

TOPRAĞIN REAKSİYONU VE TOPRAK REAKSİYONUNUN BİTKİ BESİN MADDELERİNDEN OLAN İSTİFADEYE TESİRİ

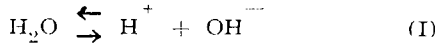
Derleyen

Dr. Faik GÜLÇUR

Bitkilerin yetiştiği ve geliştiği bir ortam olan toprakta cereyan eden fiziko-şimik olayların en önemlilerinden birisi de hiç şüphesiz reaksiyonudur. Toprakların çeşitli yönden ıslahında, gübrenmesinde, topraktaki mikrobiyolojik faaliyet hakkında bilgi edinilmesinde, yapılacak silvikültür müdahalelerinde, muayyen sahalarda ağaçlandırmak için ağaç türlerinin seçilmesinde, hülâsa olarak ziraat ve ormancılıkta, toprak reaksiyonunun bilinmesinde büyük bir zaruret vardır.

Reaksiyon terimi bir ortamın asit, nötr veyahut alkalen olduğunu ifade etmek için kullanılır ve kısaca pH remzi ile gösterilir. Bir ortamın pH sı denince, o ortamda mevcut hidrojen iyonu konsantrasyonu kast edilmiş olur. Hidrojen iyonu konsantrasyonu denince de, bir çözeltinin 100 cm³ ünde mevcut hidrojen iyonlarının gram olarak miktarı anlaşılır. 21 C° deki saf suda litrede 0,0000001 gram hidrojen iyonu ve 0,0000001 gram hidroksil iyonu bulunur. Bu itibarla reaksiyonu nötrdür, yani H⁺ ve OH⁻ iyonları miktarı birbirine denktir.

Destillenmiş suyun iyonlaşması muayyen bir sıcaklıkta sabittir. Bu



denklemleriyle gösterilebilir. Kitlelerin tesiri kanunu göz önünde tutularak suyun iyonlaşması:

$$\frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]}{[\text{H}_2\text{O}]} = K \text{ (sabit)} \quad (\text{II})$$

denklemleriyle ifade edilebilir. 555 milyon molekül sudan 1 molekül su iyonlaşır. Bu ise çok küçük ve kabili ihmal bir miktardır. Bu itibarla (II) numaralı denklemin paydasında bulunan H₂O kısmını sabit kabul etmekle büyük bir hata yapılmamış olur. Bu taktirde (II) numaralı denklem

$$[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-] = K \text{ (sabit)} \quad (\text{III})$$

şeklini alır.

1 litre suda 10^{-7} gram H^+ ve 10^{-7} gram OH^- iyonu bulunduğunu yukarıda ifade etmiştik. Bu değerleri (III) denkleminde yerine koyarsak

$$10^{-7} \cdot 10^{-7} = 10^{-14} \quad (IV)$$

olur. Bu son denklem bir çarpımın daima 10^{-14} halinde sabit kaldığını ifade etmek-
tedir. O halde (III) numaralı denklemde H^+ iyonu 10^{-7} değerinden 10^{-6} ya yük-
selecek olursa, OH^- iyonu değeri de 10^{-7} dan 10^{-8} e düşecek ve bu suretle
 $10^{-6} \cdot 10^{-8} = 10^{-14}$ eşitliği korunmuş olacaktır. Başka bir ifade ile hidrojen iyon-
larındaki her artma, hidrösil iyonlarında aynı nisbette bir azalmayı icab ettirecek-
tir. Aynı surette, OH^- iyonlarındaki bir artma da H^+ iyonlarında aynı oranda bir
azalmayı icab ettirecektir. O halde bir ortamın reaksiyonu yalnız H^+ veya sadece
 OH^- iyonlarının konsantrasyonlarını tayin etmekle bulunabilir. Hidrojen iyonu kon-
santrasyonunu tayin etmek daha kolay olduğundan, reaksiyonun hidrojen iyonu
konsantrasyonunu bildirmek suretiyle ifadesi umumen kabul edilmiştir.

Reaksiyonu nötr olan bir ortamda 21 C° de $[H^+] = 10^{-7}$ dir. Bu renklemnin
logaritması alınrsa:

$$\text{Log. } [H^+] = -7 \quad (V)$$

olur. (V) numaralı denklemin her iki tarafı (-1) ile çarpılırsa

$$-\text{Log. } [H^+] = 7 \quad (VI)$$

bulunur. $-\text{Log. } [H^+]$ ifadesi basitleştirilerek pH sembolü ile gösterilir. O halde
pH, hidrojen iyonu konsantrasyonunun negatif logaritmasını ifade eder. (VI) nu-
maralı denklemde $-\text{Log. } [H^+]$ yerine pH yazarsak denklem $pH = 7$ olur.

Bir ortamın pH sı 7 olursa ortam reaksiyon itibariyle nötrdür. 7 nin altındaki
pH değerleri asitliği, üstündeki pH değerleri ise alkallenliği gösterir. Sembolün loga-
ritmik karakterinden dolayı, pH değerinde vaki olacak bir ünite düşüş ortamdaki
asitliğin 10 misli artmış olmasına delalet eder, yani, pH sı 5 olan bir ortamın asit-
liği, pH sı 6 olan bir ortamın asitliğinden 10 misli fazladır.

Toprakların asitliği 1 no. lu cetvelde gösterildiği şekilde sınıflandırılmaktadır(1).

CETVEL : 1

4.0 — 4.5	pH	Ekstrem asitlik (Extrem acidity)
4.5 — 5.0	"	Çok şiddetli asitlik (very strong acidity)
5.0 — 5.5	"	Şiddetli asitlik (Strong acidity)
5.5 — 6.0	"	Orta asitlik (Medium acidity)
6.0 — 6.5	"	Hafif asitlik (slight acidity)
6.5 — 7.0	"	Çok hafif asitlik (very slight acidity)
7.0 — 8.0	"	Hafif alkallenlik (Slight alkalinity)
8.0 — 8.5	"	Orta alkallenlik (Moderate alkalinity)
8.5 — 9.5	"	Şiddetli alkallenlik (Strong alkalinity)
9.0 — 10.0	"	Çok şiddetli alkallenlik (Very strong alkalinity)

Tabii toprakların pH değerleri takriben 4 — 10 arasında değişir. Hümit mün-
tika toprakları umumiyetle asit, arit muntika toprakları ise umumiyetle alkalendir.
Yüksek nisbette kireç ihtiva eden tortullar üzerinde gelişen topraklar genel olarak
alkalendir ve pH değerleri takriben 7.5 dir. Fakat yüksek nisbette $CaCO_3$ ihtiva
eden toprakların pH sı 8.5 a kadar yükselebilir. Sodyumun mevcudiyeti daha yük-
sek pH değerlerinin bulunmasına amil olur. Bu itibarla pH nın 8.5 ı aştığı yerlerde
sodyumun mevcudiyeti yüksek bir ihtimal dahiline girer (2).

Zonal toprakların tipik mümessillerinden olan podsoller, lateritler ve ıslak preri
toprakları asit, çernozemler nötr, çöl toprakları alkalemler reaksiyonadırlar (3).

Toprakta asitliği veya alkallenliği meydana getiren amillere kısaca temas ede-
cek olursak asitliğin, bazların yıkanması ve yerine hidrojen iyonlarının gelmesinden,
alkallenliğin ise bazların birikmesinden meydana geldiğini görürüz. Hümit rejyon-
larda bazların bertaraf edilmesi yıkanma ile olur; arit muntikalarda yıkanma nok-
san olduğundan mineral ve taşların ayrışmasıyla meydana gelen bazlar birikir. Ke-
za, arit muntakalardaki taban suyu her hangi bir sebeple yüzeye yakın gelirse kapi-
lar şekilde yükselir ve getirdiği tuzlar yüzeyde birikir. Tuzların birikmesi alkalemler
şartlara sebebiyet verir (3). Bir toprak profilinin muhtelif horizonlarının pH değer-
leri de farklı olabilir. Bu fark toprağın genetik gelişmesiyle ilgili olabildiği gibi,
gübreleme, kireçleme v.s. gibi insani müdahaleler sonunda da meydana gelebilir.

Toprak asitliğinin çeşitleri : Her hangi bir çözeltide pH ile hidrojen iyonu kon-
santrasyonu arasında hattı bir münasebet vardır. Fakat toprak suspansiyonlarının
pH sı bahis konusu olduğu takdirde durum biraz farklıdır. Bir toprak suspansiyon-
unda toprak suyu sıvı faz'ı, toprağın mineral ve organik parçacıkları ise katı faz'ı
teşkil eder. Bir su-toprak sisteminin pH sı toprak çözeltisinin pH sı takribi ola-
rarak gösterir, fakat sistemin total asitliğini göstermez. Bunun sebebi toprakların
katyon mübadelesi yapma kabiliyetidir (4). Toprak katı fazında bulunan ve kolloi-
dal dimenzionlara kadar ufalanmış olan inorganik ve organik maddeler (kil ve
humus) mübadele reaksiyonunun müsebbibidirler. Bunlara toprağın mübadele komp-
leksi denir. Toprağın mübadele kompleksine dahil olan materyal negatif bir elektrik
yüküne sahiptir ve toprak suyunda mevcut katyonları adsorbsiyon yoluyla tutmaya
ve bunları toprağa dahil olan diğer katyonlarla mübadele etmeye kabiliyetlidirler.

Toprak için en önemli olan katyonlar H^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ dir.

Toprak su ile muamele edilince toprak mübadele kompleksine bağlı hidrojen
iyonlarından bir kısmı iyonize olarak toprak suyuna geçer ve toprak-su sisteminde,
mübadele kompleksine bağ katanlar ile iyonize olan H^+ iyonları arasında bir den-
ge teessüs eder. Böyle bir toprak-su sisteminin pH sına "aktüel asitlik" denir. Top-
rak çözeltisinde aktüel asitliği meydana getiren hidrojen iyonları bir hidrösil ile
nötrleştirilir veya diğer bir yolla ortamdaki ayrılırsa, toprak mübadele kompleksi
tarafından tutulmakta olan diğer hidrojen iyonları ortama dahil olurlar ve "potan-
siyel asitlik" i meydana getirirler (5). O halde bir toprağın total asitliği, o toprağın
aktüel asitliği ile potansiyel asitliği toplamına eşittir. Bir toprağın total asitliği, akt-
üel asitliğinden daima daha büyüktür (4).

Asit toprakların nötrleştirilmesinde, yahut düşük pH değerlerinin arzu edilen
bir seviyeye yükselmesinde potansiyel asitliğin bilinmesine mutlak zaruret vardır.
Bunu bir misâl ile izah edelim:

pH sı 5 ve tarla şartları altındaki rutubeti % 20 olan bir balçık toprağı düşü-
nelim. Bu miktar rutubet 20 Cm. derinlikteki bir toprak diliminde hektarda 560000

litre suya tekabül eder (*). pH sı 5 olan bir çözeltinin litresinde 0,00001 gram aktif hidrojen, yahut 10000 litresinde 1 gram aktif hidrojen mevcuttur. Bu hale göre 560000 litrede 5,6 gram aktif hidrojen vardır. 100 gram saf CaCO_3 ın 2 gram aktif hidrojene tekabül ettiği göz önünde bulundurulursa 5,6 gram aktif hidrojen için 280 gr. saf CaCO_3 a ihtiyaç olduğu kolayca hesap edilebilir. Hektarda 280 gr. olarak hesap edilen CaCO_3 o toprağın aktüel asitliğini tadil için lüzumlu olan miktardır.

Toprak suyundaki H^+ iyonları (aktüel asitliği tevhit edenler) nötrleştirildiği takdirde toprağın mübadele kompleksi tarafından tutulmuş olan H^+ iyonlarının çözeltiye dahil olduklarını yukarıda izah etmiştik. O halde toprağın mübadele kompleksi

tarafından tutulmuş olan H^+ iyonlarının tamamının nötrleşmesi için yeter miktarda CaCO_3 ın toprağa ilâvesi lüzumludur. Lüzumlu CaCO_3 miktarını tesbit için yapılacak tayin, toprağın mübadele kapasitesinin ve muhtelif pH kademelerindeki baz doygunluğunun bulunmasına istinat eder (2). Baz doygunluğu eğrileri aşağıda izah edilen şekilde hazırlanır:

Toprağın evvelâ mübadele kapasitesi tayin edilir: Bunun ekivalanı olan miktar % 100 baz doygunluğu olarak kabul edilir; müteakiben muayyen miktardaki toprak-su karışımına normalitesi ve titri malûm bir hidroksit çözeltisi (ekseriya 1/10 normal NaOH veya $\text{Ca}(\text{OH})_2$) ufak porsiyonlar halinde ilâve edilir ve her ilâveden sonra karışımın pH sı tayin edilir. Hidroksit ilâvesine, o toprağın mübadele kapasitesine tekabül eden miktarda hidroksit ilâve edilince son verilir. Yapılan her hidroksit ilâvesinde sarf edilen hidroksit miktarı, o toprağın evvelce bulunmuş olan mübadele kapasitesinin yüzdesi olarak ayrıca hesaplanır ve bu ilâveleri müteakip tesbit edilmiş bulunan pH değerleriyle birlikte koordine mihverine nakledilerek baz doygunluğu eğrileri çizilir. Bu eğriler sayesinde muayyen pH daki bir toprağın baz doygunluğu yüzdesi bulunabileceği gibi, o toprağın muayyen bir pH ya yükseltilmesi için lüzumlu kireç miktarı da kolayca bulunabilir. Bu eğriler toprakta bulunan kil minerallerinin cinsine, ve humusunun tabiatına göre önemli farklar gösterdiğinden kireçleme yapılacak her toprakta, yukarıda izah edildiği şekilde evvelden çizilmesi lüzumludur. Melich'in kuzey Karolinadaki topraklar için hazırlanmış olduğu baz doygunluğu eğrilerinden faydalanarak bu eğrilerin nasıl kullanıldığını izah edelim (2):

Topraktaki kil mineralinin montmorillonit, pH sınırı 5 ve mübadele kapasitesinin 20 olduğunu farz edelim. Şekil 1 deki montmorillonit eğrisinden 5 pH nın baz doygunluğunun % 65 ine tekabül ettiğini buluruz. Bu toprağın baz doygunluğunu % 90 a yükseltecek şekilde toprağa kireç vermek istenirse, toprağın pH sınırı 6,5 a çıkarılacağını gene aynı eğri vasıtasıyla bulabiliriz. Başka bir ifade ile toprağın pH sı 5 den 6,5 a yükseltmek istenmektedir.

pH 6,5 (20 nin % 90 ı)	18	miliekivalan (*)
pH 5,0 (20 nin % 65 ı)	—	13

Fark 5 miliekivalan

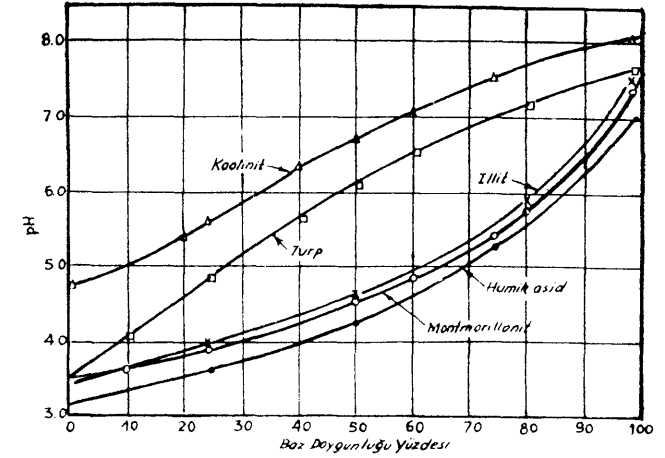
Bu hale göre 5 miliekivalan (m.e.) hidrojen iyonunun nötrleşmesi lâzımdır. Yu-

*) Bu balçık toprağının 20 cm. derinlikteki kısmı metre karede 200 litrelik bir hacme tekabül eder. Balçık toprağının 1 litresinin ağırlığı 1,4 Kg. olduğu kabul edilirse (bulk density=1,4) metre karede 20 cm. derinlikteki toprağın ağırlığı $200 \times 1,4 = 280$ Kg. eder. Bu miktar hektarda 2800000 Kg. toprak demektir. Tarla şartları altında 560000 litre olarak hesap edilir.

Toprağın rutubeti % 20 kabul edildiğinden, hektarda 20 cm. derinlikteki toprak diliminde bulunan su $2800000 \times 0,20 = 560.000$ litre olarak hesap edilir.

karıdaki misâlde hektardaki toprak ağırlığı 2800000 kg. olarak hesap etmiştik. 100 gr. toprakta 5 miliekivalan hidrojenin nötrleştirilmesi lâzım geldiğine göre 1 Kg. toprakta 50 miliekivalan hidrojenin tadili bahis konusudur. 2,8 milyon kilo toprakta ise $2800000 \times 50 =$

140000000 miliekivalan hidrojenin nötrleştirilmesi lâzımdır. 1000 miliekivalan hidrojen 1 ekivalan hidrojene, yani 1 gram hidrojene tekabül ettiği nazarı itibare alınrsa hektardaki toprak dilimi için $140000000 : 1000 = 140000$ gram hidrojenin nötrleşmesi lâzımdır. 100 gram saf CaCO_3 2 gram hidrojene, yahut 1 Kg. saf CaCO_3 20 gram hidrojene tekabül ettiği düşünülürse 140000 gram hidrojen $140000 : 20 = 7000$ kg. saf CaCO_3 e tekabül eder. Halbuki aynı miktar toprağın aktüel asitliğini tadil için 280 gram saf CaCO_3 a ihtiyaç olduğunu yukarıda bulmuştuk. Bu misal potansiyel asitlik değerinin kireçlemedeki önemini açıkça ortaya koymaktadır.



PEŞİM 1. Çeşitli kolloidler için pH - baz doygunluğu eğrileri (Melich 7,2)

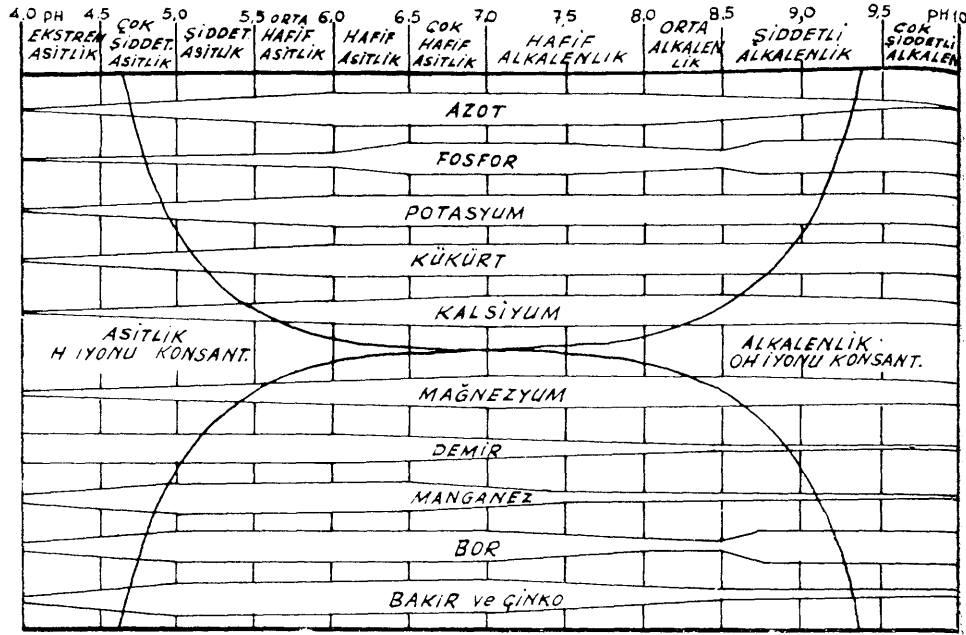
Son zamanlarda toprakların pH sınırı normal KCl veya % 1 molar konsantrasyondaki CaCl_2 çözeltisi kullanılarak tayini bir teamül haline gelmiştir. Bu suretle tabiattaki şartlara daha çok yaklaşıldığı ve daha stabil değerler elde edildiği ileri sürülmektedir (4, 6). Normal KCl çözeltisi kullanılarak bulunan pH değerleri aktüel asitlik pH değerlerinden takriben 1 pH kadar daha düşüktür (3).

Son zamanlarda toprakların pH sınırı normal KCl veya % 1 molar konsantrasyondaki CaCl_2 çözeltisi kullanılarak tayini bir teamül haline gelmiştir. Bu suretle tabiattaki şartlara daha çok yaklaşıldığı ve daha stabil değerler elde edildiği ileri sürülmektedir (4, 6). Normal KCl çözeltisi kullanılarak bulunan pH değerleri aktüel asitlik pH değerlerinden takriben 1 pH kadar daha düşüktür (3).

Toprak reaksiyonunun besin maddelerinden istifadeye tesiri : Toprak reaksiyonunun besin maddelerinden istifadeye olan tesiri bir çok araştırmacılar tarafından incelenmiş ve bu hususta çok sayıda literatür ortaya çıkmıştır. Bu çok sayıdaki literatürde verilen bilgileri ve neticelerini münakaşa etmek bu yazının konusu dışında kalır. Aşağıda verilmiş olan bilgi, E. Truog'un, "Soil reaction influence on availability of plant nutrients" (1) isimli yazısından hülâsa olarak alınmıştır. Bu suretle tabiatta, bilhassa gübreleme ve kireçleme mevzularıyla alakadar olanlara pratik bilgi temini cihetine gidilmiştir. Truog bu yazısında bitki besin maddesi olan 11 elementten her birisinin hangi pH değerleri arasında bitkilerin istifadesi bakımından optimumda olduğunu bir grafikte (Resim: 2) izah etmektedir.

Grafikte toprak reaksiyonu pH terimleri halinde ifade edilmiştir. Toprak reaksiyonunun her elementten istifadeye olan tesiri bu elementin ismini taşıyan bandın kalınlığı ile gösterilmiştir.

Azot : Bitkiler toprakta kabili istifade azottan, toprak reaksiyonu 6 - 8 pH arasında olduğu vakit memnuniyeti mucib bir derecede istifade ederler. Yalnız burada açık olarak bilinmesi gereken önemli bir nokta vardır: Reaksiyonun 6-8 pH



RESİM 2. Mineral besin maddelerinden istifade ile pH arasındaki umumi münasebeti gösteren diyagram (E. Truog'un)

arasında olması, toprakta daima memnuniyeti mucib miktarda kabili istifade azotun bulunduğunu garanti etmez. Toprak reaksiyonu bahis konusu olduğu taktirde bunun bütün mânâsı, bu elementin kabili istifade formda temini için şartların müsait olduğudur. Keza, 5 pH daki dar band, toprak reaksiyonu bahis konusu olduğu takdirde, bu elementin noksanlığının o pH da hakim olduğu mânâsına gelmez, fakat sadece toprak reaksiyonu bahis konusu olduğu taktirde şartların kabili istifade formda mebzul miktarda azot teminine müsait olduğunu gösterir. Reaksiyondan başka faktörlerde çok miktarda kabili istifade azot temininde methaldardır. Bundan başka istekleri az olan muayyen bitkiler toprakta mevcut olan düşük miktardaki kabili istifade azotla tatmin edilip normal şekilde gelişebilirler. Azot için yukarıda serdedilmiş olan mütalealar aşağıda bahis konusu olacak diğer elementler için de caridir.

Azotun legiminözler tarafından tesbiti ve organik azotun bitkilerin istifade edilecekleri şekle dönüşüyle alakalı şartlar hem şiddetli asitlik ve hem de şiddetli alkalenlikte gittikçe daha az müsait olur.

Fosfor : 6,5 - 7,5 arasındaki pH kademeleri bitkilerin fosfordan istifade ettikleri en müsait toprak reaksiyonu hudutlarıdır. Bu umumi ziraatte asit toprakların asitliklerinin kireçleme ile niçin 6,5 pH ya yükseltildiklerini izaha kâfidir. Hakikaten, kireç verme fosfordan faydalanmayı arttırmaktan başka bir fayda temin etmese bile kireçleme için yapılan masrafı karşılar. 6,5 pH da, fosforun mühim bir kısmını asit karbonikli sularda çözünen ve dolayısıyla bitkilerin kolayca istifade edebildikleri trikalsiyum fosfat halinde tutmağa yetecek miktarda kireç mevcuttur. Bu mü-

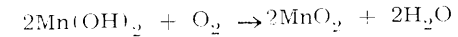
talea hem tabii şekilde toprakta mevcut, hem de ahır gübresi veya sun'i gübre şeklinde verilmiş fosfor için caridir.

Şayet toprakta pH yı 7,5 un üstüne yükseltecek miktarda kireç mevcut veya böyle bir neticeyi sağlayacak miktarda kireç toprağa verilmiş ise, fosfattan istifade kabiliyeti gittikçe daha az müsait olur. Bu durum pH 8 in üstüne çıkıncaya kadar o kadar ciddi değildir. Şayet pH 8,5 ve daha yüksek olduğunda çözünür ve dolayısıyla bitkiler tarafından kolaylıkla kullanılabilen sodyum fosfatın teşekkülüne doğru bir temayül inkişaf edecektir. Tecrübeler 8,5 ve daha yüksek pH da olan toprakların mutad olarak kabili istifade fosforca yeter derecede ikmal edilmiş olduğunu göstermiştir.

Kükürt, potasyum, kalsiyum ve magnezyum : Asitlikle ve bilhassa mütebariz derecedeki asitlikle ittihat etmiş şartların kükürt, potasyum, kalsiyum ve magnezyumdan faydalanma bakımından gayri müsait olduğu grafikte gösterilmiştir. Asitliğin artmasıyla diğer üç elementten bitkilerin istifadesi gittikçe azalır. 7 pH nın üzerinde bu dört elementten istifadenin azaldığına dair hemen hemen hiç bir bedahet mevcut değildir. Fakat kalsiyum ve magnezyum, sodyum karbonatın mevcudiyetinden dolayı, 8,5 pH nın üzerinde muhtemelen bir dereceye kadar daha az çözünürler.

Manganez : Asitliğin manganezden istifadeye olan tesiri çok barizdir. 20 yıl ve hatta daha evvelindenberi yüksek pH veya yüksek kireçlemenin kabili istifade manganezde bir açık meydana getirdiği bilinmekteydi. Bitkilerin talep ettikleri manganez miktarı düşüktür.

Organik maddece fakir kumlar ve balçıklarda ve manganez ihtiva eden minerallerce fakir muayyen türlerde kabili istifade manganez açığının kapatılması, bunların pH sının 7 nin üstüne yükseldiği yahut kalkerli oldukları taktirde, mahsulün talep ettiği miktardan ekseriyetle daha düşüktür. Halen bunun izahı açıktır. Toprak asit olduğu müddetçe (pH 7 nin altında) manganezin büyük bir kısmı için olan meyil divalan (indirgenmiş veya 2 değerli) formunda bulunmaktadır. İki değerli olduğu zaman kalsiyum ve magnezyum gibi davranır: Zira iki değerli manganez daima mevcut olan karbonik asit tesiriyle bikarbonat halinde çözeltiye getirilir ve bundan dolayı bir mübadele katıycnu olarak kendisinden kolayca istifade edilir. pH 7 ye ve daha yukarıya yükseldiğinde iki değerli manganez toprak çözeltisinde mevcut oksijen tesiriyle 4 değerli manganeze oksitlenmesi temayülü büyük mikyasta artar ve reaksiyon aşağıdaki denkleme uygun olarak cereyan eder:



Manganez dioksit halinde bulunan 4 değerli manganez karbonik asitte çözünmez ve bundan dolayı bitkiler tarafından kolayca kullanılacak halde değildir.

Mademki yüksek derecede çözünmez bir madde olan MnO_2 nin yukarıdaki reaksiyon gereğince teşekkülü için oksijene ihtiyaç vardır. O halde toprakların yüksek nisbette havalanmasının MnO_2 teşekkülünü kolaylaştırdığını beklemek lâzımdır. Böylece yüksek pH ve iyi bir havalanmanın birleşmesi gayri kabili istifade formda manganezin teşekkülü için şartları müsait kılar. Organik maddece fakir ve su tutma güçleri düşük kumlar ve balçıklar ekseriyetle fazla havalanırlar ve böyle topraklar pH ları yüksek olduğu taktirde kabili istifade manganezce fakir olurlar. Şid-

detli asit şartlarda temin edilen az miktardaki total manganez yıkanma yolu ile oldukça sür'atle tüketilebilir.

Diğer taraftan ağır topraklar ve yüksek nisbette organik madde ihtiva eden topraklar çok miktarda su tutarlar ve kolaylıkla iyi bir şekilde havalanmazlar. Hakikaten ağır topraklar bilhassa yüksek yağış devrelerinde fena havalanırlar. Bu topraklar umumiyetle organik maddece zengindirler, ve bu organik maddelerin ayrışmasıyla bitkilerin istifade edebilecekleri formdaki manganez serbest hale geçer. Diğer taraftan bu topraklar manganez ihtiva eden minerallerin ayrışmalarını ve bu suretle bitkiler için kabili istifade formda manganez teminini kolaylaştırırlar. Böylece, yüksek pH daki manganez noksanlığı ağır topraklarda, hafif topraklardan daha az vaki olur.

Demir: Asitliğin demirden faydalanma üzerine olan tesiri tabiat itibariyle asitliğin manganez üzerine olan tesirine benzer. Fakat tabiatda demirin manganeze nisbetle daha bol bulunmasından dolayı kabili istifade demir noksanlığına manganez noksanlığı kadar sık tesadüf edilmez. 6,5 pH'nın altında cüz'i miktarda demir ferro

(Fe⁺⁺) halinde bulunmağa temayül eder. Ferro halindeki demir karbonik asitte çözünür ve bundan dolayı kendisinden kolayca istifade edilir. Filhakika, ekstrem asitlikte ve havalanmanın maniaya uğradığı hallerde toksik konsantrasyonda iki

kiymetli demir mevcut olabilir. Keza, tabiatda daima mevcut olan ferri (Fe⁺⁺⁺) oksit yüksek asitlikte bitkilerin ihtiyacını karşılamağa yeter miktarlarda çözünür. pH 6,5'in üzerine yükseldiği taktirde çözünmüş iki kiymetli demir, tabii ve alkalen şartların etkisi altında, çözünmeyen üç kiymetli demir okside oksitlenmeye temayül eder ve bu suretle mahsulün normal inkişafına mani olan demir azlığı kendini gösterir. Manganezde olduğu gibi, yeter miktardaki aktif organik madde yüksek pH derecelerindeki demir azlığını bertaraf etmeye temayül eder. Zira bu çeşit organik maddeler sadece kabili istifade demir temin etmekle kalmaz, fakat aynı zamanda demirin kabili istifade ferro halini muhafaza ettiği mevzii redükleme sahaları hasıl eder.

Bor : Bütün bitkiler normal gelişmeleri için çok az miktarda bor'a ihtiyaç gösterirler. Münbit topraklarda kabili istifade form halinde bulunan miktarı, yani sıcağ su ekstraksiyonuyla elde edilen miktarı, hektarda (sürülmüş olan derinlikte takriben 1-6 Kg. dan fazla değildir. Bazı topraklarda ve bilhassa organik maddesi az, ekstrem şekilde yıkanmış ve yüksek nisbette mahsul alınarak fakir düşürülmüş topraklarda kabili istifade bor o merteye düşük olabilir ki, kabili istifade bor miktarındaki cüz'i bir azalma (kireçleme ile pH'nın 7'nin üzerine çıkarılması gibi) mahsulü büyük miktarda azaltır. Hektara 28-56 Kg. boraks ilâvesi pH'yı yükselterek iyi bir mahsul almak için verilecek kireç miktarının zararlarını tamamiyle ortadan kaldırır.

Yüksek pH da, yani 8,5 ve onun üstündeki pH derecelerinde, bordan yapılan istifade üzerine pH'nın tesiri fosforda olduğu gibidir. Bu yüksek pH kademelerinde kabili istifade borun yetersizliği nadiren görülür. Toksik bor konsantrasyonları borun yıkanma ile bertaraf edilmediği yerlerde görülür.

Bakır ve çinko : Bitkiler çok az miktarda bakır ve çinkoya ihtiyaç gösterirler. Bununla beraber, toprakta çok az miktarda bulunmalarından dolayı, toprak suyundaki konsantrasyonları bazen bitkilerin muhtaç oldukları en düşük seviyenin de altına düşebilir. Hususiyle kalkerli topraklarda ve yüksek pH şartlarında bakır ve çinkonun çözünürlükleri ve kabili istifade halde bulunuşları çok azdır. Keza, şiddetli

asit topraklarda bu elementlerin kolayca istifade edilebilir miktarları bitkilerin ihtiyaçları için çok düşük olabilir.

Açıklama : Mevzuun işlenmesinde yeter miktarda hassas araştırmaların halen noksan olmasından dolayı Truog diyagramının (Şekil: 2) umumi mahiyette bir deneme olduğunu ısrarla ileri sürmektedir. Zira diyagram hazırlanırken bazı kabullerin yapılmasına zaruret hasıl olmuş ve bu kabuller ister istemez diyagramı bir hataya sevk etmiştir. Bütün bunlara rağmen 5,5 - 8,5 pH kademeleri arasında diyagramın güvenilir bir tasavvur verdiği müellif (1) kani bulunmaktadır. Diyagramda tebarüz eden en mühim nokta, 6,5 pH'nın mevzu bahis bütün bitki besin maddelerinden bitkilerin en iyi istifade ettikleri hususudur. Bu, umumi ziraatte kireçleme ile toprak asitliğinin neden 6,5 pH'ya yükseltilmek istendiğini açık olarak ortaya koyar.

L İ T E R A T Ü R

1. T r u o g , E., 1946, "Soil reaction influence on availability of plant nutrients", Soil Science Society of America vol. 11, s: 305 - 308.
2. T h o m s o n , M. Louis, 1957, "Soil and fertility", McGraw-Hill Book Company, Inc., New York, s: 184 - 196.
3. I r m a k , A., 1958, "Toprak İlimi Ders Notları", Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi yayınları No. 2, Ege Üniversitesi matbaası, s: 75.
4. C o l l e m a n , N. T., M e h l i c h , A., 1957, "The chemistry of soil pH", Soil, The Yearbook of Agriculture U. S. Dept. of Agriculture, Washington D. C. The U. S. Government Printing Office, s: 72-79.
5. A l l a w a y , W. H., 1957, "pH, Soil acidity, and plant growth", Soil, The yearbook of agriculture U. S. Dept. of Agriculture, Washington D. C., U. S. Government Printing Office, s: 69-71.
6. S c h e f f e r - S c h a d e t s c h e b e l , 1952, Bodenkunde I. Teil, Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, s: 129.
7. M e h l i c h , A., 1941, "Base unsaturation and pH in relation to soil type", Soil, Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 6, s: 150 - 156.
8. M e h l i c h , A., 1942, "The Significance of Percentage base Saturation and pH in relation to soil", Sci. Soc. Amer. Proc., Vol. 7, s: 167 - 174.