

TARIM EKOSİSTEMLERİNDE ENERJİ GİRDİLERİ

Mine KİŞLALIOĞLU - Fikret BERKES

Önceki yazıda da değinildiği gibi, tarımda üretimi artıracak yöntemler, çoğu zaman bazı yan etkiler getirmektedir. Bunların arasında genetik çeşitliliğin azalması, tarım ilacı kullanımından doğan insan ve doğa sağlığı sorunlarının yanı sıra, aşırı enerji kullanımı ve maliyet fiyatı artışı sorunları da vardır.

Tarımcılık biliminde verimlilik kavramı, birim alan başına hasat ağırlığından başka, ürün almak için gereken çeşitli enerji harcamalarını da içerir. Bir tarım ekosisteminde harcanan enerji; yetiştirilecek ürünün türüne, büyüme mevsiminin uzunluğuna ve çevre koşullarına bağlıdır. Kaliteli toprak, yeterli su, yağış, ısı gibi faktörler tarımı birinci derecede etkiler. Doğal koşulların uygun olduğu alanda benzer tarımsal yöntemlerle daha fazla üretim elde edilir. Örneğin bir hektarlık iyi topraktan, aynı tarım uygulamalarıyla daha az kaliteli iki hektarlık bir alandan alınabileceği kadar ürün alınabilir. Büyüme mevsiminin uzun olduğu yerlerde üretim artar. Örneğin bazı tropik ve ılıman bölgelerde yıl boyunca yeterli ısı, ışık ve su olduğu için yılda bir ürün değil, iki hatta dört ürün yetiştirilebilir. Bu nedenle örneğin Hawai'de şeker kamışı üretimi çok yüksektir. Nasıl Nil Vadisi'nde birden fazla ürün alınıyorsa, toprak, su koşulları ve gün ışığı uzunluğu uygun olan Çukurova'da da yılda iki, belki de daha fazla ürün almak olesı gibi görünmektedir.

Üretimi doğrudan etkileyen bu doğal koşulların dışında sisteme insan tarafından eklenen enerji miktarı da üretimi çok büyük ölçüde etkiler. Örneğin daha kötü kaliteli toprakta gübre kullanarak ve diğer enerji girdilerini artırarak iyi topraktaki kadar yüksek verim almak olasıdır. Ya da suyun kısıtlı olduğu alanlarda sulama kanalları yoluyla verim artırılabilir. Bol su ve gübre kullanımıyla ürünler daha sık dikilerek

Bundan önceki yazımızda, tarım ekosistemlerinin bazı ekolojik sorunlarını incelemiştik. Çevre bilimlerinde Enerji Yaklaşımı serisinin beşincisi olan bu yazımızda, daha önce kısaca bahsi geçen, tarımda enerji girdileri konusunu inceleyeceğiz.

daha dar bir alanda başarıyla yetiştirilebilir. Bu durumda suyu pompalamak, getirmek, dağıtmak, sulama tesislerinin yapımı ve bakımı sisteme giren diğer enerji girdileri olur. Böylece sisteme konulan enerji, doğal koşullar ölçüsünde üretimi etkileyen bir etken sayılabilir. Uygun doğal koşulların birinin eksikliğinde sisteme bol enerji girdisi (destek enerji) konularak bu eksikliği gidermek, böylece üretimi yüksek tutmak olasıdır. Örneğin suyun doğal olarak kısıtlı olduğu İsrail'de bol sulama ve gübreleme yoluyla bol su isteyen mısır bitkisi başarıyla yetiştirilebilmektedir.

Tarımcılık ne kadar gelişirse, sisteme konulan enerji girdisi o ölçüde artar. Bu arada gübre ve tarım ilaçlarının yapımının büyük ölçüde yakıt enerjisi, özellikle petrol kullanımını gerektirdiğini unutmamak gerekir. Ayrıca tohum atma, gübreleme, sulama, ilaçlama işlemleri sanayi toplumlarında yine yakıt kullanan makinelerle yapılır. Yakıt kullanımı insan emeği girdilerini çok büyük ölçüde azaltır. Örneğin yalnız el emeğiyle Meksika'da bir hektar mısır 1.144 saat insan gücü harcayarak üretilebilmektedir. Buna karşın ABD gibi makinalaşmış tarım yapan ve bol yakıt kullanan bir toplumda bir hektar mısır üretmek için sadece 12 saat insan gücü gerekmektedir. Böyle bir toplumda bir çiftçi yakıt girdileri yardımıyla tek başına 100 hektar mısır yetiştirebilecekken elle tarımcılık yapan toplumda bir çiftçi ancak 1,5 hektarlık mısır yetiştirebilir. Görüldüğü gibi yakıt kullanımı insanların tarım ekosistemlerinden çok daha yüksek üretim almalarını yol açmıştır.

Sanayileşmiş ülkelerdeki tarımcılıkla geleneksel tarımcılıktaki net üretim değerleri arasındaki farklar, bu topluluklarda tarım sistemine konulan enerji girdileriyle açıklanabilir. Geleneksel tarımcılıkta çiftçinin el emeği kullanılır ya da tarım hayvanlarının gücünden yararlanır. Sanayileşmiş ülkelerde ise tarımda kullanılan enerjinin en büyük kısmı yakıttır; insan gücü

ve elektrik enerjisi çok daha az ölçüde kullanılır. Genel olarak, sisteme konulan enerji ne kadar yüksek olursa, üretim de o ölçüde yüksek olur.

Modern tarımcılıkta verimlilik, üründen alınan enerjiye oranla ekosisteme harcanan enerji miktarına göre değerlendirilmektedir. Uzmanlar değişik tarım toplumlarında sisteme giren enerjiyle üretim arasındaki ilişkiyi ayrıntılı olarak incelemişlerdir. Hesaplarına göre, Meksika'daki bir çiftçi, bir tek çapa ve balta kullanımıyla bir hektar mısır yetiştirmek için toplam 642.390 Kcal harcar ve ortalama 6.900.000 Kcal değerinde 1.940 kilo ürün alır. Elde edilen ürünün enerji olarak karşılığı, sisteme konulan enerji harcamalarına bölününce sistemin bu ürün için enerji verimliliği bulunur.

$$\text{Enerji Verimliliği} = \frac{\text{Enerji çıktısı (ürün)}}{\text{Enerji girdileri}}$$

Doğal koşulların mısır yetiştirmeye çok uygun olduğu bu sistemde çıktı: girdi oranı 11:1 olarak bulunmuştur. Buna karşın yine yalnız el emeği kullanılarak yapılan Guatemala'daki mısır üretiminde, doğal koşulların daha az elverişli olması dolayısıyla hektar başına Meksika'daki üretimin yarısı alınabilmektedir.

Yüksek ölçüde makinalaşmış tarımcılığın yapıldığı ABD'de gübreleme, sulama, yüksek verimli tohum geliştirilmesi, tarım ilaçları yapımı gibi işlevler dolayısıyla elektrik enerjisi ve bol yakıt kullanımı gerekir. Bu girdilerle mısır üretimi 1975 verilerine göre hektar başına ortalama 5.390 kiloya yükselmektedir. Yani ABD'deki tarımcılık yöntemleriyle, Meksika'da el emeğiyle uygun doğal koşullarda yetiştirilen ürünün 2,7 kat fazlası alınmaktadır. Ancak bütün bu girdi-

lerin belli bir enerji maliyeti vardır. ABD'de harcanan toplam enerji miktarı 19 milyon Kcal dolaylarında, yani Meksika'da harcananın yaklaşık otuz kat fazlası olmaktadır. Böylece hasatın enerji değerinin, enerji harcamalarına oranı ancak 3/1 kadardır.

Bu ekosisteme giren yakıt enerjisinin en büyük kısmını, aşağı yukarı üçte birini, azot gübrelerinin yapımı için harcanan enerjinin oluşturduğu hesaplanmıştır. Toplam enerji girdisinin üçte birlik diğer bölüme ise makinaların ve yakıt için kullanılır. Tarımın giderek makinalaşmakta olduğu, tarım ilaçları ve gübrelemenin önem kazandığı ülkemizde, enerji girdileri ilişkilerinin incelenmesinde yarar vardır.

ABD'de 1945 - 1970 döneminde mısır üretiminde enerji girdileri incelendiğinde, bu dönemde el emeğinin öneminin azalmasına karşın, tüm diğer girdiler çok artmış; toplam üretim de bunu izleyerek artış göstermiş, ancak enerji verimliliği düşmüştür. Şöyle ki, 1945'te birim alandan 975.500 Kcal harcama ile 3.427.200 Kcal değerinde ürün alınırken (çıktı:girdi oranı 3,7:1) 1970'te 2.896.800 Kcal harcama ile 8.164.800 Kcal değerinde ürün alınmıştır (çıktı:girdi oranı 2,8:1). Dolayısıyla bu dönem boyunca enerji veriminde düşüş yüzde 24 kadardır.

1970'li yıllara kadar petrol çok ucuzken, yakıt girdilerini artırarak üretimi artırma'k gerçekten çok yerinde bir yöntemdi. Ancak 1970'ten sonra çok artan petrol fiyatları tarım eko-

Suyu pompalamak, getirmek, dağıtmak, tesislerin yapımı ve bakımı da sistemin enerji girdilerindedir.



nomisini ve çok girdi öngören planlamayı altüst etmiştir. Üretim artmasına karşın, üretimin maliyeti, bu artışa oransız olarak fazlalaşmış, özellikle petrole dışarıdan satın almak zorunda olan ülkeleri çok zor durumda bırakmıştır. Türkiye'de de temel üretimin 1950 - 1980 döneminde çok artmasına karşın, üretim maliyetinin de aşırı artması, ülkenin petrole giden harcamalarının tüm dışsattım gelirlerini aşması rastlantı değildir. Ulaşım, sanayi ve elektrik üretimi yanında, tarımda makinalaşmanın petrol gereksinmesini körüklediği bir gerçektir. Modern tarım girdilerinin kullanıldığı bir toplumda petrol gereksinimi kesinlikle çok yüksektir. Bu sorunun çözümü elbetteki tümüyle geleneksel tarıma dönülerek aranamaz. Ama gene de, tarım politikası açısından seçenekleri iyi değerlendirmek, ekolojik kanunları göz önüne alarak modern ve geleneksel yöntemleri enerji açısından dengelemek gerekir.

Geleneksel tarımcılıkta insan gücünden başka öküz, at gibi tarım hayvanlarının gücünden de yararlanılır, böylece harcanacak insan gücü miktarı azaltılmış olur. Tarım hayvanlarının sisteme enerji yönünden katkısı incelenirse, bir yandan da hayvanların beslenmesi gerektiğinden sisteme giren enerji girdilerinin arttığı görülür. Ancak tarım hayvanları, bitkilerin insan tarafından kullanılmayan sap, ot gibi kısımlarıyla beslenir; ot enerjisini dolaylı olarak ürün enerjisine çevirmiş olurlar. Böylece makinalaşmış tarımcılıkta olduğu gibi dünyanın kısıtlı fosil yakıt kaynaklarını değil, ekolojik enerji kullanırlar.

Önceki yazılarımızda da gösterildiği gibi, ürün ne olursa olsun, makinalaşmış sanayi toplumlarında birim alan başına verim daha yüksektir. Ancak bunun doğrudan doğruya artan enerji girdilerinin bir sonucu olduğu göz önünde tutulmalıdır. Yoksa makina gücü insan gücünden daha randımanlı değildir. Emek-yoğun yöntemlerle yapılan tarımcılıkta da su ve iklim koşulları uygunsuz yüksek verimli bitki çeşitleri de kullanarak verim düzeyini artırmak olasıdır. Nitelikli Japonya dâhil çoğu Uzakdoğu ülkeleri enerji yoğun yöntemlerden çok, emek yoğun yöntemlerle tarım üretimlerini çok geliştirmişlerdir. Hızla artan dünya nüfusunu beslemek için tarımsal üretimin de giderek artırılması beklenir. Bazı hesaplara göre bugünkü tarım üretimini iki katına çıkarmak için enerji girdilerinin üç

ile on kat artması gerekir. Ancak en ileri tarım teknolojilerinde bir yandan verim çeşitli yöntemlerle yükseltilirken bir yandan da enerji çıktı: girdi oranının giderek azaldığı görülmektedir.

Tarımcılıkta hızlı üretim artışının büyük ölçüde enerji desteğine bağımlı oluşu dünya enerji kaynakları yönünden düşündürücüdür. Modern tarımcılıkta kullanılan başlıca enerji olan petrol enerjisi, doğal gaz, kömür gibi miktarı sınırlı, yani tükenir enerji kaynaklarından gelir. Tükenir kaynakların, bugün sanayi ülkelerinin kullandıkları biçimde tarım ürünlerinin artırılması için dünya çapında kullanılmaya başlanması, şimdiden izi görülen dünya enerji derliğine giderek daha fazla katkıda bulunacaktır. Bu konuları inceleyen uzmanlarının vardıkları sonuçlar şöyle özetlenebilir:

Önümüzdeki yılların tarımında enerji girdi çıktı oranını gözetmek; hem verimi, hem de hastalıklara dayanıklılığı yüksek çeşitler geliştirmek; ekolojik bilgileri tarımcılığa uygulamak gerekecektir. Uygun toprak kullanımı yöntemleri (erozyon kontrolü gibi), organik madde oranı yüksek hayvansal gübre kullanımı, emek-yoğun yöntemlerin geliştirilmesi, baklagiller gibi yüksek oranda protein veren ve toprağa azot sağlayabilen bitkilerin yetiştirilmesi bu ekolojik uygulamalardandır. Örneğin mısır tarlalarında yaz sonuna doğru mısır sıraları arasına yonca gibi baklagiller dikilir, bu yoncalar ilkbaharda pullukla sürülüp toprağa karıştırılırsa nitrojenli gübre gereksinimi büyük ölçüde karşılanır. Böyle bir yöntemin önemli çapta enerji tasarrufu sağlayacağı, dolayısıyla dışarıdan alınan petrole bağımlılığı azaltacağı bellidir.

Buna karşın, tarım üretimini; salt enerji girdilerini yükselterek de artırmak olasıdır. Üretimi iki kat artırmak için gereken destek enerjinin üç ile on kat olması lazımdır. Yani üretimin dört kat artması bile olasıdır, ama tabii tarıma giren destek enerjisi on ile yüz kat artırmak koşuluyla... Tarım üretimi ile destek enerji arasındaki bu ilişki ekonomi bilimindeki Azalan Verimler Kanunu'nu anımsatır. Yani nispeten az bir tarım üretimi artışı sağlamak için, giderek artan miktarlarda destek enerjinin kullanılması gerekir. Bu durum, Türkiye gibi tarımda kullandığı enerjinin büyük kısmını petrol olarak dışarıdan alan bir ülke için düşündürücüdür.

Rüyaları gerçekleştirmenin en kestirme yolu, uyanmaktır.

J. M. POWER