

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ  
DERGİSİ



SERİ B. CİLT I. SAYI I.

## TOPRAK İLMİNİN ZÜRİCH'DEKİ GELİŞMESİ

Yazan: Von H. Pallmann

Çeviren: Dr. Mehmet Sevim

### I — Bağımsız bir ilim şubesi olarak toprak ilmi. «Toprak» tabiri.

Toprak ilmi bundan takriben 60 - 80 yıl önce, petrografi, jeoloji ve ziraat bilgisi camiasından çözümlenerek kendisine has bir problem ve çalışma metodları ile bağımsız bir ilim şubesi olarak gelişmeye başlamış ve böylece Kimya, Fizik, Biyoloji, Jeoloji ve Petrografi, onun mutlâka lâzım yardımcı ilim şubeleri haline gelmişlerdir.

Bir zamanlar toprak ilmi, toprağın «toprak, katı yeryüzü kabuğunun bitki taşımaya elverişli en üst tabakasıdır.» şeklindeki tarifi ile ziraat bilgisine, «toprak, katı yeryüzünün tecezzi etmiş en üst tabakasıdır» tabiri ile de jeoloji ve petrografiye bağlı kalmıştır.

İsviçrenin biricik yüksek okul enstitüsü olan ve toprak ilmini müstakil bir ilim şubesi olarak tedris ve taharri eden Zürich'deki ETH (Eidgenössische technische Hochschule) nin zirai kimya enstitüsü ise toprağı bugünkü anlamı ile şöyle tarif etmektedir:

«Toprak, fiziksel ve kimyasal taş ayrışması, organik humusun teşekkülü ile meydana gelen biyogen madde değişimi ve toprağın tabii yapısını bozan çeşitli hadiselerle teşekkül eden katı yeryüzü kabuğunun polydispers gevşek tabakasıdır.» Toprak profili (vertikal kesit), sıralanış, kalınlık, şimik özellik, dane büyüklüğü bakımından farklı bir takım horizonlardan tereküp etmektedir. Bu horizonlar mikroorganizm ve toprak favnası için hayat sahası ve bitkiler için de kök sahası olabilmektedir.

Toprak, iklim ve hidrolojik yetiştirme muhiti şartları (taban suyu, durgun su v.s.), mekanik taşınma olayları (taşınma, birikme, yıkanma ve aşınma) ve biyolojik âlemin (bitkiler, hayvanlar, insanlar) tesirleri altında değişen bir varlık olarak kabul edilir (Pallmann).

Toprağın teşekkülünü hazırlayan hadiselerle göre, toprak bilgisi içerisinde muhtelif özel istikametler belirlemektedir. Bunların en önemlileri, toprak fiziği, toprak kimyası ve toprak biyolojisidir. Toprağın ve vejetasyonun gelişmeleri arasındaki çeşitli müteakıl münasebetlerin etüdünde, top-

rakçı ve bitki sosyoloğu birlikte çalışırlar. Bu işbirliğine ziraatçinin de (toprak işleme, gübreleme) katılması zaruridir. Bundan başka kültür mühendisi, klimatolog, petrograf, jeolog ve mikrobiyologlar da, toprak ilminin, sık sık yardımlarına muhtaç olduğu ilim mensuplarıdır.

## II — Toprak ilminin gelişmesinde Zürich'deki araştırmaların hissesi.

Toprak ilmi bu hususta kıymetli yardımlarından ötürü, ETH'nın petrografi ve mineroloji, jeoloji, özel ve genel botanik, umumî ziraat, zirai bakteriyoloji, kültürteknik ve toprak inşaat mekaniği enstitülerine ve bundan başka Rübél'in geobotanik enstitüsüne ve federal ziraat araştırma istasyonlarına müteşekkirdir.

Toprak teşekkülünün v etoprak vasıflarının aşağıda belirtilen genel izahi çerçevesi dahilinde toprak ilminin son 50 sene içinde yaptığı gelişmede, Zürich'de yapılan araştırmaların sağladığı yardım büyüktür.

### 1. Toprak teşekkülü,

Toprak teşekkülüne en önemli üç olay grubu iştirak etmektedir:

a) Fizik ve şimik taş ayrışması;

b) Humus teşekkülü (ufalanma, humuslaşma, yeni mikrobiyel sentez);

c) Toprak profilinde ayrışma ve humuslaşma mahsullerinin taşınmaları.

Toprak teşekkülü, yetiştirme muhitinin genel iklimi, mahallin lokal iklimi, arazinin röliyefi, vejetasyon, taşın şimik evsafı, taşın dane yapısı ve strüktürü gibi birçok varyabellerle ilgili bulunmaktadır. Şu şartları, toprağın teşekkülünde geçen zaman, insan ve hayvanların yaptıkları tesirler de burada rol oynamaktadırlar.

### a) Taş ayrışması :

Kompakt kayalar ve taş mineralleri, fiziksel ve şimik ayrışma ile ince inkisam etmiş (yüksek disperzler) ve şimik bakımdan ekseriyetle ana materyalden farklı olan anorganik toprak maddelerine tahavvül ederler. Fiziksel ayrışma, don, sıcaklık tahavvülleri ve buz, su, rüzgârlarla hareket eden taş kırıntıları, kök basıncı v.s. tesiri ile taşı ufalamaktadır. Fiziksel ayrışmanın önemi, kimyasal ayrışmaya arzedilen reaksiyon sathının fazlalaştırılmış olmasındadır. Bahis mevzuu ayrışma materyallerinin disperzitesi (ufalanma derecesi), tabiatıyla toprağın su, hava ve ısı rejimleri, adsorpsiyon kapasitesi, strüktür stabilitesi, basınca mukavemeti v.s. üzerinde müessir olmaktadır.

Muhtelif toprak türleri, anorganik komponentlerin dane sınıflarının iştirak nisbetlerine göre sınıflandırılmaktadır (kum, balçık, kil toprakları ve bunların arasında kalan intikalî türler).

Şimik ayrışma, taşı, toprak özelliğini haiz, şimik terkibi ve ince yapısı itibariyle ana materyalden farklı ayrışma mahsullerine tahvil ettirmektedir (kil, kolloid silis asidi, seskioksid, kristalin yapıda yeni teşekküller v.s.). Şimik ayrışma suyun mevcudiyetine bağlıdır. Sıcaklığın yükselmesi ile şimik ayrışmanın entansitesi de artar. En mühim şimik ayrışma reaksiyonları, hidratlanma, oksitlenme, hidroliz, erime ve suda erimiş asid ve bazlarla vaki olan muhtelif değişimlerdir. Grubenmann ve Niggli şimik taş ayrışması üzerinde etraflı araştırmalar yapmışlardır.

Toprak teşekkülü için önemli olan taşın sathen ayrışması, ayrışmanın entansif şekilde derinliğine ilerlemesini sağlamaktadır. Taş ayrışması ve humus teşekkülü neticesinde toprağın polydispers sistemi meydana gelmektedir.

#### b) Humus teşekkülü.

Humus araştırmaları, son 15 sene içinde ETH'nin zirai kimya enstitüsünde geniş bir gelişme sahası bulmuştur. Humus teşekkülü, humusun kolloid hassaları, morfolojisi, klasifikasyonu entansif şekilde araştırılmıştır (Pallmann, Schmuziger, Hasler, Perrenoud, Junker, Hamdi «Mısrırlı», Frei). Total humus, ölü bitki ve hayvanlardan (humus yapan) meydana gelen umum organik maddeyi ifade etmektedir. Umum humusda esas itibariyle ayrışmanın ve humuslaşmanın bütün safhaları birleşmiş bulunmaktadır.

Umum humusun mühim olan üç humuslaşma safhası şunlardır: Humusun ana materyali, humoidler ve humus maddeleri. Bunlar birbirlerinden şimik evsaf ve boşluklu yapı bakımından tefrik edilirler. Toprak tiplerinde ve bunların horizonlarında muhtelif miktarlarla temsil edilmektedirler. Humus maddeleri ve hatta humus asidleri, önceleri zannedildiği üzere yeknesak bir şimik bileşim değillerdir. Bunlar galip miktarlarla lignin derivatları, mikrobiyel albüminoid madde, hemisellülozlardan müteşekkil bir karışımdır. Humus maddeleri yapı itibariyle amorf ve gevşek bir strüktür arzederler. Muazzam bir izafi yüzeye maliktirler. Kenar yüzeylerin iyonjen ve hidrofil gruplarınca zengin olması, humusun iyon, molekül ve nihayet suya karşı yüksek bir adsorpsiyon kabiliyetine malik olduğunu ifade etmektedir. Humusun kolloid şimik hassası (iyon mübadelesi, su tutma, koagülasyon, dispersleşme, koruyucu tesir, yapışkanlık) onun şimik yapısı ve permutoid strüktüründen ileri gelmektedir (Pallmann, Hasler, Zadnard, Schmuziger).

Humusun morfolojisi ve klasifikasyonu Frei'nin mikroskopik ince safiha analizine (Dünnschliffanalyse) dayanmaktadır. Humus ve onun anorganik toprak kolloidleri ile olan mahlût ve kompleks mahsulleri, muhtelif toprak tipleri için izafî bir değer taşımaktadır. İsviçre'de müntezir toprak tiplerinin muhtelif humus formları, kompleks şimik terkipleri ba-

kımından pek farklıdırlar. Humusun bitki yetiştirme bakımından olan pratik ehemmiyeti (toprağın fizik vasıflarını ve biyolojik miliyöyü düzeltmesi) Stökli tarafından izah edilmektedir. Humus, ağır toprakları gevşetir, kum topraklarını bağlar. İnce disperz ve yapıştırıcı humus maddesi sayesinde, kâfi miktarda koagülatörlerin (Mg,Ca,Fe, v.s.) mevcudiyeti ile anorganik ince toprak kısımları stabil kıvrıntılar halinde agregatlanırlar.

### c) Ayrışma ve humuslaşma materyallerinin toprak profillerinde taşınmaları.

Ayrışma ve humus teşekkülü ile katı komponentlerden, şimik vasıf, strüktür tarzı ve stabilitesi ve ufalanma derecesi bakımından farklı bir gevşek tabaka meydana gelmektedir. Bu tabakanın içinde hava ve diğer gazların da iştirakleri vardır. Strüktür tipi ve ıslaklık derecesine göre bu gazların iştirak hisseleri değişmektedir. Engler, Burger ve bilâhare Etter tarafından tabii istiflenme vaziyetindeki orman ve çıplak arazi topraklarının porozite, su ve hava kapasiteleri araştırılmıştır. Yukarıda adı geçen gevşek tabaka, ana vasıflarını esasından değiştiren bir çok taşınma imkânları ile karşı karşıya bulunmaktadır:

- 1 — Mekanik toprak taşınması (sürüklenme, birikme, su ile taşınma, üfürülme);
- 2 — Toprak tabakalarının mekanik olarak karıştırılması (toprak işlemesine mahsus âletlerle ve oyucu hayvanlarla);
- 3 — Sirküle toprak suyu vasıtasıyla ince disperz toprak parçacıklarının uğradığı perkolasyon taşınmaları (erimiş ve disperzleşmiş kısımların yıkanmaları ve muhtelif horizonlarda birikmeleri).

Toprak tabakalarının taşınmaları, ehemmiyeti İsviçre için pek büyük olan bütün erozyon olaylarını şümulü içerisine almaktadır. Üst toprak tabakasının taşınması, profilin kalınlığını ve toprağın gelişme derecesini değiştirmektedir. Toprakların strüktür stabilite ve su tutma güçleri, onların erozyona karşı mukavemetleri üzerinde müessir olmaktadır (Engler, Burger, Frei, Richard).

Zirai âlet ve oyucu hayvanların yardımı ile toprak tabakalarının karıştırılması ile, toprağın olgunluk derecesinden başka, organizm ve bitki kökleri için önemli olan strüktür münasebetleri ve biyolojik miliyöye de tesir edilmiş olmaktadır.

Perkolasyon taşınması, iklimik ve petrojen toprak tiplerinin teşekkülünde yegâne âmildir. Toprağın gevşek tabakaları bu olayda bir filtre vazifesi görmektedir (toprak filtresi). Bu filtre vasıtasıyla toprak suyunda erimiş ve disperzleşmiş toprak komponentleri perkole olurlar.

Son yıllarda subalpin ibreli orman topraklarında podsolleşme olayları araştırılmıştır. Bu toprakların asidik tabiattaki toprak filtrelerinden, albüminoid maddelerce zengin ve peptize olmuş humus maddelerinin tesiri

altında evvelâ seski oksidler taşınırlar. Bunların üst topraktan taşınmaları ile solgun renkte bir taşınma horizonu teşekkül eder. Taşınan bu maddeler izoelektrik koagülasyonu ile derinlerdeki illuvial horizonlarda birikir ve bu horizonlara tuğla kırmızısından humus esmeri veya humus kırmızısı rengine kadar değişen bir renk verirler. Bu birikme horizonlarının strüktürleri sıkı olup, çimento strüktürüne kadar değişmektedir. Olgunlaşmamış esmer topraklarda, eğer kil daha önce silis asidince zengin seski oksit kompleksleri tarafından pıhtılaşmaya karşı korunmuşlarsa, profilde bu şartlar altında bunlar da taşınırlar (Pallmann, Hamdi «Mısırlı», Frei).

## 2 — Toprak ve Vejetasyon gelişmesi:

Zürich'de toprakçının bir hususiyeti de, vejetasyon gelişmesi ile toprak teşekkülü arasındaki münasebetlerin etüdünde bitki sosyoloğu ile işbirliği yapmasıdır. Braun-Blanquet ve Koch bu hususta bitki sosyoloğu olarak hizmet etmişlerdir. Toprak statik, değişmez bir sistem değildir, o daima gelişmektedir. Evvelâ gençtir, olgunlaşır ve yaşlanır. Toprağın bu gelişme istikameti bitki cemiyetleri ile paralel seyretmektedir. Braun-Blanquet ve Jenny bu problemleri alpin kademesinde (Caricetum firmæ - Elynetum Curvuletum) etüd etmişlerdir.

Rhodoreto - Vaccinion bitki cemiyetinin klimaks muntıkasında toprak münasebetleri Pallmann ve Haffner tarafından araştırılmış ve podsol topraklarının burada pinus cembra-melez ormanlarına intibak ettikleri tesbit edilmiştir. Toprak ve vejetasyon gelişmelerinin etüdü, silvikültür için esaslı önemi haizdir.

## 3 — İsviçre topraklarının haritalarının alınması ve toprakların klasifikasyonu.

Olgun bir toprak profili ekseriyetle muhtelif horizonlar irae etmektedir. Toprakların klasifikasyonu, profillerin statik - analitik alâmetifari-kalarına (horizonların sıralanışı, fizîği, morfolojisi, şimik vasıfları ve biyolojisi) ve jenetik hassalarına (profilin gelişme istikameti, gelişme derecesi, perkolasyon sistemi) dayanmaktadır. Zürich mektebi tarafından toprak tasnifi hususunda aşağıdaki birlikler tefrik edilmektedir:

**Toprak tipleri.** Bunlar hâkim vaziyetteki perkolasyon sistemine göre (toprak filtresi, taşınan maddenin nevi ve perkolasyon istikameti) sistemlenirler.

**Alt toprak tipleri.** Profilin gelişme derecesine göre ayırd edilirler (ham topraklar, gelişmemiş, olgun ve degrade profiller).

**Toprak varyeteleri:** Mahalli topraklar muayyen horizonların yahut bütün profilin morfolojik, fizik, şimik ve biyolojik özelliklerine göre ayırt edilirler (kalınlık, humus muhtevası, humus formu, besin maddeleri muhtevası v.s.).

**Toprak türleri.** Anorganik toprak parçacıklarının disperzite derecesi ile tanıtılırlar (kum, balçık ve kil toprakları ve bunların arasındaki geçici kademeler).

Perkolasyon sistemler iklime (yağış ve sıcaklık rejimleri) sıkı şekilde tabidirler. A. Meyer iklimin toprak ilmi bakımından önemli olan humidliğini N:S nisbeti ile (N=Yağış, S=Ortalama yıllık sıcaklık ve ortalama nisbi rutubetten hesaplanan havanın mutlak doygunluk açığı) karakterize etmektedir. Geniş sahalarda yapılan müşahedeler, toprak zonları ile iklim zonları arasında sıkı bir ilginin mevcudiyetini göstermişlerdir. İsviçrenin nisbeten genç olan toprak teşekkülleri üzerinde iklimle birlikte anataşının şimik özellikleri de rol oynamaktadır. İsviçrenin toprak serisi haritası aradaki bu münasebeti bariz şekilde göstermektedir. İsviçrenin ilk toprak tipi haritasının yapılmasına Jenny tarafından başlanmış ve sonraları Pallmann ve Gessner tarafından tamamlanmıştır. Bu haritada aşağıdaki esas toprak serileri yer almaktadır. Memleketin orta kısımlarında sedimentar karışık taşlar üstünde esmer toprak serisi hâkimdir. Subalpin kademesinde silikat taşları üstünde podsol serisi ve karbonatça zengin anataşları üstünde ise degrade olmuş humuskarbonat toprakları serisi görülmektedir. Alplerin alpin kademesinde humussilikat ve gelişmemiş humuskarbonat toprakları hâkimdir. Buna mukabil nival kademe ham toprakların hâkim olduğu bir rejyonu temsil eder. Tessin'in alt kısımlarında insubrik esmer toprak ve Rendzina serisi, buna mukabil Wallis'in kurak sahalarda, bilhassa tabii step vejetasyonu altında, Çernozem'e müsabih (kara toprağa benzer) Wallis toprakları hâkim bulunmaktadır.

#### 4 — Toprak biyolojisi.

Toprağın biyolojik faaliyeti, yüksek bitkilerin kökleri, mikroflora, mikrofavna ve daha büyük toprak hayvanlarının sebebiyet verdikleri tek mil olayların ifadesidir. Toprakta yaşayan canlıların miktar, tür ve aktiviteleri, toprak şartları ve iklime tabidir (şimik evsaf, asidlik derecesi, havalanma, sıcaklık ve rutubet v.s.). Muhtelif toprak tipleri ve toprak varyeteleri kısmen birbirlerinden biyolojileri ile ayrılmaktadırlar. Bitki kökleri ifraz ettikleri maddelerle (asidler, tanen maddeleri v.s.) toprak maddesine tesir etmektedirler. Meşe ve lâdin kökleri asidik topraklarda ifraz ettikleri tanen maddesi ile demir hidroksidi münhal demir tanen kompleksine döndürürler ve bu kompleksin diffuziyonu ile toprak mermerleşmiş bir hal alarak neticede çok zararlı bir toprak degradasyonu baş gösterir (Pallmann, Richard).

Bakteri ve mantarlar humuslaşmada baş rolü oynarlar. Kendilerine has fermentleri ile humusun ana materyalini ayrıştırırlar ve böylece meydana gelen ayrışma mahsulleri, bizzat küçük canlılar tarafından da işlenmek suretiyle, kökler vasıtasıyla resorbe edilebilen besin maddeleri olarak

( $\text{NH}_3, \text{NO}_2, \text{NO}_3$  ve bazı amino asitleri) yüksek bitkilerin istifadesine arz edilir. Azotu okside eden mikroorganizmler havanın azotunu bağlayarak yüksek bitkilerin beslenmelerine yardım etmektedirler. Bakteriyolojik toprak şartları Duggeli, Blöchlinger ve Stöckli tarafından araştırılmıştır. Toprak mikolojisi araştırmalarına İsviçrede nisbeten az rastlanmaktadır. Bu hal metodun güçlüklerinden ileri gelmektedir, Pallmann ve Richard biyolojik toprak aktivitesini az çok kantitatif şekilde ölçmeye yarayan yeni bir metod teklif etmektedirler: Bu metod, muayyen bir kopma mukavemetine mâlik olacak şekilde model olarak albuminoid madde ve sellülozdan yapılmış ipleri profil içerisine salarak onları biyolojik olayların tesirlerine arz etmek ve bilâhara bu iplerin eksilen kopma mukavemetlerinden ve dolayısıyla albuminoid madde ve sellülozun ayrışmasından toprağın mikrobiyel faaliyetinin şiddeti hakkında hüküm vermekten ibarettir. Toprakta mikroskopik ince safiha araştırmaları, muhtelif toprak hayvanlarının topraktaki iştirak hisselerini ve bunların faaliyet entansitelerini tesbit etmiye yaramaktadırlar (Frei). Zoogen toprak tabakalarının küçük hayvanlar ve fareler tarafından karıştırılmaları pek önemli bir keyfiyettir. Bu hayvanlar bu rolleri ile toprağın yıkanmasına ve böylece degrade olmasına (asidleşme, besin maddelerince fakirleşme, havanın nüfuz edemeyeceği asid sathi humus horizonlarının teşekkülü) karşı koymaktadırlar. Aynı zamanda toprak favnası toprağın strüktürünü gevşetmekte ve böylece ziraat ve ormancılık bakımından pek kıymetli aerop mikroorganizmlerin faaliyetlerini müsaitleştirmektedir (Stöckli, Frei).

---