluk arttıkça oraya toprak koyma olasılığı artar bu da daha yüksek hormon konsantrasyonuna yol açar.

Bu cümleler doğrusu akla grup içindeki bireyin davranışlarının yorumu şeklinde olabilir mi diye bir soru getiriyor. Şöyle ki grup içindeki insan davranışları termitlerin yuva yapımındaki davranışları gibi önce belirsizlik gösterip sonra belli davranışların yoğunlaşması şeklinde olabilir mi? Nitekim olmaktadır da. Çünkü birbirini tanımayan bireylerden oluşturduğumuz bir grup içinde zamanla ağırlık merkezi ya da çekim merkezi adını verebileceğimiz gruplaşmaların oluşu gözlenebilecektir. Sınıflardaki öğrencilerin gruplaşmaları, okuldaki öğretmenlerin gruplaşmaları da buna örnek olarak gösterilebilir. Bir birini tanımayan insanlardan oluşan bir okul düşünülebilir mi? Elbette, eğitim ve öğretime yeni açılan tüm öğrencileri yeni birinci sınıfa kayıt edilmiş, öğretmenlerinin ataması yeni yapılmış bir okul bu özelliği gösterebilir. Zaman ilerledikçe, sınıf içindeki öğrenciler arasından, öğretmenler arasından çekim merkezleri oluşur ki bu merkezlere karmaşa dilinde dilinde garip çekiciler ya da yörünge, atraktör gibi isimler verilmektedir. Diğer bireyler bu çekici merkezleri etrafına kümelenmeye başlar. Alanyazında çekim merkezinde olan bireylere liderler denir. Bir başka deyişle ifade edilecek olursa örgüt içindeki doğal grup liderleridir. Örgütte bunu özele indirgenirse eğitim örgütü olan okullarda grupları ilgilendiren kararlar alındığında karmaşıklığın bu gruplaşmalar etrafında olduğu gözlemlenebilir. Bu gruplaşmalar okulda yeni bir yapı oluştururlar. Tıpkı yukarıda belirtilen termit örneğinde olduğu gibi. Prigogine ve Stengers (1998) yeni yapı ile ilgili yaptıkları benzer bir yorumda “Sınırlı bir sapmadan yeni bir yapı ortaya çıkarken sistemi bir davranış çizgisinden öbürüne taşıyan dalgalanma, başlangıç durumunu, olasılıkla bir hamlede aşmaz. Önce kendini sınırlı bir bölgede yerleştirmeli, daha sonra tüm ortama yayılmalıdır. Bir nüveleşme mekanizması vardır. Başlangıçta dalgalanan bölgenin (çekim merkezi olarak adlandırılabilir mi?) belli bir kritik değerince altında ya da üstünde oluşuna bağlı olarak ya geriler ya da tüm sisteme dağılır.” demektedirler.

Dağılıcı yapılar dengeye uzak durumları gerektirir. Sistem çatallanma diyagramını her iki yönde de izleyebilir. Benzer şekilde bir sıvı düzgün(laminer) akıştan türbülansa ve türbülansdan da düzgün akışa geçebilir (Prigogine ve Stengers 1998). Şimşek (1997), eğitim örgütlerinin dağınık olarak yapılanmasını savunmaktadır. Eğitim sistemini bir ahtapota, ahtapotun vantuzlarını da okullara benzetmekte ama bu vantuzların duyarlılığını yitirdiğini, bunun için dağınık yapıyı önerdiğini ileri sürmektedir. Aslında Şimşek ile önerilen sistemin karmaşıklaşması da ve bu karmaşıklığın benimsenmesi de benzerlikler taşımaktadır. Bu satırların yazarı tarafından da karmaşa kuramından yararlanarak eğitim sistemi karmaşıklığa

kavuşturulması düşünülmektedir. Ancak bunun önündeki en büyük engel Milli Eğitim Bakanlığının tüm yetkileri merkezde toplaması, uçlara (okullara) inisiyatif tanımaması, ağır ve hantal işleyişidir.

Bir yol ya da köprü inşa edildiğinde, bunun nasıl toplum davranışını etkileyeceğini ve onun da sonunda o bölgedeki iletişimin biçimleri ile ilgili diğer düzenlemeleri belirleyeceği kestirebilir. Bu tür karışık ilişkili süreçler çok karmaşık durumlara yol açabilir ki herhangi türden bir modelleşmeden önce bunun anlaşılması gerekir (Prigogine ve Stengers 1998).

Bir çatallanma noktasına gelindiğinde, determinist tanımlama yıkılır. Sistemde mevcut dalgalanma türü kendi izleyeceği dalın seçimine neden olur. Bir çatallanmayı geçmek yazı-tura atılması gibi stokastik bir süreçtir (Prigogine ve Stengers, 1998).

Çoğu kez”düzen” ve karmaşa” gibi kelimelerin anlamını birbirinden ayırmak zordur. Tropik bir orman, düzenli bir sistem midir? Karmaşık bir sistem midir? Belli bir hayvan türünün, tarihi gelişimi, diğer türlere ve çevresel tesadüflere bağlı olarak rasgele oluşur.

Karmaşaya giden ve çok daha önceden dikkatleri üzerinde toplamış, oldukça basit bir yol vardır.”Fiegenbaum ardışıklığı”. Bu ardışıklık davranışı çok genel bir özelliği (yani belirli bir parametre değerleri bölgesinde sistemin davranışı periyodiktir. Bir T periyodunu izler; bu bölgeden ötede periyod 2T’ye çıkar ve yine kritik eşikten sonra sistem kendini yenilemek için 4T’ye ihtiyaç duyar). Sistem buna göre art arda gelen katlanmalarıyla giden ardışık çatallanmalarla karakterlidir (Prigogine ve Stengers, 1998).

Düzen bizi bütün erdemlere götüren başlangıç noktasıdır. İyi de bizi düzene ne götürür? Her sistem kendisini sınırlayan bir karmaşıklık derecesine sahiptir (Cramer, 1998). Düzenlerin yeniden kurulması için herhangi bir girişimde bulunulması halinde bütün yapıların eninde sonunda düzenlerinin bozulduğunu günlük yaşantıdan bilinmektedir. Düzen kendi kendine kurulamaz. Mutfaktaki bulaşıklar müdahalede bulunmadan kendi kendine yıkanıp durulanamazlar. Ya da çamaşır sepetindeki çamaşırın kendi kendine makineye gidip yıkanamayacakları gibi. Bunun için dışardan birilerince okullarda bir değişim girişiminin başlatılması gerekmektedir.

Herhangi bir dönemdeki verili yönetim kuramlarının ağır basan paradigması tarihsel olarak o dönemin bilimsel kuramlarının ağır basan paradigmasını taklit etmiştir. Örneğin bu yüzyıla kadar bilim, büyük ölçüde Newton ve Descartes’in bilimsel ilkelerinin etkisi altında kalmıştır. Bu paradigmaya göre bir sistemin doğal hali dengedir ve dengeden ayrılmalar sönümlenir. Aynı şekilde, bir sistemi anlamadaki yaklaşım da indirgemeci ve deterministtir. Bir sistemin bileşen öğelerini ve bunlar arasındaki etkileşim tarzını anlayarak sistemin gelecekteki hallerini (kuramsal olarak) öngörebilirsiniz.

On dokuzuncu yüzyılda ve yirminci yüzyılın başlarında yönetim kuramı da indirgemecilik ve determinizme bağlıydı ve temel ilkesi dengeydi. Bütün toplumsal bilimler bu paradigmanın etkisi altındaydı. Fayol ve benzeri yönetim düşünürleri, 'makine olarak örgüt' metaforuna dayalı yönetim kontrol mekanizmaları geliştirdiler. Buna göre örgütsel yön, planlara yerleştirilir ve sonra da planlama, bütçeleme ve hedeflerle yönetim sistemleri aracılığı ile uygulanır. 'Komuta kontrol' talimatlarını işgücüne aktarmada merkezi bürokratik yapı kilit rol oynar. Kontrol sarihtir, parasal ödül ve cezalar yaygın bir motivasyon biçimidir. İndirgemecilik; işbölümü, görev, parçaların birbiri ile değiştirilebilirliği, standart prosedürler, kalite kontrol, maliyet muhasebesi, zaman ve hareket incelemeleri ve örgüt şemaları gibi fikirlere yol açmıştır. Frederick W. Taylor, bu fikirleri bilimsel yönetim anlayışı ile bütünleştirerek tutarlı bir yönetim felsefesi haline getirmiştir. Taylor'un bilimsel yönetim ilkeleri günümüzün yönetim uygulamaları üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Taylor sosyal sistemlerin determinizmine inanırdı; buna göre, yönetim bilimi anlaşılırsa örgüt yönetimi öngörülebilir hale gelir. Bütçe, performans değerlendirmesi, denetimler, standartlar gibi örgütsel kontroller dengeyi sürdürmek için olumsuz geri-iletim mekanizmaları olarak kullanılır (Batthram, 1999).

Karmaşıklığın örgütler açısından muazzam sonuçları vardır. Karmaşık sistemlerde bir öngörülemezlik, bir belirsizlik olduğu için, yönetimde 'komuta ve kontrol' yaklaşımının kesinlikleri artık geçerli olamaz, karmaşıklık kuramının sağladığı olanak, bilimsel yönetim kuramından farklı olarak, kuruluşlara karmaşıklık karşısında atabilecekleri birçok güçlü adım önerebilmesidir (Batthram, 1999).

Bir sistemde karmaşıklık zaman içinde giderek artar; bu genel bir kuraldır. Bu canlı sistemlerde evrim olarak adlandırılır. Kontrol kuramından ve sibernetikten (sistem dinamiğinden) türetilmiş fikirler örgüt kuramını ve dolayısı ile birçok büyük örgütün yaklaşımını etkilemiştir. Bu yaklaşımlar örgütleri makine gibi ele alır, sistemdeki çeşitliliği azaltarak kontrol etmeye çalışırlar (Batthram, 1999).

W. Ross Ashby'nin zorunlu çeşitlilik yasası şunu söyler: "Kontrol edilmesi gereken sistemdeki çeşitliliği kucaklayabilmek için kontrol eden sistem içinde de yeterince çeşitlilik olması gerekir." Başka deyişle bir bölümdeki karmaşıklık düzeyi, hem kendisinin direk muhatabı olduğu müşterilerinin gereksinimlerinin karmaşıklık düzeyine hem de kendisinin alt sistemi olan diğer sistemlerin karmaşıklık düzeylerine uygun olması gerekmektedir. Geçmişte, karmaşıklığı azaltmak için geliştirilmiş yöntemlerin bir etkisi olurdu ama şimdi değişimin hızı bizden karmaşıklıkla uğraşmamızı talep ediyor. Yönetim uzmanı Reg Revans'ın geliştirdiği öğrenme yasası, "Öğrenme hızı değişim hızına eşit ya da ondan daha



büyük olmalıdır.” der. O nedenle günümüz örgütlerinde çok fazla öğrenme olması gerekmektedir.

Önemli olan karmaşa değil, karmaşanın sonuçlarından olumlu yönde yararlanabilmektir. Bery (1996), yirminci yüzyılda meydana gelen iki teknoloji felaketi olan Çernobil Olayı ve Challenger‘in infilak edişini Dr. Hans MARK ve Prof. Larry CARWEL‘in biraz tuhaf ama olumlu sonuçları bulunduğunu ileri sürdüklerini belirtmektedir. Aynı olayı çevremizde gördüğümüz, karşılaştığımız olaylar için de söylemek olasıdır. İnsan büyük ayrıntıların küçük ayrıntılarla ilişkilerini araştırmalıdır. Çok seçenekli ya da Alatlının deyiimi ile saçaklı ortamdandır yararlanılmalıdır. Ancak göz ardı edilmemesi gereken nokta seçilen seçim sonucunun en iyisi olmadığının bilincinde olunmasıdır.

Örgütün hizmetlerinden yararlanan müşterilerin istemlerinde oluşan çeşitlilik, bu çeşitliliğin sonunda oluşan karmaşıklık ve bunun örgüte getirdiği baskı, birçok örgütü karmaşıklıkla uğraşmak zorunda bırakmıştır. Eski kontrol metaforları giderek uygun düşmemeye ve yöneticilerin düşünmesini kısıtlamaya başlamaktadır (Batthram, 1999).

Eğitim örgütleri olan okullarımızda örgütün sunumlarından yararlanan veli ve örgütün çevresinin değişkenliklerle dolu olması, sürekli çeşitlilik göstermesi, okulun karmaşıklığını artırmaktadır denilebilir. Batthram (1999), bu duruma verdiği örnekte;”bir şirket öteki iş ortakları, tedarikçileri ve müşterileri ile olan karşılıklı etkileşimlerinin zengin çeşitliliğini kucaklamaya başlarsa, karmaşıklığı özümser. ”demektedir. Okul veli ilişkilerine bu durum şöyle transfer edilerek uygulanabilir: Okul, veli ile olan ilişkilerinde etkileşimi zenginleştirebilir, örneğin mektupla iletişim kurma yerine velilerle yüz yüze görüşerek ilişkileri karmaşıklştırabilir. Böylelikle müşteri istemine uygun durumu oluşturabilir. Bunu yapan örgütler karmaşıklığı özümüyor demektir.

Karmaşıklığı özümsemeye gösterilen direnç, hem değişime direnç hem de kendini koruma çabası olarak görülebilir. Bunlar canlı sistemlerin temel niteliğidir. Canlı sistemler aynı zamanda kendi kendilerini uyarlayan karmaşık sistemlerdir. Bu ise sürekli değişim ve uyarlanma içinde oldukları anlamına gelir (Batthram, 1999). Hatırlanacağı gibi daha önceden de değinilen karmaşıklığı özümseyen yapılar evrimleşen sistemlerdi. Karmaşıklığı özümsemeyen sistemlere ise yapıyı koruyan sistemler adı verilmişti (çizelge 2). Yapıyı koruyan ya da korumaya çalışan sistemler değişime direnç gösteren sistemlerdir. Buna en iyi örnek Milli Eğitim Bakanlığının örgütlenmesi gösterilebilir. Karmaşıklığı özümsemenin okullarımızda yapılabilecek bir uygulaması, karmaşıklştırılan iletişim ve etkileşim alanlarında, okul çevresinde bir okuldaki sorunun aynısının olmasa bile benzerinin diğer okullarda ortaya çıkıp çıkmadığının araştırılması ve uygulanan çözüm yolu ve sonucunun değerlendirilmesine ilişkin bilginin alınması ile olur. Bu da okullar arası iletişimin

karmaşıklştırılması yolu ile olur. Battram'ın ileri sürdüğü karmaşıklıkta yol almanın türlerinden birisi de budur. Tıpkı Battram'ın (1999) Xerox firmasında örnek verdiği telsiz kullanımının yaygınlaştırılması olayında olduğu gibi.

Eğitim örgütleri makine değildir; fabrika ya da işletmeler hiç değildir. Ancak Newtoncu mantığın getirdiği kurgular (paradigmalar) insanların oluşturduğu ve ham maddesinden çıktısına kadar hemen hemen tüm yapısını insanların oluşturduğu eğitim örgütlerinin de yönetim kuramlarının okullara uygulanmasında insanların da makine gibi algılanmasına yol açmıştır. Oysa makine ile insan farklı yapıya sahiptir. Bu çalışmanın birçok yerinde değinildiği gibi insanlar çatallanmaya uygundur. Daha doğru bir deyişle karmaşık yapıya sahiptir. Makine gibi algılandığında, insanın en büyük özelliği olan yaratıcılığı öldürülmüş olmaktadır. Batthram (1999), “insanları kendi kendini uyarlayan karmaşık sistemler olarak düşünmeye çalışın, yaratıcı ve kendini uyarlayabilen karmaşık sistemler olarak” demektedir ve “Karmaşık davranış, bir sistemdeki aktörler bağımsız olarak karşılıklı etkileşime girdiğinde belirir. Her birimiz bu sistem içinde sahnede çıkıp rolünü yapan aktörler gibiyiz.” Diye devam etmektedir.

John Holland, kendi kendine uyarlayan bir karmaşık sistemin tek başına olamayacağını, bütün bu sistemlerin kendi kendini uyarlayan başka karmaşık sistemlerin bir parçası olduğunu söylemektedir. Holand'ın açıklaması, Stafford Beer'in 'odaktaki sistem' fikrini hatırlatmaktadır. Herhangi bir anda daha büyük bir sistemler kümesi içindeki bir alt sisteme bakmaktasınızdır. Ama bu sistemlerin sabit varlıklar olmadığını ve aslında bizim bakış açımıza bağımlı oldukları unutulmamalıdır (Battram, 1999; Waldrop, 1997). Holland'ın söylemi, sistem yaklaşımı açısından ele alındığında, bir sistemin yalnız olmadığı, bağlantıda bulunduğu, alt sistemleri ile kendisinin parçası olduğu, üst sistemlerinin bulunduğu göz önüne ele alınarak değerlendirildiğinde; bu sistemlerin birisinde oluşan karmaşa alt ve üst sistemlerin hepsini etkileyecektir. Nitekim ekonomik sistemde oluşan bir salınım, hukuk, yönetim, sosyal sistem olan toplumda da çalkantılara yol açacaktır. Oluşan karmaşadan yeni yapılar meydana gelecektir. Türk Eğitim sistemi açısından 1997 yılında alınan 8 yıllık İlköğretim uygulaması alt sistemler olan okul yapılarında değişikliklere, karmaşıklıklara yol açmış, çatallanma başlatmıştır. Öyle görünüyor ki başlayan bu çatallanma son alınan kararlarla daha da sürecektir. Diğer yandan bu uygulama ekonomik sistemi de etkilemiştir. Örneğin vergi sisteminde değişim olmuştur.

Stuart Koffman (Battram 1999), “Birçok bağlantılı sistemde en yüksek ortalama sağlamlığın düzen ile kaos arasındaki evre değişiminde olduğu görülmektedir.” diyor, evre değişimi kavramına ve sağlamlığa Cramer de (1999) kitabının başlığı olarak almakta ve buna “ Sırat Köprüsündeki Hayat” demektedir.

Kendi kendini uyarlayan karmaşık sistemler tipik olarak çok sayıda kovuğa(niş)sahiptir. Bunların her biri bu kovuğu dolduracak şekilde uyarlanmış olan bir aktör tarafından değerlendirilebilir. Sistem sürekli fırsatlar yaratır. O nedenle kendi kendini uyarlayan karmaşık bir sistemin dengede olduğundan söz etmek anlamsızdır. Sistem hiçbir zaman dengeye ulaşamaz. Her zaman hareket halindedir. Şu konuda açık olunması gerekir: Kendi kendini uyarlayan bir karmaşık sistem dengeye ulaşırsa istikrarlı hale gelmiş değil, ölmüş olur. Sistemdeki aktörler hiçbir zaman “sağlamlık”larını ya da yararlılıklarını ‘optimal’ hale getiremezler. Olanaklar alanı çok geniştir. Optimal olanı bulmanın pratik bir yolu yoktur. Yapabilecekleri şey en fazla, kendilerini öteki aktörlerin yapmakta oldukları şeye göre değiştirmek ve iyileştirmektir. Kısacası, kendi kendini uyarlayan karmaşık sistemlerin özelliği sürekli yeniliktir. Kauffman ve diğerleri organizmaların başkaları ile olan etkileşimlerinin karmaşıklığını düzen ile gelişigüzellik arasındaki sınıra (kaosun eşliğine) ulaşacakları şekilde artırdıklarını ve bununla kendi ortalama sağlamlıklarını azamileştirdiklerini öne sürmüşlerdir (Battram, 1999).

Karmaşıklıkla başa çıkmak için aynı anda birden çok doğru olabileceğini kabul eden bakış açılarına gereksinim vardır. Daha doğru bir söylemle birden çok fazla sayıda beynin düşünme gücüne gereksinim vardır. Dışlayamayacağımız bir karmaşıklıkta dünya aynı şekilde bir dünya görüşü talep etmektedir. Konu ile ilgili Oscar Wild’e atfedilen bir söz vardır. “Dünya iki tür insana bölünmüştür: Dünyanın iki tür insana bölünmüş olduğunu düşünenler ile bundan daha karmaşık olduğunu düşünenler. “ Aynı konu Açıklan tarafından da insan kaynaklarının yönetimi doktora dersinde birden fazla düşünme gücünün bireysel düşünme gücünden daha fazla katkı sağlayacağını, dile getirilmiştir (Açıklan, 1999).

Karmaşa kuramı, sayısal bilgisayarların ve onların çıktılarını çok kolay görülebilir hale getiren ekranların ortaya çıkmasıyla gelişti ve son on yıl içinde güncellendi. Ancak karmaşıklık gösteren sistemlerde kestirim yapmanın olanaksızlığı bu güncel görüntüyle birleşince, bilim adamları konuya oldukça kuşkucu bir gözle bakmaya başladılar. Fakat son yıllarda karmaşa kuramının ve onun bir uzantısı olan çatal(fraktal) geometrinin, borsadan meteorolojiye, iletişimden tıbbı, kimyadan mekaniğe kadar uzanan çok farklı dallarda önemli kullanım alanları bulması ile bu kuşkular giderek yok olmaktadır.

Karmaşık sistem kuramının ardında yatan yaklaşım, bilim felsefesi açısından bakıldığında, ortaya bugün pozitif bilim olarak nitelendirilen şey, batı uygarlığının ve düşünüş biçiminin bir ürünü olan parçadan tüme yönelmesi (tümevarım) olgusu çıkmaktadır. Daha başka bir deyişle tümevarım bakış açısı çıkmaktadır. Genelde karmaşık problemleri çözmede kullanılan ve bazen çok iyi sonuçlar veren bu yöntem gereğince, önce problem parçalanıyor ve ortaya çıkan daha basit alt problemler inceleniyor. Sonra, bu alt problemlerin çözümleri

birleştirilerek, tüm problemin çözümü oluşturuluyor. Ancak bu yaklaşımın görmezden gelerek ihmal ettiği şey, parçalar arasındaki ilişkilerdir. Böyle bir sistem parçalandığında, bu ilişkiler yok oluyor ve parçaların tek tek çözümlerinin toplamı, asıl sistemin davranışını vermekten çok uzak olabiliyor.

Tümevarım yaklaşımının tam tersi ise tümdengelimdir. Yani bütüne bakarak daha alt olgular hakkında çıkarsamalar yapmak. Genel anlamda tümevarımı Batı düşüncesinin, tümdengelimini Doğu düşüncesinin ürünü olarak nitelendirmek mümkündür. Kaos ya da karmaşıklık kuramı ise, bu anlamda bir doğu-batı sentezi olarak görülebilir. Çok yakın zamana kadar pozitif bilimlerin ilgilendiği alanlar doğrusallığın geçerli olduğu, daha doğrusu çok büyük hatalara yol açmadan varsayılabildiği alanlardır. Doğrusal bir sistemin girdisini  $x$ , çıktısını da  $y$  kabul edersek,  $x$  ile  $y$  arasında doğrusal sistemlere özgü ilişkileri olacaktır.

Bu özellikleri sağlayan sistemlere verilen karmaşık bir girdiyi parçalara ayırıp her birine karşılık gelen çıktıyı bulabilir, sonra bu çıktıların hepsini toplayarak karmaşık girdinin yanıtını elde edebiliriz. Doğrusal (linear) sistemlerde girdide yapılan bir hatanın sistemin çıktısında da aynı ölçeklerde hata olması beklenir. Oysa doğrusal olmayan (nonlinear) sistemlerde girdideki hatanın çıktı ya da çıktılarında aynı ölçekte belirlenemez özelliği bulunmaktadır. İşte bu özelliklerinden dolayı doğrusal (nonlinear) olmayan sistemler kaotik davranma potansiyelini içlerinde taşırlar.

Karmaşa görüşünün getirdiği en önemli değişikliklerden biri de, kestirilemez determinizmdir. Sistemin yapısını ne kadar iyi modellersek modelleyelim, bir hata bile, (Heisenberg belirsizlik kuralına göre çok ufak da olsa, mutlaka bir hata olacaktır.) yapacağımız kestirmede tamamen yanlış sonuçlara yol açacaktır. Buna başlangıç koşullarına duyarlılık adı verilir ve bu özellikten dolayı sistem tamamen nedensel olarak çalıştığı halde uzun vadeli doğru bir kestirim mümkün olmaz. Bugünkü değerleri ne kadar iyi belirlersek belirleyelim 10, 20, 30 gün sonra (ya da süreyi uzattıkça belirsizlik daha da artacaktır.) havanın nasıl olacağını kestirmek olanaksızdır.

Karmaşa konusunun beyinle ilişkisi şu şekilde açıklanabilir: Beynin fizik yapısı ve görünüşü dallanmalıdır (çatallanmalı, fraktal). Bu yapı, beynin gerek evrimsel, gerekse canlının yaşamı sürecindeki gelişimin ürünüdür ki, bu gelişimin deterministik (genlerle belirli), ancak çevre ve başlangıç koşullarına son derece duyarlı, yani karmaşık olduğu açıktır. Beynin yalnızca oluşumu değil, çalışma biçimi de karmaşıktır. Beyni oluşturan inanılmaz boyuttaki nöron ağının içinde bilgi akışı kaotik bir şekilde gerçekleşir. Kaotik davranışın tarama özelliği ve bunun getirdiği kendini uyarılama sayesinde, beyin çok farklı durumlara uyum sağlar, çok farklı sorunlara çözüm getirebilir, çok farklı işlevleri gerçekleştirir.

Karmaşa bilimini ortaya çıkaran, karmaşık olguları basit parçalara ayırmak yerine onları bir bütün olarak görme eğilimi, beyni inceleyen bilim adamlarının da yaklaşımını belirlemiştir. Eskiden beyin, farklı fonksiyonlardan sorumlu merkezler şeklinde modellenirken, artık holistik (bütünsel) beyin modeli geçerlilik kazanmıştır. Bu modele göre herhangi bir işlev gerçekleştirilirken, beynin tümü bu olguya katılmaktadır.

Önümüzdeki yıllarda beynin yalnız alt düzey fizyolojik işleyişinin değil, öğrenme, hatırlama, fikir yürütme gibi üst düzey işlevlerinin de modellenmesinde karmaşanın çok önemli bir rol oynayacağı görülmektedir. Nitekim EEG sinyalleri üzerine yapılan araştırmalar göstermiştir ki sağlıklı bir insanın sinyalleri karmaşık bir davranış gösterirken, epilepsi (sara) krizine girmiş bir hastanın sinyalleri çok daha düzenli, periyodik bir davranış sergilemektedir. Yani epilepsi krizindeki hastanın beyni, kendini tekrarlayan bir davranışa takılmış ve kaotik (yani sağlıklı) durumda sahip olduğu adaptivite özelliğini yitirmiştir. Bunun sonucu hasta, kriz sırasında en basit fonksiyonlarını bile yerine getiremez olur. (<http://www.members.tripod.com>.)

Karmaşanın başladığı yerde klasik bilim durur. Fizik bilimi var olduğundan beri doğanın yasaları araştırılıp sorgulanmış ancak fizikçiler atmosferde, çalkantılı denizlerde, yaban popülasyonlarının dalgalanmasında, kalp ve beyin titreşimlerinde var olan düzensizlik konusuna gelip dayandıklarında dünyayı bu konuların cahili olmaktan kurtaramamışlardır. Doğanın kural dışı olan yüzü, devamsızlık ve istikrarsızlık gösteren yüzü- hepsi de birer hilkat garibesi olarak kalmıştır.

Sonuçta ortaya çıkan bakış açısı, Newtoncu mantıktan farklı olarak şimşeğin izlediği yollara, kan damarlarının mikroskobik düzeyde oluşturduğu ağlara, yıldızların galaksiler halinde kümelenmesine, yani doğrudan doğruya doğaya yönelmektedir (Gleick, 1997). Doğanın kendisi de karmaşık bir yapıya sahiptir. Ve bu yapı içinde yer alan doğal hiçbir sistemde denge olayı yoktur.

Ekonomide denge yoktur (Waldrop.1997, Battram 1999). Denge dediğimiz olgu daha önceden de belirtildiği gibi yalnızca ekonomide değil tüm sistemler için geçerlidir. Sistemlerde denge yoktur. Bir sistem dengeye ulaştığında artık devingenlik özelliğini yitirmektedir. Bir sistem karmaşanın eşiğine yöneldiğinde 'bir evre değişimi' noktasına – düzen ile karmaşa arasında bir geçiş noktasına yaklaşır. Battram bunu karmaşanın(kaosun) eşiği olarak adlandırmaktadır.

Cramer (1998), her sistemin kendisini sınırlayan bir karmaşıklık derecesine sahip olduğunu, tek tek süreç ve işleyişi ve maddenin anlaşılabilirliğini ancak buradan yola çıkarak bütünü anlayabilip anlayamadığımızı sorgulamakta ve Dekartçı yöntemin hiç tartışmadan her bir parçayı sorunu anlayıp çözdükten sonra bütünün anlaşılabilirliği temeline dayandığını, bu

düşüncenin basit sistemler için geçerli olduğunu, bunun karmaşıklığa sahip sistemlerde geçerli olamayacağını savunmaktadır. Gerekçesi de dağıtılmış sistem parçalarının bir araya getirildiğinde eksiksiz kurulacak sistemlerde bu yöntemin uygulanabileceğidir. Canlılar söz konusu olduğunda durum değişir. Özellikle hayat dediğimiz sistemin parçalanıp ayrıştırılması sırasında her defasında bir şeyler yok olup gitmektedir (Cramer, 1998).

Canlı yapılar ilk bakışta alabildiğine karmaşık ve girift bir görünüm sunarlar; bunlar birçok parçadan oluştuklarından bu parçaların yapıları ile işleyişleri arasındaki bağlantıları ve ilişkileri yakalamak pek o kadar kolay değildir. Dolayısıyla da bir araştırmacı bir canlıyı hiçbir zaman bütünü ile anlama olanağına sahip değildir. O sadece biçimi, yapısal oluşumu kavrayabilir, buradan da söz konusu hayvanın, bitkinin ya da organizmanın yaşama tarzı ta da davranışları konusunda sonuçlar çıkarmaya çalışır (Cramer, 1998).

Bir organizmanın büyümesi, onu oluşturan yapı taşlarının öylece bir araya gelmesi, sabit bir programa göre kendiliklerinden üst üste yığılmaları demek değildir. Canlının inşasını dayandırabileceği belli bir anlamda bir temel program mevcuttur. Ancak bu genel programın tek tek ayrı durumlarda çeşitlilik gösterebilir, değişik koşullarda farklılaşabilme özelliği bulunmaktadır. Bütün bunlar olurken parçalanma, uzama ve büyüme birbirine bağlı, bağımlı süreçler olarak gerçekleşirler.

Büyüme, sistemin herhangi bir parçasına indirgenemeyecek, bununla sınırlanamayacak, sistemin bütününe kapsayan bir özelliktir. Büyüme çok üst düzeyde gelişmiş bir “geriye-etkimli” bir sistemdir. Başka deyişle, kapalı sistemin içindeki herhangi bir etmen ya da öge, dönerek başlangıçtaki etmene ya da ögeye etki yapar. İşte böyle yoğun bir geriye etkiye özelliği taşıyan sistemler belli uç koşulların ortaya çıkması halinde karmaşık durumların doğmasına yol açarlar (Cramer, 1998). Buradan yola çıkılarak “Türk eğitim sistemindeki okullardaki öğrenci sayılarının artışı, üniversite önünde bekleyen öğrenci sayılarının artışı da birer büyümedir. Ancak, bu büyümeler sistemi tıkamaya yönelmiştir. MEB’in sürekli büyümesi de belki büyümeye örnek gösterilebilir ama çok da olumlu bir yönü bulunmamaktadır. Daha önceden de değinildiği gibi bu büyüme kendini uyarlayan karmaşık bir yapıya değil, kendini koruyan bir yapıya doğru gidişin göstergesidir. Okulların büyümesi ise karmaşıklığa gidiş olarak algılanabilir. Yönetim kademelerinde oluşan değişimler, programların değişimi, sınıfların oluşumu, okuldaki yönetici ve öğretmen değişimleri, okul çevresindeki değişimler okullarda karmaşıklığın artmasına yol açar.” denilebilir. Dolayısıyla eğitim sisteminde de oluşan ve oluşacak karmaşıklığın yönetimi gerekir. Bunun için de karmaşıklığın eğitim yöneticilerine öğretilmesi, gerekli bilgi ve becerilerle donatılması gerekmektedir.

## Sonuç

Türk Eğitim Sisteminde kendine özgü yapısı ve problemleriyle, şehir merkezindeki, kasabalardaki, köylerdeki okullarımız, bu okulların alt sistemleri olan sınıflar, hizmet ettiği kesimin yapısı itibari ile değişik programlarıyla ve karşılaştıkları sorunlar olarak diğer sistemlerden farklılık gösterir. Bu farklılıklar içinde burada görev yapan eğitim yöneticileri ve öğretmenler de bu sorunları çözmek için anahtar role sahiplerdir. Bu yöneticiler ve öğretmenler genellikle diğer yöneticiler ve toplumun değişik kesimlerinin baskısı altındadırlar. Bu nedenle, onların beklenmedik olaylara karşı tepkileri çok önemlidir. Şehir merkezindeki okullardaki eğitim sistemi daha karmaşıktır ve olayların önceden tahmini güçtür. Bu nedenden dolayı, buradaki okul müdürlerinin eğitim yöneticisi olarak bu karmaşıklık içinde okulları yönetmeleri gerekmektedir.

Okullar birçok yönden insanlar gibidir. İnsanın oluşturduğu örgütün de kendisini oluşturan ögesinin benzerliklerini taşıması kaçınılmazdır. Onların da kendilerine özgü yapıları, kimlikleri, tarihleri ve sorunları bulunmaktadır.

Günlük yaşantılarımız iletişim-konuşma-sorgulama-tartışma-bilgilenme edimlerine dayanır. Bu etkileşimler çok yönlüdür. Aile ve eğitim kurumları ise bu etkileşimin iki temel unsurunu oluşturur. Geçmiş yıllarda okul-aile ilişkilerinin günümüze göre daha katı ve kesin olduğu söylenebilir. İlk, orta ve lise öğretiminde "eti senin kemiği benim" mantığı ile inşa edilen alan-veren iletişimi, 21. yüzyılın başlangıcında bulunduğumuz 2010'lu yıllarda yerini okuldan farklı beklentileri olan aile ve toplum anlayışına dönüştürmüştür.

Öğrencilerin var olan bilgilerini yeniden düzene koymaları, gerekli yerlerde yenilemeleri, sınıf içi atmosferde her türlü diyalogun açık olması, bilgide yarış, bireysellikten çıkartıp hiç olmazsa küçük gruplar ile paylaşım ve üretimi destekleme, günümüzün parlayan ışığı olabilir. İletişimdeki mekanik patlamaların yanına toplumsal patlamaları da katıp daha yenilikçi olmak mümkündür. Böylesi canlı bir iletişim sisteminde öğrenci, öğretici ve toplum arasındaki ilişkiler daha üretken ve diyaloga açık olabilir. Bilgi, iletişim ve diyalog üçlüsü doğru yönde işletildiğinde sadece bireyler arası ilişkilerde değil bütün toplum üzerinde verimli olabilir.

Türkiye'de eğitim, farklı gelişmişlik yörelerinde gerçekleşmektedir. Her yerleşim birimindeki devlet okullarının misyonu farklı özellikler göstermektedir. Bu farklılıklara rağmen, okul yöneticileri yetiştirilirken bunların özellikleri göz ardı edilmekte, sanki Türkiye'nin her yerinde aynı eğitim olanaklarının verildiği savından hareketle ölçütler ona göre hazırlanmaktadır. Oysa, her yörenin, yerleşim biriminin karmaşa kuramına göre yapısından gelen bir farklılığı bulunmaktadır. Bu farklılık ya da daha başka deyişle çatallık sınıfların farklı oluşmasına yol açmaktadır. Şehir merkezlerindeki okullar ile kırsal

yörelerdeki okullar da bu çatal yapıdan payına düşeni almaktadır. Ancak genel özellikleri göz önüne alınarak değerlendirildiğinde okul mevcutlarının daha kalabalık olması nedeni ile şehir okulları daha karmaşık bir yapı sergilemektedir. Bu bakımdan şehir merkezindeki okulların yöneticileri sadece teknik becerilere sahip olmak ve toplumun yapısını anlamakla kalmayıp merkezdeki okulların bürokrasisinden ve profesyonel devingenliklerden haberdar olmalıdır. Başarılı okul öğretmenliği ve yöneticiliği, öğretme, öğrenme ve yönetim süreçlerinin de öğrenilmesinin yanında, öğrenci velilerini onların istemlerini, okul çevresinin karmaşık yapısını ve politik oyuncularını da repertuarına katmalıdır. Şehir merkezlerindeki okul yöneticilerinin rolleri çoğunlukla okullarındaki çevresel değişkenliğinin eğitim sürecini etkilemesi dolayısıyla, çok hızlı bir şekilde değişmektedir. Eğitimdeki sorumluluğun artması eğitim yöneticilerinin okullarını yönlendirme, öğretmenlerin sınıflarını yönlendirme konusundaki istemlerin artmasına neden olmaktadır. Yönetim en basit şekliyle, öğrencilerin öğrenmelerinin geliştirilmesine ilişkin olarak okuldaki değişimin başlatılması, uygulanması ve kurumsallaştırılmasının sağlanmasına yönelik olmalıdır. Şehir merkezindeki okul yöneticilerinin öncelikle yapmaları gereken şey ailelere, öğrencilere, öğretmenlere ve topluma liderlik yapma yoluyla, kendi okullarındaki gelişmeye yönelik farklılık yaratmalarıdır

Eğitim yöneticilerinin yetiştirilmesine ilişkin tartışmalara günlük yaşamda olduğu gibi, alanyazında(literatür) da rastlanmaktadır. Bunlardan birisi de; varolan kuramların yönetimin, birçok boyutlarını açıklamakta yetersiz kaldığı ve bu kuramların yanı sıra alternatif kuramların da eğitim yöneticilerine ve öğretmenlere eğitim sürelerince verilmesidir.

Özellikle karmaşa kuramının, yönetim süreci içinde oluşan belirsizlik durumlarının daha iyi anlaşılmasına yönelik kullanılması önerilmektedir. Karmaşa kuramı, yöneticilere yönetimin bir bütün olarak algılanması konusunda kolaylık sağlamaktadır. Bu tartışmaya, başka bir grup da farklı bir boyutla katılmaktadır. Bu gruba göre, eğitimciler ve sosyal bilimciler birçok kuramı fiziksel bilimlerden alıp kendi alanlarına uyguluyorlar. Fiziksel bilimlerde artık yavaş yavaş Newton kuramının yerine, Quantum ve Karmaşa kuramı kullanılmaya, bulgular buna göre açıklanmaya çalışılıyor. O halde eğitimcilerin ve sosyal bilimcilerin de gittikçe karmaşıklaşan yapıları için karmaşa kuramını kullanmaları yararlı olabilir. Bütün bu tartışmalar kuramsal boyutta devam etmektedir. Bu kuramsal tartışmaların uygulamadaki yansımalarının ne düzeyde olduğunun görülmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun en önemli göstergesinin beklenmedik olaylar olduğu düşünülmüştür.



## KAYNAKÇA

- AÇIKALIN, Aytaç (1998). “Daha bir” Eğitim Yönetimi Dergisi Yaz Sayı:16  
----- (1999). İnsan Kaynağı Yönetimi Geliştirilmesi. Ankara: Pegem A Yayıncılık. 1. Basım.  
----- (2000). “İnsan Kaynaklarının Yönetimi Dersi Notları” Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi.
- ALATLI, Alev (1999). Schrödinger’in Kedisi. Kitap\_1 Kabus. İstanbul: Boyut yayınevi.
- BATTRAM, Arthur (1999). Karmaşıklıkta Yol Almak (Çev. Zülfü Dicleli). İstanbul: Türk Henkel Dergisi Yayınları 11.
- BERRY, Adrian (1998). Bilimin Arka Yüzü. (Çev.R.Levent Aysever). İstanbul: Tubitak Popüler Bilim Kitapları:7. 6. Baskı.
- BURSALIOĞLU, Ziya (1985). Eğitim Yönetiminde Kuram ve Uygulama. Ankara: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Yayınları. No:142.
- CRAMER, Fridrich (1998) Kaos ve Düzen Sırat Köprüsündeki Hayat. (Çev.Veysel Atayman). İstanbul: Alan Yayıncılık.
- DİTFURTH, Hoimar Von (1996). Dinozorların Sessiz Gecesi 5. Kitap. (Çev.Veysel Atayman). İstanbul: Alan Yayıncılık.
- GLEİCK , James (1997) Kaos. (Çev.Fikret Üçcan). İstanbul: Tübitak Popüler Bilim Kitapları:15. 5. Baskı.
- GOLEMAN, Daniel (1998). Duygusal Zeka Neden IQ'dan Daha Önemlidir? (Çev. B. Seçkin Yüksel). İstanbul: Varlık Yayınları AŞ. Sayı: 510, Bilim Dizisi:1. Yedinci Basım.
- GUTEK Gerald L. (1997). Eğitime Felsefi ve İdeolojik Yaklaşımlar (Çev.Nesrin Kale). Ankara: Pegem Yayınları.
- KUHN, Thomas, S. (2003). Bilimsel Devrimlerin Yapısı. (Çev. Nilüfer Kuyaş). İstanbul: Alan Yayıncılık.
- KOÇAK, Şahin (1994). “Kaos Ya da Doğurgan Bir Düzensizlik”. Bilim ve Teknik Dergisi. Sayı:325. Tubitak Yayınları.

- MEYDAN LAROUSSE (1992) 10. Cilt. İstanbul: Sabah Yayınları.
- ÖZDEN, Yüksel (1999). Öğrenme ve Öğretme. Ankara: Pegem A Yayıncılık. 3. Baskı.
- PRİGOGİNE,İ.-Stengers İ. (1998). Kaostan Düzene. (Çev. Senai Demirci). İstanbul: İz Yayıncılık.
- RUELLE, David (1999). Rastlantı ve Kaos. İstanbul: Tubitak Popüler Bilim Kitapları:7. 12. Basım.
- ŞİMŞEK, Hasan (1997). 21. Yüzyılın Eşiğinde Paradigmalar Savaşı: Kaostaki Türkiye. İstanbul: Sistem Yayıncılık.
- WALDROP, M. Mitchell (1997). Karmaşıklık Düzen ve Kaosun Eşiğinde Beliren Bilim (Çev. Zülfü Dicleli). İstanbul: Türk Henkel Dergisi Yayınları 8.
- WEİNBERG Steven (1998). İlk Üç Dakika. (Çev. Z. Aydın-Z. Aslan). İstanbul: Tubitak Popüler Bilim Kitapları 11. 9. Basım.