

KAOS TEORİSİ'NİN GENEL BİR DEĞERLENDİRMESİ

Aytaç GÖKMEN*

Öz

Kaos Teorisi, Avusturya asıllı ünlü bilim adamı Ludvig von Bertalanffy'nin Genel Sistem Teorisi'nden türetilmiş çağdaş bir yaklaşımdır. Bertalanffy'nin sistemi karşılıklı bir etkileşim içinde olan ortak özellikli ve kompleks yapıdaki parçalar olarak tanımlanmıştır. Sistem, öngörülebilir yani doğrusal, deterministik ya da öngörülemez yani doğrusal olmayan, probabilistiktir. Bu nedenle, sistem iç ve dış çevresinin etkisi ile yeni denge noktaları bularak değişimini sürdürür. Kaos Teorisi ise, istikrarsız, periyodik ve doğrusal olmayan sistemlerin dinamik hareketleri ile ilgilenir. Kaotik yapılar, özelliği gereği, başlangıç durumundan bağımsız olarak, küçük bir etki sonucunda, denge noktasından hareket ederek, yeni bir çekim merkezinde ve kritik noktada denge sağlarlar. Ancak, kaotik sistemler, dengelerini uzun vadede korumak yerine, en küçük bir etki ile harekete geçip, farklı hareket kalıpları içinde yeni dengeler bulurlar. Dolayısı ile değişim süreci öngörülemeyen yapıların yeni dengelerinin hesap edilmesine katkısı nedeniyle, Kaos Teorisi psikoloji, fizik, işletme, yönetim, biyoloji, ekonomi ve stratejik yönetim gibi bilim alanlarında uygulanma olasılığı bulur. Bu çalışmanın amacı, Kaos Teorisi'ni, özgün bir bakış açısı ile değerlendirmek, kapsamı Genel Sistem Teorisi'nden başlayarak günümüzdeki uygulama alanları hakkında bilgi vermek ve de bu teorik temelli çalışmayı kapsamlı ve güvenilir veri tabanlarından sağlanan kaynaklar ile zenginleştirerek literatüre katkıda bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kaos Teorisi, Doğrusal Sistemler, Doğrusal Olmayan Sistemler, Değişim
JEL Sınıflandırması: L20, L29, M10, M19

A General Assessment of the Chaos Theory

Abstract

The Chaos Theory is a contemporary approach that was derived from the General Systems Theory of Ludvig von Bertalanffy, an Austrian descent scientist. Bertalanffy defined a system that is in an interaction with its parts, has common properties, and is constituted of complex parts. The system could be either predictable, linear and deterministic, or unpredictable, non-linear and probabilistic. Therefore, the system sustains its process of change and obtains new critical points through the effect of the internal or external factors. However, within the Chaos Theory dwells on unstable, periodical, and non-linear dynamic system of actions. Chaotic structures, stemming from an effect, move from their stable position and transfer to a new critical position at a new center of attraction, necessary for its unique characteristics. However, a chaotic system, in stead of preserving its stable position in the long term, takes action with the least effect and transfers to a

*Araştırma Görevlisi, Çankaya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Uluslararası Ticaret Bölümü. (agokmen@cankaya.edu.tr)

new center of attraction for a new stable order. Thus, the Chaos Theory with its contribution to forecast the new positions of non linear structures, is implemented in the various science fields such as psychology, psychics, business, biology, economics and strategic management, etc. The objective of this study is to assess the Chaos Theory from a unique point of view. Its scope is to make comments beginning with the General Systems Theory and provide knowledge on its current implementations and to enrich this theoretical study the sources provided from comprehensive and reliable data bases.

Key Words: *Chaos Theory , Linear Systems, Non-linear Systems, Change*

JEL Classification: *L20, L29, M10, M19*

I. GİRİŞ

Sosyal bilimcilerin uzun yıllar kavramsal yapı ile uygulamaya rehberlik etmeye çalışmasına rağmen, ancak belli bir miktar yol alınabildi. 1960'larda sosyal bilimler alanında Sistem Teorisi'nin ortaya konulması, bu teorinin 1980'lerde ekoloji yaklaşımı ile birleşmesi sosyal bilimlerin gelişimine katkıda bulundu. Bu teoriler, sosyal bilimlere önemli katkılarda bulunmalarına rağmen, okullardaki uygulaması istenilen seviyeye ulaşmadı. Ancak, bu teorilerin ardından, sosyal bilimlere katkıda bulunan ve Sistem Teorisi'nin devamı olan Kaos Teorisi 1970'lerden başlayarak sosyal bilimler alanında gündemdeki yerini aldı. Hatta, Kaos Teori savunucuları, 20. yüzyılın izafiyet (relativity), kuantum (quantum) ve kaos teorileri olmak üzere üç evrimsel fenomene sahne olduğu tartışmasını ortaya koydular (Hudson, 2000). Bu çalışmada da genel itibarı ile Kaos Teorisi incelenecektir. Bununla birlikte çalışmanın başlangıcında konuya ışık tutması için Kaos Teorisi'nin kaynaklandığı Genel Sistem Teorisi anlatılacaktır.

II. SİSTEM TEORİSİ'NİN TEMELLERİ

Genel Sistem Teorisi'nin temelleri Avusturya asıllı bir bilim adamı olan Ludwig von Bertalanffy tarafından atılmıştır. Bertalanffy sistemi “ortak özellikteki parçaları karşılıklı etkileşim içinde olan kompleks bir yapı” olarak tanımlamış ve sonrasında “Genel Sistem Teorisi'nin kavram ve ilkelerinin maddi (material) sistemler ile sınırlı olmadığını ve karşılıklı etkileşimi olan her bütüne uygulanabileceğini” vurgulamıştır. Teori, sistemlerin parçaları arasındaki ilişkileri belirtir ve sistem yapısının kavramsal açıklamasını yapar. Sistem içindeki parçalar, eğer karşılıklı hareket ederlerse, ortak özellikte olmaları şarttır; zira, bir parçanın işlevi ya da var olması, diğer parça veya parçalar ile uyumlu olmasına bağlıdır ve de bu şekilde bir hareket tarzı ile birimlerin toplamdaki değeri, ayrı ayrı kendi değerlerini aşar. Çoğu durum itibarı ile sistemler gerçek dünyada açık sistem yapısı olarak bulunurlar. Bu açık sistemler dış çevre ile etkileşim içindedirler ve maruz kaldıkları etkiler ile evrimleşerek, değişime uğrarlar. Sistemi iç ve dış çevresinden ayıran ise girdi ve çıktı akışını düzenleyen sınırdır. Sistemler dış çevrelerinden kavramsal ya da gerçek olan bu sınırlar ile belli bir dereceye kadar ayrılırlar ve kendi yapılarını kurarlar; böylece

her sistem kendine özgü bir yapı ve gelişim gösterir. Ayrıca bir sistem ne kadar karmaşıksa, değişen çevreye uyumu o kadar zor olur; sistem ne kadar genişse, sistemin hayatta kalması için o kadar çok kaynağa ihtiyaç olur; sistemler kapsadıkları alt sistemlerden oluşurlar ve sistemler dışarıdan girdi sağladıkça değişime yatkın olurlar (Helou ve Caddy, 2006; Locker, 2006; Holden, 2005; Hudson, 2000; Gulyaev ve Stonyer, 2002).

1920'lerin sonunda yazdığı bir yazısında Bertalanffy "yaşayan varlıkların temel özelliği örgütsel yapıları olduğuna göre, tek tek parçaların ve süreçlerin geleneksel araştırması yaşamsal fenomenin tam izahını karşılayamaz. Bu araştırma, parça ve süreçlerin koordinasyonu hakkında bilgi vermez. Bu nedenle, biyolojinin asli amacı, biyolojik sistemlerin ilkelerini keşfetmek olmalıdır (örgütsel yapının her aşamasını). Teorik biyolojinin temellerini bulmayı çalışan girişimler, büyük resimde asli değişime neden olacağına inanıyorum. Bu görüşe araştırma yöntemi olarak bakılır, 'organizmik biyoloji' ve 'organizmalar sistemi teorisi' denilebilir" demiştir. Bertalanffy'nin bu görüşü genel kabul gördü. Bertalanffy'nin yukarıdaki ifadesi içinde 'organizma' yerine sosyal gruplar, kişilik, süreçler, teknolojik cihazlar gibi 'örgütsel varlıklar' konulduğu zaman Sistem Teorisi anlayışı yansıtılmış olur. Bir sistemi soyut olarak, tek başına değerlendirmek yerine, birbiri ile etkileşim içinde var olan parçaları teker teker incelenirse, sistemin bütün parçalarının temel özellikleri ve sistemin tamamının istikrarı hakkında daha sağlıklı bilgi edinilir ve öngörülerde bulunulabilir. Genel sistemleri ve parçalarını tanımlamak ve bu öğelere uygulamak, bu öğelerin doğasını açıklamak ve öğeler arasındaki güçlerin etkileşimini belirtmek üzere modeller vardır. Genel Sistem Teorisi, hedefi sistemlere geneli itibarı ile uygulanabilecek genel ilkeleri formüle etmek ve türetmek olan, mantığı-matematiksel alandır. Bu bağlamda, bütünlük ve toplam, farklılaştırma, gelişen mekanikleşme, merkezileşme, hiyerarşik sıralama, kesinlik (finality) ve eşit-kesinlik (equifinality) gibi terimlerin ifadesi Teori içinde kendini bulur (Bertalanffy, 1972).

Genel Sistem Teorisi'nin, 19. yüzyılın sosyal araştırma hareketi (social survey movement), insan ekolojisi (human ecology), bilgi teorisi (information theory) ve sibernetik (cybernetics) gibi alanların bakış açılarını ve bulgularını birleştirme uğraşında olmuştur. Aslında Teori ile ilgili gelişmeler 20. yüzyılın ilk yıllarında başladı. Albert Einstein kuantum fiziği ve atomdan küçük (proton, nötron, elektron) partiküller ve hareket tarzlarını keşfetti. Atomdan küçük olan bu dünyayı inceledikçe, bilim adamları maddenin sadece, Newton fiziğinde olduğu gibi, sert kütlesi ile var olan ve hareket eden birimler olmadığını, atomdan küçük (subatomic) birimlerin dalgalar ya da partiküller gibi değişik, öngörülmesi zor biçimler alabileceğini, bu biçiminde partiküller arasındaki ilişki ve etkileşime bağlı olduğunu bulmuşlardı; böylece, atomdan küçük partiküllerin hareket dinamiği ve tahmin edilemeyen durumlarının atomdan küçük dünyanın özelliklerini belirlediği ortaya konmuştur. Bir sonraki önemli buluş ise, Belçikalı fizikçi Prigogine tarafından geliştirilen termodinamik (thermodynamics) ve tesadüfi kargaşadır (random disorder). Prigogine, gerçek dünyada atomlar ve moleküllerin asla kendi hallerine bırakılmadığını, eğer dış çevreden yeterli derecede enerji akışı ve müdahale varsa yeni bir kalıp içinde karmaşık yapıların oluşabileceğini belirlemiştir. Prigogine'den sonra,

Fransız fizikçi Henri Benard bir miktar sıvının ısıtılmasından sonra sonucun yeni bir yapı oluşumu olduğunu gözlemlemiş ve sıvı ısınırken belirli bir kritik noktaya ulaştığı zaman, bu kritik nokta itibarı ile denge düzeyinin bozulduğu ve de en sonunda kargaşanın bitip yeni bir düzen kalıbının oluştuğunu ortaya koymuştur (adaptif sistemler) (Holden, 2005; Hudson, 2000).

Genel Sistem Teorisi önemini özellikle 1960'lar sonrasında kazanmış ve sosyal bilimlerde hak ettiği yeri almaya başlamıştır. 1970'lere gelindiğinde ise Genel Sistem Teorisi bakış açısı çeşitli çalışmalarda artarak yer almaya başlamış ve yaygınlaşmıştır. Ancak, aynı zamanda bazı yorumcular Genel Sistem Teorisi'nin uygulamaya koymak için fazlası ile soyut olduğunu ve psikoloji veya öğrenme teorisi (learning theory) gibi meta – teorilerin uygulamasına daha yatkın olduğu iddiasında bulunmuşlardır. Bu iddialar geneli itibarı ile inandırıcı değildir; çünkü, Teori her yapı ya da durum için bir sistemler hiyerarşisi ve alt sistemlerin olduğu görüşünü ortaya koyar ve planlı sistemik değişimin beklenmeyen ve istenmeyen olumsuz sonuçlarına karşın, Genel Sistem Teorisinin temeli sistemleri bağlayan dizelerin geribildirim döngüsü içinde aktığını belirtir. Sistemik değişim uygulamasından kaynaklanacak sorunlar ise, çalışanların teorik uygulamaları kavramsal sınırların dışına çıkartamamaları, sistemlerin simule eden pratik ve teknik uygulamaların yetersizliği ve sistem dinamiklerinin aksamasıdır. Bu nedenle, Sistem Teorisi, durum ve koşulların tanımlanması ve yapıların yeniden düzenlenmesinde önemli bir rol üstlenir (Hudson, 2000; Spronck ve Compernelle, 1997).

Değişim kaynakları ister dahili, isterse harici olsun, doğal seleksiyondan türeyen sosyal seleksiyon ve kompleksiteden doğan self organizasyon Sistem Teorisi'nin evrimleşerek gelişmesini sürdürmesini sağladı. Açıkçası, Genel Sistem Teorisi sosyal dünyada ortaya çıkışından beri değişime uğramıştır. Teori'nin ortaya çıktığı ilk yıllardan itibaren sadece meta – teori taraftarları değil, makro uygulamalara alternatif arayanlarında ilgisini çekti. Teori, bireyler ve toplumların süre giden gelişimini kolaylaştırmaktan çok, bireysel işlevsizlik ile uğraşanların ilgisini uyandırdı. Bu ekolojik bakış açısının Genel Sistem Teorisi ile birleşmesi, Teori'nin diğer dallar ile bütünleşmesini sağladı (Hudson, 2000).

Genel Sistem Teorisi bütün karşılıklı etkileşim içinde olan parçalara, her zaman sadece tek bir yapı olarak bakmaz, örgüt ya da yapının parçalarını ayrı ayrıda göz önüne alır. Sistem Teorisi, bu anlamda, sistemin her parçasını ayrı ayrı inceleyen bir bakış açısına sahiptir ve yapı içindeki madde ve enerjiden oluşan hiyerarşi varlığına önem atfeder. Ayrıca, sistem tasarlanmadan var olan bir kavram ve her özelliği ile tam anlamı ile tanımlamak zordur; çünkü, sistem doğası gereği, var olabilmek için değişmeye zorunludur. Sistemi iyi bir biçimde ve metafor ile anlayabilmek için sistemin her seviyesi ayrı olarak incelenmeli ve bir seviye için geliştirilen varsayımın diğer seviyeyi etkileyeceği akılda tutulmalıdır. Bir seviyeden ötekine geçiş her zaman karmaşıklığın artacağı anlamına gelmez, ancak bir seviye altındaki ya da üstündeki safhayı olumlu veya olumsuz etkiler ve değişime yön verir. Aşağıdaki şekilde bu işlem açıklanmıştır (Spronck ve Compernelle, 1997; Locker, 2006).

Atom => Molekül => Hücre => Birey => Örgüt => Toplum

Şekil 1:

(Kaynak: Spronck ve Compernelle: 1997)

Sistemik düşünme, bir konuya atıfta bulunurken her safhada çok geniş açılı düşünme zorunluluğu anlamına gelmez. Sistemik düşünme, Şekil 1'de ifade edildiği gibi, ister alt safha ister üst safha olsun, sistemi tümü itibarı ile bakış açısı geliştirmeyi ve akış şeması kurulumunu gerektirir. Ayrıca, sistemin her safhası ayrı etkinlik, enerji ve materyal birikimine sahne olduğu için birbirinden farklıdır. Örneğin bir toplumun kültürü hakkında kanı oluştururken birey ve bireyin mantalitesi de göz önüne alınmalıdır. Ancak, yukarıda incelenen şekil esası ile, sistemin her safhasına hakim olacak biçimde araştırma yapma imkânı olmayabilir. Yapılacak çalışmanın önemi, hedef, kişinin bilgisi ve amacına göre çalışmanın sınırları tespit edilebilir (Spronck ve Compernelle, 1997).

Genel Sistem Teorisi içinde incelenebilecek önemli bir yaklaşım doğrusal sistemlerdir (linear systems). Doğrusal bir sistem içerisinde var olan bir değişim, diğer parçalarda öngörülebilir değişimlere yol açar. Sistem Teorisi içindeki dengeye ait diğer önemli bir kavram homeostatis ya da statüko veya dengeleşimdir. Herhangi bir tepkime ardından, sistem, sistem dışı kargaşa devam ederse, yeniden bir denge kurma eğilimi içine girer. Bu nedenle de bir açıdan hayat da birbirini takip eden evrelerin, değişim ve yeni denge durumlarından, bireyin kendi dengesini sağlamaktan ibarettir. Sistem Teorisi içinde sistemler, kompleksitenin tersine, alt sistemleri ile her duruma uyum sağlama eğilimindedir ve kendini sürekli tekrarlamazlar. Sistemler, Teori çerçevesinde, kendilerini çevreden aldıkları geribildirimlere göre biçimlendirir ve yeni bir denge durumu kurarlar. Ancak, dengeleşimin sağlanması için olumlu geribildirim gibi olumsuz geribildirimde etkilidir. Bu konuya örnek olarak termostat verilebilir. Termostat sistemi sayesinde oda içindeki ısı, istenilen sınırlar içinde tutulur ve bu sınırlar dışına çıkılması durumunda olumsuz geribildirim ile eski statüko sağlanır. Olumlu geribildirim ise, sistemin istenilen sınırlar ve doğrultuda bulunduğunu ve de amaçları ile uyumlu hareket ettiği anlamına gelir. Olumlu geribildirim sistemi istenilmeyen sapmalardan korur. Ayrıca, olumsuz geribildirim sistemin istikrarlı olup olmadığını anlamaya ve olumlu geribildirim ise değişim ve büyüme anlamına gelir. Ancak, olumlu ya da olumsuz olsun, dış etki değişim ve gelişim için sistemlere gereklidir. Ya da bir başka görüşe göre dış etki biyolojik ya da sosyal veya olumlu ya da olumsuz olsun, değişim üzerindeki etkisi, değişimin asli kaynağı olup olmamasına bağlıdır. Diğer bir açıdan değerlendirildiğinde sistemler Darwin'den beri mekaniktir ve etki – tepkiye göre değişim gösterirken, biyolojik değişim anlayışına göre ani değişim anların da sistem kendini örgütler ve böylece sistem bir çekim merkezi etrafında, dengeleşim içinde bir yol izleyerek istikrâr bulur (Spronck ve Compernelle, 1997; Hudson, 2000).

Parçaları karşılıklı etkileşim içinde olan kompleks bir yapı olan sistem, kavram ve ilkelerinin maddi (material) sistemler ile sınırlı olmadığı ve de karşılıklı etkileşimi olan her bütüne uygulanabileceği fikrinden kaynaklanan Genel Sistem Teorisi belli eleştiriler de almıştır. Sistem Teorisi içinde düşünülebilecek ilk eleştiri, “varsayılan dengeye” (assumed equilibrium) yönelik mevcut uyum usullerinin sürekli devam etmesini sağlayan negatif geribildirim döngüsünün ve sistem süreç işlevlerinin aşırı vurgulanmış olmasıdır. Varsayılan denge Genel Sistem Teorisi'ne temel olmamasına rağmen, bu iddiaların sahipleri değişimin kaynakları için sistemin dışına odaklanmışlar ve kaynağı ister birey ya da isterse örgüt olsun, değişimin içsel

kaynaklarını göz ardı etmişlerdir (Hudson, 2000; Spronck ve Compernelle, 1997; Hudson, 2000).

Genel Sistem Teorisi ile ilgili bir başka eleştirel görüş ise teori kullanıcıları tarafından oluşan yüksek derecede rasyonilettir. Örneğin teori gereği, 20 anahtar sistemi bulunan bir durumda, bir milyondan fazla olasılıklı ilişki kurulabilmesidir. Dahası, her etken takımı değişik bir dizi amaç ve değerler getirir, bu nedenle de sorun çözümünün optimizasyonu çetin bir hal alır. Bu bağlamda, varsayılan denge ve harekete geçebilme sorunu nedeni ile, teori değişim ve gelişimi sınırlar düşüncesi akla gelebilir. Başka bir görüşe göre ise Sistem Teorisi tutucu ve bireysel eğilimleri teşvik ederek değişim politikasını etkiler ve bireyler ve de çevresi arasında denge bazlı çözümleri teşvik eder. Enerji, materyal ve bilginin tüketildiği bazı sistemler ya da içinde birkaç değişkenin yer aldığı sistemlerin devam sürecini öngörmek zordur. Hatta, bazı koşullar altında, değişimin yönünü öngörmek imkânsızdır. En basit değişim içinde dahi, bir sonraki başlangıç koşulları belli olmayan sistemler bu nedenle kaosu içerir (Spronck ve Compernelle, 1997; Hudson, 2000). Buraya kadar Sistem Teorisi açıklanmıştır. Çalışmanın devamında bu teori ardından gelişen Kaos Teorisi açıklanacaktır.

III. KAOS TEORİSİ'NE GENEL BAKIŞ

Kaos Teorisi periyodik, doğrusal olmayan (non-linear), dinamik ve bağlantılı öğeler ile karakterize edilen karmaşık sistemleri ele almayı sağlayan, kavramsal, matematiksel ve geometrik yöntemlerin bileşimidir. İlk olarak, Teori matematiksel kaosu incelemek için tasarlanmıştır. Bu bağlamda kaos, tamamıyla periyodik ve öngörülebilir bir düzenin ortasındaki sistemlerden, hiçbir biçimde ya da düzende kendini tekrar etmeyen sistemlere kadar uzanır. Bu tür sistemlerin örnekleri olarak hava koşulları, hisse senetleri piyasası hareketleri, endüstriyel uğraşlar ve birçok sosyal sistem verilebilir. Kaos teorisi, kaos kavramı ile teknik olarak uyumlu olmayan bir dizi karmaşık, dinamik ve doğrusal olmayan sisteme uygulanmıştır. Bu uygulama alanı, belirleyici (deterministik), kaotik (chaotic) ve tesadüfi (random) olarak bilinen üç tür sürecin, dengesizlik teorisi (nonequilibrium theory), self organizasyon teorisi, doğrusal olmayan dinamik (non-linear dynamics), karmaşık sistemler (complex systems) ve karmaşık adaptif sistem (complex adaptive systems) teorisi ile bağlantılıdır ve bu üç süreci adı geçen teoriler ile bağdaştırır. Kaotik sistemlerin tüm önemli sistem sınıflamaları içinde olduğuna inanılırken – konservatif, dağılımcı (dissipative), kuantum (quantum) – çalışmalarının çoğu kargaşanın dağılımcı (dissipative) sistemler üzerinde yoğunlaşmıştır. Bunlar, asli örnekleri biyolojik ve sosyal sistemler olan, enerjinin serbestçe aktığı, açık sistemlerdir. Ayrıca, bütün karmaşık sistemler ve doğrusal olmayan fenomenlerin kaotik olmadığını vurgulamak gerekir, çalışmalara göre bütün kaotik sistemlerin doğuştan doğrusal olmadığı (nonlinear) ve öngörülemezlikleri (unpredictable) varsayılır (Holden, 2005; Hudson, 2000; Horton, 2006; Keith, Cynthia ve Calvin, 1998).

IV. KAOS TEORİSİ'NİN GELİŞİMİ VE TANIMLANMASI

Kaos Teorisi kavramını eski Yunan ve Çin medeniyetleri zamanına kadar götürmek mümkündür. Kaos Teorisi'ni etkileyen önemli çalışmalardan bir kısmı Fransız matematikçi Henri Poincaré tarafından 19. yüzyılda yapılmıştır. Poincaré güneş sisteminin istikrarı ve dinamiği ile ilgili olarak çeşitli matematiksel çalışmalar yürütmüştür ve bulduğu sonuçların rakamsal değil de, kavramsal yorumlarının daha önemli olduğunu ortaya koymuştur. Poincaré sınır döngüsü (limit cycle) ve denge noktasını bulmuştur. Kaos Teorisi'nin diğer halefleri çözme ve dondurma modeli ile Kurt Lewin, felâket (catostrophe) teori ile Rene Thom ve çekim unsurları (strange attractors) ile Edward Lorenz olmuştur. Daha sonraları Robert May karmaşık dinamiklerin basit denklemler ile temsil edilebileceğini ortaya koymuştur (Spronck ve Compennolle, 1997; Hudson, 2000; Staveren, 1999).

Kaos Teorisi “deterministik (deterministic, belirleyici), doğrusal olmayan (nonlinear), dinamik (dynamic) sistemlerdeki, istikrarsız periyodik olmayan davranışların, niteliksel çalışmasıdır”. Davranış ve hareket biçimi öngörülemeyen ve tekrarlanmayan bir kalıp takip eden Kaos Teorisi dorusal olmayan dinamik sistemler ile bağlantılıdır. Doğrusal sistemlerin çevreleri ile ilişkileri ve sistem davranışı öngörülebilir ve modeller aracılığı ile ifade edilebilir. Çevresel bir etken artış gösterdiği zaman, sistem davranışı da doğrusal anlamda cevaben değişim gösterir. Aksine, kaotik sistemler içinde sistem davranışı ve hareketinin bir sonraki adımı belirsizdir. Periyodik süreçler boyu olabilecek atalet, aniden değişime uğrayabilir, belirli davranış kalıpları kaybolabilir ve yeni kalıplar bir anda ortaya çıkabilir. Ancak, bu kaotik biçimde oluşan değişim tamamen düzensizlik değildir. Dahası, düzeni basit kalıplar ve aracılığı ile açıklamak çok zordur veya imkânsızdır ve karmaşık açıklamalar gerektirir (McBride, 2005; Spronck ve Compennolle, 1997; Staveren, 1999; Arciszewski, Sauer ve Schum, 2003).

Doğrusal olmayan dinamizmi inceleyen Kaos bilimi, bilim adamlarını, saat gibi işleyen deterministik (belirleyici) evren hakkındaki düşüncelerinin artık doğru olmadığını inandırmıştır. Bu, geleceğe ait öngörülerde bulunmaya çalışan her bilim dalı için ileriye dönük anlamlar taşır. Kaos Teorisi'ne göre, eğer bir sistem tam olarak deterministik ise, geleceğini tam olarak tahmin etmek imkânsız olabilir. En basit sistemler bile çok karmaşık ve kaotik olabilirler. Girdaplar, hisse senetleri fiyatları, hava durumu, kalp atışı ve ürün satışı doğrusal olmaya örnektir (Diamond, 1993). Doğrusal olmayan (nonlinear) düzensiz süreçler, kaotik sistemlerin temel özelliklerinden biridir. Doğrusal sistemlerden farklarını belirtmek gerekirse; doğrusal sistemler ile ilgili çözümler ve denklemler, yeni bir çözüm bulmak için üst üste kullanılabilirken, doğrusal olmayan sistemler ve çözüm kümelerinde, denklem ya da çözüm, başka bir çözüm için tekrar kullanılamaz, yeniden formüle edilmeli, yenilenmelidir. Doğrusal olmayan bir sistem belirli parametreler dahilinde kaotik davranışlar gösterir, doğrusal sistemler ise her zaman dengede olmak zorunda olmamasına rağmen, kaosa da sürüklenmez. Doğrusal sistemler dış etkiler ya da şoklar ile değişkenlerine de bağlı olarak bir denge noktasından diğerine değişim gösterirken, doğrusal olmayan sistemler periyodik olarak, doğrusal olmayan sistemler gibi davranır ama sistem iki ya da daha fazla noktaya doğru denge sağlamak

için hareket edebilir ki buna da çatallaşma (bifurcation) denilir. Doğrusal olmayan sistemler, başlangıç koşullarına (initial conditions) çok duyarlıdır, ufak tesirler bile büyük farklara neden olabilir. Ayrıca, doğrusal olmayan süreçler belirsizlik içinde değişime uğrar ve denge bulur. Bu nedenle, doğrusal olmayan sistemlerin hareket süreci öngörülemmez (Staveren, 1999; Hudson, 2000; Spronck ve Compernelle, 1997).

Bilim adamları geleneksel olarak doğrusal ilişkileri incelemeyi tercih etmişlerdir. Doğrusal bir sistem içerisinde x değeri arttığı zaman, orantılı olarak y değeri de artacaktır. Örneğin, bir işletmenin reklâma 1 milyon € harcaması durumunda, satışlarının 30 milyon € artacağı biliniyorsa; 2 milyon €'luk reklâm harcaması, 60 milyon €'luk bir satış hacmine, oran arttıkça da, daha yüksek satış hacmine denk gelmelidir. Doğrusal sistemlerdeki ilişkileri kontrol etmek ve öngörmek işte bu kadar kolaydır. Eğer x değeri biliniyorsa, y değerini tahmin etmek nispeten kolaydır; durumu karmaşık hale getiren bir etken varsa da, göz ardı edilir ve sistem doğrusal kabul edilir. Ancak, gerçek dünya da, bu artık bu kadar kolay değildir. Doğrusal olmayan, dinamik sistemlerde, süreç gelişimi sonucunda ne olacağını tahmin etmek neredeyse imkânsızdır. Kaos teorisine göre ölçümler ne kadar özenle yapılmış olursa olsun, başlangıç koşullarına göre öngörülmeyecek noktalar mutlaka vardır. Buna bir örnek olarak bilardo oyunu verilebilir. Topa vururken yapılan hesaplamalara göre, topun hareket yönü bellidir. Ancak, başlangıç açısında yapılacak herhangi bir hata ya da sapma bilardo topunu yönünü değiştirir ve süreci öngörülemeyecek biçimde etkiler (Diamond, 1993).

Kaos Teorisi içinde incelenen sistemler dinamik ve düzensiz oldukları için, bu sistemler çevrelerine, tabiatları gereği, istikrarsız biçimde karşılık verirler. İstikrarın olduğu anda ise, bu durum çok kırılgandır ve en ufak dış etmen tarafından bile bozulabilir. Kaotik sistemler en ufak değişimlere bile önemli tepkimelerde bulunurlar ve bir dizi yarı-istikrarlı durumu takip ederler. Bu nedenle, kaotik sistemler sabit ve tekrar eden kalıplar göstermezler. Sistem ile ilgili değişkenler sahip oldukları değerleri yinelerler, yine de istikrarsızlık dolayısı ile bir anlamda sabit davranışa sahiptirler denilebilir. Bu tarz periyodik olmayan kalıplar yüksek derecede karmaşık ve sürekli olarak ufak kargaşalara duyarlıdır. Sistem hareket ve değişim halindeyken kalıplar ortaya çıkar, bir süre devam eder, sonra tesadüfi olarak diğer bir kalıp ile yer değiştirir ve süreç yeni kalıpların oluşumu ile devam eder. Bu kalıplar dinamiktir, hiçbir zaman birbirinin tam anlamı ile kopyası olmazlar ve akış süreci içinde davranırlar. Ancak, konuya bir başka açıdan bakıldığında ise, kaos içerisinde düzenli bir kargaşadan (turbulence) bahsedilebilir. Kargaşa, beklenmedik değişimler, belirsizlik, kontrol eksikliği, karmaşık kararlar, karşılıklı bağımlılık, yüksek performans getirisi gibi ifadeler ile açıklanabilir. Bu anlamda, günümüz dünyası içinde, işletmelerde öngöremedikleri, ancak sağlam tahminler yapmak zorunda oldukları bir ortamda uğraşı gösterirler. Bir işletme her hangi bir kargaşa sonucu, dengede olduğu bir başlangıç noktasından, bir başka statükoya nakil olur. Ancak, bu son gelinen nokta nihai düzen değildir. Faaliyet, yenilik ve gelişmelere göre değişim süreci devam eder. Başka bir ifade ile, sistem her zaman farklı ve kendini tekrar etmeden, başlangıç koşulundan bağımsız bir biçimde değişime uğrar ama aynı kalıp korunmaz. Bu anlamda düzenli bir kargaşa vardır (McBride, 2005; Spronck ve Compernelle, 1997; Diamond, 1993; Arciszewski, Sauer ve Schum, 2003).

Kaotik sistemler başlangıç koşulları itibarı ile kargaşa içinde olacakları için bir bitim noktaları yoktur, ancak sistemin amacını kavramsal olarak ifade etmek mümkündür. Başlangıç koşullarında ortaya çıkacak küçük değişimler, sistemi çok farklı bitim noktalarına taşıyabilir. Eğer başlangıç koşullarının açık olduğu dışa kapalı bir sistem göz önüne alınır, bu sistem geneli itibarı ile bir dış müdahale olmaksızın kendi son noktasına ulaşır, tükenir. Deterministik olan bir sistem tam anlamı ile öngörülemez ve neden-etki ilişkisi kendisini doğrusal bir biçimde tekrarlamaz. Bu nedenle, bir örnek vermek gerekirse, işletmelerde yönetim talimatları ile talimatın doğuracağı sonuç ve beklenen sonuç çok farklı olabilir. Kaos Teorisi'nin, açıklanması itibarı ile kavramsaldir. Kaos teorisi uzun vadede davranışsal kalıpları açıklamaya çalışır. Bu anlamda Kaos Teorisi hem objektif, bilimseldir, hem de genelleştirilebilir, yorumlayıcı ve bireyseldir. Bu nedenle, Kaos Teorisi sosyal ve örgütsel sistemlerin öngörülemezlik ve belirsizliğini, bilimsel deterministik yapılar ile bağdaştırmada yardımcı olabilir; ancak, süreç içinde değişim tesadüfi, belirsiz ve öngörülemezdir. Kaotik sistemlerde denge, riskin belirtisidir ve düzensizliğin habercisidir. Düzensizlik başladığı zaman belli bir süreç içerisinde yeni dengeye doğru kritik noktada hareket başlar, yeni çekim merkezinde denge kurulur ve süreç böylece farklı kalıplar ile tekrar ederek devam eder (McBride, 2005; Smith ve Higgins, 2003; Kwiatkowska, 2001; Pascale, 1999).

Dinamik sistem modelleri temeli itibarı ile öngörülemezdir. Doğrusal sistemlerde öngörülebilirlik sabitken, dinamik sistemlerde belirsizlik zaman ile değişir. Dinamik sistemlerde parçalar arasındaki ilişki zaman ile değişir. Bu anlamda statüko dinamiktir ve değişim sadece nesnelere değil, ilişkileri de kapsar. Ancak, bir dinamik sistemin çekim alanı kaotiktir. Bu kaotik süreç bir fraktaldır (fraktal değişik ölçeklerde tekrar eden n-milyon etkileşimden oluşan karmaşık yapıdır) ve her seviyede kendini yineler. Dinamik sistem teorisinin odak noktasını çoğu zaman çok parçalı, bileşik sistemler (bu sistemler kısa mesafede etkileşim içinde olurlar) oluşturur. Bu sistemlerin hareket biçimi kritik noktada ufak etkileşimlerin hareketi ve zincirleme etkileşimi tetikleme ile başlar. Bu esnada bir etkileşim diğerini tetikler ve devam eder. Bir kaotik sistemin uzun döneme ilişkin davranışını öngörmek mümkün değildir; çünkü, parçalar arasındaki ilişki değişiklik gösterir. Bilim dalları içindeki kaotik sistemler yığılma örgütlerden moleküler organizmalara, bulaşıcı salgın hastalıklardan düzensiz kalp atışına, tüketici davranışından bir uçağın kanat hareketlerinin sebep olduğu hava akımına kadar değişik biçimler ve etkiler gösterir. Doğrusal bir sistemde bilgi var olduğu gibi korunur. Kaotik bir sistemde ise bilgi diğer parçalar ile uyumlu olacak biçimde ve sistem sınırları dışından gelen diğer etkiler ile değişime uğrar. Bu tarz bir değişim biçimi, kendi kendine genişleme (auto-amplification), ufak çaptaki belirsizliklerin sistemin diğer kısımlarını etkilemesi ve mikroskobik değişimler ile örneklenebilir. Doğrusal sistemler geçmişten (non-historic) etkilenmeden bir durumdan öteki duruma geçip, geçmişten, geleceğe yeni biçimleri içinde naklolabilirler. Dinamik sistemler geçmişten etkilenirler (historic). Dinamik sistemlerin geçmişini değiştirmek ya da geleceğini yeniden yapılandırmak olanaklı değildir. Gelecekteki hali öngörülemez; ancak, geçmişe bakılarak bir hareket kalıbı ile ilgili tahminde bulunmak mümkündür. Bu nedenle, sistemin geleceği ile ilgili tahminler geri çevrilmesi mümkün olmayan değişimlere bağlı olarak yapılır.

Dinamik sistemlerde başlangıç koşulları sistemin gidişatını etkilerken, doğrusal sistemlerde bunun bir önemi yoktur, kaosta ise sistem parçaları ile uyumlu olarak bir çekim alanı içinde dengeye gelir, ancak uzun dönem dengeyi belirlemek mümkün değildir, değişim hızlı olur (Spronck ve Compernelle, 1997; Kwiatkoowska, 2001; Hudson, 2000; Dolan, Garcia ve Auerbach, 2003).

Kaos Teorisi içinde yeri olan bir başka önemli kavram ise “çekim noktası”dır (attractor). Karmaşık sistemlerin birçoğu, etrafında hareket ve davranışlarını tekrar ettikleri bir ya da bir dizi durum sergilerler ve sonunda yine bu noktada sistem durağan bir hâl alır ve statüko tesis edilir. Lorenz'in çalışmasına kadar kaotik sistemlerin istikrar dengesini koruma eğiliminde oldukları farz edilirdi. Ancak, Lorenz ile başlayarak, sistemlerin benzer kalıplar içinde tam olarak, her zaman kendisini tekrar etmeyeceği ve farklı çekim noktalarının yeni statüko kurulmasına olanak sağlayacağıdır. Kaotik kalıplar içinde, sistemin nasıl değiştiği ile ilgili bir diğer olgu “ikiye ayrılma ya da çatallaşmadır”. Fiziksel bilimlerde, araştırmacılar, anahtar parametre arttıkça, anahtar eşiğin, iki alt sürece ya da alternatif ritimlere bölündüğü bir süreç oluşur. Parametre arttıkça, başka bölünmelerde oluşur ve üç ya da beş bölünmeden sonra kaotik bir kalıp birbirini takip etmeye başlar (Hudson, 2000; Spronck ve Compernelle, 1997).

Robert May'in gözlemi Kaos Teorisi açısından önemlidir; yani, en karmaşık sistemin bile basit denklemler ile açıklanabileceği. Bu tarz basit denklemlere dair yineleme (iteration) ya da geribildirim karmaşık veya kaotik sistemleri yalın ilişkiler ile açıklanabileceğini vurgulamıştır. Benzer biçimde, kuş sürülerinin karmaşık biçimi veya insan kalabalıklarının hareketi, her bireyin basit kararlar ile davranışını tekrarlaması ile açıklanabilir; yani, küresel yapı, yerel uğraşı kuramlarından doğar, bu da karmaşık sistemlerin özellikleridir. Kaos Teorisi bu tarz gelişimleri açıklamak için fraktallar (fractals) ve çekim merkezleri (attraction points) gibi bir dizi grafik yöntemini de içerir. Ancak, temel metodoloji, zaman serisi analizini içerir. Ayrıca, Kaos Teorisi'nin temelinde doğrusal olmamak (nonlinearity) vardır. Doğrusal ilişkilerin temelinde orantılı anlamda neden-sonuç (cause-effect) ilişkisi vardır. Doğrusal olmayan ilişki ise neden-sonuç arasında orantısız ilişki temsil eder. Doğrusal olmayan ilişkilerin kaotik sistemler için gerekli olmasına rağmen, doğrusal olmayan ilişkiler, kaotik sistemin oluşması için tek başına yeterli de değildir. Ayrıca, doğrusal olmayan ilişkiler hem doğal, hem de sosyal sistemlerde mevcuttur. Buna göre doğrusal ilişkilerden ziyade, doğrusal olmayan ilişkiler (olayın sonucu, başlangıç durumundan ve ilk koşullardan farklı olacağı için) işlerin girdilerinin belirlenmesinde, müşteri tatminini ölçmede ve çıktı verimliliği değerlendirme de önemlidir (Hudson, 2000; Spronck ve Compernelle, 1997).

Termodinamik gibi geleneksel bilim dalları, sistemleri hep bir denge merkezinde ya da dengeye yakın olacak şekilde tanımlamıştır. Ancak, bazı çalışmalar göstermiştir ki; kaotik ve karmaşık sistemlerin çoğu basit parçaları dengeden uzaktır. Kritik bir eşikten sonra, bir çekim merkezinden, sınırlı döngü çekim merkezine sürüklenir. Bu nedenle, kaotik sistemler bazı dış etkiler, dalgalanmalar ve aktiviteler sonucu, tutarlı bir biçimde değişime uğrayarak, kaos aracılığı ile başka bir seviyede denge bulurlar. Bazen sürecin sonu kaos, bazen karmaşa, bazen de self organizasyon olur. Ancak, gerçek anlamda kaotik sistemlerde değişim o kadar hızlı olur ki, tam

anlamı ile ölçülemez; ancak bu sürecin her an böyle olması da gerekmez. Er veya geç sistem tekrardan bir denge noktası bulur ve sonrasında kaotik süreç yeniden başlar. İstikrar sürecinin nerede başladığı ya da bittiği belirsizdir. Sistemin nerede tekrar istikrara kavuşacağı önceki safhalara, geçmişine veya tesadüfî olaylara bağlıdır (Spronck ve Compennolle, 1997; Hudson, 2000; Holden, 2005).

Kaos içinde belirtilebilecek bir diğer kavram ise katasrofik (catastrophic / feci: bir sistem içerisinde ani ve şiddetli değişime neden olan küçük etki) gelişmelerdir. Katasrofik hadiselerde öngörülemez ve sonuçları geçmiş olayların neticesidir. Örnek olarak, önemsiz ve basit bir sebepten çıkan savaşları düşünebiliriz. Savaşın sebebi çok anlamsız ve önemsiz olabilir; ancak, öngörülemez ve sonrasında ne olacağına ait parametreler de belirsizdir. Düzen ve kaos arasındaki çizgiyi tanımlamak için kullanılan bir diğer kavram ise boolean (George Boole tarafından bulunmuştur, doğru ya da yanlış değerler alabilen, birbirine denk çeşitli parametreleri içerir) şebekelerdir. Boolean şebekeler çok sayıda ikili elemandan oluşur ve her eleman bir sonrası için girdi teşkil eder. Her elemanın hareketi boolean fonksiyonu denilen bir hareket kuralına bağlıdır. Her elemanın aktivitesi bir durumu oluşturur, her elemanın fonksiyonu sınırlıdır ve bu düzende bir döngü oluşur. Her döngü yine bir çekim merkezi etrafındadır. Boolean şebekelerin iki parametresi vardır. Bunlar bağlanabilirlik (connectivity: her eleman başına düşen girdi) ve eğilimdir (bias: her elemanın harekete geçirilme olanağı ve kolaylığı). Bağlanabilirlik fazla olduğu zaman sistem daha kaotik bir süreç içine girer. Eğilim sistemin davranışını ve hareket biçimini etkiler. Eğilimin etkisi düşükse sistem düzen içinde kalmaya daha yatkındır, eğer eğilim yüksekse, sistem kaotik sürece daha yatkın olur. Bir sistem şebekesinin eğilimi kritik değere göre ayarlanabilir ve kritik nokta düzen ve kaos arasındaki sınırı çizer. Kritik noktada, sistem evrime uğramak için optimal kapasiteye sahiptir, hızlı değişime ayak uyduracak esnekliği vardır ve kaotik olmayacak kadar istikrarlıdır. Ufak değişimler ile sistem ufak uyarlamalar yapabilir. Büyük değişimler ile ani ve de geniş değişikliklere kendini uyarlayabilir (Spronck ve Compennolle, 1997; Dolan, Garcia ve Auerbach, 2003).

Sistem Teorisinden gelen geribildirim, Kaos Teorisi'nde merkezi oluşturmaktadır. Kaos Teorisi'nde geribildirim, sonuçların bir sonraki adımın girdisi olduğu, bir zaman serisi süreci ile tanımlanabilir. Sistem Teorisi'nde olduğu gibi geribildirim olumlu ya da olumsuz olabilir veya ikisinin bileşimi de olabilir. Geribildirim sonucu değişim tek bir değişken ya da birkaç değişkenin etkisi ile olabilir. Her hangi bir durumda, dorusal bir sürece ya da periyodik kalıbın devam etmesine neden olan geribildirim olumsuz geribildirim, öngörülmesi mümkün olmayan sonuçlara neden olan geribildirim ise olumlu geribildirim olarak tanımlanır. Kaos Teorisi içinde en çok atıf yapılan kavram ise başlangıç koşullarının statükoya olan duyarlılığıdır. Bu kavram Lorenz'in hava koşulları ile ilgili yaptığı çalışmadan gelir. Lorenz yaptığı çalışma sonucunda, doğrusal olmayan bir düzende yapılacak öngörünün, uzun vadeye yayılması durumunda, sonuçların beklenenden çok farklı olduğunu ortaya koymuştur. Lorenz yaptığı bir çalışma esnasında bulduğu sonuçları virgülden sonraki altı hane yerine, ilk üç haneye kapsayacak biçimde kaydetmişti. Halbuki aynı anda bilgisayar sonuçları orijinal figürler ile kaydetmeye devam etmekteydi. Süreç sonunda, Lorenz ve bilgisayar tamamı ile farklı sonuçlara

ulaşmışlardı (hava durumu ve yapısı birbirleri ile etkileşim içinde olan ve önceden öngörüsü mümkün olmayan bir çok öge içerir; bu tür doğrusal olmayan sistemlere örnek olarak ekosistemler, ekonomik varlıklar, biyolojik değişim ve insan aklı verilebilir). Bu çalışma ardından, ufak farkların ya da hataların, çalışma sürecinde ve sonuçta meydana getirdiği kayda değer farka “kelebek etkisi” denildi. Denebilir ki; “Çin’de bir kelebek kanat çırparsa, dünyanın öbür ucunda tayfun olur” cümlesi, sosyal bilimlerde bilinen bir gerçek olarak yerini almıştır. Kaos Teorisi dahilinde bu tarz olayların gelişimi, bir sürecin sonucunun ya da olayın yaratacağı etkinin tam anlamı ile belirlenmesi veya tanımlanmasının imkân dahiline olmadığı ve doğrusal olmayan hareket biçimlerini kanıtlar. Zaten, başlangıç koşullarının neden olduğu etkinin önemi ile ilgili olarak sosyal bilimlerde bir çok spekülasyon olmuştur. Daha öncesinde bilim adamları, ufak farkların ufak değişimlere, büyük farklarında büyük değişimlere neden olduğuna inanırlardı. Lorenz’in çalışması bu kanıyı değiştirmiştir. Sonuç olarak “ufak farklılıklar, dalgalanma ve düzensiz hareketlerin doğal sistemlerin, yeni denge noktasına naklini düzenleyeceği” gerçeği kabul görmüştür. Bu nedenle, başlangıç durumuna duyarlılık, ufak farklar ve hataların önemli sonuçlara götüreceği için göz ardı edilemez. Buna göre, başlangıç koşullarına duyarlı kaotik sistemlerde, anlık değişimler, öngörülene göre önemli farklılıklara neden olabilir; kaotik olmayan sistemlerde bu süreç orantılı işler, kaos teorisinde ise hatalar ya da farklar üssel olarak artar ve her kendini tekrar eylemi tahmin sınırları aşılar ve yeni denge noktasına kadar devam eder ve böylece kendini yineleyen süreçler oluşur. Buna ek olarak, sonuçlar üzerinde önemli etkisi olan bu küçük farklılıklar kaos matematiğinin temellerini oluşturmuş ve başlangıçta var olan küçük farkların, sistemin uzun vadedeki davranış biçimi üzerinde ne kadar önemli etkileri olabileceğini ortaya koymuştur (Holden, 2005; Hudson, 2000; Spronck ve Compennolle, 1997; McBride, 2005; Keith, Cynthia ve Calvin, 1998; Diamond, 1993).

Kaos Teorisi'nin bir başka dalı ise belirme (emergence) ya da self organizasyondur. Burada açıklanmak istenilen, biyolojik evrim ya da sosyal gelişim sonucu “örgütlenmiş yapının kendiliğinden oluşmasıdır”. Bazılarına göre self organizasyon doğanın önemli bir buluşudur ve self organizasyonun temel özelliği “dışarıdan belirli bir müdahale olmadan ya da en az tesir ile geçici yapıyı oluşturmaktır”. Self organizasyon süreçleri galaksiler, hortum oluşması veya akıntı içindeki girdaplar gibi doğal sistemlerde gözlemlenebilir. Self organizasyon, doğal ve sosyal yapıların kendi evrimini sağlayabilmesi ve ileride maksimum uyum ve de maksimum evrimi yaşayabilmek için yapısında ince ayar yapmasıdır. Self organizasyon ardından incelenebilecek bir diğer konuda keline benzeyebilmektir (self similarity). Karmaşık sistemler geneli itibarı ile kendilerini tekrar eden özellikle yapılar içerirler. Kendine benzemeye bir örnek vermek gerekirse sahilde dalgaların normal koşullar altındaki hareketleri gösterilebilir. Kendine benzeme belli bir düzen içerisinde paralel süreçler takip etmektir. Kaos Teorisi içinde incelenebilecek bir diğer konu da fraktallardır (fractals). Fraktalar, kaotik süreçleri tanımlamak için kullanılan, kendini tekrar eden matematiksel denklemlerin görsel temsidir. Doğa manzaralarının simulasyonu, matematiksel algoritmalar fraktallara örnek olarak gösterilebilir. Fraktalların, kaotik yapı ile etkileşim içinde olduğu sınırsal bölgeler

mevcuttur. Bu sınırlara “kritik nokta” (edge of chaos) olarak bilinir. Kritik nokta üzerinde işlemde bulunmak yaratıcılığın ve sorun çözümü için önemli koşullardan biridir ve böylece kaotik süreçler kendini tekrar etmediği için yeniliğin sonsuz kaynağını oluştururlar (Hudson, 2000; Pryor ve Bright, 2006).

V. KAOS TEORİSİ'NİN ÖĞELERİ

Kaos Teorisi, esasında, bir sistemin başlangıç koşulları ve sistemin maruz kaldığı değişimde olumlu geribildirim etkisi ile ilgilidir. Bu değişim süreci incelendiğinde ise, Kaos Teorisi'ni açıklamak için bazı anahtar öğeler olduğu anlaşılır. Bu öğeler şöyle açıklanabilir:

Etkileşim alanı (domain of interaction); belirli bir alan ya da boşluk içinde, hep bir varlık vardır. Bu boşluk safhası veya etkileşim alanı sistemin içinde olabileceği tüm olası durumları içerir. Etkileşim alanına örnek olarak, bir işletmenin içinde hayat döngüsü süresince var olacak, finans bölümü içinde işlemekte olan muhasebe sistemi verilebilir. Bu etkileşim alanı içerisinde meydana gelen sınırlı sayıda olasılık vardır ve bu olasılıklarda sonuçlar doğurur. Etkileşim alanı, ayrıca, o sistemin belirli sayıda davranışsal sonucunu içerir, sistemin kapsamını, örgütün nüfuz alanını belirler ve örgüt içinde birbirleri ile etkileşim içinde olan şebekeleri tanımlar (McBride, 2005).

Başlangıç koşulları (initial conditions); değişimin incelendiği bir örgütün ilk durumu ve sistemleri, o değişimin nüfuzunu ve sonuçlarını etkiler. Kaos Teorisi, doğrusal olmayan dinamik davranış nasıl geliştiğinin belirlenmesinde, başlangıç koşullarının kritik olduğunu belirtir. Örneğin, iki kaotik sistemin başlangıç koşulları arasındaki fark çok az bile olsa, sonuç itibarı ile değişim ve sonuçtaki farklılaşmaları kayda değer olur. Dahası, başlangıç koşullarındaki en ufak değişimler bile, olumlu geribildirim aracılığıyla, örgüt içindeki sistemin akıbetinde önemli etkileri olur. Bu nedenle, başlangıç koşullarında ya da ilk tercihlerdeki küçük değişimler ortaya çıkan uygulamada farklara sebep olur. Başlangıç koşulları, teknik düzenlerin tanımlarını, örgüt yapıları ve örgütün anahtar etmenlerini içerebilir. Örnek olarak, sistemin sınırları içinde kazanımı olan paydaşların etkileri, sistemin hareket doğrultusunu ve değişimini etkileyebilir (Holden, 2005; Hudson, 2000; McBride, 2005; Spronck ve Compernelle, 1997).

Olaylar ve tercihler (events, choices); bir sistemin hayat döngüsü içinde olaylar meydana gelir ve sistemin hareket tarzını etkilemek için tercihler yapılır. Bu olaylar ve tercihler sistemin akıbetini belirlemede başlangıç koşullarına tesir eder, örgütsel davranışı yönlendirecek olan çekim unsurlarını etkiler. Bu olay ve tercihler olumlu veya olumsuz geribildirimler doğurabilir, bu geribildirimlerde sistemin yeni denge noktasını ve olası evrimini ortaya koyar (McBride, 2005).

Çekim merkezi (veya unsurları, strange attractors); çekim merkezi veya unsurları örgütlerin, organizmaların ve etmenlerinin yaşam döngüleri süresince gösterdikleri, davranışlarının özellikleri, dinamizmi ve yarı – istikrarlı kalıplarıdır. Bir sistemin davranış kalıbını anlamak, çekim unsurlarını yeniden yapılandırmayı içerir. Bu tarz doğrusal olmayan davranış kalıpları, etkileşim alanının alt kümesi olarak tanımlanarak oluşur. Çekim unsurları durağan haller değildir; ancak, herhangi bir zaman aralığında değişebilecek geçici davranış kalıplarıdır. Hem içsel, hem de dışsal

etkenler sistemi etkileyerek istikrar sürecinden çıkartıp, yeni çekim unsurlarının olduğu bir bölgede dengeye getirebilir. Çekim unsurları ya da merkezleri bir örgüt, biyolojik sistem ya da herhangi bir oluşum için de, iç süreçlerinde çok önemli farklılıklar göstermelerine rağmen, makro özelliklerinde düzen sergileyen örgütsel yapılaşımlardır. Çekim merkezleri değişim denizi içerisinde var olan geçici istikrar durumları gibidir (Holden, 2005; Hudson, 2000; Spronck ve Compennolle, 1997; McBride, 2005).

İkiye ayrılma (veya çatallaşma, bifurcation); ikiye ayrılma dinamik sistem davranışı içindeki niteliksel değişim olarak tanımlanabilir. Bu değişim bir çekim merkezinden diğerine ani bir kaymayı içerebilir. Sistem davranışındaki büyük dalgalanmalar, sistem yeni bir duruma hareket etmeye başladığında oluşur. Böyle bir değişim başlangıcı geriye döndürülemez. Ancak, çatallaşmadan sonraki ikiye ayrılma ile sistem tekrar eski konumuna dönmeye çalışmak istese de, bu kalıp ilk konumdan farklıdır ve değişik çekim unsurlarını içerir (Holden, 2005; Hudson, 2000; McBride, 2005).

Kritik nokta (edge of chaos); Bir sistem etkileyen içsel ve dışsal olaylar ve tercihler, sistemi dengede bulunduğu mevcut durumundan, kaotik davranışının sonucu olan ve çarpıcı değişiminden etkilendiği kritik noktaya doğru sürükleyebilir. Kritik nokta sistemin, yeni bir davranışsal oluşum göstereceği niteliksel durumdur. Bu yeni davranışsal oluşum, yeni çekim merkezi olarak da tanımlanabilir (Holden, 2005; Hudson, 2000; McBride, 2005).

Yineleme (iteration); bir sistem içindeki değişim karşılığında sistemin davranışını ve konumunu da değiştirir. Periyodik olmayan etkileşim döngüleri başlangıç koşullarını farklılaştıran ve sistemin evrimleşmesine katkıda bulunan geribildirim sağlar. Bu sayede, sistem kendini yineleyen bir süreç içerisine girer; ancak, her yineleme sonucunda gelinecek konum bir öncekinden farklı olur. Böylece, başlangıç koşulları içsel ya da dışsal etmenlerce etkilenir; tercihlerin etkileri başlangıç koşullarına nüfuz eder; sonraki olay ve tercihler başlangıç koşulları değişimi için geribildirim sağlar; her seferinde sistemin yinelemesi, sistemi kritik noktaya doğru iter; çatallaşma sonucu istikrarsız sistem yeni bir çekim merkezine doğru hareket eder ve süreç bu biçimde devam ederek yeni ve de geçici denge konumları tespit edilir (Hudson, 2000; McBride, 2005).

Bağlanabilirlik (connectivity); sistem uygulamalarından kaynaklanan değişim, ister insani ister makine veya diğer biyolojik yapı kaynaklı olsun, etkenlerin karşılıklı etkileşimi sonucunda ortaya çıkar. Bu etkenler arasındaki etkileşim sonucu oluşacak dinamik ilişkiler bilgi akışını ve değişimi sağlayarak, başlangıç koşulları geribildirim ile farklılaşır, sistem yeni bir çekim merkezine doğru hareketle, kritik noktada konumunun değişmesini sağlar. Sistem içindeki bu muazzam bağlantı şebekesi kaotik davranışın, dönüşümsel kalıplar ve çekim unsurlarının oluşmasını sağlar. Etkileşimin karmaşık şebekesi, belirsiz ve öngörülemeyen nüfuz etmenleri ile yeni davranış ve hareketin oluşmasını teşvik eder (McBride, 2005). Konunun devamında, Kaos Teorisi'ni daha iyi tanımlayabilmek için Kaos Teorisi öğeleri açıklanacaktır.

VI. KAOS TEORİSİ'NİN UYGULAMA ALANLARI

Bazı araştırmacılara göre karmaşık sistem çalışmaları yürütmek için elverişli ve genel bakış açısı Kaos Teorisi'dir. Kaos Teorisi'nin en kapsamlı kullanım alanı fiziksel ve biyolojik bilimler (nöroloji ve kardiyoloji vb.) olmasına rağmen, ekonomi, işletmecilik ve psikoloji gibi diğer farklı bilim dallarında kullanma imkânı da vardır. Ancak, Kaos Teorisi ile ilgili bir uygulama sosyal bilimler alanında yapılacağı zaman, uygulamalar matematiksel veya grafiksel araçlardan ziyade kavramsal ya da metaforlar aracılığı ile yapılır (Hudson, 2000).

Tıp alanında, Kaos Teorisi nöroloji, sinir sistemi, psikiyatri, kardiyoloji ve algısal sorunların çözülmesi gibi konularda kullanılır. Buna ek olarak Kaos Teorisi örgütsel psikoloji, eğitim ve davranış bilimlerinde de uygulama alanı edinir. Konuya sosyal bilimler açısından bakıldığında Kaos Teorisi hem olumlu, hem de olumsuz yanlar içerebilir. Eğer, kişi çoğu sosyal sistemin önemli kaotik süreçler içerdiği kanısında ise, süreç içinde sorunlara çözüm getirecek veya müdahale etmeyi sağlayacak çözümler ve süreç optimizasyonu biçimlerinin, akış içerisinde takibi zor olacaktır ve başlangıç koşullarında ya da sonradan oluşabilecek en küçük bir değişim bile sonucu önemli derecede değiştirecektir. Ancak, kişi süreç içindeki tüm eğilimlerin öngörüsü ve yaklaşık tahminini yapabilmeyi amaçlıyorsa, Kaos Teorisi uygun öngörü yapmayı kolaylaştırabilir. Kaos teorisyenleri kaotik ve periyodik süreçlerde, geniş bir dağılım içerisinde mevcut dengenin bozulduğu veya duyarlılığın arttığını ya da geribildirim olumlu olup, olmamasına göre periyodik kalıplara ya da statükoya dönüşü tespit etmişlerdir. Buna ek olarak Kaos Teorisi'nden verimli bir biçimde yararlanabilmek için, uygulayıcıların yeterli derecede niceliksel yeteneğe sahip olması da gerekmektedir; çünkü, bu anlamda kaotik durum hesaplamaları zaman serisi, veri analizi gerektirebilir. Ancak, yine de kaotik araştırmalar içinde kurulacak çeşitli hipotezler ve çalışmalar, kavramsal anlamda, sosyal bilimcilerin yetenekleri dahilindedir; fakat, yeterli derecede matematiksel bilginin doğrusal olmayan veya dinamik süreçlerin analiz işlemini kolaylaştıracağı ise bir gerçektir, böylece değişimin doğal sürecini, yapısal ölçekteki genişlemeleri, self organizasyon ve belirmenin öngörüsünü yapmak, kritik noktada var olmak ya da çekim noktalarını tahmin etmeyi daha verimli süreçler ile yerine getirmek mümkün olacaktır (Hudson, 2000; Spronck ve Compernelle, 1997).

Daha başka örnekler vermek gerekirse, dinamik, doğrusal ve kaos teorileri ekonomide kullanılabilir. İstikrarlı bir piyasa doğrusal davranış biçimleri gösterirken, büyüyen ve gelişen bir piyasa dinamik ve daha sonraki denge durumu kestirilemeyen ve hızlı değişimlere sahne olan piyasa yapısı ise kaotik olarak değerlendirilebilir. Doğrusal sistemlerde değişim dengeli ve kendini organize ederek oluşurken, doğrusal çekim alanı, sistemin hareket yönünü öngörmeyi olanaklı kılar, bu tür sistemler esnek olurlar. Buna karşın kaos, geçmiş deneyimler, ani değişim ve öngörülemez süreçler anlaşılacak isteniyorsa dinamik teori ve kaos kullanılmalıdır. Kaos doğrusal olmayan dinamik modellerin açıklaması için kullanılacak bir teoridir. Belirsizlik, huzursuzluğa, güvensizliğe ve güçsüzlüğe neden olur. Ancak, insanoğlu sonunu öngörebildiği ve kontrol edebildiği süreçler içerisinde güvende hisseder. Ancak, her sürecin sonu tahmin edilmediği için değişime direnç olduğandır.

Bu bağlamda yapılabilecek olan, düzensiz olan bu sistemlerin akışını olabildiğince tahmin edebilmektir. İşletmelerde ve günlük hayatta değişim sürecini tasarlarken, kaosu iyi yönetebilmek için, işletmenin ortak ilkeleri paylaşılmalı, belirsizlik ile baş edecek güven tesis edilmeli, esnek çalışılmalı, kaotik süreci aşmak için yaratıcılık ve yenilik üzerine odaklanılmalı yapı ve kurallar yalınlaştırılmalı, kendini örgütlenme yapılabilmeli, sosyal sorumluluk ve bilinç yaratılmalı, kaliteli iletişim olmalı ve işletme mensuplarının işlerine coşku ile bağlanması sağlanmalıdır (Spronck ve Compennolle, 1997; Dolan, Garcia ve Auerbach, 2003).

Ayrıca, Kaos Teorisi, Lorenz'in çalışmasında olduğu gibi fiziksel sistemlerin incelenmesinde; hem kavramsal, hem de niceliksel olarak örgütsel ve yönetsel çalışmalarda; malzeme–ihtiyaç planlaması gibi işletmelerin üretim yönetimi yöntemlerinde; işletme yapılarını inceleyen örgüt teorisinde; yönetsel denetimin sebep olacağı sonuçları kestirmek için yönetim biliminde; birey ve toplum davranışlarının incelenmesinde psikolojide; organik sistemlerin incelenmesinde biyolojide; stratejik hareket biçimlerinin tespitinde stratejik yönetimde ve örgütsel değişimde kullanma imkânı vardır. Anlaşılacağı üzere, Kaos Teorisi, kullanım alanları göz önüne alındığında, çok geniş bir uygulama alanına sahiptir; bu nedenle, sosyal bilimlerdeki önemi açıktır (McBride: 2005).

VII. SONUÇ

Kaos Teorisi periyodik olmayan istikrarsız sistemlerin doğrusal olmayan dinamik hareketlerini inceleyen teoridir. Teori düzensizlik içinde hareket eden, öngörülemeyen belirsiz ve sürekli değişen yapıları içine alır. Doğrusal sistemlerde, sistemin çevresi ile ilişkisine de bağlı olarak, hareket seyrini öngörmek ve bir model ile açıklamak mümkün olurken, kaotik sistemler sürekli değişken bir düzensizlik, düzeni içinde davranış gösterirler. Kaotik sistemler, başlangıç koşullarından bağımsız, ufak bir müdahale ya da tesir sonucunda, dengede oldukları konumdan hareket ederek, başka bir çekim merkezinde ve kritik noktada yeni bir konumda denge bularak değişime uğrarlar. Ancak, kaotik sistemler uzun dönemli denge korumazlar ve birbirini yineleyen, ancak farklı kalıplar halinde çatallaşma unsuru aracılığı ile bir öncekine benzemeyen konumlarda denge kurarlar. Kaos Teorisi, öngörülemeyen bu değişim tarzı ile, sosyal bilimlerde, biyolojide, fizikte, psikolojide, işletme biliminde, ekonomide, sosyolojide, organik sistemlerde, strateji uygulamalarında ve daha pek çok alanda kullanılır.

KAYNAKÇA

- ARCISZEWSKI, T.; SAER, T. ve SCHUM, D. (2003), "Conceptual designing: Chaos-based approach", *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, Vol. 13, pp. 45–60.
- BERTALANFFY, von L. (1972), "The History and Status of General Systems Theory", *Academy of Management Journal*, Vol. 15, No. 4, pp. 407–426.
- DIAMOND, A. (1993), "Chaos Science: Ubiquitous revolutionary theory has implications for marketing researchers and their predictions", *Marketing Research*, Vol. 5, No. 4, pp. 9–14.

- DOLAN, S.; GARCIA, S. ve AEURBACH, A. (2003); "Understanding and Managing Chaos in Organizations", *International Journal of Management*, Vol. 20, No. 1, pp. 23–35.
- GULYAEV, S. ve STONYER, H. (2002), "Making a map of science: general systems theory as a conceptual framework for tertiary science education"; *International Journal of Science Education*, Vol. 24, No. 7, pp. 753–769.
- HELOU, M. ve CADDY, I. (2006), "Definition Problems and a General Systems Theory Perspective in Supply Chain Management"; *Problems and Perspectives in Management*, Vol. 4, No. 4, pp. 77–83.
- HOLDEN, L. (2005), "Complex adaptive systems: concept analysis", *Journal of Advanced Nursing*, Vol. 52, No. 6, pp. 651–657.
- HORTON, T. (2006), "Competition or monopoly? The implications of complexity science, chaos theory and evolutionary biology for antitrust and competition policy", *The Antitrust Bulletin*, Vol. 51, No. 1, pp. 195–214.
- HUDSON, C. (2000), "At The Edge of Chaos: A New Paradigm for Social Work", *Journal of Social Work Education*, Vol. 36, No. 2, pp. 215–230.
- KWIATKOWSKA, T. (2001), "Beyond Uncertainties", *Ethics & the Environment*, Vol. 6, No. 1, pp. 96–115.
- LOCKER, M. (2006); "Systems Theory and the Conundrum of Ens: Thoughts and Aphorisms", *Foundations of Science*, Vol. 11, pp. 297–317.
- McBRIDE, N. (2005), "Chaos theory as a model for interpreting information systems in organizations", *Information Systems Journal*, Vol. 15, pp. 233–254.
- PASCALE, R. (1999), "Surfing the Edge of Chaos", *Sloan Management Review*, pp. 83–94.
- PRYOR, R. ve BRIGHT, J. (2006), "Counseling chaos: techniques for practitioners"; *Journal of Employment Counseling*, Vol. 43, pp. 2–16.
- SMITH, W. ve HIGGINS, M. (2003); "Postmodernism and Popularisation: The Culture Life of Chaos Theory", *Culture and Organization*, Vol. 9, No. 2, pp. 93–104.
- SPRONCK, W. ve COMPERNOLLE, T. (1997); "Systems Theory and Family Therapy: From a Critique on Systems Theory to a Theory on System Change", *Contemporary Family Therapy*, Vol. 19, No. 2, pp. 147–175.
- STAVERN, van I. (1999); "Chaos Theory and Institutional Economics: Metaphor Model?", *Journal of Economic Issues*, Vol. 23, No. 1, pp. 141–160.
- WARREN, K.; FRANKLIN, C. ve STREETER, C. (1998), "New Directions in Systems Theory: Chaos and Complexity", *Social Work*, Vol. 43, No. 4, pp. 357–372.