

# KARMAŞIKLIK, SORUN ÇÖZME VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TOPLUMLAR<sup>1</sup>

Joseph A. Tainter, 1996

Çeviren: Ender Gürol ([enderqurol@tnn.net](mailto:enderqurol@tnn.net))

*GETTING DOWN TO EARTH* 'den: Ekoloji ekonomisinin pratik uygulamaları

Island Press, 1996; ISBN 1-55963-503-7 <http://www.amazon.com/exec/obidos/ASIN/1559635037>

## KISACASI

*Ekoloji ekonomisinin pratik uygulamalarında tarih bilgisi esastır. Sorun çözme sistemleri, uzun vâdelerde, daha büyük karmaşıklık doğurmakta, daha büyük mâliyetlere neden olmaktadır. Zaman içinde, bu tür sistemler, gittikçe artan sübvansiyonlar gerektirir; yoksa çökerler. Sorun çözmeye karmaşıklık konusundaki azalan verim ve karşılaşılan sorunları tutarlı bir biçimde yanıtlama, geçmişteki toplumların yeteneklerini sınırlıyordu; oysa şimdi, çağdaş tepkileri küresel değişim biçimlendirmektedir. Bu ikilem karşısında, sorun çözmeyi sürdürmekte enerjinin rolünü ve gittikçe karmaşıklaşan sistemlerde tarihteki yerimizi anlamamız gerekiyor.*

## GİRİŞ

Sürdürülebilirlik sorununu anlama sorgulamamızda, enerji dönüşümlerini, biyofiziksel sınırlamaları, çevresel bozulmayı, üretim ile tüketimi ve neoklasik ekonominin varsayımlarını yöneten insan özellikleri gibi etkenleri kavrama telaşına kapıldık. Bu konularda bilgimiz arttıkça ekoloji ekonomisinin pratik uygulamaları daha bir belirginleşmekte. Ne var ki, kaydedilen ilerlemelerde eksik olan önemli bir nokta var. Herhangi bir insani sorun, aslında daha önceki olay ve süreçlere gösterilen bir 'tepki anı'dır sadece.

Tarihsel kalıpların (*patterns*) gelişmesi, kuşaklar boyu sürer, bazen yüzyıllar alır. Ömür boyu süren bir deneyimin, bir olayın veya bir sürecin kaynağının tam olarak açığa çıkması pek enderdir. Örneğin, doğal kaynak üretimindeki istihdam düzeylerinin yatırım dönemine cevabı nice on yıl sonra ortaya çıkabilir (Watt 1992).

Toplumların çökmesine neden olan etkenlerin gelişip oluşması yüzyıllar alır (Tainter 1988). Şimdiye ve geleceğe yönelik politikalar ayarlamak için, zamana dayalı tüm ölçeklerdeki sosyal ve ekonomik süreçleri anlamamız, ayrıca tarihsel kalıplar açısından nerede olduğumuzu bilmemiz gerekir. Varlığımızı sürdürülebilmemiz için tarih bilgisi şarttır (Tainter 1995a). Bu gibi temel bilgileri kapsamayan bir sürdürülebilirlik geliştirme programı söz konusu olamaz.

Yaşadığımız bu küresel çevresel değişim çağında, insanlığın en büyük kriziyle karşı karşıyayız. Küresel değişim denilen dönüşümler ağı, hız bakımından olsun, sonuçlarının coğrafi boyutu bakımından olsun, ve bundan etkilenecek kişilerin çokluğu açısından olsun, bütün önceki deneyimleri sollamış durumda (Norgaard 1994).

Bununla birlikte, geçmişteki insan nüfusları da olağandışı durumlarla karşılaşmışlardı; onların sorunlarıyla bizimkiler arasında sadece bir derece farkı vardı. Rasyonel, sorun-çözücü bir toplumda, tarihsel deneyimleri anlamağa can atacağımız beklenebilir. Aslına bakılacak olursa, eğitime karşı takındığımız tavır ve yenilik peşinde koşma hevesimiz, tarihi bilgiye sırt çevirmemize neden oluyor (Tainter 1995a). Bilgisizlikleri yüzünden, politikaları saptayan kişiler, olayların nedenlerini yalnızca yakın geçmişte aramaya eğilimlidirler. Sonuç olarak, sorunlarımızın uzun vâdeli nedenlerini anlamada, geçmiş çağlara oranla bugün, elimizde

<sup>1</sup> <http://www.oilcrash.com/articles/complex.htm>

daha büyük fırsat var; bu fırsat genellikle görmezlikten geliniyor. Tarihteki yerimizi bilmediğimiz gibi, vatandaşların ve politika yapanların çoğu bu bilginin şart olduğundan habersiz.

Geçmiş toplumların sık sık karşılaştığı şey sorun çözmedeki karmaşıklıktı. Çağdaş ekonomik analizlerde üzerinde durulmayan bir sıkıntı bu. Son 12,000 yıl zarfında insan toplumlari, nerdeyse karşı konmaz bir biçimde, karmaşıklık bakımından, başlarını alıp yürüdüler. Bu aslında genel anlamda başarılı bir deneyim oldu; karmaşıklığın avantajları vardır, bizlerin insan türü olarak başarılı olmamızın nedenlerinden biri, davranışımızdaki karmaşıklığı hızla artırma yeteneğimiz olmuştur (Tainter 1992, 1995). Öte yandan, karmaşıklığın varoluşumuza zararı da dokunabilir. Sorun çözümüleme karşısındaki takındığımız tavır, insan tarihindeki en karmaşık toplumu ve ekonomiyi geliştirmeye yönelik olduğundan, benzer stratejiler geliştiren geçmişteki toplumların nasıl davrandıklarını bilmemiz önemlidir.

Bu bölümde, geçmiş toplumların çökmesine neden olan etkenleri, sorun çözümlemede karmaşıklık ekonomisini ve günümüzde sorun çözmede göstermekte olduğumuz çabaları, tarihteki örneklerin bazı dolaylı sonuçlarını inceleyeceğiz.

Bu inceleme göstermektedir ki, küresel değişime vereceğimiz cevabın bir parçası da sorun çözme sistemlerinin uzun vadeli evrimini anlamak olmalıdır.

### **Sosyo-ekonomik Karmaşıklığın Gelişmesi**

Karmaşıklık, bu yazımızın anahtar kavramıdır. Daha önceki bir çalışmada bu konuda şöyle demişim:

*Karmaşıklık genelde, toplumun büyüklüğü, bölümlerinin sayısı ve özellikleri, içerdığı uzmanlaşmış toplumsal rollerin çeşitliliği, gösterdiği belirli toplumsal kişiliklerin sayısı ve bütün bunları uyumlu ve işler bir bütün halinde düzenleyecek mekanizmaların türünlüğü olarak anlaşılır. Bu boyutların herhangi birini çoğaltmak bir toplumun karmaşıklığını artırır. (Karmaşıklıkta karşılaşılan bir karşıtlığı belirtmek için) avcılık - toplayıcılık ile geçimini sağlayan toplumlarda sadece bir kaç düzine belirgin toplumsal kişilik varken, çağdaş Avrupa nüfus sayımlarında 10,000 ilâ 20.000 arasında değişen özgün mesleki roller olduğu saptanmıştır; sanayi toplumlarında ise toplam olarak 1,000,000 türlü toplumsal kişilik bulunmaktadır (McGuire 1983; Tainter 1988)<sup>2</sup>.*

Karmaşıklıkta farklılıkların basit bir ifadesi olarak, Julian Steward, ilk etnografların 3,000 ilâ 6,000 kültürel unsur belgelemiş olduğu Kuzey Amerika'nın Batısındaki yerliler ile İkinci Dünya Savaşında Casablanca'ya 500,000'den fazla insan yapısı araç-gereç indiren Amerikan Ordusu arasındaki karşıtlığa dikkat çekmişti (Steward 1955). Karmaşıklık ölçülebilir bir niceliktir.

İnsanlık tarihinin %99'undan çoğunda, sadece bir kaç düzine kişi, eşitlikçi (egalitaryen) topluluklarında görülen düşük-yoğunluktaki toplayıcı veya çiftçi olarak yaşamıştır (Carnerio 1978).

Başlıca insan emeğine dayalı bir kültür sistemi yılda kişi başına yaklaşık 1/20 beygir gücü üretebilmektedir. (White 1949, 1959). Düşük enerjiye ihtiyaçlı, farklılaşmamış toplumlardan karmaşık kültürel sistemlere doğru gelişim, -a priori olarak- düşünülemezdi.

<sup>2</sup> Fizik bilimleri alanındaki bazı literatürlerde, nesnel olduğu kadar mümkün de olan bir tanımlamaya çalışırken, bir sistemin karmaşıklığının, onun düzensizliklerinin tanımının uzunluğu olduğu düşünülmektedir (Gell-Mann 1992, 194) Bu burada kullanılan tanımlamaya uymaktadır. Bölümleri ve farklılaşmış bölümleri daha az ve daha basit sistemler, bunların daha fazla olduğu bir topluma nazaran elbette daha kısa bir şekilde tanımlanabilir. (Tainter 1995b).

Geleneksel görüş, insan topluluklarının daha büyük karmaşıklıklara yönelme eğiliminde olduğunu ileri sürer. Karmaşıklığın arzu edilesi bir şey olduğu varsayılmış ve bunun mantıksal bir sonucu olarak da yiyecek maddelerinde, boş zamanda ve insan yaratıcılığında artış meydana gelmiştir.

Bu senaryo her ne kadar herkesin bildiği bir olaya da, karmaşıklığın evrimini açıklamaya yetmemektedir. Kültürel karmaşıklık dünyasında, kaba bir deyimle, çalışmayan kişi hava almaktadır. Basit toplumlara göre karmaşık toplumların geçimini sağlamak daha pahalıya mal olmaktadır ve kişi başına daha yüksek sübvansiyon düzeyi gerektirmektedir.

Daha karmaşık olan bir toplumda, daha çok alt-grup ve toplumsal rol, gruplar ve bireyler arasında daha çok örgüt, daha çok yatay ve dikey kontrol, daha çok bilgi akışı, daha çok bilginin belli bir merkezde toplanması, daha çok uzmanlaşma ve daha çok bölümler arası karşılıklı bağımlılık vardır.

Bu boyutların herhangi birini genişletme, biyolojik, mekanik ya da kimyasal enerji gerektirir. Fosil yakıtların sağladığı yardımdan önce, bir toplumun karmaşıklığını artırmaktan anlaşılan şey nüfusunun çoğunluğunun daha çok çalışması zorunluluğuydu. (Tainter 1988, 1992, 1994a, 1995a, 1995b).

İnsan davranışı bir çok bakımdan karmaşıklığa karşı gibi görünüyor (Tainter 1995b). 'Çağdaş yaşamın karmaşıklığı' halk arasında sık duyulan bir şikayet konusudur. Halktaki hükümetten hoşnutsuzluk konularından bazıları hükümetin insan yaşamına karmaşıklık katmasından ileri gelmektedir. Basitliğin karmaşıklığa tercih edileceğini ileri sürdüğü için, özlülük ilkesi<sup>3</sup> bilim alanında her zaman revaçta olmuştur.

Gerektirdiği zaman ve enerji yükü ile (kuşkusuz mâliyetle ilişkili olduğu için) karmaşıklıktan duyulan nefret ona ket vurdurmuştur. İnsan toplumlarının niçin gittikçe karmaşıklaştığını açıklamak alışlageldiğinden daha çetin bir durum arzemektedir. Karmaşıklığın artmasının nedeni çoğu zaman, bir işe yaradığı içindir. Karmaşıklık, zaruri ihtiyaç ya da sezilen yarar koşulları altında meydana çıkan bir sorun çözme stratejisidir. Tarih boyunca, halk topluluklarının karşılaştığı sıkıntılar ve problemler çoğu kez daha karmaşıklararak çözüme kavuşmuştur. Bunun tam bir incelemesini yapmak burada olanaksızsa da söz konusu eğilimi aşağıdaki alanlarda görmek mümkün :

1. Toplayıcılık ve tarım (Boserup 1965; Clark and Haswell 1966-1 ve başkaları 1972; Wilkinson 1973; Cuhen 1977; Minnis 1995; Nelson 1995);
2. Teknoloji (Wilkinson 1973; Nelson 1995);
3. Rekabet, savaş ve silah yarışı (Parker 1988; Tainter 1988); ve
4. Araştırma ve Geliştirme (Price 1963; Rescher 1978, 1980; Tostow 1980; Tainter 1988; 1995a).

Bu alanların her birinde, karmaşıklık, daha geniş çapta farklılaşma, uzmanlaşma ve bütünleşme ile artmaktadır.

Görülüyor ki karmaşıklığın oluşması ekonomik bir süreç: karmaşıklık mâliyetleri artırmakta ve yarar sağlamaktadır. Bir yatırımdır bu, getirisi de değişkendir. Karmaşıklık hem yararlı hem de zararlı olabilir. Geçmişte tanıklık ettiğimiz sosyo-ekonomik karmaşıklık alanında artan giderler yüzünden verimin azalması, sonunda da, bazı durumlarda, negatif verime dönüşmesi söz konusu olduğunda, bunun yıkıcı potansiyeli apaçık görülmüştür. (Tainter 1988, 1994b).

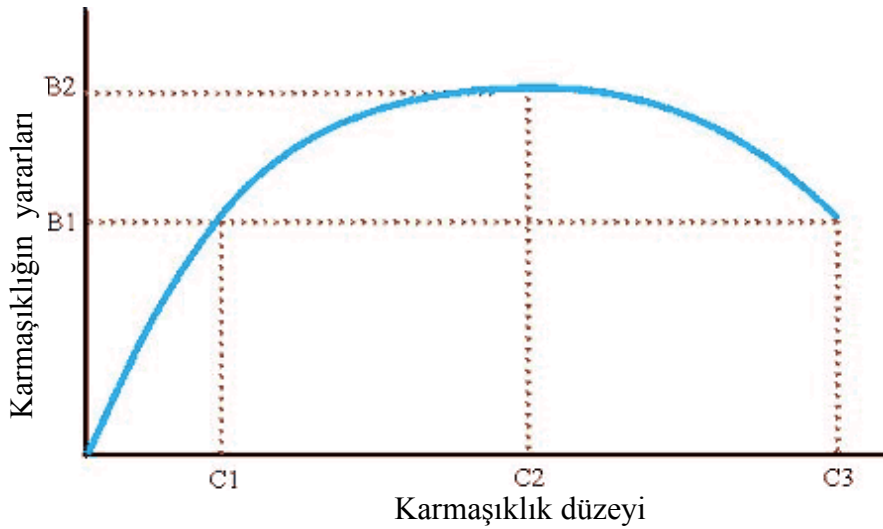
<sup>3</sup> Bir şeyi açıklamak için gereğinden çok varsayımdan kaçınmayı öneren bilimsel ve felsefi kural.

Bu sonuç normal ekonomik süreçten doğmaktadır: daha karmaşık ve pahalı çözümlere kıyasen basit ve ucuz çözümler benimsenmektedir. İnsan nüfusu arttıkça, avcılık ve toplayıcılık, yerini, gittikçe ürettiğinden daha çok enerji tüketen, yoğun tarım ve sanayileşmiş yiyecek üretimine bırakmıştır (Clark and Hasell 1966; Cohen 1977, Hall ve arkadaşları 1992).

Mineral ve enerji üretimi, kolayca ve ucuz işletmeyle elde edilen kaynaklardan elde edilmesi, çıkarılması, işlenmesi ve dağıtımı daha pahalıya mal olan yollara kaymaktadır. Sosyo-ekonomik organizasyon eşitlikçi-karşılıklı, kısa vâdeli liderlik ve genellemiş rollerden, gittikçe uzmanlaşan karmaşık hiyerarşilere dönüşmüştür.

Şekil 4.1' deki grafik, bu argümanlara dayanmaktadır. Bir toplum karmaşıklıkta geliştikçe, kaynak üretimi, bilgi işlem, yönetim ve savunma gibi alanlardaki yatırımlar da genişlemektedir.

Bu giderlerin fayda/mâliyet eğrisi, en basit, genel ve ucuz çözümler benimsendiği takdirde (bu grafikte gösterilmemiştir) ilk başta olumlu bir yükselme gösterebilir. Ancak toplum yeni sıkıntılarla karşılaştığında ve ucuz çözümler yaya kalmaya başladığında, evrimleşme mâliyetleri artırma yönüne sapar. En sonunda, büyüyen bir toplum öyle bir noktaya gelir ki, karmaşıklığa yapılan sürekli yatırım daha büyük getiriler sağlar, geliri ancak giderleri karşılar hale gelir. Bu grafikteki B1 ve C1 noktasında görüldüğü gibi, toplum çökmek tehlikesiyle karşıya gelmiş demektir<sup>4</sup>.



**Şekil 4.1 Artan karmaşıklıkta azalan verim (Tainter'e göre 1988)**

Bu noktada bir toplumun çökmesine neden olacak iki şey vardır: biri kârı gittikçe azalan bir stratejiye yatırım yapan, yeni olağanüstü durumların halk üzerindeki güçlü etkisidir. Böyle bir durumda bir toplum ekonomik bakımdan zayıf düşer, büyük sıkıntıları karşılayabilecek rezervleri azalır. Geçmişte toplumun atlabileceği bir kriz, bugün başa çıkılmaz hale gelmiştir.

Öte yandan, azalan bilgi, karmaşıklığı daha az çekici yapar ve hoşnutsuzluk doğurur. Vergiler ve diğer mâliyetler yükselir, yerel düzeyde de fayda azalır, halk gittikçe daha çok bağımsızlık fikrini benimsemeğe başlar. Millet, liderliğin uzun vâdeli hedeflerinden çok, o anki gereksinimleri sağlama peşine düşüncü de, toplum "parçalanmağa" başlar. (Sürecin bu bölümü A.B.D.'deki çağdaş ayrılıkçı hareketlerin nedenini açıklamaktadır.)

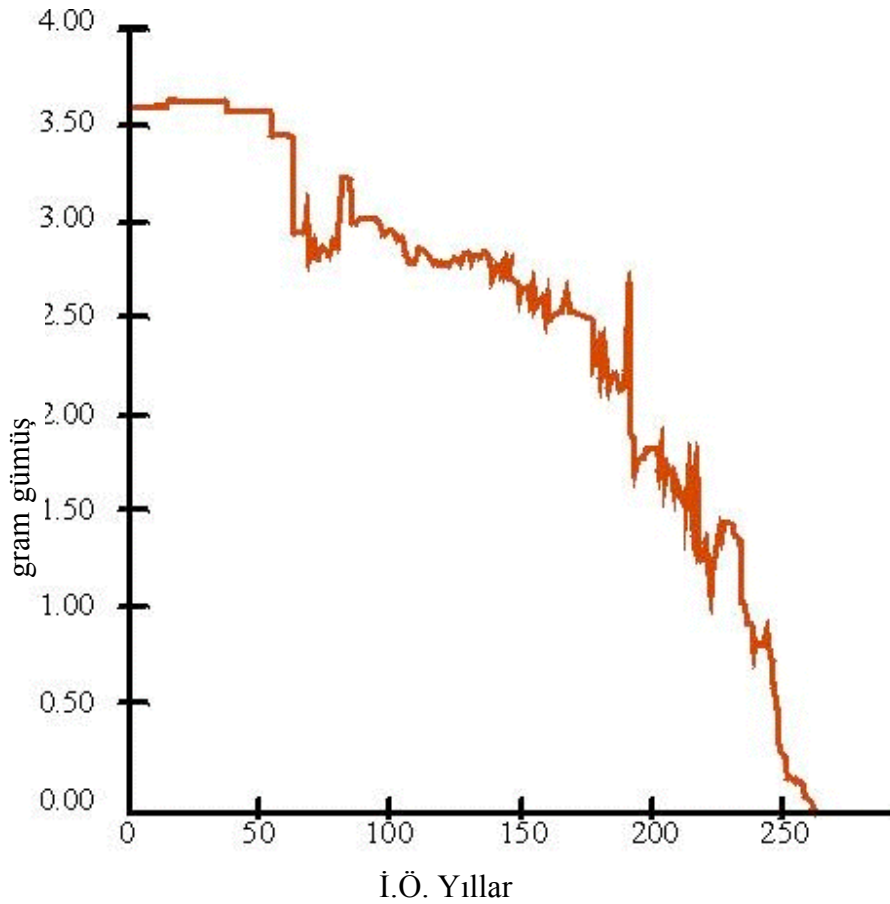
<sup>4</sup> Çöküş karmaşıklığın daha düşük bir dereceye çabuk dönüşmesidir ve ilginç tarafı tipik olarak daha az enerji tüketimi gerektirir. (Tainter 1988).

Böyle bir durumda toplum, B2, C2 ötesinde azalan kâr eğrisi doğrultusunda gelişirken, mâliyetlerin arttığı B1, C3 gibi bir takım noktalar silsilesi boyunca ilerler; ancak daha düşük karmaşıklık düzeyindeki düşen fayda, aslında azalmıştır. Bu, karmaşıklığa yapılan yatırım açısından negatif gelir alanıdır. Bu noktaya gelmiş olan bir toplum, çöktüğünde, karmaşıklığa yapılan yatırım gelirinin belirli bir şekilde arttığını görür.

Toplumların çöküşünün nedenini açıklamak için geliştirilen ve sınanan bu düşünce tarzı (Tainter 1988) problem çözme ekonomisindeki tarihte görülen eğilimleri de anlatmaktadır. Kültürel karmaşa tarihi, insan problemini çözme tarihidir. Üretim, teknoloji, rekabet, politik organizasyon ve araştırma gibi bir çok yatırım sektöründe karmaşıklık, sürekli problemler çözme gereksinimiyle artmaktadır. Daha bir kolay çözümler tükenince, problem çözümüme gittikçe daha bir karşı konmaz karmaşalıkla, daha yüksek mâliyetlerle ve azalan verimlerle karşı karşıya gelmektedir. Bunun çökmeye sonuçlanması şart değildir; ancak çökmeye götürebilecek şartları anlamak önemlidir. Bu şartları örneklemek için problem çözmede gittikçe artan karmaşıklık ve mâliyet artışını gösteren üç örnek vardır: bunlar Roma imparatorluğunun çöküşü, sanayiciliğin gelişmesi ve çağdaş bilimdeki eğilimler.

### **Roma İmparatorluğunun Çöküşü**

Karmaşıklığın azalan verim bakımından sonuçlarından birini Batı Roma İmparatorluğunun çöküşünde görebiliriz. Çok vergi salan güneş enerjisine dayalı bir toplum olarak, imparatorluğun mâlî rezervleri az idi. Askeri bakımdan herhangi bir kriz vâki olduğunda, Roma imparatorları gümüş sikkelerin değerini düşürüyor (Şekil 4.2) ve yeni sermaye yaratmağa çalışıyorlardı. İ.S. üçüncü yüzyılda birbirini izleyen krizler, imparatorların, orduyu iki kat artırmak ve hükümetin hem genişletmek hem de karmaşıklığını artırmak zorunda kalmışlardır. Bunu ödemek için sürüyle değersiz sikke basmış, yiyecek ve içecekleri köylülerden parasını ödenmeden almış, vergileri daha da ağırlaştırmışlardı (Kira ödemesi çıktıktan sonra net verimin üçte ikisine kadar yükseltmişlerdir bunu). Enflasyon ekonomiyi altüst etmiştir. Araziler ve nüfus imparatorluk düzeyinde inceden inceye tetkik edilmiş ve tarh edilebilecek vergiler hesaplanmıştır. Ödenmemiş olan herhangi bir vergi tahakkuku varsa toplulukların tümü bundan sorumlu tutulmuştur. Bir yandan köylüler açlıktan ölürken ve çocuklarını esir pazarlarında satarken, devasa istihkâmlar kurulmuş, bürokrasi iki misli artmış, taşra yönetimi daha karmaşık hale getirilmiş, Germen kabilelere büyük çapta altın finansmanında bulunmuş, yeni imparatorluk kentleri ve sarayları kurulmuştur. Yükselen vergilere paralel olarak da verimsiz araziler terkedilmiş ve nüfus azalmağa başlamıştır.



**Şekil 4.2. Roma gümüş parasının itibar kaybı (İ.Ö. 0-269 arasında)**

### **Nüfus, Kaynaklar ve Sanayi**

Roma İmparatorluğunun kaderi karmaşık toplumların kaçınılmaz yazgısı değildir. Bambaşka türlü sonuçlanan bir tarihsel olguyu incelemek yararlı olabilir. Ekonomi tarihinin en ilginç eserlerinin birinde, Richard Wilkinson (1973), “*orta çağ İngilteresinin son döneminde ve daha sonrasındaki evresinde nüfus artışı ve ormanların tahribi ekonomik gelişimi teşvik etmiş, dolayısıyla kısmen sanayi devrimine önayak olmuştur*” demektedir.

1300, 1600 yıllarında ve 18.yüzyılda büyük nüfus artışı tarımda ve sanayide yoğun işletme sistemini doğurmuştur. Tarım arazisi açmak ve artan nüfusun yakıt gereksinimini karşılamak için odun kese kese ormanların tahrib edilmesi yüzünden İngiltere'nin ısınma, yemek pişirme ve üretim ihtiyaçları için odun yetmemeğe başlamıştır.

Istenmese de kömürün önemi gittikçe artmış, Kömürün oduna nazaran daha pahalıya mal olan dağıtımı ve elde edilmesinin daha kısıtlı ve daha güç olduğu bir meta haline getirmiştir. Kömürün ekonomideki önemi arttıkça nispeten kolay elde edilebilir yataklar tükenmiştir. Bu sefer ocakların daha derin kazılması gerekmiş, bu da yeraltı sularının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Sonunda buhar makinesinin keşfiyle yeraltı suları pompalanarak boşaltılmıştır.

Kömüre dayanan ekonominin gelişmesiyle dağıtım sistemi, buhar makinesi, sanayi devriminin en önemli teknik unsurları yerlerini almışlardır. Ekonomik refahın büyük üreticisi olan sanayicilik, yokluk ve çöküş nedeni denilen kaynak tükenişinin sonuçlarını dengelemek için meydana gelmiştir. Bununla birlikte, artan karmaşıklık sistemi bazı sektörlerde çok geçmeden gelir azalmasına neden olmuştur. Bu nokta daha sonra yeniden ele alınacaktır.

## Bilim ve Problem çözme

Çağdaş bilim insanlığın problem çözmedeki en büyük başarısıdır. Bilim toplumun kurumsal bir görünümüdür; araştırmayı yüksek getirisi olan bir etkinlik olarak düşünmek hoşumuza gidiyor. Bununla birlikte, genel bilgiler, her bilim disiplininin ilk zamanlarında ortaya çıkmışsa da, yapılması gereken iş gittikçe uzmanlık işi olmaya başlar.

Bu tür sorunların çözümlenmesi gittikçe daha güçleşmekte, daha pahalıya mal olmakta, ilerleme de ortalama olarak çok yavaş olmaktadır (Rescher 1978, 1980; Tainter 1988). Araştırmaya giderek artan oranda yapılan artışların getirileri de giderek düşmektedir.

Bazı ünlü bilim adamları bu konuyu incelemişlerdir. Walter Rostow, marjinal üretkenliğin bireysel alanlarda ilkin yükseldiğini sonra da düştüğünü ileri sürmüştür (1980).

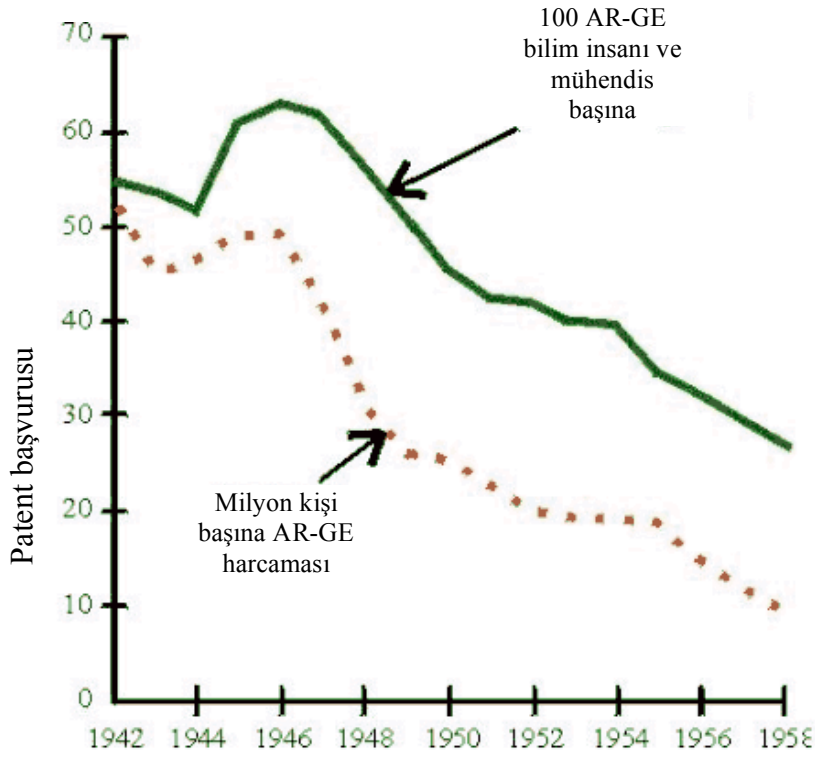
Büyük fizik bilgini Max Planck, Nicholas Rescher'in 'Planck'ın Artan Çaba İlkesi' diye adlandırdığı bir bildirisinde, "(Bilimde) yeralan her ilerleme işi daha da güçleştirmektedir" demektedir (Rescher 1980). Bir yandan daha kolay sorunlar çözülürken, bilim ister istemez daha karmaşık araştırma alanlarına, daha pahalı organizasyonlara yönelmektedir (Rescher 1980).

Rescher, "*bilim, onu oluşturan her bir uzmanlık dalında ilerledikçe, bulguların gerçekleştirilmesi için gereken topyekun kaynak-mâliyetinde önemli bir artış olmaktadır...*" diyor (1978). Bilimin büyüklüğünde ve mâliyetinde üstel artış, sürekli bir ilerlemeyi sırf ayakta tutabilmek için gerekli. (Rescher 1980). Derek de Solla Price 1963'de, bilimin, daha o zamanda, nüfustan olsun ekonomiden olsun daha hızlı büyümekte olduğunu ve gelmiş geçmiş bütün bilim adamlarının %80-90'ının, eserini yazmakta olduğu sırada hayatta olduğunu belirtmiştir (Price 1963). Aynı dönemde, bu gibi etkenler Dael Wolfe'nin "*Bir dolara düşen araştırma ne kadar?*" adlı Science'da bir anket düzenlemişti. (Wolfe 1960).

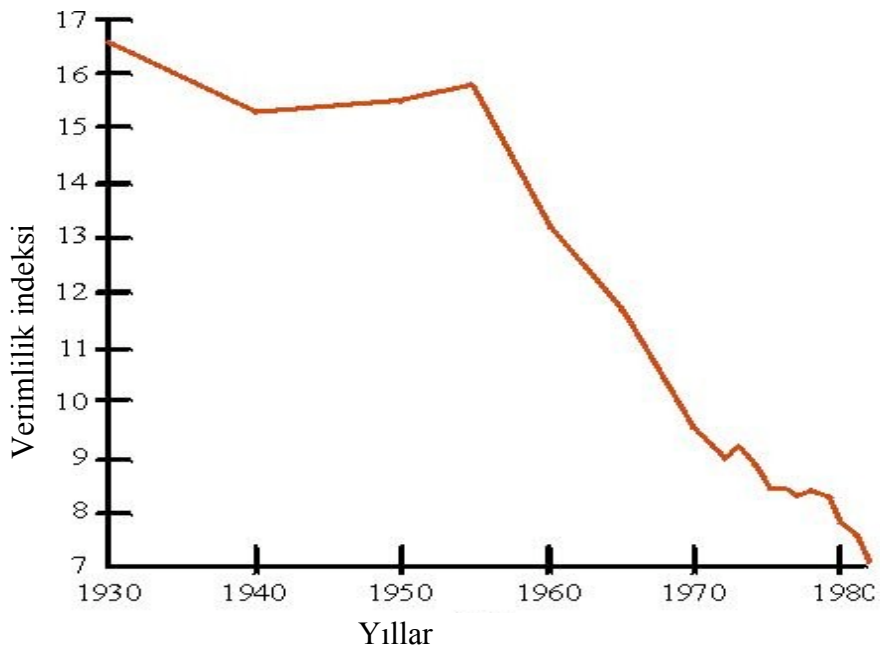
Bilim adamları araştırmalarında fayda/maliyet oranını pek düşünmezler. Oysa, patent almak gibi bir ölçüt ile bilime yatırdığımızın verimliliğini değerlendirecek olsak (Şekil 4.3) bazı araştırma türlerinde verimliliğin düştüğünü görürüz. Bu konuyu inceleyenler arasında (Machlup 1962; Schookler 1966; Grikiches 1984) patent alma tartışmalı bir göstergedir ve kendi başına giderler açısından ekonomik getiriyi ifade etmez. Tıp, yatırım getirisinin daha kolay saptanabileceği uygulamalı bir dilim dalıdır. Şek. 4.4'de 1930-1982 arasındaki 52 yıllık bir dönemde ortalama ömrü uzatmağa yönelik Amerika Birleşik Devletleri sağlık hizmetlerinin üretkenliği nerdeyse %60 azalmıştır.

Amerika Birleşik Devletleri sağlık hizmetlerinin eksilen üretkenliği bir problem çözme alanının tarihi gelişimini açıkça göstermektedir. Rescher (1980) şöyle diyor: *en son buluşlara dayanan teşhis teknolojisinin bulguları bir kez gerçekleştirildi mi, daha pahalı düzeylere yükselmek kaçınılmazdır...* Doğa bilimleri alanında, teknolojik bir silah yarışı içindeyiz; doğa karşısında kazandığımız her zafer, ilerde yeni keşiflerde bulunma güçlüğünü daha da artmaktadır.

Tıp üretkenliğindeki düşüşün nedeni ilk başta pahalı olmayan hastalık ve rahatsızlıklara karşı elde edilen başarıdır (penisilin keşfine yol açan temel araştırma \$20,000'dan fazla değildir). Her pahalıya mal olan hastalık yenildiğinde ortalama ömürdeki artış daha azalmaktadır.



Şekil 4.3 Araştırma gideriler (1942-1958 Machlup verileri 1962) patent uygulamaları



Şekil 4.4 Amerika Birleşik Devletleri Sağlık Bakım üretkenliği; Worthington 1975 verilerinden; A.B.D. Nüfus Sayım Bürosu 1983) Üretkenlik göstergesi = (ortalama ömür) / Kişi Başına Milli Gelir yüzdesi olarak milli sağlık giderleri).

Örneklerin ne anlama geldiği

Roma İmparatorluğu, sanayicilik ve bilim sadece kendi içerikleri açısından değil, aynı zamanda şunlara açıklık getirdikleri için de önemlidirler:

- 1) Gittikçe artan bir karmaşıklık, yükselen mâliyeler ve düşen marjinal gelir karşısında problem çözme nasıl geliyor? (Tainter 1988);
- 2) Bu sürecin çeşitli sonuçları. Gelecek bölümde bu örneklerin çağdaş sorunlara yaklaşımımızdaki çabalarımız için ne anlamlara geldiğini ele alacağız.

### **Problem çözme, enerji ve sürdürülebilirlik**

Bu tarihî inceleme pratik ve sürdürülebilirliğin ne anlama geldiğine ışık tutmaktadır. Bir kaç yıl önce, çökmüş bulunan yaklaşık iki düzine toplumu anlatmıştım (Tainter 1988). Söz konusu toplumların herhangi birinin çökmesinin nedeni üyelerinin veya liderlerinin problemleri çözmede pratik çarelere başvurmada kusur etmiş olmaları değil besbelli; olamazdı da.

Burada yine Roma İmparatorluğu deneyimi bize çok şey öğretmektedir. Bir kriz karşısında paranın değerini düşürmek, vergileri artırmak, orduyu büyütme ve zorunlu işçi çalıştırmak gibi Roma hükümetinin başvurduğu çarelerin çoğu o anki sorunların pratik çareleriydi. Bu önlemlerin alınmasını düşünmemek olamazdı.

Birbiri ardından alınan bu önlemler üst üste binince, imparatorluk daha da zayıfladı, (tarım alanları ve köylüler) sermaye stoku, vergi ve zorla askere alma nedeniyle de tamamiyle çöktü. Zamanla, pratik çözümler ayarlama, Roma İmparatorluğunun getirilerini azalttı, getiri negatife yöneldi ve karmaşıklık yönetilemez oldu. Ekolojik ekonomi gibi problem çözme sistemini pratik çarelerde toplamak, otomatik olarak toplum açısından değerini artırmayacağı gibi, varlığını sürdürme yeteneğini de yükseltmez.

Sorun çözme sistemlerinin tarihi gelişiminin anlaşılması ve dikkate alınması gerekir. Çağdaş sorunları inceleyenlerin çoğu çevresel ve ekonomik problemleri çözmenin hem bilgi hem de eğitim gerektireceği konusunda hemfikirdir. Çağdaş sorunlara karşı tepkimizin büyük bir kısmı, küresel değişim de dahil, çevresel sorunlarda araştırmamızı artırmak olmuştur.

Bilgimiz arttıkça ve pratik çareler ortaya çıktıkça, hükümetler çözümleri uygulayacak, bürokrasiler de onları icra mevkiine koyacaktır. Yeni teknolojiler geliştirilecektir. Bu adımların her biri belirli bir problemin pratik çözümü olarak ortaya çıkacaktır. Bununla birlikte, biriken bu pratik adımlar pek muhtemelen artan bir karmaşıklık bırakacak, daha yüksek mâliyetler ve problem çözümü açısından azalan verimle sonuçlanacaktır.

Richard Norgaard problemi iyi ifade etmiştir: “*Gündemi genişleterek sürekliliği sağlama, türlü büyüklüklerde daha çok veri toplama, yorum, planlama, politik karar-alma ve bürokratik kontrol gerektirecektir*” (Noorgaard 1994).

Donella Meadows ve meslek arkadaşları çağdaş problem çözmenin ekonomik sıkıntılarının pek güzel örneklerini vermişlerdir. Örneğin, 1951-1966 arası, dünya yiyecek üretimini %34 artırmak için, traktör %63, suni gübre %146 ve haşarat öldürücü ilaç %300 oranında gider artışı kaydetmiştir.

Şeker işleyen bir fabrikanın organik atıklarını kaldırmadaki %30 artışa oranla mâliyeti %100 artmaktadır. Bir A.B.D. kentinin havasındaki sülfür dioksiti 9.6 oranında ya da havadaki zerrelere 3.1 oranında azaltmak için, çevre kirlenmesi kontrolü mâliyeti 520 kez artmaktadır (Meadows ve başkaları 1972). Bütün çevre sorunları bu tür sınırlamalarla karşılaşacaktır.

Bürokratik kuralların kendi daha çok karmaşıklığa yol açmakta; daha yüksek mâliyetlere neden olmaktadır. Yeni kurallar çıkartıldıkça ve vergiler salındıkça, kurala tâbi kılınan ve vergi salınan kişiler kaçak yollar aramakta, kanun koyucularsa bu yolları tıkamaya çalışmaktadır.

Kaçak keşfinin ve kapatılmasının rekabet halindeki helezonu gelişirken karmaşıklık sürekli artmaktadır (Olson 1982).

Hükümet giderlerinin politik destek bulamadığı günümüzde böyle bir stratejinin tutar tarafı yoktur. Çevre korumanın kurallar yoluyla değil de, iyi tutum ve davranışların teşvik tedbirleriyle uygulanması önerilmektedir sık sık. Her ne kadar bu yöntemin avantajları varsa da, karmaşıklık sorununa yeni bir şey getirmemektedir. Öte yandan, topyekün kurallara ilişkin mâliyetlerde de sanıldığı gibi indirme sağlanamamaktadır. Bu mâliyetler ancak vergi makamlarına ve genel olarak bir bütün halinde topluma aktarılabilir

Bu, eğitim, kural koyma ve yeni teknolojiler, sorunlarımızı, bir dereceye kadar da olsa, azaltmayacak demek değildir. Yeterli yatırım ile bu mümkündür. Ne var ki, bu yatırımlar pahalıya mâl olur ve her bir milletin gayrisafi milli hasılasındaki payını artırmasına yol açar.

Sorun çözmeye ilişkin azalan verimle konvansiyonel yöntemlerimizdeki çevre sorunlarıyla ilgili olarak, bilime, mühendisliğe ve hükümete daha çok tahsisat kaynağı bulmamız gerekecektir. Yüksek ekonomik büyüme yokluğunda bu yaşam standardında, en azından geçici, bir düşmeye neden olacaktır, çünkü halkın yiyecek maddelerine, iskâna, giyim kuşama, sağlık harcamalarına, taşıt ve eğlence giderlerine harcaacağı para nispeten düşecektir.

Sorun çözmedeki pahalı mâliyete karşı kaynaklarımızı daha akıllıca ve etkince kullanmamız önerilmektedir. Örneğin Timothy Allen ile Thomas Hoekstra, sürdürülebilirlikte, ekosistemlerin yönetiminde, yöneticilerin, doğal ayarlayıcı süreçte eksik olan şeyi saptayıp sadece onu sağlamalarını öne sürmüşlerdir. Gerisini ekosistem halleder. Herhangi başka bir yola başvurmadan yönetim çabasını bırakın ekosistem (yani güneş enerjisi) halletsin (Allen ve Hoekstra 1992). Akıllıca bir öneri. Ne var ki aynı zamanda bu çok bilgi gerektirir, ki o da bizde yoktur. Karmaşık ve pahalı araştırma için fosilyakıt yardımına ihtiyacımız var demektir.

Tarımdaki haşarat **kontrolü** bu ikilemi canlandırmaktadır. Haşarat öldürücü ilaçların sprey uygulaması mâliyeti artırırken, faydayı azalttığı için entegre haşarat yönetimi geliştirilmiştir. Bu sistem, kimyasal maddeleri azaltmak için biyolojik bilgiye dayanmakta ve haşarat nüfusunun kontrolünü, biyolojik kontrolleri, kimyasal maddelerin akıllıca kullanılmasını ve ürün çeşiti ile ekip dikme tarihlerini dikkatli bir biçimde saptama üzerine dayanmaktadır (Norgaard 1994). Bu yaklaşım bir yandan bilimcilerin temel araştırmalarını, öte yandan da tarımcıların dikkatli kontrolünü gerektirmektedir. Entegre haşarat yönetimi, *karmaşıklık karşıtlığı* ilkesini ihlâl ederken, bir yandan da niçin hala yaygın kullanılmadığını –kısmen de olsa- açıklamaktadır.

Bu gibi sorunlar, varlığı sürdürülebilecek bir toplumu meydana getiren şeyin ne olduğunu açıklamağa yardım etmektedir. Sorun çözme sistemlerinin daha büyük karmaşıklık, daha yüksek mâliyetler ve azalan verime yol açması olgusunun sürdürülebilirlik açısından önemli sonuçları vardır.

Zaman içinde bu şekilde gelişen sistemler ya beklediği finansman kaynaklarından yoksun kalmakta, problemleri çözemez duruma gelmekte, çökmekte, ya da büyük enerji yardımına ihtiyaç göstermektedir. Roma İmparatorluğu, Mayalar, Amerika Güney Batısındaki Chocó Toplumunu, Orta Çağ ve Rönesans Avrupasında savaş, çağdaş problem çözmenin bazı cepheleleri (yani ayrıntılı olarak incelediğim her vakada) gibi olgularda tarihi örnek böyle olmuştur. (Tainter 1988, 1992, 1994b, 1995a). Bu tarihsel örneklerin gösterdiği şey varlığı sürdürülebilecek bir toplumun özelliklerinden birinin artan veya istikrarlı getiri, ya da tedariki, mâliyeti ve kalitesi güven altına alınmış enerji sübvansiyonu ile finanse edilebilecek azalan verimdir.

Sanayileşme kendi karmaşıklık ve yüksek mâliyet sorunlarını doğurmuştur. Bu, kömür ve fabrika ürünlerini dağıtacak demiryolları ve kanallar, gittikçe para ve ücretlere dayanan bir

ekonomi geliştirme ve yeni teknolojilerin oluşumunu içermekteydi. Her ne kadar bu tür karmaşıklık unsurlarının genelde ekonomik büyümeyi kolaylaştırdığı düşünülürse de, ancak enerji sübvansiyonu aldığında böyle olabilir. Buhar makinesi gibi yeni teknolojilerin bazıları, gelişimlerinin ta başlarında yenileştirme karşısında azalan verim göstermiştir. (Wilkinson 1973; Giarini ve Louberge 1978; Giarini 1984).

Sanayileşmeyi, türümüzün bütün geçmiş tarihinden ayıran şey, bolluk, yoğunluk ve yüksek kaliteli enerjidir (Hall ve arkadaşları 1992)<sup>5</sup>. Ucuz sağlanan fosil yakıtları, sanayiciliğin bir çok sonuçları fiilen önem arz etmemiştir. Sanayici toplumlar bunlarla baş edebilmiştir. Enerji mâliyeti kolayca ve sıkıntıya düşmeden karşılanabildiğinde, toplum yatırımlarında fayda/mâliyet oranı epey göz ardı edilebilir (çağdaş sanayi tarım alanında bu böyle olmuştur). Fosil yakıtları sanayiciliği ve ondan doğan (bilim, nakliyat, tıp, istihdam, tüketicilik, yüksek teknoloji savaşı ve çağdaş politik organizasyon) varlığını bir çok kuşak sürdürülebilecek bir problem çözüm sistemi durumuna getirmiştir.

Enerji kültürel karmaşıklığın daima temeli olmuş ve olacaktır. Küresel değişiklik gibi konuları anlamak ve çözümlenmek çabalarımız gittikçe artan politik, ekonomik ve bilimsel karmaşıklık gibi faktörleri içerirse, ki öyle olacağı görünmektedir, o zaman kişi başına düşen enerji sağlama zorlayıcı bir etken olacaktır. İstikrarlı veya azalan enerji miktarı temeline dayanan standardı indirmek gerekecektir. Görünür bir kriz olmadığı takdirde pek az kişi bunu destekleyecektir. Karmaşıklığa yapılan cari ve gelecekteki politik desteği sürdürülebilmek ya enerjinin fiziksel sağlanabilirliğini arttırmak ile ya da yaşam standardımızın enerji mâliyetimizi düşürecek teknik, politik veya ekonomik yenilikler ile kişi başına gelirden artma gerektirir. Doğal olarak bu gibi yenilikler enerji karmaşıklık ilişkisindeki sınırlamaları vurgular.

---

<sup>5</sup> Sanayileşmeyi teşvik eden tek unsur doğal olarak kömür olmamıştır. Diğer etkenler arasında yakıt odununun azalması (Wilkinson 1973), topraktan yararlanma kanunlarındaki değişiklikler, üretimde istihdam edilebilecek işçilerin mevcudiyeti bulunmaktadır.

## Sonuçlar

Geçmişini inceleyen bu bölüm, gelecekte tutulabilecek yolları açığa çıkarmaktadır. Sık sık üzerinde durulan yollardan biri kültürel ve ekonomik basitlik ile düşük enerji maliyetleridir. Bu, birkaç kuşak boyunca karşılaşılabilecek şiddet, açlık ve nüfus kaybı doğuracak olan bir "kriz" sonucu meydana gelebilir. Bunun bir alternatifi de insanoğlunun güneş enerjisi ve yeşil yakıt, enerji-tutumlu teknolojiler ve genel tüketimde iktisat yoluyla elde edilmesi için "yumuşak iniş" ile sağlanacağıdır.

Bu ütopyik bir seçenek olup, yukarıda ifade edildiği gibi, eğer sanayi uluslarının karşılaşacağı büyük, uzun süreli güçlükler ve ekonomik büyüme ile tüketim ideolojisi alanından sökülüp atılabildiği zaman ancak gerçekleşebilir<sup>6</sup>.

Bir başka seçenek daha, topyekün karmaşıklığı artırma ve enerjinin daha büyük çapta kullanılması için problem çözmede gelecekte daha büyük yatırımların geleceğidir. Bu seçeneği yöneten şeyler, sağladığı maddi rahatlıklar, yatırım yokluğu ve bunun iyi olduğuna dair kanımızdır. Eğer son 12,000 yıldan uzun bir zamandır insanlığın izlediği sorun çözme yolu devam edecek olursa, yakın gelecekte de herhalde aynı yolu izleyeceğiz.

Çağdaş sorunları anlamamız ve çözümlene çabalarımız azalan getiri doğursa da doğurmasa da, açık olan bir şey var. Tarih içinde nerede bulunduğumuzu bilmek şart (Tainter1995a). Eğer makro ekonomik örneklerin gelişmesi kuşaklar ve yüzyıllar sürececek olursa, bu süreç içinde nerede olduğumuzu anlamazsak bizim şimdiki içinde bulunduğumuz şartları anlamamız olanaksızlaşır.

Bir toplumun sorun çözme yeteneklerinin nasıl değiştiğini anlamak konusunda tarihte ilk kişiler olabileme fırsatına sahibiz. Bunun mümkün olduğunu bilip de onu eyleme dönüştürmezsek, ekolojik ekonominin pratik uygulaması büyük yenilgiye uğrar.

## Teşekkürler

Bu bölüm Üçüncü International Society for Ecological Economics, San Jose, Costa Rica, 28 Ekim 1994 genel kurulunda gözden geçirilmiştir: Konuşmamı yapmak üzere beni davet eden Cutler J. Cleveland, Robert Costanza ve Olman Seguraya, konferans süresince benden yardımını esirgemeyen Maureen Garita Matamoros'a, kuruldaki konuşmamda yorumlarda bulunan Denver Burns, John Faux, Charles A.S.Hall, Thomas Hoekstra, Kerkvliet ve Danel Underwood'a ve bu yazıyı gözden geçiren Richard Periman ve Carol Raish'a teşekkürlerimi arz ederim.

6 Bu analizde "yeşil" denen alternatifleri dikkate almadım. Bunların kısa vadede uygulanabilir görünmemesinin iki nedeni vardır. Bir kere sanayi ekonomileri konvansiyonel enerjiyi de içeren mevcut üretim sistemiyle yakından ilgilidir (Hall ve başkaları 1992: Watt 1992). Büyük çapta hızlı sanayi konversiyonunun sermaye maliyetleri çok yüksek olur. Sonra da 1973'den beri edinilen deneyim, sınıfların çoğu üyeleri sırf uzun vadede enerji veya başka kaynaklar sağlamaya ilişkin soyut tahminler yüzünden tüketim örneklerini değiştirmezler. Ancak enerji ücretleri ve enerjiye dayanan mal ve hizmet ücretleri uzun bir süre birdenbire hızla yükselirse böyle olur. Alışmış oldukları dünyanın dönüşsüz olarak değiştiğine halkı inandırmak için uzun süren güçlükler söz konusudur. Küçük çaptaki ya da sadece aralarla yeralan güçlükler liderlerin kişisel kazancı için halktaki hoşnutsuzluktan yararlanırlar. Ekonomik büyüme ideolojimizin bir bölümü gibi mitolojik düzeye çıkarılmıştır, bu da halk arasında tarafsız bir tartışmayı olanaksız kılmaktadır. (Giarini ve Louberge 1978).

- Allen, T. F. H. and T. W. Hoekstra. 1992. *Toward a Unified Ecology*. New York: Columbia University Press.
- Asch, N. B., R. I. Ford, and D. L. Asch. 1972. Paleoethnobotany of the Koster site: The Archaic horizons. *Illinois State Museum Reports of Investigations* 24. Illinois Valley Archeological Program, Research Papers 6.
- Boserup, E. 1965. *The Conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population Pressure*. Chicago: Aldine.
- Carneiro, R. L. 1978. Political expansion as an expression of the principle of competitive exclusion. In *Origins of the State: the Anthropology of Political Evolution*, eds. Ronald Cohen and Elman R. Service. Philadelphia: Institute for the Study of Human Issues.
- Clark, C and M. Haswell. 1966. *The Economics of Subsistence Agriculture*. London: MacMillan.
- Cohen, M. N. 1977. *The Food Crisis in Prehistory: Overpopulation and the Origins of Agriculture*. New Haven: Yale University Press.
- Gell-Mann, M. 1992. Complexity and complex adaptive systems. In *The Evolution of Human Languages*, eds. J. A. Hawkins and M. Gell-Mann, pp. 3-18. Santa Fe Institute. *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume X1*. Reading: Addison-Wesley.
- Gell-Mann, M. 1994. *The Quark and the Jaguar: Adventures in the Simple and the Complex*. New York: W. H. Freeman.
- Giarini, O. ed. 1984. *Cycles, Value and Employment: Responses to the Economic Crisis*. Oxford: Pergamon.
- Giarini, O. and H. Louberge. 1978. *The Diminishing Returns of Technology: An Essay on the Crisis in Economic Growth*. Oxford: Pergamon.
- Griliches, Z. 1984. Introduction. In *Research and Development, Patents, and Productivity*, ed. Zvi Griliches, pp. 1- 19. Chicago and London: University of Chicago Press.
- Hall, Charles A. S., C. J. Cleveland, and R. Kaufmann. 1992. *Energy and Resource Quality: The Ecology of the Economic Process*. Niwot: University Press of Colorado.
- Jones, A. H. M. 1964. *The Later Roman Empire 284-602: A Social, Economic and Administrative Survey*. Norman: University of Oklahoma Press.
- Jones, A. H. M. 1974. *The Roman Economy: Studies in Ancient Economic and Administrative History*. Oxford: Basil Blackwell.
- Machlup, Fritz. 1962. *The Production and Distribution of Knowledge in the United States*. Princeton: Princeton University Press.
- McGuire, R. H. 1983. Breaking down cultural complexity: inequality and heterogeneity. In *Advances in Archaeological Method and Theory, Volume 6*, ed. Michael B. Schiffer, pp. 91-142. New York: Academic Press.
- Meadows, D., H. Dennis, L. Meadows, J. Randers, and W. W. Behrens 111. 1972. *The Limits to Growth*. New York: Universe Books.
- Minnis, P. E. 1995. Notes on economic uncertainty and human behavior in the prehistoric North American southwest. In *Evolving Complexity and Environmental Risk in the Prehistoric Southwest*, eds. J. A. Tainter and B. B. Tainter, pp. 57-78. Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XXIV*. Reading: Addison Wesley.
- Nelson, M. C. 1995. Technological strategies responsive to subsistence stress. In *Evolving Complexity and Environmental Risk in the Prehistoric Southwest*, eds. J. A. Tainter and B. B. Tainter, pp. 107-144. Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XXIV*. Reading: Addison-Wesley.
- Norgaard, R. B. 1994. *Development Betrayed: The End of Progress and a Coevolutionary Revisioning of the Future*. London and New York: Routledge.
- Olson, M. 1982. *The Rise and Decline of Nations*. New Haven: Yale University Press.
- Parker, G. 1988. *The Military Revolution: Military Innovation and the Rise of the West, 1500-1800*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Price, Derek de Solla. 1963. *Little Science, Big Science*. New York: Columbia University Press.

- Rescher, N. 1978. *Scientific Progress: a Philosophical Essay on the Economics of Research in Natural Science*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Rescher, N. 1980. *Unpopular Essays on Technological Progress*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.
- Rostow, W. W. 1980. *Why the Poor Get Richer and the Rich Slow Down*. Austin: University of Texas Press.
- Schmookler, J. 1966. *Invention and Economic Growth*. Cambridge: Harvard University Press.
- Steward, J. H. 1955. *Theory of Culture Change*. Urbana: University of Illinois Press.
- Tainter, J. A. 1988. *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tainter, J. A. 1992. Evolutionary consequences of war. In *Effects of War on Society*, ed. G. Ausenda, pp. 103-130. San Marino: Center for Interdisciplinary Research on Social Stress.
- Tainter, J. A. 1994a. Southwestern contributions to the understanding of core-periphery relations. In *Understanding Complexity in the Prehistoric Southwest*, eds. G. J. Gumerman, and M. Gell-Mann, pp. 25-36. Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XVI*. Reading: Addison-Wesley.
- Tainter, Joseph A. 1994b. La fine dell'amministrazione centrale: il collasso dell'Impero romano in Occidente. In *Storia d'Europa, Volume Secondo: Preistoria e Antichità*, eds. Jean Guilaine and Salvatore Settis, pp. 1207-1255. Turin: Einaudi.
- Tainter, J. A. 1995a. Sustainability of complex societies. *Futures* 27: 397-407.
- Tainter, J. A. 1995b. Introduction: prehistoric societies as evolving complex systems. In: *Evolving Complexity and Environmental Risk in the Prehistoric Southwest*, eds. J. A. Tainter and B. B. Tainter. pp 1-23 Santa Fe Institute, *Studies in the Sciences of Complexity, Proceedings Volume XXIV*. Reading: Addison-Wesley.
- U.S. Bureau of the Census. 1983. *Statistical Abstract of the United States: 1984* 104d Washington, DC: U.S. Government Printing Office.
- Watt, K. E. E. 1992. *Taming the Future: A Revolutionary Breakthrough in Scientific Forecasting*. Davis: Contextured Webb Press.
- White, L. A. 1949. *The Science of Culture*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- White, L. A. 1959. *The Evolution of Culture*. New York: McGraw-Hill.
- Wickham, C. 1984. The other transition: From the ancient world to feudalism. *Past and Present* 103: 3-36.
- Wilkinson, R. G. 1973. *Poverty and Progress: An Ecological Model of Economic Development*. London: Methuen.
- Wolfe, D. 1960. How much research for a dollar? *Science* 132: 517.
- Worthington, N. L. 1975. National health expenditures, 1929-1974. *Social Security Bulletin* 38(2): 3-20.