

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ

ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



SERİ B. CİLT VIII. SAYI II : 1958

ORMAN YETİŞME MUHİTİNİN SU EKONOMİSİ VE TOPRAK SUYUNDAN BİTKİLERİN FAYDALANMA İMKÂN LARI

Yazan :

Doç. Dr. Mehmet SEVİM

Bitkilerin tabii yayılış ve gelişmeleri üzerinde bir bitki coğrafyası ve tecessüm faktörü olarak rol oynayan su faktörünün bitki hayatı bakımından en önemli elemanı hiç şüphe yok ki toprak suyudur. Zira toprak suyu toprakta bitki köklerinin her an istifadesine hazır olan yegâne rutubet kaynağını teşkil etmektedir. Bitkiler hayatı fonksiyonlarını devam ettirebilmeleri için önemli miktarda suya muhtaçtırlar. Bu su ihtiyacının noksansız ve devamlı olarak karşılanabilmesi için toprakta suyun devamlı surette ihtiyaca yeter miktarda ve bitki tarafından istifade edilebilir şekilde mevcut olması icabeder. Bunun için de toprağa varan yağış sularının toprak tarafından tutulması ve biriktirilmesi lâzımgelir. Bu bakımdan toprak tabakası yeryüzünde bitkilerin yıllık su ihtiyaçlarını devamlı şekilde karşılamak üzere yıllık yağış sularını biriktiren ve bu suyu vejetasyon devresi zarfında bitkilerin istifadesine âmade kılan su hâmil bir beslenme vasatıdır. Binaenaleyh yeryüzünde bitki örtüsünün vejetasyon devresi içinde yaşama ve gelişme mukadderatı her şeyden önce köklerin yayılmış bulunduğu toprak tabakasının kışlık rutubeti biriktirme ve bitki köklerinin bu sudan faydalanma imkânlarına bağlı bulunmaktadır. Su biriktirme vasatı olarak toprak tabakasının bu önemi bilhassa yazları kurak geçen sıcak iklim mıntakalarında daha fazla artmaktadır. Bu gibi mıntakalarda bir taraftan yaz aylarında yağışın azlığı ve diğer taraftan toprak yüzünden vaki şiddetli buharlanma dolayısıyla toprakta bitki hayatını tehlikeye sokacak derecede kuraklık başgöstermektedir. Yeryüzünde su noksanlığı kadar bitki âlemini sarsan ve ölüme sevkeden bir tabii faktör düşünülemez. Bundan dolayı denebilir

ki ziraat ve ormancılıkta her türlü kültür tedbirleri ve prodüktivite emniyeti evveleminde su faktörüne ve dolayısıyla toprağın bitkiler için kabili istifade olan su ihtiyatına bağlı kalmaktadır. Keza ormancılıkta gerekli silvikültür müdahalelerinin muvaffakiyeti yine toprağın su ekonomisi ile ilgili bulunmaktadır. Bu hususta suyun noksanlığı kadar suyun toprakta aşırı miktarda mevcudiyeti de zararlı tesir icra etmektedir.

Bitkilerin su ihtiyacının devamlı ve elverişli şekilde karşılanması bakımından yetiştirme muhitinin su bilançosu hakkında bilhassa aşağıdaki hususlara göre hüküm vermek mümkün olabilmektedir :

- 1) Yetiştirme muhitinde su kaybına sebep olan tesirler :
 - a) Yağış sularının bitki örtüsü tarafından tutulması,
 - b) Meyilli arazilerde sathî akış miktarı,
 - c) Toprak yüzünden direkt buharlanma.
- 2) Toprağın su ekonomisi :
 - a) Bitki köklerinin yayılış zonunu içerisine alan toprak tabakasının su tutma ve biriktirme kabiliyeti,
 - b) Toprakta bitkilerin su ihtiyacını karşılayacak ölçüde su hareketi,
 - c) Toprak suyundan bitkilerin biyolojik olarak faydalanma imkânları.

Görülüyor ki mevcut vejetasyon örtüsünün yıllık yağış sularından faydalanma derecesi ve muhtelif yetiştirme muhitlerinde toprak suyunun ekolojik tesiri hususuyla yukarıda zikredilen esaslara göre taayyün etmektedir.

Bilindiği üzere yıllık yağış sularından bir kısmı ormanın yaprak, dal ve gövde aksamı tarafından tutulmakta ve oradan buharlanma yolu ile tekrar atmosfere intikal etmektedir. Bu suretle yıllık yağış miktarının bir kısmı toprak yüzüne vâsil olmadan kaybolup gitmekte ve bu ise yetiştirme muhiti için toprak suyu bilançosu bakımından bir rutubet kaybını ifade etmektedir. Ormanın toprak üstü aksamı tarafından tutulan yağış suyu miktarı her şeyden önce yağışın şiddetine, meşcerenin ağaç türü terkiibi, yaşı ve kapalılığına göre değişmektedir.

Yağış entansitesi arttıkça meşcerede toprak yüzüne varan yağış suyu miktarı çoğalma göstermektedir. Kısa müddet devam eden hafif yağışlar önemli miktarda meşcere çatısı tarafından tutularak toprağa su verememektedir. Nitekim bu hususta şu münasebetler tesbit edilmiş bulunmaktadır :

Yağış miktarı 5 mm den az ise, bu yağışın meşcere tarafından tutulan kısmı ağaç türlerine göre çamda % 50, lâdinde % 70, kayında % 40

olmakta ve buna mukabil yağış miktarının 15 - 20 mm olması halinde bu nisbetler çamda % 25, lâdinde % 30 ve kayında % 20 ye düşmektedir.

Yağışın orman örtüsü tarafından tutulması meşcerenin ağaç türüne göre önemli miktarda değişmektedir. Genel olarak denebilir ki yağışın tutulan kısmı ibreli ağaç ormanlarında takriben % 30 ve yapraklı ağaçlarda bilhassa kayında % 20 - 25 e balığ olmaktadır. Ormanın yaprak ve dal kitlesi ile tuttuğu yağış suları diğer taraftan tekrar gövde yolu ile toprağa sızmakta veya damlamaktadır. Gövdeden akararak toprağa varan su miktarı çam meşceresinde yağışın % 1 ve kayında ise % 12 sini bulmaktadır. Böylece kayın meşcerelerinde tutulan suyun mühim bir kısmı gövdeden toprağa sızmakta ve bu ise bu meşcerelerin su tutma nisbetlerini azaltmaktadır. Kayında gövde yolu ile toprağa varan su miktarının fazla olması ise bu ağaç türünde dallanma teşekkülâtının âdeta bir süpürge şekli arzemesinden ileri gelmektedir. Yağışların intersepsiyonu bakımından meşcere halinde en gayrimüsait durumda olan ağaç türü lâdindir. Sıkışık kapalılıktaki tek tabakalı lâdin meşcereleri yıllık yağışın toprağa varan kısmını en fazla azaltan meşcerelerdendir. Ayrıca ibreli ağaç ormanları, kışın da yapraklı bulunmaları dolayısıyla yıllık yağış sularından toprağın faydalanmasını daha çok güçleştirmektedirler.

Meşcere tarafından tutulan yağış suyu miktarı üzerinde meşcere yağışının tesirine gelince, bu hususta İsviçre şartları altında muhtelif yaşlı kayın meşcereleri şu şekilde tesir icra etmektedirler :

Meşcere yaşı :	20	50	60	90
Tutulan su miktarı :	% 2	% 27	% 23	% 17
Toprağa varan yağış :	% 98	% 73	% 77	% 83

Görülüyor ki meşcere yaşlandıkça ağaçlar tarafından tutulan yağış suyu miktarı muayyen bir yaş devresine kadar artmakta ve fakat bundan sonra tekrar azalmaktadır. Bu hal meşcerenin tepe tacı teşekkülâtının gelişme seyri ile alâkalı görülmektedir. Meşcereler ağaç türüne göre değişen muayyen bir yaşa kadar sık tepe tacı teşkil etmekte ve bu yaş devresini müteakıp meşcerenin tepe teşekkülâtı gevsemeye başlamaktadır.

Yukarıda verilen izahattan anlaşılacağı üzere orman örtüsü yetişme muhitinde önemli denecek miktarda su kaybına sebep olmaktadır. Diğer taraftan meşcere halinde ağaç türlerinin transpirasyon yolu ile sarfettikleri su miktarının fazlalığı da hesaba katılacak olursa, bu takdirde ormanların esas itibariyle yetişme muhitlerinin su bilânçoları üzerinde su biriktirici fonksiyona sahip olmadıkları dahi düşünülebilir. Fakat dağlık arazilerde problemi hiç de bu veçhesi ile vazetmemek lâzımgelir. Zira

buralarda orman örtüsü her şeyden önce sathî su akışını güçleştirmek suretiyle bir taraftan su kaybına mâni olmakta ve diğer taraftan bilhassa toprağın korunmasına hizmet etmektedir. Bu arada ormanın, toprak yüzünden vaki buharlanmayı azaltması, akar su ve kaynakların su rejimlerini ayarlaması ve özel iklimi ve toprağı ile toprağın su ekonomisini düzeltmesi gibi daha birçok faydalı tesirlerini de burada hatırlamak lâzımdır

Dağlık arazide yağış sularının toprakta sathî akış haline geçen miktarına gelince, bu miktar her şeyden önce arazinin meyli ve yağışın entansitesine tâbi olarak değişmektedir. Meylin artması ve yağış şiddetinin yüksek olması halinde toprak yüzünden vaki sathî akış miktarı da fazla olmaktadır (meselâ dik mailelerde sağanak şeklindeki yağışlarda olduğu gibi). Diğer taraftan sathî akış miktarı üzerinde toprağın permeabilitesi de rol oynamaktadır. Toprağın su geçirgenliği ne kadar düşük olursa yukarıdaki şartlar altında toprak yüzünden akan su miktarı da o nisbette fazla olmaktadır. Toprağın geçirgenliği ise her şeyden önce toprak türü ve toprak strüktürüne göre değişen bir toprak vasfıdır. Yağış sularının toprağa mal olabilmesi esas itibariyle an denecek kadar kısa bir zaman fâsılası içinde vukubulmaktadır. Binaenaleyh meyilli arazide yağış suları toprağın yüzünde uzun müddet bekleyemeyeceği cihetle bu pek kısa zaman içinde yağış suyunun kendisine mal olabilmesi için toprağın gevşek ve poröz yapıda olması içabeder. Bundan dolayıdır ki toprakları ağır ve sıkı istiflenmiş olan meyilli arazilerde yıllık yağışın toprağa mal olan kısmını artırmak ve böylece toprakta müsait bir su ekonomisi yaratmak için en üst toprak tabakasının permeabilite vasıflarını düzeltmek mecburiyeti hasıl olmaktadır. Bu ise ormancılıkta biyolojik toprak ihtimamına ait tedbirlerin en önemli kısmını teşkil etmektedir. Sarp mailelerde toprak permeabilitesinin artırılması ve korunması toprak erozyonu bakımından da bilhassa önem kazanan bir meseledir. Bu gibi arazi parçalarında orman örtüsünün toprak koruma değeri kendiliğinden hissedilmektedir. Orman örtüsü meyilli arazilerde sathan akan su miktarını azaltma işinde bilhassa şu iki fonksiyonu ile müessir olmaktadır :

1) Meşcere siperi vasıtasıyla yağışın entansitesini regüle eder, yani yağışların yağış hızını keserek onları daha yavaş yağışlar haline kalbeder,

2) Ölü örtü ve humus tesiriyle organik maddece zengin, kırıntı strüktüründe, gevşek ve dolayısıyla geçirgenliği fazla olan bir üst toprak tabakası yaratır.

İşte bu suretle ormanlar dağlık mıntakalarda yetişme muhitinin su bilânçosu bakımından en fazla su kaybını teşkil eden sathî su akışını

güçleştirmekte ve onun erozyon şeklindeki tahripkâr tesirlerine engel olmaktadır.

Yıllık yağış miktarının sathî akış ve vejetasyon örtüsünün intersepsiyonundan arta kalan kısmı toprağa mal olmaktadır. Toprak tarafından tutulan suyun bir kısmı buharlanma suretiyle ya direkt olarak veya bitkiler vasıtasıyla tekrar atmosfere intikal etmektedir. Böylece toprağa mal olan ve mevcut bitki örtüsü tarafından faydalanılması arzu edilen yıllık yağış suyundan bir kısım su kaybı daha meydana gelmektedir. Toprak yüzünden suyun buharlanması birçok faktörlerin tesiri altında vukubulmaktadır. Bu faktörler sırasıyla meteorolojik tesirler, mevki şartları (arazi şekli, meyil ve ekspozisyon), bitki örtüsü, fiziksel ve şimik toprak özellikleri, toprak rengi ve saireden ibaret bulunmaktadır.

Meteorolojik tesirler meyanında evveleimde sıcaklık, havanın su buharı doymunluk derecesi ve hava hareketleri hatıra gelmektedir. Sıcaklığın artması her şeyden önce buharlanma hâdisesini şiddetlendirir. Artan sıcaklık ile havanın buhar gerilimi süratle yükselmekte ve böylece havanın muhitinden su çekme enerjisi artmaktadır. En üst toprak tabakası ile en alt hava tabakası arasında su buharı bakımından basınç farkı ne kadar fazla olursa toprak yüzünden vukubulacak buharlanma da o nisbette şiddet kazanmaktadır. Diğer taraftan buharlanma hâdisesinde hava hareketi olarak rüzgârın büyük tesiri görülmektedir. Rüzgâr ratıp toprak yüzünden buharlanan su buharı tarafından doymun hale getirilen hava kitlesi ile civardaki kuru havanın yerlerini değiştirmek suretiyle topraktan devamlı olarak su buharlanmasına sebep olmaktadır. Bu hususta en tesirli rüzgâr sıcak ve kuru rüzgârlardır. Diğer taraftan buharlanmanın şiddeti üzerinde rüzgârın hızı fazla müessir olmaktadır. Bu mevzuda elde edilen ölçme sonuçlarına göre rüzgârın hızı ile toprak yüzünden buharlanan su miktarı arasında takribî olarak şöyle bir münasebetin mevcudiyetinden bahsedilmektedir: Bir m² lik toprak yüzeyinden günde kg olarak takriben rüzgâr hızının kare köküne eşit miktarda su buharlanmaktadır. Nitekim aşağıdaki cedvelde verilen rakamlar ile bu ciheti daha iyi anlatmak mümkün olacaktır (2, S. 44):

Buharlanan su miktarı (günde beher m den)	Rüzgârın hızı (saniyede m)	Rüzgârın karakteristiği
1 kg	1	Hafif esinti
2 kg	4	Yaprakları devamlı olarak hareket ettirir
3 kg	9	Büyük dalları hareket ettirir
4 kg	16	Kalın gövdeleri hareket ettirir
5 kg	25	Kalın gövdeleri kırar

Toprak yüzünün şekli, meyil ve ekspozisyon gibi mevki şartları da toprak yüzünden suyun buharlanması üzerinde tesirsiz değildirler. Toprağın yüzeyini büyüyen haller daima buharlanmayı şiddetlendirmektedir. Meselâ maileler, tümsekler, keskin yarıntılar gibi arazi şekilleri direkt buharlanmanın artmasına yardım etmektedir. Dik gelen güneş ve hususiyle ısı ışınları düz olarak gelenlerden daha fazla su buharlandırır. 20° lik bir meyile malik arazide yazın düz bir araziye nisbetle beşte bir nisbetinde daha fazla su buharlanmaktadır. Diğer taraftan ekspozisyon itibariyle güney maileleri tabiatıyla kuzeye nisbetle daha fazla kuraklık arz etmektedir. Meselâ İsviçre şartları altında muhtelif ekspozisyonlara göre meşcere kenarlarının ışık entansitesi şu nisbetlerde değişme göstermektedir : N : S : E : W = 1 : 4 : 2 : 2. Bu nisbetler de gösteriyor ki güneye bakan meşcere kenarında ışık entansitesi kuzey kenarına nisbetle 4 misli daha fazladır. Bu ise ısınmanın ve dolayısıyla topraktan su buharlanmasının kuzeye nazaran 4 misli daha yüksek olması lâzım geldiğini ifade etmektedir.

Vejetasyon örtüsünün buharlanma dolayısıyla yetişme muhitinin su bilançosu üzerindeki tesiri çeşitli şekillerde tezahür etmektedir. Bunlardan biri bitki örtüsünün toprağı gölgeleme suretiyle toprak yüzünden direkt buharlanmayı azaltmasıdır. Bu hususta orman toprağı ile çıplak topraklar arasında oldukça büyük farklar müşahade edilmektedir. Orman topraklarında direkt buharlanmanın düşüklüğü bilhassa ormanın şu tesirlerinden ileri gelmektedir :

1) Ormanın meşcere siper tesiri ile toprağı gölgelemesi ve bu suretle onu direkt ısınmaya ve dolayısıyla su buharlanmasına karşı koruması,

2) Ölü örtü tabakasının toprağı buharlanmaya karşı koruma tesiri,

3) Orman içinde toprak yüzüne yakın hava tabakasının su buharına nisbeten zengin olması ve nihayet

4) Orman içinde buharlanmayı şiddetlendiren rüzgâr tesirinin nisbeten azaltılmış olması ve orman içinde daha sakin hava hallerinin mevcudiyeti. .

Verilen bu malûmata göre ormanlar yetişme muhitlerinde yaratmış oldukları maritim karakterdeki özel iklimleri ile toprak yüzünden buharlanma yolu ile vukubulacak rutubet kaybını azaltmakta ve bu hususta koruyucu bir siper vazifesi ifa etmektedirler.

Fiziksel ve şimik toprak vasıflarının direkt buharlanma üzerindeki tesirlerine gelince, her şeyden önce toprak türü itibariyle buharlanmanın farklı olduğu müşahade edilmektedir. Hafif topraklarda büyük toprak boşluklarının fazla bulunmasından dolayı buharlanma ağır toprak-

lara nisbetle daha şiddetli olmaktadır. Diğer taraftan toprak strüktürünün de buharlanma miktarı üzerinde tesiri görülmektedir. Tek dane strüktüründeki topraklarda su hareketi kırıntı strüktüründeki topraklara nazaran ortalama olarak daha hızlı olmakta ve bu sebeple tek danelilerde buharlanma yolu ile su kaybı daha hızlı vukubulmaktadır. Fazla yağışlı zamanlarda tek dane strüktüründeki topraklarda oldukça su fazlalığı meydana gelmekte ve buna mukabil kurak periyodlarda buharlanmanın fazlalığından dolayı bu topraklar önemli nisbette su kaybına maruz kalmaktadırlar. Böylece bu gibi topraklarda su muhtevası bakımından ıslak ve kuraklığın birbirini takibetmesi gibi tehlikeli bir durum hasıl olmaktadır. Halbuki gevşek ve kırıntı strüktüründeki topraklarda daha mütevazın bir su cevelanı müşahade edilmekte bu suretle buharlanma da daha mutedil ve yavaş cereyan etmektedir. Toprakta kırıntı strüktürü ne kadar bariz şekilde teşekkül eder ve bu strüktür toprak profilinde ne kadar fazla derinlikte gelişebilirse, toprak içinde su cereyanı da o derece mütevazın olmaktadır. Bunun neticesi olarak bu kabil topraklarda bol yağışlı devrelerin fazla suyu toprağın derin tabakalarına doğru kolayca sızabilmekte ve diğer taraftan kurak ve sıcak mevsimlerde kırıntı strüktürü dolayısıyla buharlanma daha düşük olmaktadır. Bu suretle kırıntılı topraklarda ıslak ve kuraklık tesirleri, daha mülâyimleştirilmiş olmaktadır, yani bu topraklar bol yağışlı mevsimlerde ne çok ıslak bir hal almakta ve ne de kurak zamanlarda ziyadesiyle kuraklık arzetmektedirler. Diğer taraftan toprakta yüksek tuz konsantrasyonu da yine bariz şekilde buharlanmayı güçleştirici olarak tesir icra etmektedir. Bu suretle bazlarca zengin topraklar su buharlanmasına karşı daha mukavemetli görünmektedirler. Zira yüksek baz muhtevası toprakta az veya çok nisbette suya karşı bir higroskopisite hassası doğurmaktadır. Diğer taraftan toprağın rengi de su buharlanması üzerinde önemli tesire maliktir. Koyu renkli topraklar, fazla ısınmaları dolayısıyla açık renklilere nisbetle daha fazla su buharlandırmaktadırlar.

Şimdiye kadar toprağın su bilânçosuna tesir eden başlıca faktörler hakkında bilgi verilmeye çalışılmıştır. Verilen bu bilgileri hulâsa edecek olursak, diyebiliriz ki orman yetişme muhitlerinde yıllık yağış suları kısmen mevcut meşcere siperi tarafından tutulmak, kısmen dağlık arazide sathî akış halinde akıp gitmek ve kısmen de toprak yüzünden buharlanmak suretiyle önemli denecek derecede zayıata uğramakta ve ancak bu zayıat toplamından arta kalan yağış suyu toprağa mal olabilmektedir.

Şimdi toprağa sızan yağış suyu ile toprak arasındaki münasebetleri gözden geçirmeye başlayalım.

Yukarıda zikredilen önemli su kayıplarından arta kalan yağış suları toprağa sızmaya başladıktan sonra artık toprağa mal olmuş sayılmakta ve bu safhadan itibaren toprak suyu olarak mütalâa edilmektedir. Yağış suları toprağa sızma esnasında, su miktarının fazlalığına göre kısmen toprak tarafından tutulmakta ve kısmen de sızıntı suyu halinde toprağın makro boşluklarını takiben derin tabakalara doğru sızmakta ve su geçirmeyen toprak tabakalarında taban suyunu teşkil etmektedir. Bu suretle toprak suyunu esas itibariyle 1) toprak tarafından tutulan su, 2) sızıntı suyu ve 3) taban suyu diye üç kısımda mütalâa etmek lâzımgelir. Şimdi bu su nevelerini toprağın su bilânçosu bakımından sırasıyla gözden geçirelim.

1) *Toprak tarafından tutulan su.* Toprağın su bilânçosu hakkında hüküm verebilmek için evveleminde toprağın su tutma kabiliyeti, kapillarite ve permeablite özelliklerini tanımamız icabeder. Toprak tarafından suyun tutulması ve biriktirilmesi hâdisesi toprağın su tutma kabiliyeti olarak tavsif edilmektedir. Bu hale göre toprağın uzun müddet yerçekimi kuvvetine karşı tutabilme kabiliyetinde olduğu bütün suya «toprak tarafından tutulan su» adı verilmektedir. Toprağın su tutma kabiliyeti veya toprak tarafından tutulan suyun miktarı her şeyden önce toprak türü, toprağın strüktürü, organik ve anorganik kolloid muhtevası ve nihayet kapillar tesiri haiz toprak boşluklarının hacmi ve bu hacma iştirak eden her boşluğun cesameti ve biçimi gibi birçok faktörlere tâbi bulunmaktadır. Bu suretle toprakta suyun tutulması toprak özelliklerine göre değişen kuvvetlerin tesiri altında vukubulmaktadır. Bu anlama sadık kalarak toprak tarafından tutulan suyu, suyu toprağa bağlayan enerjinin nev'ine göre ikiye ayırmak lâzımdır :

- 1) Higroskopik su,
- 2) Kapillar su.

Higroskopik su: Toprak maddesi her şeyden önce organik ve anorganik maddelerden ibaret olan higroskopisite özelliğini haiz bir vattır. Hava kurusu bir toprak havanın su buharı basıncına tâbi olarak muayyen miktarda su ihtiva etmekte ve bu su katı toprak parçacıkları tarafından adsorbe edilmekte ve toprak parçacıklarının yüzeyini ince bir su filmi halinde sarmaktadır. Bu su toprak içinde hareket halinde değildir. Büyük kısmı ile toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilmiş bulunan iyonların hidratasyon suyundan tereküp eder. Toprak tarafından adsorbe edilen kabili mübadele iyonlar hidratasyon enerjileri dolayısıyla muayyen kalınlıkta bir su mantosu ile kaplanmaya mütamayildirler. Bu su zarının kalınlığı ise iyonların hidratasyon enerjisi ve dolayısıyla iyonların nev'ine göre değişmektedir. Bundan dolayı toprağın higroskopisitesi

veya toprağın higroskopik su miktarı geniş ölçüde toprağın organik ve anorganik kolloid muhtevasına tâbi kalmaktadır. Bu meyanda toprakta higroskopik su hâmil kolloid maddeler olarak her şeyden önce kil ve humus hatıra gelmektedir. Şu hale göre toprakta higroskopisite artan kil ve humus muhtevası ve dolayısıyla toprağın mübadele kapasitesi ile paralel olarak artma göstermektedir. Bundan başka yukarıda zikredildiği üzere higroskopik su miktarı üzerinde toprak kolloidleri tarafından adsorbe edilen iyonların miktarı ve nev'i de rol oynamaktadır. Bu bakımdan kil ve humus muhtevası aynı olan topraklarda higroskopisite kabili mübadele iyonların miktar ve nev'ine göre değişmektedir. Bu suyun miktarı toprağın türüne, yani toprağın artan kil miktarına göre değişmekte ve böylece kum topraklarında takriben % 1 - 4, balçıklarda % 8 - 10 ve kil topraklarında ise % 8 - 20 ye balığ olmaktadır. Diğer taraftan toprakta humus muhtevasının artması higroskopisiteyi artırması dolayısıyla humusça pek zengin kum topraklarında higroskopik su miktarı % 6 - 10 ve turbalık topraklarında ise takriben % 20 - 50 arasında oynamaktadır. Higroskopik su miktarının tâyini ise toprağın 105 derecede kurutulması sırasında azalan ağırlık esasına dayanmaktadır. Bu şekilde mutlak kuru hale gelen toprak su buharınca zengin hava ile temasa gelince tekrar eski rutubet durumunu kazanmaktadır. Bundan da anlaşılıyor ki higroskopik su havanın su buharı ile dinamik bir muvazene halinde bulunan toprak suyunu ifade etmektedir.

Kapillar su: Toprak tarafından tutulan ve bitkilerin su ihtiyacının en önemli kaynağını teşkil eden toprak suyunun en büyük kısmıdır. Bu su adından da anlaşılacağı gibi toprağın kapillarite tesirini haiz bulunan mikro boşluklarında kapillarite enerjisi ile tutulmaktadır. Binaenaleyh toprakta yerçekiminden kurtulmuş olarak sadece kapillar kuvvetin tesiri altında hareket etmekte olan bir sudur. Hakikî kapillar su adı altında toprak profilinde taban suyu ile irtibatı bulunan ve kapillarite tesiri ile ince toprak boşluklarından yukarıya doğru çıkabilen su anlaşılmaktadır. Toprak kapillarlarının adhezyon ve kohezyon yolu ile su tutma enerjileri bu kapillar boşlukların çapları ve şekilleri ile alâkalıdır. Böylece toprağın en ince kapillarlarında suyun tutulması daha şiddetli olmaktadır. Toprakta mevcut kolloid maddelerin meydana getirdikleri boşlukların şekilleri ince strüktürleri dolayısıyla pek muhteliftir. Bundan dolayı kapillar suyun toprak tarafından tutulma şiddeti geniş hudutlar dahilinde değişmektedir. Bununla beraber topraktaki mikro boşluklar kapillar özelliklerini muhafaza etmek şartıyla ne kadar büyük olurlarsa toprağın kapillar su tutma kapasitesi de o nisbette yüksek olmaktadır ve başka bir ifade ile toprağın kapillar su miktarı kapillarite hassasını haiz mikro boşlukların maksimal büyüklüklerine tâbidir. Kapillar boş-

lukların büyüklüğü bu maksimal boyutu aştığı takdirde, kapillar tesir zail olacağından toprağın kapillar su tutma gücü süratle düşmektedir. Netice itibariyle denebilir ki, toprağın kapillar su kapasitesi her şeyden önce toprak türü, toprak strüktürü ve bilhassa bununla ilgili olarak kapillar boşluk hacmine göre değişmektedir.

2) *Sızıntı suyu* : Toprağa sızan yağış sularının bir kısmı toprak tarafından tutulmakta ve arta kalan kısmı ise toprak filtresinde (toprak profili) yerçekimi kuvvetinin tesiri altında büyük toprak boşluklarını takiben derin tabakalara doğru sızmaktadır ki, bu suya toprak içinde sızan su mânasına «sızıntı suyu» ve tâbi olduğu kuvvete göre de «gravitasyon suyu» adı verilmekte ve ayrıca bu suyun toprak içinde sızma olayına da «perkolasyon» denmektedir. Toprak profilinde yağış suyunun sızma sürati ve perkolasyonun ölçüsü her şeyden önce toprağın permeablitesi ile ilgilidir. Toprağın permeablite özelliği ise toprak türü, toprak strüktürü ve bilhassa toprakta makro boşlukların miktarına göre değişmektedir. Toprak ne kadar ince daneli olursa sızma işi de o derece yavaş vukubulmaktadır. Bu bakımdan ağır kil toprakları suyu geçirmeyen topraklar olarak tavsif edilirler. Kaba daneli topraklarda sızma daha çabuk ve kolay cereyan etmektedir. Nitekim mekanik terkip itibariyle oldukça yeknasak olan kaba toprakların su sızdırma dereceleri aşağıdaki şekilde değişmektedir (1, S. 128):

Dane çapı mm	Toprak türü	Sızan su miktarı (saniyede litre)
5 - 7	Kaba çakıl	13,5
2 - 4	İnce çakıl	8,0
1 - 2	Pek kaba kum	1,3
0,33 - 1	Kabdan orta daneliye kadar olan kum	0,13

Görülüyor ki kum toprakları yağış sularını süratle sızdıran ve su tutma kabiliyetleri düşük olan topraklardır. Bundan dolayı su ekonomisi bakımından kum toprakları için en elverişli yağışlar hiç şüphe yok ki hafif yağın ve sık sık tekerrür eden yağışlardır. Bu toprakların sulanmasında da aynı esasa bağlı kalınmalı, yani sulama daima sık sık ve fakat az su ile serpmeye suretiyle yapılmalıdır. Toprağın permeablitesini artıran en önemli toprak özelliği toprak türüne göre değişebilen makro boşluk hacmidir. Bilindiği üzere kaba daneli topraklarda büyük boşlukların total boşluk hacmine iştirak nisbeti ince topraklardakine nisbetle çok fazladır, yani kaba topraklarda total boşluk hacminin en mühim kısmını

makro boşluklar teşkil etmektedir. Kil fraksiyonunun artması ile toprağın makro boşluk hacmi azalmaktadır. Bundan dolayı ağır kil topraklarında su sızmasının pek güç olması dolayısıyla toprağın ince boşlukları su ile dolmakta ve böylece toprak içinde durgun su teşekkül etmekte ve toprağın havalanma düzeni fenalaşmaktadır. Haddizatında toprakta perkolasyonun şiddet derecesi toprağın su ekonomisi kadar havalanma durumunu da yakından ilgilendirmektedir. Toprakta suyun maniasız şekilde kolayca sızması daima toprağın havalanmasını iyileştirmektedir. Görülüyor ki permeablitesi iyi olan kaba topraklarda su tutma kabiliyetinin düşüklüğü ve geçirgen olmayan ağır kil topraklarında ise toprak içinde durgun su teşekkülü ve havalanma müşkülâtı gibi bitki hayatı bakımından zararlı şartlar tahaddüs etmektedir. Bu bakımdan en müsait toprak türü kum ve kil fraksiyonları az çok eşit nisbette olan orta balçık topraklarıdır. Bu topraklarda kil fraksiyonu su tutmayı ve kum fraksiyonu ise permeabliteyi ayarlamaktadır.

Diğer taraftan toprakta suyun sızma hızı sızan suyun viskozitesi (lüzuciyet) ile de ilgilidir. Bilindiği üzere artan sıcaklık ile suyun özel viskozitesi azalmakta, yani suyun akıcılık hassası artmaktadır. Bundan dolayı toprakta drenaj umumiyetle gündüzleri, serin geçen gecelere nisbetle daha süratli vukubulmaktadır. Buna mukabil toprağın tuz muhtevası suyun viskozitesini artırmakta ve böylece suyun toprak içindeki sızma hızını azaltmaktadır.

Sızıntı suyu toprak profilinde bazı şimik ve mekanik değişmelere yol açmaktadır. Meselâ bu meyanda bilhassa en üst toprak tabakalarından perkolasyon suyu vasıtasıyla besin maddeleri ve en ince toprak parçacıklarının alt tabakalara doğru taşınması zikredilebilir. Bu taşınma bilhassa asid tabiattaki kum topraklarında şiddetli olmaktadır. Bu şekilde toprak profilinde en ince toprak kısımlarının mekanik olarak taşınması toprak içinde vukubulan bir erozyonu ifade etmesi itibariyle «mikro erozyon» diye adlandırılmaktadır. Bunun önüne geçmek için toprak kolloidlerinin stabil kırıntı strüktüründe olmaları icabeder. Sızıntı suyunun sebebiyet verdiği bu taşınma hâdisesi sonunda üst toprak tabakası besin maddesi ve toprak kolloidleri bakımından fakirleşmekte ve bunun neticesi olarak bu tabakanın su tutma ve besin maddelerini absorbe edebilme kabiliyeti düşmektedir. Binaenaleyh bu hâdiseler de gösteriyor ki toprağın permeablite vasıfları bir taraftan toprağın su ekonomisi ve verimliliği ve diğer taraftan erozyon ve sulama bakımından pek fazla önem kazanmaktadır. İşte bu nokta gözönünde tutularak Birleşik Amerika'da topraklar bilhassa geçirgenlik derecelerine göre sınıflandırılmakta ve bundan başka İskoçya'da da toprak haritacılığında toprağın permeablitesine fazla önem verilmektedir.

3) *Taban suyu* : Sızıntı sularının su geçirmeyen bir tabakada birikmesinden meydana gelmektedir. Bu su elverişli şartlar altında bilhassa orman ağaçlarının faydalandığı en önemli su kaynağını teşkil etmektedir. Genel olarak taban suyundan bitkilerin lâyikiyle faydalanabilmeleri bu suyun kökler tarafından erişilebilir bir derinlikte bulunması veya köklerin bu su tarafından beslenen râtıp toprak tabakalarına kadar yayılabilmelerine bağlıdır. Binaenaleyh burada evvelâ taban suyu seviyesi ve sonra da taban suyunun toprak profilinde köklerin yayılış zonuna kadar yükselmesi gibi iki mesele bahis konusu olmaktadır. Taban suyu seviyesi mevsime göre değişmektedir. Umumiyetle kış sonunda en yüksek ve yaz sonunda ise en alçak seviyeyi bulmaktadır. Fakat bu arada tesadüfî yağışlar veya kurak geçen periyodlar yıl içinde taban suyu seviyesinin değişmesini mucip olmaktadır. Bitki tecessümü bakımından taban suyu seviyesi toprak türüne göre değişme göstermektedir. Bu seviye hafif topraklarda ağır topraklardakine nisbetle daha yüksek olmalıdır. Zira aynı taban suyu seviyesi hafif ve ağır toprak türlerinde bitkilerin faydalanmaları bakımından ayrı mânada kıymet taşımamaktadır. Bu itibarla optimal taban suyu seviyesinin toprak türü itibariyle balçıklı kum topraklarında 1, kumlu balçık toprağında 1,5 ve ağır balçıkta 2 metre olarak değişmesi arzu edilir. Taban suyu seviyesi hafif topraklar için daha fazla ehemmiyeti haizdir. Kum topraklarında optimal taban suyu seviyesinin düşmesi bitki tecessümü bakımından ağır topraklara nazaran daha fazla zararlı olmaktadır. Zira kum toprağı, su tutma gücünün düşük olması dolayısıyla kış rutubetini biriktirememekte ve böylece bu topraklarda bitkiler kurak geçen vejetasyon devresinde su ihtiyaçlarını ancak taban suyundan karşılamaktadırlar. Bitkilerin taban suyundan faydalanmaları üzerinde bu suyun toprak profilinde kök sahasına doğru yükselmesi hâdisesi bilhassa önem taşımaktadır. Zira bitkilerin su ihtiyaçlarının kapatılması yalnız muayyen bir toprak tabakasının kabili istifade su miktarı ile değil, aynı zamanda râtıp toprak tabakalarından suyun istihlâk edildiği toprak zonlarına doğru vukubulan su ikmali ile de ilgili bulunmaktadır. Bilindiği üzere kaba topraklarda suyun kapillar yükselmesi hızlı ve fakat nihaî yükselme irtifadı düşük olmaktadır. Bunun neticesi olarak kum topraklarında taban suyu toprak profilinde kapillarite tesiriyle fazla yükselememekte ve böylece taban suyundan kök sahasına doğru su ikmali ancak ince bir toprak tabakasına (kapillar zon) inhisar etmektedir. İşte bundan dolayıdır ki hafif topraklarda taban suyu seviyesinin ağır topraklara nisbetle daha yüksek olması arzu edilmektedir. Buna mukabil ağır topraklarda suyun nihaî kapillar yükselme menziline fazla olması dolayısıyla taban suyunun toprak profilinde daha yukarı tabakalara kadar rutubet ikmali yapabilmesi mümkün olmakta ve fakat suyun toprak

içindeki kapillar hareketi zaman itibariyle bitkinin su ihtiyacını karşılayamayacak derecede pek yavaş cereyan etmektedir. Bitkilerin taban suyundan faydalanmaları bahsinde yine en müsait durumda olan toprak türü balçık topraklarıdır.

Ormancılıkta taban suyu veya bu su tarafından rutubetçe beslenen kapillar zonun ağaç kökleri için erişilebilir derinlikte olması orman tipinin kalitesi bakımından en iyi şartları ifade etmektedir. Bitki hayatı bakımından taban suyunun durgun veya akış halinde oluşu da pek önemli bir meseledir. Hareket halindeki taban suları oksijen ve ekseriya besin maddelerince zengin olurlar. Orman ağaçlarından bazılarının yetişmesi ve gelişebilmesi için taban suyunun hareket halinde ve dolayısıyla oksijence zengin olması bilhassa lüzumludur (kavak, dışbudak). Diğer taraftan kireç itibariyle zengin taban suyu bilhassa çamda en iyi boy tecesümü yapmakta ve kaba halkalı odun teşekkülüne sebep olmaktadır. Bu evsftaki taban suyu ormanda aynı zamanda mul tipi humus teşekkülünde de rol oynamaktadır. Buna mukabil durgun taban suyu teşekkülü her şeyden önce toprağın havalanma durumunu fenalaştırması ve toprak içinde anaerob şartlar tevliid etmesi dolayısıyla vejetasyon için zararlı olmaktadır. Birçok ağaç türleri bu kabil durgun su şartlarına karşı hassasiyet gösterirler.

Şimdi biraz da bitkilerin faydalanma imkânları bakımından toprak suyunun bazı derecelerini kısaca gözden geçirelim. Yukarıda belirtilmiş olduğu gibi bitkiler toprak tarafından tutulan bütün sudan faydalanma iktidarında değildirler. Bundan dolayı her toprak türünde bitkiler için kabili istifade olabilen muayyen bir su miktarı bahis konusudur. İşte bu noktai nazar gözönünde tutularak toprağın su muhtevası fizyolojik yönden iki kategoriye ayrılabilir :

1) Bitkilerin fizyolojik olarak faydalanamadıkları ölü toprak suyu ve 2) bitkiler için kabili istifade olan su miktarı.

Bitkilerin topraktan su almaları köklerinin emici kılları vasıtasıyla olmaktadır. Bu hâdisenin cereyanında karşılıklı iki enerji rol oynamaktadır. Bunlardan biri bitki köklerinin suyu emme kuvveti ve diğeri ise suyun toprak tarafından tutulma enerjisidir. Toprak suyunun bitki tarafından alınabilmesi için bu suyun, toprağa bağlanma enerjisinden daha büyük bir kuvvetle emilmesi icabeder. Topraktan su alınması bir ozmoz hâdisesi olarak vukubulmaktadır. Bu hâdisede, köklerin emici kıllarının hücre zarları, toprak mahlûlü ile hücre plazması arasında su molekülleri için geçirgen ve ozmotik tesirli plazma maddelerine karşı güç geçiren semipermeabl bir membran vazifesi görmektedir. Bu suretle topraktan suyun alınması sırasında düşük konsantrasyonlu toprak mahlûlü ile konsantrasyonu yüksek hücre plâzması arasındaki konsantrasyon farkına

uygun olarak topraktan kökün içine doğru bir ozmotik basınç meyli meydana gelmektedir. İşte bitkiler bu ozmotik basınç farkı nisbetinde topraktan su alabilmekte ve bu su alma işi emici kılların hücre usaresinin ozmotik basıncı ile toprak mahlûlünün ozmotik basıncı arasında muvazene teessüs edinceye kadar devam etmektedir. Halbuki bitkiler transpirasyon yolu ile devamlı surette su sarfettiklerinden bahis konusu ozmotik basınç farkı devamlı olmakta ve su alımı aralıksız olarak vukubulmaktadır. Böylece bitkiler topraktan su alımı hâdisesinde bizzat aktif rol oynamaktadırlar. Verilen bu kısa izahattan anlaşılıyor ki topraktan suyun alınma şiddeti, suyun toprak tarafından tutulma enerjisi ile bitki köklerinin emme basıncına göre taayyün eden bir hâdisedir. Binaenaleyh su alımı bakımından bu iki faktörün bilinmesi lâzımgelir. Bitkilerde kök emme kuvveti bitki türüne göre pek farklıdır. Su muhtevası süratle değişebilen ve arid mintakaların tuz topraklarında yaşayan bitki türlerinde kök emme basıncı umumiyetle yüksek kıymetler göstermektedir.

Suyun toprağa bağlanma enerjisinin ifade tarzına gelince, bu hususta muteber ölçü toprağın kapillar potansiyelidir. Kapillar potansiyel tabiri ise, topraktan mevcut suyu çekip alabilmek için sarfedilmesi icabeden kuvvetin sm su sütunu olarak ifadesinden başka bir şey değildir. Toprağın su tutma enerjisi bahsinde kapillar potansiyelin logaritması kullanılmakta ve bu logaritmik kıymete «PF» denmektedir. Misal olarak PF değeri 3 olan bir toprak suyunu topraktan dışarı alabilmek için 1000 sm lik su sütununa eşit bir emme kuvveti tatbik etmek lâzımdır. Toprakta su miktarı arttıkça kapillar potansiyel düşmektedir. Bitkiler topraktan su almak suretiyle toprak suyunu azaltmakta ve bu suretle toprağın kapillar potansiyelini yükseltmektedirler. Diğer taraftan toprağın kapillar suyu toprak içinde kapillar potansiyel farkına tâbi olarak daima kapillar potansiyeli düşük olan noktalardan kapillar potansiyeli yüksek olan yerlere doğru (alçak PF değerinden yüksek PF değerlerine doğru) hareket etmektedir. İşte bitki köklerinin topraktan almaya muktedir olamadıkları, başka bir ifade ile kök emme kuvvetinden daha yüksek enerjilerle toprağa bağlanmış bulunan suya, bitki hayatı bakımından fizyolojik değeri haiz olmaması dolayısıyla «ölü su» denmektedir (Vageler). Toprağın ölü su miktarı hakkında en pratik ölçü bitkilerin pörsüme noktalarına tekabül eden toprak rutubetidir. Toprakta su alan bir bitki toprağın su muhtevası ölü su sınırına varınca turgor halini kaybederek pörsümeye başlamaktadır. İşte bitkilerin pörsümeye başladıkları andaki toprak rutubeti o toprağın «pörsüme noktası rutubeti» olarak vasıflandırılmaktadır. Toprağın pörsüme noktası rutubetinde toprak suyu toprağın kolloid mürekkiplerine bitki köklerinin emme kuvvetinden daha yüksek bir kuvvetle bağlandığı için bitki tarafından alınama-

makta ve bunun neticesi olarak bitkinin su sarfeden organlarında pörsüme başlamaktadır. İşte bu rutubet sınırında toprağın ihtiva ettiği ölü su miktarı toprağa 4,2 PF den daha yüksek (15 atmosferden fazla) bir kuvvetle bağlanmış bulunmaktadır. Toprakta kil ve humus muhtevasının artması ile pörsüme noktası rutubeti de yükselmektedir; öyle ki ağır kil topraklarında önemli miktarda rutubet bulunmasına rağmen bitkiler bu sudan faydalanamıyarak pörsüme tehlikesine maruz kalmaktadırlar. İşte ekstrem ağır topraklarda statik olarak mevcut fazla sudan bitkilerin faydalanamaması ve dolayısıyla kuraklık tehlikesine maruz kalmaları hâdisesine «fizyolojik kuraklık» tabir edilmektedir. Pörsüme noktası rutubeti üzerinde toprak vasıfları kadar bitkinin iç özellikleri de müessir olmakta, yani aynı toprak türünde muhtelif bitki türlerinin pörsümeye başlamaları aynı rutubet derecesine tekabül etmemektedir. Şu hale göre toprağın ölü su muhtevası, toprak türünden başka bitki türüne göre değişen kök emme kuvvetinin de tesiri altındadır. Toprağın higroskopik suyu toprak tarafından en az 50 atmosferlik bir kuvvetle tutulduğundan (PF = 4,7) bitkiler için kabili istifade değildir. Zira kültür bitkilerinin kök emme basınçları takriben 6 - 16 atmosfere balığ olmaktadır. Binaenaleyh toprağın ölü su miktarı higroskopik sudan daha fazla olması lâzımgelir. İşte bir taraftan toprağın higroskopisitesi ve diğer taraftan bitkilerin kök emme kuvvetleri nazarı itibare alındıkta ölü su miktarı Vageler'e göre higroskopik suyun takriben iki misline balığ olmaktadır (9, S. 43). Şu hale göre PF değeri 4,2 den daha yüksek bulunan ve takriben higroskopisitenin iki misline balığ olan toprak suyu bitki fizyolojisi bakımından ölü su olarak kabul edilmektedir.

Bitkiler için toprağın kabili istifade su muhtevasına gelince, bu su adından da anlaşılacağı gibi toprağa zayıf kuvvetlerle bağlanmış olan ve binaenaleyh bitkiler tarafından alınabilen toprak suyu miktarını ifade etmektedir. Sızıntı suyunun bitkiler için kabili istifade olabilmesi ancak vejetasyon devresinde yağın bol yağışlara ve bu yağış sularının toprak içinde pek yavaş olarak sızabilme imkânlarına bağlıdır. Aynı şekilde taban suyundan faydalanma da, yukarıda anlatıldığı gibi hususî şartlar altında vukubulmaktadır. Bu suretle bitkilerin taban suyu ve sızıntı suyundan faydalanmaları mahdut şartlar altında tahakkuk edebilmektedir. Bu izahattan da anlaşılıyor ki bitkiler için kabili istifade suyun en büyük kısmını toprağın kapillar su ihtiyatı teşkil etmektedir. Toprağın kabili istifade su miktarı için en emin ölçü toprağın arazi kapasitesi (= tarla kapasitesi) gösterilmektedir. Şimdi bu tabirin neye delâlet ettiğini belirtmeye çalışalım. Bütün boşlukları su ile doymuş olan bir toprak total su doyum noktasına varmış sayılır. Fakat total su doyumunu haiz bir toprak, toprak profilinde drenajın iyi olması ve taban

suyunun mevcut bulunmaması halinde yerçekimi kuvvetinin tesiri altında aynı su muhtevasını uzun müddet muhafaza edemez, yani topraktan bir miktar su sızıntı halinde pek yavaş bir süratle akıp gider. Yapılan araştırmaların isbat ettiğine göre su ile tamamen doymuş bir toprak bu doygunluk derecesini takriben 2-3 günden fazla bir müddet muhafaza edememektedir. İşte serbest drenajlı topraklarda takriben 2-3 günden fazla müddet kalabilen ve yerçekimi tesiriyle artık azaltılamayan maksimal su muhtevasına toprağın arazi kapasitesi denmektedir. Binaenaleyh arazi kapasitesindeki toprakta su yerçekimi kuvveti ile toprak parçacıklarının suyu tutma enerjisi arasında muvazenet halinde bulunmaktadır. Toprağın arazi kapasitesine tekabül eden su muhtevası toprak tarafından takriben 0,15 - 0,30 atmosferden daha fazla bir emme basıncı ile tutulmaktadır (PF = 2,2 - 2,4). Toprağın bitki için kabili istifade olan su muhtevası arazi kapasitesi ile pörsüme noktası rutubetleri arasındaki farka eşit bulunmaktadır. Bu ise muhtelif toprak türlerine göre 100 cm^3 toprakta g olarak aşağıdaki şekilde değişmektedir (8, S. 128):

Toprak türü	Arazi kapasitesi rutubeti	Pörsüme noktası rutubeti	Kabili istifade su muhtevası
Kum toprağı	10	3	7
Balçıklı kum	20	8	12
Kumlu balçık	30	12	18
Balçık	35	15	20
Kil balçığı	40	22	18
Kil toprağı.....	45	30	15

Toprağın arazi kapasitesi her şeyden önce toprak türü, toprağın kil ve humus muhtevası ve bilhassa şişme kabiliyetini haiz kil minerallerinin total kil muhtevasına iştirak nisbeti ve toprak strüktürüne göre farklı kıymetler almaktadır. Toprakta kil ve humus gibi su tutan kolloid maddelerin miktarı arttıkça toprağın arazi kapasitesi de yükselmektedir. Hafif topraklarda toz ve ince kum fraksiyonlarının kaba kuma nisbetle fazlalığı da aynı mânada tesir etmektedir. Hafif topraklardan kil topraklarına doğru gidildikçe artan kil miktarı ile birlikte kabili istifade su miktarı da fazlaşmaktadır. Bu su balçık toprağında en yüksek miktarı bulmakta ve buna mukabil kil ve ağır kil topraklarında tekrar azalmaktadır. Bunun sebebi ise balçıktan ağır topraklara doğru arazi kapasitesinin artış temposunun pörsüme noktası rutubetine nisbetle daha yavaş olmasıdır. Arazi kapasitesinin tekabül ettiği su muhtevasının yüksek olmasında bilhassa kapillar su miktarı hâkim rol oynamaktadır. Bun-

dan dolayı arazi kapasitesi toprağın kapillar boşluk hacmi ve dolayısıyla toprağın strüktürü ile yakından ilgilidir. Toprakta kırıntı strüktürü ne kadar bariz şekilde teşekkül etmiş ve kırıntılar ne kadar poröz yapılı iseler arazi kapasitesi o nisbette yüksek olmaktadır. Fakat bu hususta toprağın pek fazla gevşek olması aksi istikamette tesir yapmaktadır. Görülüyor ki gerek su tutma kabiliyeti ve gerekse bitkiler için kabili istifade su miktarı bakımından en elverişli toprak vasıfları yine balçık topraklarında toplanmış bulunmaktadır. Kabili istifade su miktarı bakımından kum topraklarının ıslaha muhtaç vasıfları her şeyden önce arazi kapasitelerinin düşüklüğü ve bu suretle kış rutubetinin, vejetasyon devresinde bitkilerin istifadesine arzedilmek üzere toprakta kâfi miktarda depo edilememesidir. Bu toprakların arazi kapasitelerini yükseltmeye matuf tedbirler meyanında bilhassa toprağa kil ve humus ilâvesi düşünülmelidir. Diğer taraftan toprak işleme ve gübreleme tedbirleri de bu hususta müsait tesir icra etmektedir. Bu bakımdan kil topraklarının gayrimüsait hali bilhassa yeter miktarda mevcut toprak suyunun bitki için kabili istifade hale geçememesinden ileri gelmektedir.

Bitkilerin toprak suyundan faydalanmaları, yukarıda her vesile ile zikredildiği üzere toprak türlerine göre değişen bazı güçlüklerle karşılaşmaktadır. Bir taraftan kum topraklarında arazi kapasitesinin düşük ve taban suyu seviyesinin derinde bulunması ve diğer taraftan kil topraklarında pörsüme noktası rutubetinin yüksek ve toprak suyunun kapillar hareketinin pek yavaş olması bitkilerin topraktan vejetasyon devresinde artan su ihtiyaçlarına tekabül edecek miktarda su alabilmelerini güçleştirmektedir. İşte bu konuda bitkilerin toprak suyundan faydalanma derecesi bakımından toprakların su ekonomisi hakkında hüküm verirken gözönünde tutulması icabeden önemli bir faktör de bitki köklerinin toprak içindeki yayılma kesafetidir. Nitekim toprağın profil itibariyle ihtiyaç ettiği su miktarının ekolojik ve biyolojik değeri, onun bitkiler tarafından alınabilen kısmı ile ölçülmektedir. Bitki kökleri toprak içinde derinliğine ve genişliğine olarak ne kadar entansif şekilde yayılırlarsa, o derece geniş toprak yüzeyi ile temasa gelmiş olmakta ve bu ise taban suyundan ve toprak profilinin tek mil su ihtiyatından faydalanma imkânlarını o nisbette kolaylaştırmaktadır. Bundan dolayı toprakta entansif kök yayılışı yapan bitkiler topraktan kapillarite yolu ile su ikmaline geniş ölçüde bağlı kalmamaktadır. Bu hal bitkilerin ekseriyetle sathî kök yayılışı yaptıkları ağır topraklar için hususî önem kazanmaktadır. Kök yayılışı meselesi toprağın derin tabakalarındaki rutubetten faydalanan orman ağaçları için bilhassa hayati önemi haizdir. Bu ağaç türleri yüksek olan su ihtiyaçlarını ancak köklerini toprağın derin tabakalarına salmak ve toprak profilinde taban suyunun kapillar yükselme zonu ile

temas temin etmek suretiyle karşılayabilmektedirler. Bu bakımdan aynı toprak türünden sathî ve derin kök salan iki ağaç türünün rutubet temini farklı ölçüde olmaktadır. Bu noktai nazardan toprakta vertikal ve horizontal kök sahasını genişletmek ve köklerin yayılış kesafetini arttırmak bitkilerin su ihtiyaçları bakımından en elverişli tedbirler olarak zikredilebilir. Bu görüşe dayanarak toprak rutubetinin ekolojik tavsifinde toprak profilinin kabili istifade bütün rutubet ihtiyatı tek başına değil, bilâkis kök yayılışı ile birlikte mülâhaza edilmekte ve hükümlendirilmektedir. Bu suretle toprak profilinde köklerin yayılış sahası toprağın su ekonomisinde başlıbaşına bir faktör olarak nazarı itibare alınmaktadır. İşte bu esastan hareket edilerek son zamanlarda toprağın bitki tarafından faydalanılan su miktarı, köklerin yayılış sahasını içerisine alan toprak tabakasının kabili istifade su olarak depo edebildiği mm yağış miktarı ile ifade edilmekte ve bu yağış miktarına (mm yağış = 1 lit/m²) toprağın kabili istifade yağmur kapasitesi denmektedir. Durumu bir misalle açıklamak için sahife 40 daki cetvelde verilen kum toprağını ele alalım. Bu kum toprağının kabili istifade su muhtevası, cetvelde görüldüğü üzere 7 dir, yani bu toprağın 100 cm³ ünün bitkiye verebileceği su miktarı 7 gr dır. Eğer bu toprakta kök yayılış sahasının derinliği 150 cm ise, bu takdirde bu kum toprağının kabili istifade yağmur kapasitesi 105 mm yağışa tekabül etmektedir, yani 1 m² yüzeyinde ve 150 cm derinlikteki bir kum toprağı kitlesinin kabili istifade su miktarı 105 mm lik yağış suyuna balığ olmaktadır. Görülüyor ki bir toprağın kabili istifade yağmur kapasitesi geniş ölçüde toprakta köklerin yayılış imkânlarına tâbidir. Bu şekilde toprakların yağmur kapasitelerinin bilinmesiyle toprağa varan yağış sularından ne miktarının vejetasyon devresinde toprak tarafından bitkilerin istifadesine arzedilebileceği hususunda mukayeseye elverişli bir ölçü elde edilmiş olmaktadır. Ormancılıkta toprakların kabili istifade yağmur kapasitesi arttıkça meşcere bonitesi yükselir. Büyük orman mıntakalarında rutubet faktörünün minimumda olduğu yetişme muhitleri nadir değildir. Kurak mıntaka ormanlarında tatbik edilen her türlü silvikültür müdahalelerinin şekli ve derecesi daima su noksanlığı gözönünde tutulmak suretiyle tâyin edilmektedir. Ormancılıkta su noksanlığını alınacak direkt tedbirlerle gidermek umumiyetle mümkün değildir. Zira bir mıntakanın yıllık yağış miktarını arttırmak ve mevcut yağış rejimini ıslah etmek mümkün olamayacağı gibi sulama tedbirleri de ancak pek mahdut sahalara inhisar etmektedir. Şu hale göre kurak yetişme muhitlerinde su noksanlığının tesirleri ancak bazı endirekt tedbirlere başvurmak suretiyle kısmen tahfif edilebilmektedir. Bu cümleden olarak bilhassa şu ana tedbirler düşünülebilir :

- 1) Toprakta sathî akışı mümkün mertebe önlemek,

2). Toprak yüzünden buharlanmayı azaltmak ve

3) Toprağın su tutma kabiliyetini yükseltmek ve geçirgenlik hassalarını ıslah etmek.

Bu tedbirlerin tahakkuku için ormanda yapılması icabeden çeşitli müdahale ve muamelelerin başlıcaları şunlardır :

a) Işık ağaçlarından tereküp eden meşcerelere gölge ağaç türlerinin karıştırılması. Bilindiği üzere ışık ağaçları meşcere toprağını gevşek olarak örtmekte ve bu suretle toprak yüzünden vukubulan buharlanma miktarına geniş ölçüde mâni olamamaktadır. Bu hal bu meşcerelere gölge ağaçlarının karıştırılması ile kısmen ıslah edilmiş olmaktadır.

b) Toprağı hafif şekilde siperleyen bir alt tabaka tesisi. Bu alt tabakanın tesisi de yine meşcerenin üst tabakasının gevşek olması veya gevşetilmesi halinde toprak yüzünden buharlanmayı azaltma gayesine matuftur. Bu alt tabakanın kuvvetli tesis edilmesi üst meşcerenin su muvazenesini ihlâl edeceği cihetle zararlı olmaktadır.

c) Ormanda muhtelif ağaç türlerinden ibaret tabakalı bir meşcere kuruluşu yaratmak. Bu meşcere kuruluş tipi ormanda rutubet muhafazası bakımından en elverişlidir.

d) Kurak ve sıcak mıntakalarda aralama kesimleri ile sahada meşcere kapalılığını şiddetli şekilde bozmamalıdır. Her ne kadar meşcerenin fazla gevşetilmesi halinde bir taraftan meşcere toprağına varan yağış suyu miktarının artacağı ve diğer taraftan meşcerede eleman sayısının azaltılmış olması dolayısıyla su sarfiyatının düşük olacağı hatıra gelebilirse de bu düşünce realiteye uymamaktadır. Zira kurak ve sıcak bir mıntaka bahişi konusuna olduğuna göre burada esasen yağış miktarı buharlanmadan düşük bulunmaktadır. Binaenaleyh burada toprağına yağışın fazla varmasından ziyade şiddetli olan buharlanmanın önüne geçmek icabeder. Bundan başka fazla gevşetilmiş meşcere sahalarında sathî akış fazlaşmakta ve toprak yüzüne fazla ışığın varması dolayısıyla bilhassa sıcak mıntakalarda buharlanma pek şiddetli olmaktadır. Aynı zamanda fazla ışıklı meşcere sahalarını işgal eden kesif ot tabakası da (yabanlaşma) toprak rutubetinin geniş ölçüde sarf ve israf edilmesine sebep olur.

e) Fazla güneşli ve rüzgârlı güney mailelerinde traşlama kesimlerinden kaçınmak ve kesimleri itidal ve itina ile yapmak.

f) Meşcerede ölü örtü intifaından kaçınmak.

g) Yetişme muhitine uygun ağaç türü seçimi ve her türlü meşcere ve toprak bakımı usullerinin tatbiki suretiyle toprağın profil itibariyle humus muhtevasını artırmak ve meşcerenin kök sahasını genişletmek. Bu hususta en elverişli meşcereler yine karışık meşcerelerdir. Bu meşcerelerin yetişme muhitine göre bilhassa toprağı buharlanmaya karşı iyi

koruyan, ölü örtüsü kolay ayrışan ve toprağın biyolojik aktivitesini artıran ağaç türlerinden terekküp etmesi arzu edilir. İğne yapraklı ağaç meşcerelerine yapraklı ağaçların karıştırılması bu hususta daima iyi netice vermektedir. Karışık meşcerelerin bir faydası da bu meşcerelerin toprağın muhtelif tabakalarındaki sudan faydalanma iktidarında olmalarıdır.

Faydalanılan eserler :

1. Becker - Dillingen : Die Ernaehrung des Waldes. Berlin 1939.
2. Gutschick, V. : Forstliche Standortskunde. Hannover, 1950.
3. Irmak, A. : Toprak ilmi ders notları.
4. Jacob, A. : Der Boden (kurzes Lehrbuch der Bodenkunde). Berlin, 1956.
5. Laatsch, W. : Dynamik der mitteleuropaeischen Mineralböden. Dresden - Leipzig, 1957.
6. Lundegardh, H. : Klima und Boden. 5. Aufl., Jena, 1957.
7. Marbach, W. : Bodenkunde. 3. Aufl., Aarau, 1948.
8. Mitscherlich, A. : Bodenkunde für Landwirte, Forstwirte und Gaertner. Berlin - Hamburg, 1950.
9. Scheffer, F. - Schachtschabel, P. : Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde (I. Teil Bodenkunde). Stuttgart, 1956.
10. Scheffer F. - Welte, E. : Lehrbuch der Agrikulturchemie und Bodenkunde (II. Teil Pflanzenernaehrung). Stuttgart, 1955.
11. Schmalfluss, K. : Pflanzenernaehrung und Bodenkunde. Stuttgart, 1952.
12. Süchting, H. : Lehrbuch der Bodenkunde und Pflanzenernaehrung. Hannover, 1949.