

# Kurak Toprakların Sulanmasında Geçmişten Dersler

*Çağdaş mühendislik olanakları olmadığı dönemlerde bile, insanlar bugün oturulmaz, yerleşilmez gibi görülen yerlerde yaşıyorlardı. Su kaynaklarımız giderek azaldıkça atalarımızdan bir şeyler öğrenebilecek miyiz?*

Fred PEARCE

**T**el-Aviv'den güneydeki Necef Çölü'ne giden yol bir süre Yafa'nın geniş portakal bahçeleri arasından geçer. Kuzeydeki Taberiye Gölü'nden büyük bir maliyetle pompalanarak sulanan bu yeşil alanlar, bugün İsrail'in su kaynaklarını son sınırına getirmiştir. Su pompalama işlemi, bu ülke elektriğinin beşte birini tüketmektedir.

Ancak yolunuz çölün içlerine doğru ilerledikçe birden yüzyıllar önce bu çölde sadece yağmur sularıyla tarım yapmış eski uygarlıklardan kalıntılar görürsünüz. 1500 yıldan fazla bir zaman önce bu çölde, tepelere Petra, Avdat ve Şivta gibi kentler kurmuş, kervan ticareti yapan Nabatiler (Filistin'de Petra merkezi ve çevresinde krallık kurmuş bir Arap halkı) yaşıyorlardı. Bu insanlar kendi yiyeceklerini yağmur sularıyla suladıkları tarlalarda yetiştiriyorlardı. Onlardan kalma ören kentleri bugün birer turizm çe-

kim yerleridir; fakat bazı çiftlikler İsraili bilim adamları tarafından yeniden canlandırılmış olup, bugün bir kez daha çölde ürün yetiştirilmektedir.

Yıllık yağış miktarı 10 cm<sup>3</sup>'ü bile bulmayan Avdat ören yeri altındaki Tarım Araştırma Enstitüsü'nden Pedro Berliner, küçük bir vadi ağzında bana bir Nabatî çiftliği gösterdi. Mart sonları idi. Bir aydır yağmur yağmamıştı, fakat çölün toprağı ıslaktı; bir buğday tarlası, yaprak açmış badem ağaçları ve yaprak açmak üzere fıstık ağaçları vardı. Bunun sırrı, vadi de iki kola ayrılan ve yakın tepeye tırmanan altı taş duvardı. Bu duvarlar, yılda bir iki kez boşanıncasına yağın sağanak yağmurların sularını çiftliğe çeviriyor ve burada su, arklar ve kanallar ağı ile birçok tarlayı suluyor.

İsraililer bu çöl çiftliklerini kendilerine dost kazanmak için Afrikalılara yardım programlarında ör-



*Su kaynaklarını geleneksel kullanma yolları, çağdaş mühendisliğe hâlâ yardımcı olabilir.*

nek gösterim projeleri olarak kurmuşlardı; fakat geçen yıl kuraklık İsrail'i vurunca kendi sorunlarına da bir çözüm gibi göründü.

Çıplak ve boş görünüşünün aksine, çölde su bulmak için sık sık bu tür mühendislik işleri ile karşılaşır-sunuz. Ancak bu duvarların çoğu, suları tarlalara değil de koyun, keçi sürüleri ile onları otlatan çobanlara yıl boyu içme suyu sağlamak üzere tepe yamaçlarına oyulmuş sarnıçlara çeviriyorlar.

Bunlar, bunun dünyadaki tek örneği de değil. Dünya çöllerinde yağmur suyu depolama yöntemi, bir zamanlar olağan dışı olmaktan çok, olağan bir olay olmalı. En güzel örneği belki de Hindistan'da Thar Çölü'nde olanıdır. Yağmur suları, buraları halen kilometre karede 60 kişi yaşatabilecek şekilde, bu çölü dünyadaki en yoğun nüfuslu çöl yaparak, mahzenlerde, sarnıçlarda, su depolarında ve başka her türlü su tutma yöntemleriyle korunmaktadır.

Libya'da Albay Kaddafi, Sahranın altındaki yer altı su kaynaklarından su çıkarıp, kıyı bölgelerindeki çiftliklere vermek için geniş pompa istasyonları ve boru hatları ağı ile büyük bir yapay nehir yaptırmış; bunun için 20 milyar dolar harcamıştır. Ancak bu yapay nehrin geçiş yolu için güzergâh araştırmaları sırasında yer yer ortaya çıkan arkeolojik kalıntılardan, seyrek yağmur sularını depolama yönteminin 2000 yıl önce burada Araplara vadilerde tarım yapma olanağı verdiği anlaşılmıştır. UNESCO'dan İngiliz arkeolog Barri Jones, çiftçilerin geçmişte bu vadilerde incir, zeytin, bağ ve arpa yetiştirmiş olduklarını saptamıştır. Nitekim Libya'nın yaklaşık 2000 yıl önce Roma İmparatorluğu'nun zahire ambarı olduğu bilinmektedir.

Tek damla su bile israf edilmiyordu. 1989'da yayınlanan bir UNESCO raporunda şöyle denilmektedir: "Platonun kenarı üzerindeki sel suları yan duvarlar ve menfezlerle aşağıdaki vadi tabanına çevriliyordu; burada akışı kontrol etmek, daraltmak ya da genişletmek için başka duvarlar yapılmıştı. Yine plato üzerinde sel suları başka duvarlarla otlakların iyileştirilmesi için sığ millî topraklı çukur yerlere çevriliyordu."

Amerikalılar da Libyalılar gibi çöllerinden su geçirmek için milyarlarca dolar para harcamaktadırlar; çünkü çöl yağmurunu depolama bilgisinden yoksundurlar. 1890'larda, Sonora çölünü inceleyen bir Amerikalı, "Bütün bölge



*Peru'nun Colca vadisinde İnkalar zamanından kalma sulama terasları.*

umutsuz derecede çöldür; tarıma uyarılma olanağı yoktur. Yine de temmuz yağmurları başlayınca Papago Kızılderilileri mısır, kabak ve kavun ekerler." diyordu.

Buralara sonradan yerleşen beyazların Tuscano'nun batısında tahsisli araziye kapattığı Papago yerlileri, buralarda yüzyıllardır bir huninin kenarları gibi birleşen uzun sedler açarak yağmur depolamışlardı. 1950'lerde Amerikalı botanikçi Edgar Anderson'ın "dünyadaki en kayda değer tarım sistemlerinden biridir" diye tanımladığı bu sistem, bugün hemen hemen bütünüyle bırakılmıştır. Bunun yerine mahkeme, bu yerli halka eyaletin ötesindeki Colorado Nehri'nden çöl kentleri Phoenix ve Tucson'a su getiren 3 milyar dolar maliyetli Orta Arizona Projesi su kemerinden verilecek su ile yeniden tarıma başlama şansı vermiştir. Geç kalınmış bir adalet. Üstelik yerli halkı kendi yağmurunu depolamaktan vazgeçmeğe ikna edip, sonra binlerce kilometre uzaktaki Wyoming dağlarına düşen karların sularını onlara getirmek için milyarlarca dolar harcamayı çağdaş dünyanın zaferi gibi görmek de kolay değildir.



*Titicaca Gölü çevresinde "yükseltilmiş tarlalarda" yerli çiftçiler And türü yüksek proteinli daneli ekin yetiştiriyorlar.*

Bu yerli halk, kurak batıda tarım yapan Kızılderili topluluklarının ilki de değildir. Adı geçen Phoenix kenti 19. yüzyılda yerli Hohokam halkının sulama ağının kalıntıları üzerinde kurulmuştur. 16. yüzyılda gelen İspanyollar buraya "büyük ekili alanlar" adını vermişlerdi. Beş yüz sene önce Colorado platosu kuzeyindeki yüksekliklerde yaşayan yerli Anasazi halkı, sağanakların getirdiği suları ve bunların tepelerden getirdiği verimli milleri tutmak için

binlerce minik barajlar yaparak, kurak kanyonlarda mısır, fasulye ve sebze yetiştiriyorlardı. Peru Andları'nın dik yamaçlarında da milyonlarca hektarlık taş duvarlı sulama terasları ve yüzlerce kilometrelik nefis mühendislik işi sulama kanalları vardır. İnkalar gibi "güneşin imparatorluklarını" ve onların yitik kenti Machu picchu'yu işte bu sulama sistemleri besliyordu.

İşin bir başka yönü, çöl yerine bu kez yarı bataklık arazilerde de tarımda şaşırtıcı başarılar gösterilmiş olmasıdır. Drenaja elverişsiz yarı bataklık topraklarda sıra sıra oluşturulmuş sirtlarda bugün bile yer yer sirtlar üzerinde mısır, çukurlarda da pirinç yetiştirilmektedir. Bu tür sıra sirtlar haline getirilmiş en geniş arazi, Peru'da Titicaca Gölü yöresinde bulunmuştur. Pennsylvania Üniversitesi'nden Clark Erickson, bu arazinin "öldürücü donları, şiddetli kuraklıkları ve ağır sel baskınları ile bilindiğini ve bugün üretim rekoltesinin çok düşük olduğunu söylemektedir. Bu göl yöresi toplulukları, yaklaşık 3000 yıl önce burada bu türden 800 kilometre karelik bir arazi meydana getirmişlerdi. Erickson, burada ilgi çekici bir deney yapmış, yerli Quechua Kızılderililerini ikna edip, yerli âletleri ile onlara sirtlar yaptırmış, sonuçları olağanüstü başarılı olmuştur. "Deney tarlalarımız hektar başına 10 ton patates verdi. Bu kazı çıkarlarından çıkan yeşil yosunlar, yerine kimyasal gübre kullanan komşu çiftliklerdeki verimin üç katıdır" diyor Erickson.

1982-83 kuraklığında normal tarım yapılan alanlarda tam bir başarısızlıkla karşılaşırken, sirtlar ürünlerini vermede devam etmişlerdir. Üç yıl sonra bu kez kuraklık yerine bütün çevre alanlar, büyük bir sel baskınına uğramış fakat bu sirtlar kuru kalmıştır.

Meksika vadisinde bugünkü Meksiko kentinin geçekondü varoşlarının ortasında verimli tarımsal geçmişten bir parça yaşıyor. 500 yıl önce Aztekler gibi büyük gelişme göstermiş uygarlıkların ve onlardan bin yıl önce geniş piramidler kenti Teotihuacan'ı kuranların yaşadığı bu vadinin çoğunu göller kaplıyordu. Eski çiftçiler işte bu göller üzerinde "Chinampas" denilen yüzen bahçeler yapmışlardı. 1519'da İspanyol Hernan Cortés, Azteklerin başkentini yağmaladığında, belki de 2000 yaşında olan bu yüzen bahçelere pek dokunmamıştı. Ondan birkaç yıl sonra buraya gelen misyoner Peder Acosta, bu bahçeleri şöyle anlatıyor: "Bunlar su yüzünde hareket eden bahçelerdir; düzgün destelerden oluşan saz ve kamış yığınlarından yapılmışlardır. Üzerlerinde ekim, dikim yapıyorlar, bitkiler büyüyüp olgunlaşıyor. Bu bahçeleri bir yerden bir yere yedekte çekebiliyorlar."

Bir zamanlar vadi üzerinde bunlar birçok büyük gölün yüzeyini kaplıyordu. Cortés geldikten sonra İspanyollar drenajla vadinin sularını yavaş yavaş ku-



**Bir zamanlar Azteklerin chinampas dediği Meksika'nın yüzen bahçeleri hâlâ yılda altı-yedi ürün vermektedir.**

ruttukça, göllerle birlikte bu yüzen bahçeler de azalmıştır. Meksika vadisinde bugün bu bahçelerden varlığını sürdürebilenler, yalnızca Xochimilco Gölü üzerindeki yüzen bahçelerdir. Bu bahçelerden hâlâ yılda altı-yedi kez ürün alınabilmektedir. Ancak modern Meksika'nın tarım sorunlarındaki başarısızlıklar, başkentlerine her gün ortalama bin kişinin göç etmesine neden oldukça son yüzen bahçelerin de kısa zamanda kuruyacağından hemen hiç kimsenin kuşkusu yoktur.

Her biri yüzyılların deneyleri ve yanlışları ile yerel çevre koşullarına göre biçimlenmiş bu çeşitli eski zaman teknikleri, tekbiçimliliği benimsetmek isteyen çağdaş mühendisliğin çoğunun zavallılığını ortaya koyuyor.

Yine susuz topraklara dönüyoruz. İran'ın kavurucu sıcakları altında yanan kurak yamaçlarında çiftçiler 2000 yıldan beri tatlı su bulmak için yerin derinliklerini kazmışlardır. Bir yamaçtaki sızıntı su kaynağını, altındaki kum ve çakıl yataklarına kadar izleyerek alüvyonlu derin katmanlara kadar tüneller kazmışlardır. Bu yer altı su tünelleri, yumuşak bir eğimle serbest akış olanağı sağlamak için kilometrelerce uzunluklara varabilmektedir. Irak, Afganistan, Pakistan, Doğu Türkistan gibi birçok ülkede yaygın olan bu tür tüneller, özellikle İran'da toplam 270 000 km uzunluğa kadar varmaktadır. 1950'lerde, bu ülkenin suyunun dörtte üçünü bu tüneller sağlıyordu. Bugün bu geleneksel sistem çoktan gerileme içine girmiştir. Yeni pompa kuyuları su düzeylerini düşürdüğü tüneller de hızla kurumaktadır.

Yerel koşullarda çağdaş yöntemlerin geleneksel yöntemlere üstünlüğü seyrek görülmektedir. Hindistan'da İngiliz imparatorluk döneminin en ünlü su mühendisi Sir Arthur Cotton bir anısında şöyle diyor: "Yerliler bizden yalnızca nefretle söz ediyorlardı. Bizim savaşta olağanüstü uzman olduğumuzu, fakat onların büyüklüklerini yaptıkları yapıların (su sistemi-

# PLUTO'NUN ÖTESİNDE BULUNAN BUZLU CİSİM

Jeff HECHT

Güneş sistemimizin dış çepelerinde, bulunması muhtemel nesnelere için yapılan uzun bir araştırma, sonunda ürünlerini verdi. Amerikalı astronomlar, en uzak gezegen Pluto'nun ötesinde 200 km eninde bir cisim buldular. Bu, güneş sistemimizin çok uzak mesafelerinde, çok küçük buzlu cisimlerin bulunduğuna dair iddiaya en güzel delildir. Harvard-Smithsonian Astrophysical Observatory'den Brian Marsden, bu keşfin, gezegen sistemimizin orijini ve gelişimini anlamamız hususunda astronomlara yardımcı olacağını söylemektedir.

Astronomlar uzun bir süre, kometlerin güneş sistemimizin dış bölgelerinden geldiklerini düşündüler. Bu konudaki son modeller, içerisinde Halley'in de bulunduğu kısa periyotlu kometlerin, Pluto'nun hemen ötesinde varsayılan Kuiper kuşağından geldiklerini göstermektedir. Fakat, Hawai üniversitesi'nden David Jewitt ve Kaliforniya Üniversitesi'nden Jane Luu, Hawai'deki 2.2 metrelik MAUNA KEA teleskobuyla, 30-31 Ağustos ve 1 Eylül gecelerinde gök yüzünden alınmış fotoğraflara bakmadan önce kimse bu bölgede bir şey bulamamıştı. Bu iki kişi, yavaş ilerleyen ve gayet sönük bir cisim bulup, devrim ve parlaklığından, uzaklık ve hacmini hesapladılar.

Jewitt ve Luu, Güneş sistemimizin dış bölgelerindeki cisimleri araştırmaya 1987'de başladılar.

Marsden, "Bu yalnız gezen buzlu nesneyi çok kolay bulmaları, bunlardan daha pek çok olduğunu gösterir" demektedir. Jewitt, bu buzlu cismin, gerçekte yarı buzlu olabileceğine inanmaktadır. Belki de, Pluton ve uydusu Charon, bu tipin daha büyük şekilleri ve bu kometler de ailenin daha küçük fertleridir.

Astronomlar, bu yeni cisimle aynı büyüklükte, fakat bu kez Güneş'e yaklaşan iki cisim daha buldular. 1977'de Uranüs ile Satürn arasında komete benzeyen bir cisim bulunmuştu (Chiron). Bu yılın Ocak ayında ise, bu kez Pholus denen ve Satürn ile Neptün arasında yörünge hareketi yapan bir cisim bulunmuştu.

Bu yeni cisim şimdi hâlâ, oluştuğu yer olan Kuiper kuşağında yarı kararsız bir yörüngededir. Birkaç milyon yıl önce, kütle çekimine dayalı etkileşimlerle (büyük bir ihtimalle de Neptün ile) Chiron içe, Güneş'e doğru itildi. Güneş'ten uzaklara uzanan yörüngesi ile Pholus, daha yakın bir zamanda içe doğru yaklaşmıştır. Jewitt, "Chiron ve Pholus, herhalde, Kuiper kuşağından içeriye doğru saçılan cisimler sınıfının en büyük iki elemanı oluyorlar" diyor.

New Scientist, 15 Nisan 1992'den çev.:  
Mehmet İleriş DOĞAN

nin) benzerini yapabilmemiz şöyle dursun, onların bakım ve onarımını dahi yapamayacak kadar aşağı, bir tür uyarlatılmış vahşiler olduğumuzu söylerlerdi."

Üçüncü dünyadaki ekonomik gelişime en etkili biçimde nasıl yardım edilebileceği tartışması, son yıllarda "modern" projeler lehinde olanlarla "küçük güzellik" gelenekçileri arasında kutuplaşmaya yol açmıştır. Bangalades, bugün nehirlerinin bereketli sularının tarlalarına ulaşmasını engellemeden tehlikeli sel baskınlarını önlemenin yollarını bulma uğraşını veriyor. Modern projeler, karşısına dünyanın en ağır maliyet yükü getiren mühendislik projeleri çıkarıyor. Oysa buralara sömürge yönetimi gelmeden önce yerliler buna çözüm bulmuşlardı; nehirlerinin sularını hem tehlikeli su baskınlarına karşı koruyorak hem de tarlalara hazır mil getirmesini sağlayarak delta üzerinde bir yandan öbür yana düzgün biçimde yayan yedi büyük kanala dağıtmışlardı. Sömürge yöneticileri sistemi anlayamadı; Bangaladeslileri kanal boylarında tarlalara milli sular getiren yarmalar yapmaktan zorla alıkoyarak, sistemlerini büyük ölçüde yıktı.

Bütün bu örneklerden alınabilecek gerçek ders, su işletmeciliğinde birçok uzmanlık becerisinin mo-

dern çağa geldikçe kaybolup gitmiş olmasıdır. Arkeologlar çok zaman parçaları birleştirebilirler. Fakat onların ustalarının bilgisini öğrenmek kim bilir ne kadar daha güzdür. Bu eski zaman çiftçileri amansız topraklarda tarım yapma başarısının sırlarını belki de kendi aralarında saklıyorlardı; tıpkı bütün müşavir mühendislerin çözümlü yeşertme projeleri için ne diller döktüklerinin sırlarını kendilerinde saklamaları gibi.

Bizim Toros sıradağlarımızın Hatay'dan Muğla'ya dek boydan boya Akdeniz'e bakan bütün yamaçları, orta büyüklükte Avrupa ülkeleri kadar geniş yüzölçümüne sahiptir. Özellikle kış aylarında dünyada en çok yağış alan yerlerdendir. İklimi tarım için idealdir. Kayalarından bile otlar, yabancı zeytin ağaçları fıskırır. Fakat uzun yaz ayları kuraktır. Ancak yer yer sınırlı alanları sulanır. Bu topraklara baştan başa bu yazıda anlatılan yağmur sularından yararlanma yöntemiyle özenle bakılacak olsa, aşağılarında uzanan güzelim Akdeniziyle buralar kim bilir nasıl eşsiz bir dünya cennetine dönüşür. Nitekim bir zamanlar buralarda adım başına mermer kentler kurulmuş olması, mermer kanallarla uzak yamaçlardan limana zeytin yağı akıtılmış olması da boşuna değildir.

New Scientist, 7 Aralık 1991'den çev.:  
Mehmet ÖZHAN