

BÖLÜM XI: SU KALİTESİ İLE İLGİLİ DİĞER PROBLEMLER VE GİDERİLMESİ (YÖNETİMİ)

GİRİŞ

Tuzluluk, infiltrasyon ve toksisite problemlerinin dışında su kalitesi ile ilgili olarak diğer bazı problemler bu başlık altında açıklanmaktadır. Bu problemleri aşırı azot (nitrojen), normal olmayan pH koşulu, bitki organlarında birikme, magnezyum problemleri, beslenme problemleri, damla sulamada tıkanma sorunları, korozyon ve paslanma ile su kalitesine bağlı vektör problemleri başlıkları altında toplayabiliriz.

AŞIRI DÜZEYDEKİ NİTROJEN

Azot bitkinin gelişmesini teşvik eden bir besin elementidir. Azotun kaynağı toprağın doğal içeriği yada uygulanan gübreler olabilir. Ancak sulama suyu ile gelen aşırı azot ta fazla gübrelemede olduğu gibi etki eder ve problem yaratır. Aşırı azot uygulaması koşulunda bitkide olgunlaşmanın gecikmesi, aşırı vegetatif gelişme ve kalitede kötüleşme gibi sorunlar ortaya çıkar.

Azotun en fazla alınabilir formlar nitrat ve amonyum azotudur. Ancak sulama sularında nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) daha fazla olarak bulunur. Amonyum azotu ise, sulama uygulamaları ile amonyum gübrelemesi yada atık su verilmediği sürece, nadiren 1 mg/l nin üzerinde rastlanır. Nitrat azotu yüzey ve yer altı sularında genellikle 5 mg/l den azdır ancak, bazı ekstrem yer altı su kaynaklarında bu değer 50 mg/l ye kadar çıkabilmektedir. Drenaj sularında, gübrenin kök bölgesinden yıkanması etkisi sonucunda, sıkça daha fazla düzeyde rastlanmaktadır. Pek çok su kaynağında nitrojen bulunması nedeniyle, bütün sulama sularında nitrojen izlenmesi yapılması ve halihazır nitrojen içeriğinin gübreleme programına eklenmesi önerilen uygulama olmaktadır. Özellikle gıda işlenmesi ve kentsel kullanım atık sularında azot içerikleri 10 ila 50 mg/l düzeylerinde olabilecektir (1 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$ = 1 kg N/1000 m³ su).

Azot değişik organik ve inorganik formlarda bulunmaktadır ve raporlarda değişik şekillerde belirtilir. Ancak, bitkiler için önemli olan organik-azot (Org-N), nitrat azotu ($\text{NO}_3\text{-N}$) yada amonyum azotu ($\text{NH}_4\text{-N}$) şekillerinden hangisinde olursa olsun, toplam azot (N) miktarı önemli olmaktadır.

Hassas bitkiler 5 mg/l nin üzerindeki azot miktarından etkilenebilirler. Diğer pek çok bitki için 30 mg/l ye kadar olan konsantrasyonları etkisiz olabilmektedir. Örnek olarak şekerpancarı ve üzüm verilebilir; her iki bitki de yüksek azot etkisinde gelişmelerinin artması sonucu olgunlukları geciktirmekte ve şekerpancarında şeker oranı, üzümde ise toplam verim etkilenmektedir.

Bitkinin gelişme dönemi de N etkilenmesini değiştirmektedir. Genel olarak erken gelişme dönemlerinde aşırı azot olumlu etki yaparken çiçeklenme ve meyve oluşumu dönemlerindeki aşırı N ise olumsuz olarak verimi etkilemektedir. Yüksek N içeren sular ilk gelişme dönemlerinde gübreleme amaçlı kullanılabilir.

N, hassas bitkiler için düşük konsantrasyonlarda olsa dahi, su kanalı, göl, drenaj hendekleri yada rezervuarlarda alg ve su organizmalarının fazlaca gelişmelerine neden olarak olumsuz koşullar yaratabilmektedir.

NORMAL OLMAYAN pH

Sularda pH değeri asitlik yada bazik özelliği belirtir ancak, nadiren tek başına bir sorun oluşturur. pH ölçümünün ana nedeni normal olmayan suların belirlenmesidir. Sulama suları için normal pH sınır aralığı 6.5-8.4'dür. Bunların dışındaki anormal değerler, sularda daha ayrıntılı incelemenin yapılması gerektiğini ortaya koyacaktır. Normal sınırların dışındaki pH'nın etkisi beslenme dengesizlikleri şeklinde ortaya çıkabilir yada suların toksik iyonlar içermekte olduğunu bir belirtisi olabilir.

Düşük tuzluluktaki sular (<0.2 dS/m) bazen "tamponlama" kapasitesinin yetersizliğinden ötürü normal sınırların dışında bir pH'ya sahip olabilirler. Bu sular toprakta ve bitkide çok az soruna neden olurlar ancak, oldukça korozif özelliktedirler ve kolaylıkla sulama ekipmanlarının, yağmurlayıcıların, boruların yada kontrol ekipmanlarının korozyonuna neden olabilirler.

Sulama suyu tarafından toprak pH'sında bir değişim oluşturulması aşaması uzun bir süreye gereksinim gösterir çünkü toprak geniş tamponlama özelliği nedeniyle bu tür bir etkilenmeye dirençlidir. Sulardaki elverişli olmayan pH ortamları, sularda katkı kimyasalları kullanarak ayarlanabilir ancak, bu durum nadiren gerekli olacaktır. Bunun yerine toprağın pH değerinin düzeltilmeye çalışılması daha pratik olacaktır. Bu amaçla topraktaki düşük pH'yı düzeltmek için kireç uygulaması, yüksek pH için ise sülfür gibi asit maddeler kullanılması genel uygulamalardandır.

BİTKİDEKİ ÇEŞİTLİ (TORTU) BİRİKİNTİLER

Sulama sularında yüksek oranda bulunan kalsiyum, bikarbonat, sülfür gibi bileşik yada iyonlar özellikle yağmurlama sulamada, bitkiler ve meyveler üzerinde beyaz renkli tortular oluştururlar. Her ne kadar bu tür tortular toksik etkiler oluşturmasa da, özellikle taze olarak pazarlanacak olan meyve, sebze yada çiçeklerde, Pazar özellikleri üzerine etkili olacağından önemlidir. Tortular bu gibi ürünlerde Pazar kalitesini azaltacaktır ve elma ve şeftali gibi meyvelerdeki tortuların asitli bileşikler gibi uygulamalarla yıkanması gerekliliği ise ekonomik etkilere neden olacaktır. Aynı zamanda damlaticılar kenarında tortulanma olması damlaticıların tıkanma sorunları oluşturmasına neden olabilecektir.

Kalsiyum tarafından oluşturulacak problemlerin başında, bikarbonat ve özellikle sülfat ile oluşturacağı (jips) bileşiklerdir. Nemliliğin çok düşük (<%30) ve sıcaklığın yüksek olduğu dönemlerde yağmurlama sulama etkisinde, konsantrasyonları düşük olsa dahi, yüksek evapotranspirasyon etkisinde tortular oluşabilecektir. Bazı tür yağmurlama başlığı etkisinde (yavaş dönen başlıklar) yapraklar üzerine düşen damlalar buharlaşma etkisi ile daha konsantre hale gelirler ve su içerisinde düşük erirlikteki kireç (CaCO₃) yada jips (CaSO₄) çökerek birikmeye başlar ve başlığın bir sonraki ıslatma turu sırasında oluşan ıslanmada ise kolaylıkla geri çözünmezler. Sonuçta bu olay ile tortular oluşmaya devam eder.

Bu şekildeki tortu birikimi ile mücadele suyun konsantrasyonuna ve uygulanan sulama yöntemine bağlıdır. Uygulanan yöntemlerden birisi bikarbonatın azaltılması ve sonuçta kireç tortulanmasının azaltılması için asit bileşiklerin suya eklenmesidir. Bu özellikle serada yetiştirilen süs bitkileri yada yaprak bitkileri için uygulanır. Bu amaçla sülfürik asit kullanılabilir. Sülfürik asit çok hızlı bir şekilde etkisini gösterir ancak, dokunmaya karşı zarar verici etkisi nedeniyle uzman ve tecrübeli kişilerce kullanılmalıdır. Asit materyal ile birlikte oluşacak olan düşük pH

(<6.5) boru hatlarına ve damlatıcı ve yağmurlama başlıklarına zararlıdır.

Sonuçta yağmurlama sulama yaparken gece sulamalarına ağırlık vermek, başlık dönme hızını artırmak yada sprey tür başlık kullanmak, sulama aralığını artırmak gibi uygulamalarla bu sorunla baş edilebilir.

MAGNEZYUM PROBLEMLERİ

Aşırı magnezyum içeren su ve toprak ortamlarında oluşacak problemler hakkında çok ayrıntılı bilgiler mevcut olmamakla birlikte, magnezyum çözeltide sodyumdan çok kalsiyum gibi bir etki yapacaktır. Toprak ortamında sodyuma göre daha fazla ancak, kalsiyuma göre daha düşük miktarlarda adsorbe edilir.

Magnezyumun dominant olduğu sularda (Ca/Mg oranı <1) yada magnezyumlu topraklarda (toprak-su oranında Ca/Mg<1), sodyumun potansiel etkinliği biraz artar. Diğer bir deyişle, Ca/Mg<1 ise belli bir SAR değerinin zararlı etkisi daha yüksektir. Oranın azalması SAR zararının artmasına neden olur. Yapılan çalışmalarda Ca/Mg oranı 1 den küçük olduğunda sulama suyunda belli bir SAR içeriğinde, toprakta daha yüksek ESP değerleri oluşmuştur (Rahman and Rowell, 1979).

Bununla beraber yüksek magnezyumlu sularla sulanan alanlarda yada magnezyumlu topraklarda, verimlilik, herhangi bir görünen infiltrasyon sorunu olmasa da, azalmaktadır görüşü söz konusudur. Bu durum tahminen toprakta değişebilir magnezyum yüksek olduğunda, magnezyum etkisiyle kalsiyum beslenmesindeki azalma ile ilgilidir. Bazı araştırmalar buğday, mısır ve şekerpancarında, toprak-su ortamında Ca/Mg<1 olduğunda verimde azalmalar oluştuğunu ortaya koymaktadır. Kalsiyumun bitkideki etkisi tam olarak anlaşılacakla birlikte, kalsiyum diğer iyonlardan (Na ve Mg) ötürü kök bölgesinde ortaya çıkacak olan toksisiteyi azaltan bir rol yapmaktadır. Eğer Ca/Mg oranı 1'den düşükse kalsiyumun kökler tarafından alınıp bitkinin üst organlarına iletilmesi, yüksek magnezyum tarafından oluşturulan antagonistik etki nedeniyle sınırlandırılmaktadır.

BESLENME VE SU KALİTESİ

Sulama suyu kalitesinden ötürü ortaya çıkan tuzluluk, yetersiz infiltrasyon, toksisite ve buraya kadar açıklanan diğer etkiler yanında bu problemlerin etkileşimleri ile bir takım beslenme etkileri ortaya çıkabilmektedir.

Beslenme ve Tuzluluk

Aşırı tuzluluk etkisinde bitkilerin su alımı azalmakta, bitki gelişimi yavaşlamakta ve kök gelişimi kısıtlanmaktadır. Yüksek tuzlu sularla sodyum yada klor toksisitesi de görülebilecektir. İyi bir gübreleme uygulana bitkilerde, tuzlulukla mücadele amacıyla verilecek ek gübreler verimi artırıcı etki yapmayacaktır. Bununla beraber kısa süreli azot uygulamaları ile yükseltelen besin maddesi içeriği, verimliliği geliştirebilecektir. Tarlada azot ile yeterince beslenen tuzlu kısımlar normal olarak koyu yeşil ila mavi-yeşil arasındadır. Eğer sarı ise, ek azot uygulaması verimliliği artırabilir.

Bununla beraber pek çok gübre, suda eriyebilir (tuz) niteliktedir ve kullanımları ile oluşturacağı tuzluluk potansiyelleri göz önünde tutulmalıdır.

Tek yıllık bitkilerde bitki organlarının analizi, kalsiyum eksikliğinin belirlenmesi açısından yararlı olacaktır. Örneğin patatestte bu amaçla sürgünler yada yeni gelişmiş yapraklar uygundur. %15 in altındaki değerler kalsiyum eksikliğini belirtmesi açısından önemliyken %15-20 değerleri biraz şüpheli olabilmektedir.

Beslenme ve İnfiltrasyon Problemleri

Topraklarda infiltrasyon sorunu, düşük tuzlulukta yada yüksek SAR değerlerinde oluşmaktadır. Her iki durumda da Ca içeriği düşük demektir ve topraksu ortamında bitki tarafından alınan Ca oranı 2 meq/l nin altında ise kalsiyum yetersizliğine bağlı bitki verimindeki azalma büyük olasılıkla söz konusu olacaktır (Rhoades, 1982).

Mısır, sorgum, sudan otu vb. gibi bazı hassas bitkilerde demir klorozu bazen yüksek SAR (>6) içeren sulardan kaynaklanabilmektedir ve demir içeren preparat uygulaması ile giderilebilir. Aynı zamanda toprak kükürdü yada jips kullanmak suretiyle toprak pH sınırın 8.5 in altına düşürülmesi de demir klorozunu önlemek açısından uygulanan yöntemlerdendir.

Pirinçte çinko eksikliği, aynı zamanda, sodyumlu topraklarda yüksek pH (>8.5) koşulunda görülmektedir. Bunun dışında çinko eksikliği sulama suyunda yüksek bikarbonat ($\text{HCO}_3 > 2.0$ meq/l) düzeyleriyle ilişkilidir.

Eğer topraklar düşük infiltrasyon hızı nedeniyle kısa süreli de olsa (2-3 gün) su baskını (waterlogged) altında kaldıklarında, havalanma eksikliği sonucunda, toprakta bulunan nitrat azotunun çoğu denitrifikasyona uğrayarak N_2 gazı olarak havaya geçer. Bu gibi durumlarda ek olarak verilecek azot gübrelenmesine gereksinim duyulacaktır.

Beslenme ve Toksikite

Sodyum, klor veya bor gibi toksik iyonlar fazla miktarda bulunup toprak suyundan bitkiler tarafından aşırı düzeylerde alındıklarında yapraklarda biriktirilirlir. Bu iyonlar aşırı düzeylerde biriktiğinde yapraklarda kloroza, bronzlaşmaya ve yaprak yanmasına (nekroz) neden olur. Bu etkiler öncelikle yaprak ucunda ve kenarlarında görülür ve daha fazla biriktiğinde semptomlar yapraklarda damarlar arasından iç kısımlara doğru uzanır.

Bor nedeniyle oluşan yaprak nekrozu bazen oldukça ileri düzeylere ulaşabilir ve fotosentezi azaltacak düzeyde yaprak yüzey azalması oluşur. Narenciye gibi ağaç bitkilerinde eğer bor birikimi önemli düzeyde yaprak yüzeyinde azalma oluşturursa, vejetatif gelişmeyi teşvik edici nitelikte fazladan azotlu gübre uygulaması, bu sorunla mücadelede yardımcı olabilecektir.

DAMLA SULAMADA TIKANMA PROBLEMLERİ

Damla sulamada su küçük hacimler halinde toprağa iletilir ve damlatıcı denilen küçük açıklıklardan lateral dışına itilir. Dolayısıyla bu küçük açıklıklar kolaylıkla tıkanabilirler. Damlatıcıların potansiyel tıkanması sorunu sıkça su kalitesi ile ilgilidir. Damlatıcıların tıkanması ile ilişkili olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik etki faktörleri *Çizelge 11.1* de verilmiştir. Bu etkiler çoğu zaman birlikte olabilmektedir ve bu durum etkinin daha da kötü olmasını sağlamaktadır; örneğin sümüksü canlılar sistem içerisinde dağıtım ağında yetiştiğinde, askıdaki katılar su

akışına ara verilen zamanlarda bu sümüksülere yapışarak ileride tıkanma oluşturabilecek bir etki meydana gelebilmektedir.

Çizelge 11.1 Sulama suyu kalitesi ile ilişkili olarak dalatıcıların tıkanmasında etkili olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik etkiler.

FİZİKSEL (Askıdaki Katılar)	KİMYASAL (Çökeltme)	BİYOLOJİK (Bakteri ve algler)
1. Kum 2. Silt 3. Kil 4. Organik madde	1. Kalsiyum yada magnezyum karbonat 2. Kalsiyum sülfat 3. Ağır metal hidroksilleri, oksitleri, karbonatları, silikatları ve sülfidleri 4. Gübreler a. Fosfat b. Sulu amonyak c. Demir, çinko, bakır, mangan	1. Filamentler 2. Sümüksüler 3. Mikrobiyal depositler a. Demir b. Sülfür c. Mangan 4. Bakteriler 5. Küçük sucul organizmalar a. Salyangoz yumurtası b. Larva

Sistem projelemesinden önce tavsiye edilen durum tam su analizinin yapılmasıdır. Bu şekilde eğer gerekiyorsa suya iyileştirici katkılar önceden gerçekleştirilebilecektir. Her bir koşula bağlı olarak analizler farklılık gösterebilecektir. Ancak, unutmamak gerekir ki, damla sulama sistemlerinin maliyeti, analiz maliyetinden çok daha pahalıdır ve gereken analizler önceden yapılarak önlemler alınmadığı durumda ekonomik olarak büyük kayıplar yaşanabilecektir. *Çizelge 11.2* De standart olarak yapılması gereken testler görülmektedir.

Çizelge 11.2 Damla sulama sistemlerinin işletilmesinde gerekli olan standart su kalitesine ilişkin testler

1. Majör inorganik tuzlar (Çizelge 2, p.10) 2. Sertlik ¹ 3. Askıdaki katılar 4. Toplam çözünebilir katılar (TDS) ¹ 5. BOD (Biyolojik oksijen gereksinimi) 6. COD (Kimyasal oksijen gereksinimi) 7. Organikler ve organik madde	8. Mikro-organizmalar 9. Demir 10. Çözünmüş oksijen 11. Hidrojen sülfid 12. Demir bakterileri 13. Sülfatı azaltan bakteriler
---	---

¹ *Çizelge 2 de belirtilen analizler sonucunda hesaplanan değer*

Damla sulamada şimdiye kadar elde edilen deneyimlere dayanarak, her ne kadar su kalitesine bağlı olarak tıkanma problemlerinin oluşmasında kesin bir yargıya varılamasa da, *Çizelge 11.3* De belirtilen değerler potansiyel tıkanma sorunları amacıyla göz önüne alınabilir.

Çizelge 11.3 Damla sulamada potansiyel tıkanma sorununa etkili su kalitesi parametreleri

Potansiyel Problem Çeşidi	Birim	Kullanmayı Sınırlandırma Düzeyi		
		Yok	Hafiften ortaya	Ağır
<i>Fiziksel</i> Askıdaki katılar	mg/l	<50	50-100	>100
<i>Kimyasal</i> pH		<7,0	7,0-8,0	>8,0
Çözünebilir katılar	mg/l	<500	500-2000	>2000
Mangan ²	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Demir ³	mg/l	<0,1	0,1-1,5	>1,5
Hidrojen sülfid	mg/l	<0,5	0,5-2,0	>2,0

<i>Biyolojik</i>				
Bakteri popülasyonu	Max sayı/ml	<10000	10000-50000	>50000

¹ Nakayama (1982)'den adapte edilmiştir.

² Bu düzeydeki Mn konsantrasyonunda tıkanma sorunu oluşmasa da, düşük düzeylerde dah toksisite etkisi oluşabilecektir.

³ Fe>5.0 mg/l düzeyi bazı bitkilerde beslenme dengesizlikleri oluşturabilecektir.

Tıkanmaya neden olan en belirgin etken askıdaki katılardır, ancak, bu sorunun çözümü kolaydır. Askıdaki maddeler yüzey sularında genelde daha fazladır. Bu maddeler genelde çeşitli büyüklüklerdeki toprak katı kısımlarından, kireç karbonatlarından, kanallara yıkanarak taşınan katı maddelerden, alglerden ve rezervuarlardan oluşan erozyon etkilerinden oluşurlar. Sudan daha ağır olan partiküller filtre edilerek ortamdan ayrılabilirler. Bu amaçla sedimantasyon (çökeltme) en bilinen yöntemdir. Ancak çökeltme uygulaması tek başına yeterli olmayacaktır ve sistem özelliklerine bağlı olarak filtreleme uygulaması neredeyse zorunlu olmaktadır. Son zamanlarda kendini temizleyen (self-cleaning) damlatıcılar üretilmektedir ve tıkanma sorununu önemli ölçüde azaltmaktadır.

Tıkanmaya neden olan bir başka olay kireç (CaCO₃) yada fosfatlar (Ca₃(PO₄)₂) gibi kimyasal maddelerin çökmesi olayıdır. Normalde bu olaylar değişkendir ve lokal belirlemeler zordur. Yüksek sıcaklık yada yüksek pH değerleri kimyasal çökeltme sorunlarının nedenlerindedir. Kalsiyum karbonat çökmesini önlemek amacıyla uygulanabilecek en etkin yöntemlerden birisi pH'nın kontrol altında tutulması yada sistemin düzenli olarak asit ile, tıkanma oluşturacak düzeyde birikinti oluşmasını diye, yıkanmasıdır. Bu amaçla sisteme periyodik olarak hidroklorik asit yada sülfürik asit enjekte edilir. Bu uygulamanın haftada bir olarak uygulanması çoğu durumda gerekli olabilmektedir.

KOROZYON VE PASLANMA (ENCRUSTATION) PROBLEMLERİ

Metal Korozyonu

Korozyon problemlerinin çoğu yer altı suları etkisi ile ilişkilidir. Her ne kadar yeraltı sularının kompozisyonu çok farklılık gösterse de, pek çok tip yeraltı suyu en azından hafifçe de olsa demire karşı koroziftir ve bazıları oldukça etkili olup dayanıklı materyallere karşı bile etkilidir. Korozyon temelde elektrolitik bir olaydır ve metal yüzeylere karşı "atak" yapma ve yüzeyde aşındırıcı/kopartıcı etki şeklinde ortaya çıkar. Korozyonun derecesi kimyasal denge reaksiyonları ile ilgili olduğu kadar hız, sıcaklık ve basınç gibi fiziksel faktörlere de bağlıdır. Pek çok korozyon problemi düşük tuzluluk derecesi ile ilişkili olmakta; pek çok "encrustation" problemi ise yüksek tuzluluktaki yer altı suları ile ilişkilendirilebilmektedir.

Beton Korozyonu

SU KALİTESİ İLE İLGİLİ VEKTÖR PROBLEMLERİ