

TOPRAK TUZLULUĞU VE BİTKİLER ÜZERİNDEKİ GENEL ETKİLERİ

Dr. Ertan ERUZ /

Toprak tuzluluğu, suda eriyebilen tuzların toprakta birikmesi ya da değiştirilebilir sodyumun adsorbsiyon kompleksi tarafından yüksek oranda tutulması sonucunda ortaya çıkmaktadır. Çeşitli tip ve düzeylerde tuzlanmaya uğrayan topraklar, Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Cl^- , SO_4^{--} gibi birinci derecede önemli iyonlarla K^+ , B^{+} , HCO_3^- , CO_3^{--} , NO_3^- gibi ikinci derecede önemli iyonların oluşturduğu tuzları içerirler. Anılan iyonların birinci ya da ikinci derecede önem taşımaları, doğada daha fazla ya da daha az görülmüş olmalarından kaynaklanmaktadır.

Tuzların asal kaynağı kayaları oluşturan minerallerdir. Minerallerin toprağa dönüşmek üzere ayrışması sırasında suda eriyebilir tuzlar serbest duruma geçmektedir. Bu tuzlar bol yağış alan bölgelerde yağış sularıyla toprağın derinliklerine doğru taşınmakta, oradan da drenaj suyuyla taban suyuna ve daha sonra da akarsulara ve denizlere ulaşmaktadır. Dolayısıyla nemli iklim koşullarında ancak büyük akarsu deltaları ve denize yakın yerlerde deniz etkisiyle tuzlanmış sahalar oluşabilmektedir. Kurak ve yarıkurak bölgelerde ise, yağış suları eriyebilir tuzları toprak içersinden yıkayıp uzaklaştıracak oranlara ulaşmadığından, tuzlar toprak içersinde birikirler. Bu açıklamalardan anlaşılmaktadır ki; tuzlu toprakların oluşumu nemli ve kurak iklim koşullarında farklılık göstermektedir. Nemli ve kurak sahalarında görülen tuzlu toprakların oluşumundaki farklılığa ilk olarak değinen araştırmacı Hilgard olmuştur. Hilgard tüm dünyadaki tuzlu toprakları iki ana gruba ayırmış ve deniz etkisiyle meydana gelenleri «Litoral tuzlu topraklar» deniz etkisinin görülmediği kurak ve yarıkurak alanlarda oluşanları da «Kontinental tuzlu topraklar» olarak adlandırmıştır (MUNSUZ 1969).

Toprak tuzluluğunun oluşumunda arazi şekli de önemli ölçüde etkili olmaktadır. Arazi şeklinin değişiklik gösterdiği yerlerde, özellikle çukur ve düzlüklerdeki topraklar eğimli alanlara göre daha yüksek oranlarda tuz içerirler. Öte yandan arazi şeklinin taban suyu düzeyinin yükselmesine neden olduğu alanlarda suda mevcut tuzlar kapillarite ve difüzyon olaylarının etkisiyle toprağın üst kısımlarına taşınarak burada tuzlanmaya yol açabilirler. Tuzluluğun oluşumunda bir diğer etken de toprak geçirgenliğinin düşük düzeyde bulunmasıdır. Buraya değin yapılan kısa açıklamalardan da anlaşılacağı üzere, tuzlu toprakların oluşumunda coğrafi mevki, iklim, anamateryal ve arazi şekli gibi ekolojik değişkenlerin etkili olduğunu görmekteyiz.

Doğal koşullarda toprakların tuzlanması olayları önemli ölçülerde yukarıda açıklandığı biçimlerde gerçeklik kazanmaktadır. Doğal koşulların dışında insanlar da toprakların tuzlanmasına neden olabilmektedirler. Örneğin fazla sulama su-

yunun uygulandığı yerlerde taban suyu düzeyinin yükselmesi, fazla tuzlu suların sulamada kullanılması ve toprağa yüksek oranlarda gübre verilmesi durumlarında tuzluluk sorunuyla karşılaşabilmektedir.

Toprak tuzluluğu ülkemiz tarım topraklarında bugün için önemli boyutlara ulaşmış bulunmaktadır. Özellikle kurak ve yarı kurak iklim koşullarının geçerli olduğu bölgelerimizde gerek doğal olarak, gerekse kültürel uygulamaların getirdiği yanlış sulamalar sonucu oluşmuş tuzlu toprakların büyük bir bölümü tarımsal açıdan potansiyeli yüksek bölgelerimizde yer almaktadır (AKALIN, BEYCE ve ÖZKAN 1976). Ülke tarımı bakımından önemli sakıncalar getiren bu duruma karşın orman topraklarında genel olarak tuzluluk sorunu görülmemektedir. Bunun başlıca nedeni ormanların çoğunlukla eğimli arazilerde bulunması ve bu sahalarda etkili olan iklim koşullarıdır. Ancak yerel ölçülerdeki kimi ormancılık uygulamaları sırasında tuzluluk sorunu olarak yine de karşımıza çıkmaktadır. Örneğin fidanlık kuruluşu ve faaliyetleri, rüzgâr perdeleri tesisi, deniz etkisinin görüldüğü yerlerle hafif tuzlu toprakların çeşitli amaçlarla ağaçlandırılması sırasında bu yönde sorunlarla karşılaşmakta ve konu bu açıdan ilgi alanımıza girmektedir. Bu amaçla ormancılığımızda yerel boyutlarda da olsa anılan yönde ortaya çıkabilecek sorunlara çözüm getirici çalışmaların yapılması, kuşkusuz bir noktada zorunludur. Bu nedenle yalnızca konunun aydınlatılabilmesi ve vurgulanabilmesi bakımından bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

1. TUZLU TOPRAKLARIN SINIFLANDIRILMASI

Dünya üzerinde geniş bir yer kaplayan tuzlu topraklara çeşitli ülkelerde değişik isimler verilmektedir. Bu doğrultuda yapılan sınıflandırmalarda genellikle toprakta bulunan tuzların cinsi, miktarı ve toprak profilindeki dağılımı temel ölçütler olarak alınmıştır. Ancak Gedroiz, Hilgard, Hissing, Kelley ve De Sigmond gibi uzun yıllar tuzlu topraklar üzerinde çalışmış araştırmacıların benzer karakterdeki tuzlu toprakları değişik terimlerle ifade etmiş olmalarından da anlaşılacağı üzere bu topraklar için kullanılan terminolojinin henüz gelişme safhasında olduğu görülmektedir (AYYILDIZ ve SÖNMEZ 1964, KREEB 1964, SCHARRER und LINSER 1972). Çeşitli literatürlerde çoğunlukla söz konusu olan sınıflandırmalar Amerikan sistemi esas alınarak tablo 1 de karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri Kaliforniya eyaletinde 1937 yılında kurulan «River-side Tuzluluk Laboratuvarı» tarafından De Sigmond ve Gedroiz'in değerlendirilmesine dayanarak yapılan sınıflandırma, bugün için en iyi sınıflandırma olarak çoğunlukla benimsenmektedir. Tuzlu ve sodyumlu toprakları tanımlamada ülkemizde de kullanılan bu sınıflandırmaya göre, söz konusu topraklar başlıca üç asal grupta toplanmaktadır (SÖNMEZ ve AYYILDIZ 1964).

1.1. Tuzlu topraklar

Saturasyon ekstraktının 25°C'deki elektriki iletkenliği 4 mmho/cm den fazla ve değiştirilebilir sodyum yüzdesi 15 den az olan topraklardır. pH değeri genel olarak 8.5 dan daha düşüktür. Sodyum katyonu diğer katyonlara göre yüksek oranda olmakla birlikte öbür gruptaki toprakların sodyum değerlerinden daha düşük düzeydedir. Bu gruptaki topraklarda sodyum katyonundan başka değişik oranlarda kalsiyum ve magnezyumla, çok düşük oranda potasyum katyonları vardır. Anyonlardan ise en fazla klor ve sülfat, düşük oranda da bikarbonat ve nitrat anyonları bulunur.

Tuzlu topraklar kolay çözünebilir tuzların yanında güç çözünen kalsiyum sülfatla, kalsiyum ve magnezyum karbonat gibi tuzları da içerirler.

1.2. Tuzlu - alkali topraklar

Saturasyon ekstraktının 25°C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmho/cm'den çok fazla ve değiştirilebilir sodyum yüzdesi 15'den büyük olan topraklardır. Fazla tuzlar yıkanmaya uğradığında, değiştirilebilir sodyum iyonu hidroliz sonucunda sodyum hidrokside dönüşür. Sodyum hidroksit ise ortamdaki karbondioksidi absorbe ederek sodyum karbonatı oluşturur. Bu koşullarda pH 8.5'in üzerine çıkar ve toprak kuvvetli bazik bir reaksiyon göstermeye başlar. Çözünebilir tuzların tekrar fazlalaşması durumunda pH 8.5'in altına düşer. Bu topraklar tuzlulaşma ve alkalileşme olaylarının birlikte etkili rol oynamaları sonucunda ortaya çıkarlar.

1.3. Tuzsuz - alkali topraklar

Saturasyon ekstraktının 25°C'deki elektriksel iletkenliği 4 mmho/cm'den az değiştirilebilir sodyum yüzdesi 15'in çok üstünde olan topraklardır. pH değerleri ise 8.5 - 10 arasında değişir. Toprağın kil fraksiyonu sodyum ile doymuş olduğundan dispers durumdadır. Bu durumdaki kil sularla alt horizonlara taşınır ve biriktiği yerde geçirgenliği düşük olan bir tabaka oluşturur. Öte yandan yüksek pH derecesi ve değiştirilebilir sodyum yüzdesi topraktaki organik maddenin çözünmesine ve dispers duruma geçmesine neden olur. Organik maddenin buharlaşmasıyla toprak yüzeyinde birikmesi sonucundaysa siyah renkli bir tabaka ortaya çıkar.

Amerika Birleşik Devletlerinin batısında mevcut bazı tuzsuz - alkali toprakların değiştirilebilir sodyum yüzdesi 15'den yukarı olmasına karşın, toprağın reaksiyonunun 6'ya kadar düştüğü görülmüştür. Bu durum, toprakta kirecin bulunmaması ve yıkanma ile bir kısım değiştirilebilir sodyum yerine hidrojen katyonunun geçmesinden ileri gelir. Bu topraklar, yıkanmayla ilgili olarak ortaya çıkan değişiklikten dolayı «**degrade alkali topraklar**» olarak tanımlanmaktadır. Ancak Ruslar bu özellikteki topraklar için «**Solod**» terimini kullanmaktadırlar (KREEB 1964).

Tablo 1

Tuzlu toprakların sınıflandırılması (Kreeb 1964)

(EC : Saturasyon ekstraktının 25 °C'deki elektriksel iletkenliği, DSY : Değiştirilebilir sodyum yüzdesi)

Rusya	Amerika Birleşik Devletleri		Karakteristik özellikleri
	Hilgard sistemi	ABD tuzluluk laboratuvarı	
Tuzlu topraklar ve Solonçak	Beyaz alkali	Tuzlu topraklar	EC . 4 pH < 8.5
	Beyaz alkali	Tuzlu - alkali topraklar	EC > 4 DSY > 15 pH > 8.5
Solonetz	Siyah alkali	Tuzsuz - alkali topraklar	EG < 4 DSY > 15 pH = 8.5 - 10
Solod	Degrade siyah alkali topraklar	Degrade alkali topraklar	pH < 7

2. TOPRAK TUZLULUĞUNUN ÖLÇÜLMESİNE İLİŞKİN YÖNTEMLER

Tuzlar (NaCl, CaCl₂, MgSO₄ vb.) suda çözümleri durumunda kendiliğinden ayırma sonucunda iyonlaşmaya uğrarlar. Bu şekilde meydana gelen iyonlar, çözeltinin elektrolizi sırasında elektrik akımının taşınmasını sağlarlar. Tuz çözeltisi gibi elektriği iletme özelliğine sahip çözeltiler «**elektrolit**» olarak adlandırılmıştır. Elektrolitlerin iletkenliği Wheatstone köprüsü ilkesine dayanan Kohlrausch yöntemiyle ölçülür.¹ Wheatstone köprüsü ilkesine dayanan birçok cihaz yapılmış olup bunlara «**konduktometre**» adı verilmiştir. Konduktometrelerle yapılan ölçmelere göre bir çözeltinin elektriksel iletkenliği direncin tersi olarak değerlendirilir.² Bu nedenle elektriksel iletkenliğin birimi «**spesifik direnç**» biriminin tersi anlamına gelen mho/cm (1/ohm cm) dir. Bu standart bir birimdir ve büyük bir değeri ifade eder. Alt birimler olarak da mmho/cm (1 mho/cm = 10³ mmho/cm) ve mikromho/cm (1 mho/cm = 10⁶ mikromho/cm) kullanılır.³

Bir elektrolitin, örneğin bir tuz çözeltisinin, elektriksel iletkenliği sıcaklığın artmasıyla orantılı olarak artar (her santigrat derecesi için yaklaşık % 2 kadar). Bu nedenle tuz miktarının hesaplanmasını kolaylaştırmak için konduktometrelerle yapılan ölçmeler ya standart sıcaklıkta (25°C) ya da mevcut ölçme sıcaklığı saptanarak çevirme tabloları yoluyla standart sıcaklığa uygun değerler bulunması biçiminde yapılır (ÖZTAN ve ÜLGEN 1961). Öte yandan elektriksel iletkenlik değerleri çözeltinin iyon konsantrasyonu ile doğru orantılı olarak artış gösterir. Elektriksel iletkenlik değerleri ile çözeltinin tuz konsantrasyonu arasındaki bu ilişki, tuz çözeltilerinde yapılan ölçmelerin değerlendirilmesini kolaylaştırması bakımından önem taşır.

Toprak tuzluluğunun saptanabilmesi için - buraya değin yapılan açıklamalardan anlaşılacağı üzere - öncelikle toprakta bulunan tuzları içeren bir çözeltinin (toprak su ekstraktı) hazırlanması gerekmektedir. Kuşkusuz yüksek miktarda su ile karıştırılan topraktan ekstrakt elde etmek çok kolaydır. Ancak toprak örneğindeki tuzu çözmek için kullanılacak su miktarı amaca göre ayarlanmalıdır. Şöyle ki :

1. Eğer amaç toprağın tuz konsantrasyonu ile bitki gelişimi arasındaki ilişkiyi incelemekse, eklenecek suyun toprağı doymun duruma getirecek oranda bulunması uygun görülür (SÖNMEZ ve AYYILDIZ 1964). Suyu karıştırılarak doymun duruma getirilen toprağı «**saturasyon toprak macunu**» adı verilmektedir. Saturasyon toprak macunu, vakumla ya da basınçla filtre edilir ve çıkan ekstraktın (saturasyon ekstraktı) elektriksel iletkenliği ölçülür. Elde edilen değer toprak tuzluluğunun hesaplanmasında kullanılır. Kuşkusuz bitki gelişimi ile topraktaki tuz konsantrasyonu arasındaki ilişkiler incelenirken, toprağın doğal koşullarda tutabileceği en yüksek su miktarıyla, bitkilerin yaşaması için gerekli olan en düşük su miktarı (daimi pörsüme yüzdesi) gözönüne alınmalıdır. Ancak konduktometrelerde ölçülebilecek yeterli oranda ekstrakt elde edebilmek için, daha önce anlatıldığı şekilde saturasyon toprak macunu hazırlamak gerekmektedir. Bununla birlikte saturasyon toprak macunundan elde edilen saturasyon ekstraktındaki tuz konsantrasyonu, en düşük ve en yüksek su miktarında bir ekstrakt elde edilmesi durumunda bulunacak tuz konsant-

¹ Bu konuda ayrıntılı bilgi için «BERKEM 1971'e» bakınız

² Bir iletkenin elektriksel iletkenliği o iletkenin elektriksel direncinin tersi olarak tanımlanmaktadır.

³ Elektriksel iletkenlik (Electrical conductivity) EC sembolü ile gösterilir. EC sembolü ile Mho/cm birimiyle ölçülen değerler, ECX10³ ile mmho/cm birimiyle ölçülen değerler ve ECX10⁶ ile ise mikromho/cm birimiyle ölçülen değerler anlaşılır.

rasyonuyla ilişkiye getirilebilmektedir. Yapılan çalışmalar, çeşitli tekstürdeki topraklarda uygulanan ölçmelere göre toprak macunundaki suyun tuz konsantrasyonu, en düşük su miktarındaki tuz konsantrasyonunun dörtte biri, en yüksek su miktarındaki konsantrasyonun ise yarısı kadar olduğunu göstermektedir.

2. Eğer amaç toprağa yapılan işlemin sonucundaki tuz değişimiyle zamana bağlı olarak oluşması beklenen tuz değişimini saptamak ise, toprak/su oranları 1/1 ya da 1/5 olan karışımlar kullanılır. Bu karışımlardan ekstrakt elde edebilmek için vakum yada basınç kullanmadan yalnızca filtre kâğıdından süzmek yeterlidir.¹ Ancak bu şekilde elde edilen ekstraktlarda saptanan tuzluluk değerlerinin güvenilirlik dereceleri, mevcut tuzların cinsine bağlı olarak değişiklik gösterir. Klor anyonu içeren tuzların çözünürlüğü yüksek olduğundan toprak/su oranlarına göre ortaya çıkacak değişim çok az olduğu halde, sülfat ya da karbonat anyonu içeren tuzların çözünürlüğü düşük olduğundan toprak/su oranlarına göre ortaya çıkacak değişim önemli düzeydedir. Bu nedenle tuzluluk tayinlerinde yöntemin bu sakıncası gözönüne alınmalıdır.

Toprağın içerdiği tuz miktarı ise, saturasyon ekstraktında 25°C de yapılan elektriksel iletkenlik ölçmelerinden yararlanarak saptanabilmektedir. Bunun için aşağıdaki ampirik formüller kullanılmaktadır.

$$\text{Çözeltide } \% \text{ tuz} : 0.064 \times \text{EC} \times 10^3$$

$$\text{Toprakta } \% \text{ tuz} : (\text{çözeltide } \% \text{ tuz} \times \text{toprakta } \% \text{ su}) / 100$$

Ote yandan yine saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenlik değerlerinden yararlanmak suretiyle - bitkinin su ve besin maddesi alımında önemli bir etkiye sahip olan - saturasyon ekstraktının ozmotik basıncı hesaplanabilmektedir :

$$\text{Ozmotik basınç} : 0.36 \times \text{EC} \times 10^3$$

Elektriksel iletkenlik değerleri ile toprağın % tuz ve saturasyon ekstraktının ozmotik basınç değerleri arasındaki ilişkiler - yukarıdaki formüller kullanılmak suretiyle çizilen - şekil 1 de gösterilmiştir. Şeklin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenliği ile değişik tekstürdeki toprakların % tuz değerleri ilişkiye getirilebilmektedir. Ancak bunun için saturasyon yüzdesinin saptanması gerekir.²

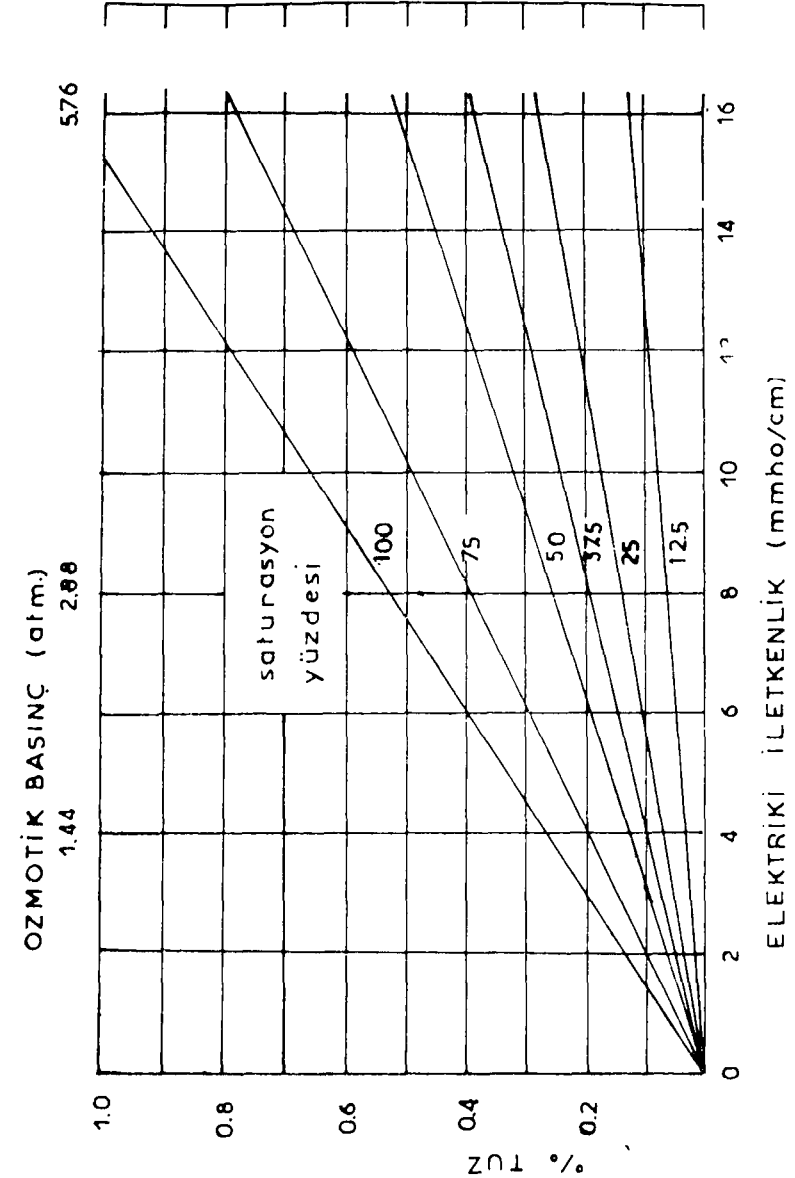
3. TOPRAK TUZLULUĞUNUN BİTKİLER ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Bitkilerin optimum bir gelişim gösterebilmesi için, diğer çevre koşulları yanında, kök ortamındaki besin maddelerinin de optimum miktarlarda bulunması gerekir (ÇEPEL 1978). Ancak bu koşullarda dengeli bir beslenmeden söz edilebilir. Toprak tuzluluğu, bitkinin su ve besin maddesi alımını olumsuz yönde etkilemesi nedeniyle, dengeli beslenme için uygun olmayan koşullar yaratır.

Normal koşullarda bitkinin su alımını temelde kök hücrelerinde ve kök ortamındaki (toprak çözeltisindeki) ozmotik koşullar ayarlar. Suyun devamlı alınabilmesi için kök hücrelerindeki ozmotik değerini toprak çözeltisinin ozmotik değerinden yüksek olması gerekir. Oysa toprakta bulunan tuzlar kök ortamında yüksek bir ozmotik değeri ortaya çıkmasına neden olurlar. Bu durumda bitkinin su gereksin-

¹ Saturasyon (doğgunluk) ekstraktı ile toprak/su oranları 1/1 ya da 1/5 olan ekstraktların elde edilmesiyle ilgili yöntemler için «Gülçür 1974» e bakınız.

² Saturasyon yüzdesi toprakların doymuş (satüre) durumunda tutabildiği su oranıdır.



Şekil 1 : Değişik tekstürdeki topraklara ilişkin saturasyon ekstraktının elektriksel iletkenlik değerleriyle toprağın % tuz ve ozmotik basınç arasındaki ilişkileri (KREB 1964).

mesi karşılanamadığı gibi, aşırı tuzlu ortamlarda köklerden toprak çözeltisine doğru bir su kaybı (dehidratasyon) da olabilir (MENGEL 1972 ve VARDAR 1972). Bununla birlikte bitki kökleri, ozmotik basınç farklarına bağlı bulunmazsınız, metabolik olaylar sonucunda ortamdan bitki türüne göre değişen az yada çok oranda aktif olarak iyon alabilirler.² Bu şekilde kök hücrelerinin artan ozmotik değerine bağlı olarak su alımının devamlılığı sağlanır. Ancak bu durumda kök hücrelerinde iyon konsantrasyonunun artmasıyla orantılı biçimde az ya da çok şiddette toksik etkiler söz konusu olabilir. Bunlardan başka toprak tuzluluğunun bitkinin dengeli beslenmesi üzerinde yarattığı diğer bir olumsuz etkisi de ortamda bulunan bazı iyonların kökler tarafından alımının engellemesidir. Bunun nedeni kök ortamında yüksek oranda bulunan iyonların metabolizmayı olumsuz yönde etkilemeleri sonucunda kimi iyonların aktif alımının engellenmesidir (MENGEL 1972).

Dengeli beslenmeyi sınırlayan tüm bu olumsuz koşullara, ortamda bulunan tuzun cinsi, kompozisyonu ve miktarlarına bağlı olarak çeşitli bitkiler farklı derecelerde reaksiyonlar gösterirler. Kimi bitkilerin tuza gösterdiği dayanıklılığa karşın kimileri çok az miktardaki tuza dahi dayanıklılık gösteremezler. Tuza dayanıklı bitkiler, dayanıklı olmayan bitkilere göre metabolizmalarını değiştirerek tuzlu koşullara bir ölçüde uyum sağlayabilmektedirler. Bununla birlikte tuzlu koşullara tümüyle uyum sağlamış olan bitkiler de bulunmaktadır. Normal gelişmeleri için tuz kullanılan bu bitkiler «halofitler» adı altında ayrı bir grupta incelenirler. Tuzlu koşullara uyum sağlama yetenekleri sınırlı olan bitkiler ise «glikofitler» adı altında toplanmışlardır. Glikofitler tuza dayanıklılıklarına göre çok hassas, az hassas, hassas olarak sınıflandırılırlar (VARDAR 1972). Öte yandan Amerika Birleşik Devletleri Riverside tuzluluk laboratuvarı elemanları tarafından yapılan ve uygulamada da kullanılmakta olan bu konuya ilişkin aşağıdaki sınıflandırmada bitkilerin tuza dayanıklılığı, elektriksel iletkenlik ve tuz konsantrasyonu değerleri ile ilişkiye getirilerek gösterilmiştir (ERENÇİN 1971).

Saturasyon ekstraktının Elektrik iletkenliği mmho/cm	Toprağın % tuz miktarı	Bitkilerin tuza dayanıklılığı
0 - 2	0,0 - 0,14	Tuzluluk tesirleri çoğu dükla ihmal edilebilir.
2 - 4	0,14 - 0,28	Çok hassas bitkiler zarar görebilir.
4 - 8	0,28 - 0,56	Çoğu bitkiler zarar görebilir.
8 - 16	0,56 - 1,12	Yalnızca dayanıklı bitkiler yetiştirilebilir.
> 16	> 1,12	Yalnızca çok dayanıklı birkaç bitki yetiştirilebilir.

¹ Ozmoz olayı belli geçirgenliği olan bir zarla (örneğin hücre zarı) ayrılmış olan iki sistem (örneğin kök hücreleriyle toprak çözeltisi) arasında iyon ya da moleküllerin geçişi diye tanımlanır. Ancak bu geçişin olabilmesi için sistemler arasında yoğunluk farkı olması gerekir. Her iki sistemin yoğunluklarına bağlı olan ve ozmotik basıncı meydana getiren potansiyel bir değeri vardır. Ozmotik değer olarak tanımlanan bu özellik bitkilerin hücre ve dokularının su metabolizmaları bakımından çok önemli bir değerdir ve bitkiden bitkiye, dokudan dokuya hatta hücreden hücreye çok değişiklik gösterir (Bu konuda ayrıntılı bilgi için BERKEM 1972, VARDAR 1972 ve LYR, POLSTER und FIEDLER 1967'ye bakınız).

² Bitkilerin madde alımında pasif ve aktif olmak üzere başlıca iki olay etkendir. Pasif madde alımında yalnızca fiziksel olaylar etken olmasına karşın aktif madde alımında metabolik olaylar etkendir. Aktif madde alımına ilk olarak değinen Pfeffer (1900), plâzmanın besin ortamındaki çeşitli elementlerle kimyasal bileşikler yaptığını ve sonra bu elementlerin hücre içinde oluşan metabolik olaylarla serbest duruma geçtiğini belirtmiştir (Bu konuda ayrıntılı bilgi için «MENGEL 1972 ve VARDAR 1972» e bakınız).

Tuzlu koşulların yarattığı olumsuz etkilerle bitkinin fizyolojik, anatomik ve morfolojik özelliklerinde değişiklikler görülür (GÜNER 1971, KREEB 1964). Fizyolojik değişiklikler fotosentez, solunum, azot ve karbonhidrat metabolizması, enzim reaksiyonlarının aktivitesi ve suyun değişim intensitesi gibi olayların hızındaki farklılıklarla ortaya çıkar. Bunların araştırılmasındaki güçlük düşünüldüğünde, daha yalın bir yöntem olarak hücredeki mevcut kimi maddelerin miktarındaki değişiklikler saptanarak daha kolay bir yol izleme olanağı vardır. Anatomik yapıdaki değişiklikler (sukkulentiğin ortaya çıkması, stomaların sayısının azalması ya da artması, protoplazmanın hücre zarından ayrılması vb.) özellikle bitki türüne ve topraktaki tuz oranına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Bu nedenle tuzlu koşullarda bitkinin anatomik yapısında oluşan değişikliklerle ilgili genel bir kural ortaya çıkmamıştır. Fizyolojik ve anatomik değişikliklere bağlı olarak bitkilerin dış görünüşlerinde de değişimler, örneğin renk ve biçim bozulmaları görülür. Gerek biçimsel değişimler, gerekse renkte ortaya çıkan arazların (yanıklar) karakteri ve oluşum hızı bitkinin biyolojik özelliklerine ve ortamın tuzluluk tipine bağlıdır. Bununla birlikte genellikle tuzlu koşullarda yetişen bitkilerin yeterince büyüyemediği ve bodur kaldıkları bilinmektedir (GÜNER 1971, MENGEL 1972).

KAYNAKLAR

- AKALIN, I. Ö. BEYCE ve İ. ÖZKAN, 1976. Küçük Menderes Vadisi tuzlu topraklarının ıslahında kullanılacak yıkama metodu ve yıkama suyu miktarının tespiti. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu, Proje No. TOAG 243.
- BERKEM, A. R. 1971. Elektrokimya tatbikatı. Şirketi Mürettibine Basımevi, İstanbul.
- BERKEM, A. R. 1972. Modern Fizikokimya. Şirketi Mürettibine Basımevi, İstanbul.
- ÇEPEL, N. 1978. Orman Ekolojisi. Taş Matbaası, İstanbul.
- ERENÇİN, M. 1971. Salzbevegung und Versalzungstendenz in einigen zentralanatolischen Ackerböden unter dem Einfluss von Bewirtschaftung und Bewässerung.
- GULÇUR, F. 1974. Toprağın fiziksel ve kimyasal analiz metodları. Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- GÜNER, H. 1971. Bitkilerde tuz toleransının fizyolojik temelleri. Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova - İzmir.
- KREEB, K. 1964. Ökologische Grundlagen der Bewässerungskulturen in den Subtropen. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart.
- LYR, H. POLSTER und H. J. FIEDLER, 1967. Gehölzphysiologie. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- MENGEL, K. 1972. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Fischer Verlag, Stuttgart.

MUNSUZ, N. 1969. Malya Devlet üretme çiftliği çorak toprakları, oluş sebepleri ve ıslah çareleri. Ankara Üniversitesi Basımevi.

OZTAN, B. ve H. ÜLGEN, 1961. Saturasyon macununda ve ekstraktındaki tuz tayinleri. Tarım Bakanlığı, Toprak Su Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Teknik Yayınları, Sayı 7, Ankara.

SCHARRER, K. und H. LINSER, 1966. Handbuch der Pflanzenernährung und Düngung. Zweiter Band. Springer - Verlag, Wien. Newyork.

SÖNMEZ, N. ve M. AYYILDIZ, 1964. Tuzlu ve sodyumlu toprakların teşhis ve ıslahları. Ankara Üniversitesi Basımevi.

VARDAR, Y. 1972. Bitki Fizyolojisi Dersleri I (Bitkilerin metabolik olayları). Ege Üniversitesi Matbaası, Bornova - İzmir.