

EKOLOJİ VE ÇEVRE BİLİMLERİNDE ENERJİ

Fikret BERKES — Mine KIŞLALIOĞLU

Günümüzde enerji ilkelerini içeren yaklaşımlar, ekolojinin uygulamalı alanlarında giderek ağırlık kazanmaktadır. Tarım iktisatçıları, tarımda enerji girdilerinden söz ederler. Balıkçı ülkeler, filolarının enerji girdi - çıktı oranlarını incelerler. Denizbilimcileri, ekolojik enerji ilkelerinden giderek, tüm dünya denizlerinin üretimini hesaplayıp, bu üretimi arttırmamanın yollarını ararlar. Son yıllardaki uygulamalara bakılacak olursa, ekolojide ancak 30 yıldır kullanılan enerji yaklaşımı, dünyanın güncel sorunlarının çözümlenmesine, ekoloji biliminin belki de en önemli katkısı durumundadır.

Ekolojinin pek çok dalında olduğu gibi, enerji (ya da ekolojik enerji) yaklaşımının temeli, sistem analizi için uygun yöntem arayışına dayanır. İçinde yüzlerce hatta binlerce tür bulunan, örneğin göl gibi küçük bir ekolojik sistem (ekosistem), ayrıntılarına saplanıp kalmadan nasıl incelenebilir? Ekologlar bu sorunun çözümünü, sistemin önemli öğeleri ve bu öğelerin ilişkilerini, enerji birimleri kullanarak saptamakta bulmuşlardır. İlk örnekleri 1940'lı yıllara uzanan bu yaklaşım, 1950'li yıllarda Howard ve Eugene Odum kardeşlerin çalışmalarıyla ekoloji biliminde önemli bir yer yapmıştır. Önceleri yalnız çok küçük boyutlu ve insan eli değmemiş doğal sistemlere uygulanan bu yaklaşım, 1960 — 70 döneminde giderek daha geniş boyutlu sistemlere, insan ögesini de içerecek biçimde uygulanmaya başlandı. Özellikle 1973 dünya petrol krizinden sonra çevrebilimlerinde sanayi sistemlerini incelemek için kullanıldı; hatta ekonomik analizlere girmeye başladı.

Ekolojik enerji konusundaki pek çok yazı ve kitap arasında seçilen şu örnekler, bu bilim dalındaki aşamaları özetlemektedir. John Phil-

Çevrebilimlerinde son yıllarda kullanılan bellibaşlı birkaç yaklaşımdan biri, enerji yaklaşımıdır. Bu yazı ve bunu izleyecek yazılar, "çevrebilimlerinde enerji yaklaşımı" konusunu ele almakta, özellikle enerji analizleri açısından tarım ve besin sorunlarına yakın yıllarda yeni bir yaklaşım getirecek gelişmelerin özetlenmesi amaçlanmaktadır.

lipson'un **Ekolojik Enerji** (1966) adlı kitabı, klasik ekolojide bu daldaki temel kavramların nasıl oluştuğunu inceler. İnsanın doğal bir öge sayılmadığı ekolojik sistemlerde türler arasındaki ilişkiler, besi zincirlerinin bir halkasından diğer halkasına enerji aktarımları enerji açısından popülasyon artışı ve biyolojik üretim, ekosistem temel öğelerinin enerji ilişkileri bu yapıta incelenir. Antropolog Roy Rappoport'un **Tarımcı bir toplumda enerji akımı** (1971) adlı yazısı ve yine o konudaki kitabı, enerji yaklaşımının insan toplumlarına uygulanmasının ilk ve başlıca örneklerindedir. Rappoport bu çalışmasında, Yeni Gine dağlarında yaşayan ve odundan başka hiçbir yakıt enerjisi kullanmayan ilkel bir tarım toplumunun günlük yaşamının tüm enerji dökümünü çıkarmıştır. Çapa yapmak, ağaç kesmek, çit yapmak gibi uğraşların her biri için kullanılan enerji miktarını ayrı ayrı hesaplayarak, yetiştirilen şeker kamışı, muz ve diğer ürünlerdeki enerji ile karşılaştırmış; bu ilkel tarımcıların harcadıkları her kilokalori karşılığında, 16 kilokalori karşılığı ürün aldıklarını göstermişti. Oysa makina, yakıt, sanayi gübresi gibi çeşitli enerji girdileri (ya da destek enerji) kullanan çağdaş tarımcı toplumlarda, harcanan birim enerji başına alınan ürün, hiçbir toplumda bu kadar yüksek değildi.

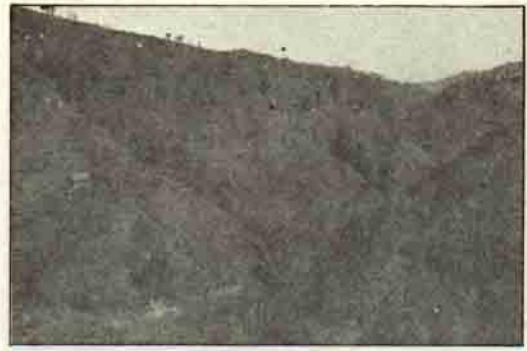
Ancak, Rappoport'un bu bulguları, "ilkel tarıma dönelim" anlamında yorumlanmamalıdır. Önerilen yaklaşımla tüm tarım alanlarında enerji girdi - çıktı oranı dikkate alınarak makinalaşmanın yarar ve zararları incelenebilir. Örneğin, Karadeniz Bölgesi'ndeki çay tarımı, Adana yöresindeki pamuk tarımı gibi emek - yoğun yöntemlerin kullanıldığı tarımda, Rappoport'un bulguları geçerlidir. Buna karşın İç Anadolu'daki tahıl üretiminde kullanılan sanayi gübresi, yüksek enerji maliyetine rağmen, gereklidir. Bu gibi durumlar-

* Brock Üniversitesi, Ontario — KANADA

da emek - yoğun yöntemlere dönülmesi söz konusu olamaz.

Enerji yaklaşımının daha geniş kapsamıyla insan toplumlarına uygulanmasının güzel bir örneği, Howard ve Elizabeth Odum'un **İnsan ve Doğanın Enerji Temeli** adlı kitabıdır. Enerji yaklaşımının önemini abartmak pahasına, yazarlar bu kitapta enerji olmadan hiçbir doğal olayın var olamayacağı, dolayısıyla evrende her şeyin enerji açısından incelenmesi gerektiğini ve bu yaklaşımın tüm doğa ilişkilerini açıklayacak güçte olduğunu savunmaktadırlar. Bütün ekolojik döngülerin güneş enerjisi ile yürüdüğü, örneğin yediğimiz her şeyin temelde, güneş enerjisini kullanan bitkiler tarafından özümleme yoluyla ortaya çıkarıldığı düşünülürse, Odum'ların savının birinci kısmını yadsımak olanaksızdır. Ancak tüm doğa ve insan ilişkilerinin enerji açısından incelenmesi gerektiği savı aynı derecede kuvvetli değildir. Enerji yaklaşımı, birçok yaklaşımdan yalnızca bir tanesidir. İspanyol düşünürü ve ekoloğu Roman Margalef'in 1963'de gösterdiği gibi, doğal sistemler ile insan toplumları arasında bazı paralellikler vardır. Örneğin, biyolojik tür toplulukları arasındaki enerji alışverişi, dünya ülkeleri arasındaki enerji alışverişlerine benzemektedir. Enerji yaklaşımı indirgemeli bir yaklaşımdır. Bir sistemin bütünsel analizinde, sistemin rakamlarla incelenemesine yarar. Ancak, birimleriyle dökümlenemeyecek ilişkiler de vardır. Örneğin, bir balıkçı toplumun avcılık ile ilgili motor, yakıt gibi tüm enerji girdileri incelenip, av ürünü enerjisi ile karşılaştırılabilir; ama balıkçılığın bir yaşam biçimi olarak toplumsal - kültürel değeri, enerji birimleri ile incelenemez.

Enerji yaklaşımının insan toplumları ve ekonomik ilişkilere uygulanmasının belki de en iyi bilinen örneği Barry Commoner'in **Gücün Yoksulluğu** (1976) adlı kitabıdır. Commoner, giderek daha pahalılaştan petrol, kömür, doğal gaz, uranyum gibi tükenir (yenilenemeyen) kaynaklara



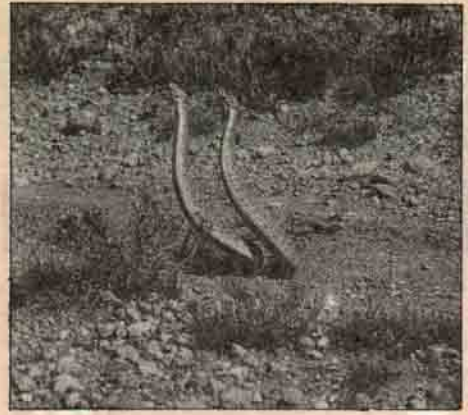
Karadeniz Bölgesi'nde çay tarımı.

bel bağlamanın, uzun süreçte enflasyona neden olacağını, bu tür enerji kaynaklarına bağımlı kalan, örneğin tüm taşımacılığını petrol kullanan taşıtlara dayandıran ülkelerin geleceğinin çok karanlık olduğunu rakamlarla göstermektedir. Bu yazara göre ekonomi tükenir kaynaklar yerine, güneş enerjisi ve türevlerine (rüzgâr, hidroelektrik, deniz-termik, biyogaz gibi) dayandırılmalıdır. Bunlar tüketilemeyen (ya da kendi kendini yenileyen) enerji çeşitleridir ve enflasyonun kısır döngüsüne neden olamazlar. Ancak güneş enerjisi ve türevlerinin kullanılması, toplum ve ekonomik ilişkilerde değişiklikler gerektirmektedir. Örneğin güneş ve rüzgâr enerjileri büyük yatırımlar gerektirmeden, yerel olarak üretilip tüketilebilir. Toplumlar böylece, doğal kaynakları kendilerinden daha zengin bölgelere bağımlı olmaktan kurtulup, kendi kendilerine yeterli duruma gelebilirler.

David ve Marcia Pimentel'in **Besin, Enerji, Toplum** (1979) adlı kitabında enerji yaklaşımı, besin maddelerinin üretimi konusuna uygulanmaktadır. Pimentel'ler, tarım ve balıkçılığın

İç Anadolu Bölgesi'nde tahıl üretimi.





YILANLARIN DÖĞÜŞÜ

Montana Çölü'nde karşılaştığımız ve büyük olasılıkla erkek olan bu iki çingiraklı yılanın döğüşü, kutsal törenlerin zarif figürlerini andırıyor. Dillerini titreterek sarmaş dolaş olan, eğilip bükülen yılanlar,

kesinlikle birbirlerini ısırıyor, yalnızca yere bastırmaya çalışıyorlar. Bilim adamlarına göre, sonuçta aşağı doğru kayarak süklüm püklüm uzaklaşan mağlup, yakındaki bir dişinin bölgesinde kalma ve dişinin lütfundan yararlanma hakkını da yitiriyor.

Science 83'den

giderek daha fazla destek enerjiye bağlandığını; örneğin ABD mısır üretiminde enerji verimliliğinin İkinci Dünya Savaşı'ndan bu yana düştüğünü göstermektedirler. Klasik ekonomik yaklaşımları eleştiren Pimentel'ler ile Commener, tarımda randıman kavramının "birim emek başına üretim" yerine, "birim enerji girdisi başına üretim" olarak değişmesi gerektiğini savunmaktadırlar. Uzun süreçte ülkeler çıkar yolu, doğa tarafından parasız sağlanan enerji ve gübreye dönmekte bulacaklardır. Örneğin, pahalı ve değerli doğal gazı, azotlu gübre yapımında kullanmak yerine, ekolojik tarım yöntemlerine (azot gereksinmesini yonca gibi baklagillerle ekimiyle sağlamak vb.) yöneleceklerdir.

Eskiden beri bilinen bu yöntemler, 1960'lı yıllarda petrol ve doğal gazın çok ucuz olması nedeniyle giderek terk edilmişti. Cysa 1980'li yıllarda, ileri teknolojik yöntemler yerine ekolojik yöntemlere dönmek, yeniden ekonomik olmuştur.

Yukarıda özetlenen temel yapıtlardan da anlaşılacağı gibi, enerji yaklaşımı bitki ve hayvan ekolojisinin dar çerçevesinden artık çıkmış, uygulamalı ekolojiye, çevrebilimlerine mal olmuştur. Küçük göl gibi ekosistemlere uygulamak üzere geliştirilen enerji yaklaşımı, çeşitli aşamalardan geçtikten sonra, insan toplumlarına ve uluslararası ilişkilere uygulanabilir duruma gelmiştir.