

SERİ B

CİLT XI

SAYI 1

1961

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



BAZI ORMAN AĞAÇLARININ KÖK SİSTEMLERİ VE YETİŞME MUHİTİ ŞARTLARI İLE MÜNASEBETLERİ

Yazan

Prof. Dr. Mehmet SEVİM

A. GENEL BİLGİLER

Kök bitkilerin yaşamasını ve fizyolojik aktivitelerini mümkün kılan en önemli toprak altı organlarını teşkil etmektedir. Kökler bitkilerin sadece toprağa bağlanmasını ve tutunmasını sağlayan mekanik bir sistem olmaktan ziyade, onların bitki hayatı bakımından en önemli fonksiyonları topraktan su ve besin maddeleri alınırken kendini göstermektedir. Başka bir deyimle organik madde yapım merkezleri olan yapraklar bitkilerin transpirasyon ve asimilasyon ve kökler ise bu madde yapımına ait ham maddeleri temin eden absorpsiyon ve dolayısıyla beslenme organlarıdır. Bu itibarla bitkilerde çeşitli hayati faaliyetler tamamıyla bu iki organ gurubu arasındaki sıkı münasebetlere bağlı olarak cereyan etmektedir. Esasen kök olmadan bir bitki için hayat bahis konusu olamaz. Bilindiği üzere bitki vücudunun önemli bir kısmı kök olarak toprak içinde gömülü ve yayılmış halde bulunmaktadır. Bu sebeple köklerin toprak vasatı içindeki gözle görülemeyen pozisyonları, yayılışları ve hayati faaliyetlerini tabii hali ile tetkik ve müşahede edebilmek büyük müşkülâtı mucip olmaktadır. Bundan dolayıdır ki kökler, bitkilerin toprak üstü kısımlarına nisbetle daha az tanınan ve tabii yaşama vasatı içindeki yaşama münasebetleri tam şekilde bilinmeyen bitki organlarıdır. Halbuki bitkiler de hayvanlar gibi bütün organları ile canlı birer biyolojik varlık olmaları dolayısıyla bitki ve bitki cemiyetlerinin tanınmasında toprak üstü ve toprak altı bitki kısımlarının karşılıklı münasebetler çerçevesi dahilinde bir bütün olarak aynı yeterlikte bilinmeleri ve tanınmaları gerekmektedir. Bu konuda yapılan müşahede ve araştırmalar göstermişlerdir ki, ağaç türlerinin kök sistemleri ile tepe teşekkülâtı arasında beslenme ve gelişme bakımından çok sıkı karşılıklı münasebetler mevcuttur. Bu karşılıklı münasebetlere göre münferit halde yetişmiş ve dolayısıyla geniş tepeli, kısa gövdeli ve kesif dallı olan ağaçlarda kök sistemi o nisbette kalın kök dallarını ihtiva etmekte ve geniş bir toprak sahası dahilinde entansif bir yayılma göstermektedir. Buna mukabil meşcere kapalılığı içinde yetişen aynı ağaç türünde ise kökler, haiz olduğu uzun boy ve dar tepe teşekkülâtına uygun olarak daha zayıf şekilde teşekkül etmektedir. Görülüyor ki, muhtelif ağaç türlerinde kök ve toprak üstü kısımları birbirleri ile denge halinde ve orantılı olarak gelişmekte ve hattâ ağaçların kök ve tepe teşekkülâtı arasında ölçülebilen adedi bir oranın mevcut bulunduğu da ifade edilmektedir. Nitekim Zederbauer'e göre ağaçlarda kök kitlesi ile toprak üstü kısımları arasındaki ağırlık oranı

daima aynı kalmakta ve bu ise 1 : 4 oranına tekabül etmektedir. Diğer taraftan bu cihet Weber tarafından meşcerelerde ağaçların toprak altı ve toprak üstü kısımlarının ağırlık oranının % 30-25 arasında değişmekte olduğunu belirtilmekte ve bu oranın meşcere içindeki düzgün gövdeli ağaçlarda daha düşük ve buna karşılık münferit ağaçlarda veya seyrek meşcere kapahlığında yetişen kısa gövdeli ağaçlarda daha yüksek kıymetler gösterdiği açıklanmaktadır. Gölge şartlarında yetişen sarıçamalarda kök sistemi, tam ışıktaki yetişenlere nisbetle daha zayıf gelişmekte ve aynı zamanda bu köklerin esas kısmını bilhassa yan kökler teşkil etmektedir. Bu konuda kök ve tepe teşekkülâtı arasındaki karşılıklı münasebetleri izah eden diğer bir misâl de, kökleri bir istikamette fazla gelişmiş olan ağaçlarda aynı tarafa rastlayan tepe ve dal kısımlarının da, tek taraflı kök gelişmesine paralel şekilde fazla inkişaf göstermeleridir. Bu suretle bu gibi ağaçlarda tek taraflı asimetric tepe formları meydana gelmektedir. Bu hal bir istikamette fazla gelişmiş olan kökler tarafından topraktan daha fazla su ve besin maddeleri alınması ve bunların aynı taraftaki ağaç dallarının gelişmesine sarfedilmesinden ileri gelmektedir. Diğer taraftan bu kabil tek taraflı kök ve tepe gelişmeleri Engler'e göre bilhassa dik mailelerde yetişen ağaçlarda göze çarpmakta ve nitekim bu ağaçlarda vadiye bakan taraftaki köklerin dağ istikametindeki köklere nazaran daha fazla gelişme gösterdikleri ifade edilmektedir.

Bitkilerin toprak üstü kısımlarında olduğu gibi toprak altı kısımlarında da uzun ve kısa sürgün diye iki türlü sürgün tefrik edilebilmektedir. Uzun kök sürgünlerinden sürgün kökleri veya uzun kökler gelişmektedir. Bunlar ağaçlarda kök sisteminin esas iskelet kısmını teşkil eden primer kazık ve yan kökleri meydana getirirler. Bu kökler toprak içinde derinliğine ve genişliğine yayılmak suretiyle ağacın su ve besin alma sahasını genişletmekte ve bu suretle daha geniş ve daha derin toprak kitlesinden beslenmesini sağlamaktadırlar. Bunların aynı zamanda vertikal ve horizontal istikametlerde uzun menzilli yayılışları ile ağacın toprağa bağlanmasını ve dik durmasını sağlayan mekanik fonksiyonlarını da burada zikretmek lâzımdır. Diğer taraftan kök sisteminin ikinci kısmı bu uzun köklerin en uç kısımlarından meydana gelen sekonder kısa ve ince köklerdir. Bunlar esas köklerin toprak içindeki yayılma zonunda toprak parçacıklarının en ince boşluklarına kadar girebilen ve toprak kitlesini entansif şekilde saran ve örgüleyen emici besin kökleridir. İnce oluşları ve toprak eriyiğindeki besin maddelerini absorbe edebilme kabiliyetini haiz olmaları dolayısıyla bu köklere aynı zamanda emici kıl kökleri adı da verilmektedir. Bu kıl köklerin uzunlukları bir veya bir kaç milimetre arasında değişmektedir ve çok incedirler. Bir milimetre karelik kök yüzeyinde 300 kadar emici kök sayılmaktadır. Bunların bu derece bol miktarda bulunmaları ile köklerin absorpsiyon yüzeyi 2-10 misli ve hatta bazan daha fazla artmaktadır. Toprak parçacıklarının en ince boşluklarını sarmaları dolayısıyla şekilleri gayri muntazamdır. Adı kök kılları bir kaç gün veya en çok bir kaç hafta kalan oldukça kısa ömürlü olan kök kısımlarıdır. Bu hal tabiatıyla bitki türüne ve bitkinin yetiştiği yetişme muhitlerine göre değişmektedir. Çöl gibi ekstrem kurak olan yerlerde yetişen bitkilerde kök kılları kalın olup bunlar daha uzun müddet ve hatta bir kaç yıl yaşayabilmektedirler. Bu kök kıllarının esas fonksiyonları, toprak parçacıklarının en ince aralıklarına girmek suretiyle kök uçlarının ve dolayısıyla esas kök sisteminin toprak içindeki temas ve beslenme yüzeyini hudutsuz şekilde arttırmak ve böylece köklerin topraktan daha fazla su ve besin maddeleri almasını ve bitkinin daha kolay beslenmesini sağlamaktan ibarettir. Bu kıl kökleri umumiyetle toprak parçacıklarının o derece sıkı ve entansif şekilde sarmaktadır ki, çok defa kıl kökleri ile örülmüş büyük toprak kesek-

lerini kuru halde bir iki kıl kökünden tutmak suretiyle kaldırmak mümkün olmaktadır.

Genel olarak bitkilerde kök sisteminin fizyolojik aktivitesi onun aktif kök uçlarının sayısı ile orantılı bulunmakta ve öyle ki köklerinde fazla sayıda kök uçlarını ihtiva eden ağaçlar topraktan o derece fazla faydalanmak şansına malikdirler. Nitekim Nobe'e göre sarıçam gençlik devresinde göknardan 24 ve lâdinden 12 misli daha fazla emici kök kıllarına malik bulunmaktadır. Bunun neticesi olarak da sarıçamın emici kök yüzeyi göknar ve lâdine nazaran 8 ve 5 misli daha fazladır. Bu suretle sarıçamın göknar ve lâdine nisbetle daha kanaatkâr olması ve binnetice göknar ve lâdinin yetişemediği fakir yetişme muhitlerinde yetişme kabiliyeti göstermesi hep onun yukarıda zikredilen kök sistemi özelliğinden ileri gelmektedir. Kök uçlarındaki emici kök kıllarının az veya fazla sayıda teşekkül etmesi yetişme muhiti şartları ile ilgili bir meseledir. Kurak yetişme muhitlerinde bu kök kılları ratıp veya ıslak yetişme muhitlerindeki nazaran aynı ağaç türünde daha fazla ve daha kuvvetli gelişmektedir ve hattâ ıslak yetişme muhitlerinde bunlar mevcut olmayabilirler de. Bundan başka yüksek ısı ve rutubet şartları kök kıllarının teşekkülünü azaltmaktadır.

Genel olarak bitkilerin topraktan su ve besin maddeleri absorbe etmeleri kök uçları ve emici kök kılları ile vukubulmaktadır. Bu kök kısımlarının hücre membranları sellüloz tabiatındaki adı hücre zarlarından farklı olup, iyod ve sülfürik asid ile sellüloz reaksiyonu vermeyen özel bir bünyeye malikdirler. Bu özel bünyeleri ile bu kökler toprak eriyiğinde erimiş halde bulunan mineral besin maddelerine karşı fevkalâde yüksek permeablite hassası arz etmektedir. Bu özellik emici besin köklerinin ozmotik bir tertibatla mücehhez olduklarını göstermektedir. İşte bitkilerin toprak eriyiğindeki besin maddelerini alabilmeleri bu ozmotik tertibat sayesinde ve toprak eriyiği ile emici köklerin hücre içi muhtevası arasındaki konsantrasyon farkının tevlid ettiği ozmotik basınca tâbi olarak vukubulmaktadır. Fakat bitki köklerinin besin maddeleri alımı sadece toprak eriyiğinin ihtiva ettiği besin maddesi miktarına, yani eriyiğin konsantrasyonuna da tâbi değildir. Bunun dışında kökler ayrıca temas ettikleri katı toprak parçacıklarından kontakt mübadelesi yolu ile de besin maddeleri alabilmek iktidarındadırlar. Zira toprak suyunun mineral besin maddesi konsantrasyonu bitkinin ihtiyaçlarına yetecek derecede yüksek değildir ve bu konsantrasyon nadir ahvalde % 0,1 i aşmaktadır. Köklerin bu şekilde katı toprak parçacıklarından besin maddeleri alabilmeleri içinde bazı yardımcı maddeler rol oynamaktadır. Meselâ bu meyanda toprak içinde yaşayan bakteri ve mantar gibi mikroorganizmalar solumaları esnasında fazla miktarda neşrettikleri CO₂ yardımı ile topraktaki güç eriyebilen mineral maddelerin kökler tarafından alınabilir hale geçmelerine yardım etmektedirler. Ayrıca bütün toprak canlılarının ve köklerin solumaları ile toprak içinde biriken CO₂ miktarını da burada zikretmek icabeder. Diğer taraftan bitkilerde emici kök kıllarının karınca asidi, oksalik asid ve süt asidi gibi bazı asitler ifraz ettikleri de tesbit edilmiştir. Bu asitler de bitkilerin beslenmesinde yukarıdaki manada rol oynamaktadırlar. Tabiatıyla bu kök ifrazatının şiddeti bitki türlerine göre değişmektedir. Nitekim bu bakımdan legüminoz bitkilerinin kökleri çayır köklerinden daha fazla şiddette toprağın mineral komplekslerini eritme kabiliyetine malikdirler.

Kökler tarafından topraktaki su ve besin maddelerinin absorpsiyonu ve bu absorpsiyon olayının sür'ati, köklerin sadece strüktür özellikleri ile ilgili olmayıp,

burada aynı zamanda bir çok dış faktörler de rol oynamaktadır. Meselâ bu faktörlerden biri toprakta bulunan suyun hakiki miktarıdır. Toprakta su noksanlığı ve fiziksel kuraklık hakim ise bu gibi topraklarda köklerin madde absorpsiyonunun sür'ati düşmektedir. Diğer taraftan yüksek sıcaklık derecesi muayyen bir sınıra kadar absorpsiyonun sür'atini arttırmakta ve düşük sıcaklık ise azaltmaktadır. Bu hususta diğer bir faktör de toprak eriyiğindeki tuz konsantrasyonudur. Yüksek tuz konsantrasyonu toprakta fizyolojik kuraklık yaratmaktadır; yani toprakta su mevcut olduğu halde bu suyun kökler tarafından alınmaması hali bahis konusudur. Bu fizyolojik kuraklık şartlarında bitki köklerinin topraktan su alamamaları hâdisesi de şöyle izah edilmektedir: Fizyolojik kuraklığın hâkim olduğu topraklarda toprak eriyiğinin konsantrasyonu ile absorpsiyon yapan kök hücrelerinin üsare konsantrasyonu hemen hemen eşit duruma gelmiş bulunmakta ve bu suretle suyun kök hücrelerine diffuziyon yolu ile sür'atle geçmesi mümkün olamamaktadır. Hiç şüphe yok ki, bu durum üzerinde muhtelif bitki türlerinde geniş ölçüde değişen kök hücre üsaresinin konsantrasyonu da büyük rol oynamaktadır.

B. KÖK SİSTEMİ İLE YETİŞME MUHİTİ ARASINDAKİ MÜNASEBETLER

Kök gelişmesinin, bitkilerin toprak üstü kısımları gibi, yetişme muhiti şartları ile yakın ve sıkı münasebetleri mevcuttur. Yetişme muhiti şartlarının değişmesi ile köklerin hayati faaliyetleri ve kök şekilleri büyük ölçüde değişikliğe uğramaktadır. Bitkilerin primer kök teşekkülâtı bitkinin irsel özelliklerine tâbi olarak meydana gelmektedir. Binaenaleyh bu kökler her bitki türü ve varyetesine göre hususiyet arzeden genotipik kök formlarıdır. Fakat bu kök teşekkülâtı bitkinin içinde yaşadığı yetişme muhiti şartlarına göre değişmektedir. Bu suretle genotipik kök teşekkülâtı farklı yetişme muhitlerinde fenotipik kök formlarına inkilâbetmekte ve denebilir ki, bitki köklerinin şekil alması yetişme muhitlerinin sıcaklık, rutubet ve besin maddeleri muhtevasına tâbi olarak vukubulmaktadır. Bu yetişme muhiti şartlarının esas kaynağı da, hiç şüphe yok ki, bitki köklerinin yaşama vasatı olan ve yetişme muhitinin en önemli faktörler grubunu teşkil eden topraktır. Bitkilerin yetişme muhiti ile ilgili fenotipik kök formlarının meydana gelmesi üzerinde toprağın ve onun bilhassa su muhtevası, havalanması, strüktürü ve besin maddeleri muhtevası gibi fiziksel ve kimyasal özellikleri büyük rol oynamaktadır. Esas itibariyle her kök sistemi, içinde bulunduğu toprak şartlarının bir endikatörüdür. Bu bakımdan kök formları ekolojist için bitkilerle yetişme muhiti arasındaki münasebetler ve bilhassa toprak şartları hakkında gözle görünür en iyi bir gösterici olarak kabul edilmektedir. Toprak özelliklerinin değişmesine karşı muhtelif ağaç türlerinin kökleri aynı derecede hassasiyet göstermemektedir. Bir çok ağaç türleri bu hususta geniş ölçüde intibak kabiliyetine maliktirler; yani uygun kök sistemi meydana getirmek suretiyle muhtelif toprak şartlarına intibak edebilmek istidadındadırlar. Bu gibi ağaç türlerinin tabii yetişme sahaları, haiz oldukları bu intibak plastikliğinden dolayı pek geniştir.

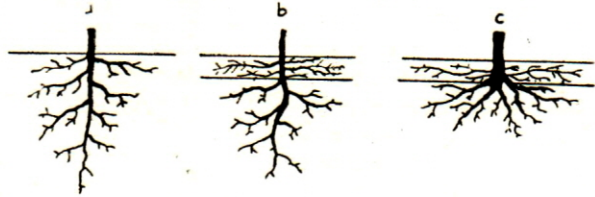
Şimdi bu izahattan sonra ağaçların kök sistemleri üzerinde etki yapan toprak faktörlerini sırası ile gözden geçirelim:

1. Toprak rutubeti

Bitkilerde kök teşekkülâtı ile toprağın su muhtevası arasında pek sıkı münasebetler müşahade edilmektedir. Bitkilerin transpirasyon yüzeyleri ile sarfettikleri

su miktarının karşılanması için evvelâ toprakta yeter miktarda suyun bulunması ve ikinci olarak da bu suyun absorpsiyon organları olan kökler tarafından alınabilmesi icabeder. Bu sebebledir ki, bitkiler su sarfiyatı ile su alımı arasında bir korelasyon sağlamak ve su sarfiyatı açığını kolay kapatabilmek maksadıyla köklerini daima toprağın rutubet şartlarına göre geliştirmek ve şekillendirmek zorunda kalmaktadırlar. Kaldı ki, bitkilerde kök gelişmesinin toprak rutubeti ile münasebeti yalnız bitkilerin su ihtiyacı bakımından değil, aynı zamanda toprak suyunda erimiş besin maddelerinin alınması, yani bitki beslenmesi yönünden de büyük önemi haiz bulunmaktadır.

Toprağın su muhtevasının genel olarak bitkilerin kök sistemleri üzerindeki tesiri toprakta suyun minimal ve maksimal miktarlarında en bariz şekilde tezahür etmektedir. Toprakta suyun az bulunması muayyen bir dereceye kadar bitki köklerini fazla gelişmeye sevk etmektedir. Bu suretle bitki az olan toprak suyundan en yüksek nisbette faydalanabilmek için absorpsiyon yüzeyini genişletmek, yani köklerini geniş ve derin toprak tabakalarına yaymak istemektedir. Böylece toprağın su miktarı azaldıkça bitkiler daima sekonder ve tersiyer tâli kökler geliştirmek suretiyle kök sistemlerini yeni kurak şartlara intibak ettirmiş olurlar. Nitekim tecrübelerin gösterdiklerine göre, aynı bitki türü kurak topraklarda rutubetçe zengin topraklardakine nisbetle daima daha fazla sayıda kök dallarını ihtiva eden entansif kökler meydana getirmektedirler. Bu entansif kök yayılışı ise tabiatıyla bitkinin kuraklığa karşı mukavemetini arttırmaktadır. Netice itibarıyla denebilir ki, toprakta su noksanlığı bitkilerin daima toprak altı organlarının fazlaca gelişmesine ve buna karşılık toprak üstü kısımlarında gelişmenin duraklamasına ve başka bir ifade ile absorpsiyon yüzeyinin artmasına ve transpirasyon yüzeyinin azalmasına sebep olmaktadır. Bundan dolayıdır ki, bitkilerin toprak altı ve toprak üstü kısımları arasındaki oran kıymeti kurak yetiştirme muhitlerinde daha büyük, ıslak yetiştirme muhitlerinde ise daha küçüktür. Fakat bu keyfiyet toprakta rutubet azlığının muayyen bir dereceden aşağı düşmemesi hallerinde ancak câri ve muteber olmaktadır; zira toprak rutubetinin ekstrem şekilde azlığı kök gelişmesini büyük ölçüde inkıtaa uğrattığı veya tamamıyla durdurduğu gibi, aynı zamanda bitkinin toprak üstü kısmının da bodurlaşmasını intaç etmektedir. Bu ise orman ağaçlarında toprak üstü kısmının artımı demek olan odun mahsulünün düşmesini ifade eder. Pek kurak yetiştirme muhitlerinde bitkiler kısa köklü ve bodur gövdeli olmaktadır.



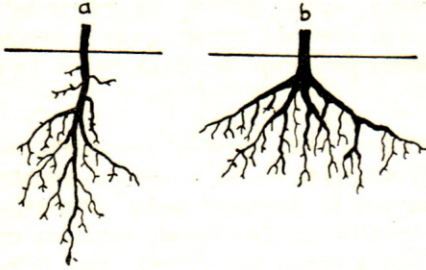
ŞEKİL 1. * Toprağın rutubet ve havalanma durumu iyi olan yetiştirme muhitlerinde :

- a : Mull toprağında kazık kökü tipi
 b : Moder tabakasını ihtiva eden mull toprağında kazık kökü tipi
 c : Moder tabakasını ihtiva eden mull toprağında yürek kökü tipi

Bazı hallerde toprak profilinin ekolojik bakımdan farklı tabakalardan tereküp etmesi orman ağaçlarının kök tipleri üzerinde büyük ölçüde reaksiyon yapmaktadır. Yüzey tabakası kurak olan ve alt tabakalara doğru gidildikçe rutubet miktarı artan topraklarda ağaçlar umumiyetle derine dalan kazık ve yürek kökleri dediğimiz kök tipleri meydana getirmekte ve toprağın kurak olan yüzey zonunda yan köklere

* Şekil 1-7 (Hartmann, F.: "Forstökologie, S. 303-304") den alınmışlardır.

nadir olarak rastlanmaktadır (Şekil 2 de a ve b). Diğer taraftan yüzeydeki sathi humus ve humusca zengin mineral toprak tabakasından sonra profil itibariyle alt alta sırasıyla kum ve kumlu çakıldan ibaret fazla geçirgen ve kurak bir toprak tabakası ile bunun altında balçık ve kil gibi geçirgenliği fena ve dolayısıyla rutubetçe



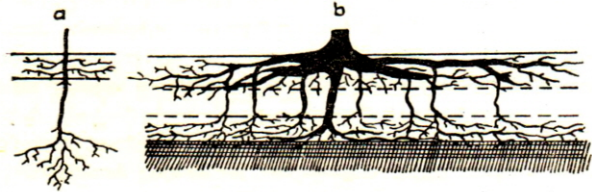
ŞEKİL 2. Sathi kuraklığa mütemayil yetiştirme muhitlerinde :

- a : Kazık kökü tipi
b : Yürek kökü tipi

zengin bir tabakayı ihtiva eden orman topraklarında, rutubetin toprak profilindeki dağılımına tâbi olarak iki tabakalı kök teşekkülü müşahede edilmektedir. Bu gibi rutubet bakımından muhtelif tabakalı topraklarda sathi humus ve humusca zengin en üst toprak horizonunda yaz yağışlarının tutulması ve orman altında buharlanmanın az olması dolayısıyla uzak mesefelere yayılan yan kökler teşekkül etmekte ve bunun altındaki kuru toprak tabakasından ise köklere hemen hemen rastlanmamakta ve ağaçların kazık ve sarkık kökleri bu kurak tabakadan geçerek en alttaki ratıp ve sıkı oturmuş balçık

veya ikl tabakasının temas zonunda tekrar yan köklere inkilâp etmektedir (Şekil 3).

Şimdi biraz da topraktaki en yüksek su muhtevasının kök sistemi üzerindeki etkilerine göz atalım. Bilindiği üzere toprağın en yüksek su muhtevası daima toprakta havalanmanın fenalalaşmasını ve dolayısıyla havasızlık ve oksijen noksanlığını ifade etmektedir. Binaenaleyh toprakta fazla su ile oksijen noksanlığı bitkiler üzerinde daima müşterek olarak etki yapmaktadırlar. Bu hususta en ekstrem misâl bataklıklardır. Toprakta yüksek taban suyu seviyesi oksijen noksanlığı ile birlikte ağaçlarda derin kök teşekkülüne engel olmaktadır. Toprakta durgun taban suyu yüzeyine ulaşan kökler zamanla ölmekte ve böylece bu gibi bataklık arzeden topraklarda ağaç kökleri durgun taban suyu seviyesinin temas zonundan aşağıya geçememektedirler. Bundan dolayı bataklık karakteri gösteren orman topraklarında ve keza saf lâdin meşcereleri altındaki daimi ıslak turbalık topraklarında lâdinler umumiyetle toprak yüzüne paralel şekilde uzak mesafe-



ŞEKİL 3. Üst toprak tabakası kurak olan yetiştirme muhitlerinde:

- a : Genç bir fidanın kazık kökü tipi
b : Bir ağacın kazık kökü tipi (kazık ve sarkık kökler sıkı oturmuş toprak horizonu üstünde yanlara yayılan kök sistemi meydana getirmekte)
(a ve b de kuru toprak horizonunda yan kök teşekkülü mevcut değil).



ŞEKİL 4. Toprak iklimi kurak olan yetiştirme muhitlerinde:

- a : Besin maddesince zengin topraklarda kazık kökü tipi (bol miktarda kök dallanması)
b : Tabak kökü tipi (sarkık kök teşekkülü mevcut değil, ince kökler aşağı doğru yönelmiş)
c : Besin maddesince fakir topraklarda kazık kökü tipi (kök dallanması eksik)
(a, b ve c de köklerin uzunlamasına büyümesi şiddetle duraklamış)

ren orman topraklarında ve keza saf lâdin meşcereleri altındaki daimi ıslak turbalık topraklarında lâdinler umumiyetle toprak yüzüne paralel şekilde uzak mesafe-

lere kadar uzanan fevkalâde sığ kökler yapmaktadır ki, bunlara tabak kökü tipi adı verilmektedir (Şekil 6a). Bu köklerin yan taraflara doğru yayılma mesafesi bazı hallerde ağacın boyuna oldukça yaklaşmaktadır. Bu kök tipine malik ağaçlar tabiatıyla toprağa kuvvetli bağlanmamış olmaları sebebiyle fırtına zararlarından fazla müteessir olmaktadır.

Tabak kökü tipinde ince besin kökleri umumiyetle yukarıya, yani toprağın yüzüne doğru yönelmiş bir gelişme göstermektedir. Buna karşılık taban suyunun yıllık ortalama seviyesi toprak yüzünden oldukça aşağıda olan yetişme muhitlerinde ağaçlar uzun menzilli sathî köklerden başka, taban suyunun alçalıp yükseldiği toprak zonuna kadar giren kazık ve sarkık kökler yapmakta ve bunlar bu zon dahilinde fırçayı andıran dallanma göstermektedirler (Şekil 7a). Görülüyor ki, ağaç köklerinin toprakta vertikal yayılış sınırını taban suyu seviyesi tayin etmektedir. Bu hale göre taban suyu seviyesi toprak yüzüne yakın olan yerlerde ağaçlar sığ köklenme yaparlar. Bu gibi hallerde tabiatıyla ağaçların beslenme sahası sadece köklerin yayıldığı üst toprak tabakasına inhisar etmekte ve toprağın su içinde kalan alt tabakalarından faydalanmak mümkün olamamaktadır. Bu ise meşcerelerin odun artımının düşük olmasına sebep olur. Yüksek taban suyu seviyesinden dolayı sathî köklü olan bitkiler umumiyetle toprak kuraklığına ve şiddetli ısı değişmelerine karşı fazla hassas olur ve bunların diğer türlere nisbetle sulanma ve gübrenme ihtiyaçları da daha fazladır. Orman fidanlıklarında sulama suretiyle en üst toprak tabakasını devamlı ratıp tutmak körpe fidiciklerin sathî kök yapmalarına sebep olmakta ve zamanla bu fidanlar bu ratıp toprak şartlarına alışmaya ve bilâhare sulamaya ara verildiği veya kurak dikim sahalarına dikildikleri takdirde, mevcut kuraklıktan fazla müteessir olmaktadır. Bundan dolayı fidanları yastıklarda rutubet bakımından nazlı büyütmek, normal kök gelişmesi ve kuraklığa mukavemet için bilhassa lüzumludur. Bilindiği üzere ıslak orman yetişme muhitlerinde meşcerelerin bonitesi geniş ölçüde taban suyu durumuna bağlı bulunmaktadır. Bu sebepten dolayı ekstrem ıslak orman sahalarında drenaj ameliyesine başvurulması ekseri ahvalde bir zaruret halini almaktadır. Yapılacak drenajın derecesi, yani taban suyunun düşürülmesi icabeden azami seviye ise her şeyden önce toprağın tabiatına bağlı bir keyfiyettir. Kaba tekstürlü ve kapillaritesi düşük olan



ŞEKİL 5. Sıkı oturmuş tabakası sathıya yakın olan topraklarda tabak kökü teşekkülü.

a : Ağır topraklarda Lâdinin kök tipi (kısa ve aşağı doğru fazla dallanmış sarkık kökler)



ŞEKİL 6. Taban veya durgun su seviyesi yüzeye yakın olan yetişme muhitlerinde:

a : Umumiyetle bataklık arzeden orman topraklarındaki ağaçlarda ve aynı zamanda ıslak orman turbalıklarında yetişen Lâdinlerde görülen kök tipi (ince kökler bilhassa yukarı doğru yönelmiş)



ŞEKİL 7. Taban veya durgun su seviyesi yüksek olan yetişme muhitlerinde:

a : Kazık ve sarkık kökleri taban suyu seviyesinde fırça şeklini alan kazık kökü tipi

topraklarda bu hususta fazla dikkatli olmak gerekmektedir; zira bu topraklarda seviyesi fazla derinde olan taban suyu kapillarite yolu ile köklerin yayıldığı üst toprak zonuna kadar çıkamamakta ve böylece üst toprakta mahsul miktarını düşüren bir kuraklık tehlikesi başgöstermektedir. Diğer taraftan yapılacak drenaj işlerinde meşcerelerin yaşını da gözönünde tutmak gerekmektedir. Yüksek taban suyu seviyesinden dolayı sığ kök yapmış olan yaşlı ağaç veya meşcereler şiddetli drenajdan ekseriya fazla zarar görürler; zira bu ağaç veya meşcereler, kurutulan toprak tabakalarına doğru köklerini tekrar geliştirmek ve dolayısıyla yeni kurak şartlara intibak edebilmek iktidarında değildirler. Bu suretle kurutma ameliyesi ile yaşlı meşcerelerin üretken hale getirilmeleri ekseriya mümkün olamamaktadır. Buna mukabil genç meşcerelerin bu bakımdan intibak kabiliyetleri daha fazladır. İşte bu sebeplerden ötürü drenaj tekniğinde daima kurutmadan sonra meşcerede ve orman toprağının muhtelif özelliklerinde vukubulacak değişimleri gözönünde tutmak ve buna göre kurutmanın şiddetini tayin etmek icabeder.

2. Toprak havalanması

Genel olarak bitki köklerinin biçimi ve yayılışı üzerinde etki yapan diğer bir toprak faktörü de toprak havalanması, yani toprak içinde oksijenin bulunup bulunmamasıdır. Diğer bütün bitki kısımları gibi kökler de soluma yapmakta, yani oksijen kullanıp CO_2 neşretmektedirler. Binaenaleyh toprakta oksijen noksanlığı yahut fazla miktarda CO_2 birikmesi bitkilerin kök sistemleri için zararlı olmaktadır. Toprak havalanması, bilindiği üzere, toprağın ihtiva ettiği su miktarı ve toprak strüktürü ile yakından ilgilidir. Toprakta fazla miktarda suyun bulunması, yukarıda zikredildiği gibi, toprak havalanmasının aleyhine olmakta ve toprakta havasızlık doğurmaktadır; zira toprak boşlukları su ve hava tarafından müşterek olarak doldurulmaktadır. Bu sebeple toprağın su muhtevası ile havalanması, kök gelişmesi bakımından müşterek etki yapmaktadırlar. Bu husus bilhassa ziraatte sulama bakımından büyük önem kazanmaktadır. Sulama ile toprağa fazla miktarda su verildiği takdirde toprakta havasızlığın başgöstereceğini ve bunun devamı halinde ise bitkide kök gelişmesi ve dolayısıyla mahsul miktarının düşük olabileceğini hesaba katmak gerekmektedir. Havasız toprak tabakaları kök gelişmesi için müsait olmayan bir ortamdır. Bataklıklarda ve daimi ıslak turbalık sahalarda, yüksek taban suyu seviyesinden başka toprak havalanmasının sekteye uğraması ve toprakta CO_2 birikmesi sebebiyle ağaç kökleri horizontal istikamette sığ olarak gelişmektedir. Derine giden kazık kökleri ile temayüz eden çamlar bile bu şartlar altında tabak kökü meydana getirmektedirler. Hele ladinler bu gibi sahalarda geliştirdikleri kök tabakaları ile bilhassa dikkati çekmektedir. Fakat bu arada ladinlerin bütün yetiştirme muhteliflerinde tabak kökü meydana getirdikleri de söylenemez. Nitekim bu meyanda onun gevşek ve iyi havalanan derin topraklarda derin kök sistemine malik olduğu da bilinmektedir. Görülüyor ki, havalanmayan pek ıslak ağır topraklar, fazla miktarda su ihtiva etmelerine rağmen ağaç kökleri için fizyolojik sığ ve kurak olan bir ortam teşkil etmektedirler. Nitekim tesbit edilen araştırma neticelerine göre turbalık bitkileri ile kurak arazi bitkileri arasında mevcut anatomik bünye benzerliği de bunu teyid etmektedir. Bilindiği üzere ekseri turbalık bitkileri, kserofitlerde olduğu gibi anatomik bakımdan kuraklığın işareti sayılan kseromorf bir strüktüre maliktirler.

Toprağın oksijen noksanlığı bahsinde belirtilmesi icabeden bir cihet de, toprakta havasızlığı meydana getiren taban suyunun durgun veya hareket halinde olmasıdır. Bilindiği gibi durgun taban suyu hali toprakta oksijen noksanlığının en büyük

sebebidir. Bu gibi taban suyunun altında kalan toprak tabakalarında oksijen noksanlığından başka, büyük ölçüde CO₂ birikmesi vukubulmaktadır. Halbuki toprak içinde hareket halinde bulunan veya seviye itibariyle alçalıp yükselen taban suları bu bakımdan daha elverişlidir; zira akış halindeki su oksijeni ihtiva etmekte ve oksijence daima beslenmektedir.

3. Toprak strüktürü

Toprak strüktürü de köklerin formları ve yayılışları üzerinde etki yapmaktadır. Toprağın sıkı oturması toprak havalanmasını güçleştirmekte ve yüksek su muhtevasında olduğu gibi toprak içinde oksijen noksanlığına sebep olmaktadır. Bundan dolayı bitkilerde kök gelişmesine engel olan ve onların muhtelif fenotipik şekiller almasında rol oynayan toprak sıklığı ve bunun tevliid ettiği oksijen noksanlığı bu konuda büyük önem kazanmaktadır. Esas itibariyle sıkı toprak strüktürü kök gelişmesinde iki şekilde etki yapmaktadır. Bunlardan biri kök yayılmasına karşı toprak ortamının gösterdiği mekanik drenç ve diğeri ise yukarıda izah edilen oksijen noksanlığıdır. Kökler sıkı oturmuş ağır toprak tabakalarında yayılma ve gelişmeleri sırasında büyük mukavemete maruz kahlırlar. Toprak havalanması meselesi tamamiyle toprağın strüktür ve geçirgenliği ile ilgilidir. Bilindiği üzere sıkı oturmuş ağır toprakların su ve havayı geçirme kabiliyetleri fenadır. Bu topraklara su ve havanın girmesi güç olmaktadır. Toprak havalanması bahsinde yağmur sularına büyük önem atfedilmektedir. Toprak içine giren yağış suları, toprağın rutubet miktarını artırdıktan başka, toprak havasını değıştirmekte ve böylece toprak havasını oksijenini arttırmaktadır. Yağmur ve kar suları, bilindiği gibi, fazla miktarda oksijeni ihtiva eden bir solüsyondur. Bu itibarla bu suların toprağa grmesi ile toprak içinde soluma mahsulü CO₂ itibariyle zengin olan pis hava dışarı atılmış ve bunun yerine oksijence zengin hava girmiş ve böylece toprağın havası tazelenmiş olmaktadır. Yaz mevsiminde yağmuru müteakip hissettiğimiz toprak kokusu hep toprağa giren yağmur sularının dışarı attığı toprak içi havasından ileri gelmektedir. İşte izah edilen bu sebeplerden dolayı ağaçlar ve genel olarak bitkiler, diğcr toprak özelliklerinin aynı olması halinde gevşek topraklarda daima derinliğine ve genişliğine yayılmaları daha entansif olan kök tipleri meydana getirmektedirler. Meselâ gevşek kum veya humus topraklarında kısa zamanda kesif kök sistemi teşekkülü bundan ileri gelmekte ve nitelikim iyi işlenmiş ve gübrelenmiş orman fidanlığı ve tarla topraklarının, bitişikteki meşcere ağaçlarının kökleri tarafından hücuma uğraması da bu sebebe irca edilmektedir. Buna mukabil kompakt strüktürlü ağır topraklarda ağaçların kökleri iyi gelişmemekte ve netice itibariyle sığ ve yayılış sahası kısa olan kökler teşekkül etmektedir. Bundan dolayı halka açık piknik yerlerinde, otlatma sahalarmnda ve uzun müddet yabanlaşmış saha olarak terkedilmiş orman alanlarında ağaçlandırma işleri büyük güçlüklerle karşılaşmaktadır. Sıkı oturmuş ağır topraklar lâdinlerde umumiyetle uzun ve sathı yayılan yan köklerle kısa ve bol miktarda dallanmış sarkık köklerden müteşekkil tabak kökünün meydana gelmesine sebep olmaktadır (Şekil 5a). Buraad sarkık köklerin kısa olması her şeyden önce toprak içinde derinlere doğru gidildikçe oksijen noksanlığının şiddetlenmesinden ve bu köklerin bol miktarda dallanmış olması ise toprağın besin maddelerince zengin olmasından ileri gelmektedir.

4. Toprağın besin maddeleri muhtevası

Toprak eriyiğinin ihtiva ettiği besin maddeleri kök teşekkülâtı üzerinde kemo-

tropik etki yapmaktadır. Bu etki toprak suyunun besin maddesi konsantrasyonuna göre negatif veya pozitif olarak tecelli etmektedir. Yüksek besin maddesi konsantrasyonları umumiyetle negatif tesir yapmaktadır. Bu sebeple toprak suyunun yüksek tuz ve kireç konsantrasyonu bitkilerde kök gelişmesini duraklatmakta ve hele bu maddelerin toprak eriyiğinin doygunluk noktasını aşacak derecede pek fazla bulunmaları köklerin ölümüne sebep olmaktadır. Burada tekrar hatırlatmak gerekir ki, bitkilerin kök tipleri üzerinde toprağın su muhtevası, strüktürü ve besin durumu müşterek olarak tesir yapmaktadırlar. Bundan dolayı bu hususta bir tek toprak özelliğinin etkilerini araştırmak çok defa müşkülât arz etmekte ve bu ancak diğer bütün toprak özelliklerinin aynı olması halinde mümkün olabilmektedir.

Besin maddelerince zengin olan topraklarda fakir topraklardakine nisbetle bitkiler daha kısa ve bol miktarda dallanmış kompakt kökler meydana getirirler. Esas itibariyle fizyolojik bakımdan toprak eriyiğinin optimal besin maddeleri konsantrasyonu köklerde fazla dallanmayı ve umumiyetle kısa kök teşekkülünü teşvik etmektedir. Bu hal bitkilerin muhtaç oldukları besin maddelerini, rutubetçe zengin topraklarda olduğu gibi, toprağın yüzey tabakalarında bol miktarda bulabilmelerinden ileri gelmektedir. Rutubet muhtevası, havalanması ve besin durumu iyi olan topraklarda ve optimal ışık şartları altında orman ağaçları fazla dallanmış uzun kökler yapmaktadırlar (Şekil 1). Buna mukabil besin maddelerince zengin ve yeter miktarda rutubeti ihtiva eden topraklarda yetişen ve fakat ışık noksanlığına maruz bulunan ağaçlarda iyi gelişmiş kazık köklerine rastlanmakla beraber, bilhassa bu köklerde ince kök azlığı dikkati çekmektedir.

Besin maddelerince fakir olan topraklarda ağaç kökleri cüz'î miktarda dallanma göstermektedir. Nitekim burada yetişme muhitinin toprak rutubeti ve besin durumunu müşterek olarak mütalea edersek diyebiliriz ki, kuru ve besin maddelerince fakir olan topraklarda kök teşekkülâtı kısa ve az dallanmış bir form göstermekte (Şekil 4c) ve buna karşılık kuru ve fakat besin maddelerince zengin olan topraklarda aynı ağaç türü gene kısa ve yalnız farklı olarak daha fazla dallanmış kökler yapmaktadır (Şekil 4a). Islak ve fakir olan topraklarla ıslak ve zengin olan topraklarda da gene aynı durumla karşılaşmaktadır. Meselâ besin maddelerince fevkalâde fakir olan ıslak Sphagnum turbalıklarında kırbacı andıran pek uzun ve pek az dallanmış ağaç kökleri müşahade edilmekte ve fakat bu kökler turbalığın moder veya kömürleşmiş bitki kısımlarını ihtiva eden ve dolayısıyla besin maddelerince zengin olan kenar kısımlarına temas ettikleri yerlerde kısa ve fakat ince köklerle zengin kök formuna inkılâp etmektedirler.

5. Atmosfer iklimi ve toprak sıcaklığının kök gelişmesine tesiri

Genel olarak bitkiler gövde, dal ve yaprakları vasıtasıyla atmosfer ikliminin etkileri altında bulunmakta ve bu münasebet aynı zamanda bitkilerin kök gelişmeleri üzerinde de müessir olmaktadır. Bu hususta bilhassa bitkinin toprak üstü kısımlarının temas ettiği atmosfer boşluğundaki ışık miktarı, hava rutubeti ve hava sıcaklığı gibi dış faktörler köklerin büyümesi üzerinde önemli derecede tesire sahiptirler. Nitekim gölgeye yahut diffuz ışık şartlarına alışmış bitkiler tam ışıktaki yetiştirildikleri takdirde, büyük ölçüdeki transpirasyon ihtiyaçlarını karşılamak için kök sistemlerini daha fazla geliştirmektedirler. Bilindiği üzere ışık azlığı bitkilerde daima uzun ve cılız boy ve zayıf kök gelişmesine sebep olmakta ve buna mukabil diffuz ışık şartları altında kısa boy ve uzun kökler teşekkül etmektedir. Tam ışık altında

ise daima kısa ve baskıda kalmış bir gövde ile uzun ve fazla dallanmış kökler meydana gelmektedir. Toprağın havalanmasının kök gelişmesi üzerindeki tesirleri toprak sıcaklığına göre değişmektedir. Normal havalanma şartları altında köklerin büyüme sür'atı toprak sıcaklığına bağlı bulunmaktadır. Toprağın bir çok defalar arka arkaya donması ve çözülmesi kökleri zedelemekte ve onların gelişmesine engel olmakta ve bazı hallerde orman fidanları arasında % 25-50 arasında ölüme sebebiyet vermektedir. Kök büyümesine tesiri bakımından sınırlandırılmış üç toprak sıcaklığı bilhassa önemlidir ki, bunlar 1) kök teecessümünün maksimum sıcaklık sınırı; 2) kök büyümesinin en hızlı olduğu optimum toprak sıcaklığı ve nihayet 3) kök büyümesinin durduğu minimum toprak sıcaklığıdır. Köklerin büyüme sür'atini tayin eden bu kardinal sıcaklık sınırları toprağın havalanma durumu, yani toprakta oksijenin azlığı veya bolluğu ile geniş ölçüde değişmektedir: Şöyle ki, toprak havasındaki oksijen miktarı azaldıkça kök büyümesinin maksimum sıcaklık sınırı düşmektedir; yani oksijen noksanlığı olan topraklarda köklerin büyüme sür'atı toprak sıcaklığı arttıkça azalmaktadır. Bitkilerin toprak üstü organlarının gelişmesindeki gibi kök gelişmesinde de muayyen bir büyüme periyodisitesi vardır. Fakat bu periyodisite toprak üstü organlarındaki kadar bariz ve kesin değildir. Toprak iklimi bilhassa sıcaklık ve rutubet bakımından atmosfer ikliminden geniş ölçüde ayrılmaktadır ve farklıdır. Bundan dolayı kök büyümesinin mevsimlere tabiiyeti bitkinin toprak üstü kısımlarındaki kadar bariz olmamaktadır. Tabiiyatıyla bu hal ağaç türlerine göre değişmektedir; meselâ ibreli ağaç türlerinde kök büyümesi kışın uzun bir duraklama periyoduna rastlamakta iken, yapraklı ağaçlarda, toprak sıcaklığı yeter derece olduğu takdirde bu büyüme devam etmektedir. Kök büyümesi için sıcaklığın minimum sınırı umumiyetle sürgünlerinkinden daha düşük bulunmaktadır. Bu minimum sıcaklık sınırı ibreli ağaçlarda takriben 6°C ve akçağaç ve kayın gibi bazı yapraklı ağaçlarda ise daha düşüktür.

C. BAZI ORMAN AĞAÇLARININ KÖK SİSTEMLERİ

Yukarıda genel olarak bitkilerin kök teşekkülâtı ile yetişme muhiti ve hususiyetle muhtelif toprak özellikleri arasındaki münasebetleri gözden geçirdikten sonra, şimdî de bu konuda yapılan araştırma ve müşahede sonuçlarından faydalanarak, bazı orman ağaçlarının muayyen yetişme muhitleri için karakteristik olan kök sistemlerini kısaca tanıtmaya çalışacağız. Yalnız burada tekrar açıklamak icabeder ki, ağaç türlerinin kök teşekkülâtı endüvidual bir özellik olarak daima muayyen ve tipik bir form göstermemektedir. Hattâ denebilir ki, ağaç türlerinin haiz oldukları kök formları bu ağaç türlerinin içinde yetiştikleri yetişme muhiti ve bilhassa toprak şartlarına göre kazanılmış bir intibak formudur ve hiç bir zaman değişmez demek değildir. Bu sebeple biz burada ağaç türlerinin kök teşekkülâtını tanıtırken, onların sadece muayyen yetişme muhiti şartları altında geliştirdikleri ve ancak bu yetişme muhiti şartları için karakteristik sayılan kök tiplerinden bahsedeceğiz. Ormanlıkta ağaçların ve bunların meydana getirdikleri meşcerelerin kök yayılışlarını bilmenin pratik ormanlık yönünden büyük önemi vardır. Esasen ormanlıkta muhtelif ağaç türlerinde ve bunların saf ve karışık meşcerelerinde kök yayılışını tetkik etmek bir ormancı için ekseriya bir zarureti ifade etmektedir. Ziraatle ormanlık arasında bu bakımdan da bir fark mevcuttur. Bilindiği üzere ziraatta tarla bitkileri umumiyetle bir yıl gibi kısa ömürlüdürler. Bunların kök sistemleri de bu kısa devre içinde gelişerek son şeklini almakta ve bu sebeple bu bitkilerde kök yayılışı ancak toprağın en üst tabakasına inhisar etmektedir. Zaten bu kök yayılışı bitkinin toprak üstü

kısının transpirasyon ve asimilasyon ihtiyacını karşılamaya kâfi gelmekte ve böylece bitki bir beslenme sıkıntısına maruz kalmamaktadır; çünkü köklerin yayıldığı ve üst toprak tabakalarının bitki beslenmesi ile ilgili fiziksel ve kimyasal özellikleri ziraatta bilinen usullerle daima insan eli ile ıslah ve takviye edilmektedir. Bu itibarla ziraatçı için toprağın en alt tabakalarının durumu fazla ilgi çekici bir konu değildir. Ormancılıkta ise durum tamamiyle başkadır. Her şeyden önce orman ağaçlarının ömürleri bir kaç yüzyılı dolduracak kadar uzun ve toprak üstü kısımları da o nisbette cüsseli ve hacimlidir. Bu uzun ömür süresi boyunca ağacın büyük transpirasyon ve asimilasyon yüzeylerinin madde ihtiyacını karşılayabilmek ve dolayısıyla beslenmeyi sağlayabilmek için ağaç kökleri toprak içindeki yayılış sahasını mütemediyen genişletmek ve toprağın en derin tabakalarına kadar yayılmak zorunda kalmaktadırlar. Görülüyor ki, orman ağaçlarının beslenme sahaları toprağın en alt kısımlarına kadar uzanmaktadır. Diğer taraftan bu konuda ormancılığı ziraattan ayıran bir hususiyet de, orman topraklarında gayri müsait fiziksel ve kimyasal yaşfların sun'î müdahalelerle islâh edilmemesidir. Orman ağaçları ancak orman vejetasyonunun biyolojik etkisi altında gelişmiş olan orman topraklarının tabii besin kaynaklarından faydalanmak zorundadırlar. Meşcerelerde ağaç köklerinin toprak içinde derinliğine ve genişliğine yayılış entansitesi ile meşcerelerin boniteleri arasında sıkı münasebetler mevcuttur. Meşcerede entansif kök yayılışı meşcerenin topraktan faydalanma derecesini ifade etmekte ve meşcere bonitesi kök sisteminin horizontal ve vertikal istikametlerde entansif şekilde sardığı toprak kitlesinin hacmi ile artmaktadır; zira bu şartlar altında meşcere mevcut toprak tabakalarının potansiyel besin kapitali ve verim gücünden en yüksek ölçüde faydalanmaktadır. Meşcerelerin kök yayılışları hakkında hüküm verirken gözönünde tutulması icabeden bir cihet de ağaçlar arasında kalan ara sahalardaki köklenme kesafetidir. Ara sahalarda müşahede edilen entansif kök yayılışı bütün meşcere sahasında ağaç köklerinin bütün toprak tabakalarını sardıklarını ve böylece meşcerede kökler tarafından işgal edilmemiş toprak kısmı kalmadığını ifade eder ki, bu da topraktan beslenmenin tam olduğunu gösteren işaretlerden biridir. Bu hal tabiiyetle ağaç türlerine ve yetiştirme muhiti şartlarına tâbi olarak geniş ölçüde değişmektedir. Meşcerenin ara sahalarda kök yayılışının etüd edilmesi aynı zamanda meşcerede ağaç türleri arasında kök mücadelesinin mevcut olup olmadığını göstermesi bakımından da faydalıdır. Bu hal yaşlı meşcerelerde genç meşcere elemanlarının müstakbel gelişmesi bakımından üzerinde durulmaya değer bir noktadır; çünkü meşcereyi terki-beden ağaçların toprak üstü kısımları arasında olduğu gibi, toprak altı kısımları, yani kökleri arasında da devamlı bir beslenme mücadelesi ve rekabeti mevcuttur. Bu mücadele meşcerede mevcut fert sayısı arttıkça şiddet kazanmaktadır. Nitekim bazı ahvalde orman toprakları kökler tarafından o derece kesif şekilde bezenmiş ve sarılmıştır ki, bir metre karelik toprak yüzeyine rastlayan köklerin tekmil uzunluğu 500 metreyi aşmakta ve bu köklerin en büyük kısmını da kalınlığı 1 milimetreden az olan ince kökler teşkil etmektedir. Bu gibi hallerde Grosskopf'un açıkladığı üzere, orman topraklarında ince kök entansitesinin araştırılması çok defa bir zaruret olarak belirmektedir.

Görülüyor ki orman topraklarının ekolojik değeri veya meşcerelerin produktiveleri her şeyden önce bariz şekilde toprak profillerinde köklerin yayıldıkları toprak tabakasının kalınlığına bağlı bulunmaktadır. Bu keyfiyet ağaç türlerinin yetiştirme muhitlerine uygunlukları ve meşcerelerin beslenme derecesi hakkında bir endikatör sayılmaktadır. Bundan dolayı arazide ekolojik yönden orman topraklarını tanıtırken, toprak profillerinde ormanın beslenmesine tesir eden bir çok toprak özel-

likleri yanında ayrıca kök yayılışını ve köklerin yayıldığı toprak horizonlarının bilhassa rutubeti, strüktürü ve besin maddeleri muhtevası gibi fiziksel ve kimyasal karakteristikleri de büyük ölçüde nazarı itibara almak ve tanıtmak gerekmektedir. Bu arada kök yayılışını sınırlandıran ve toprakta fizyolojik sıglık tevliid eden gayri müsait toprak özellikleri ve bunların ıslahı çareleri hakkında bilgi vermeyi de unutmamak lâzımdır.

Ağaç türlerinin kök teşekkülâtı konusunda genel olarak bilinen şey, bütün ağaç türlerinin ilk yaşlarda tamamiyle entansif kök yayılışı yapmalarıdır. Diğer taraftan titrek kavak ve diğerleri gibi kanaatkâr olarak tanınan bazı ağaç türleri bu özelliklerini büyük ölçüde uzun ve fazla dallanmış kök sistemlerine medyun bulunmaktadır. Bunlar yüksek yaşama enerjileri sayesinde kısa zamanda fakir yetiştirme muhitlerinde toprağın bütün kısımlarını kökleri ile kesif şekilde sarmak suretiyle bu mütevazi yetiştirme muhitlerini işgal etmekte ve zamanla buralarını diğer ağaç türlerinin yetiştirileceği şekilde ıslah etmektedirler. Bundan dolayı bu gibi ağaç türlerine öncü ağaçlar adı verilmektedir.

Şimdi biraz da bazı orman ağaçlarının yetiştirme muhiti şartlarına göre değişen kök sistemlerini tanıtmaya çalışalım.

1. Ç a m t ü r l e r i . Çamlar umumiyetle kuvvetli ve derin kök salan ağaç türlerinden sayılmaktadır. Taban suyu seviyesi müsait olan gevşek kum topraklarında bilhassa derin kazık kökü ve sarkık köklerden ibaret bir kök tipi geliştirmektedirler. Çamlarda kazık kökü teşekkülâtı en büyük kısmı ile ilk yaşlarda meydana gelmektedir. Nitekim kumlu topraklarda yetişen 3-6 sm boyundaki çam fideciklerinde 1 metreye yakın uzunlukta köklere rastlanmaktadır. Bu arada yaşlı çamlarda bu kazık köklerinin gevşek kum topraklarında 4,80 metre derinliğe kadar uzandıkları da tesbit edilmiştir. Yan köklerden çıkan ve az çok vertikal olarak toprağa dalan sarkık kökler de çamlarda kök sisteminin önemli kısımlarından biridir. Bu kökler de kazık kökleri gibi derin toprak tabakalarına kadar girmekte ve dallanmaktadır. Yan kök teşekkülâtına gelince, çamlarda bu köklerin en fazla geliştiği devre, lâdin ve kayındakinin aksine olarak gençlik devresine rastlamaktadır. Böylece çamlarda yan kökler azami yayılış mesafelerine gençlik devresinde ulaşmaktadır. Meselâ Almanyada sarıçamalarda yapılan müşahedelere göre kapalı bir çam meşceresinde 14 yaşındaki bir çam gövdesinin yan kökleri 6,47 metre gibi uzun bir mesafeye uzanmakta idi. Çamların kök tipleri hakkındaki bu müşahedeler memleketimizde de teyyüd etmektedir. Meselâ Dursunbey Alaçam ormanlarının gevşek ve derin olan balçıklı kum topraklarında genç ve yaşlı karaçamalarda, yukarıda zikredilenleri teyid edecek şekilde, derin kazık ve sarkık kök teşekkülâtına rastlanmaktadır (Şekil 8 ve 9). Fıstık çamı da derine kazık kökü salan bir çam türüdür. Nitekim Bahçeköy civarında ağır balçık topraklarında 14 yaşındaki fıstık çamlarının 2,5 - 3 metre derinliğe giden bilek kalınlığında kazık köklerine ve pek uzun sathı yan köklere malik oldukları müşahede edilmiştir (A. Irmak). Diğer ağaç türlerinde olduğu gibi çamların da kök formları üzerinde taban suyu şartlarının tesiri görülmektedir. Taban suyu seviyesinin yüksek olduğu ıslak topraklarda çam kökleri toprağın taban suyu seviyesine yakın zonlarında fırçaya benzer bir form kazanmaktadır. Diğer taraftan Schwarz'a göre kum topraklarında çamların kök sistemleri toprağın tuzlarca fakirliği nisbetinde fazla gelişmektedir.

2. L â d i n . Saf lâdin kültürleri Avrupada umumiyetle sıg kök salan ve bi-naenaleyh toprağın üst kısımlarından faydalanan meşcereler olarak tanıtılmakta-



ŞEKİL 8. Gevşek ve derin kum topraklarında genç Karaçamlarda görülen kazık kökü teşekkülü (Dursunbey Alaçam ormanı)

Foto: SevİM



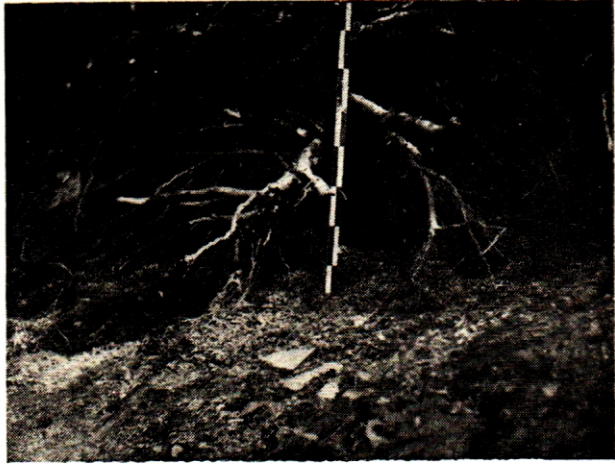
ŞEKİL 9. Gevşek ve derin kum topraklarında yaşlı Karaçamların kök teşekkülü. (Dursunbey, Alaçam ormanı, SevİM, M.: Alaçam ormanlarında ekolojik ve pedolojik araştırmalar, S. 33'den alınmıştır)

dır. Haddizatında lâdin fidecik devresinde kazık kökü yapmaktadır. Fakat bu kök şekli zamanla ileri yaşlarda kaybolmakta ve bunun yerine bilhassa uzun mesafelere kadar az çok horizontal olarak yayılan yan kökler teşekkül etmektedir. Nitekim yapılan müşahedelere göre 30 yaşından fazla olan lâdinlerde bu yan köklerin horizontal yayılma mesafesi, yerine göre 2,5 - 5,5 metre arasında değişmektedir. Lâdinin kök teşekkülü üzerinde bilhassa toprağın geçirgenliği ve rutubet muhtevası ve bunlarla ilgili olarak da toprak havasının oksijen muhtevası rol oynamaktadır. Meselâ kaba kum ve çakıllı kumlu topraklar gibi gevşek ve permeabiliteleri fazla olan ve binnetice yağış sularının devamlı şekilde süzülmesi ve dolayısıyla oksijen itibarıyla zengin bulunan faal topraklarda lâdinler umumiyetle yürek kökü tipinde derine giden kök sistemi yapmaktadır. Burada oksijence zengin toprak suyu lâdin köklerinin gelişmesi ve şekillenmesi üzerinde kuvvetli bir pozitif hidrotropik tesir icra etmektedir. Lâdin aynı şekilde gevşek balçıklı kum ve kumlu balçık topraklarında da, şekil 2b de görüldüğü gibi, nisbeten derine giden yürek kökleri geliştirmektedir. Diğer taraftan Hilf'in yaptığı tesbitlere göre lâdinler sathî kuraklık arzeden kum ve gevşek balçık topraklarında, yüzey kısmı daha ratıp olan topraklardakine nazaran köklerini daha fazla derine salmaktadırlar. Görülüyor ki, lâdin orman yetiştirme muhitlerinin ekolojik karakterlerinin teşhisinde işe yarayan bazı özellikleri haiz bulunmaktadır. Bilindiği üzere, lâdin humid ve soğuk olan tabii yetiştirme mntakalarında, toprağı podsolleştiren ve degrade eden ve toprakta fizyolojik sıklık tevliid eden bir ağaç türü olarak tanıtılmaktadır. Bu mntakalarda saf lâdin meşcereleri sığ

olan kök sistemleri ile toprağı körletmekte ve teşekkül eden kalın sathi humus tabakası ve bunun sebebiyet verdiği podsolizasyon olayı ile de toprak ve ağaç arasındaki tabii besin maddeleri devri daimini bozmaktadır. Bundan dolayı Kuzey Avrupa memleketlerinde yer yer lâdin kültürlerinin yerine yapraklı ağaç meşcerelerinin ikame edilmesi suretiyle fenalaşan toprak özelliklerinin tekrar ıslahına (regradasyon) çalışılmaktadır. Fakat, genel olarak bilindiğı üzere, bitki ve yetiştirme muhiti arasındaki münasebetler hakkında verilen her hüküm ancak ait olduğu özel yetiştirme muhiti için cari ve muteber sayılabilir. Bu noktayı nazardan lâdin ve hususiyle onun kök formu hakkında yukarıda belirtilen müşahede sonuçlarını lâdinin bütün yetiştirme muntakalarına teşmil etmek mümkün ve doğru değildir. Esasen daha önceki bahislerde belirtilmiş olduğu gibi, ağaç türlerinin kök şekilleri üzerinde, irsel ve endüvidual özellikler yanında ayrıca ağacın içinde bulunduğu yetiştirme muhiti şartlarının da geniş ölçüde etkileri vardır. Bu bakımdan lâdinin sığ, kayının derin ve çamın ise en derin kök saldıkları mütaaleası her yetiştirme muhiti için doğru olamaz.

3. K a y ı n. Kayında ilk yaşlarda pek bariz kazık kökü teşekkül etmekte ve bu kökler muayyen bir yaş devresinden sonra yavaş yavaş kaybolmaya yüz tutmakta ve bunların yerine zamanla kayın için tipik sayılan yürek kökü formu kaim olmaktadır. Nitekim Graser'e göre gnays topraklarında kayınların kazık kökleri 45-60 yaşına kadar devam etmekte ve bilâhare bu kökler yan köklerin fazlaca inkişaf etmesiyle yürek kökü formuna inkilabetmektedirler. Nitekim taze rutubet derecesinde çakıllı taşlı topraklarda yetişen yaşlı bir kayında müşahede edildiğine göre yan köklerin horizontal yayılış mesafesi 6,20 metre ve toprağı en fazla girdiğı derinlik ise 1,23 metreyi bulmaktadır. Di-

ğer, taraftan memleketimizde Dursunbey Alaçam ormanlarında yapılan kök etüdlerine göre orta derinlikte taşlı balçıklı ince kum topraklarında yetişen yaşlı kayınlarda bariz şekli ile yürek kökü teşekkülâtına rastlanmakta ve genç kayınlarda ise, yürek kökü tipinin başlangıcı olarak bilhassa fazla dallanmış yan köklerden ibaret bir kök şekli dikkati çekmektedir (Şekil 10). Bu arada kayın meşcerelerinde ağaçlar arasında kalan ara sahalarda karaçam meşcerelerindeki nisbetle daha entansif bir köklenmenin mevcut olduğu ve toprağın tamamen parmak kalınlığında ve daha ince kökler tarafından örülmüş ve sarılmış bulunduğu müşahede edilmektedir.



ŞEKİL 10. Taşlı ince kum balçığı topraklarında genç bir Kayın gövdesinin yürek kökü teşekkülâtı (Dursunbey Alaçam ormanı) Foto: Sevim

4. L ü b n a n s e d i r i. Sedir de diğer ağaç türleri gibi genç yaşlarda bariz şekilde kazık kökü yapan bir ağaç türüdür. Nitekim Acatay'ın tesbitlerine göre bir yaşındaki sedir fidecikleri 50-70 sm uzunluğunda kazık kökleri meydana getirmektedirler. Bu hal, umumiyetle çamlarda müşahede edildiğı gibi, bu ağaç türünün

tabii ekolojik yetişme mntakalarında hüküm süren yaz kuraklığı ve dolayısıyla üst toprak tabakasında su noksanlığından ileri gelmektedir. Genel olarak bilindiği üzere, tabii yayılış mntakaları kurak iklim mntakalarına rastlayan ağaç türleri, üst toprak tabakasındaki su noksanlığı karşısında hayatlarını muhafaza edebilmek için daima en kritik olan genç yaşlarda köklerini mümkün merteye en kısa zamanda derin toprak tabakalarına kadar salmak ihtiyacını hissetmektedirler. İlk yaş devresinde teşekkül eden kazık köklerinin fonksiyonu da bundan ibarettir. Sedirin memleketimizdeki tabii yayılış mntakasını teşkil eden Toroslarda sedir ormanlarında yaptığımız araştırmalara göre Lübnan sediri hiç bir suretle sığ kök salan bir ağaç türü değildir. Bununla beraber yer yer sarp kalker mailelerindeki yaşlı sedir gövdelerinde bazı ağaçların köklerinin derin olmayan toprak tabakaları içinde yayıldığı müşahede edilmektedir. Bu manzara yeknazarda sığ kök teşekkülü intibahı uyandırmakta ise de, geniş sahalarda yapılan incelemeler bunu teyid etmemektedir. Zira sarp mailelerde göze çarpan bu sığ kök teşekkülü hali, Hueck'e göre dağın bu kademelerinde vukubulan şiddetli erozyonun sebebiyet verdiği toprak taşınmaları ile ilgilidir; yani zamanla sedirin kök sahası olan toprak tabakalarının taşınması ile kökler toprak yüzüne yakın bir tabaka içinde yayılmış görünmektedirler. Toroslarm sert kalker taşları üstünde sedir ağaçları bilhassa derin taş çatlaklarını takibederek derin toprak tabakalarına kadar köklerini salmaktadır. Nitekim



ŞEKİL 11. Yaşlı sedirlerde müşahede edilen yürek kökü teşekkülü (Fethiye, Göktepe Sedir ormanı, Beşkavak mevkii) Foto: SevİM

yol yarantılarında müşahede edildiği gibi, derin taş çatlakları boyunca çok kesif kök yayılışı ve bilhassa bir iki metre derinliğindeki çatlakların nihayet kısımlarında sedir köklerinin kompakt kök saçakları halinde dışarı sarmakta oldukları dikkati çekmektedir. Sedir kökleri bu derin çatiaklarda yayılmak suretiyle bu çatlakları dolduran ince toprak materyalinin tuttuğu kış rutubetinden faydalanmakta ve binnetice kurak geçen vejetasyon devresi zarfında devamlı şekilde yeter miktarda toprak rutubeti bulabilme imkânını

sağlamaktadır. Yaşlı sedir gövdelerinde umumiyetle derine giden yürek kökü teşekkülü müşahede edilmektedir (Şekil 11). Tabiatıyla bu köklerin toprağa nüfuz derinliği toprak tabakasının kalınlığına ve anataşının çatlaklı hali ve çatlak kesafetine bağlı bulunmaktadır.

FAYDALANILAN ESERLER

- A c a t a y, G. : Bozdağ sedirleri ve doğu kızilağacı hakkında bazı tesbit ve müşahedeler. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 1, Sayı 2, 1951.
- B ü s g e n, M. - M ü n c h, E. : Bau und Leben unsrer Waldbäume, 1927.
- Ö o u g a l l, W. B. Mc. : Plant ecology, fourth edition, 1949.

- H a r t m a n n, F. : Forstökologie, 1952.
- I r m a k, A. : Orman Ekolojisi ders notları.
- L e i b u n d g u t, H. : Der Wald, 1951.
- M a y e r, H. - S e v i m, M. : Die Libanonzeder, 1958.
- S e v i m, M. : Alaçam ormanlarında ekolojik ve pedolojik araştırmalar. Orman Umum Müdürlüğü yayınlarından 1954.
- S e v i m, M. : Batı Toroslarda arazi şekli ve kalker topraklarının ağaç yetiştirme değerleri hakkında bazı mü-
řahedeler. Orman Fakültesi Dergisi Seri A, Cilt 5, Sayı 1 ve 2, 1955.
- W e a v e r, J. E. and C l e m e n t s, F. E. : Plant ecology, 1938.
- T h a r. forstl. Jahrbuch. 85. Band, 1934.