

## TOPRAK OLUŞUMU VE MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Hayati ÇELEBİ (1)

### Ö Z E T

*Toprak, yeryüzünü ince bir tabaka halinde örten ve canlılar için son derece önemli olan yaşama faktörlerinden biridir. Topraksız hayat düşünülemez. Canlılar besinlerini topraktan sağlarlar. Bitkilerden elde edilen besinler insanların gıda gereksiniminin mühim bir kısmını karşılarlar. Toprağa gerek kalmadan yapağ olarak besin maddeleri de üretilmektedir. Fakat bunlar insanlar için yeterli bir besin kaynağı olmazlar. O halde, insanların beslenmesi ve refahı için toprak, ana besin kaynağı olarak temeldir.*

### Toprağın Tanımı

Toprak ayrı bir bilim haline gelmeden önce, birçok bilginler tarafından çeşitli görüşlere göre tanımlanmıştır. Bir kısım bilginler, "Kutsal bir varlık olan toprak bir milletin şerefidir"; bir kısım bilginler de felsefi düşüncelerle "Toprak hayatın başlangıcı ve sonudur" şeklinde tarif etmişlerdir. Jeolojik anlamda toprağı ilk tarif eden Ramann'dır. Bu bilğine göre "Toprak, katı yer yüzeyi kabuğunun en üstündeki ayrışma tabakasıdır." Lang "Toprak cansız yeryüzü kabuğunun bir unsuru olup kayadan başka bir şey değildir." demek-

tedir. Bütün bunlar toprağın tam bir tanımı olmaktan uzaktır. Yukarıda belirtildiği gibi, Lang'ın toprağı "Cansız kabuğun bir unsuru" olarak tanımlaması doğru değildir. Zira toprak, içinde önemli biyolojik olayların cereyan ettiği canlı bir ortamdır. Bu önemli özelliği göz önünde bulunduran bilginler, toprağı daha doğru ve ayrıntılı bir şekilde tarif etmeye çalışmışlardır. Örneğin, Puchner, "Toprak, yeryüzü kabuğunun en üstündeki gevşek kat olarak bitkilere duvar ve besin ödevini gören bir ortamdır." Blank ise "Toprak kaya ve mineral parçalarıyla organik maddelerin ayrışmasın-

1) Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak İlimi Bölümü Profesörü  
Dergi Komisyonuna geliş tarihi : 2.7.1975.

dan oluşmuş, ayrılmaya yüz tutmuş veya ayrışması sona ermiş mekanik bir karışımdır". Bitki fizyolojisini esas alan Mitscherlich tarafından toprak, "Toz ve katı cisimlerle su ve havadan, bitkilere lüzumlu besin maddelerinden kurulu bir karışımdır." şeklinde tarif edilmiştir. Yetersiz ve eksik olan tüm bu tarifler bir araya toplanarak toprak şöyle tanımlanabilir: "Toprak esas itibarıyla kayaların ve organik maddelerin türlü büyüklükteki ayrışma ürünlerinden oluşan, içinde geniş bir canlılık âlemi barındırarak bitkilere durak ve besin kaynağı ödevini gören bir ortamdır".

Bitkiler için durak ve besin kaynağı olan toprağın en üst katlarında bu canlılık çok fazla artmakta, alt katlara doğru gidildikçe azalmakta, anamateryal ve anakayada hemen hemen hiç görülmemektedir. İşte, bitkilerin esas yetişme ortamı bu canlı üst topraktır ki, oldukça çok uzun sürede oluştuğundan canlılar için yeri doldurulmayan önemli bir maddedir.

Esasında toprak mineral ve organik maddelerden kuruludur. Kimyevî, fizikî ve biyolojik olaylar toprakların oluşumuna yardım ederler. Oluşan toprak da canlılar gibi zamanla olgunlaşır ve yaşlanır. Önceleri toprak, yalnız mineral ve organik maddelerin bir karışımı olarak düşünülüyordu. Bu düşünce zamanla değerini kaybetmiştir.

Bu kadar hayati önemi taşıyan toprağın ilmi bir şekilde incelenmesi asırlarca ihmal edilmiştir. Bunun nedeni de, insanların, ihtiyaçları arttıkça veya toprak yorgun düştüğü ve ürün vermediği müddetçe işlemek üzere yeni arazileri aramalarına bağlanabilir. Daha sonra diğer ilimler geliştikçe, toprakların orijinleri, oluşumları ve coğrafik yayılış-

larını inceleyen "Pedoloji" yani "Toprak İlmî" doğmuş oldu. Bugün için pedoloji birçok dalları ile durmadan ilerleyen bir ilimdir.

### Toprak Oluşumu

Mineral topraklar ana kayaları örten ve "Regolit" adı verilen parçalanmış materyalden oluşmuştur. Orijinal kayalardaki mineraller tecezzi yolu ile devamlı olarak parçalanır ve bunlar drenaj sularıyla buldukları yerden uzaklaşarak geride silikat killeri, demir oksitler gibi sekonder mineraller kalır. Orijinal silikat minerallerinin tecezzisi sonucu kil mineralleri meydana gelir. Tecezziyle beraber canlı organizmalar da işe karışarak toprak oluşumu süratlenmeğe başlar. Organik madde yüzeyde çoğalarak tecezzi üzerinde büyük ölçüde etkili olur. Bunun sonucu olarak üzerinde çok fazla miktarda besin maddesini tutan kolloidal humus meydana gelir. Diğer taraftan tecezzi ürünü olan kolloidal kil de besin maddeleri yönünden büyük önem taşır. Bundan sonra toprak kitlesi fizikî olarak belli bir struktura sahip olur.

Fiziksel ve biyokimyasal olaylar anamateryalin tecezzine ve parçalanmasına yardım ederek, birbirinden farklı bir takım horizonların ve profillerin oluşmasını sağlar. Ve artık doğal bir varlık olan "Toprak" meydana gelir. Normal doğal koşullarda oluşan toprak profilleri "Horizon" adı verilen katlardan ibarettir. Taşınmış topraklarda horizonlar görülmez. Her horizon belli bir morfolojik, fizikî ve kimyevî özelliklere sahiptir.

Toprak profilinin meydana gelmesine hizmet eden faktörler şunlardır :  
1) Anamateryal, 2) İklim, 3) Canlılar, 4) Topoğrafya ve 5) Zaman.

**Anamateryal:** Anamateryal, toprağın oluşumuna hizmet eden yapı maddesi olduğu için ayrıca bir önem taşır. Toprak derinliği, geçirgenlik, toprak verimliliği ve muhafazası üzerinde anamateryal etkili olduğu için, toprak muhafazacılar bu hususla fazlaca ilgilenerler.

Toprak oluşum faaliyetinin aktif olabilmesi için hem fiziksel, hem de kimyasal yollarla tecezzie uğraması şarttır.

Toprak oluşumunun miktar ve derecesi üzerinde tüm kaya ve mineraller etkilidir. Bazı kaya ve mineraller kolayca ayrıştığı halde, diğerleri ayrışmağa çok fazla dayanıklılık gösterirler. Magnetit, pirit, olivin ve proksen gibi mineraller kolayca ayrışır ve nihai parçalanma ürünü olarak oksit formunda bir element veya herhangi bir kil mineralini hasil ederler. Kuarsca zengin bir anamateryalin ayrışması çok güç ve oldukça uzun zaman alır.

Toprak materyalinin toprak haline geçmesinde suyun alt katlara doğru hareketi önemli rol oynar. Kolay geçirgen bir toprak materyali ile zor geçirgen bir toprak materyali aynı koşullar altında farklı sürelerde oluşur. Kolay geçirgen topraklarda bu oluşum oranı diğerlerine göre daha kolay ve daha kısa sürede olur.

Tecezzinin ilk safhalarında anakayaların tekstür ve yapılarının önemi büyüktür. Bu önem tecezzi ilerledikçe azalır. Arid bölgelerin zonal topraklarında anamateryalin bu özelliklerinin toprak oluşumu üzerine etkisi daima mevcuttur. Humid koşullar altında bu etki uzun zaman devam etmez. Örneğin, Lateritik ve Podsolik toprakların oluşumunda olduğu gibi...

Tekstur bazı durumlarda anamateryalden doğrudan doğruya geçen bir özelliktir. Pekişmemiş deniz tortularından ve kum taşlarından kumlu tekstürlü topraklar meydana gelir. Siltli, tınlı topraklar da silt bakımından zengin olan löslerden hasil olur. Kireç taşları ve marnlar genellikle killi tekstürlü toprakları verirler.

Anamateryal doğal besin elementlerinin kaynağı olup, topraklar, nitrojen hariç, diğer elementlerin tümünü anamateryalden sağlarlar.

Anakayalar kimyevi özelliklerine göre asid, nötr ve bazik olarak üç kısma ayrılır. Çok fazla miktarda silisyumdioksidi havi asidik kayalar tecezzi sırasında büyük parçalara ayrılarak geniş çapta kumları meydana getirirler. Kayaların tecezzie daha az dayanıklı olan kısımlarından ince zerrelere nasıl olur. Böyle topraklar, içinde demir oranı az olduğundan, genellikle açık renklidir.

Nötr kayalar da asid kayalara benzer, fakat içinde çok miktarda bazik materyal vardır. Bu kayalar, çoğunlukla, killeri meydana getiren feldspatlardan kuruludur. Bu yüzden, nötr kayalardan oluşan topraklar, asid kayalara göre daha az kum ihtiva ederler.

Bazik kayalar demir ve mağnezyum silikatlarınca zengindir. Bunlar kuars mineralinden yoksundur. Bazik kayalar ince zerrelere kadar tecezzi ederler. Orijinal bazik kayalar fazla miktarda demir ihtiva ettiği için, bunların tecezzi ürünü oluşan topraklar genellikle kırmızı renklidir.

Anamateryalin toprağın özellikleri üzerine olan etkisi genç topraklarda daha açık bir şekilde görülür. Toprak anamateryali temel alınarak pek çok

toprak sınıflamaları yapılmışsa da, bunlar bugün için önemini kaybettiğinden kullanılmamaktadır.

*İklim:* Geniş coğrafik bölgeler üzerinde topraklar arasındaki büyük farklılıklar genel olarak iklimdeki değişikliklere bağlanabilir. İklim toprakların oluşumu üzerine hem doğrudan doğruya, hem de dolaylı olarak etki eder. Önemli iklim özelliklerinden yağış ve sıcaklık anamateryalin ayrışmasıyla doğrudan doğruya ilgilidir. İklim dolaylı olarak, yetişen bitki türleri ve sayıları üzerinde etkili olmaktadır. Toprak oluşumunda iklimin rolünü açıkça ortaya koymak için, yağış ve sıcaklığı ayrı ayrı incelemek gereklidir.

Yağış halinde toprağa düşen suyun bir kısmı toprak profili içine infiltre olur. Bir kısmı da yüzeyden uzaklaşır. Toprak içine infiltre olan su beraberinde üst horizonlardan çözünen tuzları ve çoğunlukla kolloidal maddeleri de alarak B-horizonunda birikir. Böylece profil katlarında bir farklılaşma meydana gelir. Suyun tümü alt katlara inemez; toprak yüzeyinde hasıl olan yüzeyakış, evaporasyon ve transpirasyon yolu ile kaybolur. Suyun bir yandan bu suretle kaybı, diğer yandan da kapillarite ile üst katlara doğru hareketi, toprak profilinin oluşumunda çok etkili olabilir. Yüzeyakış ve erozyon olayı ile üst toprağın taşınması anormal toprak özelliklerinin meydana gelmesine sebep olur.

Toprak oluşum faktörü olarak yağışın yalnız miktarı değil, sağanak, yağmur, kar, dolu gibi şekilleri ve mevsimlere göre dağılımları da dikkate alınmalıdır.

Toprak erozyonunda özellikle sağanak yağışları etkili olmaktadır. Bu sahada yapılan denemeler, arazide daha çok toprakların sağanak halindeki yağışlarla taşındığını göstermiştir. Bu durum, doğada normal toprak oluşumuna hizmet eden jeolojik erozyonun hızlanmasına sebep olur. Bu bakımdan erozyon olayı toprak oluşumunu geriletir.

Sıcaklık bakımından birbirinden farklı iki iklim kuşağında, aynı yağış altında çeşitli toprak profilleri meydana gelmektedir.

Toprağın sürekli don halinde bulunduğu soğuk bölgelerde, su profil katları içine az sızacağından pek yıkanma görülmez. Kışların çok şiddetli geçtiği kutup bölgelerinde, suyun bu hareketi hemen hemen görülmediğinden, organik madde çürüyemez ve yüzeyde birikmeye başlar. Bu yüzden, tecezzi olayı ve buna bağlı olarak toprak oluşumu da yavaşlar.

Yağışlı, ılık bölgelerde topraklar fazla yıkandığından A-horizonunun alt kısımları ağarır, gri renkli olur. Daha kurak iklim bölgelerinde ağaçlar yerlerini çayirlara terkederler. Buralarda humus maddesi fazla olduğu ve derinlere kadar uzandığı için, A-horizonu koyu renkli bir görünüşe sahiptir. Sıcaklığın yaz aylarında çok fazla olduğu kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde evaporasyon sür'atli olduğundan, toprak oluşumu da yavaş bir şekilde cereyan etmektedir. Bu topraklarda tuzlar çözünemediğinden, kolayca yıkanamaz. Açık renkli bir görünüşe sahip olan B-horizonunda yer yer kalsiyum ve magnezyum karbonatlar birikir.

Yağışlı bölgelerde B-horizonunda bu şekilde karbonatlar birikmez. Do-

layisiyle toprakların görünüşü kahverengi veya kırmızı kahverengidir. Belirli bir derinliğe kadar B-horizonunda pekişme artar ve sonra azalmaya başlar. Bazen bu horizon, demir veya demir-humus gibi bağlayıcı maddeleri veya bunların tümünü ihtiva etmeyebilir. Yağışlı Tropik bölgelerde sıcaklık ve rutubet ilişkilerinin uygun olması, buralarda çok çeşitli bitkilerin yetişmesi olanağını sağlar. Bataklık sahalarda organik madde fazla birikir ve organik toprağın bir tipi olan "Peat" toprakları hasıl olur.

**Canlılar:** Toprak canlı ortamı mikroorganizmalar, bitkiler, hayvanlar ve insan olarak birçok önemli organizma gruplarından meydana gelir.

Çeşitli toprak tiplerinde mikroorganizmaların dağılımları ile ilgili elde çok az bilgi mevcuttur. Bu hususun bilinmesi, her toprağın kendi karakteristik mikrobiyal bir topluluğa sahip olduğunu göstermesi bakımından önemlidir. Birçok tecrübeler, toprak bileşimindeki değişmelerin mikrobiyal topluluk içindeki değişmelerle sağlandığını göstermiştir. Az miktarda özel bir mikroorganizma türüne sahip olan bir toprak, nötralizasyon ve havalanma ile çok kısa sürede bu organizmalarla zenginleşebilir.

Birçok mikroorganizmalar kolaylıkla taşındığı için, toprakların çoğu kez bunlarla tekrar aşılması gerekir. Mikrobiyolojik faktörün toprak oluşum üzerinde belli bir coğrafik saha için aynı güçte etkili olduğu kabul edilmektedir.

Bitkilerin canlı bir faktör olarak toprak oluşumundaki önemli rolü eskiden beri biliniyordu. Her bitki asso-

siasyonu toprak oluşumunda özel bir etkiye sahiptir. Bitki assosiasyonları ve bunları meydana getiren bitki toplulukları altında topraklar normal bir şekilde oluşarak olgun bir profil özelliği gösterirler.

Toprak oluşumu bakımından önemli bitki türleri orman ağaçları, çayırlar ve çalılardır. Ağaçlar yağışlı bölgeleri, çalılar kurak sahaları ve doğal çayırlar da geçit bölgeleri karakterize ederler.

Toprak profilinde organik maddenin birikme ve parçalanması büyük çapta bitki örtüsünün tipi ile ilgilidir. Toprak yüzeyinde fazla miktarda organik maddenin birikmesine yardım ettiğinden, dünyanın hemen her yerinde çayır yetiştirmesine büyük önem verilmektedir. Doğal orman örtüsü altında yere düşen yapraklar en üstteki horizonun organik madde miktarının artmasına hizmet eder. Çalılar, toprakta organik maddenin sürekli olarak sağlanmasında etkili değildir.

Jenny, dökülmüş orman örtüsünün toprakta yıkanmayı çoğaltarak profil gelişimini hızlandırdığını, bu hususta yapılan araştırmalar sonucu ortaya koymuştur. Çayır artıkları suyu iyi bir şekilde tuttuğundan, yıkanma çok az olmakta ve buna bağlı olarak toprak oluşumu da oldukça yavaşlamaktadır.

Doğada toprak oluşumu üzerinde mikroorganizmaların etkileri daha çok mekaniksel yönden olmaktadır. Toprağı alttan oyan hayvanlar toprak materyalini iyice karıştırır ve tasnif ederler.

Solucanlar, özellikle toprak solucanları birçok sahalarda toprak oluşumunda fazla aktiftir. Bunlar toprak i-

çinde organik ve mineral maddeleri sindirerek işlemek suretiyle küçük kanallar açarlar. Toprak solucanları bu kanallara çayır yapraklarını doldururlar. Kanallar, su ve havanın toprak içinde kolayca hareketini sağlar. Öte yandan, solucanlar toprakta büyük kimyevî faaliyetlerde de bulunurlar. Bunların vücutları ile sindirilen toprak, ilk durumuna göre daha çok miktarda yararlı besin maddelerini de ihtiva eder.

Dünyanın bazı yerlerinde karıncalar, özellikle beyaz karıncalar da profil içinde faaliyette bulunarak alt toprağın çevre koşullarının etkisine mâruz kalmasına sebep olurlar. Kurak ve yarı kurak iklim koşullarında, karıncalar çok fazla aktiftir. Bir kısım hayvanlar da, profil içinde küçük dik kanallar meydana getirerek toprakların drenajı ve havalanması bakımından önemli rol oynarlar. Bu durum daha çok bataklık sahalarda görülür.

Toprak profilinin oluşması üzerinde insanın etkisi büyüktür. Gübreleme, çayırlar ve derin köklü baklagillerin kullanılması ve sürüm işlemi, toprak profilinin alt katlara doğru olgunlaşmasını sağlayan uygulamalardan sadece birkaçını teşkil etmektedir. Toprakta organik maddenin çok fazla ayrışması, fazla miktarda karbondioksit ve organik asitlerin meydana gelmesine sebep olur. Bu durum ise, mineral maddelerin daha sür'atli bir şekilde tecezzi etmesine yardım eder.

**Topoğrafya:** Topoğrafya; toprak sıcaklığı, yüzeyakış ve bitki örtüsü ile yakından ilgili bulunmaktadır. Bu bakımdan, toprak oluşumunda ayrıca önemli bir faktör olarak düşünülebilir. Toprak oluşumu yönünden toprak sıcaklığı iklim kısmında ve bitki örtüsü de-

canlılar kısmında incelenmişti. Bu münasebetle, burada yalnız toprak muhafazası ile ilgili olarak topoğrafyanın toprağın su rejimine etkisi üzerinde durulacaktır. Profilden toprak materyalinin yıkanarak uzaklaşması, toprak içine sızan suyun miktarı ve kimyevî durumuna bağlıdır. Topoğrafya, toprağın meydana gelmesi ve bitki büyümesi yönünden gerekli suyun sağlanmasında önemli rol oynar. Yüksek infiltrasyon kapasitesine sahip olan üst topraklarda, yağışın mühim bir kısmı toprak suyu haline geçer. Bir kısmı da eğimli yerlerden aşağılara doğru akarak çukur sahalarda toplanır.

Topoğrafyanın toprak suyu üzerindeki etkisi şematik olarak (Şekil 1) dedir.



Şekil 1. Topoğrafyanın toprak suyu üzerindeki etkisi.

Şekilden, aynı miktardaki yağışın düz, eğimli ve çukur sahalarda ne kadarının toprağa nüfuz ettiği açıkça görülmektedir. Çukur sahalarda, yüzeyakış mevcut olmadığından 1000 mm. lik yağışın tümü toprak içine girmektedir. Eğimli sahalarda, yağışın dörttebiri yüzeyakışa geçtiğinden 750 mm. ve çukur sahalarda ise yüzeyakış ve yağışla birlikte toplam 1250 mm. su toprağa dahil olmaktadır. Bu durum, çukur sahalarda fazla miktarda suyun mevcut olduğunu, eğimli sahalarda ise düz yerlerden daha az olduğunu ortaya koymaktadır.

Toprakların anamateryalini hasil eden kayaların ayrışması sonucu kum, silt ve killer oluşmaktadır. Toprağa nüfuz eden su, beraberinde kil ve kili oluşturan maddeleri de taşır ve üst toprağın hemen altında çeşitli derinlikte bir kil katmanı meydana gelir. Bu katmana "Kil tabakası" veya "Sert tabaka" veyahut "B-Horizonu" adı verilir. Gerçekten, bu katman, suyun kolaylıkla nüfuz edemeyeceği kadar pekiş-

miş durumdadır. Eğimli sahalarda, suyun bir kısmının yüzeyakışla taşınması ve bir kısmının da toprak içine nüfuz etmesi nedeniyle, toprakta mevcut kilin birazı daha aşağıdaki katlara taşınır. Dolayısıyla, bu gibi topraklarda daha az miktarda kil birikir. Bunlar genellikle daha kaba teskturlu bir karakter gösterir. Eğim dikleştikçe daha az kil yerinde kalır. Nitekim, çok fazla dik eğimli arazilerde kil tabakası mevcut değildir. Çevredeki eğimli sahalardan yıkanarak taşınan ve çukurlarda biriken kil ve mineraller, toprak profilini hasil eden ince materyal üzerinde bir tabaka meydana getirir. Çok eğimli yerlerden akan ve içinde bitki besin maddelerini havi su, bitkilerin yetişmesine ve organik maddenin birikmesine sebep olur. Bu organik maddenin ayrışmasıyla meydana gelen "Humus", çukurdaki topraklara koyu bir renk verir.

Bu suretle, topoğrafya ve suyun birbirine etki etmeleriyle oluşan üç büyük toprak profili örnek olarak (Cetvel 1) de verilmiştir.

Cetvel 1. A.B.Devletleri Indiana eyaletinde farklı topoğrafik koşullar altında oluşan topraklar.

İsim	Renk	
	Üst toprak	Alt toprak
Düz topraklar	Gri	Benekli gri ve pas rengi
Eğimli topraklar	Gri kahve rengi	Kırmızımsı kahve rengi
Çukur saha toprakları	Siyah	Benekli gri ve pas rengi

Bu topraklar her ne kadar belli bir bölgede oluşmuşsa da, topoğrafya ve suyun toprak profilinde farklılıklar doğurduğu diğer bölgelere de teşmil edilebilir. Şüphesiz, bu basit grup içine

alınmayan topraklar da vardır. İçinde birikecek kadar kilin bulunmadığı, suyu kolayca geçirebilen materyal üzerinde oluşan topraklar buna tipik bir örnek olarak gösterilebilir. Aşırı derecede fark-

lılık gösteren iklim koşulları bu tip toprakların oluşumuna engel olur. Bununla beraber, bu tip gruplandırma, su ve topografya bakımından farklılıklar sonucu hasıl olan başlıca üç tip toprak profilinin belirlenmesinde genellikle yararlı olacaktır.

*Zaman:* Toprak oluşum hızı, geniş çapta, oluşum üzerinde rol oynayan çeşitli faktörlere göre değişir. Bugün

sahip olduğumuz birçok toprakların oluşumu için doğa binlerce yılını heba etmiştir. Aşağı yukarı bir metre derinliğindeki toprak profilleri, bundan 16 bin yıl önce buzulların ıltıman bölgelerde bıraktığı ufalanmış kaya materyalinden vücuda gelmiştir. Cetvel (2) de, A.B. Devletleri İndiana koşullarında buzul till'lerinden meydana gelen toprakların oluşum hızlarına ait değerler verilmiştir.

Cetvel 2. A.B.Devletleri İndiana eyaletinde kalkerli buzul till'lerine ait toprakların oluşum hızları.

Toprak materyal kaynağı	Toprak seri adı	Yaş (yıl)	Profil derinliği (cm.)	Ortalama toprak oluşumu (sene/cm)	Ortalama toprak oluşum hızı (Kg/dekar/yıl)
Illinoian buzulu	Clermont	300.000	355,6	5443	16
İlk Wisconsin buzulu	Delmer	20.000	139,7	925	94
Son " "	Bethel	16.500	83,8	1270	68
En son " "	Nappanee	13.000	76,2	1100	78
İndiana, Lafeyette yöresinde şehirler arasındaki dolgu materyali		80	3,8	135	636
İndiana, Centenary 'de maden kömürü seddesi		25	2,5	64	1364

Bazı volkan külleri üzerinde çok yavaş olarak katı kayalardan oluşan topraklar ancak bir iki asır içinde belirgin bir kalınlığa sahip olabilirler. Su çekildiğinde, sel materyali, geriye oldukça açık renkli bir toprak bırakır. Toprak doğada santim ve santim oluşmaz. Fakat en üst horizontandan vukuu bulacak çözülme ve yıkanmalar, daha derindeki horizontlarda bunların birikmesi veya profilden uzaklaşması o-

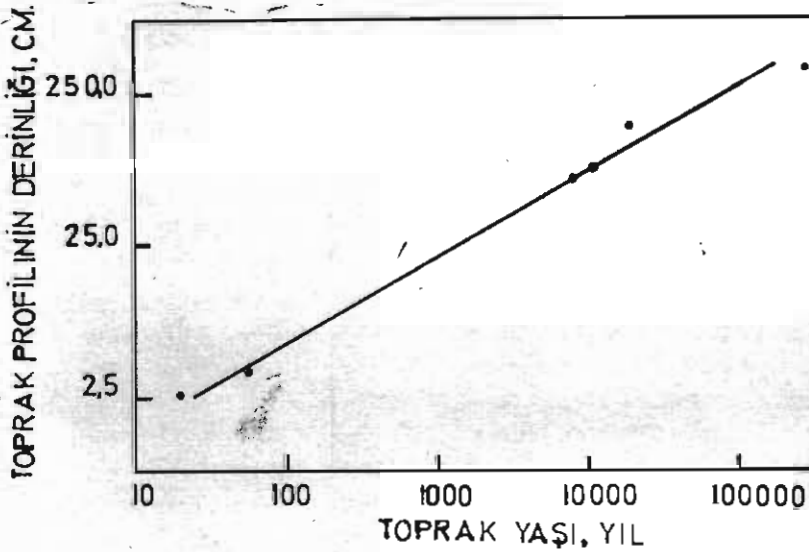
layları, oldukça kalın bir profilin oluşumuna sebep olurlar. Toprak oluşum hızı, havalanmanın çok fazla olmadığı alt katlara göre yüzeğe yakın yerlerde daha hızlı bir şekilde cereyan eder. Derin topraklarda kalınlığın artması daha yavaş olmaktadır. Takriben 2,5 cm. kalınlığında meydana gelen bir organik madde katı, ancak 25 yıl önce açıkta bırakılan buzul molozları üzerinde görülebilmektedir. Aşağı yukarı 5 cm. ka-



lınlığındaki toprak profilleri, yüz yıl önce insanlar tarafından biriktirilmiş olan buzul materyali üzerinde bulunmuştur.

Suyu fazla sızdırması dolayısıyla, poröz materyal üzerinde toprak profilleri geçirimsiz materyel üzerindeki göre daha çabuk meydana gelir. Yüz yıldan daha az bir sürede stabilize olan bir kumul üzerinde yetiştirilen çam ormanı içinde 18 — 25 cm. kalınlığında bir podzol profiline tesadüf edilebilmiştir.

Toprak profillerinin yaş ve derinliklerine ait bilgilerden ortalama toprak oluşum hızı hesaplanabilir. Cetvel (2)



Şekil 2. Indiana'da kalkerli buzul till'lerinden oluşan topraklarda profil derinliği ile yaş arasındaki bağıntı.

Her ne kadar toprak kalınlığı düz sahalarda eğimli yerlere göre daha büyük olmakta ise de, eğimli yerlerdeki toprak oluşumu düz sahalardan daha hızlıdır. Bu durum, eğimli sahalarda oluşan fazla miktardaki toprağın erozyon olayı ile taşınması, toprak mater-

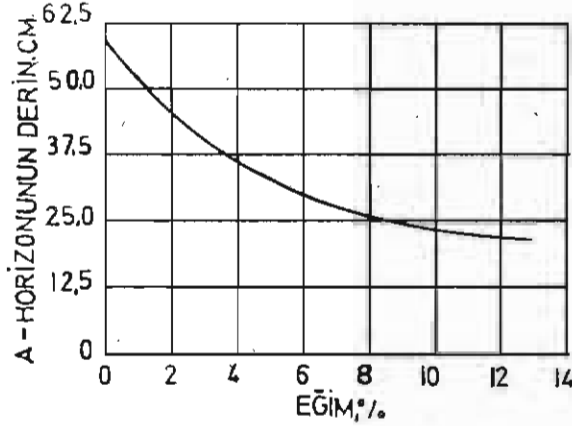
de verilmiş olan değerlere bir göz atılacak olursa, profiller derinleştikçe buna bağlı olarak toprak oluşum hızlarının da yavaşlayacağı açıkça görülmektedir. Nitekim, profil derinliği 355,6 cm. olan Clermont serisinde ortalama toprak oluşum hızı yılda dekara 16 Kg. iken, derinliği 83,8 cm. olan Bethel serisinde oluşum hızı 68 Kg. dır. Bunun nedeni, toprak tabakasının kalınlaşması oranında tecezzi olayının çok fazla azalması ile açıklanabilir.

Şekil (2) de, A.B. Devletlerinde Indiana'da kalkerli buzul till'lerinden oluşan topraklarda profil derinliği ile toprak yaşı arasındaki bağıntı görülmektedir.

yalinin devamlı yüzeye yakın bulunması ve bunun sonucu olarak tecezzie daha çok konu olmasıyla açıklanabilir. Düz sahalarda oluşan toprak yerinde kalır ve alttaki katlar üzerinde koruyucu bir örtü ödevini görür.

Eğimin toprak üzerindeki etkisiyle toprak muhafazası ile uğraşanlar bilhassa ilgilenirler. Bu etki, Norton ve Smith tarafından Illinois'deki prairie

lös topraklarında incelenmiştir. Eğim dikleştikçe buna bağlı olarak üst toprak (A-horizonu) derinliğinin azaldığı (Şekil 3) deki grafikten açıkça görülmektedir.



Şekil 3. Lösslerden oluşan ağaçlık Illinois topraklarında eğim ile A-horizonu arasındaki bağıntı.

Kuzey merkez Amerika'da birçok nedenlerle ziraate açılmamış sahalarda A — horizonunun kalınlığı 25 cm. den fazla değildir. Yüzde on eğime kadar bu kalınlık üzerinde eğim pek etkili olmamaktadır. Fakat eğim arttıkça, kalınlık ta yavaş yavaş azalmaktadır.

Arazi kullanma ve toprak muhafaza ile ilgili hususları gereği gibi değerlendirebilmek için toprak muhafazacıları toprağın oluşum safhalarını bilmek zorundadırlar.

Akarsuların beraberinde taşıdığı materyalin düz yerlerde birikmesi sonucu hasıl olan genç alüviyal topraklarda profil özellikleri görülmez. Çünkü bunlar taşıntı materyal olup profil oluşumu için yeterli süreyi bulamamışlardır. Alüviyal toprakların verimlilik potansiyeli geniş çapta toprak anamateryalinin tabiatıyla ilgilidir.

Olgunlaşmamış toprak, profilin oluşması için gerekli zamanı bulamamış-

tır. Fakat yüzeyde toprağın yeni, tecezzi etmemiş kısımları açıkta kalarak devamlı taşınmaya mâruzdur. Böyle topraklarda fiziksel özellikler yeterli olmadığından tecezzi de oldukça yavaş bir şekilde ilerlemektedir.

Olgun topraklar bölge ikliminin etkisiyle oluşmuş, fakat henüz aşırı derecede tecezzie uğramamıştır. Dolayısıyla böyle bir toprak, olgun olmayan toprağa nazaran daha derin ve birbirinden ayrılmış daha belirgin horizonlara sahiptir. Çok fazla oranda humus ihtiva eder. Kireç, az derin horizonlara taşınmış; kil de daha çok kalsiyum ve diğer bazlarla sature olmuştur. Genel olarak, verimli bir topraktır.

Yaşlı toprak, erozyon olayı ile yüzey toprağı kaybolmadan uzun süre bölge ikliminin etkilerine mâruz kalan bir topraktır. Derin profilli olup, kireç ve diğer bazlar alt katlara yikanmıştır. Üst toprağın kil muhtevası azdır, çünkü

kil dispers hale gelerek yıkanmıştır. Kil, daha çok hidrojenle doymuş haldedir. Toprak struktürü genel olarak dağınık değildir. Horizonlar arasında kesin sınırlar mevcuttur. Humus miktarı az olup daha çok üst katta birikmiştir. Havalanmanın yetersiz ve alt toprağın verimsiz oluşu, bu topraklarda bitki köklerinin derine gitmesine engel olmaktadır. Bu yüzden, genellikle verimleri düşüktür.

### Toprak Profili

Toprak dikine kesildiğinde "horizon" adı verilen bir çok katlardan meydana geldiği görülür. Toprak horizonu, yeryüzüne hemen hemen paralel olarak bulunur. Bir toprak horizonu, genellikle bitişindeki horizontan en az tarlada farkedilebilen bir kaç temel karakter bakımından farklıdır. Toprak profili; toprağın, anamateryal veya solum altında yer alan ve toprağın oluşuna etki eden diğer katları içine alan dikey bir kesittir. Profil çalışmaları son derece önemlidir. Çünkü, çeşitli horizonların tekstürleri, derinlikleri, renkleri, kimyasal durumları ve dizilişleri hakkında topluca bilgi verirler. Bu bakımdan, toprak ve toprağın ziraî değerini karakterize ve tayin ederler. Profil tetkiki, toprak ve su muhafaza haritalarının yapılmasında da ayrıca önemlidir.

Toprak horizonları kalınlık ve genetik horizonlarının belirlilik dereceleri bakımından birbirlerinden büyük ayrılık gösterirler. Kalınlıkları bir, iki santimetre ile birkaç metre arasında değişen profiller mevcuttur. Toprak profilleri ılıman bölgelerde 90 — 150 cm. derinliklere kadar incelenmelidir. Normal topraklarda profil kalınlığı kutup-

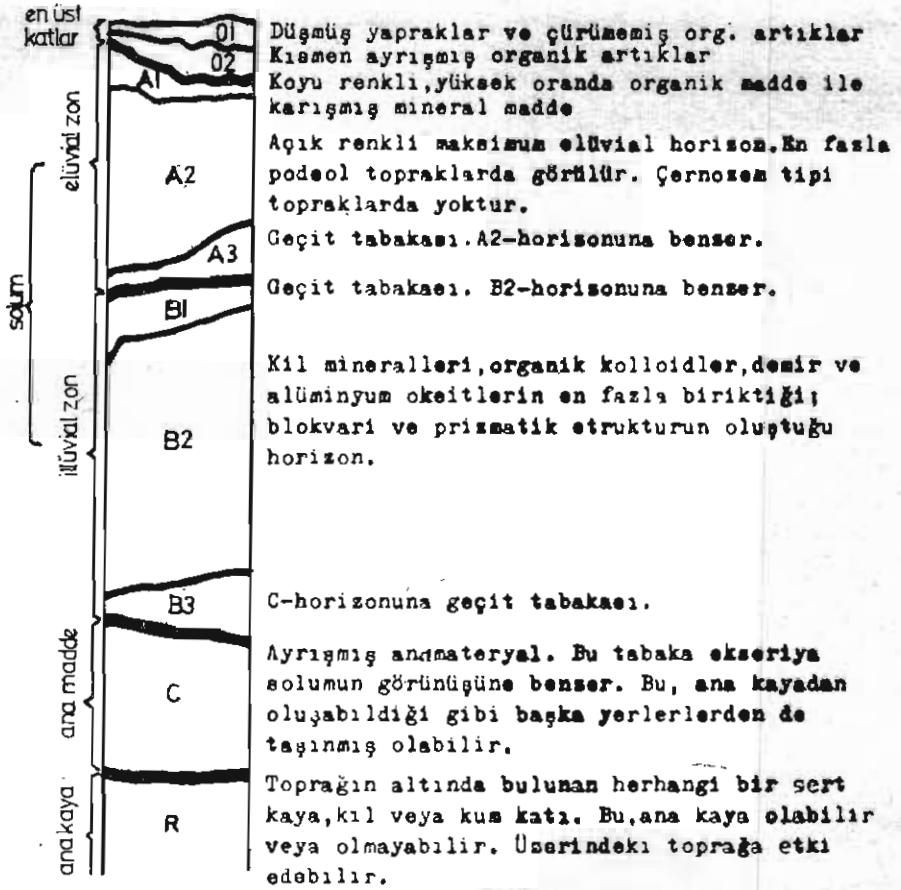
lara doğru azalmakta, Ekvatora doğru artmaktadır. Genetik horizonların belirlilik dereceleri bakımından toprak profilleri geniş ölçüde farklılık gösterir. Alüvyal koniler, kum birikintileri ve Volkanik kül örtüleri gibi hemen hemen genç yaştaki jeolojik formasyonlar üzerindeki topraklar bu hususa örnek olarak verilebilir. Bunlarda genetik horizonlar tefrik edilmez. Toprak oluşumu ilerledikçe, genetik olarak birbirinden farklı horizonlar da meydana gelmeğe başlar.

Genellikle sık gelişmiş bir orman vejetasyonu altında oluşan tüm genetik horizonlara sahip bir profil örneği (Şekil 4) de görülmektedir.

Bu profil örneği yeni toprak tasnif sistemine göre tasvir edilmiştir. Eski ve yeni toprak tasnif sisteminde profiller, esasında, organik ve mineral horizonlardan ibarettir.

**Organik horizonlar :** Mineral topraklar üzerinde bulunan ve "O" harfi ile gösterilen bu horizonlar, taze ve kısmen parçalanmış organik maddeden oluşmuştur. Organik horizonlar ayrıca iki kısma ayrılır. Bunlardan "O1" sembolü ile belirtilen horizon, mineral fraksiyon % 50 den fazla kil ihtiva ediyorsa en az % 30; "O2" sembolü ile belirtilen diğeri ise, mineral fraksiyon kil ihtiva etmiyorsa en az % 20 oranında organik maddeye sahiptir.

Eski toprak tasnif sisteminde "A<sub>oo</sub>" olarak bilinen "O1" horizonu, orman örtüsü altında gelişen profiller için uygulanan döküntü (L) ve fermentasyonun faal olduğu (F) katların karşılığıdır. Diğer yandan "A<sub>o</sub>" olarak bilinen "O2" horizonu ise, gene orman koşullarındaki profiller için uygulanan çok fazla huminleşmiş(H)kata tekabül eder.



Şekil 4. Orman vejetasyonu altında oluşan normal bir profil örneği.

**Mineral horizonlar:** Bu horizonlar; mineral fraksiyonun % 50 den fazla kili havi olduğu hallerde en fazla % 30 ve mineral fraksiyonunun kili havi olmadığı hallerde ise en fazla % 20 oranında organik maddeye sahiptir.

A-horizonları; 1) yüzeyde veya yüzeye yakın yerlerde oluşan ve biriken organik madde horizonlarından, 2) kil, demir alüminyumların yıkandığı, fakat kuars gibi dayanıklı mineraller miktarının fazla olduğu horizonlardan, 3) "B" veya "C" ye geçit horizonlarından ibarettir. A-horizonları, sembolleri ve

genel özellikleriyle aşağıda sıralanmıştır:

A<sub>1</sub> — horizonu : Bu horizon yüzeyde veya yüzeye yakın yerlerde oluşur. A<sub>1</sub> — horizonunun tipik özelliği, içinde mineral fraksiyonla karışmış halde huminleşmiş organik maddenin bulunmasıdır. Bu yüzden, horizonun görünüşü koyu renklidir.

A<sub>2</sub> — horizonu : Bu horizona kil, demir veya alüminyumlar yıkanır, buna bağlı olarak ince zerrelili kuars veya diğer dayanıklı mineraller oranı çoğalır.

lır. Bu nedenle,  $A_2$  — horizonuna "Yıkanma horizonu" veya "Elüviyal horizon" adı verilir. Yıkanma dolayısıyla altındaki B—horizonuna göre daha açık renklidir

$A_3$  — horizonu : Bu mineral horizon da A ve B arasında geçit horizonudur.  $A_3$  — horizonunda genellikle,  $A_1$  ve  $A_2$  horizonlarının özellikleri üstündür. Fakat az da olsa alttaki B-horizonunun özelliklerini de taşır.  $A_3$  sembolü, altında B-horizonu bulunan kat için uygulanır. Öte yandan, profilin alttan kaya ile kesildiği ve bu kesilen yerde B-horizonunun bulunmadığı durumlarda, altında kayanın yer aldığı horizon için de kullanılır.  $A_3$  sembolü, altındaki B-horizonunun bazı özelliklerinin A-horizonunun özellikleri üzerine katıldığı geçit bölgeleri için uygundur. Bir kısmı A- horizonunun, bir kısmı da B-horizonunun özelliklerini taşıyan geçit horizonları için  $A_3$  sembolü yerine "A ve B" sembolünün uygulanması daha doğrudur.

AB-horizonu: A ile B horizonları arasında yer alan bu horizon, üst kısmında "A" nin ve alt kısmında da "B" nin özelliklerini taşıyan bir geçit horizonudur. AB-horizonu genellikle incedir.

A ve B horizonu: Bunlar esasında, içinde hacminin yarısından az oranında B-horizonu olarak nitelendirilmesi gereken parçalar bulunan  $A_1$ -horizonudur.

AC-horizonu : "A" ile "C" arasında bir geçit horizonu olan AC-horizonu, ikinci derecede hem "A" nin hem de "C" nin özelliklerini taşır.

B-horizonu: Bu horizon, demir ve alüminyum oksitler ve silikat killeri nin en fazla biriktiği bir bölgedir.

B-horizonunun tipik özellikleri : 1) Demir, alüminyum, silikat killeri veya humus maddesinin ayrı ayrı veya beraberce birikmesi, 2) Seskioksit veya silikat killeri miktarının, karbonatlar veya fazla çözülebilen tuzların eriyerek uzaklaşmaları yolu ile veya başka etkenlerle artması, 3) Üstündeki ve altındaki horizonlardan daha koyu, daha kuvvetli veya daha kırmızı görülecek şekilde seskioksitler örtülerininin mevcudiyeti (Bu örtüler, belirgin olarak demir birikmesi olmadan 1 ve 2. maddelerde özellikleri belirtilen B-horizonları ile ilgisi bulunmadan oluşur.), 4) 1,2 ve 3. maddelerde belirtilen hususlardan başka orijinal kaya strukturunun bozulmasını, silikat killeri ve serbest oksitlerin oluşumunu ve tesktur, nem değişmesiyle granüler, blok veya prizmatik strukturun meydana gelmesini gerektirecek biçimde materyalin orijinal durumunun değişmesidir.

B-horizonlarını birbirinden ayırt etmek güçtür. Çünkü, bu horizonları teşhis edebilmek için genel ayırıcı bir özellik veya yer mevcut değildir. Ayrıca, aynı horizonu iki çeşit B-horizonu teşhisi konulabilir. Bu gibi durumlarda seçimde, hâkim durumu karakterize eden B'nin bir çeşidi üzerinde durulmalıdır. Bir horizonun B-horizonu olup olmadığının anlaşılması için laboratuvar çalışmalarına baş vurmamak gerekir.

$B_1$  - horizonu: B ile  $A_1$  veya B ile  $A_2$  arasında bir geçit katı olan bu horizon, esasında  $B_2$  nin karakteristiklerini taşır. Diğer yandan, üzerindeki  $A_1$  veya  $A_2$  nin bazı özelliklerine de sahiptir.

Bozulmamış topraklarda  $B_1$ -horizonunu teşhis etmek için, bunun hemen üstünde

bir  $A_1$  veya bir  $A_2$  nin ve hemen altında da bir  $B_2$  nin bulunması gerekir.

**B ve A-horizonu:** Bu, içinde  $A_2$ -horizonunun karakteristiklerini taşıyan, hacminin yarısından fazlası da B olarak nitelendirilen bir horizondur.

Bu horizonlarda çoğu kez yatay ve dikey diller görülür. Yatay diller, kalın B bandları arasında bulunan ve  $A_2$  den inen dillerle temas halinde olan ve  $A_2$  materyaline benzer materyalle kurulu ince bandlardan ibarettir. Düşey diller ise, esasında  $A_2$  materyalinden yapıtlı ince bandların B-horizonu içine dikine girmesiyle meydana gelir.

**B—horizonu** içinde solucan kanallarına benzer şekilde  $A_1$  materyali ile dolu borucuklar bulunabilir. Bununla, B ve A-horizonu değil,  $A_1$ -horizonu olarak tasvir edilmesi gerekir.

**$B_2$  — horizonu:** B-horizonlarının temel özelliklerine sahip olan bu horizon, ne hemen üstündeki A'ya ve ne de hemen altındaki C ve R horizonlarına bir geçit teşkil eder.

Bu tarif,  $B_2$ -horizonunun B-horizonunu tayin edici tüm özelliklere sahip olduğunu ve B-horizonları içinde en fazla belirlilik bölgesini gösterdiğini ifade etmez. Aynı zamanda, bu horizonun tüm profillerde aynı belirlilik derecesine sahip olduğu da söylenemez. Bazı profillerde B—horizonunun  $B_2$  olarak değerlendirilmesini öngören belirli kısmı, diğer profiller için  $B_3$  ile gösterilecek kadar zayıf olabilir. Bu durumda,  $B_2$  işareti kesin ölçülere bağlı kalmayıp, bu profildeki mevcut koşullara göre kullanılmalıdır.

**$B_3$  — horizonu:** B ile C veya R horizonları arasında bir geçit teşkil e-

den bu horizona, üstündeki  $B_2$ —horizonunun tayin edici özellikleri ve C veya R horizonlarının özellikleri belirgin bir şekilde görülür.

**$B_3$  sembolü, üstünde  $B_2$  — horizonu bulunduğunda kullanılır, fakat bazen, örneğin profilde B' nin tayin edici özelliklerinin zayıf olarak belirmesi halinde de kullanılabilir.**

**C—horizonu:** Bu, kayalar hariç, solumu meydana getiren materyale benzeyen veya benzemeyen, toprak oluşum olaylarının etkilerine oldukça az konu olan ve A veya B horizonlarını belirleyen özelliklere sahip olmayan materyaldan ibaret mineral bir horizondur.

**C—horizonunu kapsayan materyal şu şekilde değişikliğe uğramıştır:** 1) Ana biyolojik aktivite sahasının dışındaki tecezzi; 2) Dönüşebilir çimentolaşma, gevreklik, yüksek volüm ağırlığı ve gevrek penlerin diğer özelliklerinin oluşumu; 3) Gleyleşme; 4) Kalsiyum ve magnezyum karbonatların veya fazla oranda çözünebilir diğer tuzların birikmesi; 5) Dördüncü maddede belirtilen tuzların birikmesi sonucu hasıl olan çimentolaşma; veya 6) Alkalide çözünebilir silisli materyal veya demir ve silikatlarla çimentolaşmadır.

Önceden bu horizona yanlış olarak "Ana madde": veya "Ana materyal" adı veriliyordu. Esasında A ve B horizonlarının türediği ana materyali teşhis etmek olanağı mümkün olmadığı gibi, çok güçtür. Bu nedenle, C-horizonu tam ana materyal değil, ancak buna benzediği kabul edilen bir kattır. Yeni toprak tasnif sistemine göre bu şekildeki bir tarif de yeterli değildir. Bu yeni görüş esas alındığında, öncekileri  $C_1$  ile  $C_2$  arasında yapılan ayrımı

bugün kullanmamak gerekir. C-horizonu ile ilgili lâtin rakamları şimdi sadece bu kat içindeki dikine olan sıralamayı belirlemek için uygulanmaktadır.

R—horizonu: Altta granit, kum-taşı veya kireçtaşı gibi pekişmiş kayanın bulunduğu katı belirtmek için "R" sembolü kullanılır. Bu kayaların hemen üstündeki katı veya horizonu türeten ana kayaya benzerliği kabul edilenler yalnız "R" ile gösterilir. Aksi durumda, bu sembolün başına ilgili Romen harfi konarak litolojik kesiklik belirtilir.

#### **Eski ve Yeni Sistemde Profil Tasvirlerinin Karşılaştırılması:**

Eski ve yeni toprak tasnif sistemlerine göre tasvir edilmiş olan profiller, sembolleri ile birlikte verilmiştir. Bu karşılaştırmada, profil tasviri arasındaki ayrımlar daha belirgin bir şekilde görülmektedir. Eski sistemde  $A_{00}$  ve  $A_0$  sembolleri ile belirtilen organik horizonlar, yeni sistemde  $O_1$  ve  $O_2$  sembolleri ile belirtilmiştir. Öte yandan, mineral horizonlar için eskisinde A,B,C ve D sembolleri; yenisinde ise A,B,C, ve R sembolleri kullanılmıştır. Bu horizonlara ait kısa özlü bilgiler yanlarında verilmiştir (Cetvel 3).

**Toprak Katları İçin Kullanılan Genel Terimler :** Toprak horizonlarını veya horizon gruplarını belirtmek için birçok genel terimler türetilerek kullanılmıştır. Eski olan bu terimlerin kesin olarak tarifi güçtür. Çünkü bunlar, bu işle pratik uğraşanlar tarafından çok geniş ve değişik anlamlarda kullanılmıştır.

**Üst toprak:** Bu terimin kapsadığı anlamlar geniştir. Üst toprak terimi

genellikle şu anlamlarda kullanılır: 1) Pullukla işlenen yüzey kat (Bu, yüzey toprağın sinonimi olup  $A_p$  sembolü ile gösterilir), 2) Orijinal veya mevcut  $A_1$ —horizonu, 3) Orijinal veya mevcut A-horizonu, ve 4) Genellikle organik maddece zengin ve verimli olduğu kabul edilen topraktır.

**Yüzey toprağı:** Bu terim, genellikle tarımsal amaçla işlenen, işlenmeyenlerde ise derinliği 12,5 cm. ile 20 cm. arasında değişen toprakları belirtmek için kullanılır. Herhangi bir şart koşulmadan kullanıldığında, bu terim, orijinaline bakılmaksızın, mevcut yüzey toprağını belirtir. Toprağın önceki durumuna ait bir şartla kullanılırsa, "Orijinal yüzey toprağı" şeklinde belirtilmesine lüzum vardır. Örneğin, "Bu sahada orijinal yüzey toprağının hemen hemen hepsi yarıntı erozyonu ile taşınmıştır".

**Yüzeyaltı toprağı:** Normal bir profil oluşumu göstermeyen topraklarda bu terim keyfi bir derinliği gösterir. Yüzeyaltı toprağı, esasında,  $A_1$ -horizonunun yüzey toprağı altında kalan kısımdan ibarettir.

**Alt toprak:** Bu iyi, gelişen topraklarda B-horizonunu; iyi gelişmeyen koşullarda ise yüzey toprağının altında bulunan ve içinde bitki köklerinin normal olarak geliştiği toprak veya keyfi bir derinliği belirtir. Toprağın sadece pullukla işlenen kısmından ibaret olduğu düşüncesinin hâkim olduğu çok eski zamanlardan beri bu terim kullanılmaktadır.

**Alt kat:** Bu terim, solum'un altında yer alan ve soluma uygun olan (C veya R) veya uygun olmayan herhangi bir katı ifade etmek için kullanılır.

Cetvel 3. Eski ve yeni sisteme göre profil tasviri.

Horizon adı	Eski sistem	Horizon adı	Yeni sistem
A <sub>oo</sub>	L Döküntü	0	Mineral fraksiyon % 50 kili havi ise, en az % 30 org. mad.
A <sub>o</sub>	A <sub>o1</sub> F kısmen ayrılmış	0	Mineral fraksiyon kili havi değilse, en az % 20 org. mad.
	A <sub>o2</sub> H Tanınmayan bitki materyali		
A	A <sub>p</sub> Sürünle karışmış	A <sub>p</sub>	Mineral fraksiyon kili havi değilse, en fazla % 20 org. mad.
	A <sub>1p</sub> A <sub>1</sub> de tümü karışmış		A <sub>p1</sub>
	A <sub>1</sub> Mineral madde ile iyice karışmış koyu renkli org. madde		A <sub>p2</sub>
	A <sub>2</sub> Maksimum yıkanma		A <sub>1</sub>
	A <sub>3</sub> B ye geçiş		A <sub>2</sub> Daha açık renk
	AB A ile B arasında geçiş horizonu		A <sub>3</sub>
B	B <sub>1</sub> A ye geçiş	B	AB
	B <sub>2</sub> Maksimum birikme		B <sub>1</sub>
	B <sub>3</sub> C ye geçiş		B <sub>2</sub> B horizonunun en iyi temsili
C	Pekişmemiş ana madde	C	A ve B horizonları altındaki pekişmemiş kat
D	Anamadde veya solun'a benzemeyen Pekişmiş veya pekişmemiş kat	R	profil altındaki pekişmiş kat
	Dr D horizonunu oluşturan pekişmiş kat		
G Kuvvetli gleyleşme		C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> salt dikey sıra anlamında	
C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> Özel anlamlar			



### Faydalanılan Eserler

- Çağlar, K.Ö. (1949) "Toprak Bilgisi". A.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları No. 10, Ankara Üni. Basımevi. Ankara.
- Çelebi, H. (1971) "İlk Şümüllü Toprak Tasnif Sistemi", A.Ü.Ziraat Fakültesi Ziraat Dergisi (Çeviri), Cilt: 2, Sayı: 2, A.Ü. Basımevi, Erzurum, Sa: 119 — 128.
- Drew, J.W. (1965) "The Notes Of The Lecture Of Soil Survey and Mapping, Nebraska University, Nebraska, U.S.A.
- Eyub, H. (1970) "Toprak Oluşu, Profili ve Horizonları", A.Ü.Ziraat Fakültesi yayınları No. 466, A.Ü. Basımevi, Ankara, sa: 1 — 78.
- Kohnke, H. and Bertrand, R.A. (1959) "Soil Conservation", McGraw-Hill Book Comp. Inc. U.S.A.
- Millar, C.E., Turk, L.M. and Forth, H.D. (1965) "Fundamentals Of Soil Science", Forth edition, John Willey and Sons Inc., New York, U.S.A.