



# TOPRAK BİLİMİ ve BİTKİ BESLEME DERGİSİ



## Toprak Fiziğinin Kısa Bir Tarihçesi

Mehmet Aydın \*

Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Hatay

### GİRİŞ

Bu derlemenin amacı; (1) Toprak Fiziğinin önemini ve işlevini açıklamak, (2) Toprak Fiziğinin tarihçesini özetlemek ve Türkiye'deki durumunu kısaca irdelemektir.

Toprak Fiziği, bitkilerin gelişmesinde önemli etkileri olan ve toprağın fiziksel davranışlarını belirleyen katı (mineral-organik parçacıklar), sıvı (toprak suyu) ve gaz (toprak havası) fazlarını ve bunlar arasındaki ilişkileri inceleyen; topraktaki enerji alışverişi ve madde taşınım süreçlerini irdeleyen bir bilim dalıdır. Göreceli olarak genç bir bilim dalı olan Toprak Fiziği, matematik ve fizik (mekanik, optik, elektrik, nükleer fizik, ısı, termodinamik) başta olmak üzere değişik bilim alanlarından yararlanmaktadır. Ayrıca, Toprak Fiziği; pedoloji, hidroloji, jeoloji, sedimantoloji vb. diğer bilimlerle ortak ilgi alanlarına sahiptir. Bu disiplin, gereksinimleri daha iyi karşılamak ve sürekli bir gelişme kaydetmek için fiziksel teori ve modellerden yararlandığı gibi, çeşitli teknoloji ve ekipmanların yanı sıra laboratuvar ve arazi denemeleri çıktılarını kullanmaktadır (Yeşilsoy ve Aydın, 1991; Lahlou ve ark., 2004).

Eski Yunan ve Roma Çağlarında toprakların fiziksel durumu hakkında bazı bilgilerin mevcut olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşılık Toprak Fiziği, yakın zamana kadar (özellikle 1880 ve 1930 yılları arasında) toprak kimyası ve verimliliğine kıyasla daha az ilgi görmüştür (Akan, 1973). Gelişmesi süresince Toprak Fiziği iki yol izlemiştir. Birincisi laboratuvar ve arazide gerçekleştirilen sınırsız sayıdaki denemelerle karakterize edilen ampirik yoldur; ki orada sonuçlar sadece nitel olarak yorumlanmıştır. İkincisi ise, fiziksel teorilerin topraktaki taşınım süreçlerinin çözümüne, toprak işlenmesine-sıkışmasına ve diğer pek çok süreçlere-olaylara gerçek anlamda uygulanması şeklinde olmuştur (Kutilek ve Rieu, 1998). 17'nci ve 18'inci yüzyıllarda, bazı fizikçilerin araştırmaları, özellikle killi topraklarda köklerin yayılmasında ve besin çözeltilerinin değişiminde gözeneklerin ve gözenek geometrisinin yaşamsal rolü üzerine yoğunlaşmıştır. De la Hire 17'nci yüzyılda (1688 yılında) toprak-su ilişkilerini çalışmış ve lizimetrelerde suyun süzülmesi konusunda bir makale yayınlamış ilk araştırmacıdır (Akan, 1973; Philip, 1974). Toprakların fiziksel durumu ile ilgili kapsamlı ilk sistematik çalışmalar, bitkilerin verimini etkileyebilen toprak fiziksel özellikleri konusunda yürütülmüştür (Kohnke, 1968). İngiltere'de Davy (1813'deki çalışmasıyla) ve Almanya'da Schübler (1833'de yazdığı kitapla) bitkilerin gelişmesi ile toprakların fiziksel özellikleri arasındaki ilişkilerin önemini kavrayan ilk araştırmacılar arasında yer almışlardır. Schübler'in Toprak Fiziği alanındaki araştırmaları, aynı dönemde yaşamış olan Liebig ve diğer araştırmacıların toprak kimyası ve verimliliği konusundaki çalışmaları ile bir süre gölgelenmiştir.

\* Dr. Mehmet Aydın, Türkiye Toprak Bilimi Derneği, Toprak Fiziği Komisyon Başkanı  
Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü 31040 Serinyol, Hatay  
Tel : 0532 7038833 E-mail: [maydin@mku.edu.tr](mailto:maydin@mku.edu.tr)

Daha sonraları Schumacher, 1864 yılında yazdığı "Fizik" isimli kitapta, Schübler'in araştırmalarının önemini vurgulamıştır. Toprakların fiziksel özellikleri üzerindeki ilk kapsamlı araştırmalar, Wollny ve arkadaşları tarafından 1879-1898 yılları arasında yapılmıştır. Wollny Almanya'da çalışmalarını sürdürürken, Amerika'da Hilgard (1873-1879), Johnson (1877-1878), King (1888-1897) ve Slichter (1897'de) Toprak Fiziği konusundaki araştırmaları biraz daha geliştirerek, ilerideki denemeler için çok değerli olan bilgiler elde etmişlerdir (Akalın, 1973; Özkan, 1985). Önemli bir diğer gelişme olarak Toprak Fiziği çalışmaları, 19'uncu yüzyılda değişik bilimsel yönlerde genişlemiş ve özellikle parça irilik dağılımını saptamak amacıyla mekanik analiz gerçekleştirilmiştir. Bu dönemdeki fiziksel analizlerin çoğu, doğal toprak yapısının önemi henüz fark edilmediğinden elenmiş örnekler üzerinde yapılmıştır. Bütün bu çalışmalar bitkisel üretimde toprakların fiziksel durumlarının dikkate alınması gerektiği konusunda belirli bir gelişme sağlamakla birlikte, bu ilgi zamanla azalmıştır. Buna rağmen, İngiliz araştırmacı Warington 1900 yılında "Toprakların Fiziksel Özellikleri" konusunda bir kitap yayınlamıştır. Briggs (1897-1907) toprak-su ilişkilerini tanımlamaya çalışmıştır. Yoğun deneme ve fiziksel teoriden sonra Buckingham, 1907 yılında doymamış topraklarda suyun hareketi için modern fiziksel temeller ve kavramlar geliştirmiş ve doymamış su hareketini anlamak için Darcy yasasını kullanmıştır (Akalın, 1973; Lahlou ve ark., 2004). Patten (1909'deki araştırmasıyla) toprakların ısı alışverişleriyle ilgili konularda önemli buluşlar yapmıştır. İzleyen yıllarda, Avrupa'da Mitscherlich, Atterberg, Oden ve Ehrenberg tarafından önemli bazı çalışmalar yapılmıştır. 1900'lü yılların başından itibaren topraklarda suyun infiltrasyonu çalışılmış ve modellenmiştir. 1920'li yıllarda Keen, Bouyoucos ve Gardner (W.) gibi araştırmacılar, Toprak Fiziği konularında önemli katkılar sunmuşlardır. Özellikle 1930'lu yıllardan itibaren Toprak Fiziği konularına olan ilgi yeniden artmış ve büyük gelişmeler kaydedilmiştir. Toprak Fiziğinin gelişmesine bağlı olarak çalışmalar, Darcy yasasının genelleştirilmesi (Richards, 1931) ve yerinde ölçüm olanakları sayesinde laboratuardan araziye yönlendirilmiştir. Örneğin, 1950'li yılların ilk zamanlarında toprak fizikçileri, toprak hidrolik özelliklerinin yerinde ölçümü için yeni ekipmanlar üretmeye başlamışlardır (Gardner, 1958). Toprak Fiziği araştırmaları, daha sonra toprak işleme, toprak yapısı, drenaj, sulama gibi tarımsal konulara yoğunlaştırılmıştır (Mahboubi ve Lal, 1998). Ayrıca, laboratuardan arazi ölçümlerine olan geçiş, toprak özelliklerinin yersel ve geçici değişkenliği gibi yeni araştırma alanlarını ortaya çıkarmıştır (Jury ve ark., 1991). Ancak, son yıllara kadar, toprak fiziksel sistemi hakkındaki bilgiler, toprak fiziksel özelliklerindeki yersel ve zamansal değişkenlikler nedeniyle dağınık olmaya devam etmiştir. Bu değişkenliği belirlemek için, ölçüm tekniklerinde büyük bir ilerleme kaydedilmiştir. Modellemenin yanında donanımdaki bu gelişme; çevre sorunları, toprak bozunumu ve su kaynaklarıyla ilgili toprak süreçlerini tam olarak anlamamıza katkı sunmuştur (Lahlou ve ark., 2004). Gerçekten, toprak fiziksel özelliklerinin çoğunu ölçmek için enstrümanlar konusunda dikkat çekici ilerlemeler sağlanmıştır (lazer, gamma ve X-ray cihazları; nötron aleti, elektromanyetik-dielektrik cihazlar, TDR, FDR; tansiyometreler, basınçlı plaka sistemi ve basınç odaları; çeşitli permeametre ve infitrometre aletleri; gaz yayını, ısıl iletkenlik, tuzluluk ve alkalilik ölçüm aletleri; görüntü analiz teknikleri veya bilgisayarlı tomografi; ultrason cihazı vb.). Enstrümanlardaki gelişme, süreçleri açıklamaya; teorileri yeterli kılmaya; tarım (sulama, drenaj) ve çevre (atık yönetimi, erozyon ve tuzluluk kontrolü) konularındaki amenajman kararlarını düzenlemeye yardım etmiştir. Bu gelişmelerin çoğu, sanayileşmiş ülkelerde gerçekleştirilmiştir.

## **TÜRKİYE'DE TOPRAK FİZİĞİ**

Türkiye'de Toprak Fiziğinin bazı konuları, ilk defa, Toprak Biliminin Türkiye'deki öncülerinden Prof. Dr. Kerim Ömer Çağlar'ın 1949'da yayınlanan "Toprak Bilgisi" kitabında işlenmiştir. Daha sonraki yıllarda Saatçı (F.), Ergene (A.), Kantarcı (D.) tarafından yazılmış olan Toprak İlimi; Özbek'in (H.) Toprak Bilgisi; Berkman'ın (A.) Toprak Bilimi ve diğer bir çok araştırmacının Toprak ile ilgili (ders)-kitaplarında toprakların bazı fiziksel özellikleri, bazen bölüm bazen de alt bölümler halinde verilmiştir. Toprak Fiziği bilim dalındaki ilk Türkçe yayının, 1960'ların başında Berkman (İ.) tarafından yazılarak teksir şeklinde çoğaltılan ders notları olduğu belirtilmiştir (Yeşilsoy ve Aydın, 1991). Toprak Fiziği konusundaki ilk çevirilerden birisi 1972 yılında Yeşilsoy (M. Ş.) tarafından çevrilip yayınlanan "Toprak Kimyası ve Fiziğinin Esasları-Kısım II: Toprak Fiziği" kitabıdır (asıl yazar: G. H. Bolt). Benzer şekilde, Akalın'ın (İ.)

çevirip derlediği “Toprak Fiziği” kitabı 1973 yılından itibaren büyük bir boşluğu doldurmuştur. Yeşilsoy’un (M. Ş.) bir diğer çevirisi olan ve 1976 yılında yayınlanan “Toprak Fiziği” kitabı da (asıl yazar: M. De Boodt), toprak strüktürü konusunda oldukça ayrıntılı bilgiler sunmuştur. Daha sonra, Munsuz’un (N.) 1982’de yazılan “Toprak-Su İlişkileri”, 1985’te yayınlanan “Toprak Mekaniği ve Teknolojisi” kitapları, toprak fiziği konularının Türkiye’de de anlamlı bir şekilde irdelendiğini göstermiştir. Aynı dönemlerde (1984 yılında), Yeşilsoy (M. Ş.) ve Pala (M.) tarafından çevrilen “Toprak Fiziğinin Temel Kuralları” kitabı (asıl yazarlar: P. Koorevaar, G. H. Bolt ve A. Kamphorst), matematiksel ağırlıklı bir çalışma olarak ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde, Çepel’in (N.) 1985 yılında ve Özkan’ın (İ.) aynı yıl yayınlamış oldukları “Toprak Fiziği” kitapları, bu bilim alanında kapsamlı ve metodik bilgiler sunmuşlardır. Yeşilsoy (M. Ş.) ve Aydın (M.) tarafından 1991’de yayınlanan “Toprak Fiziği” ders kitabı, temel kavramlarla birlikte dönemin güncel konularını içermiştir. Türkiye’de Toprak Fiziğine emek vermiş bir çok araştırmacı ve mühendisin bulunduğunu; bilimsel değeri yüksek çeşitli çalışmaların, ne yazık ki, sayfa sınırlaması nedeniyle bu metinde yeterince yansıtılamadığını veya eksik derlendiğini belirtmekte zorunluluk vardır.

Toprak Fiziğinin ulaştığı bugünkü gelişme düzeyine baktığımızda, 1950’lerden günümüze değin, pek çok ülkede bilimsel çalışmaların önemli bir ivme kazandığını; eserlerinden yararlanmaya devam ettiğimiz çok sayıda bilim insanlarının büyük başarılarını görebiliriz. Sıralamakta zorlandığım için, isimlerini burada yazamadığım bu bilim insanlarının tümüne minnet borçluyuz. Son zamanlarda Toprak Fiziği, iklim değişikliğinin etkileri dahil olmak üzere çevre sorunlarını da içerecek şekilde araştırmalarının kapsamını genişlettiğine göre, “Toprak Fiziği” konusunda çalışmaya istekli genç araştırmacılara aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

1. Toprak Fiziği ve “Toprak-Su-Bitki-Atmosfer İlişkileri” konusunda dünyadaki önemli metodolojik yenilikleri ve gelişmeleri izlemek; veri tabanı oluşturmak
2. Toprağı ilgilendiren fiziksel-matematiksel modelleme konusuna ilgi duyulması halinde matematik bilgisini geliştirmek
3. Çevre ve tarım konusundaki araştırmalara yönelim olması halinde yöresel, bölgesel ve ülkesel öncelikleri göz önünde bulundurmak; ekolojik koşullara uygun planlama ve saha çalışması yapmak
4. Diğer ülkelerde ve Türkiye’de aynı/benzer çalışmalar yapan araştırmacılarla iletişim halinde bulunmak; bireysel yanılgılardan kaynaklanabilecek hataları en aza indirmek.

## KAYNAKLAR

- Akalan, İ., 1973. Toprak Fiziği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 527, Ders Kitabı: 172. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. s. 506.
- Gardner, W.R., 1958. Some steady state solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evaporation from a water table. *Soil Science* 85 (4), 228–232.
- Jury, W.A., Gardner, W.R., Gardner, W.H., 1991. *Soil Physics*. John Wiley & Sons, New York, USA, p. 327.
- Kohnke, H., 1968. *Soil Physics*. McGraw-Hill Book Company, New York, USA, p. 224.
- Kutilek, M., Rieu, M., 1998. Introduction to the symposium 1: New concepts and theories in soil physics. *Soil & Tillage Research* 47, 1–4.
- Lahlou, S., Mrabet, R., Ouadia, M., 2004. Soil physics: a Moroccan perspective. *Journal of African Earth Sciences* 39, 441–445.
- Mahboubi, A.A., Lal, R., 1998. Long-term tillage effects on changes in structural properties of two soils in Central Ohio. *Soil & Tillage Research* 45, 107–118.
- Özkan, İ., 1985. Toprak Fiziği. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 946, Ders Kitabı: 270. Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara. s. 171.
- Philip, J.R., 1974. Fifty years progress in soil physics. *Geoderma* 12, 265–280.
- Richards, L.A., 1931. Capillary conduction of liquids through porous mediums. *Physics* 1, 318–333.
- Yeşilsoy, M. Ş., Aydın, M., 1991. Toprak Fiziği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:124, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset ve Teksir Atölyesi, Adana. s. 228.