

EKOLOJİK ENERJİ VE TARIM

Mine KIŞLALIOĞLU — Fikret BERKES

Dünya ekosisteminde (ekosferde) doğal temel üretim, tüm canlılar için önemlidir. Ancak insan açısından, doğal ekosistemlerden değil de tarım ekosistemlerinden gelen besin, miktar olarak daha büyüktür. Bu yazının amacı, tarım ekosistemlerinin temel üretimlerini irdelemektir. Ekolojik enerji yaklaşımında, ortak bir birim olan kalori kullanılır. Böylece değişik tarım sistemlerinin girdi ve çıktıları, karşılaştırılabilir olarak incelenebilir.

İnsan, ekosferin yüzünü değiştirmiş, yüz yıllar boyunca tarım alanlarını genişletip, giderek ekosferin büyük bir kısmını denetimi altına almıştır. Ekolog Odum'un hesaplarına göre, kara ekosistemlerindeki birincil üretimin yüzde 12'si, doğrudan ya da evcil hayvanlar yoluyla insan tarafından yiyecek olarak tüketilmektedir. Yakıt ve yapı malzemesi olarak kullanılan odun ve tezek gibi diğer maddeler de göz önünde tutulursa, insan tüketimine giden birincil üretimin yüzde 12'den çok fazla olduğu ortaya çıkar.

Tarımsal ekosistemlerde net üretim değerleri Tablo 1'de sunulmuştur. Bu tabloda görüldüğü gibi, insanların tarım ekosisteminden elde ettikleri ürün miktarı, ilkel toplumlardan en ileri sanayileşmiş tarımcı toplumlarına doğru çok büyük artış göstermektedir. Ekim yapmadan, yalnız doğal olarak yetişen devşiren ilkel toplumları, yılda hektar başına 0,4 ile 20 kiloluk bir hasat yaptıkları hesaplanmıştır. Geleneksel tarımcılığa bu miktar, 50 ile 2.000 kg/ha/yıl kadar olmakta, buna karşın makinalaşmış tarım yapan, sanayi gübresi, tarım ilaçları gibi girdiler kullanan toplumlarda 2.000 ile 20.000 kg/ha/yıla çıkmaktadır.

Yine Odum'a göre, tarım üretiminde kuramsal (teorik) üst sınır 20.000 ile 80.000 kg/ha/yıl kadardır. Böyle yüksek bir üretilim elde edebilmek için, fotosentez sırasında ışığı en verimli kullanan ve net üretilim brüt üretilime göre

Ocak sayımızda yer alan yazımızda ekolojik enerjinin bazı temel kavramlarını incelemiş, Birinci Termodinamik Kanunu'na göre, evrende mevcut enerjinin sabit olduğunu, İkinci Termodinamik Kanunu'na göre de yoğun ve kullanılabilir enerjinin her değişiminde sürekli olarak azaldığını özetlemiştik. Canlıların yaşam enerjisinin, özümleme yoluyla yeşil bitkilerden geldiğini, ekolojide temel üretim diye adlandırılan bitkisel üretimde net temel üretimin, "brüt temel üretim, eksi bitkilerin solunumu" olarak tanımlandığını belirtmiştik. Bitkilerin, yaprak, kök ve bütün diğer kısımlarıyla beraber tartılmasıyla biyolojik ağırlıklarının ölçüldüğünü, ancak bitkilerin kendi kendilerini yenileme hızı olan devir hızının da bilinmesi gerektiğini vurgulamıştık.

yüksek olan bitki türlerini kullanmak gerekir. Bu özelliklere sahip en yüksek ölçüde üretim yapan bitki türlerinin, bir çeşit mikroskopik alg olduğu saptanmıştır. Ancak, görünümü ve tadı insanların pek istahını açmayan bu alglerin, önümüzdeki yıllarda büyük çapta yetiştirilmesi pek olası değildir. Ayrıca, böyle bir alg üretimi çok büyük harcamalar gerektirir.

Ancak, üretimin (yani çıktıların) artması ile birlikte, o ürünü almak için harcanan enerji (yani girdi) de artmaktadır. İkel toplumlarda sadece insan gücü kullanılmasına karşın geleneksel tarımcı toplumlarda hayvan gücü de kullanılmakta, sanayileşmiş toplumların tarımında ise hepsi yakıt enerjisi gerektiren; makina, tarım ilacı ve kimyasal gübre gibi yeni girdiler gerekmektedir. Odum'dan alınan Tablo 1'de de görüldüğü gibi, toplam biyolojik üretimin artmasına karşın, harcanan birim enerji başına üretim artmamaktadır. Bu olgu, daha sonraki yazılarımızda, daha yeni bilimsel analizleri de hesaba katarak, ayrıntılı olarak incelenecektir.

Tablo 2'de çeşitli tarım ürünlerinin üretimi karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Tablodaki değerlere bakılınca, birim alan başına kilogram ürün hesabıyla, en yüksek verim patates ve şekerden alınmaktadır. Bunları pirinç ve mısır izler. Tablodaki değerlerden ortaya çıkan önemli bir nokta ürünün cinsi ne olursa olsun sanayileşmiş tarım toplumlarında, geleneksel tarımcı

Tarımsal düzey	Üretim (Hasat)	Harcama enerji
	Kg/ha/yıl (kuru biyolojik ağırlık)	K cal/m ² /yıl
Doğada yetişen devşiren toplumlar Geleneksel tarımcılık	9,4 — 20 50 — 2.000	0,2 — 10 25 — 1.000
Sarıyılmış tarımcılık	2.000 — 20.000	1.000 — 10.000
Kuramsal mikroskobik alg yetiştiriciliği	20.000 — 80.000	10.000 — 40.000

Kaynak : Eugene P. Odum, "Fundamentals of Ecology" (Ekolojinin Temel İlkeleri) Third Edition (1971), Saunders, Philadelphia.

lık yapan toplumlara oranla çok daha fazla ürün alınmasıdır (Bkz. Tablo 2). Tarım ürünlerinde hasat miktarı türden türe de büyük değişkenlikler gösterir.

Tarım ekosistemlerinden elde edilen ortalama net birincil üretim değerleri, doğal ekosistemler için bulunan ortalama değerlerden genellikle daha yüksektir. Doğal ekosistemlerde orta-

lama üretim 2.400 kg/ha/yıl dolaylarında, tarımsal ekosistemlerde ise 3.500 kg/ha/yıl kadar olur. Bunun bir nedeni, tarım ürünlerinin en iyi topraklarda yetiştirilmesi, gerekli suyun ve besleyici gübrenin dışardan sağlanmasıdır. Ayrıca, tohum ıslahı çalışmalarıyla, daha fazla verim sağlayacak türlerin genetik olarak geliştirilmesi yoluna gidilmektedir. Örneğin bazı pirinç çeşitlerinde sap kısaltılarak, bitkinin yenilebilir kısımlarının oranı artırılmıştır. Böylece, bitkinin yenmez kısımlarını oluşturmaya ayrılacak enerji, insan tarafından kullanılabilir, pirinç taneleri yapımına gidecek, dolayısıyla hasat artacaktır. Bazı tarımsal sistemler için bulunan net birincil üretim değerleri, doğal sistemlerinkinden daha yüksek olmakla birlikte, karşılaştırmalı çalışmalar, iki sistemdeki birincil üreticilerin güneş ışığını biyolojik ağırlığa çevirme oranının benzer olduğunu ortaya koymuştur.

Bu konularda ekolojik ve genetik çalışmalar sürmekte olup, önümüzdeki yıllarda bazı önemli aşamalar beklenebilir. Örneğin bazı türlerde güneş enerjisini biyolojik ağırlığa çevirme kapasitesinin; havadaki azotun nitratlı gübre yapabileceği kapasitesinin, genetik mühendislik yöntemleriyle geliştirilmesi söz konusudur. ■

Bitki Türü	Yenilebilir Kısım Hasat ağırlığı Kg/ha	Kalori miktarı K cal/m ²	Net Birincil üretim K cal/m ²
Buğday	Hollanda	4.400	4.400
	Hindistan	900	300
	Dünya ortalaması	1.300	430
Mısır	A.B.D.	4.300	1.510
	Hindistan	1.000	350
	Dünya ortalaması	2.300	810
Pirinç	Japonya	5.100	1.840
	Brezilya	1.600	580
	Dünya ortalaması	2.100	760
Patates	A.B.D.	22.700	2.040
	Hindistan	7.700	7000
	Dünya ortalaması	12.100	1.090
Soya	Kanada	2.000	800
	Endonezya	640	260
	Dünya ortalaması	1.200	480
Şeker	Havaî (kamış)	11.000	4.070
	Hollanda (pancar)	6.600	2.440
	Küba (kamış)	3.300	1.220
	Dünya ortalaması	3.300	1.220